

УДК 656.259.2

## РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО РИЗИКУ ДЛЯ ЛЮДИНИ ВІД ПЛОЩАДНОГО ДЖЕРЕЛА ВИКИДІВ

ЗИНЧЕНКО В. Ю.<sup>1\*</sup>ПОЛЩУК С. З.<sup>2</sup>, *д.т.н, проф.*,ФАЛЬКО В. В.<sup>3</sup>, *к.т.н.*

<sup>1\*</sup> Сумська обласна державна адміністрація, пл. Незалежності, 2, 40030, Суми, Україна, +38(0542) 62-58-80, ;  
e-mail [zvonok.60vz@gmail.com](mailto:zvonok.60vz@gmail.com), ORCID ID: 0000-0001-5162-214X

<sup>2</sup> Кафедра опалення, вентиляції та якості повітряного середовища, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38(056) 756-34-19, e-mail [psz@mail.pgasa.dp.ua](mailto:psz@mail.pgasa.dp.ua), ORCID ID: 0000-0002-6473-253X

<sup>3</sup> Сумський державний університет, вул. Р.-Корсакова, 2, 40007, Суми, Україна, +38(0542) 33-12-05, ; e-mail [vera\\_falko@ukr.net](mailto:vera_falko@ukr.net), ORCID ID: 0000-0011-0012-0013

**Анотація. Мета.** Для точкового, групи точкових, площадного джерел викидів забруднюючих речовин у атмосферу розроблені математичні моделі задачі оцінки екологічного ризику і методологія їх рішення, але для прямокутного площадного джерела викидів у випадку, коли вітер направлений перпендикулярно одній із його сторін методика рішення задачі не розроблена. Розробка цієї методики і є метою даної роботи. **Методика.** Методика долідження базується на аналізі математичних моделей відповідного прямокутного площадного джерела, методології рішення задачі оцінки екологічного ризику для точкового, групи точкових та площадного джерел на діючій методиці ОНД-86. Напрямок аналізу – побудова алгоритму рішення задачі оцінки екологічного ризику для розглядуемого площадного джерела. **Результати.** Аналіз матеріалів показав, що відмінність задач оцінки екологічного ризику для різних джерел полягає у тому, що вони утворюють різні характеристики щільності розподілу випадкових величин концентрацій забруднюючих речовин, якими характеризуються у заданій точці *A* місцевості випадкові поля концентрацій. Таким чином, методика, що розглядається, буде відрізнятися від отриманих методик для точкового і групи точкових джерел засобом визначення вказаних щільностей. Розроблений алгоритм дозволяє визначити числові характеристики скалярних випадкових полів концентрацій окремих забруднюючих речовин та їх одномірні щільності розподілу у точці *A*; числові характеристики векторного випадкового поля концентрацій усіх забруднюючих речовин і багатовимірну щільність їх розподілу у точці *A*; відповідно цим щільностям часткові і сумарний екологічні ризики. Алгоритм містить шість блоків: Блок 1. Вихідна база даних; Блок 2. Визначення математичних сподівань максимальних концентрацій забруднюючих речовин від умовного точкового джерела викидів; Блок 3. Визначення математичних сподівань концентрацій забруднюючих речовин у точці *A* від площадного джерела; Блок 4. Визначення середньоквадратичних відхилень концентрацій забруднюючих речовин та коефіцієнтів кореляції між ними; Блок 5. Визначення часткових та сумарного екологічних ризиків у точці *A*; Блок 6. База результатів розрахунків. **Наукова новизна.** Уперше рішення нової наукової задачі теоретичної оцінки екологічного ризику для людини при безаварійному функціонуєчому прямокутному площадному джерелі викидів ЗР у атмосферне повітря доведено до алгоритму. **Практична значимість.** Алгоритм рекомендовано використовувати у проектах будівництва (реконструкції) підприємств з метою досягнення високої надійності забезпечення якості атмосферного повітря за критерієм ГДК<sub>мр</sub>.

*Ключові слова:* площадне джерело; викиди забруднюючих речовин, стохастична модель; екологічний ризик для человека; методика

## РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА ДЛЯ ЧЕЛОВЕКА ДЛЯ ПЛОЩАДНОГО ИСТОЧНИКА ВЫБРОСОВ

ЗИНЧЕНКО В. Ю.<sup>1\*</sup>ПОЛЩУК С. З.<sup>2</sup>, *д.т.н, проф.*,ФАЛЬКО В. В.<sup>3</sup>, *к.т.н.*

<sup>1\*</sup> Сумская областная государственная администрация, пл. Независимости, 2, 40030, Сумы, Украина, +38(0542) 62-58-80; e-mail [zvonok.60vz@gmail.com](mailto:zvonok.60vz@gmail.com), ORCID ID: 0000-0001-5162-214X

<sup>2</sup> Кафедра отопления, вентиляции и качества воздушной среды, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (056)756-34-19, e-mail [psz@mail.pgasa.dp.ua](mailto:psz@mail.pgasa.dp.ua), ORCID ID: 0000-0002-6473-253X:

<sup>3</sup> Сумский государственный университет, ул. Р.-Корсакова, 2, 40007, Сумы, Украина, +38(0542) 33-12-05, ; e-mail [vera\\_falko@ukr.net](mailto:vera_falko@ukr.net), ORCID ID: 0000-0001-5548-3933

**Аннотация. Цель.** Для точечного, группы точечных, площадного источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферу разработаны математические модели задачи оценки экологического риска и методология их решения, но для прямоугольного площадного источника выбросов в случае, когда ветер направлен перпендикулярно одной из его сторон методика решения задачи не разработана. Разработка этой методики и является целью представленной работы. **Методика.** Методика исследования основывается на анализе математических моделей соответствующего прямоугольного площадного источника, методологии решения задачи оценки экологического риска для точечного, группы точечных и площадного источников на действующей методике ОНД-86. Направление анализа – построение алгоритма решения задачи оценки экологического риска для рассматриваемого площадного источника. **Результаты.** Анализ материалов показал, что отличие задач оценки экологического риска для разных источников в том, что они создают разные характеристики плотности распределения случайных величин концентраций загрязняющих веществ, которыми характеризуются в заданной точке А местности случайные поля концентраций. Таким образом, рассматриваемая методика будет отличаться от полученных методик для точечного и группы точечных источников способом определения указанных плотностей. Разработанный алгоритм позволяет определить числовые характеристики скалярных случайных полей концентраций отдельных загрязняющих веществ а также их однородные плотности распределения в точке А; числовые характеристики векторного случайного поля концентраций всех загрязняющих веществ и многомерную плотность их распределения в точке А; соответственно этим плотностям частичный и суммарный экологические риски. Алгоритм содержит шесть блоков: Блок 1. Исходная база данных; Блок 2. Определение математических ожиданий максимальных концентраций загрязняющих веществ от условного точечного источника выбросов; Блок 3. Определение математических ожиданий концентраций загрязняющих веществ в точке А от площадного источника; Блок 4. Определение среднеквадратических отклонений концентраций загрязняющих веществ и коэффициентов корреляции между ними; Блок 5. Определение частичных и суммарного экологических рисков в точке А; Блок 6. База результатов расчетов. **Научная новизна.** Впервые решение новой научной задачи теоретической оценки экологического риска для человека при безаварийно функционирующем прямоугольном площадном источнике выбросов ЗВ в атмосферу приведено в алгоритм. **Практическая значимость.** Алгоритм рекомендуется использовать в проектах строительства (реконструкции) производств с целью достижения высокой надежности обеспечения качества атмосферного воздуха по критерию ГДК<sub>МР</sub>.

*Ключевые слова:* площадной источник; выбросы загрязняющих веществ; стохастическая модель; экологический риск для человека; методика

## **METHOD DEVELOPMENT OF ECOLOGICAL RISK DETERMINATION FOR A HUMAN FROM AREAL SOURCE OF EMISSIONS**

ZINCHENKO V.<sup>1\*</sup>,  
POLISHCHUK S.<sup>2</sup>, *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*  
FALCO V.<sup>3</sup>, *Cand. Sc. (Tech.)*

<sup>1\*</sup> Sumy Regional State Administration, Nezavisimosti sq., 2, 40030, Sumy, Ukraine, +38(0542) 62-58-80, e-mail [zvonok.60vz@gmail.com](mailto:zvonok.60vz@gmail.com), ORCID ID: 0000-0001-5162-214X

<sup>2</sup> Department of Heating, Ventilation and Air Protection, Prydniprov's'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture, Chernyshevs'kogo str., 24-a, 49600, Dnipropetrovs'k, Ukraine, tel. +38 (056)756-34-19, E-MAIL [PSZ@MAIL.PGASA.DP.UA](mailto:PSZ@MAIL.PGASA.DP.UA), ORCID ID: 0000-0002-6473-253X

<sup>3</sup> Sumy State University, R.-Korsakova str., 2, 40007, Sumy, Ukraine, +38(0542) 33-12-05, e-mail [vera\\_falko@ukr.net](mailto:vera_falko@ukr.net), ORCID ID: 0000-0001-5548-3933

**Abstract. Purpose.** The numerical schemes of ecological risk assessment problem together with its solving methodology for point source, group of point sources and areal sources of air contaminants emissions are developed. However, the solving assessment problem methodology for an orthogonal areal emissions source with the wind running perpendicularly to one of its sides has not been designed yet. This article deals with the problem of its elaboration. **Methodology.** The survey methodology is based upon numerical schemes of corresponding orthogonal areal emissions source and solving methodology for ecological risk assessment problem, according to the current method OND-86. The analysis category is specified as elaboration of a solving method for ecological risk assessment problem for a respective areal source. **Findings.** The material analysis revealed that the difference between ecological risk assessment problems for different sources is the following: they produce different characteristics of random values distribution density for pollutant emissions concentrations, which, therefore, describe concentrations random values in the given point A of the area. Consequently, the considered methodology differs from already given methods for a point source and group of point sources by means of stated densities determination. Numerical characteristics of scalar random concentration patterns for certain pollutants together with their uniform distribution density in the point A; numerical characteristics of vectorial random concentrations field for all pollutants and their multivariate density in the point A; fragmentary and total ecological risks correspondingly to these densities can all be determined by the developed method. The regarded method consists of six stages: Stage 1. Source data base; Stage 2. Mathematical expectations determination of maximal pollutants concentrations emitted by a conventional pollutants point source; Stage 3. Mathematical expectations determination of pollutants concentrations emitted by the point A of an areal pollutants source; Stage 4. Determination of pollutant concentrations mean-square deviations and correlation parameters between them; Stage 5. Determination of fragmentary and total ecological risks in the point A; Stage 6. Calculation date base. **Originality.** Algorithmic approach to a new scientific problem of theoretic ecological risk assessment for a human upon conditions of accident-free operation of air pollutants orthogonal areal emissions

source. *Practical value.* The developed algorithm is recommended to apply in projects of enterprise building (reconstruction) aiming at high reliability of air quality assurance according to a maximum limit allowed criterion.

**Key words:** areal source; pollutants emissions; stochastic model; ecological risk for a human; methodology

### **Вступ**

У проблемі екологічної безпеки важливим є новий напрямок знань – оцінка екологічного ризику. Оцінку екологічного ризику вважають найбільш перспективним підходом до оцінювання ступеню екологічної безпеки території. Концепція оцінки екологічного ризику практично у всіх країнах світу і міжнародних організаціях розглядається як головний механізм розробки та прийняття управлінських рішень з охорони навколишнього природного середовища [3, 8, 10, 15]. Оцінка ризику – це аналіз причин його виникнення і масштабів прояву в конкретній ситуації.

Сьогодні оцінка ризику є єдиним аналітичним інструментом, що дозволяє визначити фактори ризику для здоров'я людини, їх співвідношення, і на цій основі встановити пріоритети діяльності з мінімізації ризику. Кількісна оцінка ризику — процес оцінки чисельних значень ймовірності й наслідків небажаних процесів, явищ і подій [7, 16]. Як стверджує автор [1], у цей час оцінка екологічного ризику для здоров'я людини є досить складним науково-дослідним завданням, далеким від остаточного розв'язання. Тому розробка методичних підходів щодо оцінки екологічного ризику є актуальним завданням сьогодення. Так, у монографії авторами [8] систематично викладено теорію і практику оцінювання екологічного ризику, розглянуто існуючі методи, моделі та загальну методологію його оцінки, загальну стратегію управління екологічним ризиком.

Залишаються відкритими і продовжують дискутуватися питання понять «ризик», «оцінка ризику», «управління ризиком» [7, 8, 9, 12, 16]. У монографії [13] для використання у проектах будівництва (реконструкції) підприємств сумарний екологічний ризик для людини  $\alpha$  від забруднення атмосферного повітря визначено як ймовірність перевищення випадковою концентрацією хоча б однієї забруднюючої речовини (ЗР) своєї нормативної максимальної разової гранично допустимої концентрації (ГДК<sub>МР</sub>). Часткові екологічні ризики  $\alpha_k$  розглядаються як ймовірність перевищення випадковою концентрацією окремої ЗР своєї ГДК<sub>МР</sub>. Для визначення таких ризиків від точкового [13], групи точкових [4, 5, 14], площадного [2, 6] джерел викидів ЗР у атмосферу встановлені теоретичні і експериментальні стохастичні закономірності зміни приземних концентрацій ЗР від дії випадкових змін проектних параметрів джерел і характеристик навколишнього середовища. Вони представлені у вигляді випадкових полів: векторного – для системи випадкових концентрацій усіх ЗР і скалярного – для випадкової концентрації окремої ЗР. Для цих джерел розроблені математичні моделі

задачі оцінки екологічного ризику і методологія їх рішення. Але для прямокутного площадного джерела викидів у випадку, коли вітер направлений перпендикулярно одній із його сторін методика рішення задачі не розроблена.

### **Мета**

Метою даної роботи є розробка методики визначення екологічного ризику для прямокутного площадного джерела викидів у випадку, коли вітер направлений перпендикулярно одній із його сторін.

### **Методика**

Методика дослідження базується на аналізі математичних моделей відповідного прямокутного площадного джерела [2, 6], методології рішення задачі оцінки екологічного ризику для точкового [13], групи точкових джерел [4, 5, 14] та на діючій методиці ОНД-86 [11].

Напрямок аналізу – побудова алгоритму рішення задачі оцінки екологічного ризику для розглядуемого площадного джерела.

### **Результати**

Аналіз матеріалів [4, 5, 13, 14] показує, що відмінність задач оцінки екологічного ризику для різних джерел полягає у тому, що вони утворюють різні характеристики щільності розподілу випадкових величин концентрацій ЗР, якими характеризуються в заданій точці  $A$  місцевості випадкові поля концентрацій. Але загальний підхід до оцінки екологічних ризиків і їх визначення залишаються єдиними.

Таким чином, методика, що розглядається, буде відрізнятися від отриманих методик для точкового і групи точкових джерел засобом визначення вказаних щільностей. З огляду на це для заданого положення на місцевості прямокутного площадного джерела, його проектних параметрів і характеристик зовнішнього середовища, а також координат  $x_A, y_A$  точки  $A$ , у якій визначається екологічний ризик при вітрі, що направлений перпендикулярно одній із сторін джерела, необхідно знайти:

– числові характеристики скалярних випадкових полів концентрацій окремих ЗР і їх одномірні щільності розподілу  $f(C_k)$  у точці  $A$ ;

– числові характеристики векторного випадкового поля концентрацій усіх ЗР і багатовимірну щільність їх розподілу  $f(C_1, C_2, \dots, C_m)$  у точці  $A$ ;

– відповідно цим щільностям часткові  $\alpha_k$ ,  $k = \overline{1, n}$  і сумарний  $\alpha$  екологічні ризики.

Розгляд математичних моделей для площадного джерела [2] показує, що їх рішення повинно використовувати елементи методики оцінки екологічного ризику від точкового джерела [13], а також методики ОНД-86 [11]. Це зумовлено тим, що при вітрі, що направлений перпендикулярно одній із сторін джерела, концентрації ЗР взначаються з використанням максимальних концентрацій введеного умовного точкового джерела. Крім того моделі складаються з аналітичних залежностей, тому методика, що розглядається, повинна мати відповідний порядок (алгоритм) розрахунків за цими залежностями. Зважаючи на це у алгоритмі доцільно виділити наступні змістові блоки.

Блок 1. Вихідна база даних. У ній задані наступні величини:

1.1 Характеристики площадного джерела

1.1.1  $L_1, L_2, \sigma_{L_1}, \sigma_{L_2}$  – математичні сподівання (м. с.) та середньоквадратичні відношення (с. к. в.) розмірів сторін прямокутного площадного джерела відповідно поперек та вздовж напрямку вітру, м;

1.1.2 число  $n$  і перелік  $k$ -х,  $k = \overline{1, n}$  ЗР, що викидаються у атмосферне повітря;  $\Gamma ДК_{МРk}$  усіх ( $k = \overline{1, n}$ ) ЗР (при відсутності величини  $\Gamma ДК_{МРk}$  приймається тимчасовий норматив ОБУВ [13],  $мг/м^3$ ;

1.1.3  $M_k, \sigma_{M_k}$  – м. с. та с. к. в. загальних викидів  $k$ -х ЗР від площадного джерела, г/с.

1.2 Характеристика умовного точкового джерела

1.2.1 М. с. та с. к. в. наступних проектних параметрів джерела із круглим гирлом:  $H, \sigma_H$  – висота, м;  $D, \sigma_D$  – діаметр гирла, м;  $x, y, \sigma_x, \sigma_y$  – координати підстави джерела, м;  $M_k, \sigma_{M_k}$  – маса, що викидається у одиницю часу, г/с;  $F_k, \sigma_{F_k}$  – безрозмірний коефіцієнт, що враховує швидкість осідання ЗР у атмосферному повітрі;  $w_0, \sigma_{w_0}$  – середня швидкість викиду газоповітряної суміші з гирла, м/с;  $T_e, \sigma_{T_e}$  – температура газоповітряної суміші,  $^{\circ}C$ ;  $\Delta C_k, \sigma_{\Delta C_k}$  – похибка методики визначення концентрації ЗР.

1.3. Характеристики зовнішнього середовища

1.3.1 Точка  $O_u$  початку вітрової системи координат, що розміщена у середині краю джерела розміром  $L_2$ , що знаходиться з боку вітру; вісь  $O_u x_u$  направлена за вітром, вісь  $O_u y_u$  перпендикулярна до неї і направлена вправо від напрямку вітру;  $x_u^A, y_u^A, \sigma_{x_u^A}, \sigma_{y_u^A}$  – м. с. та с. к. в. координат точки  $A$ , у якій оцінюється екологічний ризик, в вітровій системі координат.

1.3.2 М. с. і с. к. в. наступних характеристик:  $A, \sigma_A$  – коефіцієнт, що залежить від температурної стратифікації атмосфери;  $\eta, \sigma_\eta$  – безрозмірний

коефіцієнт, який враховує вплив рельєфу місцевості;  $T_n, \sigma_{T_n}$  – температура навколишнього атмосферного повітря,  $^{\circ}C$ ;  $u, \sigma_u$  – швидкість вітру, м/с;  $\varphi, \sigma_\varphi$  – напрямок вітру, град;  $C_{\varphi k}, \sigma_{\varphi k}$  – фонові концентрації,  $мг/м^3$ .

Блок 2. Визначення математичних сподівань  $C_{Mk}^{**}$  максимальних концентрацій ЗР від умовного точкового джерела викидів

Величини  $C_{Mk}^{**}$  визначити за п. 2.1 – 2. 7, 2. 16 (формули (2.1) – (2. 12б), (2.38) – (2.40)) ОНД-86 [11] з використанням заданих у Блоці 1 м. с. проектних параметрів  $M_k, F_k, H, D, w_0, T_e, L, b$  і характеристик зовнішнього середовища  $A, \eta, T_n$ .

Блок 3. Визначення м. с.  $C_k^*$  концентрацій ЗР у точці  $A$  від площадного джерела

3.1 У залежності від заданих в Блоці 1 м. с. проектних параметрів умовного точкового джерела і характеристик зовнішнього середовища, наведених вище у п. 2.1, отримати: небезпечну швидкість вітру  $u_m$  за формулами (2.16) – (2.17.в) ОНД-86 [11]; безрозмірний коефіцієнт  $d$  за формулами (2.14а) – (2.15.в) ОНД-86 [11]; відстані  $x_{Mk}^A, k = \overline{1, n}$ , на яких при небезпечній швидкості вітру досягається максимальна концентрація, за формулою (2.13) ОНД-86 [11].

3.2 За отриманими у п. 3.1 величинами  $C_k^{**}, u_m, x_{Mk}^A$ , а також заданих в Блоці 1 м. с. величин  $x_u^A, y_u^A, L_2, C_{\varphi k}^*, \Delta C_k^*$  з використанням формули (5) [2] для кожної ЗР визначити м. с.  $C_k^*, k = \overline{1, n}$  концентрації у точці  $A$  від площадного джерела викидів.

Блок 4. Визначення с. к. в.  $\sigma_k, k = \overline{1, n}$  концентрацій ЗР та коефіцієнтів кореляції  $r_{k,p}, k = \overline{1, n}, p = \overline{1, n}, k \neq p$  між ними.

4.1 З використанням формул [2] визначити похідні кожної  $k$ -ї,  $k = \overline{1, n}$  концентрації ЗР за наступними проектними параметрами і характеристиками зовнішнього середовища:

$$M_k, F_k, C_{\varphi k}, H, D, w_0, T_e, \eta, A, T_n, \varphi, L_2, x_A, y_A.$$

4.2 З використанням отриманих у п. 4.1 похідних та наведених у Блоці 1 с. к. в. проектних параметрів та характеристик навколишнього середовища за формулами (6), (7) [2] визначити с. к. в.  $\sigma_k, k = \overline{1, n}$  концентрацій ЗР та коефіцієнтів кореляції  $r_{k,p}, k = \overline{1, n}, p = \overline{1, n}, k \neq p$  між ними

Блок 5. Визначення часткових  $\alpha_k, k = \overline{1, n}$  та сумарного  $\alpha$  екологічних ризиків у точці  $A$ .

5.1 З використанням отриманих у п. 3.2 м. с.  $C_k^*$ ,  $k = \overline{1, n}$ , отриманих у п. 4.2 с. к. в.  $\sigma_k, k = \overline{1, n}$  для усіх  $n$  ЗР та заданих для них у Блоці 1 ГДК<sub>МРк</sub>,  $k = \overline{1, n}$ , за залежностями (20), (21) [2] отримати величини  $\alpha_k, k = \overline{1, n}$ .

5.2 З використанням отриманих у п. 3.2 м. с.  $C_k^*$ ,  $k = \overline{1, n}$ , отриманих у п. 4.2 с. к. в.  $\sigma_k, k = \overline{1, n}$  для усіх ЗР і коефіцієнтів кореляції  $r_{k,p}, k = \overline{1, n}, p = \overline{1, n}, k \neq p$ , а також заданих у Блоці 1 ГДК<sub>МРк</sub>,  $k = \overline{1, n}$ , за залежностями (18), (19) [2] отримати величину сумарного екологічного ризику  $\alpha$ .

Блок 6. База результатів розрахунків

Результати розрахунків оформлюються у вигляді таблиць та видаються на роздруківку.

#### Наукова новизна і практична значимість

Уперше рішення нової наукової задачі теоретичної оцінки екологічного ризику для людини

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ / REFERENCES

4. Барбашова, Н. В. Взаємозв'язок понять «екологічний ризик» та «екологічна безпека» / Н. В. Барбашова // Актуальні проблеми держави і права. – 2014. – Вип. 72 – С. 245–253.

Barbashova N. V., Vzayemozvyazok ponyat' «ekologichnyy ryzyk» ta «ekologichna bezpeka» [The realation of definitions “ecological risk” and “ecological safety”]. Aktual'ni problem derzhavy i prava [Issues of State and Law], 2014, issue 72, pp. 245-253.

5. Благодатний, В. В. Розробка математичної моделі площадного джерела викидів [Електронний ресурс] / В. В. Благодатний, В. В. Фалько, В. Ю. Зінченко // Вісник НУК імені адмірала Макарова. – 2013. – № 2 – Режим доступу: <http://ev.nuos.edu.ua>

Balгодantyy V. V., Falko V. V., Zinchenko V. Yur. Rozrobka matematychnoyi modeli ploschadnogo dzherela vykydiv [Mathematical scheme development for an areal pollutants emissions source]. Visnik NUK imeni admiral makarova [Bulletin of Admiral Makarov National Univeristy of Shipbuilding], 2013, issue 2, Rezhym dostupu: <http://ev.nuos.edu.ua>

6. Екологічна та природно-техногенна безпека України: регіональний вимір загроз і ризиків [Електронний ресурс] // Стратегічні пріоритети. – 2013. – № 2. – С. 182–184. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/j-pdf/spa\\_2013\\_2\\_28.pdf](http://nbuv.gov.ua/j-pdf/spa_2013_2_28.pdf)

Ekologichna ta pryrodno-tehnogenna bezpeka Ukrayiny: regional'nyy vymir zagroz i ryzykiv [Ecological, natural and atropogenic safety of Ukraine: regional survey of threats and risks]. Strategichni pryoritety [Strategic Priorities], 2013, issue 2, pp. 182-184.

7. Зінченко, В. Ю. Особенности оценки экологического риска для здоровья человека от группы стационарных источников загрязнения атмосферного воздуха / В. Ю. Зінченко, В. В. Фалько, Н. А. Емец //

при безаварійно функціонуючому прямокутному площадному джерелі викидів ЗР у атмосферне повітря доведено до алгоритму. Алгоритм рекомендовано використовувати у проєктах будівництва (реконструкції) підприємств з метою досягнення високої надійності забезпечення якості атмосферного повітря за критерієм ГДК<sub>МР</sub>, що зараз не виконується.

#### Висновки

З використанням стохастичної математичної моделі розповсюдження забруднень в атмосфері розроблена методика оцінки екологічного ризику перевищення випадковими концентраціями ЗР, що викидаються прямокутним джерелом своїх ГДК<sub>МР</sub>. Подальші дослідження повинні бути направлені на розробку методології управління екологічним ризиком за допомогою вибору проєктних параметрів джерела і досягнення високої надійності забезпечення якості атмосферного повітря за критерієм ГДК<sub>МР</sub>.

Екологія і природокористування. – 2013. – Вип. 16. – С. 272–278.

Zinchenko V. Yur., Falko V. V., Yemets N. A., Osobennosti otsenki ekologicheskogo riska dlya zdorovya cheloveka ot gruppy statsyonarnykh istochnikov zagryazneniya atmosfernogo vozduha [Ecological risk assessment aspects for human health from a group of emissions point sources]. Ekologiya i pryrodokorystuvannya [Ecology and Nature Management], 2013, issue 16, pp. 272-278.

8. Зінченко, В. Ю. Розробка математичної моделі методу рішення задачі прогнозування оцінки екологічного ризику від групи точкових джерел / В. Ю. Зінченко, В. В. Фалько // Екологічна безпека. – 2013. – №2 (16). – С. 36–39.

Zinchenko V. Yur., Falko V. V., Rozrobka matematychnoyi modeli metodu rishennya zadachi prognoznoyi otsinky ekologichnogo ryzyku vid gruppy tochkovykh dzherel [Mathematical scheme development of solving method for ecological risk prognostic assessment problem from a group of emissions point sources]. Ekologichna bezpeka [Ecological safety], 2013, issue 2 (16), pp. 36-39.

9. Зінченко, В. Ю. Прогнозна оцінка екологічного ризику для людини від площадного джерела викидів при довільному напрямку вітру / В. Ю. Зінченко, В. В. Фалько, С. З. Поліщук, А. В. Поліщук // Строительство. Материаловедение. Машиностроение. Сб. научн. тр. Вып. 76 – Днепропетровск, ПГАСА, 2014. – С. 132–136.

Zinchenko V. Yur., Falko V. V., Polishchuk S. Z., Polishchuk A. V., Prognozna otsinka ekologichnogo ryzyku dlya lyudyny vid ploschadnogo dzherela vykydiv pry dovol'nomu napryamku vitru [Ecological risk prognostic assessment for a human from an areal pollutants emission source under the conditions of arbitrary wind direction]. Stroitel'stvo. Materialovedeniye. Mashinostroyeniye. [Building. Material Engineering. Machine Building], 2014, issue 76, pp. 132-136.

10. Камнева, І. О. Теоретико-методологічні основи оцінки екологічного ризику на промисловому підприємстві

[Електронний ресурс] / І. О. Камнева // Електронне наукове фахове видання «Ефективна економіка» – 2015. – № 6. – Режим доступу: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=4182>

Kamnyeva I. O. Teoretyko-metodologichni osnovy otsinky ekologichnogo ryzyku na promyslovomu pidpruyemstvi [Theoretical and methodological base of ecological risk assessment at industrial enterprise]. *Efektivna ekonomika* [Effective Economy], 2015, issue 6, Rezhym dostupu: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=4182>

11. Лисиченко, Г. В. Методологія оцінювання екологічних ризиків: [монографія] / Г. В. Лисиченко, Г. А. Хміль, С. В. Барбашев. – О.: Астропринт, 2011. – 368 с.

Lysychenko H. V., Khmil' H. A., Barbashev S.V., Metodologiya otsynuvannya ekologichnyh ryzykiv [Methodology of ecological risks assessment], 2011, 368 p.

12. Мовчан, Я. І. Оцінка екологічного ризику погіршення сучасного стану урбанізованих територій / Я. І. Мовчан, О. В. Рибалова, Д. В. Гулевець // Вост. – Европ. журн. передових технологій. – 2013. – №3/11. – С. 37–42.

Movchan Ya. I., Rybalova O. V., Huluvets' D. V., Otsinka ekologichnogo ryzyku pogirshennya suchasnoho stanu urbanizovanyh terytoryy [Ecological risk assessment of modern urban territories deterioration]. *Vost.-Yevrop. zhurnal peredovyh tehnologiy* [Eastern-European Bulletin of Modern Technologies], 2013, issue 3/11, pp. 37-42.

13. Обиход, Г. О. Методичні підходи щодо оцінки рівня екологічної небезпеки регіонів України [Електронний ресурс] / Г. О. Обиход, Т. Л. Омеляненко // «Ефективна економіка». – 2012. – № 3. – Режим доступу: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=1429>

Obihod H. O., Omelyanenko T. L., Metodichni pidhody shchdo otsinky rivnya ekologichnoyi nebezpeky regioniv Ukrainy [Methodological approaches to level assessment of ecological danger in regions of Ukraine]. *Efektivna ekonomika* [Effective Economy], 2012, issue 3, Rezhym dostupu: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=1429>

14. ОНД-86. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ в выбросах предприятий. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 94 с.

OND-86. Metodika rasshcheta kontsentratsyy v atmosfernom vozduhe vrednyh veshchestv v vybrosah predpriyatyy [Methodology of concentrations estimation for air pollutants emissions], 1987, 94 p.

15. Полторацкая, В. Н. Математическая модель оценки фактического экологического риска для одиночного точечного источника / В. Н. Полторацкая // Экология та ноосферология. – 2014. – Т. 25. – № 3–4. – С.91–98.

Poltoratskaya V. N., Matematicheskaya model' fakticheskogo ekologicheskogo riska dlya odinichnogo tochechnogo istochnika [Mathematical scheme of actual ecological risk for a single point source]. *Ekologiya ta noosferologiya* [Ecology and Noospherology], 2014, issue 3-4, pp. 91-98.

16. Фалько, В. В. Екологічний ризик для людини від забруднення атмосферного повітря (теоретична оцінка): [монографія] / В. В. Фалько, С. З. Поліпук, А. В. Токовенко (Артамонова). – Дніпропетровськ: Економіка, 2014. – 194 с.

Falko V. V., Polishchuk S. Z., Tokovenko (Artamonova) A. V., Ekologichnyy ryzyk dlya lyudyny vid zabrudnennya atmosfernogo povitrya (teoretychna otsinka) [Ecological risk for a human from air pollution (theoretical assessment)], 2014, p.194.

17. Фалько, В. В. Анализ экологического риска для человека от группы точечных источников выбросов / В. В. Фалько, В. Ю. Зинченко // Охорона довкілля: зб. наук. статей XI Всеукраїнських Таліівських читань. – Х.: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2015. – С. 96–100.

Falko V. V., Zinchenko V. Yur., Analiz ekologicheskogo riska dlya cheloveka ot grupy tochechnykh istochnikov vybrosov [Ecological risk analysis for a human from a group of emissions point sources]. *Okhorona dovkillya: zb. nauk. statey XI Vseukrayinskykh Taliyiv'skyh chytan'* [Natural Environment Protection: Collection of Articles of XI All-Ukrainian Taliyiv Readings], 2015, pp. 96-100

18. Хазан, В. Б. Визначення екологічної безпеки на підставі дослідження системи екологічних ризиків [Електронний ресурс] / В. Б. Хазан, П. В. Хазан // Екологія і природокористування. – 2013. – Вип. 16. – С. 64–70. – Режим доступу: <http://nbuv.gov.ua/j-pdf/ecolpr> 2013 16 10/pdf

Khazan V. B., Khazan P. V., Vyznachennya ekologichnoyi bezpeky na pidstavi doslidzhennya systemy ekologichnyh ryzykiv [Ecological safety determination on the base of ecological risks survey]. *Ekologiya ta pryrodokorystuvannya* [Ecology and Nature Management], 2013, issue 16, pp. 64-70, Rezhym dostupu: <http://nbuv.gov.ua/j-pdf/ecolpr> 2013 16 10/pdf

19. Цуца, Н. М. Екологічний ризик [Електронний ресурс] / Н. М. Цуца // Квалілогія книги. – 2014. – № 2. – С. 70–73 – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Kk\\_2014\\_2\\_16.pdf](http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Kk_2014_2_16.pdf)

Tsutsa N. M., Ekologichnyy ryzyk [Ecological risk]. *Kvalilologiya knygy* [Qualilology of a Book], 2014, issue 2, pp. 70-73, Rezhym dostupu: [http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Kk\\_2014\\_2\\_16.pdf](http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Kk_2014_2_16.pdf)

*Статья рекомендована к публикации д-ром.техн.наук, проф. А.С. Беликовым (Украина);*

*д-ром.техн.наук, проф. Л.С. Савиным (Украина)*

Поступила в редколлегию 21.09.2015