

УДК: 614.71: 57.042.2

DOI: <http://dx.doi.org/10.11603/mie.1996-1960.2016.2.6478>

УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ІНФОРМУВАННЯ ПРО РИЗИКИ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ ЧЕРЕЗ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

А. І. Горова, Ю. В. Бучавий, В. Є. Колесник

ДВНЗ «Національний гірничий університет»

Запропоновано використання сучасних картографічних web-сервісів для інформування населення промислових міст про ризики, зумовлені забрудненням атмосферного повітря. За результатами багаторічних досліджень забруднення атмосферного повітря промисловими підприємствами Дніпропетровська й оцінювання відповідних ризиків для здоров'я населення через викиди в атмосферу забруднюючих речовин було побудовано інформаційну систему «ГІС ДніПроАтмос».

Ключові слова: ризики для здоров'я, приземні концентрації, джерела забруднення атмосфери, геоінформаційні системи, веб-картографія.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ИНФОРМИРОВАНИЯ О РИСКАХ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ ИЗ-ЗА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

А. И. Горова, Ю. В. Бучавый, В. Е. Колесник

ГВУЗ «Национальный горный университет»

Предложено использование современных картографических web-сервисов для информирования населения промышленных городов о рисках, обусловленных загрязнением атмосферного воздуха. По результатам многолетних исследований загрязнения промышленными предприятиями Днепропетровска атмосферного воздуха и оценки соответствующих рисков для здоровья населения из-за выбросов в атмосферу загрязняющих веществ была построена информационная система «ГИС ДниПроАтмос».

Ключевые слова: риски для здоровья, приземные концентрации, источники загрязнения атмосферы, геоинформационные системы, веб-картография.

IMPROVING THE INFORMATION SYSTEM OF HEALTHY POPULATION RISK CAUSED BY ATMOSPHERIC AIR POLLUTION

A. I. Horova, Yu. V. Buchavyu, V. Ye. Kolesnyk

State High Education School «National Mining University»

Introduction. Every member of society has the right to adequate and objective information on the relative levels of the health risks caused by the influence of anthropogenic factors on the environment [1]. A lot of works devoted to risks assessment on the certain territory due to the influence of anthropogenic factors are held both Ukrainian and foreign scientist [2–4]. However, the results of their research are usually not available or not enough informative for ordinary citizens. Thus, there is a need for new approaches to informing the public about the risks of pollution.

Objective. Work out a system of information of human health risks from air pollution and introduce it to share technology using web-mapping.

Materials and methods. In constructing the recollected information system, data on air pollution from stationary sources forms of statistical reports 2-TP "Air" in 2010 the 22 industrial enterprises of Dnipropetrovsk was analyzed. To estimate the averaged ground-level concentrations of pollutants used a special technique [5].

Risks to public health from air pollution, in accordance with WHO methodic [2] was determined, based on the averaged ground-level concentrations calculation of pollutants caused by emissions of enterprises. Found that priority air pollutants the city, coming from the emissions of enterprises, such as carbon monoxide, sulfur dioxide, nitrogen oxides and hydrogen sulfide have no carcinogenic effect.

© А. І. Горова, Ю. В. Бучавий, В. Є. Колесник

Results and discussion. In accordance with the abovementioned source data and received settlement results according to the approach outlined in [8] was based geographic information system – “GIS DniProAtmos”[9], which is given as a municipal electronic maps and knowledge base to it, describing the hygienic condition of the air. Dnipropetrovsk and serve as a source of awareness of the risks of pollution upon request. The proposed GIS was implemented using the software package ArcGIS Desktop 9.3, and compiled as an interactive web-map by the environment Arcgis-Online. The main problem to be solved in «GIS DniProAtmos»:

- Processing of request for receipts pollutants from industrial emissions over the reporting period;
- mapping for the city averaged surface concentrations of air pollutants caused by industrial emissions;
- obtaining information from stations monitoring the ambient air quality;
- determining the contribution of certain industrial enterprises in the overall air pollution of the city;
- obtain information on individual and population risk to health from emissions of certain industrial enterprises;
- identify priority sources of air pollution in terms of population health risk.

Conclusions. The proposed geographical information system – “GIS DniProAtmos”, which is presented in the form of municipal electronic map and knowledge base are describing the state of air Dnepropetrovsk sanitation indicators. Visual map and relevant knowledge base to it in this system serves as a source of informing people about the risks of air pollution in the city and can be used as ordinary citizens and experts on ecology and hygiene populated cities, as well as heads of industrial enterprises for standardization emissions of pollutants substances on the basis of their impact on public health, as defined by certain risks.

Key words: risks for health, ground-level concentrations, air pollution sources, geographic information systems, web-cartography.

Вступ. Кожен член суспільства має право на достатню і об’єктивну інформацію щодо рівнів відносного ризику для здоров’я, зумовленого впливом антропогенних чинників на довкілля, оскільки обізнаність населення і його участь у прийнятті важливих державних рішень є елементами ефективної політики, зокрема в галузі гігієни довкілля [1]. Інформування населення про ризик від забруднення навколишнього середовища є завершальним етапом оцінки ризиків за методологією ВООЗ [2]. Роботи, присвячені оцінці ризиків для здоров’я населення певної території, зумовлених дією антропогенних чинників, проводяться як вітчизняними, так і закордонними науковцями [3, 4]. Проте результати їх досліджень зазвичай висвітлюються недостатньо, та не є доступними або достатньо інформативними для пересічних громадян. Таким чином, виникає необхідність новітніх підходів до інформування населення про ризики від забруднення довкілля.

Мета роботи: обґрунтувати систему інформування про ризики для здоров’я населення від забруднення атмосферного повітря та впровадження її у загальний доступ за технологіями web-картографування.

Матеріали і методи дослідження. При побудові загальної інформаційної системи використано дані про забруднення атмосфери від стаціонарних джерел за формами статистичної звітності 2-ТП «Повітря» за 2010 рік. Оброблено звіти 22 промислових підприємств, ураховано 82 діючих стаціонарних джерела забруднення атмосфери,

7 пріоритетних забруднювачів атмосфери.

Для розрахунку усереднених приземних концентрацій забруднювачів використовувалися дані джерела [5], що застосовується як додаток до стандартизованої методики ОНД-86. Визначення усереднених за тривалий період концентрацій небезпечних домішок в атмосфері за названими методичними вказівками виконують із урахуванням результатів спостережень за швидкістю і напрямком вітру, а також стійкості атмосфери, технологічних характеристик організованих джерел забруднення атмосфери та обсягів надходжень від пріоритетних забруднювачів за звітний період. Крім того, описаний у цих вказівках математичний апарат має кілька переваг порівняно із традиційною методикою ISCST, розробленою EPA (агентством з охорони довкілля США). Зокрема, враховуються коефіцієнти вертикальної дифузії забруднювачів у повітрі за класами стійкості атмосфери, робляться поправки на рельєф місцевості, житлову забудову тощо.

Згідно з указаною методикою, для джерела з постійними параметрами викиду усереднені приземні концентрації C визначаються за формулою:

$$C(r, \varphi) = \frac{p_1(\varphi)M}{r} \cdot C(r, \varphi),$$

де r і φ – полярні координати розрахункової точки джерела, $p_1(\varphi)$ – функція, що характеризує кутовий розподіл концентрації C виражається через розу

вітрів за вибраний період усереднення, а $C'(r, \varphi)$ обчислюється як

$$C'(r, \varphi) = \int_0^{\infty} d \int_0^{\infty} d\lambda p_2(u) p_3(\lambda) q(r, u, \varphi, \lambda, H_e) \gamma$$

де u – швидкість вітру на рівні флюгера, м/с; λ – безрозмірний параметр, що характеризує умови турбулентного перемішування $\lambda = Kz/(zu1)$, де $z = 1$ м; Kz – коефіцієнт вертикального турбулентного обміну, м²/с та $u1$ – швидкість вітру на висоті 1 м, м/с; $p_2(u)$ і $p_3(\lambda)$ – щільності розподілів ймовірностей відповідних періодів усереднення u і λ , H_e – ефективна висота джерела, м.

Як бачимо, на характер поширення забруднювачів в атмосфері та їх приземні концентрації істотно впливають напрямок вітру, його швидкість та коефіцієнт вертикального турбулентного обміну. Тому для визначення і застосування цих необхідних для моделювання показників було сформовано базу метеорологічних даних м. Дніпропетровська, яка містила 2744 записів спостережень за указаними показниками 2010 року [6].

Оскільки зараз в Україні не проводяться спостереження за показниками вертикальної стійкості атмосфери, цей показник визначався за низкою інших метеорологічних параметрів згідно з алгоритмом, запропонованим у роботі [7]. Цей алгоритм визначення класу стійкості атмосфери за метеорологічними умовами, використаний авторами, засновано на методиці Пасквілла. Проте, враховуючи, що показник вертикальної стійкості атмосфери змінюється впродовж доби, згаданий алгоритм нами модифіковано та уточнено з урахуванням часу добових сутінок і того, що денний час доби визначається за астрономічною висотою Сонця над горизонтом – h (визначається в кутових градусах: $h > 0^\circ$ – день, $0^\circ > h > -18^\circ$ – сутінки; $h < -18^\circ$ – ніч). Отже, запропонований алгоритм дає можливість формалізувати залежність коефіцієнтів вертикальної турбулентної дифузії забруднювачів та враховувати цей показник при обчисленні усереднених приземних концентрацій, зумовлених викидами підприємств на досліджуваних територіях.

Ризики для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря визначались за методикою ВООЗ [2], на основі розрахованих усереднених приземних концентрацій забруднювачів, зумовлених викидами підприємств. Встановлено, що пріоритетні забруднювачі атмосферного

повітря міста, що надходять із викидами підприємств, а саме окис вуглецю, двоокис сірки, окиси азоту та сірководень не мають канцерогенного ефекту. Отже, згідно із зазначеною методикою, характеристика ризику розвитку неканцерогенних ефектів здійснюється шляхом порівняння фактичних рівнів усереднених концентрацій з безпечними (референтними) рівнями впливу та визначенням коефіцієнта безпеки. Для інгаляційного надходження забруднювачів розрахунок коефіцієнта їх безпеки здійснювався за формулою:

$$HQ_i = C_i / RfC,$$

де: HQ – коефіцієнт безпеки впливу i -ї речовини; C_i – усереднена концентрація i -ї речовини, мг/м³; RfC – безпечний рівень впливу, що ототожнюється з середньодобовою гранично допустимою концентрацією, мг/м³.

Індекс безпеки (HI), що характеризує ризик розвитку неканцерогенних ефектів при комбінованому впливі суміші хімічних речовин, обчислювався за формулою:

$$HI = \sum HQ_i,$$

де: HQ_i – коефіцієнти безпеки для окремих компонентів суміші хімічних речовин, що впливають.

Варто зазначити, що оцінка ризику є складовою, необхідною для подальшого управління ризиком та інформування про нього. На основі визначених значень ризиків формувалася відповідний тематичний шар електронної карти міста Дніпропетровська.

Результати та їх обговорення. За згаданими вище вихідними даними та отриманими розрахунковими результатами, відповідно до підходів, описаних у роботі [8], було побудовано географічну інформаційну систему «ГІС ДніПроАтмос» [9], подану у вигляді муніципальної електронної мапи та бази знань до неї, що характеризує санітарно-гігієнічний стан атмосферного повітря Дніпропетровська та є джерелом інформування населення про ризики через його забруднення за відповідними запитами. Запропоновану ГІС реалізовано за допомогою програмного пакета ArcGIS Desktop 9.3, та компільовано як інтерактивну web-карту за допомогою середовища Arcgis-Online. Інтерфейс «ГІС ДніПроАтмос» у цьому середовищі подано на рис. 1.

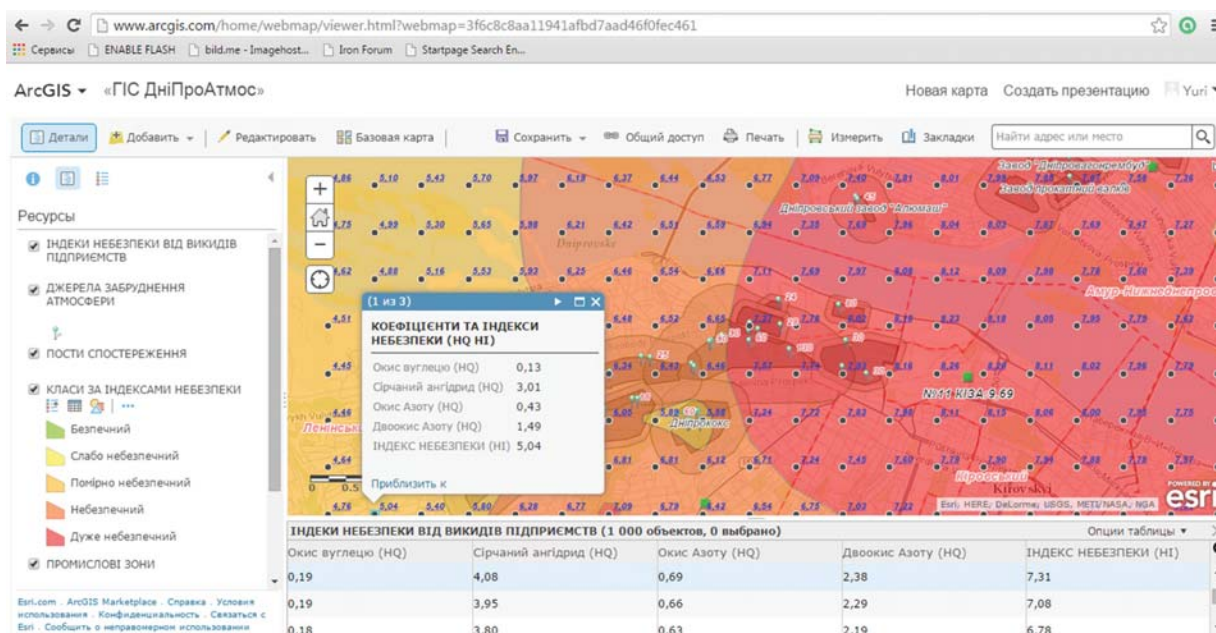


Рис. 1. Інформаційне вікно «ГІС ДніПроАтмос» у середовищі Arcgis-Online

Інформація в електронній карті «ГІС ДніПроАтмос» формується з інформаційних шарів, серед яких:

- райони міста з інформацією про чисельність та щільність населення;
- контури промислових ділянок підприємств з інформацією про валові обсяги викидів забруднювачів за звітний період;
- контури санітарно-захисних зон навколо промислових ділянок, сформованих залежно від класу небезпеки підприємства;
- організовані джерела забруднення атмосферного повітря з інформацією про їх технологічні характеристики;
- точки розрахунку усереднених за звітний період приземних концентрацій, які зумовлюються викидами з організованих джерел;
- градієнт та ізолінії індивідуальних ризиків для здоров'я населення, розрахованих за усередненими приземними концентраціями від забруднення атмосферного повітря викидами підприємств;
- пости спостереження за станом атмосферного повітря з інформацією про середньорічні концентрації забруднювачів, що реєструються;
- таблиці зонально-статистичного аналізу районів міста за показниками популяційного ризику через промислове забруднення атмосферного повітря.

Основні завдання, що вирішуються в «ГІС ДніПроАтмос»:

- обробка запитів про обсяги надходжень забруднюючих речовин від викидів промислових підприємств за звітний період;
- картографування території міста за усередненими приземними концентраціями забруднювачів атмосферного повітря, зумовленими викидами промислових підприємств;
- отримання інформації з постів спостереження за якістю атмосферного повітря;
- визначення вкладу певного промислового підприємства в загальне забруднення атмосфери міста;
- отримання інформації про індивідуальний та популяційний ризик для здоров'я населення від викидів певного промислового підприємства;
- виявлення пріоритетних джерел забруднення атмосфери за показниками популяційних ризиків для здоров'я населення.

Висновки. Запропоновано географічну інформаційну систему – «ГІС ДніПроАтмос», яку подано у вигляді муніципальної електронної карти та бази знань до неї, що характеризують стан атмосферного повітря Дніпропетровська за санітарно-гігієнічними показниками. Наочна карта та відповідна база знань до неї у цій системі є джерелом інформування населення про ризики від забруднення атмос-

ферного повітря міста та може бути використана як пересічними громадянами, так і фахівцями з екології та гігієни населених міст, а також керівниками

промислових підприємств для нормування обсягів викидів забруднюючих речовин з урахуванням їх впливу на здоров'я населення.

Література.

1. Постанова КМ України від 22.02.2006 № 182 «Про затвердження Порядку проведення державного соціально-гігієнічного моніторингу».
2. Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря: методичні рекомендації / МОЗ: наказ від 13.04.2007 №184. – К., 2007. – 28 с.
3. Турос О. І. Аналіз ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря промисловими підприємствами м. Запоріжжя / О. І. Турос // Медичні перспективи. – 2008. – Т. XIII, №1. – С. 93-97.
4. A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990–2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010 / Lim SS et al. // Lancet. – 2013. – 380: 2224–2260.
5. Методические указания по расчету осредненных за длительный период концентраций выбрасываемых в атмосферу вредных веществ (Дополнение к ОНД-86) / Санкт-Петербург. ГГО им. А.И. Воейкова, 2005.
6. Погода в 243 странах мира [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gp5.ru>
7. Бучавый Ю.В., Колесник В.Е. Алгоритм вычисления вертикальной турбулентной диффузии загрязнителей в атмосфере по метеорологическим данным / Матеріали міжнародної конференції «Форум гірників – 2011». – Д. : Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет», 2011. – С. 144-149.
8. Горова А. І. Визначення ризиків здоров'я населення Дніпропетровська від забруднення атмосферного повітря промисловими підприємствами / Горова А. І., Бучавий Ю. В. // Гігієна населених місць. – 2013. - Вип. 61. – С. 74-80.
9. ArcGIS – «ГІС ДніПроАтмос» [Електронний ресурс]. – Режим доступу:<http://www.arcgis.com/home/webmap/viewer.html/webmap=3f6c8c8aa11941afbd7aad46f0fec461>.