НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Інститут енергозбереження та енергоменеджменту

Кафедра «Охорони праці, промислової та цивільної безпеки»

МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ ТА ЗАВДАННЯ ДО ПРАКТИЧНОГО ЗАНЯТТЯ № 12

з дисципліни "Охорона праці та цивільний захист"

Тема: **ПРОГНОЗУВАННЯ ТА ОЦІНЮВАННЯ ХІМІЧНОЇ ОБСТАНОВКИ ПІД ЧАС АВАРІЇ НА ХІМІЧНО-НЕБЕЗПЕЧНИХ ОБ'ЄКТАХ**

Київ 2020

ПРАКТИЧНА РОБОТА 12. ПРОГНОЗУВАННЯ ТА ОЦІНЮВАННЯ ХІМІЧНОЇ ОБСТАНОВКИ ПІД ЧАС АВАРІЇ НА ХІМІЧНО НЕБЕЗПЕЧНИХ ОБ'ЄКТАХ

Мета роботи: 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.

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

Розв'язування типових завдань з оцінки хімічної обстановки.

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

Питання для самоперевірки:

1 Бойові отруйні речовини.

2 Небезпечні хімічні речовини, їх класифікація, об'єкти зараження, токсозода, масштаби, тривалість зараження і т.д.

3 Основна мета рятувальних невідкладних робіт (РНР).

4 Основні види рятувальних робіт.

5 Основні види невідкладних робіт.

6 Які необхідні умови успішного проведення РНР?

7 Які сили залучаються для проведення РНР?

8 Які засоби використовуються для виконання РНР?

9 Проведення РНР в осередках хімічних уражень.

10 Послідовність проведення роботи керівника по організації і виконанню РНР.

11 Забезпечення дій формування ЦО при проведенні РНР.

12 Заходи безпеки при проведенні РНР.

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

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

Завдання студентам

Умова: На відстані R від виробничого цеху розташовано хімічно небезпечний об'єкт. Під час можливої аварії на ХНО з витоком сильно діючих отруйних речовин (СДОР) та у разі виникнення вітру 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.

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 площі (S).

Розміри ЗХЗ залежать від багатьох факторів, у тому числі:

а) типу і кількості НХР, що може вилитися під час аварії;

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

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

г) швидкості вітру;

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

Рис. 1. Прогнозована зона хімічного зараження.

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

$$Г = Г_{табл} \cdot \frac{К_в}{К_{обв} \cdot К_{м\,ісц}},$$

де $Г_{табл}$ – глибина ЗХЗ, що отримана з Додатку 1;

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

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

$К_в$ – коефіцієнт, що враховує швидкість вітру(табл. 2.1).

Табл. 1

Поправочний коефіцієнт на швидкість вітру

Швидкість вітру		1	2	3	4
Поправочний коефіцієнт $\boldsymbol{К_в}$	інверсія	1	0,6	0,45	0,38
	ізотермія	1	0,71	0,55	0,5
	конвекція	1	0,7	0,62	0,55

Ширина ЗХЗ залежить від глибини зони і ступеня вертикальної стійкості повітря

$Ш = 0{,}2 \cdot Г$ – при інверсії;

$Ш = 0{,}35 \cdot Г$ – при ізотермії;

$Ш = 0{,}6 \cdot Г$ – при конвекції.

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

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

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

$$t_{підх} = \frac{}{W}$$

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,	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 ($t_{ур}$) НХР, визначається тривалістю випаровування ($t_{вип}$) розлитої НХР:

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

де G – маса розлитої НХР;

$C_{вип}$– 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

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

Якщо швидкість вітру відрізняється від 1 м/с, то отриманий з табл.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. Протигази значно підвищують захист людей, але не дають повної гарантії їх безпеки. Так,

протигази невірно підібраного 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

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

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

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

Примітка. Доцільний спосіб захисту людей обирається з таких міркувань:

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

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

$$t_{рух} = \frac{Ш}{V_{рух}},$$

де $Ш$ – ширина ЗХЗ (метрах);

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

Люди можуть встигнути евакуюватись, якщо час підходу зараженої хмари

$$t_{підх} > t_{рух} + t_{оп},$$

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

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

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

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

$$Г = Г_{табл} \cdot \frac{К_в}{К_{обв} \cdot К_{м\,ісц}}$$

З *Додатку 1* знаходимо глибину ЗХЗ (***Г**$_{табл}$*): ***Г**$_{табл}$* = 23
Для обвалованої ємності ***К**$_{обв}$* = 1,5, для закритої місцевості ***К**$_{місц}$* = 3,5 і для швидкості вітру – 2 м/с при інверсії ***К**$_в$* **=** 0,6.
В результаті отримуємо:

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

Ширина ЗХЗ для інверсії: $Ш = 0,2 \cdot Г = 0,2 \cdot 2,6 = 0,52 км$
Площа ЗХЗ: $S = 0.5 \cdot Г \cdot Ш = 0,5 \cdot 2,6 \cdot 0,52 = 0,68 км^2$

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

2. Визначення часу підходу хмари зараженого повітря до цеху Час підходу зараженої хмари до цеху розраховуємо за формулою:

$$t_{підх} = \frac{}{W}.$$

Величину середньої швидкості руху переднього фронту хмари для заданих вихідних даних знаходимо з табл. 2.2:

W = 10 км/год

Тоді, при R = 2,5 км

$$t_{підх} = \frac{2.5}{10} = 0,25 год = 15 хвилин$$

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

3. Визначення тривалості зараження цеха (часу уражальної дії НХР). Як було розглянуто раніше:

$$t_{ур} = t_{ур.табл.} \cdot K_{шв}.$$

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

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

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

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

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 Г>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 $t_{підх} = 15 хв$,

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

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

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

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

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
П Р И І Н В Е Р С І Ї						
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
П Р И І З О Т Е Р М І Ї						
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
П Р И К О Н В Е К Ц І Ї						
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	**В А Р І А Н Т И**											
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
Найменування НХР	Фосген					Сірчистий ангідрид					Хлор	
Маса НХР (G), т	10	25	50	75	100	100	25	50	75	100	10	25
Наявність обвалування	Не обв.	Обвал.	Не обв.	Обвал.	Обвал.	Не обв.	Обвал.	Не обв.	Не обв.	Обвал.	Не обв.	Не обв.
Відстань до місця аварії (R), км	4	3	5	6	2	0,7	2,5	1,2	1	0,6	1,3	1,0
Характеристика місцевості	Закрит.	Закрит.	Відкрит.	Відкрит.	Відкрит.	Відкрит.	Відкрит.	Закрит.	Відкрит.	Відкрит.	Відкрит.	Відкрит.
Ступінь вертикальної стійкості повітря	Інверсія		Ізотермія		Конвекція		Інверсія		Ізотермія		Конвекція	
Швидкість вітру (V), м/с	1	2	3	3	1	1	2	3	2	1	1	2
Забезпеченість протигазами, %	50	60	70	80	90	100	50	60	70	80	90	100

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

Додаток 3

Звіт по практичній роботі №12 з охорони праці та 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. Наявністьобвалування -
4. Відстань до місцяаварії (R), км -
5. Характеристика місцевості -
6. Ступіньвертикальноїстійкостіповітря -
7. Швидкістьвітру (V), м/с -
8. Забезпеченістьпротигазами, % -

Розрахункова частина:

1.Визначення розмірів і площі ЗХЗ

$Г_{табл.}$=

коефіцієнт обваловування, Кобв =

коефіцієнт місцевості, Кмісц =

коефіцієнт, що враховує швидкість вітру, Кв =

глибина, Г=

ширина, Ш=

площа, S=

Попередній висновок:

2.Час підходу хмари зараженого повітря до цеху

швидкості переміщення хмари W=

час підходу хмари $t_{підх}$ =

Висновок:

3.Тривалість зараження цеху

часу ураження$t_{ур.табл}$=

поправочний коефіцієнт $K_{шв}$=

часу дії ураження $t_{ур}$=

Висновок:

4.Можливі утрати серед робітників цеху

Утрати в будівлях $У_{буд}$=

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

5.Загальні висновки

1. Чи потрапляє цех у ЗХЗ –
2. Час руху людей із ЗХЗ $t_{рух}$ =

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

3. ЗАКЛЮЧЕННЯ: