

## **ДЕЯКІ ПОГЛЯДИ ЩОДО СПІВРОБІТНИЦТВА УКРАЇНИ ТА НАТО З ПИТАНЬ ЛІКВІДАЦІЇ НАСЛІДКІВ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ**

Е.О. Кочанов, Г.Б. Гишко

(Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба)

*В сучасному техногенному світі існує загроза виникнення аварій на підприємствах хімічної промисловості. Подібні аварії несуть загрозу для військ, що розташовані та населення, що мешкає біля даних підприємства. Створення єдиної системи оповіщення про наслідки аварій на хімічно небезпечних об'єктах дозволить надавати своєчасну допомогу населенню і уникати людських втрат. В статті запропоновано методика оцінки хімічної обстановки, що може виникнути внаслідок аварій на підприємствах хімічної промисловості. Дана методика дозволяє оцінювати хімічну обстановку в реальному режимі часу з можливістю постійного корегування даних. Формульна схема методики дозволяє реалізувати її у вигляді комп'ютерної програми, що надає можливість її використання в комп'ютерній мережі єдиної системи оповіщення.*

### **НАТО, ліквідація наслідків, хімічна обстановка, надзвичайні ситуації**

**Постановка проблеми.** Відповідно з "Хартією про особливе партнерство між Україною та Організацією Північноатлантичного договору" пріоритетними сферами співробітництва між Україною та НАТО є цивільне планування на випадок надзвичайних ситуацій та катастроф і військове співробітництво між Україною та НАТО і взаємосумісність [5].

Одним із джерел виникнення надзвичайної ситуації є аварії на підприємствах хімічної промисловості, які відносяться до класу хімічно небезпечних об'єктів (ХНО) [1, 3]. У мирний час можливі аварії, а в ході ведення бойових дій навмисні руйнування цих об'єктів з викидом сильнотоксичних отруйних речовин (СДОР) в наслідок чого виникають обширні зони хімічного зараження. Прикладом такої небезпеки може бути подія, що сталася 20 березня 1989 року на хімічному об'єднанні "Азот" у м. Чопові (Литва). Вибухнула ємкість 10 тис. м<sup>3</sup> на дві третини заповнена аміаком. У результаті аварій загинуло 4 чоловіка, більше 50 чоловік було госпіталізовано. Із небезпечної зони були евакуйовані близько 30 тисяч чоловік. Від того на скільки чітко буде налагоджено оповіщення про початок хімічного зараження будуть залежати життя населення та військовослужбовців, що опинилися в зонах хімічного зараження.

**Аналіз літератури.** Для виконання інформаційних завдань пов'язаних з оцінкою радіаційної, хімічної обстановки та оповіщення військ про початок радіоактивного та хімічного зараження в Збройних Силах України існує "Єдина системи виявлення й оцінки масштабів і наслідків застосування зброї масового ураження та радіаційно і хімічно небезпечних аварій", яка була уведена в дію у 1994 році [3]. Нажаль деякі положення цього документу вже застарілі і не відповідають сучасним вимогам. Тому в статті запропоновано деякі шляхи вдосконалення цієї системи стосовно оцінки хімічної обстановки при руйнуваннях (аваріях) ХНО з поглядом на співпрацю України та НАТО при створенні єдиної системи оповіщення про наслідки аварій на хімічно небезпечних об'єктах.

**Мета статті.** Метою статі є розробка формульною схеми, що дозволяє проводити оцінку хімічної обстановки із використанням електронної обчислювальної техніки в реальному режимі часу з можливістю передачі отриманих даних по електронних каналах інформаційних мереж.

**Виклад основного матеріалу.** Створення єдиної системи оповіщення про наслідки аварій на хімічно небезпечних об'єктах стає можливим за рахунок створення методик оцінки хімічної обстановки, що дозволяють визначати показники хімічного зараження в реальному режимі часу з можливістю їх постійного корегування.

У ході моделювання визначення значень показників хімічного зараження при руйнуванні (аварії) хімічно небезпечних об'єктів був сформований алгоритм методики оцінки хімічної обстановки, представлений на рис. 1 [4].

Вихідними даними для розрахунків за методикою оцінки хімічної обстановки при руйнуванні (аварії) ХНО є:

1. Основні характеристики об'єкта руйнування:  $Q$  – кількість СДОР, [кг];  $T_a$  – астрономічний час руйнування ХНО, [год];  $X_1, Y_1$  – прямокутні координати ХНО, [град];  $x, y$  – полярні координати ХНО й об'єкта оцінки обстановки, [м];  $h$  – висота обвалування, [м];  $C_v$  – питома теплоємність рідкого СДОР, [кДж/кг·град];  $T$  – температура рідкого СДОР, [°K];  $T_k$  – температура кипіння СДОР, [°K];  $\lambda$  – питома теплота випару СДОР, [кДж/кг];  $t$  – час, що минув після руйнування ХНО, [год] [1, 2].

2. Дані про кількість населення, що потрапили в зону хімічного зараження:  $X_2, Y_2$  – прямокутні координати досліджуваного об'єкта, [град];  $TP$  – тип систем захисту.

Послідовність розрахунків значень показників хімічного зараження:

Район руйнування визначається як коло діаметром  $d_{пр}$ , значення якого знаходиться з вираження [2]:

$$d_{пр} = b \sqrt{\frac{Q - Q_1}{\rho}}, \text{ [м]; } Q_1 = \frac{QC_v(t - t_k)}{\lambda}, \text{ [кг],}$$

де  $b = 1,22$  – при наявності обвалування,  $[m^{-1/2}]$ ;  $b = 5,04$  – при відсутності обвалування,  $[m^{-1/2}]$ ;  $Q$  – загальна кількість СДОР у ємності збереження,  $[кг]$ ;  $Q_1$  – кількість СДОР, що перешли в первинну хмару,  $[кг]$ ;  $C_v$  – питома теплоємність рідини,  $[кДж / кг \cdot град]$ ;  $t$  – температура рідкого СДОР,  $[°C]$ ;  $t_k$  – температура кипіння СДОР,  $[°C]$ ;  $\lambda$  – питома теплота випару СДОР,  $[кДж/кг]$ .



Рис. 1. Алгоритм методики оцінки хімічної обстановки при руйнуванні хімічно небезпечних об'єктів

Глибина поширення первинної і вторинної хмар СДОР визначається з виражень:

$$\Gamma_1 = b_1 \left( \frac{Q_1 \cdot 10^{-3}}{u' \cdot PC_{\tau_{50}}} \right)^{a_1}; \quad \Gamma_2 = 16,84 \cdot \tau^{-0,51} \cdot b_2 \left( \frac{Q_2 \cdot 10^{-3}}{u' \cdot PC_{\tau_{50}}} \right)^{a_1}, \quad [M],$$

де  $u'$  – горизонтальна складова швидкості приземного вітру з урахуванням якості поверхні, [м/с];  $\tau_{\text{вип}}$  – час випару СДОР з поверхні дзеркала розливу, [с];  $Q_2$  – кількість СДОР, що переходить у вторинну хмару, [кг].

Час випару СДОР з поверхні дзеркала проливу, знаходиться по формулі:

$$\tau_{\text{вип}} = \frac{Q_2}{E \cdot S_{\text{пр}} \cdot 3,6 \cdot 10^3}, \quad [с];$$

$$E = 0,041 \frac{uM}{d_{\text{пр}}^{0,14} T_u} \cdot \exp \left[ \frac{\lambda \cdot M}{R} \left( \frac{1}{T_k} - \frac{1}{T_u} \right) \right], \quad [\text{кг}/\text{м}^2 \cdot \text{с}],$$

де  $E$  – питома швидкість випару, [кг/м<sup>2</sup>·с];  $u$  – швидкість вітру, [м/с];  $M$  – молекулярна маса СДОР, [г/моль];  $d_{\text{пр}}$  – діаметр дзеркала проливу, [м];  $T_u$  – температура навколишнього повітря, [°К];  $\lambda$  – питома теплоємність випару, [кДж/кг]; 0,041 – коефіцієнт узгодження розмірності, [с·К·Мол/м<sup>0,86</sup>·г];  $R$  – універсальна газова постійна, дорівнює 8,3 [кДж/кМол·К];  $T_k$  – температура випару СДОР, [°К].

Середнє значення хімічних уражень населення визначаються в процентному співвідношенні, шляхом порівняння величин математичного очікування токсичних доз, що отримає людина з допустимими токсодолами СДОР. Величина математичного очікування значення токсичної дози знаходиться по формулі

$$M[D^T(t)] = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n D_i^P, \quad [\text{г} \cdot \text{с}/\text{м}^3].$$

Максимально можливе значення хімічних уражень населення визначаються в процентному співвідношенні до всього особового складу, шляхом порівняння величин математичного очікування токсичних доз і максимально можливих токсичних доз, що може отримати окрема людина із гранично припустимими токсодолами СДОР.

Максимально можливі значення токсичних доз, що може отримати окрема людина, знаходячись у зонах зараження первинної чи вторинної хмар СДОР, знаходяться по формулі:

$$D_{\text{max}}^T = D^T + 3 \sqrt{\frac{1}{1-n} \sum_{i=1}^n M(D_i^P - M[D^T(t)])^2};$$

$$D_{(2)}^P i(t) = q_{1(2)i} \cdot t, \quad [\text{г} \cdot \text{с}/\text{м}^3],$$

де  $D_{i(t)}^T$  – значення токсичної дози, що одержить і-а людина в зоні хімічного зараження до моменту часу  $t$ , [м·с/см<sup>3</sup>];  $t$  – часовий інтервал визначення значення токсодози, що одержить особовий склад (час інгаляції), [год];  $n$  – кількість особового складу в зоні хімічного зараження;  $q_{1(2) i}$  – значення концентрація СДОР у первинному (вторинному) хмарі на момент часу  $t$ , [г/м<sup>3</sup>], знаходиться по формулах:

$$q_{1i} = \frac{Q_1}{\pi^{3/2} C^3 (ut)^{3(2-n)/2}} \exp\left[-\frac{r^2}{C^2 (ut)^{2-n}}\right];$$

$$q_{2i} = \frac{2Q'_2}{\pi C^2 u'x^{(2-n)}} \exp\left[-\frac{y^2}{C^2 x^{2-n}}\right], \text{ [г/м}^3\text{]},$$

де  $u$  – середнє значення швидкості приземного вітру, [м/с];  $r$  – відстань від джерела зараження до об'єкта, [м].

При наявності систем захисту фільтруючого типу час інгаляції знаходиться без обліку часу захисної дії даних систем. Час захисної дії фільтропоглинаючої системи знаходиться по формулі

$$\theta = \frac{M \cdot 1000}{q_{1(2) i} \cdot V}, \text{ [с]}$$

де  $q_{1(2) i}$  – концентрація СДОР у первинній (вторинній) хмарі повітря, зараженій СДОР, [г/м<sup>3</sup>];  $V$  – об'єм легеневої вентиляції. Для дорослої людини при середньому фізичному навантаженні  $V = 2,3 \cdot 10^{-4}$  [м<sup>3</sup>/с];  $M$  – динамічна активність протигазових коробок, [г].

Розроблена методика оцінки хімічної обстановки при руйнуванні (аварії) хімічно небезпечних об'єктів реалізована у вигляді програм для ПЕОМ.

Результати оцінки розробленої методики по відомій у теорії моделювання технології з використанням показника оперативності (Р), достовірності (R) і повноти (W) результатів продемонстрували перевагу розроблених методик. Значення показників оперативності, достовірності приведені в табл. 1 [4].

Таблиця 1

Значення показників ефективності методик оцінки радіаційної і хімічної обстановки

Показники ефективності	Розроблена методика оцінки ХО	Існуюча методика оцінки ХО
Р	0,7768	0,3127
R	0,8986	0,3987

Порівняльна оцінка отриманих значень показників повноти результатів приведена на рис. 2.



Рис. 2. Значення показників повноти результатів для розробленої та існуючої методик оцінки і хімічної обстановки при аваріях на ХНО

Дані, надані на рис. 2, свідчать на користь коректності результатів теоретичних досліджень. Розроблена методика може використовуватися в роботі єдиної системи оповіщення про наслідки аварій на хімічно небезпечних об'єктах. Можливість реалізації даної методик у вигляді комп'ютерної програми дозволяє використовувати її в єдиній електронній системі оповіщення про наслідки аварій на хімічно небезпечних об'єктах, яка може бути створена в Україні. Це може бути одним із перспективних напрямків співпраці між Україною та країнами альянсу.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Владимиров В.А. Сильнодействующие ядовитые вещества и защита от них. – М.: Воениздат, 1989. – 176 с.
2. Защита атмосферы от промышленных загрязнений // Справочник в 2-х частях: Пер. с англ. / Под ред. А.Г. Сутучина, Е.Н. Теворовского. – М.: Металлургия, 1988. – Ч. 2. – 712 с.
3. Пахоменко В.Ф., Кочанов Е.О., Маркін П.В. Особливості наслідків аварій (зруйнувань) хімічно небезпечних об'єктів та рекомендації за їх ліквідуванням у мирний час // Збірник наукових праць ХВУ. – Х.: ХВУ, 1999. – Вип. 3 (25). – С. 129-135.
4. Пахоменко В.Ф., Кочанов Е.О., Маркін П.В. Методика визначення хімічних втрат особового складу при руйнуванні хімічно небезпечних об'єктів // Збірник наукових праць ХВУ. – Х.: ХВУ, 2001. – Вип. 7 (37). – С. 113-114.
5. Хартія про особливе партнерство між Україною та Організацією Північно-атлантичного договору // "Голос України", 11 липня 1997 року, № 127 (1627).

Надійшла 31.05.2006

**Рецензент:** доктор хімічних наук, професор В.Д. Калугін,  
Академія цивільного захисту України.