

## КОНСТРУКТИВНА ГЕОГРАФІЯ І ГЕОЕКОЛОГІЯ

УДК 504.3.054+914

DOI: <https://doi.org/10.25128/2519-4577.20.1.13>

Надія МАКСИМЕНКО, Ліна ВОЛКОВА, Андрій КРОТЬКО

ПРОСТОРОВО-ЧАСОВА ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО РИЗИКУ ВІД  
ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ М. ХАРКОВА

*На основі отриманих статистичних і аналітичних даних проведено просторово-часову оцінку забруднення атмосферного повітря м. Харків з 2014 р. по 2019 р. Розраховано величини екологічного ризику від забруднення конкретними речовинами та сумарний ризик захворювання за середніми річними концентраціями забруднюючих речовин та по максимальним разовим значенням концентрації забруднюючих речовин в атмосферному повітрі.*

**Ключові слова:** атмосферне повітря, забруднення, екологічний ризик, референтна доза, захворюваність.

**Постановка науково-практичної проблеми.** Проблема забруднення атмосферного повітря є однією з глобальних проблем людства. Зростаючі обсяги викидів забруднюючих речовин в атмосферу знаходяться в центрі уваги не лише мешканців великих міст, а і наукової спільноти та урядовців. Промислові підприємства, транспорт і населення м. Харків постійно спричиняють забруднення атмосферного повітря. Однак, розподіл забруднення по території міста не є рівномірним. З одного боку, причиною цього є локалізація основних промислових чи комунальних джерел в певних районах міста, а з іншого – різна самоочисна здатність атмосфери в різних районах міста, що відрізняються різними природними умовами. Так, наприклад, на понижених ділянках рельєфу в заплаві р. Харків, Лопань чи Уди відбувається застій повітря і, як наслідок, накопичення забруднення, а на вододільних просторах переважають процеси самоочищення атмосфери. Внаслідок цього в окремих районах міста спостерігаються підвищені концентрації забруднюючих атмосферне повітря речовин, про що свідчать дані щорічних спостережень за забрудненням повітряного басейну, що проводяться Харківським регіональним центром з гідрометеорології. Це призводить до підвищення ризику захворюваності населення тих чи інших районів різними групами хвороб.

**Аналіз останніх публікацій за темою дослідження.** Дослідженню екологічного стану атмосферного повітря міст України присвячується останнім часом значна кількість публікацій [2, 4, 9, 10, 15 – 19, 21]. Досить пильна увага до цієї проблеми пояснюється, з одного боку, відкриттям доступу до статистичних даних Гідрометслужби, а, з іншого боку, можливістю власного дослідження вмісту забруднюючих речовин у повітрі за допомогою недорогих власних приладів, які легко можна придбати у Інтернет-мережі. У той же час,

серйозні наукові висновки може забезпечити лише метрологічно повірена апаратура державної служби спостереження за станом атмосферного повітря. Саме на таких даних ґрунтується серія робіт, присвячених дослідженню забруднення атмосферного повітря у м. Харків [1, 3, 5 – 8, 12, 14, 20]. В роботах вчених Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова [1, с. 97] проведено порівняння забруднення повітря на різних постах спостереження. Попередніми роботами ХНУ імені В. Н. Каразіна зроблено оцінку впливу різних джерел забруднення на стан атмосферного повітря [3, с. 117] та динаміку забруднення [5, с. 81]. Крім того, використано різні методи аналізу статистичних даних [8, 12, 14] з метою кращої їх інтерпретації для різних цілей [6, 7, 11]. У той же час, рідко зустрічаються роботи, в яких зроблено спробу оцінити екологічний ризик від забруднення атмосфери [21, с. 28], але системного аналізу і розрахунків просторово-часових змін екологічного ризику від атмосферного забруднення м. Харків до теперішнього часу не існує, що і спричинило вибір теми цього дослідження.

**Мета і методи дослідження.** Метою дослідження є просторово-часова оцінка забруднення атмосферного повітря міста Харків та визначення екологічного ризику для здоров'я.

В основу дослідження покладено матеріали [13, 14], що забезпечує Харківський регіональний центр з гідрометеорології. Ним кілька десятиліть поспіль проводяться спостереження за забрудненням атмосферного повітря міста Харків на 10 стаціонарних пунктах спостереження за забрудненням (ПСЗ) (рис. 1), обладнаних комплектними лабораторіями «ПОСТ-1» та «ПОСТ-2». Розташування ПСЗ зумовлене виключно міркуваннями Гідромет-

центру. У той же час, зазначимо, що воно охоплює всі типи природних і природно-антропогенних комплексів від вододільних ландшафтів (ПСЗ №№ 9, 11, 16, 17, 21), першої, другої надзаплавної та інших терас (ПСЗ №№ 12, 18, 19, 24) до заплави ( ПСЗ № 13) та від промислового (ПСЗ № 13), селітебного

(ПСЗ №№ 9, 11, 12, 11, 19), транспортного (ПСЗ №№ 16, 18, 21, 24) до захисно-рекреаційного типу (ПСЗ № 17). Таким чином, можна стверджувати, що ПСЗ є репрезентативними, а отримана інформація є вірогідною для оцінки екологічного стану атмосферного повітря м. Харкова.

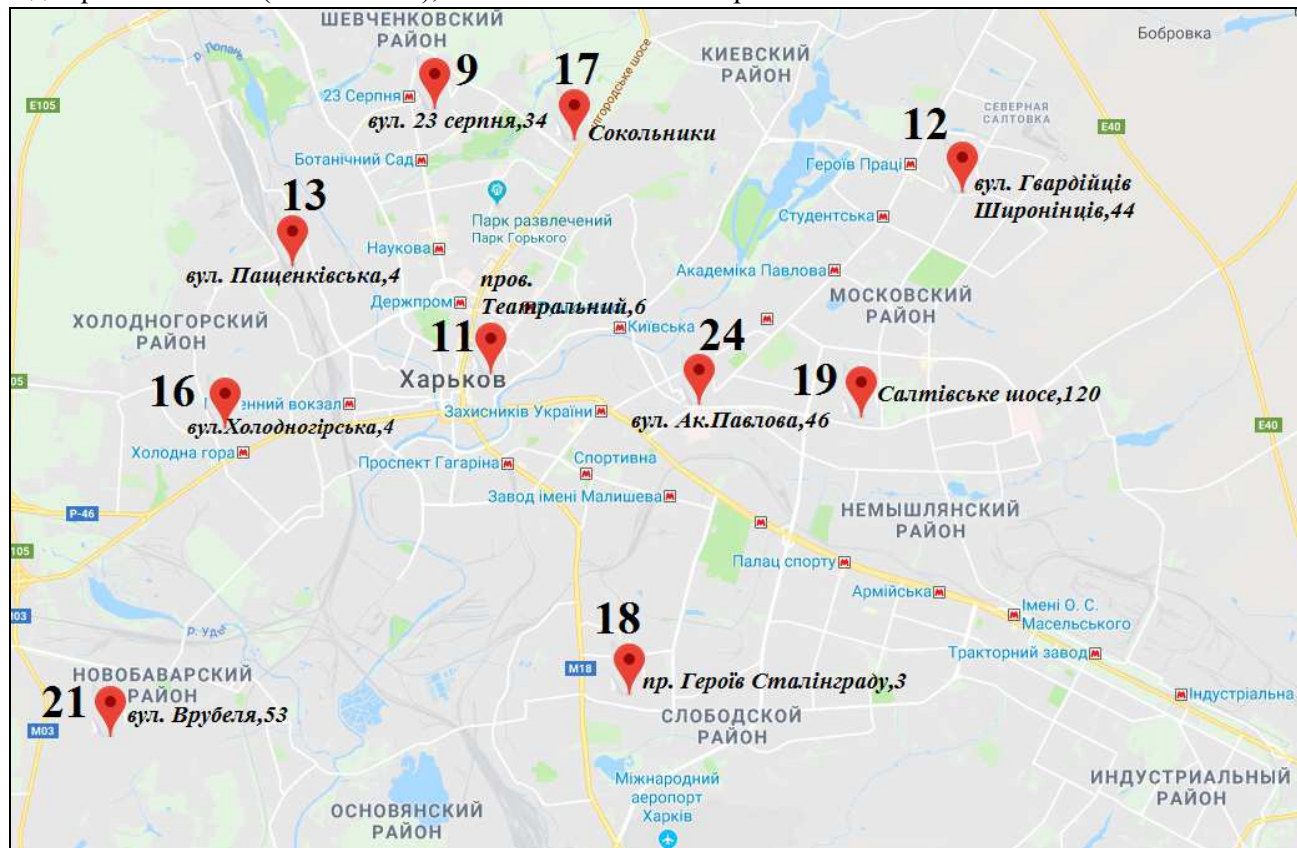


Рис. 1. Дислокація стаціонарних пунктів спостереження

Розрахунок екологічного ризику в роботі зроблено за методикою, викладеною у [13], яка використовується для оцінки ризику для здоров'я населення, що зазнає впливу хімічних речовин, забруднюючих довкілля. Характеристика ризику розвитку неканцерогенних ефектів здійснюється або шляхом порівняння фактичного рівня експозиції з безпечним рівнем впливу (індекс/коефіцієнт небезпеки), або на основі параметрів залежності «концентрація-відповідь», отриманих в епідеміологічних дослідженнях.

Оскільки в нашому дослідженні визначалась концентрація забруднюючих речовин у атмосферному повітрі, розраховуємо екологічний ризик від інгаляційного надходження речовин до організму людини, як суму коефіцієнтів небезпеки появи тієї чи іншої хвороби від впливу різних забруднюючих речовин, а саме:

$$R = \sum_{i=1}^n HQ_i$$

де:  $R$  – екологічний ризик;  
 $n$  – кількість речовин і;  
 $HQ_i$  – коефіцієнт небезпеки впливу речовини  $i$ , який розраховуємо за формулою:

$$HQ_i = C_i / RfC, \tag{2}$$

де:  
 $HQ$  – коефіцієнт небезпеки впливу речовини  $i$ ;  
 $RfC$  – безпечний рівень впливу речовини,  $mg/m^3$  (таблиця 1);  
 $C_i$  – рівень впливу речовини,  $mg/m^3$ .

Розрахунки екологічного ризику зроблено як результат сумарного впливу забруднюючих речовин на населення м. Харкова без деталізації за віком та тривалістю впливу – лише по відношенню до показника середньої добової та максимальної разової концентрації речовин у повітрі при хронічному інгаляційному їх надходженні.

$$\tag{1}$$

Референтні концентрації для хронічного інгаляційного впливу [13]

Речовина	RfC, мг/м <sup>3</sup>	Критичні органи / системи
PM <sub>2,5</sub> Завислі частки <2,5 мм	0,015	Органи дихання, смертність
PM <sub>10</sub> Завислі частки <10 мм	0,05	Органи дихання, смертність, серцево-судинна система, розвиток
SO <sub>2</sub> Діоксид сірки	0,05	Органи дихання, смертність
CO Оксид вуглецю	3	Кров, серцево-судинна система, розвиток, ЦНС
NO <sub>2</sub> Діоксид азоту	0,04	органи дихання, кров, утворення MetHb
O <sub>3</sub> Озон	0,03	Органи дихання

Якщо розрахований коефіцієнт небезпеки (HQ) речовини не перевищує одиницю, то ймовірність розвитку у людини шкідливих ефектів при щоденному надходженні речовини протягом життя несуттєва. Такий вплив характеризується як допустимий.

Якщо коефіцієнт небезпеки перевищує одиницю, то ймовірність появи шкідливих ефектів у людини зростає пропорційно зростанню HQ, однак точно назвати кратність не можливо. За результатами розрахунків проанжовано речовини, що забруднюють повітря за величиною коефіцієнту небезпеки для визначення найбільш пріоритентих забруднювачів.

**Викладення основного матеріалу.**

Оскільки, на всіх ПСЗ вимірюються дані про вміст у повітрі таких речовин, як: аміак, діоксид азоту, діоксид сірки, оксид азоту, оксид вуглецю, пил, сажа, сірководень, фенол, формальдегід та ін. [14], статистична обробка вимірів дає можливість оцінити стан атмосферного повітря міста у різних його районах.

*Аміак.* Середньорічний вміст та середньодобові ГДК аміаку протягом 2012-

2018 рр. були на одному рівні – 0,01 мг/м<sup>3</sup> та 0,2 відповідно. Максимальний вміст та максимальні разові концентрації аміаку протягом 2012-2018 рр. також були на одному рівні – 0,09 мг/м<sup>3</sup> та 0,5 відповідно. Протягом досліджуваних років перевищення ГДК не спостерігалось.

*Діоксид азоту.* Протягом 2012-2018 рр. середньорічний вміст та середньодобові концентрації діоксиду азоту не перевищували встановлені значення та становили відповідно 0,02-0,03 мг/м<sup>3</sup> та 0,4-0,6 мг/м<sup>3</sup> (рис 2). Максимальний вміст та максимальні разові концентрації діоксиду азоту були на рівні ГДК або перевищували його в декілька разів: у 2012-2013 рр. та у 2017 р. максимальний вміст становив 0,47 мг/м<sup>3</sup>, а максимальні разові концентрації 2,4 мг/м<sup>3</sup>. Протягом наступних років концентрація діоксиду азоту зменшилася і становила 0,31 мг/м<sup>3</sup>, а максимальні разові ГДК – 1. Індекс забруднення змінювався кожного року, найбільшим був у 2012 та 2013 роках і склав 0,78, у 2015 році він був найменшим (0,51), в наступні роки він коливався від 0,52 до 0,67 (рис. 3).

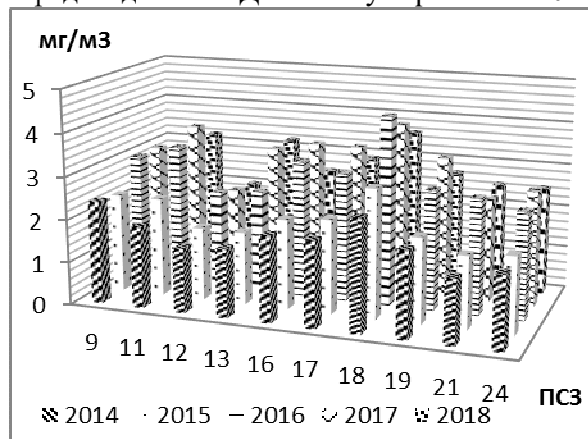


Рис. 2. Середньорічний вміст діоксиду азоту з 2014 по 2018 рік на всіх ПСЗ

На ПСЗ №9 середньорічний вміст діоксиду азоту з 2014 по 2017 рік склав 0,03 мг/м<sup>3</sup>, а у 2018 році – 0,02 мг/м<sup>3</sup>. Індекс забруднення склав від 0,48 (2018 рік) до 0,79

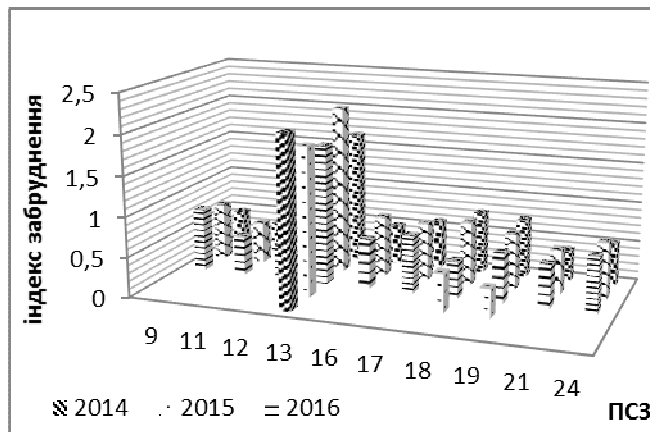


Рис. 3. Індекс забруднення повітря діоксидом азоту з 2014 по 2018 рік на всіх ПСЗ

(2016 рік)

На ПСЗ №11 середньорічний вміст діоксиду азоту протягом досліджуваних років склав 0,02 мг/м<sup>3</sup>, а індекс забруднення 0,37

(2018 рік) – 0,52 (2017 рік).

На ПСЗ №12 середньорічний вміст протягом 2014-2018 рр. була на одному рівні – 0,02 мг/м<sup>3</sup>, індекс забруднення склав 0,29 (2018 рік) – 0,49 (2017 рік).

На ПСЗ №13 середньорічний вміст діоксиду азоту була від 0,25 мг/м<sup>3</sup> у 2018 році до 0,32 мг/м<sup>3</sup> у 2014 та 2017 роках. Індекс забруднення - від 1,66 у 2018 році до 2,13 у 2014 році.

На ПСЗ №16 середньорічний вміст діоксиду азоту склав 0,02 мг/м<sup>3</sup> у 2014, 2015 та 2018 роках та 0,03 мг/м<sup>3</sup> у 2016 та 2017 роках. Індекс забруднення склав 0,49 у 2018 році, 0,62 у 2016 році та 0,76 у 2017 році.

На ПСЗ №17 середньорічний вміст була 0,02 мг/м<sup>3</sup> у 2014 та 2015 роках, та 0,03 мг/м<sup>3</sup> у 2016-2018 рр.

На ПСЗ №18 середньорічний вміст різнився і склав 0,02 мг/м<sup>3</sup> у 2015 та 2016 роках й 0,03 мг/м<sup>3</sup> у 2014, 2017 та 2018 роках. Індекс забруднення склав від 0,46 у 2016 році до 0,79 у 2017 році.

На ПСЗ №19 середньорічний вміст склав 0,01 мг/м<sup>3</sup> у 2015 році, 0,02 мг/м<sup>3</sup> у 2014, 2016 та 2018 році й 0,03 мг/м<sup>3</sup> у 2017 році. Індекс забруднення – від 0,36 у 2015 році до 0,73 у 2018 році.

Для ПСЗ №21 середньорічний вміст протягом досліджуваних років був на одному рівні – 0,02 мг/м<sup>3</sup>, а індекс забруднення – від 0,39 у 2018 році до 0,56 у 2017 році.

На ПСЗ №24 середньорічний вміст діоксиду азоту склав від 0,02 мг/м<sup>3</sup> у 2014, 2015 та 2018 роках до 0,03 мг/м<sup>3</sup> у 2016 та 2017 роках. Індекс забруднення був від 0,53 у 2018 році до 0,71 у 2017 році.

У 2014 році вміст діоксиду азоту був найбільшим на ПСЗ №13 – 0,32 мг/м<sup>3</sup>, а найменшим – на ПСЗ №№ 11, 12, 16, 17, 19, 21, 24 і склав 0,02 мг/м<sup>3</sup>. Індекс забруднення на ПСЗ №13 склав 2,13. У 2015 році найбільший вміст діоксиду азоту спостерігався на ПСЗ №9 – 0,03 мг/м<sup>3</sup>, а найменший – на ПСЗ №19 і склав 0,01 мг/м<sup>3</sup>. Індекс забруднення мав найбільше значення на ПСЗ №13, 1,86, а найменше – на ПСЗ №19, 0,36. У 2016 році найбільший вміст діоксиду азоту був на ПСЗ №№ 9, 16, 17, 24 – 0,03 мг/м<sup>3</sup>, а найменший – на ПСЗ №№ 11, 12, 18, 19, 21 – 0,02 мг/м<sup>3</sup>. Найбільший індекс забруднення був на ПСЗ №13 – 1,75, а найменший на ПСЗ №12 – 0,42. У 2017 році найменший вміст діоксиду азоту був на ПСЗ №№ 11, 12, 21 – 0,02 мг/м<sup>3</sup>, а найбільший – на ПСЗ №13, 0,32 мг/м<sup>3</sup>. Найменший індекс забруднення був на ПСЗ №12, 0,49, а найбільший – на ПСЗ №13, 2,11. У

2018 році найменший вміст діоксиду азоту був на ПСЗ № 9, 11, 12, 16, 21, 24 – 0,02 мг/м<sup>3</sup>, а найбільший – на ПСЗ № 17, 18, 19 – 0,03 мг/м<sup>3</sup>. Найменший індекс забруднення був на ПСЗ №12 – 0,29, а найбільший на ПСЗ №13 – 1,66.

*Діоксид сірки.* Найбільший середньорічний вміст діоксиду сірки спостерігався у 2015 році і становив 0,008 мг/м<sup>3</sup>, протягом інших досліджуваних років він становив 0,007 мг/м<sup>3</sup>. Середньодобові концентрації не перевищували норми і склали 0,1 ГДК. Максимальний вміст діоксиду сірки протягом досліджуваних років також не перевищував норми і становив 0,074 мг/м<sup>3</sup>, окрім 2015 року, коли склав 0,085 мг/м<sup>3</sup>. Максимальні разові концентрації становили 0,1 ГДК. Отже, протягом досліджуваних років перевищення ГДК діоксиду сірки не спостерігалося.

*Оксид азоту.* Середньорічний вміст оксиду азоту протягом досліджуваних років становив 0,02 мг/м<sup>3</sup>. Середньодобові концентрації склали 0,3 ГДК. Максимальний вміст оксиду азоту був 0,14 мг/м<sup>3</sup>. Максимальні разові концентрації склали 0,4 ГДК. Таким чином, протягом досліджуваних років перевищення ГДК оксиду азоту не спостерігалося.

*Оксид вуглецю.* Протягом досліджуваних років середньорічна концентрація оксиду вуглецю була найбільшою у 2017 році – 3,1 мг/м<sup>3</sup>, а найменшою у 2012, 2013, 2014 роках – 1,9 мг/м<sup>3</sup> (рис. 4).

При цьому з 2012 по 2014 рік перевищення ГДК не було і середньодобові концентрації склали 0,6 ГДК, а з 2015 року було перевищення середньодобових ГДК у 3 рази. Максимальний вміст оксиду вуглецю був від 9 мг/м<sup>3</sup> у 2012, 2013, 2014 роках до 15 мг/м<sup>3</sup> у 2017 році. Таким чином було перевищення ГДК від 1,8 разу до 3 разів. Індекс забруднення склав від 0,67 до 1,03.

На ПСЗ №9 найбільший вміст оксиду вуглецю спостерігався у 2016 та 2017 роках – 3 мг/м<sup>3</sup>, а найменший у 2015 році – 2,3 мг/м<sup>3</sup>. Перевищення ГДК на ПСЗ №9 було від 1,8 до 2,2 рази. На ПСЗ №11 найбільший вміст оксиду вуглецю був у 2016 році, 3,3 мг/м<sup>3</sup>, а найменший у 2014 році, 1,9 мг/м<sup>3</sup>. Перевищення ГДК оксиду вуглецю було від 1,4 до 2,2 разів. На ПСЗ №12 найменший вміст спостерігався у 2014 році – 1,5 мг/м<sup>3</sup>, а найбільший у 2016 році – 2,3 мг/м<sup>3</sup>. Перевищення ГДК було від 1,4 до 3 разів.

На ПСЗ №13 найбільший вміст оксиду вуглецю був у 2017 та 2018 році, 3,2 мг/м<sup>3</sup>, а найменший у 2014 році, 1,6 мг/м<sup>3</sup>. Перевищення ГДК було від 1,2 до 2,2 разів.

На ПСЗ №16 найменший вміст оксиду вуглецю спостерігався у 2014 році – 2 мг/м<sup>3</sup>, а найбільший у 2017 році – 3,4 мг/м<sup>3</sup>. Перевищення ГДК було від 1,6 до 2,2 разів.

На ПСЗ №17 найменший вміст оксиду вуглецю був у 2014 році, 2 мг/м<sup>3</sup>, а найбільший у 2017 році, 3,4 мг/м<sup>3</sup>. Перевищення ГДК було від 1,6 до 2 разів.

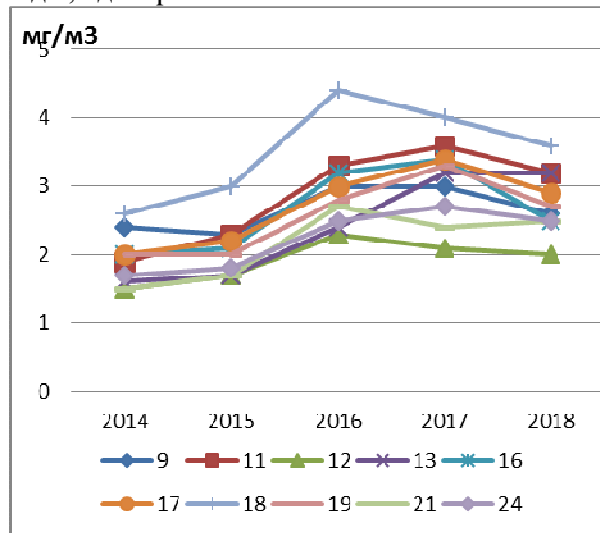


Рис. 4. Динаміка середньорічного вмісту оксиду вуглецю на ПСЗ

Для ПСЗ №18 найбільший середньорічний вміст спостерігався у 2016 році, 4,4 мг/м<sup>3</sup>, а найменший – у 2014 році, 2,6 мг/м<sup>3</sup>. Перевищення ГДК було від 1,6 до 2,6 разів.

На ПСЗ №19 найбільший вміст оксиду вуглецю був у 2017 році, 3,3 мг/м<sup>3</sup>, а найменший – у 2014 та 2015 роках, 2 мг/м<sup>3</sup>. Перевищення ГДК було 1,8 до 3 разів.

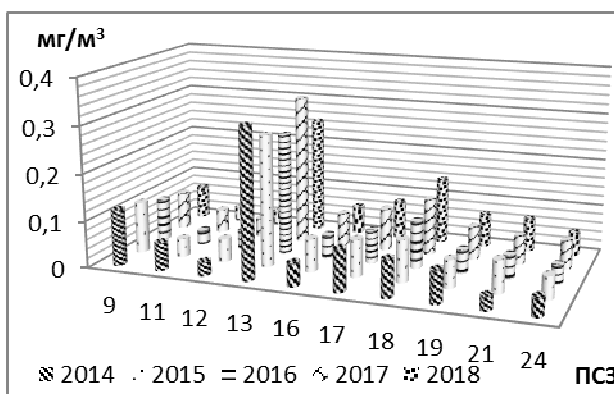


Рис. 5. Середньорічний вміст пилу з 2014 по 2018 рік на всіх ПСЗ

Найменший середньорічний вміст був у 2016 році – 0,08 мг/м<sup>3</sup>. Найбільший – у 2014 та 2017 роках, 0,1 мг/м<sup>3</sup>. Найбільший максимальний вміст пилу був у 2012 та 2013 роках – 3,8 мг/м<sup>3</sup>, а найменший – у 2018 році – 1,1 мг/м<sup>3</sup>. Найбільші середньодобові концентрації зафік-

На ПСЗ №21 найбільший вміст речовини був у 2016 році і становив 2,7 мг/м<sup>3</sup>, а найменший – у 2014 році, 1,5 мг/м<sup>3</sup>. Перевищення ГДК було від 1,4 до 1,6 разів.

Для ПСЗ №24 найбільший вміст оксиду вуглецю був у 2017 році, 2,7 мг/м<sup>3</sup>, а найменший вміст – у 2014 році, 1,7 мг/м<sup>3</sup>. Перевищення ГДК було від 1,4 до 1,8 разів.

У 2014 році найбільший вміст оксиду вуглецю було зафіксовано на ПСЗ №18, він складав 2,6 мг/м<sup>3</sup>, а найменший – на ПСЗ №12 та №21, там вміст речовини складав 1,5 мг/м<sup>3</sup> (рис. 5). У 2015 році найбільший вміст речовини був на ПСЗ №18, 3 мг/м<sup>3</sup>, а найменший – на ПСЗ №12, №13, №21 – він складав 1,7 мг/м<sup>3</sup>. У цьому році спостерігалось перевищення максимальних разових ГДК у 1,4-2,8 рази. У 2016 році найбільший вміст оксиду вуглецю був на ПСЗ №18 і складав 4,4 мг/м<sup>3</sup>, а найменший – на ПСЗ №13, 2,4 мг/м<sup>3</sup>. Перевищення ГДК було у 1,4-2,4 рази. У 2017 році найбільший вміст речовини зафіксували на ПСЗ №18, 4 мг/м<sup>3</sup>, а найменший – на ПСЗ №12, 2,1 мг/м<sup>3</sup>. Перевищення ГДК в цьому році було у 1,4-3 рази. У 2018 році найбільший вміст оксиду вуглецю був на ПСЗ №18, 3,6 мг/м<sup>3</sup>, а найменший – на ПСЗ №12, 2 мг/м<sup>3</sup>. Перевищення максимальних разових ГДК було у 1,6-2,4 рази.

*Пил.* Середньорічний вміст пилу протягом 2012-2018 років складав 0,08-1 мг/м<sup>3</sup>. Середньодобові концентрації не перевищували встановлених норм, і становили 0,15-0,6 ГДК. Максимальний вміст пилу коливався в межах 1,1-3,8 мг/м<sup>3</sup>. Максимальні разові концентрації перевищували встановлені ГДК у 2,2-7,6 разів. Індекс забруднення був 0,54-0,79. (рис. 5, 6).

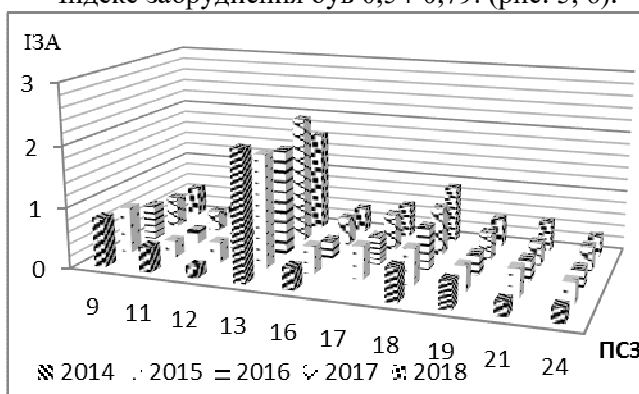


Рис. 6. Індекс забруднення повітря пилом з 2014 по 2018 рік на всіх ПСЗ

совані у 2012 та 2013 роках – 0,6 ГДК, а найменші з 2014 по 2018 рік – 0,15 ГДК. Найбільші максимальні разові концентрації були у 2012 та 2013 роках – 7,6 ГДК, найменші у 2018 році – 2,2 ГДК. Найменший індекс забруднення зафіксовано в 2016 році – 0,54, найбільший

у 2012 та 2013 роках – 0,79.

Для ПСЗ №9 найбільший середньорічний вміст пилу зафіксовано у 2014 році, він складав  $0,12 \text{ мг/м}^3$ , найменший – у 2018 році,  $0,07 \text{ мг/м}^3$ . Максимальні разові ГДК було перевищено лише у 2015 році в 1,4 рази, з 2016 по 2018 рік перевищень ГДК по пилу не було. Індекс забруднення складав від 0,48 (2018 рік) до 0,81 (2014 рік).

Для ПСЗ №11 найбільший середньорічний вміст зафіксовано у 2014 році –  $0,06 \text{ мг/м}^3$ , а найменший – у 2016 та 2018 роках –  $0,03 \text{ мг/м}^3$ . Перевищення максимальних разових ГДК не було. Найбільший індекс забруднення був у 2014 році, 0,42, найменший у 2016 та 2018 роках, 0,22.

Для ПСЗ №12 найбільший вміст пилу був у 2015 році,  $0,05 \text{ мг/м}^3$ , найменший – у 2014 та 2018 роках,  $0,03 \text{ мг/м}^3$ . Перевищення максимальних разових ГДК було лише у 2015 році в 1,4 рази. Найбільший індекс забруднення був у 2015 році – 0,34, найменший у 2014 році – 0,19. Для

ПСЗ №13 найбільший середньорічний вміст був у 2014 та 2017 роках,  $0,32 \text{ мг/м}^3$ , найменший у 2018 році,  $0,25 \text{ мг/м}^3$ . Перевищення середньодобових ГДК було від 1,6 до 2,1 рази. Максимальні разові ГДК було перевищено у 2,2-5,6 разів. Найбільший індекс забруднення був у 2014 році, і складав 2,13, найменший у 2018 році – 1,66.

Для ПСЗ №16 найбільший середньорічний вміст пилу був у 2015 та 2017 роках –  $0,07 \text{ мг/м}^3$ , найменший у 2014 та 2016 роках –  $0,05 \text{ мг/м}^3$ . Найбільший індекс забруднення був у 2017 році – 0,46, найменший у 2016 році – 0,3.

Для ПСЗ №17 найбільший середньорічний вміст зафіксовано у 2014 та 2017 роках –  $0,09 \text{ мг/м}^3$ , найменший вміст у 2016 році –  $0,07 \text{ мг/м}^3$ . Перевищення максимальних разових ГДК було зафіксовано лише у 2015 році в 1,2 рази. Найбільший індекс забруднення був у 2017 році – 0,6, найменший у 2016 році – 0,45.

Для ПСЗ № 18 найбільший середньорічний вміст був у 2018 році –  $0,14 \text{ мг/м}^3$ , найменший середньорічний вміст був у 2014 році –  $0,08 \text{ мг/м}^3$ . Перевищення максимальних разових ГДК було від 1,2 до 5,6 разів. Найбільший індекс забруднення був у 2018 році – 0,93, найменший у 2014 році – 0,55.

Для ПСЗ №19 найбільший середньорічний вміст пилу зафіксовано у 2014, 2017 та 2018 роках –  $0,07 \text{ мг/м}^3$ , найменший вміст пилу був у 2016 році,  $0,05 \text{ мг/м}^3$ . Перевищення максимальних разових ГДК було в 1,2-2,4 рази, у 2016 році перевищення ГДК не було.

Найбільший індекс забруднення був у 2017 та 2018 роках – 0,45, найменший індекс забруднення був у 2016 році – 0,34.

Для ПСЗ №21 найбільший середньорічний вміст пилу був у 2015 та 2018 роках –  $0,07 \text{ мг/м}^3$ , найменший вміст був у 2014 році,  $0,03 \text{ мг/м}^3$ . Перевищення максимальних разових ГДК було лише у 2015 році в 4,4 рази. Найбільший індекс забруднення був у 2018 році – 0,48, найменший у 2014 році – 0,23.

Для ПСЗ №24 найбільший середньорічний вміст пилу був у 2017 році –  $0,06 \text{ мг/м}^3$ , найменший у 2014 та 2016 роках –  $0,04 \text{ мг/м}^3$ .

У 2014 році найбільший середньорічний вміст пилу зафіксовано на ПСЗ №13 ( $0,32 \text{ мг/м}^3$ ), найменший на ПСЗ №12, №21 ( $0,03 \text{ мг/м}^3$ ). Найбільший індекс забруднення був на ПСЗ №13 (2,13), найменший на ПСЗ №12 (0,19). Для 2015 року найбільший середньорічний вміст зафіксовано на ПСЗ №13 ( $0,28 \text{ мг/м}^3$ ), найменший на ПСЗ №11 ( $0,04 \text{ мг/м}^3$ ). На ПСЗ №13 зафіксовано перевищення середньодобових ГДК в 1,9 раз. Перевищення максимальних разових ГДК було в 1,2-5,6 раз, на ПСЗ №11 перевищення максимальних разових ГДК не було. Найбільший індекс забруднення був на ПСЗ №13 (1,86), найменший на ПСЗ №11 (0,28).

У 2016 році найбільший середньорічний вміст було зафіксовано на ПСЗ №13 ( $0,26 \text{ мг/м}^3$ ), найменший – на ПСЗ №11 ( $0,03 \text{ мг/м}^3$ ). На ПСЗ №13 було перевищення середньодобових ГДК в 1,7 разів. Максимальні разові ГДК було перевищено на ПСЗ №13 (2,8 разів), №18 (1,4 рази). Найбільший індекс забруднення був на ПСЗ №13 (1,75), найменший – на ПСЗ №11 (0,22).

У 2017 році найбільший середньорічний вміст було зафіксовано на ПСЗ №13 ( $0,32 \text{ мг/м}^3$ ), найменший – на ПСЗ №12 ( $0,04 \text{ мг/м}^3$ ). На ПСЗ №13 було перевищення середньодобових ГДК в 2,1 разів. Максимальні разові ГДК було перевищено на ПСЗ №18, №19 в 1,2 рази. Найбільший індекс забруднення зафіксовано на ПСЗ №13 (2,11), найменший – на ПСЗ №11 (0,34).

У 2018 році найбільший середньорічний вміст зафіксовано на ПСЗ №13 ( $0,25 \text{ мг/м}^3$ ), найменший – на ПСЗ №11, №12 ( $0,03 \text{ мг/м}^3$ ). На ПСЗ №13 було перевищення середньодобових ГДК в 1,6 рази. Перевищення максимальних разових ГДК було зафіксовано на ПСЗ №13 (2,2 раз), №18 (1,4 раз), №19 (1,2 раз). Найбільший індекс забруднення був на ПСЗ №13 (1,66), найменший – на ПСЗ №11, №12 (0,22).

Сажа. Найбільший середньорічний

вміст сажі зафіксовано в 2015 та 2016 роках – 0,04 мг/м<sup>3</sup>, найменший в 2014 році – 0,02 мг/м<sup>3</sup>. Перевищення середньодобових ГДК не було зафіксовано. Найбільший максимальний вміст сажі був у 2012 та 2013 роках – 0,55 мг/м<sup>3</sup>, найменший у 2017 році – 0,28 мг/м<sup>3</sup>. Перевищення максимальних разових ГДК було в 1,9-3,7 разів.

*Сірководень.* Протягом досліджуваних років середньорічний вміст сірководню був на одному рівні – 0,001 мг/м<sup>3</sup>. Перевищення середньодобових ГДК не було. Максимальний вміст сірководню також був на одному рівні – 0,005 мг/м<sup>3</sup>. Перевищення максимальних разових ГДК також не було зафіксовано.

*Фенол.* Середньорічний вміст фенолу з 2012 по 2018 рік коливався в межах 0,001-0,002 мг/м<sup>3</sup>. Перевищення середньодобових ГДК фенолу не було. Максимальний вміст фенолу був у 2012 та 2013 роках – 0,021 мг/м<sup>3</sup>, найменший вміст фенолу був у 2015 та 2016 роках – 0,01 мг/м<sup>3</sup>. Перевищення максимальних разових ГДК було в 1,1-2,1 разів. Найбільший індекс забруднення був у 2012 та 2013 роках (0,68), найменший індекс забруднення був у 2018 році (0,38).

Для ПСЗ №13 середньорічний вміст фенолу становив 0,001-0,002 мг/м<sup>3</sup>. Максимальні разові ГДК були перевищені в 2017 році в 2 рази. Найбільший індекс забруднення був у 2017 році (0,53), найменший індекс забруднення був у 2014 та 2015 роках (0,34).

Для ПСЗ №16 середньорічний вміст становив 0,001-0,002 мг/м<sup>3</sup>. Перевищення максимальних разових ГДК було в 1,3 рази у 2017 році, в інші роки перевищень ГДК не було. Найбільший індекс забруднення був у 2017 році (0,57), найменший індекс забруднення був у 2015 році (0,36).

Для ПСЗ № 9 (вул. 23 Серпня) середньо-

річний вміст фенолу коливався в межах 0,001-0,002 мг/м<sup>3</sup>. Перевищення максимальних разових ГДК зафіксовано у 2015 році (1,1 рази), 2016 році (1,3 рази). Найбільший індекс забруднення був у 2016 році (0,58), найменший індекс забруднення був у 2018 році (0,27).

У 2014 році середньорічний вміст фенолу коливався в межах 0,001-0,002 мг/м<sup>3</sup>. У 2015 році середньорічний вміст фенолу коливався в межах 0,001-0,002 мг/м<sup>3</sup>. Перевищення максимальних разових ГДК зафіксовано на ПСЗ по вул. 23 Серпня в 1,1 рази. Індекс забруднення коливався в межах 0,34-0,53.

У 2016 році середньорічний вміст фенолу на всіх ПСЗ становив 0,002 мг/м<sup>3</sup>. Перевищення максимальних разових ГДК зафіксовано на ПСЗ № 9 в 1,3 рази. Індекс забруднення коливався в межах 0,39-0,58.

У 2017 році середньорічний вміст фенолу становив 0,002 мг/м<sup>3</sup> на всіх ПСЗ. Перевищення максимальних разових ГДК було на ПСЗ №13 у 2 рази та ПСЗ №16 в 1,3 рази. Індекс забруднення коливався в межах 0,42-0,57.

У 2018 році середньорічний вміст фенолу становив 0,001-0,002 мг/м<sup>3</sup>. Перевищення максимальних разових ГДК не було. Індекс забруднення – 0,27-0,48.

*Формальдегід.* Протягом 2012-2018 років середньорічний вміст формальдегіду коливався в межах 0,002-0,003 мг/м<sup>3</sup>. Перевищень середньодобових ГДК в ці роки не було. Максимальний вміст формальдегіду у 2012 та 2013 роках становив 0,025 мг/м<sup>3</sup>, в наступні роки він збільшився і складав 0,035 мг/м<sup>3</sup>. Перевищень максимальних разових ГДК також не було. Індекс забруднення коливався в межах 0,45 (2018) – 0,97 (2012) (рис.7, 8).

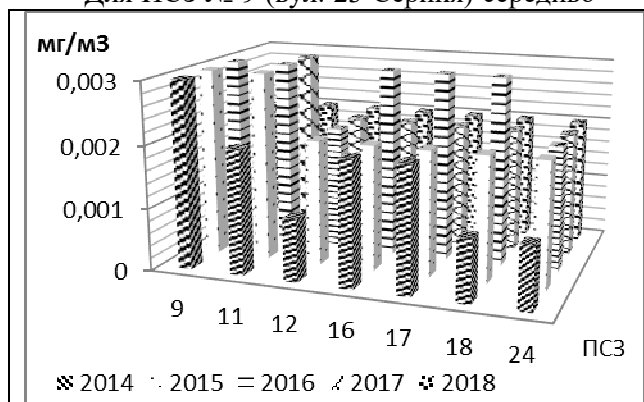


Рис. 7. Середньорічний вміст формальдегіду з 2014 по 2018 рік на всіх ПСЗ

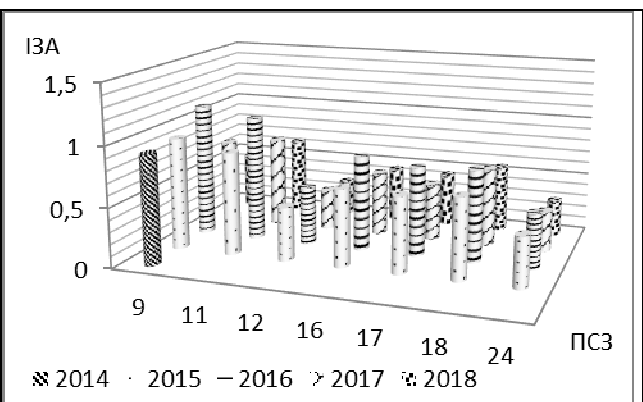


Рис. 8. Індекс забруднення повітря формальдегідом з 2014 по 2018 рік на всіх ПСЗ

Для ПСЗ №9 середньорічний вміст формальдегіду становив 0,002-0,003 мг/м<sup>3</sup>. Індекс забруднення – 0,47-1,12.

Для ПСЗ №11 середньорічний вміст формальдегіду становив 0,002-0,003 мг/м<sup>3</sup>. Індекс забруднення – 0,64-1,05.

Для ПСЗ №12 середньорічний вміст формальдегіду становив 0,001-0,002 мг/м<sup>3</sup>. Індекс забруднення – 0,3-0,49. Для ПСЗ №16 середньорічний вміст формальдегіду становив 0,002-0,003 мг/м<sup>3</sup>. Індекс забруднення – 0,46-0,8.

Для ПСЗ №17 середньорічний вміст формальдегіду становив 0,002-0,003 мг/м<sup>3</sup>. Індекс забруднення – 0,45-0,75.

Для ПСЗ №18 середньорічний вміст формальдегіду становив 0,001-0,003 мг/м<sup>3</sup>. Індекс забруднення – 0,56-0,77.

Для ПСЗ №24 середньорічний вміст формальдегіду становив 0,001-0,002 мг/м<sup>3</sup>. Індекс забруднення – 0,3-0,46.

У 2014 році середньорічний вміст формальдегіду становив 0,001-0,003 мг/м<sup>3</sup>. Індекс забруднення для ПСЗ №9 становив 0,92. У 2015 році середньорічний вміст формальдегіду становив 0,002-0,003 мг/м<sup>3</sup>. Індекс забруднення коливається в межах 0,42-0,94. У 2016 році середньорічний вміст формальдегіду становив 0,002-0,003 мг/м<sup>3</sup>. Індекс забруднення коливається в межах 0,4-1,12. У 2017 році середньорічний вміст формальдегіду становив 0,002-0,003 мг/м<sup>3</sup>. Індекс забруднення коливається в межах 0,34-0,76. У 2018 році середньорічний вміст формальдегіду становив 0,002 мг/м<sup>3</sup> на всіх ПСЗ. Індекс забруднення коливається в межах 0,3-0,64.

Для інтегральної оцінки екологічного стану атмосферного повітря, використано індекс забруднення атмосфери (ІЗА). Цей комплексний показник розраховується за сумою п'яти головних забруднювачів при перерахун-

ку їх абсолютних значень по відношенню до гранично допустимої концентрації (ГДК). Переклад абсолютних значень в ІЗА дозволяє більш реально врахувати екологічну шкоду, яка завдається забруднювачами різного ступеня шкідливості (формула 3):

$$ІЗА = \sum (q_i / ГДК_{i_{гр}})^{a_i}, \quad (3)$$

де  $q_i$  – концентрація  $i$ -тої речовини, мг/м<sup>3</sup>;

ГДК <sub>$i$</sub>  – гранично допустима концентрація;

$m_i$  – максимальна разова ГДК  $i$ -тої речовини, мг/м<sup>3</sup>;

$a_i$  – коефіцієнт співвідношення шкідливості  $i$ -тої речовини з шкідливістю речовини III класу небезпеки ( $a$  I класу дорівнює 1,7;  $a$  II класу – 1,3;  $a$  III класу – 1,0;  $a$  IV класу – 0,9).

Порівняння забруднення атмосфери міста шкідливими домішками за індексом забруднення (ІЗА) в різних районах міста (табл. 2) дозволяє зробити ряд узагальнень, а саме:

– на всіх ПСЗ протягом всього періоду спостережень ІЗА значно перевищує 1, що свідчить про несприятливу екологічну ситуацію;

– протягом періоду дослідження найвищі показники ІЗА спостерігались на ПСЗ № 13, 18 і 9, відповідно, це вул. Пашенківська, 4 район Іванівки, район пр. Героїв Сталінграду, 3 та вул. 23 Серпня, 34 район Павлово Поле;

– найнижчі показники ІЗА характерні для району Салтівки у 607 м/р по вул. Гвардійців Широнінців, 44 (ПСЗ № 12) та Баварії на вул. Врубеля, 53 (ПСЗ № 21).

Таблиця 2

Індекс забруднення атмосфери різних районів м. Харкова

ПСЗ	Розташування	2015	2016	2017	2018	2019	ІЗА сер.
ПСЗ № 9	вул. 23 Серпня, 34	4,08	4,25	3,48	2,72	3,85	3,73
ПСЗ № 11	Центр, пров. Театральний, 6	2,58	3,02	2,92	2,41	2,59	2,67
ПСЗ №12	Салтівка, 607 м/р, вул. Гвардійців Широнінців, 44	1,91	2,09	1,91	1,61	2,98	2,02
ПСЗ № 13	район Іванівки вул. Пашенківська, 4	4,03	4,24	4,87	4,23	3,07	4,16
ПСЗ № 16	вул. Холодногірська, 4 район Холодної гори	2,81	3,4	3,57	2,83	2,85	3,00
ПСЗ № 17	район Сокольників	2,52	3,07	3,11	2,71	3,01	2,83
ПСЗ № 18	район пр. Героїв Сталінграду, 3	3,69	4,25	4,33	4,29	3,25	3,81
ПСЗ № 19	Салтівське шосе, 120	1,72	2,14	2,48	2,35	2,03	2,11
ПСЗ № 21	вул. Врубеля, 53 район Баварії	1,61	1,9	1,88	1,87	1,65	1,71
ПСЗ № 24	вул. Акад. Павлова, 46 район 15 міської лікарні	2,06	2,52	2,6	2,23	1,88	2,22

Використання кластерного аналізу дозволило виділити 3 категорії пунктів спостереження за ІЗА, а саме:

- Території відносно низького забруднення атмосферного повітря ІЗА < 2,5;
- Території середнього рівня забруднен-

ня 2,5 < ІЗА < 3,5;

- Території високого рівня забруднення ІЗА > 3,5.

Шляхом територіального аналізу визначено, що відносно низьке забруднення характерне для районів Баварії і Салтівського жит-



лового масиву (всі три ПСЗ – вул. Академіка Павлова, вул. Гвардійців Широнінців і Салтівське шосе). Причиною цього ми вважаємо відсутність промислових джерел забруднення та широкі вулиці з добрим продуванням, що сприяє зниженню рівня транспортного забруднення. Середній рівень забруднення з огляду на ІЗА, притаманний центральній частині міста (пров. Театральний, 6), району Холодної гори і Сокольників. Спільною рисою цих територій є відсутність промислового забруднення на тлі високого транспортного навантаження. Найвищий рівень забруднення притаманний промисловій Іванівці (вул. Пашенківська, 4), а також вздовж вул. 23 Серпня і Героїв Сталінграду, де є незначне промислове забруднення поряд з високим транспортним забрудненням.

Аналіз часових змін ІЗА показав, що з 2014 по 2007 рік відбувалось поступове зростання ІЗА на всіх ПСЗ, після чого почалось інтенсивне зниження до теперішнього часу. Виключення складають район 23 Серпня і Салтівського житлового масиву, 607 мікрорайон, де у 2019 році спостерігалось значне зростання забруднення і, як наслідок, значення ІЗА. Тенденція незначного зростання ІЗА у 2019 році також притаманна центру міста і Сокольникам. Причини такої ситуації можуть лежати в інтенсифікації транспортного потоку

від центру у північну частину міста.

Узагальнюючи існуючу статистичну інформацію щодо міжрічної динаміки забруднення атмосферного повітря м. Харкова в цілому [8,12,14], слід зазначити, що протягом 5 років практично незмінною залишається з вмістом у атмосфері пилю, фенолу, сірководню, аміаку, формальдегіду, оксиду азоту, кадмію і нікелю. Тенденція до зростання притаманна таким забруднюючим речовинам, як: оксид вуглецю, діоксид азоту, сажа та цинк. Відбувається зниження, хоча і з деякими «сплесками» таких речовин: діоксид сірки, залізо, марганець, мідь, свинець і хром.

1. Стан здоров'я населення м. Харків великою мірою залежить від забруднення атмосферного повітря. Для визначення екологічного ризику захворювання населення м. Харків у різні роки використано дані про середні річні і максимальні разові концентрації забруднюючих речовин в атмосферному повітрі [12]. Проведено розрахунки коефіцієнту небезпеки від забруднення основними речовинами, які визначаються на всіх ПСЗ м. Харків: оксид вуглецю, пил, діоксид азоту і формальдегід. Для візуалізації порівняння коефіцієнтів небезпеки на різних постах контролю побудовано тримірні діаграми (рис. 9).

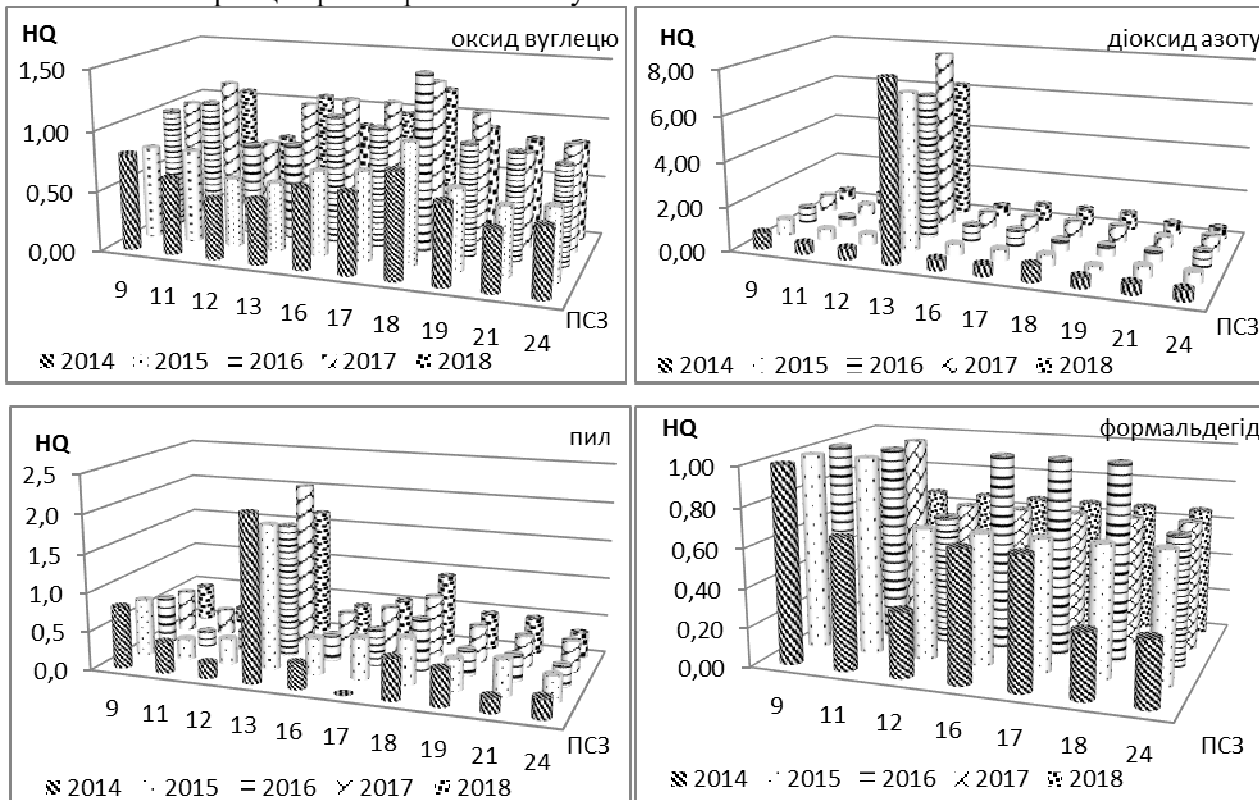


Рис. 9. Міжрічні зміни коефіцієнту небезпеки забруднення по ПСЗ м. Харків з 2014 по 2018 р.

Розрахунками встановлено, що:

– найвищу небезпеку оксид вуглецю становив у 2016 та 2017 роках, а серед постів спостереження найвищий показник зафіксований на ПСЗ № 18 (пр. Героїв Сталінграду).

– найвищу небезпеку діоксид азоту становив у 2016 та 2017 роках, а серед постів спостереження найвищий показник зафіксований на ПСЗ № 13 (вул. Пащенківська – район Іванівки).

– найвищу небезпеку пил становив у 2017 році, а серед постів спостереження найвищий показник зафіксований на ПСЗ № 13 (вул. Пащенківська – район Іванівки).

– найбільша небезпека від забруднення формальдегідом виявлена у 2016 році, а серед

ПСЗ – це 9 і 11 (вул. 23 серпня і пров. Театральний, відповідно), але визначення вмісту формальдегіду здійснювалось не на всіх ПСЗ, а лише на семи.

За отриманими даними розраховано сумарний екологічний ризик від впливу основних забруднюючих речовин на людину на різних постах спостереження у різні роки. Виявлено, що загалом, найвищий ризик протягом 2014-2018 рр. спостерігався на ПСЗ № 13. Це район Іванівки, де в пониженні рельєфу долини р. Лопань зосереджено багато промислових підприємств (рис. 10). Крім того, виявлена загальна тенденція до зростання екологічного ризику на всіх ПСЗ до 2016-17 років, після чого почалось поступове його зниження.

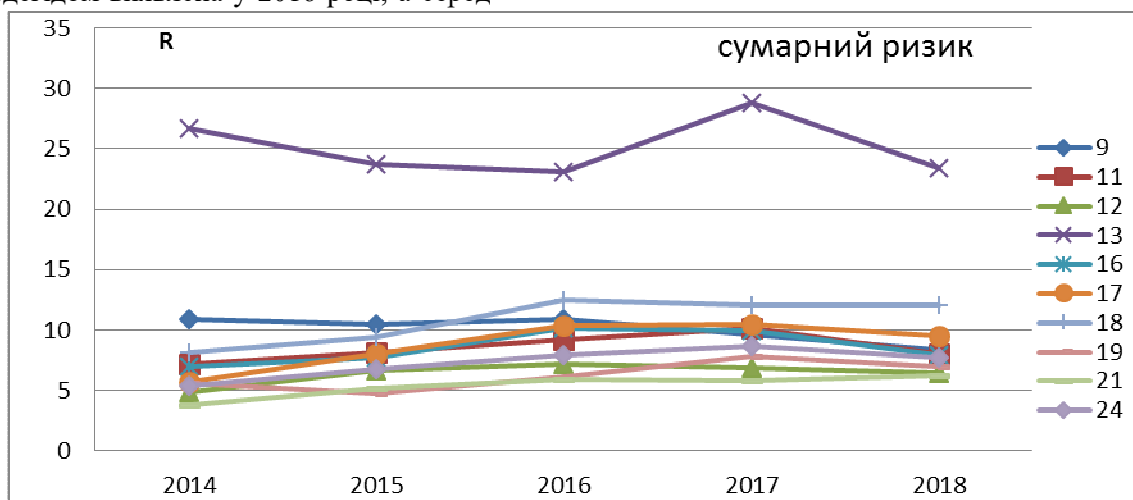


Рис. 10. Міжрічні зміни сумарного екологічного ризику від забруднення атмосферного повітря по ПСЗ м. Харків з 2014 по 2018 р.

Аналіз динаміки екологічного ризику на різних ПСЗ показує, що по всій території міста найнижчий екологічний ризик від забруднення повітря був у 2014 році. Найвищі значення ризику в цілому по місту виявлені у 2017 році. Але по різних постах є суттєві відмінності.

Оскільки найвищий ризик для території міста виявлений у 2017 році, після чого почалось його зниження, саме на цей рік розраховано ризик появи захворювання певних органів і систем під впливом забруднення повітря. Результати дослідження за 2017 р. наведені на рис. 11 та 12.

Встановлено, що середні річні концентрації забруднюючих речовин дорівнюють референтній дозі лише за вмістом оксиду вуглецю та формальдегіду, але після врахування сумісного впливу на здоров'я людини, виявилось, що існує ризик появи захворювань органів дихання, серцево-судинної системи, ЦНС та затримка розвитку і передчасна смертність (рис. 11). На відміну від середніх показ-

ників, розрахунок, зроблений за максимальними разовими значеннями концентрації забруднюючих речовин в атмосферному повітрі продемонстрував більш критичну ситуацію (рис. 12).

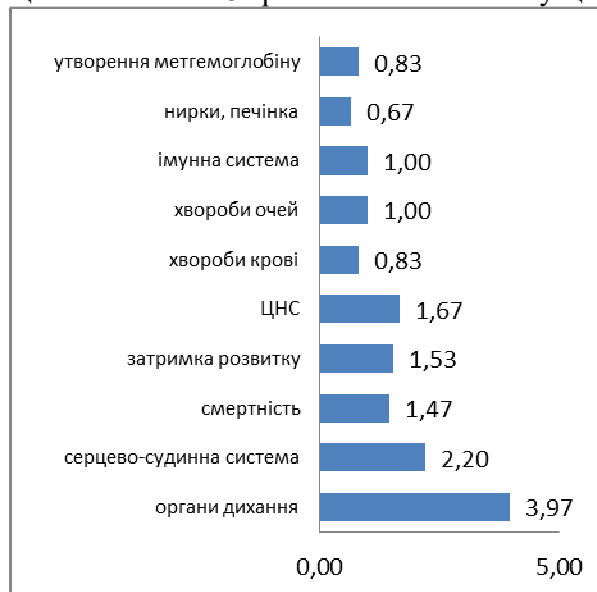
Встановлено, що референтну дозу перевищують більшість речовин. Найкритичніші: пил – у 2,8 рази, оксид вуглецю – у 2,4 рази, сажа – у 2,07 рази.

**Висновки та перспективи використання результатів дослідження**

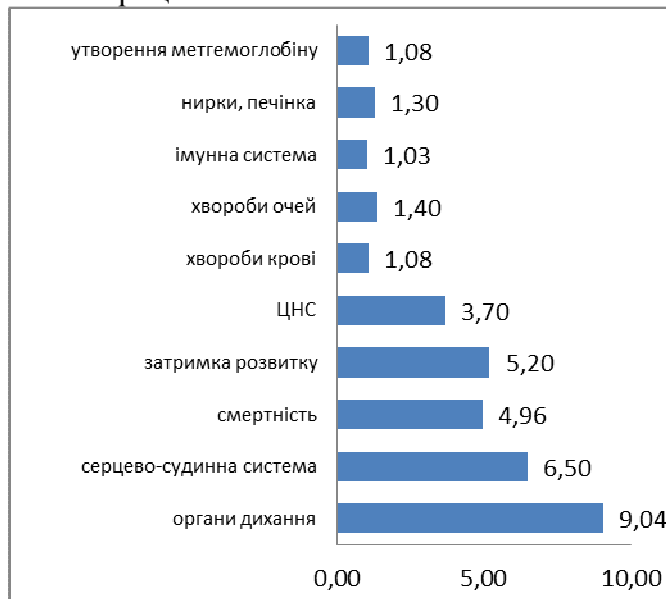
1. Аналізуючи матеріали спостережень за станом атмосферного повітря м. Харкова за 5 останніх років, відзначається тенденція до зменшення вмісту діоксиду сірки, стабілізації рівня забруднення по пилу, оксиду вуглецю, діоксиду азоту, фенолу, формальдегіду, кадмію, хрому та оксиду азоту. Намітилась виявлена тенденція погіршення якості атмосферного повітря по сірководню, аміаку, сажі, залізу, марганцю, міді, нікелю, свинцю та хрому. В цілому, за результатами аналізу стану

атмосфери м. Харкова можна стверджувати, що за останні 3 роки екологічна ситуація

стабілізувалася з тенденціями поступового покращення.



**Рис. 11. Ризик ймовірності розвитку хвороб за умови середнього річного забруднення атмосфери, 2017 р.**



**Рис. 12 Ризик ймовірності розвитку хвороб за умови максимальних разових показників забруднення атмосфери, 2017 р.**

2. Розрахунок сумарного екологічного ризику від впливу основних забруднюючих речовин на людину на різних постах спостереження у різні роки показав, що загалом, найвищий ризик протягом 2014-2018 рр. спостерігався на ПСЗ № 13. Це район Іванівки, де в пониженні рельєфу долини р. Лопань зконцентрована велика кількість промислових підприємств. Крім того, виявлена загальна тенденція до зростання екологічного ризику на всіх ПСЗ до 2016-17 років, після чого почалось поступове його зниження. Найвищі значення ризику в цілому по місту виявлені у 2017 році. Але по різних постах є суттєві відмінності.

3. Встановлено, що існуюче забруднення повітря зумовлює ризик появи захворювань органів дихання, серцево-судинної системи,

ЦНС та затримку розвитку і передчасну смертність, а при врахуванні максимально разових викидів стимулюється розвиток всіх видів захворювань, а ймовірність розвитку хвороб органів дихання, серцево-судинної системи, ЦНС та затримка розвитку і передчасна смертність підвищується у 3 рази відносно середніх значень. Таким чином, підтверджено, що практика «залпових» викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря, яка існує на багатьох підприємствах, згубно впливає на людину, зумовлюючи активізацію різних хвороб, на що слід звернути особливу увагу під час здійснення контролю діяльності підприємств органами Державної екологічної інспекції.

**Література:**

1. Бекстов В., Євтухова Г., Ломакіна О. Аналіз та оцінка рівня забруднення атмосферного повітря м. Харків. Людина та довкілля. Проблеми неоекології. 2016. № 3-4 (26). С. 97-103.
2. Волков А. Геоінформаційна система оцінки просторового розподілу забруднення атмосферного повітря (на прикладі м. Хмельницький) // Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна серія «Екологія». 2017. № 16. С. 67-72.
3. Кулик М., Івах Ю. Оцінка якості атмосферного повітря на основних автостанціях м. Харків. Людина та довкілля. Проблеми неоекології. 2019. (31). С. 117-129.
4. Каспійцева В.Ю. Оцінка і прогноз якості атмосферного повітря на регіональному рівні: автореф. дис. канд. техн. наук: 21.06.01. Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ, 2017. 24 с.
5. Максименко Н. В., Різник К. Ю., Александрова А. С. Структура і динаміка забруднення атмосферного повітря Харківської області. Людина та довкілля. Проблеми неоекології. № 3-4, 2014. С. 81-94.
6. Максименко Н. В., Пересацько В. А., Тітенко Г. В., Кулик М. І. Оцінка атмосферного забруднення, як складова ландшафтно-екологічного планування для прийняття рішень у природоохоронному менеджменті Харківської області. Вісник ХНУ імені В. Н. Каразіна, № 1147. Серія «Екологія», вип. 12, 2015. С. 47 -57.
7. Максименко Н. В., Клещ А. А., Лидіна В. І. Моделювання просторового розподілу забруднення атмосферного повітря м. Харків на основі регресивного аналізу . Сучасні напрями розвитку інформаційно-комунікаційних технологій та засобів управління : матеріали ІХ Міжнародної науково-технічної конференції. 11-12 квітня 2019. м. Харків. С. 82-83.
8. Навколишнє середовище Харківської області: статистичний збірник. Харків: Головне управління статистики у

- Харківській області, 2019. 57 с. URL : <http://kh.ukrstat.gov.ua/categories/1036-publikatsii-prezentatsiini-versii/ekonomichna-statystyka/ekonomichna-diialnist/navkolyshnie-seredovishche/3112-navkolishne-seredovishche>
9. Перегуда Ю. Оцінка забруднення атмосферного повітря в Столичному макрорайоні України. Людина та довкілля. Проблеми неоекології. 1. № 3-4(26). 2016. С. 90-96.
  10. Поліщук С.З., Демиденко А.С., Баличев І.І., Коваленко Є.О. Аналіз впливу стаціонарних та пересувних джерел забруднення на стан атмосферного повітря м. Дніпропетровська. Строительство, материаловедение, машиностроение. 2015. Вып. 84. С. 167–171.
  11. Полонська А.Є., Приставка П.О. Модель техногенного впливу на повітряне середовище за використанням ГІС «AirNorm». Математичне моделювання. 2007. № 1 (16). С. 83–85.
  12. Регіональні доповіді про стан навколишнього природного середовища в Харківській області 2014-2018 рр.: веб-сайт. URL: <https://kharkivoda.gov.ua/oblasna-derzhavna-administratsiya/struktura-admini-stratsiyi/struktorni-pidrozdzili/486/2736>
  13. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. - М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.
  14. Спостереження за забрудненням атмосферного повітря в м. Харкові. Харківський регіональний центр з гідрометеорології: офіційний інформаційний сервер: веб-сайт. URL: <http://kharkiv.meteo.gov.ua/monitoring/> (дата звернення : 04.04.2020)
  15. Тимошенко Л.В. Управління рівнем забруднення атмосферного повітря пересувними джерелами у промисловому місті. Економічний вісник. 2013. № 3. С. 121–129
  16. Чугай А., Чернякова О., Базика Ю. Аналіз техногенного навантаження на повітряний басейн окремих промислових агломерацій Східної України (на прикладі міста Дніпро) // Вісник ХНУ імені В. Н. Каразіна серія «Екологія». 2018. № 19. С. 75-81.
  17. Чугай А.В., Патраман Х.С. Забруднення атмосферного повітря міст прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я специфічними забруднюючими речовинами // Людина та довкілля. Проблеми неоекології. 2017. № 1-2 (27). С. 113-122.
  18. Чугай А. В., Боровська Г. О., Патраман Х. С. Забруднення атмосферного повітря окремих міст прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я фтористим воднем. Вестник Гидрометцентра Черного и Азовского морей. 2016. № 1 (19). С. 16 – 22.
  19. Чугай А. В., Колісник А. В., Демяненко О. В., Романенко С. Е. Оцінка рівня забруднення атмосферного повітря міст прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я. Вісник ХНУ імені В. Н. Каразіна. Сер. «Екологія». 2015. Вып. 13. С. 91 – 97.
  20. Lydina V. I., Maksymenko N. V., Cherkashyna N. I. Spatial distribution of air dust pollution in Kharkiv city. Охорона довкілля: зб. наук. статей XV Всеукраїнських наукових Таліївських читань. Харків, 2019. С. 124–125.
  21. Maksymenko N., Ponomarenko P. Assessment of Environmental Risks From the Air Pollution of China Cities. Людина та довкілля. Проблеми неоекології. 2019. (30). С. 28-39.

## References:

1. Byekyetov V., Yevtuxova G., Lomakina O. Analiz ta ocinka rivnya zabrudnennya atmosferного povitrya m. Xarkiv. Lyudy`na ta dovkillya. Problemy` neoeologiyi. 2016. # 3-4 (26). С. 97-103.
2. Volkov A. Geoinformacijna sy`stema ocinky` prostорового rozpodilu zabrudnennya atmosferного povitrya (na pry`kladi m. Xmel`ny`cz`ky`j) // Visny`k Xarkivs`kogo nacional`nogo universy`tetu imeni V. N. Karazina seriya «Ekologiya». 2017. # 16. С. 67-72.
3. Kulyk M., Ivax Yu. Ocinka yakosti atmosferного povitrya na osnovny`x avtostanciyax m. Xarkiv. Lyudy`na ta dovkillya. Problemy` neoeologiyi. 2019. (31). С. 117-129.
4. Kaspjiceva V.Yu. Ocinka i prognoz yakosti atmosferного povitrya na regional`nomu rivni: avtoref. dy`s. kand. texn. nauk: 21.06.01. Ky`yivs`ky`j nacional`ny`j universy`tet budivny`cztva i arxitektury`, Ky`yiv, 2017. 24 s.
5. Maksymenko N. V., Rizny`k . Yu., Aleksandrova A. S. Struktura i dy`namika zabrudnennya atmosferного povitrya Xarkivs`koyi oblasti. Lyudy`na ta dovkillya. Problemy` neoeologiyi. # 3-4, 2014. S. 81-94.
6. Maksymenko N. V., Peresad`ko V. A., Titenko G. V., Kulyk M. I. Ocinka atmosferного zabrudnennya, yak skladova landshaftno-ekologichного planuvannya dlya pry`jnyattya rishen` u pry`rodooxoronnomu menedzhmenti Xarkivs`koyi oblasti. Visny`k XNU imeni V. N. Karazina, # 1147. Seriya «Ekologiya», vy`p. 12, 2015. S. 47 -57.
7. Maksymenko N. V., Klyeshch A. A., Ly`dina V. I. Modelyuvannya prostорового rozpodilu zabrudnennya atmosferного povitrya m. Xarkiv na osnovi regresy`vnogo analizu . Suchasni napryamy` rozvy`tku informacijno-komunikacijny`x tehnologij ta zasobiv upravlinnya : materialy` IX Mizhnarodnoyi naukovо-texnichnoyi konferenciyi. 11-12 kvitnya 2019. m. Xarkiv. S. 82-83.
8. Navkoly`shnye seredovy`shhe Xarkivs`koyi oblasti: staty`sty`chny`j zbirny`k. Xarkiv: Golovne upravlinnya staty`sty`ky` u Xarkivs`kij oblasti, 2019. 57 с. URL : <http://kh.ukrstat.gov.ua/categories/1036-publikatsii-prezentatsiini-versii/ekonomichna-statystyka/ekonomichna-diialnist/navkolyshnie-seredovishche/3112-navkolishne-seredovishche>
9. Pereguda Yu. Ocinka zabrudnennya atmosferного povitrya v Stoly`chnomu makrorajoni Ukrayiny`. Lyudy`na ta dovkillya. Problemy` neoeologiyi. 1. # 3-4(26). 2016. С. 90-96.
10. Polishhuk S. Z., Demy`denko A. S., Baly`chev I. I., Kovalenko Ye. O. Analiz vply`vu stacionarny`x ta peresuvny`x dzherel zabrudnennya na stan atmosferного povitrya m. Dnipropetrovs`ka. Stroy`tel`stvo, matery`alovedeny`e, mashy`nostroeny`e. 2015. Вып. 84. S. 167–171.
11. Polons`ka A.Ye., Pry`stavka P.O. Model` texnogenного vply`vu na povitryane seredovy`shhe za vy`kory`stannyam GIS «AirNorm». Matematy`chne modelyuvannya. 2007. # 1 (16). S. 83–85.
12. Regional`ni dopovidi pro stan navkoly`shn`ogo pry`rodnogo seredovy`shha v Xarkivs`kij oblasti 2014-2018 rr.: veb-sajt. URL: <https://kharkivoda.gov.ua/oblasna-derzhavna-administratsiya/struktura-admini-stratsiyi/struktorni-pidrozdzili/486/2736>
13. Rukovodstvo po ocenke riska dlja zdorov`ja naselenija pri vozdeystvii himicheskikh veshhestv, zagryaznjajushhih okruzhajushhuju sredu. - M.: Federal`nyj centr Gossanepidnadzora Minzdrava Rossii, 2004. – 143 s.

14. Sposterezheniya za zabrudnenniam atmosferного povitrya v m. Xarkovi. Xarkivs'kyj regional'nyj centr z gidrometeorologiyi: oficijnyj informacijnyj server: veb-sajt. URL: <http://kharkiv.meteo.gov.ua/monitoring/> (data zvernennya : 04.04.2020)
15. Ty'moshenko L.V. Upravlinnya rivnem zabrudnennya atmosferного povitrya peresuvny'my` dzherelamy` u promy`slovomu misti. Ekonomichnyj visnyk. 2013. # 3. S. 121 –129
16. Chugaj A., Chernyakova O., Bazy`ka Yu. Analiz texnologenogo navantazhenya na povitryanyj basejn okremy`x promy`slovomis`ky`x aglomeracij Sxidnoyi Ukrayiny` (na pry`kladi mista Dnipro) // Visnyk XNU imeni V. N. Karazina seriya «Ekologiya». 2018. # 19. C. 75-81.
17. Chugaj A.V., Patraman X.S. Zabrudnennya atmosferного povitrya mist pry`bereznoyi zony` Pivnichno-Zaxidного Pry`chornomor'ya specy`fichny'my` zabrudnyuyuchy'my` rechovy`namy` // Lyudy`na ta dovkillya. Problemy` neoeologiyi. 2017. # 1-2 (27). C. 113-122.
18. Chugaj A. V., Borovs`ka G. O., Patraman X. S. Zabrudnennya atmosferного povitrya okremy`x mist pry`bereznoyi zony` Pivnichno-Zaxidного Pry`chornomor'ya flory`sty`m vodnem. Vestnyk Gy`drometcentra Chernogo y` Azovskogo morej. 2016. # 1 (19). S. 16 – 22.
19. Chugaj A. V., Kolisnyk A. V., Demyanenko O. V., Romanenko S. E. Ocinka rivnya zabrudnennya atmosferного povitrya mist pry`bereznoyi zony` Pivnichno-Zaxidного Pry`chornomor'ya. Visnyk XNU imeni V. N. Karazina. Ser. «Ekologiya». 2015. Vy`p. 13. S. 91 – 97.
20. Lydina V. I., Maksymenko N. V., Cherkashyna N. I. Spatial distribution of air dust pollution in Kharkiv city. Oxorona dovkillya: zb. nauk. statej XV Vseukrayins`ky`x naukovy`x Taliyivs`ky`x chy`tan`. Xarkiv, 2019. S. 124–125.
21. Maksymenko N., Ponomarenko P. Assessment of Environmental Risks From the Air Pollution of China Cities. Lyudy`na ta dovkillya. Problemy` neoeologiyi. 2019. (30). C. 28-39.

**Аннотация:**

*Надежда Максименко, Лина Волкова, Андрей Кротко.* ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА Г.ХАРЬКОВ

Распределение атмосферного загрязнения по территории города не является равномерным. Это приводит к повышению риска заболеваемости населения тех или иных районов различными группами болезней. Существующий мониторинг состава воздуха в городе позволяет оценить степень его опасности для населения, что и обусловило цель работы - пространственно-временной анализ атмосферного загрязнения и вызванного им экологического риска в г. Харьков.

На основе полученных статистических и аналитических данных проведена пространственно-временная оценка загрязнения атмосферного воздуха г. Харьков с 2014 по 2019 г.г. Рассчитаны величины экологического риска от загрязнения атмосферного воздуха веществами, которые контролирует система мониторинга Гидрометцентра, определён суммарный риск заболевания различными группами болезней в разные годы.

Установлено, по средним годовым концентрациям загрязняющих веществ существует риск появления заболеваний органов дыхания, сердечно-сосудистой системы, центральной нервной системы с задержкой развития, а также преждевременная смертность. Расчет, сделанный по максимальным разовым значениям концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе продемонстрировал более критическую ситуацию. Установлено, что референтную дозу превышают большинство веществ. Особо критичны: пыль – в 2,8 раза, оксид углерода – в 2,4 раза, сажа – в 2,07 раза. Оценка риска появления определенных заболеваний показала, что в таких условиях стимулируется развитие всех видов заболеваний, а вероятность развития болезней органов дыхания, сердечно-сосудистой системы, центральной нервной системы с задержкой развития и преждевременная смертность повышается в 3 раза относительно средних значений.

**Ключевые слова:** атмосферный воздух, загрязнение, экологический риск, референтная доза, заболеваемость

**Abstract:**

*Nadiya Maksymenko, Lina Volkova, Andrii Krotko.* SPATIO-TEMPORAL ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL RISK FROM POLLUTION OF ATMOSPHERIC AIR OF THE KHARKIV CITY

Distribution of atmospheric pollution throughout the city is not uniform. This leads to an increased risk of morbidity in the population from different groups of diseases in various regions. The purpose of the work is the space-temporal assessment of environmental risk from atmospheric pollution in Kharkiv.

A monitoring system which operates in almost all cities of Ukraine is used to control the condition of atmospheric air. Thus, in Kharkiv the state of the atmosphere is controlled by the regional meteorological center. There are the following components of the air monitoring system: stationary observation posts; mobile observation posts; information platform - an open database. Based on the obtained statistical and analytical data, a space-temporal assessment of atmospheric air pollution was carried out in Kharkiv from 2014 to 2019. It is established that in the whole city, the worst situation was in 2016-2018. The study has found that relatively low pollution is characteristic of the areas of Bavaria and the Saltivsky housing estate. The reason for this is the lack of industrial sources of pollution and wide streets with good purging, which contributes to the reduction of traffic pollution. The average level of pollution due to API is inherent in the central part of the city, the area of Holodna Gora and Sokolnyky. A common feature of these territories is the absence of industrial pollution against the background of high transport loads. The highest level of pollution is inherent in industrial Ivanivka, as well as in the areas of 23 Serpnia str. and Heroiv Stalingradu, where there is little industrial pollution along with high transport pollution.

The values of the environmental risk of atmospheric air pollution by substances determined during the

monitoring of the atmosphere in the city were calculated, the total risk of the disease by various groups of diseases in different years was determined. It has been established that according to the average annual concentrations of pollutants, there is a risk of respiratory diseases, cardiovascular system, central nervous system and developmental delay as well as premature mortality. The calculation made by the maximum single value of the concentration of pollutants in the air showed a more critical situation. It has been established that the reference dose is exceeded by most substances and is critical: dust – 2.8 times, carbon monoxide – 2.4 times, soot – 2.07 times. An assessment of the risk of the appearance of certain diseases showed that under such conditions the development of all types of diseases is stimulated, and the likelihood of developing diseases of the respiratory system, cardiovascular system, central nervous system and developmental delay and premature mortality increases three times relative to average values. Thus, it is confirmed that the practice of "volley" emissions of pollutants into the atmosphere, which exists in many enterprises, has a detrimental effect on humans, leading to the intensification of various diseases. In general, according to the results of the analysis of the natural environment state of Kharkiv, it can be stated that over the last 3 years the ecological situation has stabilized with tendencies of gradual improvement.

**Keywords:** air, pollution, suspended substances, environmental risk, reference dose, morbidity

Надійшла 15.06.2020 р.

УДК 502.51 (076)

DOI: <https://doi.org/10.25128/2519-4577.20.1.14>

Владислав СИДОРЧУК, Василь ФЕСЮК

## АНТРОПОГЕННИЙ ВПЛИВ ЯК ЧИННИК ФОРМУВАННЯ ГЕОЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ БАСЕЙНУ Р. ЦИР

*Стаття присвячена аналізу фізико-географічних особливостей та сучасного антропогенного впливу на формування геоекологічного стану басейну р. Цир та результати екологічної оцінки якості води річки. Виділено найважливіші геоекологічні проблеми в межах басейну. Запропоновано заходи поліпшення геоекологічного стану басейну р. Цир.*

**Ключові слова:** басейн річки, геоекологічний стан басейну, джерела антропогенного впливу в межах басейну, екологічна оцінка якості води річки.

**Постановка науково-практичної проблеми.** В наш час надзвичайно загострилася проблема взаємовідносин суспільства та природи. Вплив людини на природу інтенсивно зростає протягом двох століть. Природні ресурси в цей час скорочуються, а їх споживання – збільшується. Це приводить до виникнення екологічної кризи. Прояв екологічної кризи посилюється не лише внаслідок поглиблення дисбалансу між обсягом природних ресурсів та їх споживанням, але й внаслідок прояву глобальних екологічних проблем. Одна із них – зміна клімату, яка супроводжується його потеплінням та аридизацією в наших широтах. В українській академічній спільноті існують думки про те, що аридизація клімату вже вплинула на розподіл природних зон по території нашої держави. Зокрема, вважається, що південна межа Полісся, тобто зони надмірного зволоження, змістилась приблизно на 200 км на північ. Це формує нові виклики до природо-користування, розвитку господарства та життєдіяльності населення. Знаходження реальних та надійних шляхів взаємодії людської діяльності з природою та законами її розвитку є найважливішою задачею сучасності. Полісся – це територія, де формуються основна маса водних ресурсів нашої держави. На сьогодні потрібно ставити питання про раціональне ви-

користання і охорону водних ресурсів Полісся на лише на місцевому рівні, але й в контексті якості та безпеки водозабезпечення держави.

### **Актуальність і новизна дослідження.**

Вплив господарської діяльності на навколишнє середовище найкраще прослідковується в масштабах басейнів малих річок. Такою є річка Цир, що протікає на північному сході Волинської області. Серед екологічних проблем басейну найгострішими є: забруднення поверхневих вод внаслідок скидів побутових стічних вод з приватної забудови, поверхневий стік з несанкціонованих сміттєзвалищ, сільськогосподарських полів та ферм, наслідки впливу осушувальної меліорації тощо. До відносно недавнього часу басейн річки вважався екологічно чистою територією. Адже тут були відсутні промислові підприємства, а отже й скиди ними стічних вод. Але на сьогодні найбільший вплив на формування геоекологічного стану басейну чинять інші фактори. Це заставляє по новому глянути на особливості ведення господарства. Тому поліпшення геоекологічного стану басейну р. Цир є актуальною проблемою розвитку території.

**Зв'язок теми статті з важливими науково-практичними завданнями.** Питання оцінки геоекологічного стану басейну річки тісно пов'язано із аналізом сучасного антропо-