

УДК 502.31

## ПОБУДОВА КАРТ-СХЕМ РОЗПОДІЛУ ВИКИДІВ ОСНОВНИХ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН ВІД ПІДПРИЄМСТВ ПО ТЕРИТОРІЇ М. ДНІПРО

ДЕМИДЕНКО А. С. <sup>1\*</sup>, асп.ПОЛИЩУК С. З. <sup>2\*</sup>, д.т.н., проф.ЛЕСНИКОВА І. Ю. <sup>3\*</sup>, к.т.н., доц.МИХАЛЬЧЕНКО А. О. <sup>4\*</sup>, маг.

<sup>1\*</sup> Кафедра гідрометеорології та геоєкології, Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара, пр. Гагаріна, 72, м. Дніпро, 49010, Україна. e-mail: uta.art@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-2279-2569

<sup>2\*</sup> Кафедра опалення, вентиляції і якості повітряного середовища, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (0562) 46-98-19, e-mail: psz@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-6473-253X

<sup>3\*</sup> Кафедра транспортних систем та технологій, Університет митної справи та фінансів, вул. Дзержинського, 2/4, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-05-57, e-mail: lesnikova@i.ua, ORCID ID: 0000-0002-2750-6031

<sup>4\*</sup> Кафедра опалення, вентиляції і якості повітряного середовища, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (099) 222-51-53, e-mail: alina.mikhalchenko.1995@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-8225-6269

**Анотація. Мета.** Побудувати карти-схеми розподілу викидів основних забруднюючих речовин від підприємств по території м. Дніпро. **Методика.** Розглянуто методичний підхід до розрахунку розподілу забруднюючих речовин по зазначеній території та запропонована технологія побудови карти-схеми розподілу забруднень. **Результати.** За допомогою виконаних розрахунків концентрації забруднень отримуємо звідну матрицю, яка використовується для побудови карти-схеми. **Наукова новизна.** Розроблена послідовність побудови карт-схем за допомогою побудови ізоліній із заданими величинами концентрацій викидів. **Практична значимість.** Результати досліджень можуть бути використані в системі екологічного моніторингу у м. Дніпро.

*Ключові слова:* викиди; карта-схема; атмосфера; забруднюючі речовини

## ПОСТРОЕНИЕ КАРТ-СХЕМ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЫБРОСОВ ОСНОВНЫХ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ОТ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО ТЕРРИТОРИИ Г. ДНЕПР

ДЕМИДЕНКО А. С. <sup>1\*</sup>, асп.ПОЛИЩУК С. З. <sup>2\*</sup>, д.т.н., проф.ЛЕСНИКОВА И. Ю. <sup>4\*</sup>, к.т.н., доц.МИХАЛЬЧЕНКО А. А. <sup>3\*</sup>, маг.

<sup>1\*</sup> Кафедра гидрометеорологии и геоэкологии, Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара пр. Гагарина, 72, г. Днепр, 49010, Украина, e-mail: uta.art@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-2279-2569

<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, Днепр, Украина, тел. +38 (0562) 46-98-19, e-mail: psz@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-6473-253X

<sup>3\*</sup> Кафедра транспортных систем и технологий, Университет таможенного дела и финансов, вул. Дзержинского, 2/4, 49600, Днепр, Україна, тел. +38 (056) 756-05-57, e-mail: lesnikova@i.ua, ORCID ID: 0000-0002-2750-6031

<sup>4\*</sup> Кафедра отопления, вентиляции и качества воздушной среды, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепр, Украина, тел. тел. +38 (099) 222-51-53, e-mail: alina.mikhalchenko.1995@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-8225-6269

**Аннотация. Цель.** Построить карты-схемы распределения выбросов основных загрязняющих веществ от предприятий по территории г. Днепр. **Методика.** Рассмотрен методологический подход к расчету распределения загрязняющих веществ по указанной территории и предложена технология построения карты-схемы распределения загрязнений. **Результаты.** При помощи выполненных расчетов концентрации загрязнений получаем сводную матрицу, которая используется для построения карты-схемы. **Научная новизна.** Разработана последовательность построения карт-схем при помощи построения изолиний с заданными величинами концентрации выбросов. **Практическая значимость.** Результаты исследований могут быть использованы в системе экологического мониторинга в г. Днепр.

Ключевые слова: выбросы; карта-схема; атмосфера; загрязняющие вещества

## BUILDING A SCHEMATIC MAP DISTRIBUTION OF EMISSIONS OF MAJOR POLLUTANTS FROM COMPANIES BY TERRITORY IN THE DNEPR CITY

DEMIDENKO A. S.<sup>1\*</sup>, *PhD stud.*,  
POLISHCHUK S. Z.<sup>2\*</sup>, *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*  
LESNIKOVA I. Y.<sup>3\*</sup>, *eng.*  
MYKHALCHENKO A.O.<sup>4\*</sup>, *master's degree.*

<sup>1\*</sup>Department of Hydrometeorology and Environmental Geoscience, Dnepropetrovsk Oles Gonchar National University, Gagarin ave., 72, Dnepro, 49010, Ukraine, e-mail: uta.art@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-2279-2569

<sup>2\*</sup>Department of heating, ventilation and air quality, State Higher Education Establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernishevskogo str., Dnipro 49600, Ukraine, t. +38 (0562) 46-98-19, e-mail: psz@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-6473-253X

<sup>3\*</sup>The Department of Transport Systems and Technology, University of customs and finance ul. Dzerzhinskogo 2/4, Dnipro 49600, Ukraine, +38 (056) 756-05-57, e-mail: lesnikova@i.ua, ORCID ID: 0000-0002-2750-6031

<sup>4\*</sup>Department of heating, ventilation and air quality, State Higher Education Establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernishevskogo str., Dnipro 49600, Ukraine, t. +38 (099) 222-51-53, e-mail: alina.mikhalchenko.1995@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-8225-6269

**Summary. Purpose.** Build-card pattern of emissions of major pollutants by enterprises in the city Dnieper. **Methodology.** Methodical approach to calculating the distribution of contaminants in the territory and the technology-mapping pattern of contamination. **Findings.** Using the calculations the concentration of contaminants obtain a composite matrix that is used to build maps diagrams city Dnieper. **Originality.** Developed sequence mapping circuits by building contour with given values the concentration of emissions. **Practical value.** The research results can be used in environmental monitoring system in the Dnieper.

**Keywords:** emissions; card scheme; atmosphere; contaminants

### Введення

Дніпро відноситься до числа промислових міст України з високою техногенною навантажкою. Проблема забезпечення належної якості повітряної середовища є однією з пріоритетних. Достовірні дані за ступенем забруднення атмосферного повітря в місті можна отримати за результатами вимірювань на стаціонарних постах спостереження. Високий рівень забруднення навколишнього середовища став загрозою для населення промислових районів, сільськогосподарських культур та лісового господарства. Дуже сильно позначається на комфортності життя людей забруднення атмосферного повітря. Тому потрібно послідовно виконувати операційні і господарські заходи з попередження забруднення та розвитку оперативного контролю за станом атмосферного повітря. [1-10].

### Мета

Метою даної статті є формування алгоритму побудови карт-схем розподілу викидів основних забруднюючих речовин від підприємств.

### Результати

Інтерполяція і екстраполяція розподілу величин забруднення від джерел викидів визначалася для двох вибраних областей.

Розглядається  $n$  джерел забруднення  $k = 1, 2, \dots, n$  і  $m$  точок  $j = 1, 2, \dots, m$ , в яких необхідно визначити сумарну величину забруднення від  $n$  джерел (рис.1). Точки  $j$  та  $k$  в системі координат OXY задаються відповідно векторами  $\vec{r}_j \{x_j, y_j\}$  і  $\vec{a}_k \{x_k, y_k\}$ . Спочатку визначається «центр ваги»  $n$  джерел забруднення  $\vec{r}_c$

$$r_{c_x} = \frac{\sum_{k=1}^n x_k}{n}, \quad r_{c_y} = \frac{\sum_{k=1}^n y_k}{n}.$$

Далі визначається максимально віддалене  $k$  джерело забруднення (вектор  $\vec{R}$ ) від «центру ваги»  $n$  джерел і будується коло з центром  $\vec{r}_c$  радіусом  $1.1 \cdot |\vec{R}|$ .

Перша область. Розглядається випадок  $|\vec{L}| \leq 1.1 \cdot |\vec{R}|$ . Необхідно визначити концентрацію забруднення  $C_j$  в точках

$j = 1, 2, \dots, m$ . Для цього скористаємося формулою:

$$C_j = \frac{\sum_{k=1}^n \frac{C_k}{|\vec{r}_k|}}{\sum_{k=1}^n \frac{1}{|\vec{r}_k|}},$$

де  $\vec{r}_k = \vec{a}_k - \vec{r}_j$ ,

$C_k$  - концентрація забруднення в точках  $k = 1, 2, \dots, n$ .

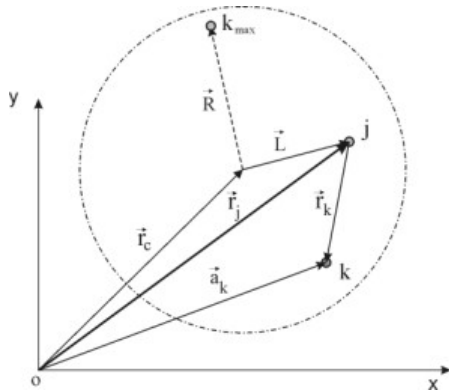


Рис. 1. Перша область розподілу забруднень /

The first area of distribution of pollution

Друга область. Розглядається випадок  $|\vec{L}| > 1.1 \cdot |\vec{R}|$  (рис. 2). Концентрація забруднень  $C_j$  в точках  $j = 1, 2, \dots, m$  визначається за формулою:

$$C_j = \frac{\sum_{k=1}^n \frac{C_k}{|\vec{r}_k|}}{\sum_{k=1}^n \frac{1}{|\vec{r}_k^o|}} + C \cdot \left( 1 - 1.1 \cdot \frac{|\vec{R}|}{|\vec{r}_o|} \right),$$

де  $\vec{r}_k = \vec{a}_k - \vec{r}_j$ ,

$$\vec{r}_k^o = \vec{p} - \vec{a}_k,$$

$$\vec{p} = \vec{r}_c + \vec{f},$$

$$\vec{r}_o = \vec{r}_c - \vec{r}_j,$$

$$\vec{T} = -\vec{r}_o,$$

$$\xi = \frac{1.1 \cdot |\vec{R}|}{|\vec{T}|}, f_x = \xi \cdot T_x, f_y = \xi \cdot T_y,$$

$C_k$  - концентрація забруднення в точках  $k = 1, 2, \dots, n$ ,

$C$  - міська фоновая концентрація забруднення.

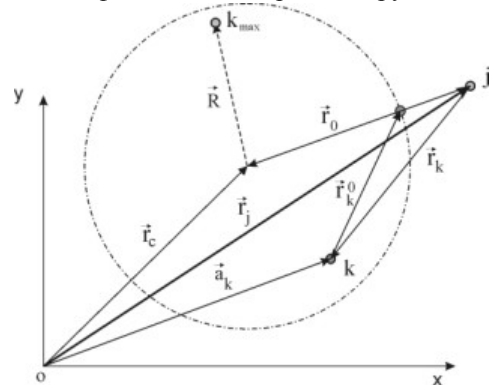


Рис. 2. Друга область розподілу забруднень /

The second area of distribution of pollution

За результатами виконання розрахунків концентрації забруднень  $C_j$  у двох прийнятих областях отримуємо звідну матрицю, яка використовується для побудови ізоліній із заданими величинами концентрацій (викидів) на карті-схемі м. Дніпра.

Технологія виконання робіт по обробці числової інформації (матриці, масиви) і графіки (растрової і векторної) при побудові карт-схем розподілу забруднень по території м. Дніпропетровська є досить трудомісткою. Через відсутність спеціалізованого програмного забезпечення для побудови карт-схем (з повним циклом виконання робіт) більшість операцій виконуються в ручному режимі з використанням стандартних пакетів програм.

Побудова карти-схеми передбачає наступну послідовність виконання робіт з числовою і графічною вихідною інформацією:

- 1) Вибрана план-схема м. Дніпра з нанесеними назвами вулиць і номерів будинків, імпортується в графічне середовище AutoCAD. Далі в ручному режимі наносяться на план-схему місцезоналення джерел викидів підприємства (за адресою підприємства) і його порядковий номер в списку підприємств. Крім того, наноситься місцезоналення стаціонарних і рухомих постів спостережень за викидами забруднень на території міста;
- 2) Вибирається карта-схема м. Дніпропетровська, на якій відображені основні підприємства міста, що може розміститися на аркуші паперу формату A0. Карта-схема м. Дніпропетровська має наступні розміри: по горизонталі 23900 м, по вертикалі 23000 м.

Для ув'язки масштабів і початку системи координат плану-схеми і карти-схеми, вони імпортуються в графічне середовище AutoCAD. Ув'язка масштабів виконується за довжиною

надводної частини нового мосту через річку Дніпро, яка складає близько 1400 м, що цілком достатньо для точності виконання розрахунків;

На мові програмування Microsoft Visual Basic for Applications для середовища AutoCAD розробляється алгоритм і створюється програма для одержання координат нанесених джерел викидів забруднень та постів спостережень. Виконується наладка і тестування написаної програми. Після цього за допомогою розробленої програми у файл записуються координати із плану-схеми м. Дніпропетровська;

4) Цей етап роботи передбачає виконання складніших розрахунків. Тому була вибрана мова програмування, яка може дати продуктивніший машинний код для ПЕОМ. На мові програмування Microsoft Visual C# 2008 розробляється алгоритм і створюється програма для розрахунку звідної матриці розподілу забруднень по території м. Дніпропетровська від точкових джерел викидів на основі методичного підходу, викладеного в попередньому підрозділі. При цьому використовується об'єктно-орієнтований підхід програмування. Розроблюється низка класів, яка дозволяє реалізувати безпосередньо векторні обчислення. Виконується наладка і тестування написаної програми.

Декартова система координат вибирається у нижньому лівому кутку карти-схеми. Відстань між точками розрахунку обрано 100 м. Розрахункова звідна матриця має 231 рядок і 240 стовпців, що складає 55440 елементів матриці. За допомогою програми розраховується звідна матриця розподілу забруднень по території м. Дніпропетровська від точкових джерел викидів;

5) Розрахована звідна матриця розподілу забруднень імпортується в інтегровану систему MATLAB, яка спеціально створена для роботи з матрицями та масивами великих розмірів. На вбудованій мові програмування системи MATLAB створюється невелика програма, за допомогою якої будуються ізолінії за даними звідної матриці забруднень і заданими діапазонами розподілу ізоліній. Далі вибирається масштаб зображення, задаються товщина ізоліній, розміри шрифту, колірна палітра. З інтегрованої системи MATLAB зображення експортується у файл векторного формату EPS;

6) У програмі CorelDRAW створюється аркуш формату А3 і на нього імпортується карта-схема м. Дніпропетровська і дані з ізолініями. Далі об'єднуються імпортовані зображення та вибирається їх масштаб. В результаті утворюється карта-схема розподілу забруднень по території м. Дніпропетровська.

Відповідно до методичного підходу найбільша кількість забруднюючих речовин (коло з центром  $X$ ,  $Y$  і радіусом простягання  $R$ ) при їх нерівномірному розподілі по території міста наступна (т/рік):

- метали і їх сполучення (координати в декартовій системі координат, розташованій в лівому нижньому кутку карти-схеми,  $X = 10810$  м,  $Y = 10990$  м,  $R = 9070$  м) з відмітками ізоліній 100, 18, 12, 6;

- свинець і його сполучення ( $X = 14980$  м,  $Y = 11770$  м,  $R = 8250$  м) з відмітками ізоліній 2, 1.2, 0.5, 0.15, 0.12;

- суспендовані тверді частинки ( $X = 14060$  м,  $Y = 12950$  м,  $R = 11410$  м) з відмітками ізоліній 1000, 700, 300, 250;

- діоксид азоту ( $X = 14160$  м,  $Y = 12780$  м,  $R = 12220$  м) з відмітками ізоліній 2000, 700, 250, 180;

- азоту оксиди ( $X = 13810$  м,  $Y = 12620$  м,  $R = 11970$  м) з відмітками ізоліній з відмітками ізоліній 20, 8, 1.6, 1.2, 0.8;

- аміак ( $X = 13970$  м,  $Y = 13610$  м,  $R = 10290$  м) з відмітками ізоліній 30, 10, 8, 5;

- сірки діоксид ( $X = 13680$  м,  $Y = 12180$  м,  $R = 9400$  м) з відмітками ізоліній 20000, 10000, 2000, 1300, 800, 400;

- сірководень ( $X = 15520$  м,  $Y = 11350$  м,  $R = 7590$  м) з відмітками ізоліній 30, 20, 12, 7, 5;

- оксид вуглецю ( $X = 14050$  м,  $Y = 12780$  м,  $R = 12190$  м) з відмітками ізоліній 300, 200, 140, 110;

- фенол ( $X = 10810$  м,  $Y = 10990$  м,  $R = 9070$  м) з відмітками ізоліній 6, 3, 1.8, 1.2, 0.9;

- формальдегід ( $X = 12140$  м,  $Y = 10930$  м,  $R = 8980$  м) з відмітками ізоліній 0.07, 0.05, 0.036, 0.03;

- пил ( $X = 14430$  м,  $Y = 12040$  м,  $R = 8800$  м) з відмітками ізоліній 3.5, 2.9, 2.6, 2.2, 1.5.

Слід зазначити, що ЦУМ, розташований в центрі міста, має координати  $X = 14520$  м,  $Y = 11940$  м.

## Висновки

Представлений методичний підхід, заснований на стандартній методиці і розробленому програмному забезпеченні для ПЕОМ, дав можливість інтерполювати і екстраполювати величини викидів шкідливих речовин підприємств, заданих як точкові джерела, на всю територію міста, що дозволило побудувати розподіл величин забруднень у вигляді ізоліній на картах-схемах м. Дніпропетровська.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Долодаренко В. А. К вопросу управления экологическим риском на предприятии / В. А. Долодаренко, А. В. Полищук, А. В. Токовенко, В. В. Фалько // Материали проблем технічної механіки: Матеріали Міжнар. конф. (м. Дніпропетровськ–Дніпродзержинськ, Україна, 13-15 квітня 2011 р.). – 2011. – С. 7–8.
2. Полторацкая В. Н. Оценка экологического риска от загрязнения атмосферного воздуха на основе данных подфакельных измерений: автореф. дис. канд. техн. наук:18.04.13/Полторацкая В. М.; Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, 2013.-20с.
3. 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.
4. 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>
5. 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.
6. Шматков Г. Г. Оцінка забруднення атмосферного повітря викидами пилу від стаціонарних джерел промислових підприємств, які розташовані в м. Дніпропетровськ / Г. Г. Шматков, Ю. І. Мінков // Екологія і природокористування. – Дніпропетровськ, 2011. – Вип. 14. – С. 72–75.
7. 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)
8. Зинченко, В. Ю. Особенности оценки экологического риска для здоровья человека от группы стационарных источников загрязнения атмосферного воздуха / В. Ю. Зинченко, В. В. Фалько, Н. А. Емец // Екологія і природокористування. – 2013. – Вип. 16. – С. 272–278.
9. Державні будівельні норми ДБН А.2.2. – 1 – 2003. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд. – К.: Держкомбударх, 2003 – 19 с.
10. ОНД - 86. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. – Л.: Гидрометеозидат, 1987. – 94 с.
11. Фалько В. В. Екологічний ризик для людини від забруднення атмосферного повітря (теоретична оцінка) / Фалько В. В., Полищук С. З., Токовенко (Артомонова) А. В. – Дніпропетровськ. – Економіка, 2014 – 194 с.

## REFERENCES

1. Dolodarenko V. A., Polishchuk A. V., Tokovenko A. V., Fal'ko V. V. *K voprosu upravleniya upravleniya ekologicheskim riskom na prepriyatii*. [On the question of environmental risk management in the enterprise]. Materialy problem tehnicnoii mehaniky; Materialy Mijnarodnoii konferencii. M. Dnipropetrovs'k. [Technical Mechanics of Materials Problems: Proceedings of Intern. Conf], 2011, p.7-8.
2. Poltoratskaya V. N., *Otsenka ekologicheskogo riska ot zagryazneniya atmosfernogo vozduha na osnove dannyh podfakel'nyh izmerenii: avtoref. dys. kand. tehn. nauk*. [Environmental risk assessment of air pollution on the basis of measurements undertorch: Author. Dis. cand. tehn. Sciences]. Prydniprov's'ka derjavna akademiya budivnytstva ta arhitektury. [Prydniprov's'k State Academy of Construction and Architecture], 2013, 20p.
3. 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.
4. Balgodantyy V. V., Falko V. V., Zinchenko V. Yur. *Rozrobka matematychnoyi modeli ploschadnogo dzhherela vykydiv* [Mathematical scheme development for an areal pollutants emissions source]. Visnuk NUK imeni admiral makarova [Bulletin of Admiral Makarov National Univeristy of Shipbuilding], 2013, issue 2, Rezhym dostupu: <http://ev.nuos.edu.ua>
5. Zinchenko V. Yur., Falko V. V., *Rozrobka matematychnoyi modeli metodu rishennya zadachi prognoznoyi otsinky ekologichnogo ryzyku vid grupy tochkovyh dzhherel* [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.
6. Shmatkov G.G., *Otsinka zabrudnennya atmosfernogo povitrya vykydamy pylu vid statsionarnyh djerel promyslovyh pidpryemstv, yaki roztashovani v m. Dnipropetrovs'k* [Assessment of air pollution dust emissions from stationary sources of industrial enterprises, which are located in c. Dnepropetrovsk]. Ekologiya i pryrodokorystuvannya. [Ecology and Environmental Sciences], 2011, issue 14, pp. 72-75.
7. *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.
8. Zinchenko V. Yur., Falko V. V., Yemets N. A., *Osobennosti otsenki ekologicheskogo riska dlya zdorovya cheloveka ot grupy statsyonarnyh 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. 272-27
9. *Derjavni budivel'ni normy DBN A.2.2.* [State Construction Standard SCS]. *Sklad i zmist materialiv otsinky vplyviv na navkolyshne seredovishche (OVNC) pry proektuvanni i budivnytstvi pidpryemst, budynkiv i sporud.* [Composition and content of impact assessment (EIA) in the design and construction of plants, buildings and structures.], 2003, p.19.
10. *OND-86. Metodika rasshcheta kontsentratsyy v atmosfernom vozduhu vrednyh veshchestv v vybrosah predpriyatyy* [Methodology of concentrations estimation for air pollutants emissions], 1987, 94 p.
11. Falko V., Polishchuk S., Tokovenko (Artomonova) *Ekologichnyi ryzyk dlia liudyny vid zabrudnennia atmosfernoho povitrya (teoretychna otsinka)* [ Ecological risk to humans from air pollution (theoretical valuation)] - Dnepropetrovsk. - Economics, 2014 - 194 p.