

ОЦІНКА ХІМІЧНОЇ ОБСТАНОVKИ ПІСЛЯ АВАРІЇ НА ОБ'ЄKТАХ ХІМІЧНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ З ВИКОРИСТАННЯМ КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Анотація: У статті описано техногенну та екологічну небезпеку, яка може виникнути внаслідок аварій на об'єктах хімічної промисловості, призвести до забруднення довкілля, значних матеріальних втрат та загибелі людей. Показаний алгоритм проведення розрахунків оцінки хімічної обстановки після аварійного розливу або викиду сильнодіючих отруйних речовин (СДОР) у навколишнє природне середовище. Крім того розроблена комп'ютерна програма для розрахунку і оцінки хімічної обстановки при аваріях на об'єктах хімічної промисловості. Проведено порівняльний аналіз чисельних розрахунків без програмного забезпечення та з його використанням, який свідчить про достовірність розробленої програми в Microsoft Visual Studio (Visual #). Описана практична значимість щодо запропонованої методики розрахунку і оцінки хімічної обстановки після аварій на об'єктах хімічної промисловості з використанням програмного забезпечення, яка дасть змогу фахівцям цивільного захисту оперативніше проводити розрахунки з питань: глибини розповсюдження хімічної хмари, часу досягнення до населеного пункту, втрат як працюючого персоналу так і населення в мирний час та особливий період.

Зроблені висновки стосовно проведених розрахунків та отриманих результатів при розв'язуванні задач з оцінки хімічної обстановки.

Ключові слова: надзвичайна ситуація, хімічна обстановка, сильнодіючі отруйні речовини, глибина розповсюдження хімічної хмари, втрати населення, програмне забезпечення, комп'ютерна програма.

Постановка проблеми. Розвиток хімічної промисловості, різноманітні аномальні природні явища спричинили техногенну та екологічну небезпеку для довкілля і людини. Переважна частина мешканців різних регіонів держави підпадає під вплив небезпечних природних явищ, техногенних аварій, зокрема під вплив можливого небезпечного хімічного отруєння. В особливий період функціонування держави об'єкти, які зберігають СДОР можуть бути навмисно зруйновані. У мирний час при виникненні аварій, катастроф або інших стихійних лих СДОР можуть потрапити в навколишнє середовище, завдати йому шкоди та стати причиною ураження людей, тварин, рослин, зокрема зі смертельними випадками.

Захист населення, територій, навколишнього природного середовища, об'єктів хімічної промисловості є найважливішою функцією держави. Тому є зрозумілим, що оцінка хімічної обстановки при аваріях на об'єктах хімічної промисловості є досить актуальним завданням, яке необхідно вивчати та досліджувати.

Аналіз актуальних досліджень. Вивченням отруйних речовин (ОР) та оцінкою хімічної обстановки в різний час займалися відомі науковці: В. Г. Атаманюк [1], Г. Г. Міговіч [2], П. Т. Егоров [3], І. М. Миценко [5], М. І. Стеблук [6], В. М. Шоботов [7] та інші. В їхніх працях розкриті загальні поняття та визначення отруйних речовин, розкриті їхні токсичні, фізико-хімічні властивості, наведена методика оцінки хімічної обстановки, зокрема приведені загальні аналітичні та чисельні формули розрахунку окремих складових, проте алгоритм чисельного розрахунку без використання програмного забезпечення та з його використанням відсутній.

Як наслідок, чисельні розрахунки оцінки хімічної обстановки необхідно вивчати, проводити та оцінювати достовірність отриманих результатів.

Мета статті – навести приклад розрахунку оцінки хімічної обстановки при аваріях на об'єктах хімічної промисловості без використання програмного забезпечення та з його використанням, проаналізувати отримані результати.

Виклад основного матеріалу. Приведемо алгоритм розрахунку хімічної обстановки [4]

Вихідні дані:

Об'єкт на якому сталася аварія

1. Вид СДОР – аміак.
2. Кількість СДОР – 5 тон.
3. Вид ємності – обвалована.
4. Кількість працівників – 100 осіб.
5. Забезпеченість протигазами - 50%.

Населений пункт

6. Відстань від об'єкта до н.п.- 3 км.
7. Кількість мешканців 200 осіб.
8. Забезпеченість протигазами - 30%
9. Характер місцевості – відкрита.
10. Метеоумови – $V_b = 3$ м/с, $\Delta t^\circ C = -0,1$

Послідовність розрахунку:

1. Визначаємо ступінь вертикальної стійкості повітря:

За швидкістю вітру $V_B = 3 \text{ м/с}$ та $\Delta t^{\circ}\text{C} = -0,1$ – ізотермія (рис. 1).

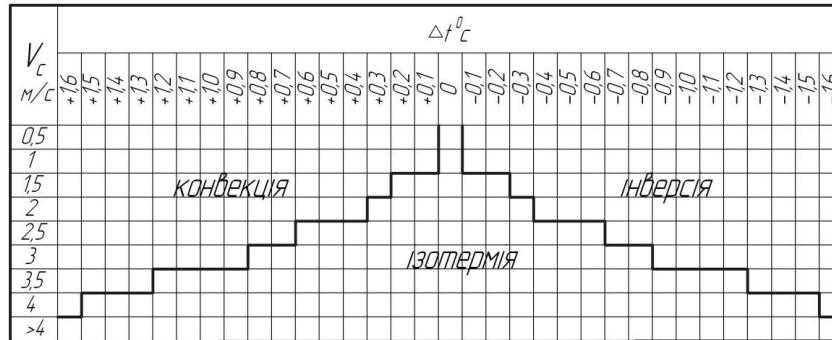


Рис. 1 Визначення вертикальної стійкості повітря за даними метеообстежень

2. Визначаємо глибину (Г) зони хімічного зараження (ЗХЗ):

Враховуємо ступінь вертикальної стійкості повітря, вид СДОР та її кількість, що потрапила в довкілля (табл. 1).

$G = 0,7 \text{ км}$.

Враховуємо, що ємкість обвалована:

$G = 0,7 \text{ км} / 1,5 = 467 \text{ м}$.

табл. 1

Глибина поширення хмари зараженого повітря з уражаючими концентраціями СДОР, км швидкість вітру 1 м/с

Назва СДОР	Кількість СДОР у резервуарі (на об'єкті), т								
	при інверсії			при ізотермії			при конвекції		
	1	5	10	1	5	10	1	5	10
На відкритій місцевості									
Аміак	2	3,5	4,5	0,4	0,7	0,9	0,12	0,21	0,27

Примітка: для обвалованих і заглиблених резервуарів із СДОР глибина поширення хмари зараженого повітря зменшується в 1,5 рази

Враховуємо поправочний коефіцієнт швидкості вітру (табл. 2).

$G = 467 \text{ м} \cdot 0,55 = 257 \text{ м}$ $G = 257 \text{ м}$.

табл. 2

Поправочний коефіцієнт для урахування впливу швидкості вітру на глибину поширення зараженого повітря

Вертикальний стан шарів повітря	Швидкість вітру, м/с									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ізотермія	1	0,7	0,55	0,5	0,45	0,41	0,38	0,36	0,34	0,32

3. Визначаємо ширину (Ш) ЗХЗ:

$Ш = 0,15 \cdot G$ – ізотермія.

$Ш = 0,15 \cdot 257 \text{ м} = 38,6 \text{ м}$. $Ш = 38,6 \text{ м}$.

4. Визначаємо площу ЗХЗ:

$S = 1/2 \cdot G \cdot Ш$.

$S = 1/2 \cdot 257 \text{ м} \cdot 38,6 \text{ м} = 4960 \text{ м}^2$.

5. Наносимо на карту прогнозовані зони хімічного зараження.

6. Визначаємо $t_{\text{дос}}$ зараженого повітря до населеного пункту.

$t_{\text{дос}} = 3000 \text{ м} / (4,5 \text{ м/с} \cdot 60) = 11,1 \text{ хвилини}$ (табл. 3).

табл. 3

Середня швидкість перенесення хмари зараженої СДОР, м/с

Швидкість вітру	Інверсія		Ізотермія		Конвекція	
	Віддалення від місця аварії, км					
	R<10	R>10	R<10	R>10	R<10	R>10
3	6	7	4,5	6	4,5	5

7. Визначаємо $t_{\text{ураж}}$ СДОР (табл. 4, 5).

$t_{\text{ураж}} = 20 \text{ год} \cdot 0,55 = 11 \text{ годин.}$

табл. 4

Час випаровування деяких СДОР годин (швидкість вітру 1 м/с)

СДОР	Вид сховища		СДОР	Вид сховища	
	необваловане	обваловане		необваловане	обваловане
Аміак	1,2	20	Сірководень	1,0	19

табл. 5

Поправочний коефіцієнт ($K_{\text{вип}}$) часу випаровування СДОР при різних швидкостях вітру

Швидкість вітру м/с	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Поправочний коефіцієнт	1,00	0,70	0,55	0,43	0,37	0,32	0,28	0,25	0,22	0,20

8. Розраховуємо можливі втрати працюючих (табл. 6).

$100 \cdot 27\% / 100\% = 27$ осіб (загальні втрати);

$27 \cdot 25\% / 100\% = 7$ осіб (ураження легкого ступеню);

$27 \cdot 40\% / 100\% = 11$ осіб (середнього і важкого ступеню);

$27 \cdot 35\% / 100\% = 9$ осіб (зі смертельними наслідками).

табл. 6

Можливі втрати людей від СДОР в осередку ураження, %

Умови знаходження людей	Без протигазів	Забезпеченість людей протигазами, %									
		20	30	40	50	60	70	80	90	100	
У найпростіших укриттях, будівлях	50	40	35	30	27	22	18	14	9	4	

Примітка: орієнтована втрата людей в осередку ураження становить: легкий ступінь – 25%, середній і важкий – 40%, смертельні наслідки – 35%

9. Розраховуємо можливі втрати населення (табл. 6).

Не розраховуємо, так як глибина зони хімічного зараження СДОР – 257 м., менша за відстань до населеного пункту – 3 км.

Отже, проведені дослідження дали можливість знайти розв'язок рішення задачі чисельного розрахунку оцінки хімічної обстановки після аварій на об'єктах хімічної промисловості.

Рішення розглянутої задачі з використанням комп'ютерних технологій:

- запускаємо програму та вводимо відповідні вихідні дані (рис. 2).

Розв'язання типової задачі з оцінки хімічної обстановки

Меню Довідка

Н

Введіть вихідні дані оцінки хімічної обстановки

Об'єкт, на якому сталася аварія

1. Вид СДОР:

2. Кількість СДОР:

3. Вид ємності:

4. Кількість працівників(осіб):

5. Забезпеченість протигазами(%):

6. Умови знаходження людей:

Населений пункт

7. Відстань від об'єкта до н.п.(км.):

8. Кількість мешканців(осіб):

9. Забезпеченість протигазами(%)

10. Характер місцевості

11. Метеорологічні умови: V = t =

12. Умови знаходження людей:

Очистити всі поля Розрахувати Випадковий вибір

Рис 2. Вихідні дані оцінки хімічної обстановки

- отримуємо результат рішення (рис. 3);

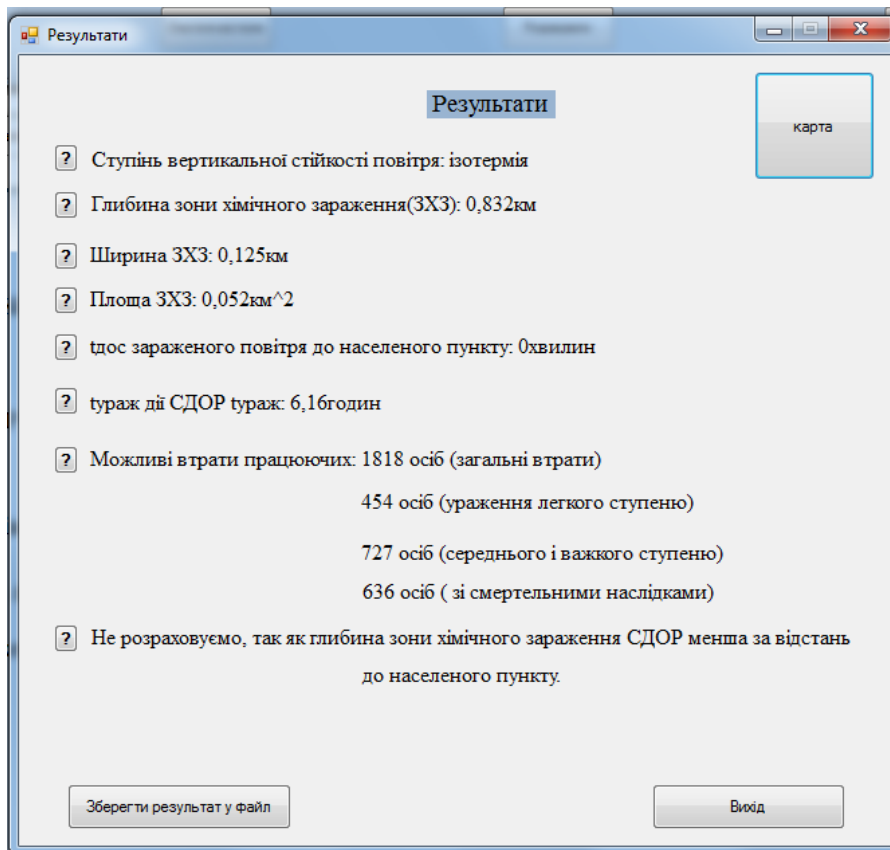


Рис 4. Результат виконання програми

Із проведених вище розрахунків робимо висновок щодо достовірності запропонованих методик, а зокрема написання програми (табл. 7).

табл. 7

Порівняння результатів рішення задачі двома методами

Перелік завдань	без використання програми	З використанням програми
Визначення ступеню вертикальної стійкості повітря	ізотермія	ізотермія
Визначення глибини зони хімічного зараження	257 м.	256,67 м.
Визначення ширини зони хімічного зараження	38,6 м.	38,5 м.
Визначення площі зони хімічного зараження	4960 м ² .	4941 м ² .
Визначення часу досягнення зараженого повітря до населеного пункту	11,1 хв.	11,11 хв.
Визначення часу ураження СДОР	11 год.	11 год.
Розрахунок можливих втрат працюючих	27 осіб (загальні втрати) 7 осіб (легкий ступінь) 11 осіб (середній ступінь) 9 осіб (смертельні наслідки)	27 осіб (загальні втрати) 7 осіб (легкий ступінь) 11 осіб (середній ступінь) 9 осіб (смертельні наслідки)

Висновки. За результатами досліджень можна зробити наступні висновки.

1. В роботі описано техногенну та екологічну небезпеку, яка може виникнути внаслідок аварій на об'єктах хімічної промисловості.
2. Приведений алгоритм розв'язку та показана послідовність рішення задачі з конкретними вихідними даними чисельного розрахунку.

3. Розроблена програма в Microsoft Visual Studio (Visual C#), проведений чисельний розрахунок двома способами.

4. Отримані результати свідчать про їх достовірність.

Список використаних джерел:

1. Атаманюк В. Г. Гражданская оборона / В. Г. Атаманюк, Л. Г. Ширшев, Н. И. Екимов. – М. : Высшая школа, 1986. – 207 с.
2. Довідник з цивільної оборони / Г. Г. Міговіч. – К. : Українська технологічна група, 2001. – 328 с.
3. Егоров П. Т. Гражданская оборона / П. Т. Егоров, И. А. Шляхов, Н. И. Алабин. – М. : Высшая школа, 1977. – 303 с.
4. Мельник, О. В. Методика оцінки радіаційної та хімічної обстановки у мирний та воєнний час при виникненні надзвичайних ситуацій на об'єктах атомних електростанцій та хімічної промисловості / О. В. Мельник. – УДПУ : ФОП Жовтий О. О., 2013. – 54 с.
5. Миценко, І. М. Цивільна оборона : навч. посібник : рек. МОН України / І. М. Миценко, О. М. Мизенцева. – Чернівці : Книга – XXI, 2004. – 402 с.
6. Стеблюк, М. І. Цивільна оборона / М. І. Стеблюк. – К. : Знання, 2006. – 487 с.
7. Шоботов, В. М. Цивільна оборона : навч. посібник : рек. МОН України як навч. посіб. для студентів ВНЗ / В. М. Шоботов ; МОН України, Приазовський ДТУ. – Вид. 2-ге, перероб. – К. : Центр навчальної літератури, 2006. – 436 с.

References

1. Atamaniuk V. H. Hrazhdanskaia oborona / V. H. Atamaniuk, L. H. Shyrshev, N. Y. Ekymov. – М. : Vysshaiia shkola, 1986. – 207 s.
2. Dovidnyk z tsyvilnoi oborony / H. H. Mihovich. – К. : Ukrainska tekhnolohichna hrupa, 2001. – 328 s.
3. Ehorov P. T. Hrazhdanskaia oborona / P. T. Ehorov, Y. A. Shliakhov, N. Y. Alabyn. – М. : Vysshaiia shkola, 1977. – 303 s.
4. Melnyk, O. V. Metodyka otsinky radiatsiinoi ta khimichnoi obstanovky u myrnyi ta voiennyi chas pry vynykenni nadzvychainykh sytuatsii na ob'ektakh atomnykh elektrostantsii ta khimichnoi promyslovosti / O. V. Melnyk. – UDPU : FOP Zhovtyi O. O., 2013. – 54 s.
5. Mytsenko, I. M. Tsyvilna oborona : navch. posibnyk : rek. MON Ukrainy / I. M. Mytsenko, O. M. Myzentseva. – Chernivtsi : Knyha – KhKhl, 2004. – 402 s.
6. Stebliuk, M. I. Tsyvilna oborona / M. I. Stebliuk. – К. : Znannia, 2006. – 487 s.
7. Shobotov, V. M. Tsyvilna oborona : navch. posibnyk : rek. MON Ukrainy yak navch. posib. dlia studentiv VNZ / V. M. Shobotov ; MON Ukrainy, Pryazovskiy DTU. – Vyd. 2-he, pererob. – К. : Tsentri navchalnoi literatury, 2006. – 436 s.

THE VALUATION OF CHEMICAL SITUATION AFTER THE CHEMICAL INDUSTRY ACCIDENTS WITH THE USAGE OF COMPUTER TECHNOLOGY

Oleksandr Melnyk Maksym Stelnykovich

Tychyna Uman State Pedagogical University

Abstract. *This paper describes the technological and environmental hazards that can be resulted from accidents at chemical industry, cause environmental pollution, significant material losses and life losses. Described the calculation algorithm for evaluation of chemical conditions after emergency spill or release of highly toxic substances in the environment. Also developed a computer program to calculate and assess the chemical environment in case of accidents at chemical industry. A comparative analysis of numerical calculations without the software and its use, which demonstrates the reliability program developed in Microsoft Visual Studio (Visual C#). We describe the practical significance of the proposed method of calculation and evaluation of chemical environment after the accidents at chemical industry using software that will enable civil protection experts more quickly make calculations on, the depth distribution of the chemical cloud, time to achieve the settlement of losses as working personnel and the population in times of peace and times of crisis.*

Conclusions concerning the calculations and results in solving the Assessment chemical conditions problems.

Key words: *emergency, chemical environment, highly toxic substances, the depth distribution of the chemical cloud, population losses, software, computer program.*