

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Інститут енергозбереження та енергоменеджменту

Кафедра «Охорони праці, промислової та цивільної безпеки»

**МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ ТА ЗАВДАННЯ
ДО ПРАКТИЧНОГО ЗАНЯТТЯ № 2
З ДИСЦИПЛІНИ "БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОХОРОНА ПРАЦІ"**

**Тема: Прогнозування та оцінювання хімічної обстановки
під час аварії на хімічно небезпечних об'єктах**

Київ 2012

Методичні вказівки

Мета практичного заняття: надати студентам практичні знання в розв'язанні типових задач з оцінювання хімічної обстановки, формулювання висновків та визначення необхідних заходів, спрямованих на недопущення або зменшення заподіяної шкоди і уражень людей в умовах хімічного зараження місцевості.

Література.

1. Г.П. Демиденко та ін. Безпека життєдіяльності. Методичні вказівки до виконання практичних, індивідуальних робіт та домашньої контрольної роботи для студентів технічних спеціальностей. Київ. НТУУ «КПІ». 2008. с.39-50.
2. Г.П. Демиденко та ін. «Защита объектов народного хозяйства от оружия массового поражения». Справочник Киев 1989. с.102-112.

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

Звіт про виконану роботу оформлюють за формою, наведеною в додатку 3.

1. Завдання студентам

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

Завдання: Оцінити хімічну обстановку, яка може скластися в районі виробничого цеху під час аварії на ХНО. Варіанти вихідних даних наведені в Додатку 2. При оцінці обстановки вирішити наступні завдання:

Задача 1. Розрахувати глибину, ширину і площу ЗХЗ.

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

Задача 3. Визначити тривалість зараження цеху.

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

2. Методичні матеріали

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

Задача 1. Визначення розмірів і площі ЗХЗ

ЗХЗ, яка утворюється на місцевості, може бути прогнозована у вигляді рівнобедреного трикутника (рис.1) з глибиною (Г), шириною (Ш) та площею (S).

Розміри ЗХЗ залежать від багатьох факторів, у тому числі:

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

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

г) швидкості вітру;

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

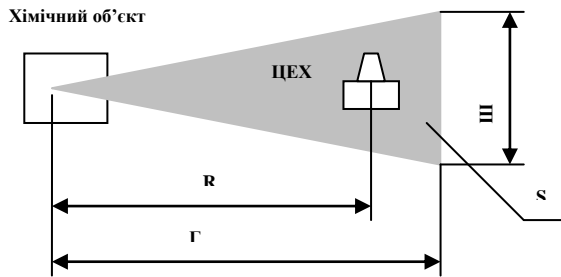


Рис. 1. Прогнозована зона хімічного зараження.

Визначення глибини ЗХЗ пропонується табличним методом (Додаток. 1) з використанням поправочних коефіцієнтів:

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

де $\Gamma_{\text{табл}}$ – глибина ЗХЗ, що отримана з Додатку 1;

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

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

K_v – коефіцієнт, що враховує швидкість вітру (табл.1).

Табл.1

Поправочний коефіцієнт на швидкість вітру

Швидкість вітру		1	2	3	4
Поправочний коефіцієнт K_v	інверсія	1	0.6	0.45	0.38
	ізотермія	1	0.71	0.55	0.5
	конвекція	1	0.7	0.62	0.55

Ширина ЗХЗ залежить від глибини зони і ступеня вертикальної стійкості повітря

$\text{Ш} = 0,2\Gamma$ – при інверсії;

$\text{Ш} = 0,35\Gamma$ – при ізотермії;

$\text{Ш} = 0,6\Gamma$ – при конвекції.

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

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

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

$$t_{\text{підх}} = \frac{R}{W}$$

Середня швидкість переміщення переднього фронту хмари залежить від швидкості приземного вітру і ступеня вертикальної стійкості повітря (табл.2)

Табл.2

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

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

Задача 3. Визначити тривалість зараження цеху.

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

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

де G – маса розлитої НХР;

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

Пропонується спрощений (табличний) метод розрахунку часу дії ураження НХР

$$t_{ур} = t_{ур.табл} \cdot K_{шв}$$

де $t_{ур.табл}$ – табличне значення величини (табл.3);

$K_{шв}$ – поправочний коефіцієнт, що враховує швидкість вітру (табл.4).

Табл.3

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

	Наявність обвалування в ємності	
	Не обвалована	Обвалована
Хлор	1.3	22
Фосген	1.4	23
Аміак	1.2	20
Сірчистий ангідрид	1.3	20

Якщо швидкість вітру відрізняється від 1 м/с, то отриманий з табл.3 результат треба помножити на поправочний коефіцієнт (табл.4)

Табл.4

Поправочний коефіцієнт, що враховує швидкість вітру

Швидкість вітру, м/с	1	2	3	4
Поправочний коефіцієнт	1	0.7	0.54	0.43

Задача 4. Визначити можливі утрати серед робітників цеху.

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

Можливі утрати людей (У %) визначаються з табл.5

Табл.5

Можливі утрати людей в осередку хімічного ураження, %

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

5. Загальні висновки.

- Чи потрапляє цех у ЗХЗ (визначається порівнянням розрахункової глибини ЗХЗ і заданої відстані від цеху до місця аварії і при $\Gamma \geq R$ – потрапляє, при $\Gamma < R$ – не потрапляє);
- Доцільний посіб захисту робітників цеху (евакуація, або укриття в сховищі – визначається шляхом розрахунків);
- Які заходи доцільно вжити заздалегідь, до виникнення аварії (розробити план евакуації, підтримувати сховище у готовності до укриття людей; забезпечити усіх робітників протигазами).

Примітка. Доцільний спосіб захисту людей обирається з таких міркувань:

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

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

$$t_{пух} = \frac{Ш}{V_{пух}}$$

де Ш – ширина ЗХЗ (метрах);

$V_{\text{рух}}$ – швидкість руху людей (середня швидкість руху людей прискореним кроком є 80 м/хв). Люди можуть встигнути евакууватись, якщо час підходу зараженої хмари

$$t_{\text{нідх}} > t_{\text{рух}} + t_{\text{оп}},$$

де $t_{\text{оп}}$ – час потрібний для оповіщення людей.

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

Якщо люди не встигають евакууватись (тобто $t_{\text{нідх}} < t_{\text{рух}} + 2\text{хв}$), то доцільним вважається

укриття людей в сховищі

Приклад

Оцінити хімічну обстановку в районі виробничого цеху, яка може скластися після аварії на ХНО і вітрі в бік цеху.

Вихідні дані

1. Відстань від цеху до хімічного об'єкта – 2,5 км.
2. Тип і маса НХР – фосген, 5 тонн.
3. Ємність з НХР обвалована.
4. Ступінь вертикальної стійкості повітря – інверсія.
5. Швидкість приземного вітру – 2 м/с.
6. Характер місцевості між цехом і ХНО – відкрита.
7. Забезпеченість робітників протигазами – 80%.

Розв'язання задач

1. Визначення розмірів ЗХЗ.

Глибина ЗХЗ розраховується за формою

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

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

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

В результаті отримуємо

$$Г = 23 \frac{0,6}{1,5 \cdot 3,5} = 2,6 \text{ км}$$

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

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

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

2. Визначення часу підходу хмари зараженого повітря до цеху

Час підходу зараженої хмари до цеху розраховуємо за формулою

$$t_{\text{нідх}} = \frac{R}{W}$$

Величину середньої швидкості руху переднього фронту хмари для заданих вихідних даних знаходимо з **табл.2**

$$W = 10 \text{ км/год}$$

Тоді, при $R = 2,5$ км

$$t_{\text{нідх}} = \frac{2,5}{10} = 0,25 \text{ год} = 15 \text{ хвилин}$$

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

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

Як було розглянуто

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

З **табл.3** знаходимо, що для фосгену в обвалованій ємності $t_{\text{ур.табл}} = 23$ год.

Для швидкості вітру – 2 м/с з **табл.4** знаходимо $K_{шв} = 0,7$.

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

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

4. Визначення можливих утрат людей, працюючих в цеху.

Для наведених вихідних даних з **табл..5** знаходимо, що можливо ураження:

14% людей з тих, хто працює в будівлі;

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

Загальні висновки

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

2. Час руху людей із ЗХЗ

$$t_{рух} = \frac{Ш}{80} = \frac{520}{80} = 6,5 хв$$

Враховуючі, що $t_{нідх} = 15 хв$,

$$t_{нідх} > t_{рух} + 2 хв = 6,5 + 2 = 8,5 хв$$

Доцільним способом захисту людей є **евакуація** їх у безпечний район.

3. Заздалегідь треба розробити план евакуації людей і забезпечити усіх (100 %) протигазами.

ЗАКЛЮЧЕННЯ.

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

Додаток 1

Глибина ЗХЗ на відкритій місцевості для не обвалованій ємності і швидкості вітру 1 м/с

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

Додаток 2

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

Звіт по практичній роботі №2 з цивільного захисту на тему
**Прогнозування та оцінювання хімічної обстановки
 під час аварії на хімічно небезпечних об'єктах**

Прізвище, ініціали _____ група _____
 номер варіанту _____

Вихідні дані:

1. Найменування НХР -
2. Маса НХР (G), т -
3. Наявність обвалування -
4. Відстань до місця аварії (R), км -
5. Характеристика місцевості -
6. Ступінь вертикальної стійкості повітря -
7. Швидкість вітру (V), м/с -
8. Забезпеченість протигазами, % -

Розрахункова частина:

1. Визначення розмірів і площі ЗХЗ

$\Gamma_{\text{табл.}}$ =
 коефіцієнт обвалування, $K_{\text{обв}}$ =
 коефіцієнт місцевості, $K_{\text{місц}}$ =
 коефіцієнт, що враховує швидкість вітру, $K_{\text{в}}$ =

глибина Γ =

ширина Ш =

площа S =

Попередній висновок:

2. Час підходу хмари зараженого повітря до цеху

швидкості переміщення хмари W =

час підходу хмари $t_{\text{підх}}$ =

Висновок:

3. Тривалість зараження цеху

часу ураження $t_{\text{ур.табл}}$ =

поправочний коефіцієнт $K_{\text{шв}}$ =

часу дії ураження $t_{\text{ур}}$ =

Висновок:

4. Можливі втрати серед робітників цеху

Втрати в будівлях $U_{\text{буд}}$ =

Втрати поза будівлями (на відкритій місцевості) $U_{\text{місц}}$ =

5. Загальні висновки

1. Чи потрапляє цех у ЗХЗ –
2. Час руху людей із ЗХЗ $t_{\text{рух}}$ =
- доцільний спосіб захисту робітників цеху (евакуація чи укриття в сховищі) –
- 3.

ЗАКЛЮЧЕННЯ: