Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет
імені І. Пулюя

Кафедра обладнання
харчових технологій

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичної та самостійної роботи

за темою

“ОЦІНКА ХІМІЧНОЇ ОБСТАНОВКИ ПРИ АВАРІЯХ НА ХІМІЧНО НЕБЕЗПЕЧНИХ ОБ’ЄКТАХ З ВИКИДОМ (ВИЛИВОМ) НЕБЕЗПЕЧНИХ ХІМІЧНИХ РЕЧОВИН ТА ЗАСТОСУВАННІ ХІМІЧНОЇ ЗБРОЇ ”

з курсу
“ТехноЕкологія та цивільнабезпека”
для студентів усіх напрямків і форм навчання

Тернопіль
2020

Укладачі: д.т.н., проф. Стадник І.Я.,
к.т.н., доцент Зварич Н.М.
Рецензент: Терлецький Р.Я., заступник начальника ГУ ДСНС України у Тернопільській області із запобігання надзвичайним ситуаціям
Відповідальний за випуск к.т.н., доцент Зварич Н.М.

Розглянуто й затверджено на засіданні кафедри обладнання харчових технологій Тернопільського національного технічного університету ім. І.Пулюя. Протокол № від

Схвалено й рекомендовано до друку методичною радою факультету переробних і харчових виробництв Тернопільського національного технічного університету ім. І.Пулюя. Протокол № від

ТЕМА: Оцінка хімічної обстановки при аваріях на хімічно небезпечних об’єктах з викидом (виливом) небезпечних хімічних речовин та застосуванні хімічної зброї

МЕТА: Ознайомитися з порядком та методикою оцінки хімічної обстановки при аваріях на хімічно небезпечних об’єктах з викидом (виливом) небезпечних хімічних речовин

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

1. Характеристика зон хімічного забруднення

Під *хімічною обстановкою* при аваріях на хімічно небезпечних об'єктах (ХНО) розуміють ступінь хімічного забруднення атмосфери і місцевості, що оказують дію на життєдіяльність населення та проведення аварійно-рятувальних і відновлювальних робіт.

При прогнозуванні масштабів зараження *небезпечною хімічною речовиною* (НХР) визначаються розміри зон можливого і прогнозованого хімічного зараження.

Зона можливого хімічного зараження (ЗМХЗ) — територія, у межах якої внаслідок зміни напрямку вітру може переміщатися хмара НХР з вражаючими концентраціями.

Прогнозована зона хімічного зараження (ПЗХЗ) — розрахункова зона в межах ЗМХЗ, параметри якої приблизно визначаються за формулою еліпса.

Параметри зон хімічного забруднення залежать від кількості НХР, що перейшла в первинну і/або вторинну хмари, умов зберігання НХР (ємності обваловані, не обваловані), метеоумов, характеру місцевості та ін.

При «вільному» виливі НХР висота шару (h) вважається такою, що не перевищує 0,05 м.

При виливі “у піддон” (обваловану місцевість) висота шару приймається, м:

$$h = H - 0.2, \qquad (1)$$

де H — висота обвалування, м.

Прогнозування і оцінювання хімічної обстановки під час аварій на хімічно небезпечних об'єктах і транспорті (автомобільному, річковому, залізничному, трубопровідному, морському) здійснюються для визначення можливих наслідків аварій, порядку дій у зонах можливого забруднення і вживання заходів для захисту людей, а також для визначення ступеня хімічної небезпеки об'єктів, які зберігають або використовують НХР, і адміністративно-територіальних одиниць, в межах яких живе населення, яке може бути уражене НХР.

Розрізняють аварійне та довгострокове прогнозування.

Аварійне прогнозування здійснюється під час виникнення аварії за даними розвідки для визначення можливих наслідків аварії і порядку дій у зоні можливого забруднення.

Вихідними даними при аварійному прогнозуванні є:

- тип і кількість НХР на об'єкті Q, т;

- умови зберігання НХР: у ємностях (обваловані, не обваловані), трубопроводах;

- висота обвалування ємності H, м;

- метеоумови: напрямок (азимут A) і швидкість вітру (V, м/с), температура повітря (°С), ступінь вертикальної стійкості повітря (СВСП): інверсія, ізотермія, конвекція (визначається за часом доби (ніч, день) і хмарністю);

- характер місцевості: відкрита, закрита (довжина забудови, лісового масиву, км);

- кількість людей на об'єкті (у населеному пункті), що може опинитися в зоні можливого забруднення;

- забезпеченість населення засобами захисту, %.

Прогнозування і оцінювання хімічної обстановки здійснюються з використанням таблиць і розрахунків. Усі розрахунки виконуються на термін не більше 4 годин після початку аварії $t_{ав}$, оскільки впродовж цього часу зберігаються сталі метеоумови. Після цього прогноз має бути уточненим.

Довгострокове прогнозування здійснюється заздалегідь для визначення можливих масштабів забруднення, сил і засобів, які залучатимуться для ліквідації наслідків аварії, складання планів роботи та інших довгострокових (довідкових) матеріалів. Для довгострокового (оперативного) прогнозування використовуються такі дані:

- загальна кількість НХР для об'єктів, які розташовані в небезпечних районах. У цьому разі приймається розлив НХР — “вільно”;

- кількість НХР в одиничній найбільшій технологічній ємності для інших об'єктів. У цьому разі приймається розлив НХР або “у піддон”, або “вільно”, залежно від умов зберігання речовин;

- метеорологічні дані: швидкість вітру в приземному шарі приймається 1 м/с, температура повітря — 20 °С, ступінь вертикальної стійкості повітря (СВСП) — інверсія, напрямок вітру не враховується (тобто завжди передбачається, що вітер направлений у бік об'єкта, відносно якого визначається обстановка), а поширення хмари забрудненого повітря приймається у колі 360 град;

- середня щільність населення для цієї місцевості;

- ступінь заповнення ємності (ємностей) приймається 70 % від паспортного об'єму;

- ємності з НХР при аваріях руйнуються повністю;

- при аваріях на продуктопроводах (аміакопроводах тощо) кількість НХР, що може бути викинута, приймається рівною її кількість між відсікачами (для продуктопроводів допускається приймати об'єм НХР рівний 300—500 т);

- заходи щодо захисту населення детальніше плануються на глибину зони можливого хімічного забруднення, яка утворюється протягом перших 4 годин після початку аварії.

При цьому визначаються:

- глибина, ширина та площа прогнозованої зони хімічного забруднення, $Г_{пзхз}$, $Ш_{пзхз}$, км, $S_{пзхз}$, км^2;

- площа зони можливого хімічного забруднення $S_{змхз}$, км^2;

- час підходу хмари зараженого повітря до заданого об'єкту (населеного пункту) $t_{підх}$, год (хв) ;

- час уражувальної дії фактора забруднення НХР $t_{ур}$, год;

- можливі втрати людей в осередку хімічного ураження B, осіб;

Результати розрахунків щодо оцінювання хімічної обстановки необхідно звести до підсумкової таблиці. На карту наносяться межі прогнозованої зони забруднення, аналізуються результати і робляться висновки та пропозиції щодо захисту працівників об'єкта господарювання (населеного пункту), який може опинитись у зоні хімічного забруднення. Після закінчення розрахунків визначається ступінь хімічної небезпеки для кожного об'єкту, а також для адміністративно-територіальної одиниці.

У висновках з оцінювання хімічної обстановки відзначаються:

- чи може опинитись об'єкт у зоні хімічного забруднення;

- можливі наслідки в осередку хімічного ураження (можливі ураження виробничого персоналу і населення та очікувані втрати);

- визначається вплив НХР на виробництво, матеріали та сировину;

- заходи щодо захисту людей (оповіщення, використання засобів індивідуального захисту (ЗІЗ), будівель і захисних споруд (ЗС), евакуація;

- визначаються можливості герметизації виробничих будівель та інших приміщень, де працюють люди, а також можливість продовжувати виробничий процес у засобах індивідуального захисту.

2. Порядок нанесення зон хімічного забруднення на картографічну схему

Зона можливого хімічного забруднення (ЗМХЗ) хмарою НХР на картах і схемах обмежена колом, півколом або сектором, який має певні кутові розміри φ і радіус, що дорівнює глибині прогнозованої зони забруднення $Г_{пзхз}$. Центр кола, півкола або сектора збігається з джерелом забруднення. На топографічних картах і схемах зона можливого хімічного забруднення має вигляд (рис. 1.):

- при швидкості вітру за прогнозом менше 0,5 м/с зона забруднення має вигляд кола з кутом φ =360° (рис. 1, *а*);

- при швидкості вітру за прогнозом від 0,6 до 1 м/с зона має вигляд півкола з кутом φ = 180° (рис. 1, *б*);

- при швидкості вітру за прогнозом від 1,1 до 2 м/с зона має вигляд сектора з кутом φ = 90° (рис. 1, *в*);

- при швидкості вітру за прогнозом більше 2 м/с — сектор з кутом φ =45° (рис. 1, *г*).

Прогнозована зона хімічного забруднення (ПЗХЗ), яка має форму еліпса, включається у зону можливого хімічного забруднення (рис. 1.).

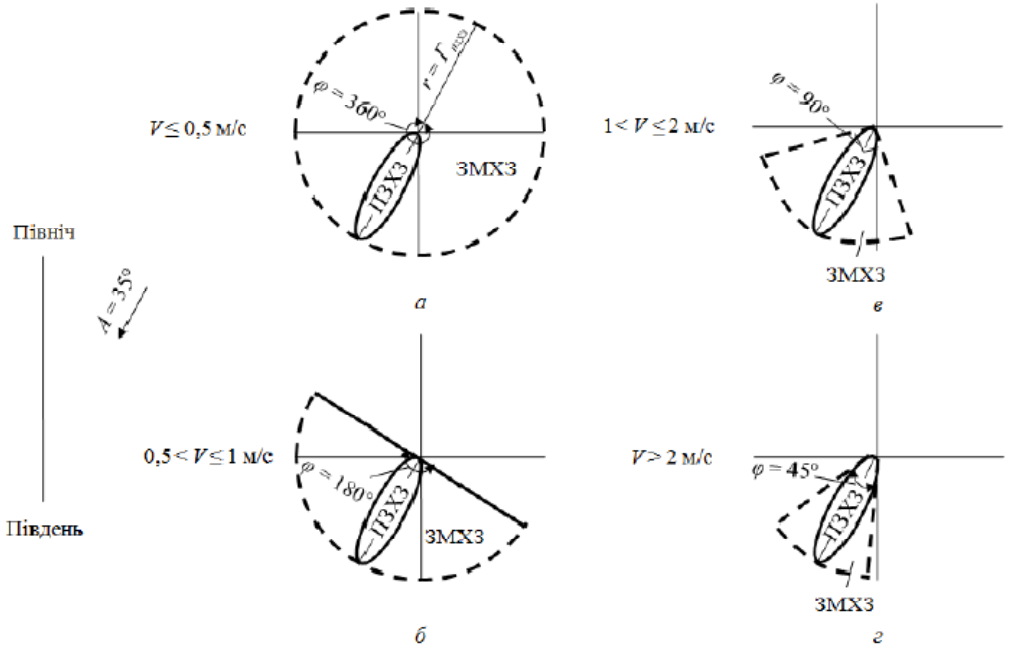

Рис. 1. Зображення зон хімічного забруднення

3. Прогнозування хімічної обстановки при аваріях на ХНО

Порядок прогнозування хімічної обстановки розглянемо на наступному прикладі.

Приклад. Оцінити хімічну обстановку, що може скластися на *об'єкті господарювання* (ОГ) при аварії на ХНО з викидом НХР.

Вихідні дані:

- тип викинутої НХР — водень бромистий (рідина);
- кількість НХР — Q_0 = 50 т;
- ємність обвалована, висота обвалування — H = 1 м;
- температура повітря — 20 °С;
- швидкість вітру — V = 4 м/с;
- азимут вітру — A = 290°;
- час аварії — 12:00, ХХ.ХХ.ХХХХ р.;
- хмарність складає 3 бали (напівясно);
- місцевість відкрита;
- кількість людей, що працює на ОГ — 250 чол.;
- забезпеченість протигазами складає 60 %;
- відстань від ХНО до ОГ — R_0 = 3 км.

Розв'язок

За табл. 1. визначається ступінь вертикальної стійкості атмосфери.

Таблиця 1. – Орієнтоване оцінювання ступеня вертикальної стійкості атмосфери

Швидкість вітру, м/с	Ніч			День		
	ясно	напівясно	хмарно	ясно	напівясно	хмарно
$V \le 0{,}5$	інверсія			конвекція		
$0{,}5 < V \le 2$						
$2 < V \le 4$		ізотермія			ізотермія	
$V > 4$						

Примітка. Хмарність по балах: ясно (0 - 2 бали), напівясно (3 - 7 балів), хмарно (8 - 10 балів).

В даному випадку при наступних даних: день, хмарність – 3 бали, $V = 4$ м/с, ступінь вертикальної стійкості атмосфери – ізотермія.

Визначаємо еквіваленту кількість речовин у первинній хмарі (т) за формулою:

$$Q_{E1} = k_1 \cdot k_3 \cdot k_5 \cdot k_7 \cdot Q_0, \qquad (2)$$

де k_1 – коефіцієнт, який залежить від умов зберігання НХР (табл. 2);

k_3 – коефіцієнт, що дорівнює відношенню порогової токсодози хлору до порогової дози інших НХР (табл. 2);

k_5 – коефіцієнт, який враховує ступінь вертикальної стійкості повітря (табл. 3.);

k_7 – коефіцієнт, що враховує вплив температури (табл. 2.);

Q_0 – кількість викинутої НХР, т.

Для даного випадку:

$k_1 = 0.13$,

$k_3 = 6$,

$k_5 = 0.23$,

$k_7 = 1$.

Тоді:

$$Q_{E1} = k_1 \cdot k_3 \cdot k_5 \cdot k_7 \cdot Q_0, = 0.13 \cdot 6 \cdot 0.23 \cdot 1 \cdot 50 = 8.97 \text{ т.}$$

Таблиця 2. – Допоміжні коефіцієнти для визначення глибини зони ураження

Назва НХР	Густина НХР, т/м^3		k_1	k_2	k_3	k_7				
	Газ	Рідина				–40°	–20°	0°	20°	40°
Акролеїн	—	0,839	0	0,013	0,75	0,1	0,2	0,4	1	2,2
Аміак (тиск)	0,0008	0,681	0,18	0,025	0,04	0/0,9	0,3/1	0,6/1	1/1	1,4/1
Аміак (ізотерм)	—	0,681	0,01	0,025	0,04	0/0,9	1/1	1/1	1/1	1/1
Водень фтористий	—	0,989	0	0,028	0,15	0,1	0,2	0,5	1	1
Водень хлористий	0,0016	1,191	0,28	0,037	0,3	0,64/1	0,6/1	0,8/1	1/1	1,2/1
Водень бромистий	0,0036	1,49	0,13	0,055	6	0,2/1	0,5/1	0,8/1	1/1	1,2/1
Фосген	0,0036	1,432	0,05	0,061	1	0/0,1	0/0,3	0/0,7	1/1	2,2/1
Фтор	0,0017	1,512	0,95	0,038	3	0,7/1	0,8/1	0,9/1	1/1	1,1/1
Оксид сірки	0,0029	1,462	0,11	0,049	0,333	0/0,2	0/0,5	0,3/1	1/1	1,7/1
Хлор	0,0032	1,533	0,18	0,052	1	0/0,9	0,3/1	0,6/1	1/1	1,4/1

Примітка. В графах у чисельнику значення k_7 для первинної хмари, а в знаменнику – для наступних хмар.

Значення коефіцієнту k_1 для ізотермічного зберігання аміаку наведено для випадку розливання (викидання) у піддон.

Первинна хмара — хмара зараженого повітря, що утвориться при руйнуванні (ушкодженні) ємності в результаті миттєвого (1—3 хв.) переходу в атмосферу всієї кількості або частини вмісту в ній небезпечної хімічної речовини.

Вторинна хмара — хмара зараженого повітря, що утвориться в результаті випару хімічно небезпечної речовини, яка розлилася, з підстилаючої поверхні.

У хімічно небезпечних речовин, температура кипіння яких є вищою за температуру навколишнього середовища, первинна хмара парів практично відсутня (3—5 % речовини від загальної її кількості переходить в первинну хмару) та $k_7 = 0$, однак існує небезпека ураження людей, забруднення ґрунту та водних джерел вторинною хмарою.

Таблиця 3. – Коефіцієнти, які залежать від ступеня вертикальної стійкості повітря

Коефіцієнти	Інверсія	Ізотермія	Конвекція
k_8	0,081	0,133	0,235
k_5	1,0	0,23	0,08

За табл. 4. визначаємо глибину первинної хмари $Г_1$.

Глибину первинної хмари $Г1$ розраховуємо, використовуючи інтерполювання, наступним чином:

$$\Gamma_1 = \Gamma_5 + \frac{(\Gamma_{10} - \Gamma_5)\cdot(Q_{E1} - 5)}{10 - 5} = 4.4 + \frac{(6.5 - 4.4)\cdot(8.97 - 5)}{10 - 5} = 6.07 \text{ км.}$$

Таблиця 4. – Глибини зон можливого зараження НХР

V,	Еквівалентна кількість НХР Q_E, т									
м/с	0,01	0,05	0,1	0,5	1	3	5	10	20	30
1	0,38	0,85	1,25	3,2	4,8	9,2	13	19	29,6	38
2	0,26	0,59	0,84	1,9	2,8	5,4	7,2	11	16,4	21
3	0,22	0,48	0,68	1,5	2,2	4	5,3	8	11,9	15
4	0,19	0,42	0,59	1,3	1,9	3,3	4,4	6,5	9,62	12
5	0,17	0,38	0,53	1,19	1,68	2,91	3,75	5,53	8,19	10,33
6	0,15	0,34	0,48	1,09	1,53	2,66	3,43	4,88	7,2	9,06
7	0,14	0,32	0,45	1	1,42	2,46	3,17	4,49	6,48	8,14
8	0,13	0,3	0,42	0,94	1,33	2,3	2,97	4,2	5,92	7,42
9	0,12	0,28	0,4	0,88	1,25	2,17	2,8	3,96	5,6	6,68
10	0,12	0,26	0,38	0,84	1,19	2,06	2,66	3,76	5,31	6,5
11	0,11	0,25	0,36	0,8	1,13	1,96	2,543	3,38	5,06	6,2
12	0,11	0,24	0,34	0,76	1,08	1,88	2,42	3,43	4,85	5,94
13	0,1	0,23	0,33	0,74	1,04	1,8	2,37	3,29	4,66	5,7
14	0,1	0,22	0,32	0,71	1	1,74	2,24	3,17	4,49	5,5
15	0,1	0,22	0,31	0,69	0,97	1,68	2,17	3,07	4,34	5,31

V,	Еквівалентна кількість НХР Q_E, т					
м/с	50	70	100	300	500	1000
1	52,7	65,2	81,9	166	231	363
2	28,7	35,4	44,1	87,8	121	189
3	20,6	25,2	31,3	61,5	85	130
4	16,4	20,1	24,8	48,2	66	101
5	13,88	16,89	20,82	40,11	54,67	83,6
6	12,14	14,79	18,13	34,67	47,09	77,7
7	10,87	13,17	16,17	31,03	41,63	63,16
8	9,9	11,98	14,68	27,75	37,49	56,7
9	9,12	11,03	13,5	25,39	34,24	51,6
10	8,5	10,23	12,54	23,49	31,61	47,53
11	8,01	9,61	11,74	21,91	29,44	44,15
12	7,67	9,07	11,06	20,58	27,61	41,3
13	7,37	8,72	10,48	19,45	26,04	38,9
14	7,1	7,4	10,04	18,46	24,69	36,81
15	6,86	7,11	9,7	17,6	23,5	34,98

Еквіваленту кількість речовини у вторинній хмарі (т) визначаємо за формулою:

$$Q_{E2} = (1 - k_1) \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 \cdot k_7 \cdot \frac{Q_0}{h \cdot d}, \qquad (3)$$

де k_2 – коефіцієнт, який залежить від фізико-хімічних властивостей НХР (табл. 2);

k_4 – коефіцієнт, що враховує швидкість вітру (табл. 5.);

k_6 – що залежить від часу, який минув після початку аварії, і тривалості випаровування речовини;

d – густина НХР, т/м^3 (табл. 2.);

h – товщина шару НХР, м.

Таблиця 5. – Значення коефіцієнту $к_4$ залежно від швидкості вітру

V, м/с	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**15**
$к_4$	1	1,33	1,67	2	2,34	2,67	3	3,34	3,67	4	5,68

Маємо:

$k_2 = 0.055$ (табл. 2);

$k_4 = 2$ (табл. 5.);

$d = 1.49$ т/м^3 (табл. 2.).

При виливі у обвалування або піддон за (1):

$$h = 1 - 0.2 = 0.8 \text{ м.}$$

Коефіцієнт k_6 дорівнює:

$$k_6 = N^{0.8} \text{ якщо } N < T$$

$$k_6 = T^{0.8} \text{ якщо } N \geq T \qquad (4)$$

де N – час після аварії, год.;

T – тривалість випаровування речовини, год.

$$T = \frac{h \cdot d}{k_2 \cdot k_4 \cdot k_7} \qquad (5)$$

$$T = \frac{0.8 \cdot 1.49}{0.055 \cdot 2 \cdot 1} = 10.8 \text{ год.}$$

В даному випадку, наприклад, приймаємо $N = 4$ год.

Оскільки $T > N$, тому:

$$k_6 = N^{0.8} = 4^{0.8} = 3.03 .$$

Тоді:

$$Q_{E2} = (1 - k_1) \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 \cdot k_7 \cdot \frac{Q_0}{h \cdot d} =$$

$$= (1 - 0.13) \cdot 0.055 \cdot 6 \cdot 2 \cdot 0.23 \cdot 3.03 \cdot 1 \cdot \frac{50}{0.8 \cdot 1.49} = 16.79 \text{ т.}$$

Для знайденої величини Q_{E2} визначаємо глибину зони вторинної хмари $Г_2$ (табл. 4.), аналогічно, як і для $Г_1$:

$$Г_2 = Г_{10} + \frac{(Г_{20} - Г_{10}) \cdot (Q_{E2} - 10)}{20 - 10} = 6.5 + \frac{(9.62 - 6.5) \cdot (16.62 - 10)}{20 - 10} = 8.62 км.$$

Повна розрахункова глибина зони зараження $Г_р$, що залежить від сумісної дії первинної та вторинної хмари НХР, визначається за формулою, км:

$$Г_P = Г_{1,2} + 0.5 Г_{2,1} \qquad (6)$$

де $\Gamma_{1,2} = max(\Gamma_1; \Gamma_2)$, тобто найбільша з величин Γ_1 та Γ_2;

$\Gamma_{2,1} = min(\Gamma_1; \Gamma_2)$ – найменша з величин Γ_1 та Γ_2.

В даному випадку $\Gamma_{1,2} = 8.62$ км та $\Gamma_{2,1} = 6.07$ км, тоді:

$$\Gamma_P = 8.62 + 0.5 \cdot 6.07 = 11.66 \text{ км.}$$

Отримане значення повної розрахункової глибини зони зараження Γ_P порівнюємо з максимально можливим значенням глибини переносу повітряних мас $\Gamma_П$, що визначається за формулою, км:

$$\Gamma_П = N \cdot W \qquad (7)$$

де W – швидкість переносу переднього фронту зараженого повітря за певної швидкості і ступеня вертикальної стійкості повітря, км/год (табл. 6.).

Таблиця 6. – Швидкість перенесення переднього фронту хмари зараженого повітря W, км/год

Ступінь вертикальної стійкості повітря	Швидкість вітру, м/с										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15
інверсія	5	10	16	21	—	—	—	—	—	—	—
ізотермія	6	12	18	24	29	35	41	47	53	59	88
конвекція	7	14	21	28	—	—	—	—	—	—	—

Для даного випадку $W = 24$ км/год, тоді:

$$\Gamma_П = 4 \cdot 24 = 96 \text{ км.}$$

Найменша з порівнюваних величин приймається за фактичну прогнозовану глибину зони забруднення, тобто:

$$\Gamma_{ПЗХЗ} = min(\Gamma_П; \Gamma_P) \qquad (8)$$

$$\Gamma_{ПЗХЗ} = min(96; 11.66) = 11.66 \text{ км.}$$

Площа зони можливого хімічного забруднення (ЗМХЗ), км^2:

$$S_{ЗМХЗ} = 8.72 \cdot 10^{-3} \cdot Г^2_{ПЗХЗ} \cdot \varphi \qquad (9)$$

Кут φ обирається за табл. 7.

Таблиця 7 – Кут φ, який залежить від швидкості вітру, град

V, м/с	$V \le 0{,}5$	$0{,}5 < V \le 1$	$1 < V \le 2$	$V > 2$
φ°	360	180	90	45

Для $V = 4$ м/с, $\varphi = 45°$, тоді:

$$S_{ЗМХЗ} = 8.72 \cdot 10^{-3} \cdot 11.66^2 \cdot 45 = 53.35 \text{ км}^2.$$

Площа прогнозованої зони хімічного забруднення (ПЗХЗ), км2

$$S_{ПЗХЗ} = k_8 \cdot Г^2_{ПЗХЗ} \cdot N^{0.2} \qquad (10)$$

де k_8 – коефіцієнт, який враховує ступінь вертикальної стійкості повітря (табл. 3).

Для ізотермії $k_8 = 0.133$, тоді:

$$S_{ПЗХЗ} = 0.133 \cdot 11.66^2 \cdot 4^{0.2} = 23.86 \text{ км}^2.$$

Ширина прогнозованої зони хімічного забруднення, км:

- при інверсії

$$Ш_{ПЗХЗ} = 0.3 \cdot Г^{0.6}_{ПЗХЗ}; \qquad (11)$$

- при ізотермії

$$Ш_{ПЗХЗ} = 0.3 \cdot Г^{0.75}_{ПЗХЗ}; \qquad (12)$$

- при конвекції

$$Ш_{ПЗХЗ} = 0.3 \cdot Г^{0.95}_{ПЗХЗ}; \qquad (13)$$

В даному випадку СВСП — ізотермія, тому:

$$Ш_{ПЗХЗ} = 0.3 \cdot 11.66^{0.75} = 1.89 \text{ км.}$$

Час підходу хмари НХР до заданого об'єкта, год:

$$t_{підх} = \frac{R_0}{W}, \qquad (14)$$

де R_0 — відстань від місця аварії (джерела забруднення) до заданого об'єкта, км.

$$t_{підх} = \frac{3}{24} = 0.125 \text{ год.}=7.8\text{хв.}$$

Можливі втрати робітників і службовців об'єкту господарювання і населення в осередку хімічного ураження визначаються за табл. 8.

Таблиця 8. – Можливі втрати населення та службовців, які опинились у ЗМХЗ (ПЗХЗ), %

Умови перебування людей	Без протигазів	Забезпеченість людей протигазами, %								
		20	30	40	50	60	70	80	90	100
На відкритій місцевості	90—100	75	65	58	50	40	35	25	18	10
У будівлях	50	40	35	30	27	22	18	14	9	4

Примітка. Орієнтовно структура втрат може розподілятися наступним чином: легкі – до 25 %; середньої тяжкості – до 40 %; зі смертельними наслідками – до 35 %.

В даному випадку за 60 % забезпеченості протигазами втрати людей становлять при перебуванні на відкритій місцевості 40 %, тобто:

$$В\text{заг} = 250 \cdot 0.4 = 100 \text{ осіб.}$$

Структура втрат становить (примітка до табл. 8):

- легкого ступеня

$$В\text{л} = 100 \cdot 0.25 = 25 \text{ осіб;}$$

- середньої тяжкості

Bсер = 100 . 0.4 = 40 осіб;

- зі смертельними наслідками

Bсм = 100 . 0.35 = 35 осіб.

Результати оцінювання хімічної обстановки зведено до табл. 9.

Таблиця 9. – Результати оцінювання хімічної обстановки на ОГ

Джерело забруднення	Тип НХР, кіль-ть, т	Глибина ПЗХЗ, км	Ширина ПЗХЗ, км	Площа ПЗХЗ, км^2	Площа ЗМХЗ, км^2	Тривалість уражальної дії, год.	Час підходу хмари НХР, хв.	Втрати людей, структура втрат, осіб
Зруйнована ємність з НХР на ХНО	Водень бромистий, 50 т	11.66	1.89	23.86	53.35	10.8	7.5	100 з них: легкі - 25; середні - 40; зі смерт. наслідками — 35.

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ

1.Ознайомитися з темою та метою роботи.

2. Ознайомитися з теоретичними відомостями.

3. Відповісти на контрольні запитання.

4. Розв‘язати завдання, задане викладачем за варіантом згідно з останньою цифрою шифру залікової книжки (заочна форма навчання) або задане викладачем.

5. Зробити висновки згідно з отриманими результатами.

САМОСТІЙНА РОБОТА

Самостійна робота призначена для підготовки студентів денної форми навчання до практичних і лабораторних робіт, тестування, а також поглиблення й закріплення знань за даною темою, та є основною формою засвоєння матеріалу студентами заочної форми навчання.

Порядок виконання самостійної роботи:

1.Ознайомитися з темою та метою роботи.

2. Ознайомитися з теоретичними відомостями.

3. Відповісти на контрольні запитання.

4. Розв‘язати завдання за довільним або узгодженим з викладачем варіантом.

5. Зробити висновки згідно з отриманими результатами.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Левчук К. О. Цивільний захист: навчальний посібник / К. О. Левчук, Р. Я. Романюк, А. О. Толок — Дніпродзержинськ : ДДТУ, 2016 р. — 325 с.
2. Зварич Н. М., Пилипець О.М., Стручок В.С. Едектронний курс «Техноекологія та цивільна безпека»: для студентів ФЕМ - факультету економіки та менеджменту, id:3220
3. Зварич Н. М., Пилипець О.М., Стручок В.С. Едектронний курс «Техноекологія та цивільна безпека»: для студентів ФМТ - факультету інженерії машин, споруд та технологій, групи:, id:4291

ВАРІАНТИ ЗАВДАНЬ

Завдання. На ХНО стався аварійний викид НХР. До зони забруднення може потрапити об'єкт господарської діяльності, розташований на певній відстані від ХНО. Необхідно оцінити хімічну обстановку, що може скластися на ОГ. Вихідні дані по варіантам наведено в табл. 10.

Таблиця 10. – Вихідні дані для завдання

№ вар	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Тип та стан викинутої НХР	Водень бромистий (газ)	Хлор (рідина)	Фосген (газ)	Акролеін (рідина)	Аміак (тиск) (газ)	Водень хлористий (газ)	Фтор (газ)	Оксид сірки (газ)	Водень бромистий (рідина)	Хлор (газ)
Кількість НХР (Q_0), т	30	40	50	60	70	80	90	65	55	45
Ємність обвалована, висота обвалування (H), м	1.0	1.1	1.2	1.3	1.0	1.1	1.2	1.3	1.0	1.1
Температура повітря, °С	0	20	-20	0	20	-20	0	20	-20	0
Швидкість вітру, (V) м/с	2	1	2	3	4	3	2	1	3	4
Азимут вітру (A), град	140	20	70	10	15	70	25	40	270	310
Час аварії (день), год	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00
Хмарність, бал	0	3	2	1	5	7	8	10	4	6
Місцевість	відкрита	будівлі	відкрита	будівлі	відкрита	будівлі	відкрита	будівлі	відкрита	будівлі
Кількість людей, що працює на ОГ, чол.	650	750	1000	500	600	700	810	450	920	540
Забезпеченість протигазами, %	100	80	90	70	60	70	90	100	80	60
Відстань від ХНО до ОГ ($R0$), км	3	1	4	2	6	5	6.5	4.5	2.5	1.5
Час, що пройшов після аварії (N), год	3	4	2	3.5	3	2.5	4	3	2	1.5

ЗМІСТ

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ 3

1. Характеристика зон хімічного забруднення 3

2. Порядок нанесення зон хімічного забруднення на картографічну схему. 7

3. Прогнозування хімічної обстановки при аваріях на ХНО 8

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ 17

САМОСТІЙНА РОБОТА 17

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА 18

ВАРІАНТИ ЗАВДАНЬ 19

ЗМІСТ 20