

В третій серії експериментів зниження розчинності карбаміду досягали утворення адуктів  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot \text{H}_3\text{PO}_4$ . Для амідфосфатних олігомерів, залучених до четвертої серії експериментів, здатність до вимивання залишалися досить високими.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Озарків І.М., Перетятко Б.М. Аналіз біовогнезахисних препаратів для дерев'яних конструкцій й споруд // Науковий вісник: 36. наук.-техн. Праць, 2003. – Вип. 13.4. – С. 278-286.
2. Lewin M., Atlas S.M., Pears E.M. *Flame – Retardant Polimerik Materials* // New York and London, Plenum Press, 1975. – Vol 1. – p. 95-105.
3. Chamberlain D.L. *Mechanisms of fire retardancy in polymers*, in Kuryla W.C., Papa A.J., (eds.) // *Flame Retardancy of Polimeric Materials, Vol 4, New York, Dekker, Chapter 2, 1978.*
4. Leo A.L. *Fire retardans in lignocellulosics composites* // *Lignocellulosicsplastics Composites.* – Universidade de Sao Paulo, Brasil, 1977. – P. 61-111.
5. Petrella R.V., Sellars G.D. *Flame inhibition by bromine compounds* // *Fire Tehnology, 1970, 6 (2), 93-101.*
6. Kozlowski R., Helwig M. *Progress in flame retardancy and flammability testing* // 1 st int cof <<Progress in Flame Retardancy and Flammability Testing.>> - Poznan, Poland, Institute of natural Fibres, 1995.
7. Kozlowski R., Helwig M., Wesoler D. *Fire retardants and their special application in historic buildings* // 2<sup>nd</sup> int symp on << Fire Protection of Ancient Monaments. – Institute Natural Fibres, Poznan, Poland, 1995. – P. 142-152.
8. *Fire retardant materialz. Edited by A.R. Horrocks and D.Prise 2001* // Woodhead Publishing Ltd Cambridge England. – P. 311.
9. Леонович А.А., Шелоумов А.В. *Растворимость антипирена амидфосфата КМ в зависимости от рецептуры и условий синтеза* // *Химическая промышленность, 2003. – Т.80. - №7. – С.11-15 (331-335).*

УДК 614.84

А.Д.Кузик, к.ф.-м.н., доц., О.М.Трусевич, к.ф.-м.наук, доц. (Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)

#### АЛГОРИТМ ОЦІНКИ РИЗИКУ ВПЛИВУ ТЕХНОГЕННОЇ ТА ПРИРОДНОЇ НЕБЕЗПЕКИ НА ОБ'ЄКТИ ПЕВНОЇ ТЕРИТОРІЇ

Запропоновано алгоритм розв'язування задачі визначення оцінки ризику впливу надзвичайної ситуації на об'єкти деякої території та територію.

Зростання ризиків виникнення надзвичайних ситуацій (НС) техногенного та природного характеру зумовлюють розроблення різноманітних методів для їх оцінки, прогнозування та управління ними. Необхідність впровадження засад управління ризиками надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру викликана глобальними національними чинниками [1], які справляють негативний вплив на безпеку життєдіяльності населення.

Для безпечної життєдіяльності суспільства виникла потреба змінити підхід до вирішення цієї проблеми від традиційних методів до ефективного ризик-орієнтованого підходу: управління техногенною та природною безпекою, який ґрунтується на досягненні

певного рівня безпеки, балансу вигод і витрат в межах окремого об'єкта, території і держави в цілому. На теперішній час в Україні недостатньо розвинуті нормативно-правові, організаційно-адміністративні, економічні та інженерно-технічні методи управління техногенними та природними ризиками, що не дозволяє сьогодні забезпечити рівень ризику для життєдіяльності населення, прийнятий у економічно розвинених країнах. Захист населення і територій від загроз техногенного і природного характеру в Україні потребує, в першу чергу, формування такого напряму державної політики, як управління техногенними і природними ризиками, модернізації превентивної діяльності і відповідного реформування єдиної державної системи цивільного захисту населення і територій.

Загальноприйнятою у світовій практиці мірою небезпеки для життєдіяльності населення, функціонування об'єктів економіки є такий показник, як ризик. Застосування показника ризику дозволяє порівнювати дію шкідливих і небезпечних чинників різної природи і різного виду, визначати з урахуванням внеску кожного окремого чинника сумарний ступінь небезпеки будь-якого об'єкту, системи, технології, проекту, діяльності, процесу.

В [1] описано принципи управління безпекою, ідентифікацію факторів ризику, оцінку ризику тощо.

Оцінка наслідків можливих аварій здійснюється за допомогою математичного моделювання за всіма можливими сценаріями розвитку аварій. Оцінка ризику – ключова ланка визначення рівня небезпеки. Знаючи оцінки ризику виникнення надзвичайних ситуацій та очікувану величину втрат, можна уникнути важких аварій та катастроф, послабити їхню силу, передбачити ефективні компенсаційні механізми.

Головними елементами цієї діяльності є визначення достатності превентивних заходів для забезпечення стійкості небезпечного об'єкта до зовнішніх впливів та оптимальний розподіл матеріальних і фінансових ресурсів.

Визначення оцінок ризиків має ґрунтуватися на результатах контролю технічного стану небезпечних техногенних об'єктів, даних моніторингу небезпечних геологічних і гідрометеорологічних процесів, природних факторів тощо, статистичних даних про відмови, інциденти, аварії і надзвичайні ситуації техногенного характеру, стихійні природні явища, а також на результатах моделювання відповідних небезпечних подій та ситуацій.

Метою роботи є розроблення алгоритму визначення показника ризику впливу надзвичайних ситуацій на об'єкти деякої території з метою подальшого розвитку геоінформаційних систем (ГІС) та удосконалення захисту об'єктів та територій від впливу НС..

На теперішній час ГІС-системи широко застосовуються практично у кожній галузі діяльності людини. Дедалі ширшим стає використання таких систем рятувальними службами, що вимагає розв'язування специфічних задач, пов'язаних з цим. Так, наприклад, у [2] та [3] розглядалися задачі для застосування у ГІС для визначення напрямку поширення лісових пожеж та знаходження оптимального місця розташування пожежно-рятувальних підрозділів.

Відомо, що ГІС – це багат шарова електронна карта місцевості з нанесеними об'єктами та інформацією про них (площа, координати об'єкта, особливості рельєфу території тощо). Не менш важливою є наявність у ГІС даних про об'єкти, які характеризують рівень їх техногенної безпеки. Для підрозділів цивільного захисту така інформація може бути використана для прогнозування виникнення, спостереження та ліквідації надзвичайної ситуації, що виникла на території під впливом природних та техногенних чинників. Запропонований алгоритм базується на методах теорії ймовірностей та математичного аналізу.

В літературі, зокрема, у [4] широко описано різноманітні катастрофи природного характеру та їх вплив на оцінку ризику території, частини території чи окремих об'єктів на території. Аналогічні описи наводяться і для техногенних катастроф [5]. Вплив факторів, які

виникають при НС природного та техногенного характеру на об'єкти може залежати від технічних характеристик самих об'єктів, рельєфу місцевості, відстані від осередку НС до об'єкта ризику та інших чинників, які стосуються самої надзвичайної ситуації, зокрема, факторів, що супроводжують її виникнення.

Наприклад, у випадку землетрусу це такі фактори, як сила поштовхів, відстань від епіцентру, характер місцевості, геологічні особливості.

Буревій чинить вплив у певному напрямку, та в залежності від швидкості вітру, наявності перешкод на шляху. Вплив повені найбільше залежить від рельєфу місцевості.

Подібний підхід може застосовуватися і у випадку НС техногенного характеру. Наприклад, ситуація з хімічними аваріями може бути описана подібно до землетрусу, проте геологічні особливості тут не такі істотні, значно більший вплив чинять переміщення повітряних мас.

У випадку аварій з розливанням небезпечних речовин слід враховувати ті ж чинники, що і при повені.

Під час виникнення НС іншими важливими критеріями ризиків є матеріальні збитки та загибель людей. Матеріальні збитки залежать від міцності будівель і споруд, їх здатності протидіяти впливу НС. Небезпека для людей повинна враховувати їх кількість.

Розглянемо певну територію  $G$ , на якій розташовані об'єкти  $B_1, B_2, B_3, \dots, B_n$ . Дослідимо ризик виникнення НС на цих об'єктах внаслідок іншої НС природного чи техногенного характеру. Оскільки така НС може мати місце не лише на самій території, але й зовні досліджуваної території, тому слід розглядати виникнення первинної НС на ширшій території  $D$ ,  $D \supset G$ .

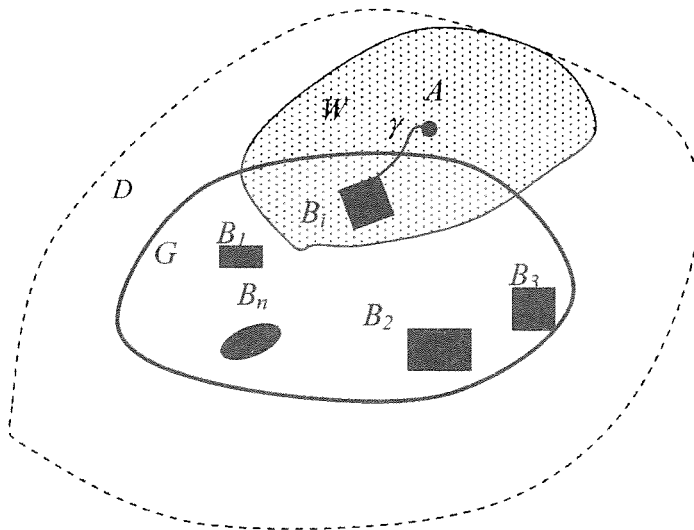


Рис. 1. Вплив НС в точці  $A$  на об'єкт  $B_1$  території  $G$

У кожній точці території  $D$  НС може виникати з певною ймовірністю. Для спрощення, розглянемо такі НС, для яких характерним є наявність осередку та які чинять вплив на об'єкти в залежності від їх розташування по відношенню до осередку та від певних характеристик території. Такими НС можуть бути пожежі, повені, аварії на об'єктах, що супроводжуються вибухами, радіоактивними та хімічними забрудненнями, землетруси тощо.

Під впливом НС на об'єкт будемо розуміти певне фізичне чи хімічне явище, яке спричинене НС та призводить до виникнення НС на об'єкті. Наприклад, внаслідок вибуху впливом буде ударна хвиля, яка викликає руйнування об'єкта, при хімічному забрудненні – концентрація небезпечної речовини, яка створить небезпечне середовище на об'єкті.

Від осередку НС до об'єкта вплив буде поширюватися за певними законами по деякому шляху який назвемо шляхом поширення впливу. Під шляхом поширення впливу будемо ро-

зуміти деяку лінію  $\gamma$ , яка сполучає осередок  $A$  виникнення НС з об'єктом  $B_i$  і при переміщенні вздовж якої вплив НС буде найсильнішим (у порівнянні з іншими такими кривими).

Для побудови шляху поширення  $\gamma$  від осередку  $A$  кожен наступну точку будемо шукати за таким принципом, що всі попередні точки зазнають найбільшого впливу НС, тобто величина впливу найбільша. На відкритій місцевості при відсутності впливу сторонніх чинників таким шляхом буде, як правило відрізок. У випадку неоднорідності території та наявності на ній інших об'єктів та фрагментів, які змінюють закономірності поширення впливу, шлях  $\gamma$  визначатиметься з урахуванням цього. Зауважимо, що одні і ті самі об'єкти чи фрагменти території будуть по-різному змінювати поширення впливу. Наприклад, лісовий масив сприятиме поширенню горіння – впливу від пожежі, проте буде стримувати поширення хімічного забруднення. Для більшості НС на шлях  $\gamma$  будуть впливати напрямок та сили вітру, та інші метеорологічні фактори.

З урахуванням цього на шляху  $\gamma$  визначимо деяку функцію  $K(x)$ , яка, взагалі кажучи, залежить від  $\gamma$  та буде визначати коефіцієнт впливу від НС, що поширюється вздовж шляху  $\gamma$  на відстань  $x$  від осередку. Визначення функції  $K(x)$  може здійснюватися окремо для кожної з НС як експериментальним, так і теоретичним шляхом, що вимагає окремих досліджень. У більшості випадків функція  $K(x)$  – спадна та знаходиться у межах  $0 \leq K(x) \leq 1$ . Проте у випадку, коли на шляху  $\gamma$  можуть бути фактори, які збільшують вплив НС (наприклад, під час пожежі – наявність пального),  $K(x)$  може набувати значення, більші за одиницю.

Побудова шляху  $\gamma$  з точки  $A$  в деяку точку  $X$  може здійснюватися як аналітичними, так і багатокроковими методами динамічного програмування [6] шляхом мінімізації величини  $\frac{1}{K(l)}$ , де  $l = l(\gamma)$  – довжина шляху  $\gamma$ . З огляду на подальше використання у ГІС-системах, які будуються на дискретних принципах, на території можна задати орієнтований граф з вершинами у точках деякої координатної сітки з кроком  $a$ , кожне з ребер якого буде мати довжину, яка чисельно дорівнює величині  $\frac{1}{K(a)}$ . Побудова шляху  $\gamma$  у цьому випадку буде задачею побудови найкоротшого шляху, яку легко розв'язати методами динамічного програмування, наприклад методом функціональних рівнянь Беллмана. У цьому випадку крива  $\gamma$  буде мати форму ламаної (рис. 2).

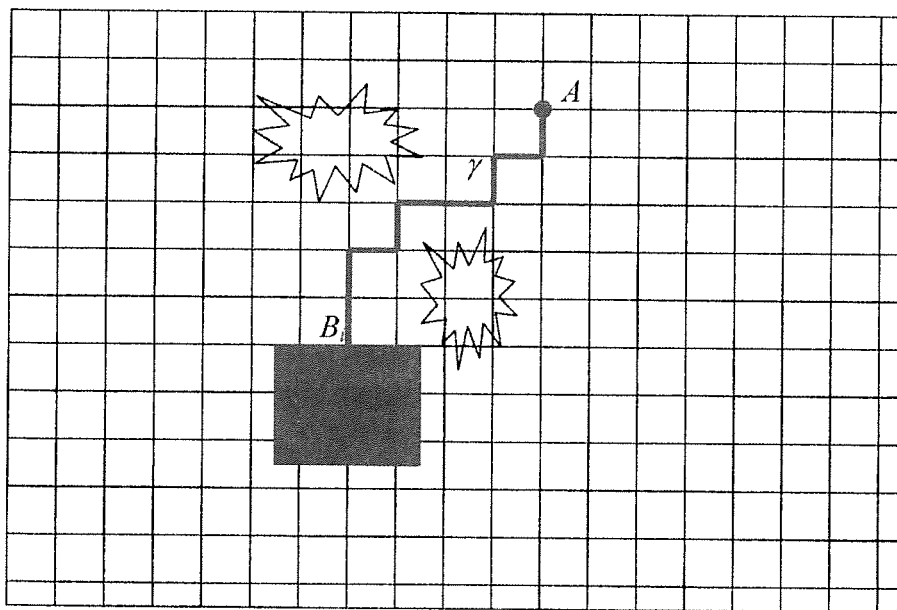


Рис. 2. Побудова шляху  $\gamma$

Розрахунок процесу генерування піни потоком парогазоводяної суміші за формулою (1) ускладнений зважаючи на відсутність конкретних даних по досліджуваному процесу.

У зв'язку з цим питання впливу швидкості на процес піноутворення на сітках необхідно досліджувати експериментально, варіюючи швидкість потоку парогазоводяної суміші в реально можливих на практиці межах, а саме від 2 до 11 м/с.

У потоці парогазоводяної суміші на поверхні розділу фаз протікають процеси випаровування плівок і конденсації пари.

Швидкість зменшення товщини плівки в піні через випаровування вологи можна представити у вигляді [4]

$$\left(\frac{dh}{dt}\right)_\alpha = -\frac{DC_{nae}}{\sigma} \cdot \frac{\Delta P}{P_0}, \quad (2)$$

де  $h$  – в'язкість дисперсного середовища, Па·с;

$\sigma$  – поверхневий натяг розчину, Н/м;

$\Delta P$  – пониження парціального тиску водяної пари, Па;

$P_0$  – тиск насиченої пари, Па.

Для товстих плівок, в яких розклинюючий тиск малий в порівнянні з капілярним тиском  $P_\sigma$  в оточуючому плівку каналі Гіббса-Плато, швидкість «дифузійного» стоншення плівки слід зіставляти із швидкістю стоншування через в'язке витікання дисперсного середовища, яке приблизно описується рівнянням Рейнольдса

$$\left(\frac{dh}{dt}\right)_v = \frac{2}{3} \cdot \frac{h^3 \cdot P_\sigma}{r_0^2}, \quad (3)$$

де  $\left(\frac{dh}{dt}\right)_v$  – швидкість стоншування плівки, м/с;

$P_\sigma$  – капілярний тиск, Па;

$r_0$  – радіус пінної бульбашки, м.

При цьому капілярний тиск визначається співвідношенням

$$P_\sigma = \frac{\sigma}{\rho}, \quad (4)$$

де  $\rho$  – радіус кривизни поверхні каналу Гіббса-Плато, м.

У зв'язку з цим для вивчення процесу піногенерування необхідно експериментально вивчити вплив температури парогазоводяної суміші на якість піни, що генерується. Значення максимальної температури димових газів, при якій забезпечується стійкий процес піноутворення, визначається перш за все складом, властивостями і концентрацією ПАВ в розчині. Незалежно від вищесказаного для всіх типів промислово освоєних піноутворювачів при збільшенні температури газової фази:

- зменшується адсорбція ПАР, що приводить до зниження стабільності піни;
- посилюються теплові коливання адсорбційних молекул, внаслідок чого ослабляється механічна міцність поверхневого шару, утвореного молекулами ПАР;
- збільшується швидкість закінчення рідини з піни і знижується міцність гідратних шарів, що зменшує стійкість піни;
- збільшується газоміст і завдяки зростанню внутрішнього тиску відбувається укрупнення бульбашок піни.

Таким чином, зміна температури парогазоводяної суміші робить вплив практично на всі найбільш важливі параметри піни. Тому здатність піноутворних розчинів генерувати стійку піну в умовах підвищених температур газової фази характеризує піноутворну

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Концепція управління ризиками надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру (проект). – <http://www.mns.gov.ua/content.php?id=85&t=A5>.
2. А.Д.Кузик, О.М. Трусевич, Т.Є. Рак. Методи знаходження оптимального місця розташування пожежно-рятувальних підрозділів. Пожежна безпека. - № 8, 2006. – С. 86-90.
3. О.М.Трусевич, М.П.Судомир. Визначення напрямку поширення лісових пожеж. – Пожежна безпека. - № 6, 2005. – С. 53-54.
4. Л.К.Исаева. Основы экологической безопасности при природных катастрофах. - Учеб. пос. для слушателей и курсантов высших пожарно-технических образовательных учреждений МЧС России.- Москва. - 2003. – 157 с.
5. Г.І.Рудько. Техногенно-екологічна безпека геологічного середовища (наукові та методичні основи / Монографія. – Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. І.Франка, 2001. – 359 с.
6. А.В.Лежнёв. Динамическое программирование в экономических задачах. – М.: Бином, 2006. – 176 с.

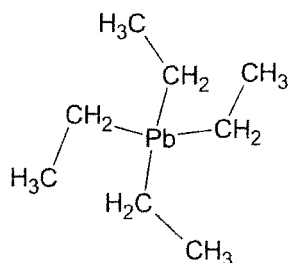
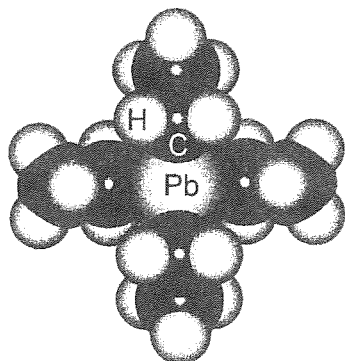
УДК 614.842

О.М.Щербина, к.фарм.н., доц., О.В.Меньшикова, к.ф.-м.н., Б.М.Михалічко, д.х.н., доц., (Львівський державний університет безпеки життєдіяльності), І.О.Щербина (Управління охорони здоров'я м. Львова), А.О.Бедзай (Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького)

## ЕКОЛОГІЧНИЙ АСПЕКТ ЗАСТОСУВАННЯ ПЛЮМБУМ(IV) ТЕТРАЕТИЛУ В НАФТОПЕРЕРОБНИЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

Розглянуто шляхи потрапляння в довкілля та шкідлива дія на здоров'я людини плумбум(IV) тетраетилу (ТЕС) і продуктів його розпаду. Наведена методика визначення ТЕС, який міститься в нафтопродуктах та продуктів розпаду ТЕС, що потрапляють в об'єкти довкілля в процесі горіння.

Плюмбум(IV) тетраетил  $Pb(C_2H_5)_4$ , який більше відомий як тетраетилсвинець (ТЕС), є типовою металоорганічною сполукою. В її молекулі атом плумбуму перебуває в тетраедричному оточенні чотирьох етильних груп ( $-CH_2-CH_3$ ), утворюючи порівняно слабкі метал-органічні зв'язки  $Pb-C$  (2,24 Å):



Зіставляючи відстані E–C (де E – елемент IVa групи періодичної системи) можна відзначити, що в ряді Pb, Sn, Ge, Si, C відстані стрімко зменшуються (2,24; 2,18; 1,99; 1,88; 1,54 Å), а, отже, енергія цих зв'язків в цьому ж ряді збільшується. Як бачимо, зв'язки  $Pb-C$  в