

УДК 502.1:504.38

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.241120.104.704

ВПЛИВ ПІДВИЩЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ТА ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ МІСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА ВНАСЛІДОК КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН НА ЗДОРОВ'Я ПРАЦІВНИКІВ СОЦІАЛЬНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

КОВАЛЬОВА А. В.¹

КРАВЧЕНКО М. В.^{2*}, канд. техн. наук, доц.,

КЛІМОВА І. В.³, канд. техн. наук, доц.

¹ Кафедра охорони праці і навколишнього середовища, Київський національний університет будівництва та архітектури, пр. Повітрофлотський, 31, 03680, Київ, Україна, тел. +38 (050) 261-09-99, e-mail: Ph.kovalova@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-1060-3425

^{2*} Кафедра охорони праці і навколишнього середовища, Київський національний університет будівництва та архітектури, пр. Повітрофлотський, 31, 03680, Київ, Україна, тел. +38 (096) 238-95-75, e-mail: marina-diek@ukr.net, ORCID ID: 0000-0003-0428-6440

³ Кафедра охорони праці і навколишнього середовища, Київський національний університет будівництва та архітектури, пр. Повітрофлотський, 31, 03680, Київ, Україна, тел. +38 (067) 501-74-79, e-mail: IKlimova@i.ua, ORCID ID: 0000-0001-5591-9952

Анотація. Постановка проблеми. Розглядається одне з ключових питань безпеки людей, які працюють просто неба – підвищення забруднення атмосферного повітря в умовах глобальних кліматичних змін. На основі аналізу моніторингових даних стаціонарних постів спостережень в м. Києві за станом атмосферного повітря показано позитивну динаміку за основними компонентами – забруднювачами атмосферного повітря протягом останніх років та їх тісний кореляційний зв'язок із температурними умовами. Розрахунок неканцерогенного ризику на здоров'я працівників показав значний рівень, що потребує для виробничих умов динамічного контролю та вирішення питання про заходи управління ризиком. Ризик-орієнтовний підхід дозволяє провести ідентифікацію не лише наявності речовини та її концентрації, а також ймовірності і ступеня її впливу на людину за даної експозиції. **Мета статті** – аналіз впливу підвищення температури та забруднення атмосферного повітря міського середовища внаслідок кліматичних змін на здоров'я працівників із метою розроблення заходів зі зниження викидів забруднювачів в атмосферу та захисту працівників, які перебувають протягом робочого дня на відкритому просторі. **Висновок.** Досягти прийнятного рівня ризику для працівників у зонах максимального його значення можливо шляхом упровадження відповідних заходів, які обов'язково повинні передбачати та включати, окрім організації виробництва, вибір оптимального режиму праці і відпочинку, також індивідуальний захист, а саме: спеціальний одяг або одяг із натуральних тканин, засоби захисту органів дихання, голови, очей, шкіри, дотримання правильного питного режиму, лікувально-профілактичного харчування, залучення до роботи працівників із віковими обмеженнями, проведення постійного моніторингу погодних умов, і, у разі їх погіршення, негайного вживання відповідних заходів для поліпшення умов праці.

Ключові слова: безпека життя і здоров'я працівників; забруднення атмосферного повітря; кліматичні зміни; підвищення температури; соціальна інфраструктура; рівень ризику; ризик-орієнтований підхід; міське середовище

ВЛИЯНИЕ ПОВЫШЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ В РЕЗУЛЬТАТЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ НА ЗДОРОВЬЕ РАБОТНИКОВ СОЦИАЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

КОВАЛЕВА А. В.¹,

КРАВЧЕНКО М. В.^{2*}, канд. техн. наук, доц.,

КЛИМОВА И. В.³, канд. техн. наук, доц.

¹ Кафедра охраны труда и окружающей среды, Киевский национальный университет строительства и архитектуры, пр. Воздухофлотский, 31, 03680, Киев, Украина, тел. +38 (050) 261-09-99, e-mail: Ph.kovalova@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-1060-3425

^{2*} Кафедра охраны труда и окружающей среды, Киевский национальный университет строительства и архитектуры, пр. Воздухофлотский, 31, 03680, Киев, Украина, тел. +38 (096) 238-95-75, e-mail: marina-diek@ukr.net, ORCID ID: 0000-0003-0428-6440

³ Кафедра охраны труда и окружающей среды, Киевский национальный университет строительства и архитектуры, пр. Воздухофлотский, 31, 03680, Киев, Украина, тел. +38 (067) 501-74-79, e-mail: IKlimova@i.ua, ORCID ID: 0000-0001-5591-9952

Аннотация. Постановка проблемы. Рассматривается один из ключевых вопросов безопасности людей работающих на открытом воздухе – повышение загрязнения атмосферного воздуха в условиях глобальных климатических изменений. На основании анализа мониторинговых данных стационарных постов наблюдений в г. Киев за состоянием атмосферного воздуха показана положительная динамика по основным компонентам – загрязнителям атмосферного воздуха в течение последних лет и их тесная корреляционная связь с температурными условиями. Расчет неканцерогенного риска на здоровье работников показал значительный уровень, что требует для производственных условий динамического контроля и решения вопроса о мерах управления риском. Риск-ориентированный подход позволяет идентифицировать не только наличие вещества и его концентрацию, а также вероятность и степень его воздействия на человека при данной экспозиции. **Цель статьи** – анализ влияния повышения температуры и загрязнения атмосферного воздуха городской среды вследствие климатических изменений на здоровье работников с целью разработки мероприятий по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и защите работников, находящихся в течение рабочего дня на открытом воздухе. **Вывод.** Приемлемый уровень риска для работающих в зонах максимального его значения может быть достигнут путем внедрения соответствующих мероприятий, которые обязательно должны предусматривать и включать, кроме организации производства, выбора оптимального режима труда и отдыха, также индивидуальную защиту, а именно: специальную одежду или одежду из натуральных тканей, средства защиты органов дыхания, головы, глаз, кожи, соблюдение правильного питьевого режима, лечебно-профилактического питания, привлечение к работе людей с возрастными ограничениями, проведение постоянного мониторинга погодных условий и при их ухудшении немедленного принятия соответствующих мер для улучшения условий труда.

Ключевые слова: безопасность жизни и здоровья работников; загрязнение атмосферного воздуха; климатические изменения; повышение температуры; социальная инфраструктура; уровень риска; риск-ориентированный подход; городская среда

INFLUENCE OF INCREASING TEMPERATURE AND POLLUTION OF ATMOSPHERIC AIR OF THE CITY ENVIRONMENT AS A RESULT OF CLIMATIC CHANGES ON THE HEALTH OF WORKERS OF SOCIAL INFRASTRUCTURE

KOVALIOVA A.V.¹,
KRAVCHENKO M.V.^{2*}, *Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.*,
KLIMOVA I.V.³, *Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.*

¹ Department of Labor and Environmental Protection, Kyiv National University of Construction and Architecture, 31, Povitroflotskyi Ave., 03680, Kyiv, Ukraine, tel. +38 (050) 261-09-99, e-mail: Ph.kovaliova@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-1060-3425

^{2*} Department of Labor and Environmental Protection, Kyiv National University of Construction and Architecture, 31, Povitroflotskyi Ave., 03680, Kyiv, Ukraine, tel. +38 (050) 261-09-99, e-mail: marina-diek@ukr.net, ORCID ID: 0000-0003-0428-6440

³ Department of Labor and Environmental Protection, Kyiv National University of Construction and Architecture, 31, Povitroflotskyi Ave., 03680, Kyiv, Ukraine, tel. +38 (050) 261-09-99, e-mail: IKlimova@i.ua, ORCID ID: 0000-0001-5591-9952

Abstract. Problem statement. This article examines one of the key safety issues for workers in the open air – the increase in air pollution in the context of global climate change. Based on the analysis of monitoring data from stationary observation posts in Kiev for the state of atmospheric air, a positive trend is shown for the main components - air pollutants in recent years and their close correlation with temperature conditions. The calculation of the non-carcinogenic risk to the health of workers showed a significant level, which requires dynamic control for the production environment and a solution to the issue of risk management measures. The risk-oriented approach allows identifying not only the presence of a substance and its concentration, but also the likelihood and degree of its impact on a person at a given exposition. **Purpose of the article** is to analyze the effect of increasing temperature and air pollution in the urban environment due to climate change on the health of workers with the aim of developing measures to reduce emissions of pollutants into the atmosphere and protect workers who are outdoors during the working day. **Conclusion.** Achieving

an acceptable level of risk for workers in the areas of its maximum level can be achieved by introducing appropriate measures, which must necessarily include, in addition to organizing production, the choice of the optimal mode of work and rest, as well as personal protection equipment, namely: overalls or clothing made of natural fabrics, protective equipment for the respiratory system, head, eyes, skin, adherence to correct drinking regime, therapeutic and prophylactic nutrition, attraction to work of workers with age restrictions, constant monitoring of weather conditions and, when they deteriorate, immediate adoption of appropriate measures to improve the working conditions of workers in the open air.

Keywords: *safety of life and health of workers; air temperature; climate change; temperature increase; social infrastructure; risk level; risk-based approach; urban environment*

Постановка проблеми. Одна з найважливіших екологічних проблем міського середовища – значне забруднення атмосферного повітря. В першу чергу, звичайно, це пов'язано з кількістю та інтенсивністю джерел забруднення, але так само важливу роль відіграють метеорологічні умови, які можуть сприяти розсіюванню забруднювальних речовин, і стати причиною підвищення їх концентрації. На концентрацію домішок в атмосфері впливають: напрямок і швидкість вітру, температурні інверсії, інтенсивність і тривалість атмосферних опадів, також інші метеорологічні умови та природні явища, зокрема, і кліматичні зміни, що сьогодні дуже чітко спостерігаються на планеті Земля. Підвищення температури стає причиною підвищення забруднення атмосферного повітря. Постійні атмосферні забруднення викликають загальну захворюваність населення.

Існує прямий зв'язок між інтенсивністю забруднення повітря і станом здоров'я людини, а також зростанням хронічних неспецифічних захворювань, зокрема, таких як атеросклероз, хвороби серця, рак легенів тощо. Забруднене повітря значно знижує імунну систему. Забруднення впливають на органи дихання, сприяючи виникненню респіраторних захворювань, захворювань верхніх дихальних шляхів, ларингіту, ларинготрахеїту, фарингіту, бронхіту, пневмонії. Вони спричиняють серцево-судинні та інші захворювання, зумовлюють виникнення віддалених наслідків, тобто мутагенну, канцерогенну, гонадотоксичну, тератогенну, алергенну, ембріотоксичну й атеросклеротичну дію.

Найпершим наслідком атмосферних забруднень стає розвиток специфічних захворювань і отруєнь.

Постає актуальне питання щодо визначення залежностей між основними забруднювачами атмосферного повітря у великих містах, температурним фактором та ризиком для здоров'я працівників, які тривалий час робочого дня перебувають на відкритій території.

Аналіз публікацій. Взаємовплив глобальних температурних змін та забруднення атмосферного повітря міського середовища досить детально розглянуто в працях багатьох авторів. Так, у публікації [1] проаналізовано тенденцію до підвищення забруднення концентрацій СНОН залежно від середньодобової температури в літній період у нейтральній (сталій) атмосфері. Взаємозв'язок між температурними умовами повітря урбоценозів та закисненням атмосфери досліджено в статті [2].

Автор на основі методів статистичного аналізу обробки банку моніторингових даних атмосферного повітря великого промислового міста встановив, що за останні два десятиліття сформувався від'ємний статистичний зв'язок між показником рН та кількістю атмосферних опадів. Сезонний характер цього зв'язку говорить про те, що температура атмосферного повітря стає опорним фактором у формуванні динаміки рН та опадів.

У працях [3; 4] автори дослідили тенденцію до зростання концентрацій забруднювальних речовин в атмосферному повітрі м. Київ за підвищення середньодобової температури в літній період у нейтральній (сталій) атмосфері, яка зумовлена фотохімічними перетвореннями в атмосфері.

Фактор підвищення концентрацій забруднювальних речовин у повітрі в

умовах аномальної спеки негативно позначається на здоров'ї працівників, які перебувають у цей час на відкритому просторі. Це, перш за все, робітники комунальної служби, ремонтувальники доріг, будівельники тощо.

Для обґрунтування висновку щодо безпечності роботи на території відкритого майданчика необхідно знати референтні концентрації за гострого та хронічного впливу забруднювачів, які містяться у повітрі на території виконання робіт. А за присутності канцерогенних речовин у повітрі таких, наприклад, як формальдегід, у місцях великого скупчення автотранспортних засобів, необхідно проводити оцінювання канцерогенного ризику для здоров'я робітників, які перебувають більшу частку робочого часу просто неба.

Наявність шкідливих речовин у певній концентрації, що перевищує допустимий рівень, потребує прийняття природоохоронних заходів для зниження концентрацій забруднювача і, звісно, певних витрат, які безумовно зростають в умовах підвищення температури повітря внаслідок глобальних кліматичних змін.

Виходячи з вищенаведеного, постає актуальне питання щодо визначення залежностей між основними забруднювачами атмосферного повітря у великих містах, температурним фактором та ризиком для здоров'я працівників, які більшу частину робочого часу перебувають на відкритій території. Ризик-орієнтовний підхід дозволяє провести ідентифікацію не тільки наявності речовини та її концентрації, а також ймовірності і ступеня її впливу на людину за даної експозиції.

Цей підхід досить детально розглянули автори [5]. В даному випадку природоохоронні заходи здійснюються не по факту наявності токсичної речовини, а за необхідності захисту здоров'я людини (прийнятний або допустимий ризик). В умовах подальшого прогнозованого температурного зростання показників атмосферного повітря міста такий підхід до захисту робітників, які працюють просто неба, бачиться актуальним та своєчасним.

Мета статті – аналіз впливу підвищення температури та забруднення атмосферного повітря міського середовища внаслідок кліматичних змін на здоров'я працівників із метою розроблення заходів зі зниження викидів забруднювачів в атмосферу та захисту здоров'я людей, які працюють протягом робочого дня на відкритому просторі.

Результати досліджень. За даними спостережень Центральної геофізичної обсерваторії та даних літературних джерел, пріоритетними забруднювачами в Києві, окрім формальдегіду, визнано оксид вуглецю, діоксин азоту та пил. За кілька останніх років рівень забруднення атмосферного повітря в Києві, за індексом забруднення атмосфери (ІЗА), оцінювався як високий [6]. Показники діоксиду азоту, формальдегіду, оксиду вуглецю, завислих речовин (пил) та бензапірену мають перевищення гранично допустимої норми більше ніж на 70 %, згідно з даними стаціонарних постів у Дніпровському, Печерському, Оболонському, Святошинському, Солом'янському та Шевченківському районах столиці.

На основі моніторингових даних окремих стаціонарних постів спостереження за забрудненням атмосферного повітря по Києву у статті [7] зроблено аналіз взаємозв'язку між температурними показниками та основними забруднювачами атмосферного повітря міста. Показано, що температурний показник визначальний для метеорологічних умов місцевості та найбільш тісний взаємозв'язок температурних показників з концентраціями NO_x, СНОН, СО описується найбільш достовірно-поліноміальними залежностями з квадратом похибки полінома в межах від 0,6 до 0,9, відповідно до року спостережень.

Аналіз по всіх 16 діючих на сьогоднішній день постах спостережень за період 2013–2016 роки показав тісний взаємозв'язок між концентраціями пилу в атмосферному повітрі міста та температурними показниками, який представлено на рисунку.

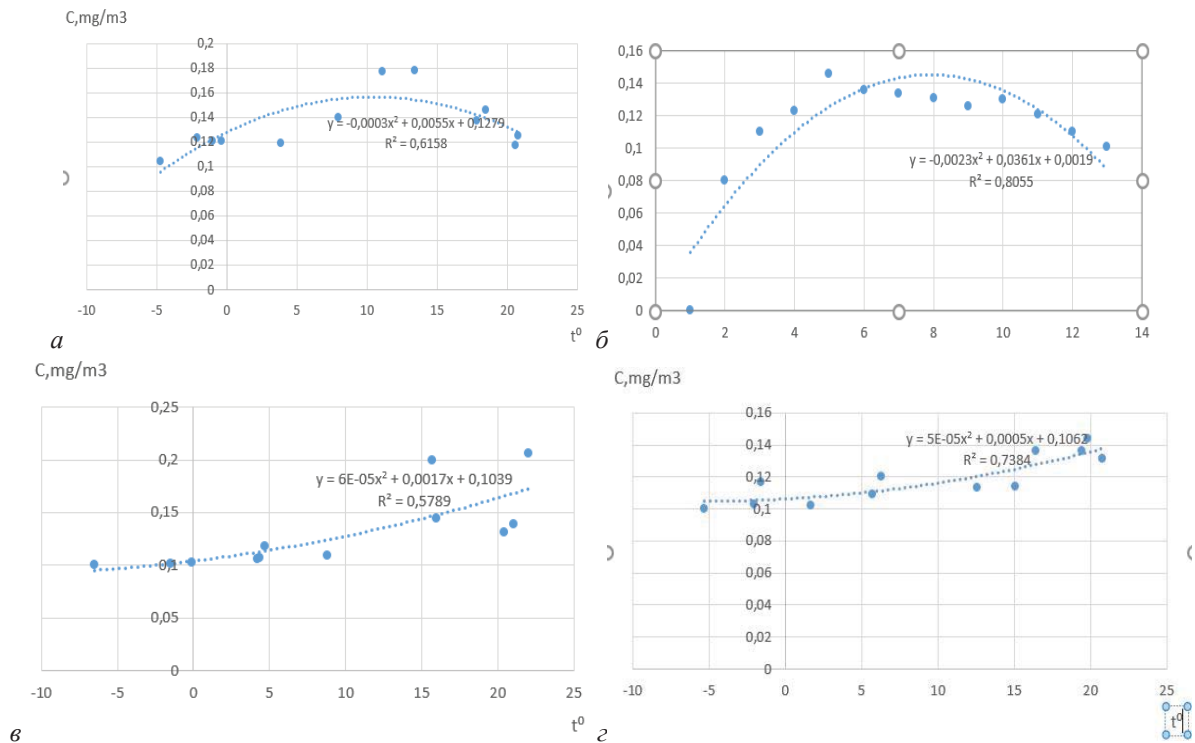


Рис. Залежності концентрації пилу в повітрі м. Київ від середньомісячних температурних показників: а – 2013 р.; б – 2014 р.; в – 2015 р.; г – 2016 р.

Аналіз даних, наведених на рисунку, як і попередні праці авторів, говорить про наявність кореляційного зв'язку між підвищенням концентрації основних забруднювачів атмосферного повітря за підвищення температурних показників в умовах глобальних кліматичних змін.

За прогнозними даними щодо підвищення температурних показників, наведені у звіті Світової організації здоров'я (WHO), антропогенні кліматичні зміни спричинять підняття світових температурних показників від 1,4 до 5,8 °C [8].

Так, на основі моделювання, в м. Чикаго (США), порівняно з базовим роком (2001), за першим кліматичним сценарієм (GFDL) очікується підвищення максимальних значень температури в липні 2095 року з 29,2 до 33,7 °C зі стандартним відхиленням 3,7 °C [9].

Відповідно очікується прогнозоване підняття максимальних річних температурних значень.

Тому, розробляючи методи захисту робітників, які працюють на відкритому просторі, необхідно враховувати, поряд з оцінюванням, і прогнозні дані підвищення

максимальних літніх значень температур та їх вплив на здоров'я працюючих, особливо робітників критично важливої соціальної інфраструктури, а саме: енергетики, транспортної структури, водопостачання, сфери будівництва.

На підставі аналізу моніторингових даних та прогнозних даних підраховано ризику на здоров'я населення за рекомендаціями МР 2.2.12-142- 2007 [10].

Відповідно до нормативного документа визначаємо, що речовини NO₂, СНОН та пил належать до сполук із пороговим механізмом дії, які негативно впливають на органи дихання людини.

Розрахунок неканцерогенного ризику для здоров'я населення від існуючих концентрацій NO₂, СНОН та пилу, від забруднення атмосферного повітря за максимальних літніх температур м. Київ в районі Деміївської площі, на прикладі 2016 року, наведено в таблиці.

Неканцерогенний ризик розраховувався за сумарним критерієм індексу небезпеки (НІ), який визначається як сума коефіцієнтів небезпеки впливу речовин (НҚ). Референтні концентрації за гострого та хронічного

впливу визначаються також відповідно до нормативних документів (табл.).

Аналізуючи дані таблиці класифікації рівнів ризику [5], можна сказати, що стосовно хронічного отруєння рівень ризику значний, у зв'язку з чим для виробничих умов необхідний динамічний контроль і поглиблене вивчення джерел і можливих

наслідків шкідливих впливів для вирішення питання про заходи управління ризиком.

Необхідні подальші дослідження і, поможливості, застосування заходів зі зниження викидів забруднювачів в атмосферу та захисту людей, які знаходяться протягом робочого дня працюють на відкритому просторі.

Таблиця

Неканцерогенний ризик за гострого та хронічного впливу забруднювачів, які містяться в атмосферному повітрі м. Київ (Деміївська площа) за даними липня 2016 року

Речовина / Критичні органи, система	СНОН / органи дихання, імун.	NO ₂ / органи дихання	Завислі речовини (пил) / органи дихання	ΣHI = HQ
Референтна концентрація, мг/м ³	0,003	0,04	0,1	–
Виміряна концентрація, мг/м ³	0,024	0,728	0,1	–
HI	7,0	18,2	1,0	26,2

Для отримання прогнозних рівнів неканцерогенних ризиків для здоров'я робітників за підвищення максимальних середньорічних температурних значень використовуємо отримані поліноміальні залежності на основі обробки моніторингових даних стаціонарних постів спостережень.

Середні величини канцерогенного ризику, розраховані для концентрації формальдегіду за цей же період на зазначеній території, перебувають у межах $(2,4...5,7) \cdot 10^{-4}$, що визначається, згідно з прийнятою в країні класифікацією, як середній рівень, тобто допустимий для виробничих умов. У разі впливу на все населення необхідний динамічний контроль і поглиблене вивчення джерел та можливих наслідків шкідливих впливів для вирішення питання про заходи з управління ризиком.

Висновки. Прийнятного рівня ризику для здоров'я працівників у зонах максимального його значення можна досягти шляхом упровадження відповідних заходів, які обов'язково повинні передбачати та включати, окрім організації виробництва, вибору оптимального режиму праці і відпочинку, також індивідуальний захист, а саме: спеціальний одяг або одяг із натуральних тканин, засоби захисту органів дихання, голови, очей, шкіри, дотримання правильного питного режиму, лікувально-профілактичного харчування, залучення до роботи працівників із віковими обмеженнями, проведення постійного моніторингу погодних умов, і, у разі їх погіршенні, негайного вживання відповідних заходів для поліпшення умов праці робітників на відкритому просторі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Трофімович В. В., Волошкіна О. С., Фандікова М. М., Клімова І. В., Журавська Н. Є. Моніторинг атмосферного повітря. Проблеми моделювання та прогнозування. *Екологічна безпека та природокористування*. 2012. № 10. С. 102–120.
2. Качановский Ф. В. Связь кислотности атмосферных осадков, выпадающих в Твери, с температурой воздуха. *Вестник Тверского государственного технического университета*. 2013. № 2 (24). С. 28–31.
3. Voloshkina O., Sipakov R., Zhykova O., Bereznitska J. A study of air pollution with formaldehyde along the highways in Kyiv city. *USEFUL – Engineering & Computer Science*. 2018. Vol. 2, № 2. Pp. 1–7.
4. Sipakov R., Trofimovich V., Voloshkina O., Bereznitska J. Impact of Weather Factors on the Speed of the Reaction of Formaldehyde Formation Above Motorway Overpasses. *Environmental Problems*. 2018. Vol. 3, № 2. Pp. 97–102.
5. Орел С. М., Мальований М. С., Орел Д. С. Оцінка екологічного ризику. Вплив на здоров'я людини : навч. посіб. Львів : Вид-во НУ Львівська політехніка, 2013. 224 с.
6. Інформація про стан забруднення навколишнього природного середовища у м. Києві і Київській області за даними спостережень ЦГО ім. Бориса Срезневського. *Центральна геофізична обсерваторія*

ім. Бориса Срезневського: веб-сайт. URL: http://cgo-sreznevskiy.kyiv.ua/index.php?fn=k_zabrud&f=kyiv (дата звернення: 03.04.2020).

7. Klimova I., Sipakov R. Influence of meteorological factors on the secondary contamination of atmospheric air by formaldehyde (on example of city of Kyiv). *Scientific Letters of Academic Society of Baludansky*. 2019. № 7. Pp. 75–86.

8. McMichael A. J., Campbell-Lendrum D. H., Corvalán C. F., Ebi K. L., Githeko A., Scheraga J. D., Woodward A. Climate change and human health-risks and responses. *World Health Organization*. 2003. 322 p.

9. Воздействие жары на здоровье: информация и рекомендации по охране здоровья населения. *Всемирная организация здравоохранения* : веб-сайт. URL: <https://www.who.int/globalchange/publications/heat-and-health/ru/> (дата звернення: 10.04.2020).

10. Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря: методичні рекомендації. Київ : МОЗ України, 2007. 40 с.

11. Сіпаков В., Волошкіна О. С., Березницька Ю. О., Клімова І. В. Оцінка ризику для здоров'я населення від викидів автомобільного транспорту у м. Києві. *Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування*. 2018. № 1 (17). С. 14–20.

REFERENCES

1. Trofimovych V.V., Voloshkina O.S., Fandikova M.M., Klimova I.V. and Zhuravska N.Ye. *Monitoryng atmosfernogo povitrya. Problemy modelyuvannya ta prognozuvannya* [Air monitoring. Problems of modeling and forecasting]. *Ekologichna bezpeka ta pryrodokorystuvannya* [Ecological safety and nature management]. 2012, iss. 10, pp. 102–120. (in Ukrainian)

2. Kachanovskiy F.V. *Svyaz kyslotnosti atmosfernih osadkov vipadayushchyh v Tvery, s temperaturoj vozduha* [The relationship of the acidity of precipitation falling in Tver, with air temperature]. *Vestnyk Tverskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo unyversyteta* [Bulletin of Tver State Technical University]. 2013, iss. 2 (24), pp. 28–31. (in Russian)

3. Voloshkina O., Sipakov R., Zhykova O. and Bereznitska J. A study of air pollution with formaldehyde along the highways in Kyiv city. *USEFUL – Engineering & Computer Science*. 2018, vol. 2, no. 2, pp. 1–7.

4. Sipakov R., Trofimovich V., Voloshkina O. and Bereznitska J. Impact of Weather Factors on the Speed of the Reaction of Formaldehyde Formation Above Motorway Overpasses. *Environmental Problems*. 2018, vol. 3, no. 2, pp. 97–102.

5. Orel S.M., Malyovanyj M.S. and Orel D.S. *Ocinka ekologichnogo ryzyku. Vplyv na zdorovya lyudyny* [Environmental risk assessment. Impact on human health]. Lviv : Publishing House of NU Lviv Polytechnic, 2014, 232 p. (in Ukrainian).

6. *Informatsiya pro stan zabrudnennya navkolyshn'oho pryrodnoho seredovyshcha u m. Kyevi i Kyivskiy oblasti za danyu sposterezhen' TS-HO im. Borysa Sreznevsk'oho. Tsentral'na heofizychna observatoriya im. Borysa Sreznevsk'oho* [Information on the state of environmental pollution in Kyiv and Kyiv region according to the observations of CSO. Boris Sreznevsky. CSO. Boris Sreznevsky] : web-site. (Accessed : 03 April 2020). (in Ukrainian)

7. Klimova I. and Sipakov R. Influence of meteorological factors on the secondary contamination of atmospheric air by formaldehyde (on example of city of Kyiv). *Scientific Letters of Academic Society of Baludansky*. 2019, no. 7, pp. 75–86.

8. McMichael A.J., Campbell-Lendrum D.H., Corvalán C.F., Ebi K.L., Githeko A., Scheraga J.D. and Woodward A. Climate change and human health-risks and responses. *World Health Organization*. 2003, 322 p.

9. *Vozdeystviye zhary na zdorov'ye: informatsiya i rekomendatsii po okhrane zdorov'ya naseleniya. Vsemirnaya organizatsiya zdavookhraneniya* [Health effects of heat: information and recommendations for protecting public health] : web-site. (Accessed : 10 April 2020). (in Russian)

10. *Ocinka ryzyku dlya zdorovya naseleennykh vid zabrudnennya atmosfernogo povitrya* [Assessment of public health risks from air pollution]. Kyiv : MOZ Ukraine, 2007, 40 p. (in Ukrainian)

11. Sipakov R., Voloshkina O., Bereznitska J. and Klimova I. *Ocinka ryzyku dlya zdorovya naseleennykh vid vykydiv avtomobilnogo transportu u m. Kiev* [Assessing the risk to public health from emissions of road transport in Kiev]. *Ekologichna bezpeka ta zbalansovane resursokorystuvannya* [Environmental safety and balanced resource use]. 2018, iss. 1 (17), pp. 14–20. (in Ukrainian)

Надійшла до редакції: 15.09.2020 р.