



DOI: 10.33273/2663-9726-2023-58-1-7-18
УДК:613.5+613.9+615.9

**Т.С. Оборонова¹, М.Г. Проданчук¹, С.П. Чумак², О.О. Бобильова¹,
Н.В. Курділь¹, О.Л. Перегуда¹**

¹Державне підприємство «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л.І. Медведя Міністерства охорони здоров'я України», м. Київ, Україна

²Державна установа «Київський міський Центр контролю та профілактики хвороб Міністерства охорони здоров'я України», м. Київ, Україна

ЯКІСТЬ ПОВІТРЯ ЖИТЛОВИХ ПРИМІЩЕНЬ ЯК ВАЖЛИВА ДЕТЕРМІНАНТА ЗДОРОВ'Я ТА ПРІОРИТЕТНЕ ЗАВДАННЯ У ГАЛУЗІ ГІГІЄНИ СЕРЕДОВИЩА ЖИТТЕДІЯЛЬНОСТІ ЛЮДИНИ

Резюме. Якість повітря приміщень є важливою детермінантою здоров'я людини.

Мета. Провести порівняльний аналіз хімічного складу повітря всередині житлових приміщень різного типу і визначити джерела емісії хімічних речовин.

Матеріали та методи. Використано дані комплексної токсиколого-гігієнічної оцінки повітря різного типу приміщень у місті Києві (2015-2019 рр.): 10388 планових досліджень і 1458 досліджень, виконаних ДУ «Київський міський ЦКПХ МОЗ України» (2015-2019 рр.) за скаргами громадян (у зв'язку з наявністю неприємного запаху). Застосовано методи системного та порівняльного аналізу, санітарно-гігієнічні та санітарно-хімічні методи. Статистичну обробку даних виконано за допомогою програми IBM SPSS Statistics 29.0.0.0.

Результати. Результати дослідження хімічного складу повітря демонструють, що серед приміщень, що обстежувалися у плановому порядку, наявність відхилень становила 17,8 % (від 4,7 % до 23,7 %), а під час обстежень приміщень за скаргами громадян – 74,5 % (від 40,6 % до 86,4 %). Скарги громадян були обумовлені неприємним запахом повітря всередині їхніх осель. У складі повітря виявлено високі рівні: формальдегіду, фенолу, ацетону, двоокису азоту, оксиду вуглецю, бутилацетату. Джерелами емісії хімічних забруднювачів були предмети побуту (меблі), будівельні та оздоблювальні матеріали (полімери), що використовувалися переважно під час проведення ремонтних робіт, або в новобудовах. Також було встановлено, що на якість повітря негативно вплинули порушення режимів вентиляції або її відсутність; неналежне прибирання; проведення ремонтних робіт у приміщеннях, де постійно перебувають люди; зберігання речей, що є джерелом емісії хімічних речовин та ін.

Висновки. За результатами досліджень хімічного складу повітря всередині житлових приміщень підтверджено необхідність посилення інформування населення про шкідливий вплив забрудненого повітря на здоров'я людини, зокрема дітей, а також чутливих контингентів.

Ключові слова: повітря всередині приміщень, «синдром хворої будівлі», фенол, формальдегід.

**T. Oboronova¹, M. Prodanchuk¹, S. Chumak², O. Bobylova¹,
N. Kurdil¹, O. Pereguda¹**

¹L.I. Medved's Research Center of Preventive Toxicology, Food and Chemical Safety, Ministry of Health, Ukraine" (State Enterprise), Kyiv, Ukraine

²Kyiv Center for Disease Control and Prevention, Ministry of Health, Ukraine (State Enterprise), Kyiv, Ukraine

INDOOR AIR QUALITY AS AN IMPORTANT DETERMINANT OF HEALTH AND A PRIORITY TASK IN THE FIELD OF HUMAN ENVIRONMENTAL HYGIENE

Abstract. According to WHO definition, indoor air quality is an important determinant of human health. Emissions from building materials, furniture, and consumer goods, combustion processes, and infiltration of polluted atmospheric air are considered the main sources of hazardous chemicals and solid pollutants in indoor air.

Aim. To conduct an analysis of the results of comprehensive sanitary and hygienic studies of air quality in residential buildings and apartments in order to determine priority chemical pollutants and products of their transformation; justify the need to improve the air quality monitoring system of residential premises taking into account modern WHO recommendations.

Materials and Methods. The study of air samples of residential premises was carried out on the basis of the L.I. Medved's Research Center of Preventive Toxicology, Food and Chemical Safety of the Ministry of Health of Ukraine (2000-2015) and Kyiv Center for Disease Control and Prevention of the Ministry of Health of Ukraine (2015-2019). A comprehensive toxicological and hygienic assessment of the air in residential premises was carried out based on the appeals of citizens who complained about the unpleasant smell of the air. A total of 123 residential objects (856 samples) were investigated. Applied methods of systematic and comparative analysis, cross-sectional survey method (survey of residents of residential buildings and apartments), sanitary and hygienic methods; sanitary and chemical methods (29 methods according to the institution's accreditation). Statistical data processing was performed using the IBM SPSS Statistics 29.0.0.0 program (Spearman correlation analysis), with $p \leq 0.05$.

Results. A high level of chemical air pollution in residential premises, carried out based on citizen complaints, was established. Various external and internal sources of chemical air pollution were determined, in particular by marker pollutants: formaldehyde, phenol, and acetone. It has been established that the cause of their emission into the air is household items (furniture), various construction and finishing materials (polymers), which are used mainly during repair work or in new buildings. A direct positive connection was found between the level of exceeding the maximum permissible limit of marker chemical pollutants and the well-being and health of residents of settlements. Symptoms such as fatigue, cough, diseases of the upper respiratory tract, headaches and dizziness, allergic conditions were most often observed, which determines the urgency of improving the preventive work of primary care doctors – family medicine in the direction of detecting pre-pathological conditions among healthy individuals and especially sensitive contingents (children, teenagers, pregnant women) living in the conditions of a "sick building".

Conclusions. The unsatisfactory state of air inside residential premises determines the need to improve the existing system of monitoring the quality of air inside residential premises, in particular, improving methods of sampling and analysis of priority chemical indoor air pollutants to assess the risk of their combined action.

Keywords: indoor air, "sick building syndrome", phenol, formaldehyde.

Вступ. За визначенням ВООЗ, якість повітря всередині приміщень є важливою детермінантою здоров'я людини. Основними джерелами небезпечних хімічних речовин та твердих поллютантів у повітрі приміщень вважаються емісії з будівельних та оздоблювальних матеріалів, меблів та споживчих товарів, хімічних речовин, що утворилися в процесі горіння, а також проникнення забрудненого атмосферного повітря.

У численних дослідженнях, проведених державами-членами Європейського регіону ВООЗ, повідомлялося про концентрації хімічних речовин у повітрі приміщень, що істотно перевищують допустимі значення, зокрема у дитячих закладах, школах, центрах денного догляду та дитячих садках. Більшість виявлених забруднювачів повітря можуть негативно впливати на здоров'я дітей та особливо чутливих контингентів.

Враховуючи, що мешканці міст більшість свого часу перебувають у приміщенні, де ймовірність спільної дії численних небезпечних забруднювачів у повітрі приміщень висока, необхідно здійснювати постійний контроль ризиків, пов'язаних з хімічним забрудненням повітря житлових приміщень.

Мета. За результатами комплексних санітарно-гігієнічних досліджень провести порівняльний аналіз хімічного складу повітря всередині приміщень різного типу і визначити джерела емісії хімічних речовин; обґрунтувати необхідність удосконалення заходів з контролю якості повітря житлових приміщень з урахуванням сучасних рекомендацій ВООЗ.

Матеріали та методи. Комплексну токсиколого-гігієнічну оцінку зразків повітря житлових приміщень виконано на базі ДП «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л.І. Медведя Міністерства охорони здоров'я України» (2000-2015 рр.) та ДУ «Київський міський ЦКПХ МОЗ України» (2015-2019 рр.). Всього було

Introduction. According to WHO definition, indoor air quality is an important determinant of human health. The main sources of hazardous chemicals and solid pollutants in indoor air are emissions from building and finishing materials, furniture and consumer goods, combustion processes, as well as infiltration of polluted atmospheric air. Numerous studies conducted by member states of the WHO European Region have reported concentrations of chemicals in indoor air that significantly exceed permissible values, particularly in childcare facilities, schools, day care centers and kindergartens.

Most of the detected air pollutants can negatively affect the health of children and especially sensitive contingents. Given that city dwellers spend most of their time indoors, where the probability of the joint action of numerous dangerous indoor air pollutants is high, it is necessary to constantly monitor the risks associated with chemical air pollution inside residential premises.

Aim. Based on the results of comprehensive sanitary and hygienic studies, conduct a comparative analysis of the chemical composition of the indoor air of different types of premises and determine the sources of emission of chemical substances; justify the need to improve indoor air quality control measures in residential premises taking into account modern WHO recommendations.

Materials and Methods. The study of air samples of residential premises was carried out on the basis of the SE "L.I. Medved's Research Center of Preventive Toxicology, Food and Chemical Safety of the Ministry of Health of Ukraine" (2000-2015) and "Kyiv City Center for Health Care of the Ministry of Health of Ukraine" (2015-2019). A complex toxicological and hygienic assessment of the indoor air of residential

виконано 10388 планових досліджень приміщень і 1458 — за скаргами громадян на неприємний запах повітря в їхніх оселях. Застосовано методи системного та порівняльного аналізу, опитування у попередньому розрізі (анкетування мешканців житлових будинків і квартир), санітарно-гігієнічні методи; санітарно-хімічні методи (29 методик, згідно з акредитацією закладу). Статистичну обробку даних виконано за допомогою програми IBM SPSS Statistics 29.0.0.0. Роботу проведено за планом НДР (державна реєстрація № 0112U001133); фрагмент: «Наукове обґрунтування заходів токсикологічної безпеки середовища життєдіяльності людини в системі громадського здоров'я». Дослідження виконані відповідно до принципів Гельсінської декларації (ВМА, 1964 р.) та схвалені Комітетом з біоетики Наукового центру.

Результати. Багаторічний моніторинг повітря житлових приміщень довів, що у повітряному середовищі осель міститься широкий спектр різноманітних хімічних речовин – забруднювачів, джерелами яких є довкілля, а також внутрішнє середовище житла. За результатами досліджень якості повітря житлових приміщень у різних районах м. Києва, виконаних ДУ «Київський міський ЦКПХ МОЗ України» у період 2015-2019 рр., встановлено, що існує достатньо високий показник (%) відхилень від норми (табл. 1). Важливо зазначити, що серед приміщень, що обстежувалися під час виконання планових досліджень, наявність хімічних забруднювачів була встановлена у 17,8% (від 4,7% до 23,7%) випадків, а під час обстежень приміщень за скаргами громадян – у 74,5% (від 40,6% до 86,4%), переважно скарги громадян були обумовлені неприємним запахом повітря.

Найбільшу частоту відхилень було встановлено за такими хімічними речовинами: солі важких металів, діоксид азоту, сірчистий ангідрид, оксид азоту, формальдегід, ксилол, аміак, ароматичні вуглеводні (табл. 2). Проте, різні за функціональним призначенням приміщення демонстрували різні спектри хімічних забруднювачів у складі повітря. Так, у повітрі офісних приміщень найчастіше виявлявся формальдегід (n=67), фенол (n=21) і бутилацетат (n=5), у поодиноких випадках — діоксид азоту і оксид вуглецю. У повітрі спортивних залів переважно реєструвалися високі рівні бензолу, фенолу, формальдегіду і ксилолу (рис.1, 2).

Результати дослідження хімічного складу повітря всередині різних типів житлових приміщень у багатоквартирних будинках, що були здійснені за скаргами громадян (всього досліджено 126 квартир), демонструють різні спектри і рівні забруднювачів відносно ГДКсд в залежності від функціонального призначення приміщень і рівня антропогенного навантаження (рис. 3-6). Так, у повітрі санвузлів виявлено аміак, сірководень, фенол і формальдегід (рис. 3), у повітрі кухонь – аміак, формальдегід, сірководень, оксид вуглецю, сірчаний ангідрид (рис. 4).

premises was carried out based on the appeals of citizens who complained about the unpleasant smell of the air. A total of 10,388 planned inspections of premises were carried out, and 1,458 inspections were carried out based on citizen complaints about the unpleasant smell of indoor air in residential premises.

Applied methods of systematic and comparative analysis, cross-sectional survey method (survey of residents of residential buildings and apartments), sanitary and hygienic methods; sanitary and chemical methods (29 methods according to the institution's accreditation).

Statistical data processing was performed using the IBM SPSS Statistics 29.0.0.0 program. The research was carried out as part of the research work (state registration No. 0123U102087) on the topic "Scientific substantiation of measures of toxicological safety of the human environment in the public health system."

The research was carried out in accordance with the principles of the Declaration of Helsinki (VMA, 1964 p.) and was approved by the Bioethics Committee of the Science Center.

Results. Long-term monitoring of the indoor air of residential premises proved that the air environment of the dwellings contains a wide range of various chemical substances - pollutants, the sources of which are the environment, as well as the internal environment of the dwelling. According to the results of studies of the indoor air quality of residential premises in different districts of Kyiv, carried out by the "Kyiv City Center for the Ministry of Health of Ukraine" in the period 2015-2019, it was established that there is a sufficiently high rate (%) of deviations from the norm (Table 1). It is important to note that the presence of chemical pollutants was found in 17.8% (from 4.7% to 23.7%) of the premises inspected during routine inspections, and during inspections of premises based on citizen complaints - in 74.5% (from 40.6% to 86.4%), mainly citizens' complaints were due to the unpleasant smell of the air.

The highest frequency of deviations was determined for the following chemical substances: salts of heavy metals, nitrogen dioxide, sulfur dioxide, nitrogen oxide, formaldehyde, xylene, ammonia, aromatic hydrocarbons (Table 2).

However, rooms with different functional purposes showed different spectra of chemical pollutants in the indoor air. Thus, formaldehyde (n=67), phenol (n=21) and butyl acetate (n=5) were most often detected in the indoor air of office premises, nitrogen dioxide and carbon monoxide were detected in isolated cases. High levels of benzene, phenol, formaldehyde, and xylene were mostly recorded in the indoor air of sports halls (Fig. 1, 2).

The results of the study of the chemical composition of the indoor air of different types of residential premises in multi-apartment buildings, which were carried out based on complaints from citizens (a total of 123 apartments were investigated), demonstrate different spec-

Таблиця 1 / Table 1

Результати дослідження рівнів хімічного забруднення повітря житлових приміщень у різних районах міста Києва, виконаних за скаргами громадян ДУ «Київський міський ЦКПХ МОЗ України», 2015-2019 /

The results of the research on the levels of chemical air pollution in residential premises, carried out based on complaints from citizens of the "Kyiv City Center for the Ministry of Health of Ukraine", 2015-2019

| Райони міста / Districts of the city | Шевченківський / Shevchenkivskiy | Десянянський / Desnianskiy | Десянянський - філіал / Desnianskiy - filial | Печерський / Pecherskiy | Оболонський / Obolonstkiy | Солом'янський / Solomianskiy | Голосіївський / Holosiivskiy | Святошинський / Sviatoshinskiy | Всього / Total |
|--|----------------------------------|----------------------------|--|-------------------------|---------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------|----------------|
| Кількість планових досліджень / The number of planned studies | | | | | | | | | |
| кількість досліджень / the number of studies | 1359 | 486 | 363 | 1586 | 2789 | 921 | 759 | 2125 | 10388 |
| кількість відхилень / the number of deviations | 195 | 23 | 43 | 376 | 434 | 291 | 114 | 382 | 1858 |
| % відхилень / % deviations | 14,3 | 4,7 | 11,8 | 23,7 | 15,6 | 31,6 | 15,0 | 17,9 | 17,8 |
| Кількість досліджень за скаргами громадян / The number of investigations based on citizen complaints | | | | | | | | | |
| кількість досліджень / the number of studies | 441 | 192 | 51 | 267 | 186 | 65 | 32 | 224 | 1458 |
| кількість відхилень / the number of deviations | 381 | 78 | 41 | 195 | 147 | 53 | 25 | 167 | 1087 |
| % відхилень / % deviations | 86,4 | 40,6 | 80,4 | 61,8 | 79,0 | 84,1 | 78,1 | 74,6 | 74,5 |

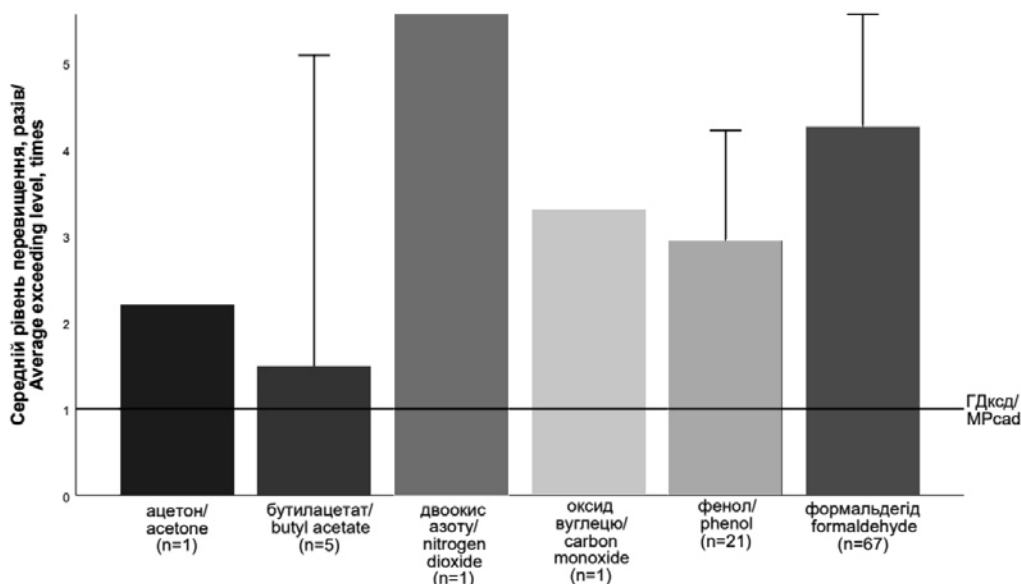


Рис. 1. Рівні перевищення щодо ГДКсд хімічних забруднювачів повітря офісних приміщень (дані ДУ «Київський міський ЦКПХ МОЗ України», 2019 р.).

Fig.1. Exceeding levels of chemical air pollutants in office premises in relation to the MPCad (data from the Kyiv City Center for Health and Welfare of the Ministry of Health of Ukraine, 2019).

Результати оцінки проб повітря житлових приміщень за хімічними забруднювачами
(дані ДУ «Київський міський ЦКПХ МОЗ України», 2015-2019 рр.) /

Results of the assessment of air samples of residential premises for chemical pollutants
(data from the "Kyiv City Center for the Ministry of Health of Ukraine", 2015-2019)

| Хімічний забруднювач повітря / Chemical air pollutant | Кількість проб / Number of samples | Кількість відхилень / Number of deviations | % відхилень / % deviations |
|--|---------------------------------------|--|-------------------------------|
| Солі важких металів / Salts of heavy metals | 4725 | 783 | 16,57 |
| Діоксид азоту / Nitrogen dioxide | 10654 | 1423 | 13,36 |
| Ангідрид сірчаний / Sulfuric anhydride | 7584 | 723 | 9,53 |
| Оксид азоту / Nitrous oxide | 11385 | 975 | 8,56 |
| Формальдегід / Formaldehyde | 4155 | 285 | 6,85 |
| Ксилол / Xylene | 754 | 33 | 4,37 |
| Аміак / Ammonia | 1858 | 31 | 1,67 |
| Ароматичні вуглеводні / Aromatic hydrocarbons | 1938 | 29 | 1,49 |
| Фенол / Phenol | 3452 | 15 | 0,43 |
| Всього / Total | 61808 | 5069 | 8,2 |

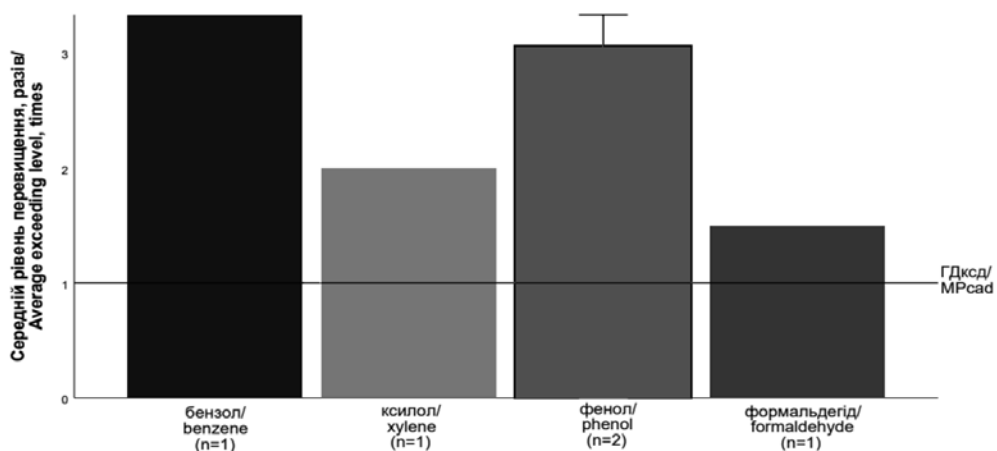


Рис. 2. Рівні перевищення по відношенню до ГДКсд хімічних забруднювачів повітря спортивних залів (дані ДУ «Київський міський ЦКПХ МОЗ України», 2019 р.).

Fig. 2. Exceeding levels of chemical air pollutants in sports halls in relation to the MPCad (data from the State University "Kyiv City Center of Health of the Ministry of Health of Ukraine", 2019).

У повітрі спальних кімнат були виявлені більш широкі спектри хімічних речовин, серед яких лідерами були фенол, формальдегід, сірчаний ангідрид, двоокис азоту, проте також виявлялися бутил- і метилацетат, бензол і оксид вуглецю (рис. 5). У повітрі дитячих кімнат найчастіше виявлялися фенол і формальдегід, у поодиноких випадках реєструвалися аміак, ацетон, оксид вуглецю і сірчаний ангідрид (рис. 6).

tra and levels of pollutants relative to the MPCad, depending on the functional purpose of the premises and the level of anthropogenic load (Fig. 3-6). Thus, ammonia, hydrogen sulfide, phenol, and formaldehyde were detected in the indoor air of the bathrooms (Fig. 3), and ammonia, formaldehyde, hydrogen sulfide, carbon monoxide, and sulfur dioxide were found in the indoor air of the kitchen (Fig. 4).

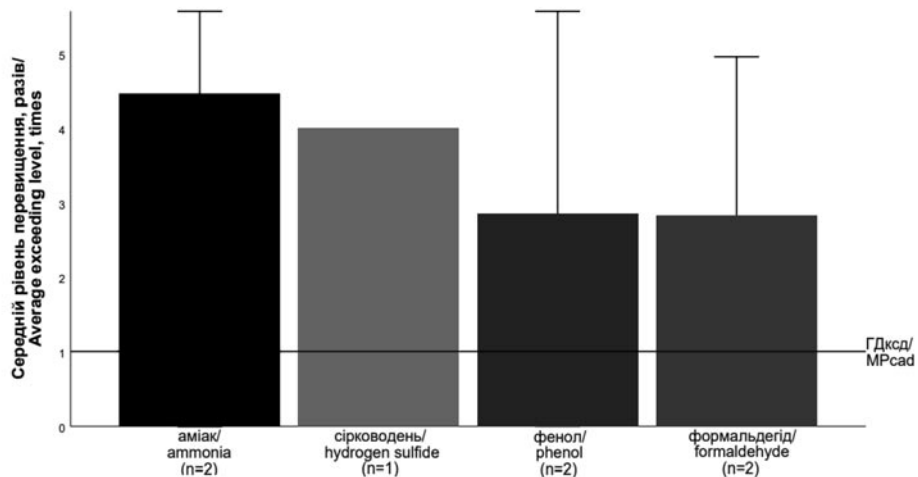


Рис. 3. Рівні перевищення щодо ГДКсд хімічних забруднювачів повітря санвузлів (дані ДУ «Київський міський ЦКПХ МОЗ України», 2019 р.).

Fig.3. Exceeding levels in relation to the MPCad of chemical air pollutants of sanitary facilities (data from the "Kyiv City Center for Health and Welfare of the Ministry of Health of Ukraine", 2019).

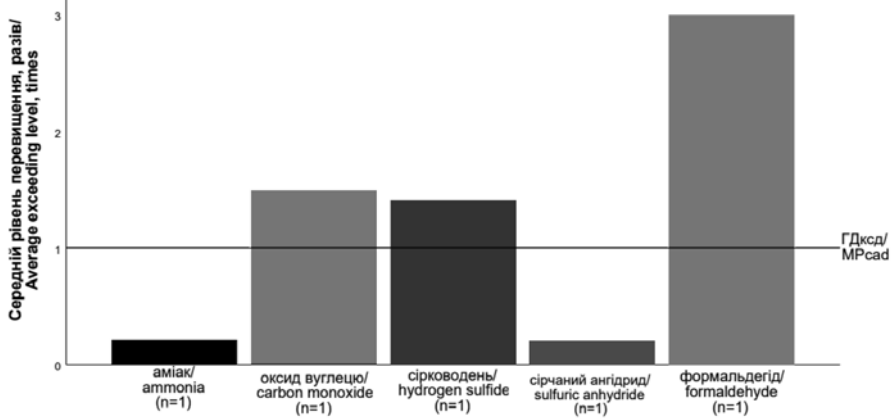


Рис. 4. Рівні перевищення щодо ГДКсд хімічних забруднювачів повітря кухонь (дані ДУ «Київський міський ЦКПХ МОЗ України», 2019 р.).

Fig. 4. Exceeding levels in relation to the MPCad of chemical air pollutants in kitchens (data from the State University "Kyiv City Center for Health Care of the Ministry of Health of Ukraine", 2019).

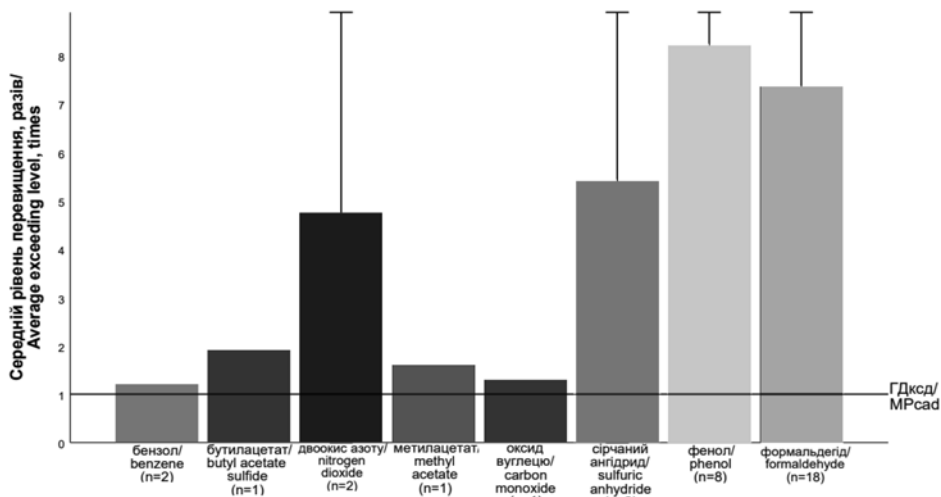


Рис. 5. Рівні перевищення по відношенню до ГДКсд хімічних забруднювачів повітря спальень (дані ДУ «Київський міський ЦКПХ МОЗ України», 2019 р.).

Fig.5. Exceeding levels of chemical air pollutants in bedrooms in relation to the MPCad (data from the "Kyiv City Center for Health and Welfare of the Ministry of Health of Ukraine", 2019).

Важливо зазначити, що у повітрі дитячих кімнат порівняно з іншими типами приміщень був виявлений доволі широкий спектр хімічних забруднювачів. Досліджуючи причини хімічного забруднення повітря всередині житлових приміщень, встановлено, що перевищення ГДК діоксиду азоту було обумовлене зовнішнім впливом, тобто викидами підприємств та автотранспорту, що були розташовані у безпосередній близькості до житлових будинків. Натомість, високі концентрації формальдегіду, фенолу, ацетону були наслідком емісії цих речовин у повітря з меблів, будівельних і оздоблювальних матеріалів. Найвищі концентрації реєструвалися переважно під час проведення ремонтних робіт або в новобудовах. Також було встановлено, що основними причинами наявності високих концентрацій хімічних забруднювачів у повітрі житлових приміщень були порушення режимів вентиляції або її відсутність; неналежне прибирання; проведення ремонтних робіт у приміщеннях, де постійно перебувають люди; присутність у приміщеннях об'єктів, що є джерелом хімічних речовин та ін.

Таким чином, за результатами дослідження було встановлено, що якість повітря всередині окремих громадських закладів (спортивні зали, офіси) і житлових приміщень містить широкий спектр хімічних речовин, рівні яких істотно перевищують ГДКсд. Особливе занепокоєння викликають високі рівні забруднення повітря житлових приміщень, де перебувають діти протягом тривалого часу. Також слід враховувати комбіновану дію хімічних забруднювачів і одночасний вплив інших факторів (температури і вологості), що впливають на якість повітря всередині житлових приміщень.

In the indoor air of the bedrooms, a wider range of chemical substances was detected, among which the leaders were: phenol, formaldehyde, sulfur dioxide, nitrogen dioxide, but butyl and methyl acetate, benzene and carbon monoxide were also detected (Fig. 5). In the indoor air of children's rooms, phenol and formaldehyde were most often detected, in isolated cases ammonia, acetone, carbon monoxide and sulfuric anhydride were recorded (Fig. 6).

It is important to note that a fairly wide range of chemical pollutants was detected in the indoor air of children's rooms compared to other types of premises. Investigating the causes of chemical air pollution inside residential premises, it was established that exceeding the MPC of nitrogen dioxide was caused by external influences, i.e. emissions from enterprises and vehicles that were located in the immediate vicinity of residential buildings. High concentrations of formaldehyde, phenol, and acetone were the result of the emission of these substances into the air from furniture, building and finishing materials. The highest concentrations were registered mainly during repair works or in new buildings.

It was also established that the main reasons for the presence of high concentrations of chemical pollutants in the indoor air of residential premises were: violation of ventilation regimes or its absence; improper cleaning; carrying out repair work in premises where people are constantly present; the presence in the premises of objects that are a source of chemicals, etc.

Thus, according to the results of the study, it was established that the indoor air quality of certain public institutions (sports halls, offices) and residential premises contains a wide range of chemical sub-

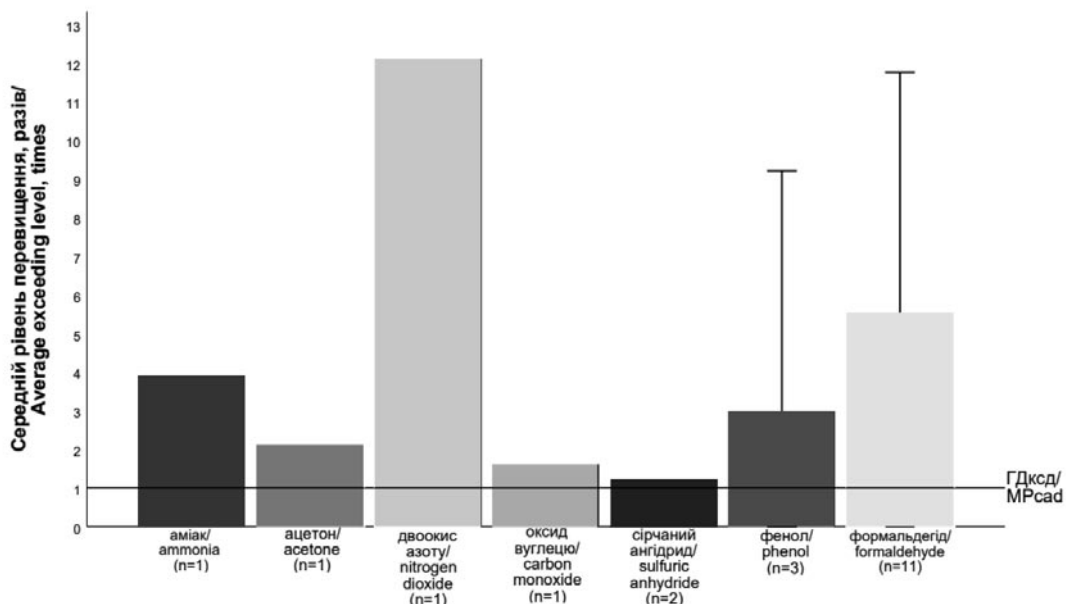


Рис. 6. Рівні перевищення щодо ГДКсд хімічних забруднювачів повітря дитячих кімнат (дані ДУ «Київський міський ЦКПХ МОЗ України», 2019 р.).

Fig.6. Exceeding levels of chemical air pollutants in children's rooms in relation to the MPCsd (data from the State University "Kyiv City Center for Health Care of the Ministry of Health of Ukraine", 2019).

Обговорення. У 2018 р. ВООЗ визнала забруднення повітря фактором навколишнього середовища, що становить найбільший ризик для здоров'я людей [1]. Дослідження ВООЗ довели негативний вплив забруднювачів повітря у приміщеннях на дихальну, серцево-судинну, нервову та імунну системи дітей різного віку. З урахуванням того, що діти проводять тривалий час у приміщенні, проблема впливу середовища приміщень є особливо актуальною [2-3]. Згода урядів досягти цілей сталого розвитку – це можливість підвищити увагу до питань зміцнення здоров'я дітей у зв'язку з впливом довкілля. Так, розглядаються питання раціонального використання хімічних речовин (цілі 3, 6 та 12) та забруднення повітря (цілі 7, 11 та 13). Зниження рівня забруднення повітря в приміщеннях має особливо важливе значення для досягнення цілі 3.9 – до 2030 р. істотно скоротити кількість смертей та захворювань, спричинених небезпечними хімічними речовинами, а також забрудненням повітря, води та ґрунту [4].

Сьогодні якість повітря всередині приміщень – пріоритетне завдання вчених-гігієністів, які займаються проблемами довкілля. У Пармській (2010) та Остравській (2017) деклараціях з навколишнього середовища та охорони здоров'я вказується на необхідність забезпечити зниження забруднення повітря всередині приміщень, спричиненого приготуванням їжі, опаленням, тютюновим димом, недостатньою вентиляцією та хімічними речовинами [5-8]. Окрім хімічних речовин також актуальною є проблема присутності у повітрі твердих частинок (PM_{2,5} PM₁₀), які істотно впливають на якість повітря всередині приміщень [9-12]. Останні епідеміологічні дані свідчать про те, що сотні тисяч випадків передчасної смерті в Європі та в усьому світі спричинені забрудненням повітря, зокрема такими факторами як: PM_{2,5}, біоаерозолі, летючі органічні сполуки (ЛОС), оксид вуглецю, радон і вологість. Документ під назвою «Загальний тягар хвороб у DALY на 1 млн. людей, пов'язаний з якістю повітря всередині приміщень в ЄС 26», побудований на підставі даних, наданих 26 країнами Євросоюзу. У вересні 2018 р. на нараді Організації Об'єднаних Націй з неінфекційних захворювань забруднення повітря було названо п'ятим за значимістю фактором ризику розвитку неінфекційних захворювань [13, 14].

Доведено, що чисте атмосферне повітря та повітря всередині приміщень – є ключовою умовою здоров'я та благополуччя людей. Незважаючи на впровадження більш досконалих і чистих технологій у промисловому, енергетичному та транспортному секторах, забруднення повітря залишається серйозним фактором ризику. Так, останнім часом в Україні все більше застосовуються обігрівачі осель, що працюють на твердому паливі. Доведено, що спалювання різних видів твердого палива є основним джерелом забруднення повітря всередині при-

stances, the levels of which significantly exceed the maximum permissible limit.

Of particular concern are the high levels of indoor air pollution in residential premises where children stay for a long time. The combined effect of chemical pollutants and the simultaneous influence of other factors (temperature and humidity) that affect the quality of indoor air in residential premises should also be taken into account.

Discussion. In 2018, the WHO recognized air pollution as an environmental factor that poses the greatest risk to human health [1]. WHO studies have proven the negative impact of indoor air pollutants on the respiratory, cardiovascular, nervous and immune systems of children of various ages.

Taking into account the fact that children spend a long time indoors, the problem of exposure to indoor air is particularly relevant [2-3]. The agreement of governments to achieve the goals of sustainable development is an opportunity to increase attention to the issues of strengthening the health of children in connection with the impact of the environment.

Therefore, the issues of rational use of chemicals (goals 3, 6 and 12) and air pollution (goals 7, 11 and 13) are important. Reducing the level of indoor air pollution is of particular importance for achieving goal 3.9 – to significantly reduce the number of deaths and illnesses caused by hazardous chemicals, as well as air, water and soil pollution by 2030 [4].

Today, indoor air quality is a priority task of hygienists dealing with environmental issues.

In Parma (2010) and Ostrava (2017) declarations on the environment and health care, it is indicated the need to ensure the reduction of indoor air pollution caused by cooking, heating, tobacco smoke, insufficient ventilation and chemicals [5-8]. In addition to chemicals, the problem of the presence of solid particles in the air (PM_{2.5} PM₁₀) is also relevant, which significantly affect the quality of indoor air [9-12].

Recent epidemiological data suggest that hundreds of thousands of premature deaths in Europe and around the world are caused by air pollution, including PM_{2.5}, bioaerosols, volatile organic compounds (VOCs), carbon monoxide, radon and humidity. The document entitled "Total burden of disease in DALYs per million people related to indoor air quality in the EU26" is based on data provided by 26 EU countries. In September 2018, at the meeting of the United Nations Organization on non-communicable diseases, air pollution was named the fifth most important risk factor for the development of non-communicable diseases [13, 14].

It has been proven that clean atmospheric air and indoor air is a key condition for people's health and well-being. Despite the introduction of more advanced and cleaner technologies in the industrial, energy and transport sectors, air pollution remains a serious risk factor.

міщень у всьому світі та призводить до небезпечних наслідків для здоров'я, головним чином у країнах з низьким та середнім рівнем доходу.

Працівники охорони здоров'я мають розглядати забруднення повітря – як атмосферного, так і всередині приміщень – як один з основних чинників ризику для здоров'я своїх пацієнтів. Сімейні лікарі повинні бути обізнаними щодо відповідних джерел шкідливого впливу довкілля в місцях, які вони обслуговують. На думку ВООЗ, медичні працівники та фахівці в галузі охорони здоров'я можуть відігравати важливу роль у належному інформуванні про ризики забруднення повітря всередині приміщень та у пропаганді здійснення заходів профілактики щодо їхнього зниження.

У зазначеному аспекті слід звернути увагу на ключові завдання для систем громадського здоров'я на шляху зниження ризику впливу забрудненого повітря:

- володіти інформацією про наявні та нові дані впливу забрудненого повітря на здоров'я людини, зокрема дітей та інших чутливих контингентів;
- розпізнавати фактори, що викликають хвороби, аби лікувати їх та запобігати розвиткові ускладнень;
- досліджувати та публікувати докази щодо механізмів впливу довкілля на здоров'я, а також використовувати методи діагностики, лікування та профілактики;
- підвищувати обізнаність, інформувати студентів та колег, сім'ї, громадян та спільноту про необхідність змін у суспільстві та поведінці, надавати варіанти рішень, аби покращити якість повітря у приміщеннях;
- забезпечувати підготовку інших фахівців у галузі охорони здоров'я та освіти з метою розширення знань про ризики забруднення повітря для здоров'я, а також розробляти стратегії зменшення впливу;
- підтримувати включення пунктів про зв'язок стану довкілля зі здоров'ям дітей до навчальної програми вищих та середніх спеціальних навчальних закладів, зокрема медичних факультетів, шкіл медсестер та акушерок;
- ділитися знаннями з особами, які приймають рішення, підтримувати високі стандарти та принципи поведінки, що зменшують шкідливий вплив, а також виступати на підтримку моніторингу та наполегливо нагадувати про необхідність захисту дітей та інших чутливих контингентів, які наражаються на ризик.

Таким чином, на сучасному етапі розвитку національної системи охорони здоров'я, що відображена у положеннях закону України «Про систему громадського здоров'я» №2573-9 від 2 вересня 2022 р., актуальним є створення умов для гармонізації міжнародних і національних підходів з оцінки якості повітря житлових приміщень, як важливої детермінанти здоров'я.

For example, recently, in Ukraine, heaters for homes that run on solid fuel are increasingly being used. Combustion of various types of solid fuels has been proven to be a major source of indoor air pollution worldwide and leads to dangerous health consequences, mainly in low- and middle-income countries.

Health care workers should consider air pollution – both outdoor air and indoor air – as one of the main risk factors for the health of their patients. Family physicians must be aware of relevant sources of environmental exposure in the areas they serve.

According to the WHO, medical professionals and health professionals can play an important role in providing adequate information about the risks of indoor air pollution and in advocating the implementation of preventive measures to reduce them.

In this aspect, attention should be paid to the key tasks for public health systems on the way to reducing the risk of exposure to polluted air:

- to have information about the available and known effects of polluted air on human health, in particular children and other sensitive contingents;
- recognize the factors that cause diseases in order to treat them and prevent the development of complications;
- research and publish evidence on the mechanisms of environmental impact on health, as well as use methods of diagnosis, treatment and prevention;
- raise awareness, inform students and colleagues, families, citizens and the community about the need for changes in society and behavior, provide options for solutions to improve indoor air quality;
- to provide training of other specialists in the field of health care and education in order to expand knowledge about the risks of air pollution for health, as well as to develop strategies for reducing exposure;
- support the inclusion of items on the connection between the state of the environment and children's health in the curriculum of higher and secondary special educational institutions, in particular medical faculties, schools of nurses and midwives;
- share knowledge with decision-makers, uphold high standards and principles of behavior that reduce harmful impact, and advocate for monitoring and insist on the need to protect children and other vulnerable populations at risk.

Thus, at the current stage of the development of the national health care system, which is reflected in the provisions of the Law of Ukraine "On the Public Health System" No. 2573-9 dated September 2, 2022, it is urgent to create conditions for the harmonization of international and national approaches with assessment of indoor air quality as an important determinant of health.

Висновки

1. Результати дослідження рівнів хімічного забруднення повітря, виконаних ДУ «Київський міський ЦКПХ МОЗ України» (2015-2019 рр.), демонструють, що серед приміщень, що обстежувалися у плановому порядку, наявність хімічних забруднювачів була встановлена у 17,8 % (від 4,7 % до 23,7 %) випадків, а під час обстежень приміщень за скаргами громадян – у 74,5 % (від 40,6 % до 86,4 %), переважно скарги громадян були обумовлені неприємним запахом повітря.

2. Встановлено, що причиною присутності хімічних речовин у повітрі, було порушення режимів вентиляції або її відсутність; неналежне прибирання; проведення ремонтних робіт у приміщеннях, де постійно перебувають люди; присутність у приміщеннях об'єктів, що є джерелом емісії хімічних речовин та ін.

3. За результатами досліджень хімічного складу повітря всередині житлових приміщень підтверджено необхідність посилення інформування населення про шкідливий вплив забрудненого повітря на здоров'я людини, зокрема дітей та інших чутливих контингентів.

Конфлікт інтересів. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів

Conclusions.

1. The results of the research on the levels of chemical pollution of indoor air carried out by the "Kyiv City Center for the Ministry of Health of Ukraine" (2015-2019) show that among the premises that were inspected in a planned manner, the presence of chemical pollutants was established in 17.8% (from 4.7% to 23.7%) of cases, and according to citizen complaints - in 74.5% (from 40.6% to 86.4%), citizens' complaints were due to the unpleasant smell of the air.

2. It was established that the reasons for the emission of chemical substances in the premises indoor air were: violation of ventilation regimes or its absence; improper cleaning; carrying out repair work in premises where people are constantly present; the presence in the premises of objects that are a source of chemicals, etc.

3. According to the results of research into the chemical composition of indoor air in residential premises, the need to increase public awareness of the harmful effects of polluted air on human health, in particular children and other sensitive contingents, has been confirmed.

Conflict of interest. The Authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. ВООЗ (2018 г.). Забруднення повітря і здоров'я дітей. Рекомендуємо чисте повітря. Женева: ВООЗ. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/275595/WHO-CED-PHE-18.01-rus.pdf?ua=1>.
2. WHO (2017). Inheriting a sustainable world? Atlas on children's health and the environment. Geneva: WHO. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/254677>.
3. WHO (2005). Effects of air pollution on children's health and development. A Review of the evidence. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/107652>.
4. Організація Об'єднаних Націй (2015). Перетворення нашого світу: Порядок денний у сфері сталого розвитку на період до 2030 р. Нью-Йорк: Організація Об'єднаних Націй. Електронний ресурс. Режим доступу: https://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=R.
5. WHO (2010). Protecting children's health in a changing environment Report of the Fifth Ministerial Conference on Environment and Health. Електронний ресурс: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/326468>.
1. WHO (2018). Air pollution and child health: prescribing clean air. Geneva: WHO. Electronic resource. Access mode: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/275595/WHO-CED-PHE-18.01-rus.pdf?ua=1>.
2. WHO (2017). Inheriting a sustainable world? Atlas on children's health and the environment. Geneva: WHO. Electronic resource. Access mode: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/254677>.
3. WHO (2005). Effects of air pollution on children's health and development. A Review of the evidence. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe. Electronic resource. Access mode: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/107652>.
4. United Nations (2015). Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development. New York: United Nations. Electronic resource. Access mode: https://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=R.
5. WHO (2010). Protecting children's health in a changing environment Report of the Fifth Ministerial Conference on Environment and Health. Electronic resource: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/326468>.

6. Європейське регіональне бюро ВООЗ (2010). Пармська декларація з навколишнього середовища та охорони здоров'я. П'ята міністерська конференція з навколишнього середовища та охорони здоров'я. Копенгаген: Європейське регіональне бюро ВООЗ . Електронний ресурс. Режим доступу: http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0004/78610/E93618R.PDF.
7. Європейське регіональне бюро ВООЗ (2017). Острівська декларація з навколишнього середовища та охорони здоров'я. Шоста міністерська конференція з навколишнього середовища та охорони здоров'я. Копенгаген: Європейське регіональне бюро ВООЗ. Електронний ресурс. Режим доступу: (https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0008/342287/170574_Ostrava-Declaration-FINAL-RUS.pdf).
8. Європейське регіональне бюро ВООЗ (2017). Комплекс можливих заходів для сприяння здійсненню Острівській декларації. Шоста міністерська конференція з навколишнього середовища та охорони здоров'я. Копенгаген: Європейське регіональне бюро ВООЗ. Електронний ресурс. Режим доступу: https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0009/342288/170579_Annex-1).
9. Asikainen A, Carrer P, Kephelopoulos S, De Oliveira Fernandes E, Wargocki P, Hänninen O (2016). Reducing burden of disease from residential indoor air exposures in Europe (HEALTHVENT project). *Environmental Health*. 15(S1):61–72. doi:10.1186/s12940-016-0101-8.
10. Csobod E, Annesi-Maesano I, Carrer P, Kephelopoulos S, Madureira J, Rudnai P et al (2014). SINPHONIE (Schools Indoor Pollution and Health Observatory Network in Europe): Final report. Luxembourg: Publications Office of the European Union. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/b1243a1b-317b-422f-b6cf-645b693b3cdf/language-en>.
11. WHO (2015). Public Health and Environment (PHE): household air pollution. Population using solid fuels (%), 2013 [website]. Geneva: WHO. Електронний ресурс. Режим доступу: http://gamapserver.who.int/gho/interactive_charts/phe/iap_exposure/atlas.html.
12. Gabriel MF, Felgueiras F, Fernandes M, Ribeiro C, Ramos E, Mourao Z. et al, (2020). Assessment of indoor air conditions in households of Portuguese families with newborn children. Implementation of the HEALS IAQ checklist, *Environ. Res.* 182. doi:10.1016/j.envres.2019.108966.
13. Hänninen O, Asikainen A, editors (2013). Efficient reduction of indoor exposures. Health benefits from optimizing ventilation, filtration and indoor source controls. Helsinki: National Institute for Health and Welfare. Електронний ресурс. Режим доступу: http://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/110211/RAP2013_002_3rd%20edition_25%2011%202014_web.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
6. WHO Regional Office for Europe (2010). Parma Declaration on Environment and Health. Fifth Ministerial Conference on Environment and Health. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe. Electronic resource. Access mode: http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0004/78610/E93618R.PDF.
7. WHO Regional Office for Europe (2017). Island Declaration on Environment and Health Protection. Sixth Ministerial Conference on Environment and Health. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe. Electronic resource. Mode of access: https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0008/342287/170574_Ostrava-Declaration-FINAL-RUS.pdf.
8. WHO Regional Office for Europe (2017). Declaration of the Sixth Ministerial Conference on Environment and Health: Annex 1. Compendium of possible actions to advance the implementation of the Ostrava Declaration. Electronic resource. Mode of access: https://www.euro.who.int/__data/assets/file/0009/342288/170579_Annex-1.
9. Asikainen A, Carrer P, Kephelopoulos S, De Oliveira Fernandes E, Wargocki P, Hänninen O (2016). Reducing burden of disease from residential indoor air exposures in Europe (HEALTHVENT project). *Environmental Health*. 15(S1):61–72. doi:10.1186/s12940-016-0101-8.
10. Csobod E, Annesi-Maesano I, Carrer P, Kephelopoulos S, Madureira J, Rudnai P et al (2014). SINPHONIE (Schools Indoor Pollution and Health Observatory Network in Europe): Final report. Luxembourg: Publications Office of the European Union. Electronic resource. Access mode: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/b1243a1b-317b-422f-b6cf-645b693b3cdf/language-en>.
11. WHO (2015). Public Health and Environment (PHE): household air pollution. Population using solid fuels (%), 2013 [website]. Geneva: WHO. Electronic resource. Access mode: http://gamapserver.who.int/gho/interactive_charts/phe/iap_exposure/atlas.html.
12. Gabriel MF, Felgueiras F, Fernandes M, Ribeiro C, Ramos E, Mourao Z. et al, (2020). Assessment of indoor air conditions in households of Portuguese families with newborn children. Implementation of the HEALS IAQ checklist, *Environ. Res.* 182. doi:10.1016/j.envres.2019.108966.
13. Hänninen O, Asikainen A, editors (2013). Efficient reduction of indoor exposures. Health benefits from optimizing ventilation, filtration and indoor source controls. Helsinki: National Institute for Health and Welfare. Electronic resource. Access mode: http://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/110211/RAP2013_002_3rd%20edition_25%2011%202014_web.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

AP2013_002_3rd%20edition_25%2011%202014_web.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

14. Hänninen O, Lebret E, Ilacqua V, Katsouyanni K, Künzli N, et al. Infiltration of ambient PM2.5 and levels of indoor generated non-ETS PM2.5 in residences of four European cities. *Atmos Environ.* 2004;38:6411–23. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2004.07.015>.

14. Hänninen O, Lebret E, Ilacqua V, Katsouyanni K, Künzli N, et al. Infiltration of ambient PM2.5 and levels of indoor generated non-ETS PM2.5 in residences of four European cities. *Atmos Environ.* 2004;38:6411–23. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2004.07.015>.

Відомості про авторів

Оборонова Тетяна Сергіївна – токсиколог, Державне підприємство «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л.І. Медведя Міністерства охорони здоров'я України». Адреса: вул. Героїв Оборони, 6, 03127, м. Київ, Україна. ORCID: 0000-0002-1317-3627.

Проданчук Микола Георгійович – член-кор. НАМНУ, д.мед.н., професор, директор, Державне підприємство «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л.І. Медведя Міністерства охорони здоров'я України». Адреса: вул. Героїв Оборони, 6, 03127, м. Київ, Україна. ORCID: 0000-0002-9229-9761.

Чумак Сергій Петрович – директор, ДУ «Київський міський Центр контролю та профілактики хвороб Міністерства охорони здоров'я України». Адреса: вул. Некрасовська, будинок 10/8, 04053, м. Київ, Україна.

Бобильова Ольга Олександрівна – головний консультант, Державне підприємство «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л.І. Медведя Міністерства охорони здоров'я України». Адреса: вул. Героїв Оборони, 6, 03127, м. Київ, Україна.

Курділь Наталія Віталіївна – к.мед.н., заступник директора, Державне підприємство «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л.І. Медведя Міністерства охорони здоров'я України». Адреса: вул. Героїв Оборони, 6, 03127, м. Київ, Україна. ORCID: 0000-0001-7726-503X.

Перегида Олена Людвігівна – спеціаліст відділу наукових основ аналізу ризику хімічних факторів, Державне підприємство «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л.І. Медведя Міністерства охорони здоров'я України». Адреса: вул. Героїв Оборони, 6, 03127, м. Київ, Україна.

Стаття надійшла до редакції 27.03.2023 р.

Information about authors

Tetyana Oboronova – toxicologist of the 1st category of the L.I. Medved's Research Center of Preventive Toxicology, Food and Chemical Safety, Ministry of Health, Ukraine (State Enterprise), 6 Heroiv Oborony st., 03127, Kyiv, Ukraine.

Mykola Prodanchuk – Doctor, MD, Professor, Corresponding Member of the National Academy of Sciences of Ukraine, Director of the L.I. Medved's Research Center of Preventive Toxicology, Food and Chemical Safety, Ministry of Health, Ukraine (State Enterprise)", 6 Heroiv Oborony st., 03127, Kyiv, Ukraine. ORCID: 0000-0002-9229-9761.

Serhiy Chumak – director, State University "Kyiv City Center for Disease Control and Prevention of the Ministry of Health of Ukraine". Address: str. Nekrasovska, building 10/8, 04053, Kyiv, Ukraine.

Olga Bobylova – Candidate of medical sciences, chief consultant, L.I. Medved's Research Center of Preventive Toxicology, Food and Chemical Safety, Ministry of Health, Ukraine (State Enterprise)", 6 Heroiv Oborony st., 03127, Kyiv, Ukraine.

Nataliia Kurdil – physician-toxicologist, PhD, deputy director of the L.I. Medved's Research Center of Preventive Toxicology, Food and Chemical Safety, Ministry of Health, Ukraine" (SE). E-mail: kurdil_nv@ukr.net. ORCID: 0000-0001-7726-503X.

Olena Peregiada – Senior laboratory assistant with a higher education of the L.I. Medved's Research Center of Preventive Toxicology, Food and Chemical Safety, Ministry of Health, Ukraine (State Enterprise), 6 Heroiv Oborony st., 03127, Kyiv, Ukraine.

Received March, 27, 2023