

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ
УКРАЇНИ**

ФАКУЛЬТЕТ ОПЕРАТИВНО-РЯТУВАЛЬНИХ СИЛ

МАТЕРІАЛИ

круглого столу

**«ОБ'ЄДНАННЯ ТЕОРІЇ ТА ПРАКТИКИ – ЗАПОРУКА
ПІДВИЩЕННЯ ГОТОВНОСТІ ОПЕРАТИВНО-РЯТУВАЛЬНИХ
ПІДРОЗДІЛІВ ДО ВИКОНАННЯ ДІЙ ЗА ПРИЗНАЧЕННЯМ»**



**27 жовтня 2023 року
Харків**

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

Голова:

АНДРОНОВ Володимир Анатолійович, проректор з наукової роботи – начальник науково-дослідного центру Національного університету цивільного захисту України, Заслужений діяч науки і техніки України, доктор технічних наук, професор.

Заступник голови:

ПОНОМАРЕНКО Роман Володимирович, начальник факультету оперативно-рятувальних сил Національного університету цивільного захисту України, доктор технічних наук, професор.

Члени оргкомітету:

СЛЕПУЖНИКОВ Євген Дмитрович, начальник кафедри спеціальної хімії та хімічної технології факультету оперативно-рятувальних сил Національного університету цивільного захисту України, кандидат технічних наук.

ЛІСНЯК Андрій Анатолійович, начальник кафедри пожежної тактики та аварійно-рятувальних робіт факультету оперативно-рятувальних сил Національного університету цивільного захисту України, кандидат технічних наук, доцент.

КОВАЛЬОВ Павло Анатолійович, начальник кафедри пожежної та рятувальної підготовки факультету оперативно-рятувальних сил Національного університету цивільного захисту України, кандидат технічних наук, доцент.

КАЛИНОВСЬКИЙ Андрій Якович, начальник кафедри інженерної та аварійно-рятувальної техніки факультету оперативно-рятувальних сил Національного університету цивільного захисту України, кандидат технічних наук, доцент.

Технічний секретар:

МІНСЬКА Наталя Вікторівна, доцент кафедри спеціальної хімії та хімічної технології факультету оперативно-рятувальних сил Національного університету цивільного захисту України, доктор технічних наук, доцент.

Об'єднання теорії та практики – запорука підвищення готовності оперативно-рятувальних підрозділів до виконання дій за призначенням. Матеріали круглого столу. – Харків: Національний університет цивільного захисту України, 27 жовтня 2023. – 178 с.

Організаційний комітет (редакційна колегія) не несе відповідальності за зміст та стилістику матеріалів, представлених у збірнику.

© Національний університет
цивільного захисту України, 2023

ДИНАМІКА РОЗВИТКУ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ ПОВ'ЯЗАНИХ З ВИКИДОМ НЕБЕЗПЕЧНИХ ХІМІЧНИХ РЕЧОВИН

*Остапов К.М., к.т.н., доцент
Національний університет цивільного захисту України*

Потрапляння небезпечних хімічних речовин (НХР) у навколишнє середовище може відбутися в результаті виробничих і транспортних аварій, стихійних лих. Причинами аварій на виробництві, що використовує хімічні речовини, найчастіше бувають порушення правил транспортування і зберігання, недотримання правил охорони праці, вихід з ладу агрегатів, механізмів, трубопроводів, несправність засобів транспортування, розгерметизація ємностей зберігання, перевищення нормативних запасів [1].

Під час аварії на хімічно-небезпечних, вибухо- і пожежонебезпечних об'єктах в атмосферу за короткий проміжок часу потрапляють отруйні гази і пари у вигляді хмари зараженого повітря.

Рухаючись в напрямку приземного вітру, хмара НХР може формувати зону зараження до десятків кілометрів, викликаючи небезпеку ураження незахищених людей, тварин і рослин. При цьому під зоною хімічного зараження (ЗХЗ) розуміється територія, що включає місце хімічного забруднення, де фактично розлита НХР, і ділянки місцевості, над якими утворилася хмара НХР.

Зона хімічного зараження є складовою частиною осередку хімічного зараження. Осередок хімічного зараження за наявності обвалування сховища дорівнює площі обвалованої території. За відсутності обвалування заздалегідь можна зробити приблизний розрахунок зазначеної площі з обліком того, що, розливаючись, рідина покриває землю шаром завтовшки не більше 0,05 м. Розміри місця аварії, тобто розливання речовини з ємності, у цьому випадку можна визначити за формулою:

$$S_p = \frac{m}{0,05 \cdot \rho}, \text{ м}^2 \quad (1)$$

де m – маса речовини, що розлилася, т; 0,05 – приблизна товщина шару рідини, що розлилася, при аварії в сховищах, що не мають обвалування, м; ρ – щільність рідини, т/м³.

За допомогою цього рівняння можна вирішувати і зворотню задачу. Добуток площі розливання на товщину шару рідини і її щільність дасть приблизну масу рідини, що вилілася:

$$m = S_p \cdot 0,05 \cdot \rho, \text{ т} \quad (2)$$

Розрізняють зону можливого хімічного зараження і зону фактичного хімічного зараження. Вони характеризуються масштабами поширення первинної і вторинної хмар зараження повітря.

Первинна хмара утвориться лише у разі руйнування (ушкодження) газгольдерів і ємностей, що містять НХР під тиском. У перший момент, переходячи в атмосферу, вона характеризується високими концентраціями, що перевищують на кілька порядків смертельні дози за короткочасного впливу. Хмара, утворена отруйними речовинами, із щільністю, що перевищує щільність повітря, частково заповнює лощини, низини, підвали житлових будинків і т. ін.

Особливістю уражаючої дії вторинної хмари в порівнянні з первинною є те, що концентрація в ній парів НХР на один–два порядки нижче. Тривалість дії вторинної хмари

визначається часом випаровування джерела і часом збереження стійкого напрямку вітру. У свою чергу, швидкість випаровування речовини залежить від її фізичних властивостей (молекулярної маси, тиску насиченої пари при температурі випаровування), площі розливання і швидкості приземного вітру [1].

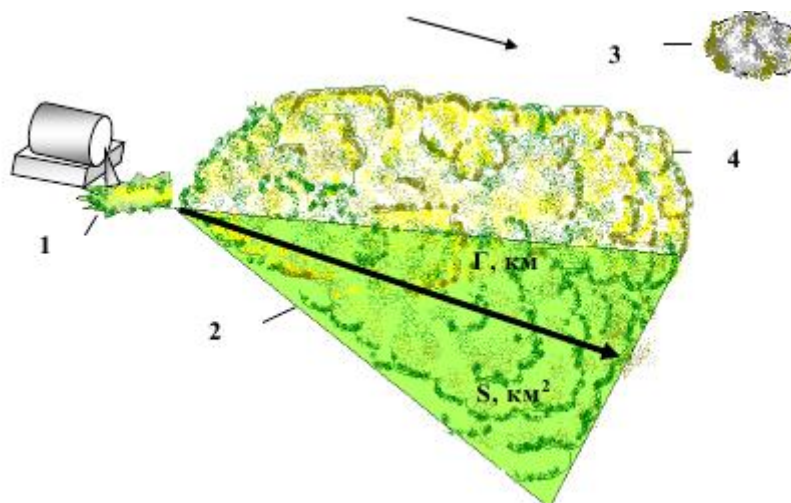


Рис. 1. Утворення зони хімічного зараження: 1 – первинна зона; 2 – вторинна зона; 3 – первинна хмара; 4 – вторинна хмара

Глибина зони хімічного зараження (ГЗХЗ) – це найбільша відстань від осередку ураження, на якій зберігається вражаюча концентрація НХР та залежить від наступних факторів:

$$\Gamma = f(G, UV, u, t, v, \PhiХВ, ХМ), \text{ км} \quad (3)$$

де G – кількість НХР, що вийшло в атмосферу; UV – умови виходу НХР (витікання або миттєвий викид); u – вертикальна стійкість атмосфери; t – температура повітря; v – швидкість вітру; $\PhiХВ$ – фізико-хімічні властивості НХР; $ХМ$ – характер місцевості.

Проаналізувавши рівняння (3), можна зробити наступні висновки:

1. якщо речовина буде повільно витікати, глибина буде меншою, а час аварії збільшиться;
2. чим більша кількість речовини перейде в навколишнє середовище, тим більше буде глибина зони хімічного зараження;
3. глибина залежить від вертикальної стійкості атмосфери, тобто зміни температури повітря по висоті;
4. чим більше температура повітря, тим швидше випариться речовина, тобто глибина збільшиться, а час дії зменшиться;
5. чим більша швидкість вітру, тим менша глибина та час дії хмари НХР;
6. чим важча речовина, тим довше зберігається отруйна дія, в залежності від цього НХР поділяються на стійкі та нестійкі;
7. чим більш закрита місцевість, тим глибина зони зараження менша, проте час її зберігання збільшується завдяки застою.

ЛІТЕРАТУРА

1. Рятувальні роботи під час ліквідації надзвичайних ситуацій. Частина 1 / [Аветисян В.Г., Сенчихін Ю.М., Кулаков С.В., Куліш Ю.О., Александров В. Л., Адаменко М. І., Ткачук Р.С., Тригуб В.В.]. — К. : Основа, 2006. — 240с.

ДО ПИТАННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ МОНІТОРИНГУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

Ковальов О.О., к.т.н., доцент, Рагімов С.Ю., к.т.н., доцент
Національний університет цивільного захисту України

Дослідження по моделюванню поширення забруднюючих речовин в атмосферному повітрі, в основному, сконцентровані на окремих аспектах у рамках конкретного стаціонарного джерела забруднення атмосфери, що дозволяє вирішувати завдання екологічного моніторингу для окремого джерела або конкретної території.

На даний час не існує достовірних моделей (чи їх адаптації), які враховують сумарні викиди від усіх джерел, розташованих на певній території: підприємств, автотранспортних засобів, викидів в результаті пожеж, аварій чи надзвичайних ситуацій, при цьому враховуючи розділення факела викидів (пролітними спорудами, будівлями складної форми і т.д.), а також орієнтовані на масштабну сітку міст.

Незважаючи на результати рішення ряду фундаментальних газодинамічних задач та задач фізики атмосфери, що отримані такими великими центрами як Міжнародний інститут системного аналізу в Австрії, Германський національний дослідницький центр інформаційних технологій, Американське метеорологічне суспільство, Головна геофізична обсерваторія ім. А.И. Воейкова і інших, не існує методів, що дозволяють сформулювати комплексні моделі, що охоплюють масштаб міста [1, 2].

Наприклад, відомий сервіс WINDY, надає доступ до інтерактивної WEB карти з можливістю відображення поширення таких атмосферних забруднювачів, як оксиди азоту (рис. 1) та тверді частки $(\text{TC}_{2,5})^2$, окремо для кожного компоненту. Заявлений режим оновлення даних складає 1 годину, хоча український Гідромет проводить визначення вмісту оксидів азоту в атмосфері кожні 12 годин. Таким чином наведені сервісом WINDY дані в режимі реального часу є розрахунковими.

Сервіс WINDY проводить розрахунок та візуалізацію даних за допомогою моделей GFS та NEMS (в якості основних моделей прогнозування). Дані моделі не відносяться до спеціалізованих моделей поширення забруднюючих речовин в атмосфері, що викликає сумніви в достовірності наведених даних [3, 4].

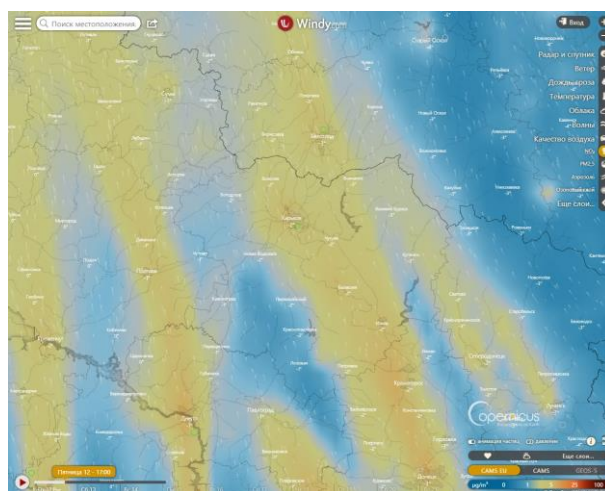


Рис. 1 Поширення у атмосферному повітрі оксидів азоту за даними сервісу WINDY (<https://www.windy.com>)

GFS (Global Forecast System) – найбільш проста погодна модель створена на базі квазіоптичної моделі поширення потоків (без урахування інтерференцій), не враховує рельєфу суші, наявність невеликих островів, обриси берегової лінії материків і великих

островів. В даний час дана модель вдосконалена і її основною перевагою є регулярний (кілька разів на день) розрахунок погоди для всієї планети, що проводиться незалежно в декількох гідрометеоцентру в різних країнах.

NEMS (National Energy Modeling System) – є економічною та енергетичною моделлю Сполучених Штатів енергетичних ринків, створених на управлінні енергетичної інформації США (EIA).

При проведенні аналізу моделей поширення домішок забруднюючих речовин в атмосфері, що пов'язують значення приземних концентрацій забруднюючих речовин на певній території з викидами забруднюючих речовин з різних джерел, відомі моделі були умовно розділені на групи [5]:

1. **«Модель ящика»** (box model) – ці моделі є найпростішими з усіх типів моделей [3]. Згідно ним концентрації забруднюючих речовин усередині деякого об'єму (ящика) розподіляються простим законом (як правило, лінійно або рівномірно) залежно від швидкості вітру і висоти ящика. Чим більше об'єм, тим менше виходить концентрація. Зрозуміло, що можлива апроксимація простору системою «мікрооб'ємів», але первинна простота моделей в цьому випадку втрачається. Моделі цієї групи на практиці застосовуються для розрахунку концентрацій забруднюючих речовин усередині замкнених об'ємів: Будівлі, приміщення, шахти, морські судна і так далі

2. **Моделі Гауса** - перші [6] і найчастіше використовувані на практиці моделі. Вони припускають, що дисперсія забруднюючих речовин має розподіл Гауса. Це означає, що концентрації забруднюючих речовин в просторі описуються тривимірною функцією Гауса. Моделі гаусів найчастіше використовуються для опису стаціонарних джерел забруднення, що дають безперервний шлейф забруднюючих речовин. Також є модифікації моделі для опису нестационарного розподілу забруднюючих речовин.

3. **Транспортні моделі** - описують перенесення забруднюючих речовин в атмосфері на основі рівнянь, що відбивають закон збереження маси забруднюючих речовин, і мають основні підгрупи: *Лагранжеві моделі, Ейлерові моделі, Моделі на базі рівнянь Нав'є-Стокса, Моделі важких газів*. У рамках описаних груп моделей існує велика кількість методик розрахунку викидів як за стаціонарними джерелами незалежно від їх типу, так і залежно від характеру сумішей, що викидаються. Відмінна риса усіх методик – це спрощення моделі для проведення розрахунків або наближене оцінювання деяких параметрів (за статистичними і експериментальними даними). Існують комбіновані моделі, у тому числі об'єднані за допомогою методів штучного інтелекту, наприклад, нейронних мереж [7, 8].

ЛІТЕРАТУРА

1. Ковальов О.О. Обоснование метода оперативного контроля состояния атмосферы в условиях чрезвычайных ситуаций. *Проблеми надзвичайних ситуацій*. 2020. Вип. 31. С. 48–67.

2. Aurelio Oriana, Julien Réhault, Fabrizio Preda, Dario Polli, Giulio Cerullo Scanning Fourier transform spectrometer in the visible range based on birefringent wedges. *Journal of the Optical Society of America*. 2016. Vol. 33, Issue 7, P. 1415–1420.

3. Jing Liu, Wen-bin Xu, Jun-Wei Li, Min Yang, Peng Xiu, Chong Zheng, Xian-Zhong Sun study on recognition method of ethylene gas based on absorption characteristics of infrared spectrum. *Applied Optics and Photonics China (AOPC2019)*, 2019, Beijing, China. Proceedings Volume 11338: Optical Sensing and Imaging Technology; 113380G (2019) P. 28-59

4. Dennis K., Killinger L., Robert T. Menzies Editorial for the Special Issue Optical and Laser Remote Sensing of the Atmosphere. *Remote Sens.* 2019. Vol. 11(7). 742 p.

5. Leidi Wanga, Dingling Zhangb, Chen Chenc, Fei Hua, Lei Zhanga. Impact analysis of surface albedo heterogeneity on shortwave radiation using a 3D radiative transfer model. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics* Vol. 204, August 2020, №105287 P. 37-54.

6. Nathan Blaunstein, Natan Kopeika. Optical waves and laser beams in the irregular atmosphere. 2017: CRC Press. 334 p.

З М І С Т

СЕКЦІЯ 1 «МОНІТОРИНГ ОПЕРАТИВНОЇ ОБСТАНОВКИ ТА ПЕРШОЧЕРГОВІ ЗАХОДИ РЕАГУВАННЯ НА НАДЗВИЧАЙНІ СИТУАЦІЇ АБО ПОДІЇ, ПОВ'ЯЗАНІ З ВИЛИВОМ (ВИКИДОМ) НЕБЕЗПЕЧНИХ ХІМІЧНИХ ТА РАДІОАКТИВНИХ РЕЧОВИН»

| | |
|---|----|
| <i>Белюченко Д. Ю.</i> Особливості організації професійної підготовки рятувальників-верхолазів для проведення аварійно-рятувальних робіт за різних умов | 5 |
| <i>Крицький О. І., Боярський В. Б., Масляк С. М.</i> Моніторинг оперативної обстановки та першочергові заходи реагування на надзвичайні ситуації або події, пов'язані з виливом (викидом) небезпечних хімічних та радіоактивних речовин | 7 |
| <i>Бурменко О. А.</i> Особливості попередження надзвичайних ситуацій регіонального рівня в умовах обмежених оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів в Україні | 11 |
| <i>Гапон Ю. К., Бажанова К. В.</i> Використання потенціометричних досліджень для попередження виникнення аварій на атомних електростанціях | 13 |
| <i>Дорошенко Д. О., Ключка Ю. П.</i> Визначення оцінки утворення пожежовибухонебезпечної концентрації в приміщенні при витіканні природного газу | 15 |
| <i>Кіреєв О. О.</i> Вогнегасні засоби на основі легких сипких матеріалів для гасіння пожеж резервуарів з горючими рідинами | 17 |
| <i>Ковальов П. А.</i> Дослідження діяльності рятувальників | 19 |
| <i>Криворучко Є. М., Дубінін Д. П.</i> Застосування розбірної проміжної ємності під час забезпечення заходів з деконтамінації в сучасних умовах | 21 |
| <i>Кулаков О. В.</i> Тактика застосування безпілотних літальних апаратів для моніторингу хімічної обстановки в зоні надзвичайної ситуації | 23 |
| <i>Майборода А. О.</i> Аналіз процесу створення білкового піноутворювача для вогнегасіння | 25 |
| <i>Макаренко В. С., Кіреєв О. О.</i> Дослідження вогнегасних властивостей шарів сипучих матеріалів на гептані | 27 |
| <i>Абрамов Ю. О., Кривцова В. І., Михайлюк А. О.</i> Контроль технічного стану газогенератору системи зберігання та подачі водню як складова його пожежної профілактики | 29 |
| <i>Мінська Н. В., Кулик А. О., Козловський Ю. О.</i> Дослідження робочих характеристик газового сенсору на основі ZnO. | 31 |
| <i>Неклонський І. М., Гноєва М. В.</i> Мережева модель аварійно-рятувальних і інших невідкладних робіт при ліквідації наслідків хімічної аварії | 34 |
| <i>Остапов К. М.</i> Динаміка розвитку надзвичайних ситуацій пов'язаних з викидом небезпечних хімічних речовин | 36 |
| <i>Ковальов О. О., Рагімов С. Ю.</i> До питання організації моніторингу атмосферного повітря | 38 |
| <i>Скородумова О. Б., Чеботарьова О. М.</i> Шляхи підвищення вогнезахисту текстильних матеріалів | 40 |
| <i>Слепужніков Є. Д., Лимар Є. Д., Колтунов Д. Є.</i> Деконтамінаційна обробка відібраних проб небезпечних хімічних речовин | 42 |
| <i>Трегубов Д. Г., Кіреєв О. О., Дадашов І. Ф.</i> Коефіцієнт гальмування дифузії як головний параметр ізолюючих засобів пожежогасіння | 44 |
| <i>Трегубов Д. Г., Слепужніков Є. Д.</i> Радіаційна безпека обробки сільськогосподарської продукції іонізуючим випромінюванням | 46 |
| <i>Удовенко М. Ю., Нуянзін В. М.</i> Розвиток діджиталізації в ДСНС України | 48 |
| <i>Чиркіна М. А., Ганич С. О.</i> Міжнародна взаємодія при транскордонних надзвичайних ситуаціях на промислових підприємствах | 50 |

Наукове видання

МАТЕРІАЛИ КРУГЛОГО СТОЛУ

«Об'єднання теорії та практики – запорука підвищення готовності оперативно-рятувальних підрозділів до виконання дій за призначенням»

Відповідальний за випуск Є.Д. Слепужніков

Технічний редактор Н.В. Мінська

Підписано до друку 17.10.2023

Друк. арк. 8

Тир. 100

Ціна договірна

Формат А5

Типографія НУЦЗУ, 61023, Харків, вул. Чернишевська, 94