Rosokha S.V., Shapovalov A.I.

Mathematical model of optimum placement fire and rescue services for high-risk and potentially dangerous objects protection

In this paper the problem statement and mathematical model of definition the optimum number and placement fire and rescue services for high-risk and potentially dangerous objects protection are considered. Approach to formalization restrictions of the problem is shown.

Key words: mathematical model, high-risk object

УДК 502.5+614.7:049.3

Рибалова О.В., канд. техн. наук, доц., НУЦЗУ,
Бєлан С.В., канд. техн. наук, доц., НУЦЗУ,
Артем'єв С.Р., канд. техн. наук, доц., НУЦЗУ

ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО РИЗИКУ ПОГІРШЕННЯ СТАНУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ З УРАХУВАННЯМ ХІМІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ

(представлено д-ром техн. наук Басмановим О.Є.)

З метою визначення рівня небезпеки життєдіяльності населення в статі представлено новий підхід до оцінки екологічного ризику погіршення стану атмосферного повітря при збереженні існуючих тенденцій антропогенного навантаження та можливості виникнення надзвичайних ситуацій техногенного характеру. За представленою методикою вперше розраховано макроекологічні показники сучасного стану атмосферного повітря, антропогенного впливу та ступеню хімічної небезпеки в Україні. Визначено регіони України з високим рівнем екологічної та хімічної небезпеки.

Ключові слова: екологічний ризик, атмосферне повітря, надзвичайні ситуації, хімічна небезпека, регіони України

Постановка проблеми. За даними статистики в Україні за останнє десятиріччя виникає від 110 до 140 надзвичайних ситуацій природного характеру і збитки від них становлять 80% - 90% від суми збитків внаслідок всіх надзвичайних ситуацій [1]. Таким чином, екологічні проблеми представляють собою важливий чинник виникнення надзвичайних ситуацій. Іншим суттєвим чинником виникнення надзвичайних ситуацій є зношеність і застарілість технологічного обладнан-

ня промислових підприємств, житлово-комунального і сільського господарств, неефективність використання природних ресурсів: у готову продукцію переробляється лише 30-40% сировини, інше потрапляє у відходи, які щорічно прогресивно накопичуються, що зумовлює небезпечне забруднення навколишнього природного середовища і збільшення захворюваності населення.

Для забезпечення стабільного суспільного розвитку держави необхідним є визначення регіонів країни, де екологічний стан компонентів довкілля знаходяться в найгіршому стані з метою спрямування фінансових ресурсів на впровадження природоохоронних заходів та попередження виникнення надзвичайних ситуацій. Тому представлена в статті методика визначення екологічного ризику погіршення сучасного стану атмосферного повітря з урахуванням ступеню хімічної небезпеки регіонів України є дуже актуальною для прийняття управлінських рішень в галузі техногенно-екологічної безпеки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Найбільш перспективним підходом до оцінювання ступеню екологічної безпеки є оцінка екологічного ризику. Концепція оцінки екологічного ризику у більшості країн світу розглядається як головний механізм розробки та прийняття управлінських рішень з охорони навколишнього природного середовища [2-5].

В Україні термін «екологічний ризик» офіційно використовується з 1995 р. з прийняття Верховною Радою Закону України «Про екологічну експертизу». Відповідно до вимог цього закону та ДБН А.2.2-1-2003 оцінка екологічного ризику є обов'язковим етапом проведення екологічної експертизи та оцінки впливу на навколишнє середовище (ОВНС). Але в нашій країні існує лише одна офіційно затверджена методика обчислювання величини ризику для здоров'я населення при забрудненні атмосферного повітря [6].

Таким чином, в Україні надзвичайно актуальним є розробка нових підходів до оцінки екологічного ризику та застосування їх для визначення ймовірності виникнення надзвичайних ситуацій природного характеру, рівня екологічної небезпеки та прийняття науково - обґрунтованих управлінських рішень щодо пріоритетності впровадження природоохоронних

заходів та попереджувальних заходів цивільного захисту населення.

Постановка завдання та його вирішення. В роботі [5] представлена методика визначення екологічного ризику порушення стійкості природних екосистем при збереженні існуючих тенденцій антропогенного навантаження. Необхідність визначення екологічного ризику як макроекологічного показника за областями України насамперед обумовлена державною екологічною політикою за регіональним принципом.

Екологічний ризик (P) як ймовірність порушення стійкості екосистем залежить від існуючого стану компонентів екосистеми (K^c_i) та впливу сучасного або потенційного антропогенного навантаження (H^c_i) і може бути виражено функцією [5]

$$P^c_i = f_i(K^c_i,\ H^c_i), \tag{1}$$

де K^c_i – сучасний стан i-го компонента навколишнього природного середовища; H^c_i – сучасний рівень антропогенного тиску на i-й компонент навколишнього природного середовища.

В роботі [5] пропонується визначати екологічний ризик погіршення стану атмосферного повітря за формулою

$$P_A = f(A_b \left\langle b = \overline{1, N_A} \right\rangle, H_{Ak} \left\langle k = \overline{1, N_{HA}} \right\rangle), \tag{2}$$

де A_b – комплексна оцінка сучасного стану атмосферного повітря за N_A –тою кількістю b-тих показників; H_{Ak} – інтегральна оцінка сучасного рівня антропогенного навантаження від впливу негативних чинників на атмосферного повітря за N_{Ha}-тою кількістю k-тих показників.

Необхідно відзначити, що на стан атмосферного повітря великий вплив мають надзвичайні ситуації, що пов'язані з аваріями на хімічно небезпечних об'єктах, у результаті яких відбувається залпові викиди небезпечних хімічних речовин (НХР) в навколишнє природне середовище. За даними статистики [1] в Україні у 2011 році функціонувало 1093 об'єкти, на яких зберігається або використовується у виробничій діяльності понад 275.24 тис.т небезпечних хімічних речовин.

Тому вважаємо необхідним враховувати показник хімічної небезпеки (X_{An}) при визначенні екологічного ризику погіршення стану атмосферного повітря

$$P_A = f(A_b \left\langle b = \overline{1, N_A} \right\rangle, H_{Ak} \left\langle k = \overline{1, N_{HA}} \right\rangle), X_{An} \left\langle n = \overline{1, N_{XA}} \right\rangle \rangle, , \quad (3)$$

де X_{An} – інтегральний показник впливу чинників хімічної небезпеки на атмосферне повітря за N_{XA}-тою кількістю n-тих показників.

Характеристика стану забруднення атмосферного повітря регіонів України оцінено за інтегральним показником *ІЗА* [7], бо він є найбільш розповсюдженим і використовується в системі державного моніторингу.

Для того, щоб визначити інтегральний показник стану атмосферного повітря необхідно провести інтерполяцію показників якісного стану атмосферного повітря (*Івоз*) із значеннями індексу забруднення атмосфери (*ІЗА*) відповідно до табл. 1.

Таблиця 1 – Класифікація якісного стану атмосферного повітря за значеннями інтегрального показника стану якісного стану атмосферного повітря (*Івоз*) і значеннями індексу забруднення атмосфери (*ІЗА*)

Клас якісного стану атмосферного повітря	1 - добрий	2 - задовільний	3 - посередній	4 - поганий	5 - важкий
Значення інтегрального показника якісного стану атмосферного повітря (Івоз)	0 – 0,19	0,2 – 0,39	0,4 – 0,59	0,6 – 0,79	0,8 – 1,0
Значення індексу забруднення атмосфери (ІЗА)	0 – 5	5,1 – 8	8,1 – 13	13,1 – 18	18,1 – 30

В табл.2 і на рис.1 наведено дані щодо якісного стану атмосферного повітря в областях України. Значення індексу забруднення атмосфери (*ІЗА*) наведено відповідно до регіональних звітів про стан навколишнього природного середовища і Національної доповіді про стан навколишнього природного середовища у 2011 році [8].

Таблиця 2 – Якісний стан атмосферного повітря в областях України

Назва області	Значення індексу забруднення атмосфери (*ІЗА*)	Значення інтегрального показника якісного стану атмосферного повітря (*Івоз*)	Клас	Назва класу
1	2	3	4	5
АР Крим	7,2	0,338	2	Задовільний стан
Вінницька	4,5	0,171	1	Добрий стан
Волинська	8,6	0,419	3	Посередній стан
Дніпропетровська	11,2	0,520	3	Посередній стан
Донецька	13,4	0,612	4	Поганий стан
Житомирська	4,2	0,160	1	Добрий стан
Закарпатська	9,5	0,454	3	Посередній стан
Запорізька	12,9	0,586	3	Посередній стан
Івано-Франківська	3,4	0,129	1	Добрий стан
Київська	3,6	0,137	1	Добрий стан
Кіровоградська	5,4	0,220	2	Задовільний стан

Продовження таблиці 2

1	2	3	4	5
Луганська	10,1	0,479	3	Посередній стан
Львівська	5,6	0,233	2	Задовільний стан
Миколаївська	9,2	0,443	3	Посередній стан
Одеська	8,9	0,431	3	Посередній стан
Полтавська	4	0,152	1	Добрий стан
Рівненська	14,2	0,643	4	Поганий стан
Сумська	5,4	0,220	2	Задовільний стан
Тернопільська	3,9	0,148	1	Добрий стан
Харківська	4,8	0,182	1	Добрий стан
Херсонська	7,2	0,338	2	Задовільний стан
Хмельницька	5,2	0,207	2	Задовільний стан
Черкаська	5,9	0,252	2	Задовільний стан
Чернівецька	4,8	0,182	1	Добрий стан
Чернігівська	3,1	0,118	1	Добрий стан

Як показують розрахунки, найгірший стан атмосферного повітря спостерігається в Донецькій та Рівненській областях. Значення *ІЗА* в цих областях відповідно 13,4 та 14,2.

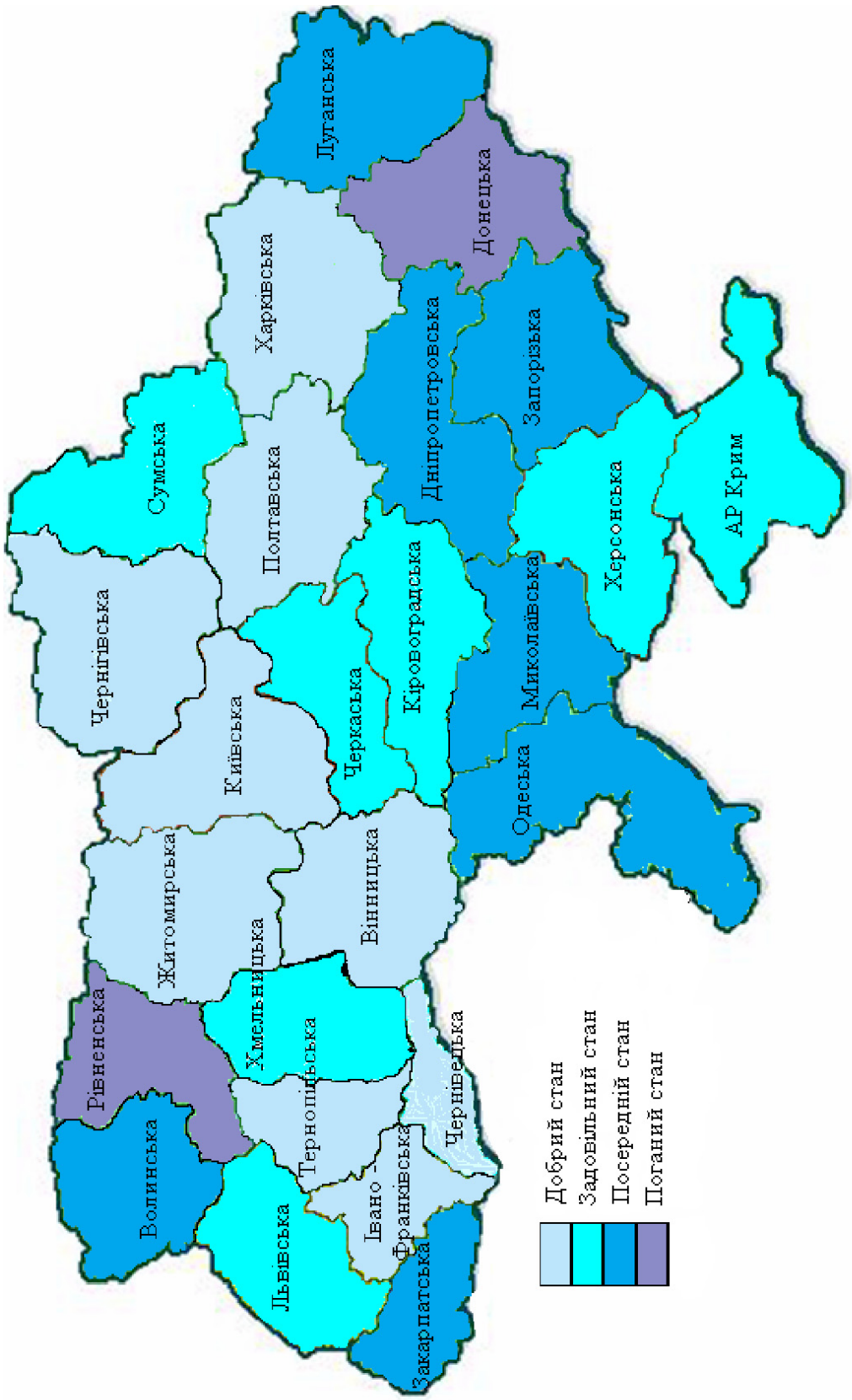

Рис. 1 – Якісний стан атмосферного повітря в областях України

Для розрахунку показника антропогенного навантаження на стан атмосферного повітря використано офіційні дані екологічних паспортів областей України та регіональні звіти про стан навколишнього природного середовища, а також Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища у 2011 році [8]. Для визначення узагальненого показника антропогенного навантаження на стан атмосферного повітря проаналізовано дані щодо загального обсягу викинутих забруднюючих речовин від стаціонарних і пересувних джерел забруднення.

Для визначення рівня небезпеки антропогенного навантаження на природні екосистеми використано наступну рангову шкалу (табл. 3).

Таблиця 3 – Характеристика антропогенного навантаження на природні екосистеми

Значення показника антропогенного тиску	Рівень небезпеки антропогенного тиску на природні екосистеми
0,01 - 0,40	Незначний тиск
0,41 – 0,80	Підвищений тиск
0,81 – 1,00	Значний тиск
1,01 – 1,80	Високий тиск
> 1,80	Небезпечний тиск

Характеристику екологічного ризику за величиною його значення наведено в табл. 4.

Таблиця 4 – Характеристика екологічного ризику

Значення показника екологічного ризику	Якісна оцінка ступеня екологічного ризику
0,01 - 0,19	Незначний ризик
0,20 – 0,39	Підвищений ризик
0,40 – 0,59	Значний ризик
0,60 – 0,79	Високий ризик
0,80 – 1,00	Небезпечний ризик

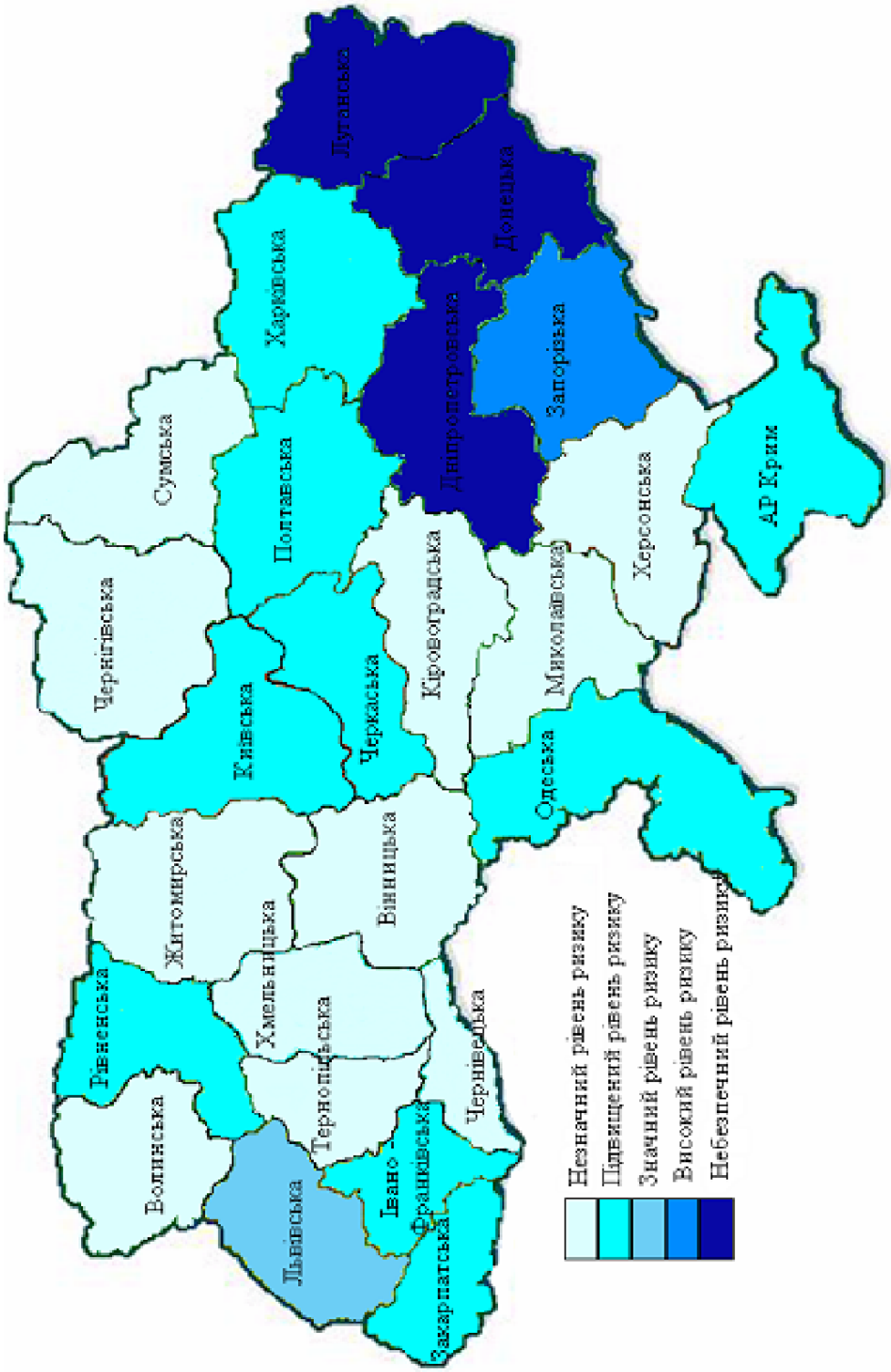

Рис. 2 – Екологічний ризик погіршення стану атмосферного повітря в областях України з урахуванням ступеню хімічної небезпеки

Таблиця 5 – Екологічний ризик погіршення стану атмосферного повітря України

Назва області	Значення інтегрального показника якісного стану атмосферного повітря	Значення показника антропогенного тиску на атмосферне повітря	Ступінь хімічної небезпеки	Значення екологічного ризику погіршення стану атмосферного повітря	Клас ризику	Характеристика ризику
1	2	3	4	5	6	7
АР Крим	0,338	0,52	3	0,24	2	Підвищений ризик
Вінницька	0,171	0,63	4	0,11	1	Незначний ризик
Волинська	0,419	0,25	4	0,17	1	Незначний ризик
Дніпропетровська	0,520	3,47	1	0,98	5	Небезпечний ризик
Донецька	0,612	6,23	1	0,99	5	Небезпечний ризик
Житомирська	0,160	0,28	3	0,06	1	Незначний ризик
Закарпатська	0,454	0,63	4	0,33	2	Підвищений ризик
Запорізька	0,586	1,14	3	0,72	4	Високий ризик
Івано-Франківська	0,129	1,88	3	0,30	2	Підвищений ризик
Київська	0,137	0,95	4	0,33	2	Підвищений ризик
Кіровоградська	0,220	0,29	4	0,11	1	Незначний ризик
Луганська	0,479	1,98	3	0,90	5	Небезпечний ризик
Львівська	0,233	1,12	4	0,44	3	Значний ризик
Миколаївська	0,443	0,35	3	0,18	1	Незначний ризик

Продовження таблиці 5

1	2	3	4	5	6	7
Одеська	0,431	0,50	3	0,36	2	Підвищений ризик
Полтавська	0,152	0,60	4	0,11	1	Незначний ризик
Рівненська	0,643	0,30	4	0,22	2	Підвищений ризик
Сумська	0,220	0,35	2	0,13	1	Незначний ризик
Тернопільська	0,148	0,45	4	0,11	1	Незначний ризик
Харківська	0,182	0,92	3	0,36	2	Підвищений ризик
Херсонська	0,338	0,30	4	0,11	1	Незначний ризик
Хмельницька	0,207	0,39	4	0,11	1	Незначний ризик
Черкаська	0,252	0,64	4	0,22	2	Підвищений ризик
Чернівецька	0,182	0,54	4	0,11	1	Незначний ризик
Чернігівська	0,118	0,29	4	0,06	1	Незначний ризик

На основі даних [1,8] визначено екологічний ризик погіршення стану атмосферного повітря України (табл. 5, рис. 2).

Як показують розрахунки (табл. 5, рис.2) найбільш небезпечний стан атмосферного повітря спостерігається в Донецькій, Дніпропетровській, Луганській областях (5 клас) та в Запорізькій області (4 клас).

Необхідно підкреслити небезпечний екологічний стан індустріально розвинутих регіонів. Основними чинниками високого рівня забруднення повітряного басейну промислових регіонів є:

- значна питома вага в виробничій структурі індустріально розвинутих областей підприємств енергетичної, металургійної, вуглевидобувної та хімічної галузей;
- використання у виробництві застарілого енергоємного обладнання та технологій;
- відсутність необхідного обладнання та ефективних технологій уловлювання та знешкодження шкідливих речовин;
- недостатнє фінансування заходів по зменшенню викидів в атмосферу;
- збільшення автомобільного парку та низька якість дорожнього покриття; відсутність прибиральної дорожньої техніки, та як результат висока запиленість в районах проживання населення;
- наявність великої кількості екологічно та хімічно небезпечних об'єктів.

Усього в зонах можливого хімічного зараження мешкає понад 11,0 млн. осіб (близько 26% населення країни). Найбільшу кількість хімічно небезпечних об'єктів зосереджено в промислових регіонах України, а саме у Донецькій області – 159, Дніпропетровській області – 112, Луганській області – 86 [1]. Більшість цих об'єктів становлять екологічну небезпеку для навколишнього природного середовища і здоров'я населення, створюють загрозу виникнення надзвичайних ситуацій, а окремі об'єкти є потенційно небезпечними навіть для сусідніх держав і становлять транснаціональну загрозу.

Покращення стану атмосферного повітря в Україні залежить від ефективності впровадження на підприємствах системи екологічного менеджменту і аудиту, скорочення обсягів викидів забруднюючих речовин за рахунок застосування су-

часних схем екологічно безпечних промислового виробництва і достатнього фінансування природоохоронних заходів.

Висновки. З метою визначення рівня небезпечності природокористування та можливості виникнення надзвичайних ситуацій екологічного характеру в статті вперше дана оцінка екологічного ризику погіршення стану атмосферного повітря з урахуванням ступеню хімічної небезпеки при збереженні існуючих тенденцій антропогенного навантаження та визначено регіони України з високим рівнем екологічної небезпеки.

Представлений новий підхід до оцінки екологічного ризику дозволяє визначити пріоритетність природоохоронних і санітарно-гігієнічних заходів, спрямованих на мінімізацію погіршення стану навколишнього природного середовища в умовах існуючого антропогенного навантаження із забезпеченням комфортних умов існування біоти та захисту здоров'я населення як на державному, так і регіональному рівнях.

ЛІТЕРАТУРА

1. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2011 році [Електронний ресурс] / Державна служба України з надзвичайних ситуацій. – Режим доступу : http: //www. mns.gov.ua/content/2011.htm.
2. Integrated Risk Information System (IRIS) : [Електронний ресурс] / U. S. Environmental Protection Agency (EPA). – Режим доступу : http: //www.epa.gov/iris.
3. Киселев А.Ф. Оценка риска здоровью [Текст] / А. Ф. Киселев, К. Б. Фридман. – СПб. : Питер, 1997. – 100 с.
4. Лисиченко Г.В. Методологія оцінювання екологічних ризиків [монографія] /Г.В. Лисиченко, Г.А. Хміль, С.В. Барабанов. – Одеса: Астропринт, 2011. – 368 с.
5. Коваленко Г. Д. Екологічний ризик погіршення стану навколишнього природного середовища України при збереженні існуючих тенденцій антропогенного навантаження [Текст] / Г. Д. Коваленко, Г. В. Півень, О. В. Рибалова // Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення : V міжнар. наук.-практ. конф., 7-10 жовт, 2009 р. : зб. наук. ст. – Х. : Райдер, 2009. – С. 52 – 56.

6. Методичні рекомендації МР 2.2.12-142-2007. Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря. Затв. Наказом МОЗ України від 13.04.07 № 184. Київ,2007. - 40 с.
7. Расчет комплексного индекса загрязнения (ИЗА) на основе данных наблюдений. Временная методика. [Текст] / ГГО им. А. И. Воейкова. – Л., 1988. – 22с.
8. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2011 році. – К.: Міністерство екології та природних ресурсів України, LAT & K. – 2012. – 258 с

Рыбалова О.В., Белан С.В., Артемьев С.Р.

Определение экологического риска ухудшения состояния атмосферного воздуха с учетом химической опасности регионов Украины

С целью определения уровня опасности жизнедеятельности населения в статье представлен новый подход к оценке экологического риска ухудшения состояния атмосферного воздуха при сохранении существующих тенденций антропогенной нагрузки и возможности возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного характера. По представленной методике впервые рассчитаны макроэкологические показатели современного состояния атмосферного воздуха, антропогенного воздействия и степени химической опасности в Украине. Определены регионы Украины с высоким уровнем экологической и химической опасности.

Ключевые слова: экологический риск, атмосферный воздух, чрезвычайные ситуации, химическая опасность, регионы Украины

Rybalova O.V., Belan S.V., Artemiev S.R.

The definition of environmental risk deterioration of air considering the chemical danger of the regions of Ukraine

In order to determine the level of danger the livelihoods of people in the paper presents a new approach to the assessment of environmental risk deterioration of air while maintaining current trends of anthropogenic load and the possibility of technogenic emergencies. According to the represented methodology for the first time are calculated macroecological indicators of the current state of atmospheric air, human impacts and the degree of chemical danger in Ukraine. Determined regions of Ukraine with a high level of environmental and chemical hazards.

Key words: environmental risks, atmospheric air, emergency situations, chemical hazards, the regions of Ukraine