

Scientific journal
PHYSICAL AND MATHEMATICAL EDUCATION
Has been issued since 2013.

ISSN 2413-158X (online)
ISSN 2413-1571 (print)

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
Видається з 2013.



<http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/>

Мельник О.В., Стельникович М.О. Оцінка хімічної обстановки після аварії на об'єктах хімічної промисловості з використанням комп'ютерних технологій // Фізико-математична освіта : науковий журнал. – 2017. – Випуск 2(12). – С. 106-110.

Melnyk Olekesandr, Stelnykovych Maksym. The Valuation Of Chemical Situation After The Chemical Industry Accidents With The Usage Of Computer Technology // Physical and Mathematical Education : scientific journal. – 2017. – Issue 2(12). – P. 106-110.

УДК 355.58 (075.8)

О.В. Мельник, М.О. Стельникович

Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини, Україна
aleksandr.melnik.99@mail.ru

ОЦІНКА ХІМІЧНОЇ ОБСТАНОВКИ ПІСЛЯ АВАРІЇ НА ОБ'ЄКТАХ 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 C#). 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. Стеблюк [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 $V_b = 3$ м/с та $\Delta t^\circ C = -0,1$ – ізотермія (рис. 1).

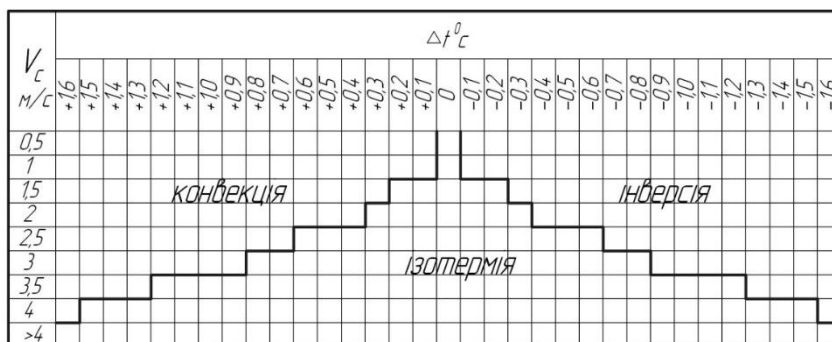


Рис. 1. Визначення вертикальної стійкості повітря за даними метеообстежень

2. Визначаємо глибину (Г) зони хімічного зараження (ЗХЗ). Враховуємо ступінь вертикальної стійкості повітря, вид СДОР та її кількість, що потрапила в довкілля (табл. 1).

$G = 0,7$ км.

Враховуємо, що ємність обвалована: $G = 0,7$ км / $1,5 = 467$ м.

Таблиця 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).

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

Таблиця 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.

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

4. Визначаємо площу ЗХЗ:

$S = 1/2 \cdot G \cdot Ш$.

$S = 1/2 \cdot 257$ м $\cdot 38,6$ м = 4960 м².

5. Наносимо на карту прогнозовані зони хімічного зараження.

6. Визначаємо $t_{\text{дос}}$ зараженого повітря до населеного пункту.
 $t_{\text{дос}} = 3000 \text{ м} / (4,5 \text{ м/с} \cdot 60) = 11,1 \text{ хвилин}$ (табл. 3).

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

Таблиця 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

Таблиця 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).

Таблиця 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, проведене дослідження дало 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 вводим відповідні вихідні дані (рис. 2);

- отримуємо результат рішення (рис. 3);

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

Таблиця 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)

Розв'язання типової задачі з оцінки хімічної обстановки

Меню Довідка

Введіть вихідні дані оцінки хімічної обстановки

Об'єкт, на якому сталася аварія	Населений пункт
1. Вид СДОР: <input type="text" value="аміак"/>	7. Відстань від об'єкта до н.п.(км.): <input type="text" value="3"/>
2. Кількість СДОР <input type="text" value="5"/>	8. Кількість мешканців(осіб): <input type="text" value="200"/>
3. Вид ємності: <input type="text" value="Обвалована"/>	9. Забезпеченість протигазами(%): <input type="text" value="30"/>
4. Кількість працівників(осіб) <input type="text" value="100"/>	10. Характер місцевості <input type="text" value="відкрита"/>
5. Забезпеченість протигазами(%): <input type="text" value="50"/>	11. Метеорологічні умови: V = <input type="text" value="3"/> t = <input type="text" value="-0,1"/>
6. Умови знаходження людей: <input type="text" value="На території аварійного об'єкту"/>	12. Умови знаходження людей: <input type="text" value="У будівлях"/>

Очистити всі поля Розрахувати Випадковий вибір

Рис. 2. Вихідні дані оцінки хімічної обстановки

Результати

карта

- ? Ступінь вертикальної стійкості повітря: ізотермія
- ? Глибина зони хімічного зараження(ЗХЗ): 0,832км
- ? Ширина ЗХЗ: 0,125км
- ? Площа ЗХЗ: 0,052км²
- ? тдос зараженого повітря до населеного пункту: 0хвилини
- ? тураж дії СДОР тураж: 6,16годин
- ? Можливі втрати працюючих: 1818 осіб (загальні втрати)
 - 454 осіб (ураження легкого ступеню)
 - 727 осіб (середнього і важкого ступеню)
 - 636 осіб (зі смертельними наслідками)
- ? Не розраховуємо, так як глибина зони хімічного зараження СДОР менша за відстань до населеного пункту.

Зберегти результат у файл Вийти

Рис. 3. Результат виконання програми

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. Shyrshhev, N. Y. Ekymov. – M. : Vysshaia shkola, 1986. – 207 s.
2. Dovidnyk z tsyvilnoi oborony / H. H. Mihovich. – K. : Ukrainska tekhnolohichna hrupa, 2001. – 328 s.
3. Ehorov P. T. Hrazhdanskaia oborona / P. T. Ehorov, Y. A. Shliakhov, N. Y. Alabyn. – M. : Vysshaia shkola, 1977. – 303 s.
4. Melnyk, O. V. Metodyka otsinky radiatsiinoi ta khimichnoi obstanovky u myrnyi ta voiennyi chas pry vynykneni 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. – K. : 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, Pryazovskyi DTU. – Vyd. 2-he, pererob. – K. : Tsentr navchalnoi literatury, 2006. – 436 s.

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

Olekesandr Melnyk, Maksym Stelnykovych

Tychyna Uman State Pedagogical University, Ukraine

Abstract. The article describes technological and environmental danger that may occur as a result of accidents at chemical industry to cause pollution of the environment, considerable material losses and loss of life. The algorithm of calculations of the evaluation of chemical environment after an accidental spill or release of highly toxic substances (poisonous substances) into the environment. In addition, developed a computer program for the calculation and assessment of chemical situation during accidents in chemical industry. Comparative analysis of numerical calculations without software and with its use, indicating reliability of the developed program in Microsoft Visual Studio (Visual C #). Described practical significance for the methods of calculation and evaluation of chemical environment after the accidents at the chemical industry objects with the use of the software, which will allow the civil defense specialists to quickly carry out calculations: the depth distribution of chemical clouds, the time of achievements in the settlement of losses of the working personnel and of the population in peacetime and special period.

Conclusions concerning the performed calculations and the obtained results in solving tasks on the assessment of the chemical environment.

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