

УДК 911 + 504

Н. Л. РИЧАК, канд. геогр. наук, доц., **І. М. ТАБАЧНА**
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна
Пл. Свободи, 6, м. Харків, 61022
rychak@ukr.net

ТЕНДЕНЦІЇ ФОРМУВАННЯ РІВНЯ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ УРБАНІЗОВАНОГО СЕРЕДОВИЩА

За результатами аналізу десятирічних досліджень стану атмосферного повітря за цілою низкою метеорологічних показників та за хімічним складом повітря визначено тенденції формування рівня забруднення атмосферного повітря урбанізованого середовища. Серед метеорологічних показників найбільш вагомими для розкриття заданої теми є: напрямок перенесення домішок, швидкість їх перенесення, температура повітряних мас, циклонічна діяльність та атмосферна стійкість території дослідження. Серед антропогенних чинників виділяємо та проводимо характеристику джерел забруднення, архітектурного планування території дослідження та робимо аналіз забруднюючих речовин. Для визначення рівня забруднення повітря за сучасними методиками розраховані парціальний індекс забруднення, комплексний індекс забруднення та відносний приріст концентрацій забруднюючих речовин (загальнопоширених та специфічних). Встановлено, що підвищений рівень забруднення повітря формують серед специфічних речовин – бензол, а серед загальнопоширених – формальдегід. Також встановлені тенденції формування рівня забруднення повітря відповідно до рози вітрів і архітектурного планування; визначені тенденції формування максимального рівня забруднюючих речовин у повітрі урбанізованого середовища.

Ключові слова: атмосферне повітря, індекс забруднення атмосфери, комплексний індекс забруднення атмосфери, парціальний індекс забруднення атмосфери, загальнопоширені забруднювачі, специфічні забруднювачі

Рычак Н. Л., Табачна И. Н. ТЕНДЕНЦИИ ФОРМИРОВАНИЯ УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА УРБАНИЗИРОВАННОЙ СРЕДЫ

В результате анализа десятилетних исследований состояния атмосферного воздуха по целому ряду метеорологических показателей и по химическому составу воздуха определены тенденции формирования уровня загрязнения атмосферного воздуха в урбанизированной среде. Среди метеорологических показателей наиболее значимыми являются направление перенесения воздушных масс, скорость перемещения, термическое состояние воздушных масс, циклоническая деятельность и устойчивость метеорологического показателя. Среди антропогенных факторов выделяем и даем характеристику источников загрязнения, архитектурному планированию территории и анализируем загрязняющие вещества. Для определения уровня загрязнения воздуха по современным методикам рассчитаны парциальный индекс загрязнения, комплексный индекс загрязнения и относительный прирост концентраций загрязняющих веществ. Установлено, что высокий уровень загрязнения воздуха формируют среди специфических веществ – бензол, а среди общераспространенных – формальдегид. Также установлены тенденции формирования уровня загрязнения воздуха относительно розы ветров и архитектурного планирования, определены тенденции формирования максимального уровня загрязняющих веществ в воздухе урбанизированной среды.

Ключевые слова: атмосферный воздух, ИЗА (индекс загрязнения атмосферы), комплексный индекс загрязнения атмосферы, парциальный индекс загрязнения атмосферы, распространенные загрязняющие вещества, специфические загрязняющие вещества.

Rychak N. L., Tabachna I. M. TRENDS OF FORMING URBAN ENVIRONMENT'S AIR POLLUTION LEVEL

Trends of forming the level of air pollution of urban environment are defined through performing analysis of 10-year study of air, based on a range of meteorological parameters and chemical composition of air. Among the considered meteorological parameters we have identified the most important, they are: direction of admixtures transfer, the transfer rate, the air temperature, cyclonic activity and meteorological stability of the research area. Among the anthropogenic factors we have distinguished and provide characteristics for pollution sources, architectural planning of the researched area, as well as have performed analysis of pollutants. To determine the level of air pollution by using modern techniques, partial pollution index and integrated pollution index as well as the relative increase in pollutant concentrations (common and specific) were calculated. As a result of the the study it was found that increased levels of air pollution are caused by benzene (if speak about specific substances) and

formaldehyde (if speak about common substances). Also trends of air pollution are identified in accordance with wind rose and architectural planning; trends of forming the maximum level of pollutants in the air of urban environment are identified.

Keywords: air, air pollution index, integrated air pollution index, the partial index of air pollution, common pollutants, specific pollutants

Вступ

Постановка проблеми. Комісія з охорони навколишнього природного середовища на Конференції ООН з питань охорони навколишнього середовища та сталого розвитку встановили основні екологічні ризики. Серед головних визначено якість атмосферного повітря. З кожним роком розробляються європейські програми, які спрямовані на скорочення викидів парникових газів до 50% та зниження промислових та інших викидів на 80% [15]. В контексті вирішення завдань програми, зниження викидів прийнято оцінювати індикаторами та індексами, в основі яких лежать розрахунки

для визначення тенденцій рівнів забруднення атмосферного повітря. **Метою статті** є визначення тенденцій формування рівня забруднення атмосферного повітря урбанізованого середовища, на прикладі м. Кременчук.

Об'єкт дослідження – стан атмосферного повітря урбанізованого середовища.

Предмет дослідження – кількісний хімічний склад атмосферного повітря, напрям та швидкість перенесення домішок, метеорологічні чинники території дослідження.

Аналіз попередніх досліджень

Дослідження формування рівня забруднення атмосферного повітря проводились в декілька етапів. В ході роботи проведено аналіз літературних джерел з означеної тематики, а також польові та лабораторні дослідження.

Аналіз літературних джерел (М. Е. Берлянд, 2001; С. І. Сніжко 2011; Є. М. Кіптенко, Т. В. Козленко, 2002 та ін.) показує, що рівні забруднення атмосферного повітря урбанізованих територій залежать від сукупності різноманітних чинників. За М. Е. Берляндром (2001) однакові метеорологічні чинники по різному впливають на стан забруднення у місті. Це пояснюється тим, що у місті джерела забруднення різної висоти, а газові суміші, які вони викидають, різні за температурою, що спричиняє неоднакові умови їх трансформації у повітрі та розповсюдження. В результаті досліджень умов формування забруднення атмосферного повітря у містах С. І. Сніжко (2011), встановив, що головними ознакам сучасних

тенденцій забруднення атмосферного повітря у містах є збільшення запиленості і формальдегіду, та зменшення бензапірену. В цілому, результати досліджень процесів формування рівня забруднення атмосферного повітря показують, що рівень залежить від цілої низки чинників, які можна об'єднати у 2 блоки: метеорологічні чинники та антропогенні чинники. До метеорологічних чинників, що суттєво впливають на формування рівня забруднення атмосферного повітря відносять: напрям перенесення домішок, швидкість їх перенесення, термічний стан повітряних мас, циклонічна діяльність та атмосферна стійкість (рис.1). До антропогенних чинників, що формують рівень забруднення атмосферного повітря відносять: джерела забруднення (промислові підприємства міста, автотранспорт), забруднюючі речовини (загальнопоширені та специфічні), потужність їх викидів, архітектурне планування території (на основі ландшафтних особливостей території).

Результати досліджень

Розглянемо детальніше метеорологічні чинники формування рівнів забруднення атмосферного повітря урбанізованого середовища, на прикладі м. Кременчука. Аналіз рози вітрів на території міста, чітко показує наступні особливості: весною переважають вітри зі сходу, які переносять забруднюючі речовини у центр міста та західну його ча-

стину; а влітку спостерігається велика кількість штилів, напрям вітру переважно північно – західний (рис.2). Більшість потужних промислових підприємств міста знаходяться у східній та північній частинах міста, тому весняні східні вітри сприяють поширенню забруднюючих речовин у центрі міста та західній його частинах. Залежність

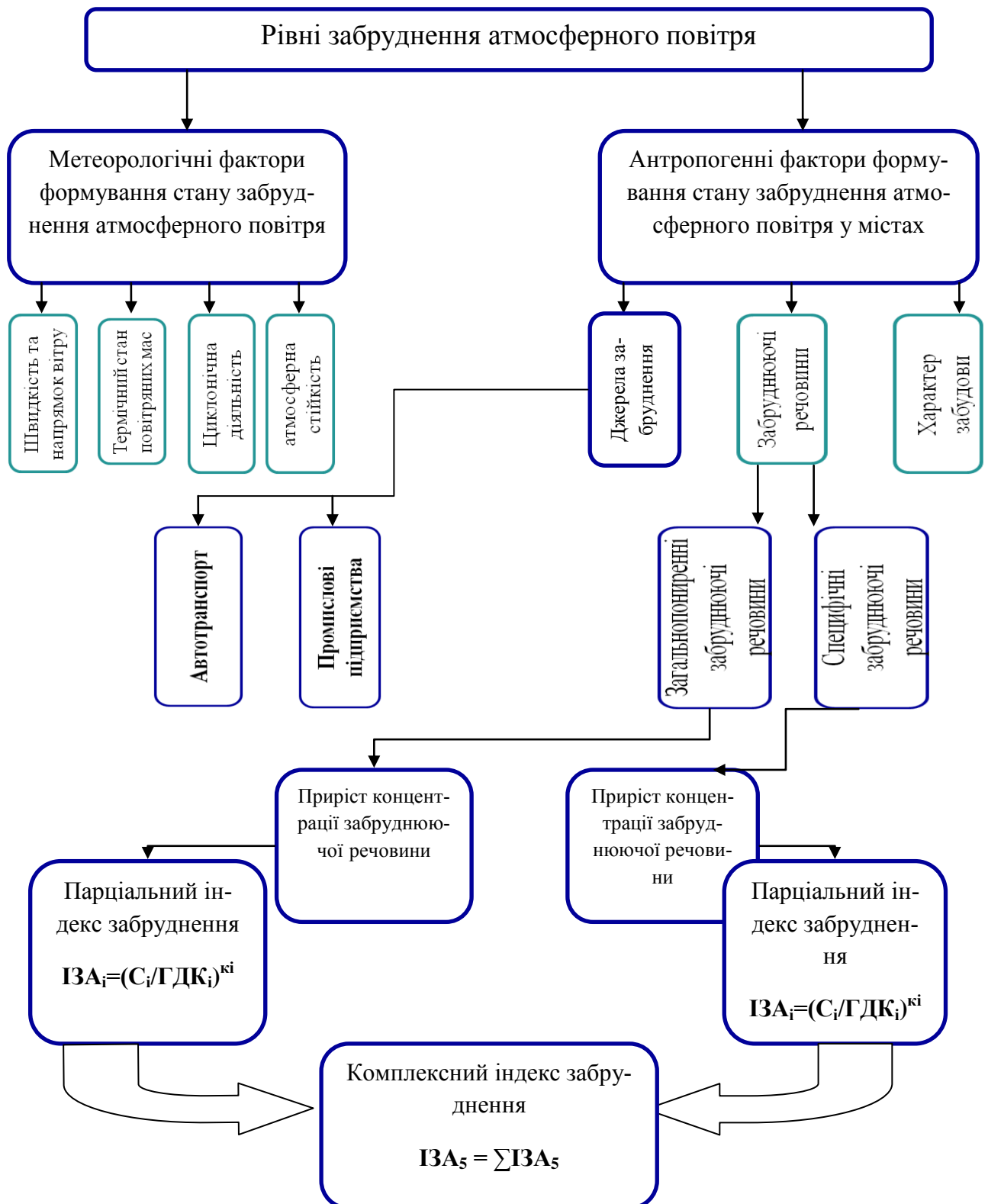


Рис. 1 – Фрагмент схеми формування рівнів забруднення атмосферного повітря урбанізованої території

забруднення повітря у місті від напрямку вітру найбільш чітко виявляється тоді, коли джерела викидів розташовані за містом (наприклад, такі гіганти, як Кременчуцький нафтопереробний завод, ВАТ «Кременчуцький завод технічного вуглецю»), або в навітряній його частині (ВАТ «Кременчуцький колісний завод», ХК «АвтоКрАЗ», ВАТ «Сталеливарний завод»). Швидкість та напрям вітру на території м. Кременчука за

рік: середня швидкість вітру: зимою – 5,7 м/с (штилів – 2); весною – 5,4 м/с (штилів – 2); літом – 3,9 м/с (штилів 4); восени – 4,7 м/с (штилів 3) [3, 4, 5, 14].

При швидкості вітру 5-7 м/с діяльність підприємств являється особливо небезпечною [7], а найбільш шкідливим для м. Кременчук є західне перенесення повітряних мас, що є пріоритетним для зими та частково для осені.

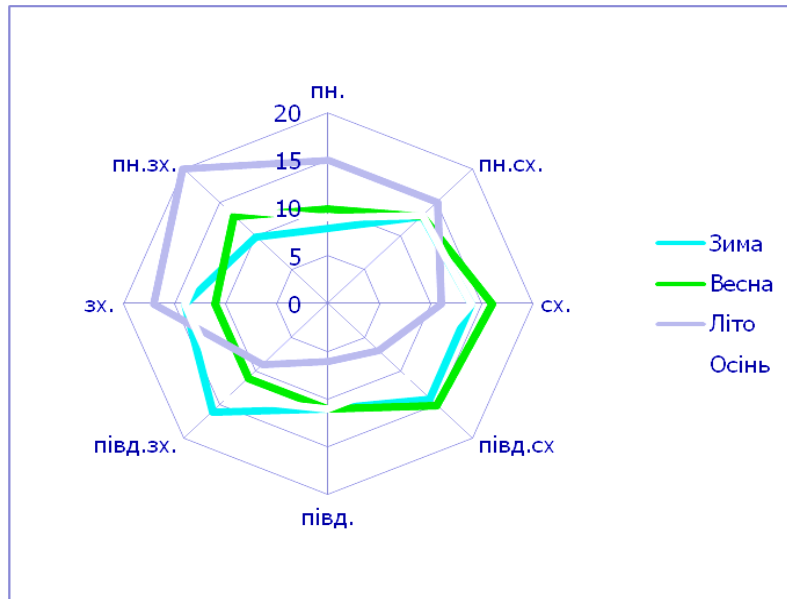


Рис. 2 – Роза вітрів для території м. Кременчук

Місцевість, на якій розташоване місто являє собою горбкувату рівнину, розділену на дві частини: лівобережну – низинну і правобережну – піднесену, з ярово-балковою рельєфною системою, що сприяє нерівномірному розподілу забруднюючих речовин по території міста

Сукупність кліматичних умов у районі сприятлива для розсіювання забруднювачів атмосферного повітря.

Окремо необхідно відзначити вплив річки Дніпро на розподіл забруднюючих речовин, особливо в теплий період року. Потужний висхідний потік парів води теоретично є своєрідним бар'єром, що перешкоджає масообмінним процесам викидів між лівобережними й правобережними промисловими підприємствами.

Наявні дані [3, 4, 5, 14] стосовно погодних умов урбогенної території дослідження дозволяють визначити самоочисну здатність атмосфери шляхом розрахунку метеорологічного потенціалу атмосфери

(МПА) [2]. МПА дозволяє визначити характер переміщення забруднюючих речовин у атмосфері на основі виявлення тенденції переважання процесів накопичення чи розсіювання речовин протягом року. Відповідно до методики В. Барановського метеорологічний потенціал (K_M) розраховується за формулою [2]:

$$K_M = \frac{P_{III} + P_T}{P_O + P_B}, \quad (1)$$

де: P_{III} – зі швидкістю вітру 0-1 м/с (25,2 %); P_T – з туманами (17 %); P_O – з опадами 0,5мм і більше (61 %); P_B - зі швидкістю вітру понад 6 м/с (28,2 %).

Виходячи з того, що для м. Кременчук $P_{III} = 25,2\%$; $P_T = 17\%$; $P_O = 61\%$; $P_B = 28,2\%$, отримуємо $K_M = 0,47$.

Відповідно до методики В. Барановського, якщо отриманий показник $K_M < 1$, а для м. Кременчук $K_M = 0,47$, то за даних погодних умов на території м. Кременчук проце-

си самоочищення атмосфери переважають над процесами накопичення забруднюючих речовин, що сприяє розсіюванню домішок у верхніх шарах атмосфери.

Блок антропогенних чинників формування рівня забруднення атмосферного повітря достатньо великий, бо м. Кременчук потужний промисловий центр, який значно впливає не тільки на стан довкілля самого міста, а й на стан регіону в цілому. Валовий обсяг викидів забруднюючих речовин у м.

Кременчук є найвищим серед населених пунктів Полтавської області (рис. 3). Зокрема, в 2011 р., викиди забруднюючих речовин від стаціонарних джерел по області становили 72,8 тис. т, а по місту Кременчук – 36,1 тис. т, що складає 49,6% від загальнообласних викидів [12]. На обліку у відділенні комунальної гігієни знаходяться більше 100 підприємств, які здійснюють викиди шкідливих речовин в атмосферне повітря.

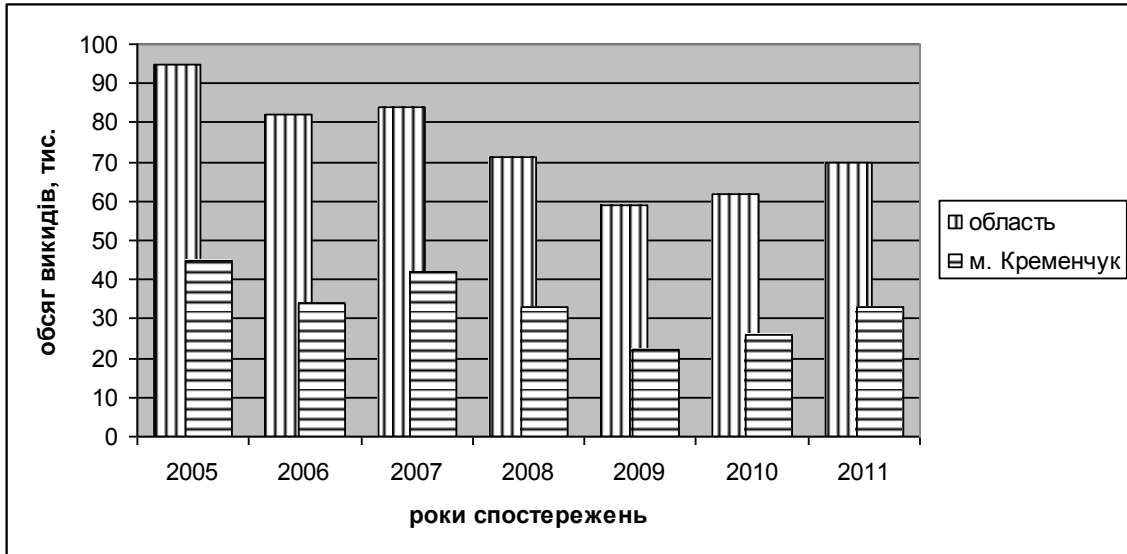


Рис. 3 – Динаміка викидів забруднюючих речовин у Полтавській області та м. Кременчук

Близько 95% викидів підприємств припадає на Кременчуцький нафтопереробний завод, ВАТ «Кременчуцький завод технічного вуглецю», Кременчуцька ТЕЦ, ВАТ «Кременчуцький колісний завод», ХК «АвтоКрАЗ», ВАТ «Сталеливарний завод», концерн «Крюківський вагонобудівний завод», ВАТ «Кредмаш».

Відповідно до програми моніторингу у повітрі міст контролюється присутність за-

гальнопоширених та специфічних забруднюючих речовин. В м. Кременчук функціонує лабораторія спостереження за забрудненням атмосфери, яка має 4 стаціонарні пости спостереження, які відбирають проби повітря 6 разів на тиждень по 3-4 рази на добу, загалом за рік відбирається близько 23 тисяч проб [3].

Аналіз результатів дослідження

За методиками С. І. Сніжка (2011) розраховано парціальний індекс забруднення повітря для загальнопоширених та специфічних забруднюючих речовин, що виражає ступінь забруднення атмосфери однією речовиною (рис.4,5). Парціальний індекс забрудненості (ІЗА_i), розраховується за формулою (2):

$$ІЗА_i = (C_i / ГДК_i)^{k_i} \quad (2),$$

де: C_i – середня концентрація речовини, $ГДК_i$ – середньодобова гранично допустима концентрація речовини, k_i – безрозмірна константа приведення ступеня шкідливості речовини до шкідливості сірчистого газу.

Серед загальнопоширених речовин найвищі середні індекси мають пил та формальдегід 1,54 та 1,56 відповідно. Інші речовини мають індекси забруднення нижчі за 1 (рис 4).

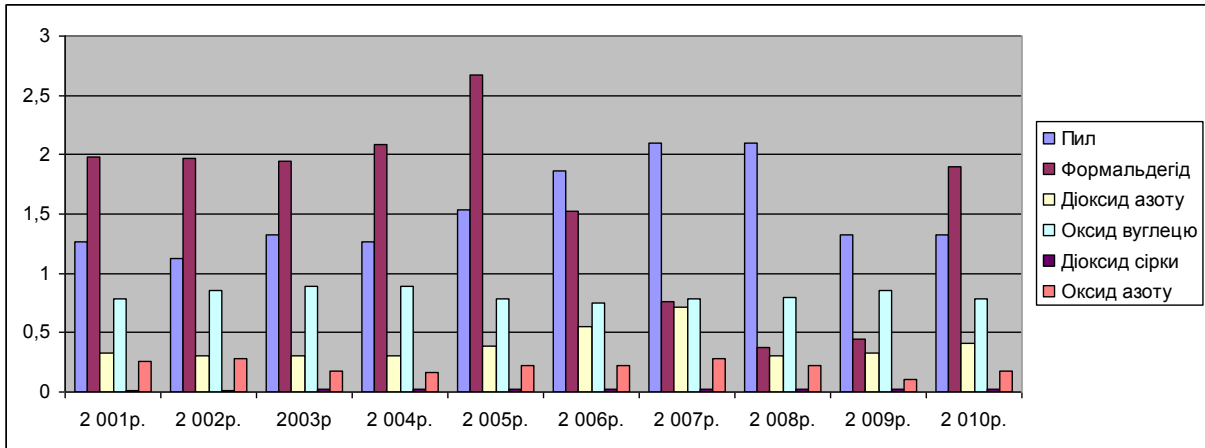


Рис. 4 – Парціальний індекс забруднення атмосферного повітря загальнопоширеними забруднюючими речовинами за період 2001 – 2010 рр.

Серед специфічних речовин найвищий індекс має бензол, він становить 1,21 (рис.5).

Загальна тенденція за перші 5 років (2001-2005рр.):

- збільшення запиленості, діоксиду сірки, діоксиду азоту, формальдегіду;
- тенденції зниження характерні для оксидів азоту, фенолу, аміаку, бензолу та суми ксилолів;
- не виявлені тенденції (без змін) для толуолу та етилбензолу.

Деякі інші тенденції спостерігаються в наступні 5 років (2006-2011 рр.):

- збільшення формальдегіду, фенолу, бензолу та толуолу
- зменшення пилу, діоксиду сірки, діоксиду азоту, оксидів азоту, аміаку та суми ксилолів.

За весь період дослідження спостерігається стійка тенденція збільшення в атмосферному повітрі формальдегіду, що є характерною рисою для багатьох міст України, та зниження запиленості, що виразно відрізняє м. Кременчук.

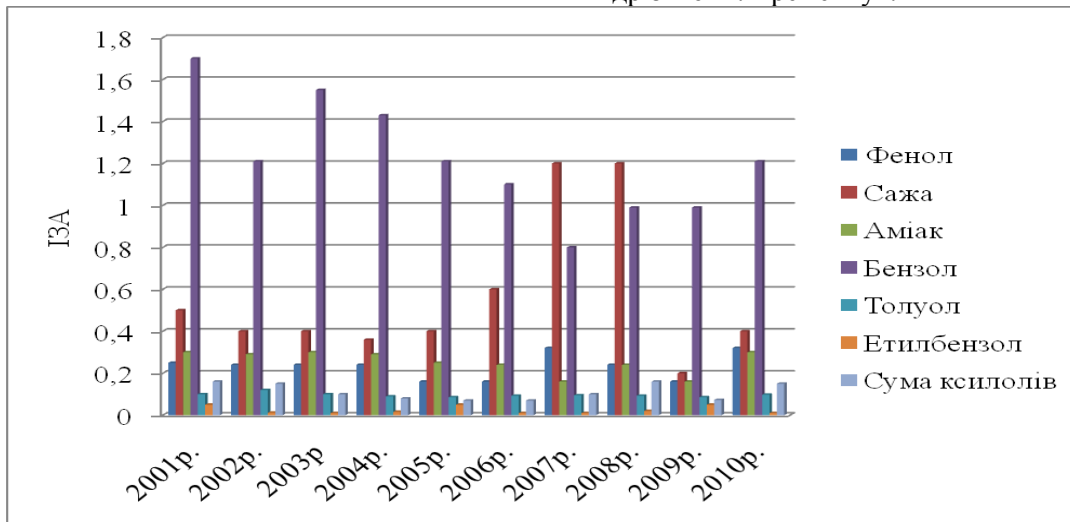


Рис. 5 – Парціальний індекс забруднення атмосферного повітря специфічними забруднюючими речовинами за період 2001 – 2010 рр.

За методиками С. І. Сніжка (2011) також розраховано комплексний індекс забруднення атмосфери (ІЗА₅) (рис.6). Для розрахунку комплексного індексу забруднення атмосфери (ІЗА₅) використовують

значення парціальних індексів ІЗА п'яти речовин, у яких ці значення найбільші. Формула комплексного індексу забруднення атмосфери (3):

$$ІЗА_5 = \sum_{i=1}^5 ІЗА_i \quad (3)$$

Величини ІЗА₅ менші за 2,5, відповідають чистій атмосфері; 2,5 – 7,5 – слабо забруднена атмосфера; 7,5 – 12,5 – забруднена атмосфера; 12,5 – 22,5 – сильно забруднена атмосфера; 22,5 – 52,5 – значно забруднена атмосфера; більше 52,5 – екстремально забруднена атмосфера [8]. За останні

10 років комплексний індекс забруднення знижується, однак це відбувається в основному, за рахунок зменшення об'ємів промислового виробництва. При цьому спостерігається систематичне перевищення ГДК для пилу, бензолу, фенолу та оксиду азоту.

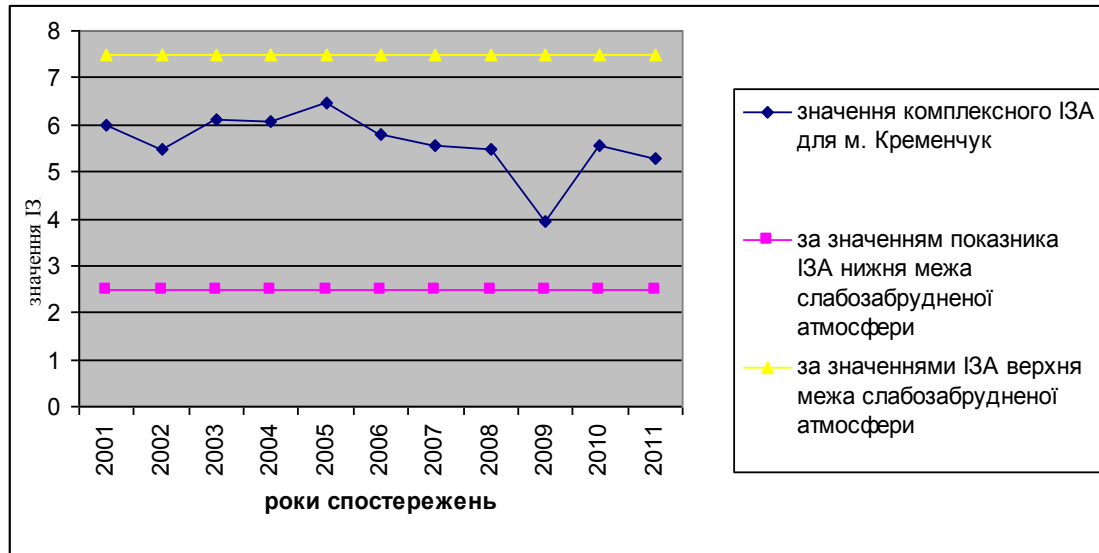


Рис. 6 – Комплексний індекс забруднення атмосферного повітря м. Кременчук за період 2001 – 2011 рр.

Узагальнення результатів дослідження та висновки

Отримані результати дослідження, можемо узагальнити таким чином:

для території м. Кременчука, весною переважають вітри зі сходу, які переносять забруднюючі речовини у центр та західну частину міста. Влітку спостерігається велика кількість штилів та загалом переважають північно-західні вітри. Оскільки більшість потужних промислових підприємств міста знаходяться у східній та північній частинах, тому такий напрям вітру сприяє поширенню забруднюючих речовин у центральну та західну частину міста;

найвищі рівні забруднення повітря (виходячи з ландшафтних, метеорологічних характеристик та розміщення джерел забруднення) в умовах м. Кременчук формуються при штилі і слабких вітрах (до 2 м/с) та при швидкості вітру біля (4-6 м/с.). У м. Кременчук чітко прослідковується зростання рівня забруднення повітря зі зниженням температури, коли встановлюється стійка термічна стратифікація, а також при антициклонічному баричному полі. У міру його перетворення в циклонічне – забруднення

атмосфери зменшується; розрахований атмосферний потенціал свідчить, що процеси самоочищення атмосфери переважають над процесами накопичення забруднюючих речовин, що сприяє розсіюванні домішок у верхніх шарах атмосфери.

Максимальне значення комплексного індексу забруднення у 2005, спричинили високі концентрації пилу, формальдегіду, бензолу та оксиду вуглецю. Перш за все така ситуація була викликана збільшенням обсягів виробництва ВАТ «Укртатнафта», ТЕЦ, ВАТ «Техвуглецю», ВАТ Крюківський вагонобудівний завод та ВАТ «Сталеливарний завод». Підвищене забруднення атмосферного повітря формальдегідом спричинили викиди автотранспорту та викиди ВАТ «Кременчуцькі шляхові машини». Збільшення середнього вмісту пилу припадає на березень – квітень, що спричинене недостатньою кількістю опадів. А також в листопаді та грудні на АТ «Укртатнафта» здійснювалися роботи з підготовки цехів до зими, що пов'язано зі збільшенням викидів вуглеводнів в атмосферу.

Мінімальне значення комплексного індексу забруднення у 2009 році, на наш погляд, пов'язане з фінансово-економічною кризою та зниженням промислового виробництва.

Узагальнення матеріалів, щодо забруднення атмосферного повітря, здійснено шляхом розрахунку відносного приросту концентрації забруднюючої речовини за період дослідження (2001-2011р.р). Відносний приріст визначається відношенням середнього відносного приросту до осередненого значення концентрації за період спостереження.

Тенденції до підвищення забруднення атмосферного повітря м. Кременчук загальнопоширеними забруднюючими речовинами дають: формальдегід, діоксиду азоту, зниження спостерігається для діоксиду сірки.

Тенденції до підвищення забруднення атмосферного повітря м. Кременчук специфічними забруднюючими речовинами да-

ють: бензол, сажа, етилбензол, зниження спостерігається для суми ксилолів.

Підводячи підсумок дослідження слід зазначити, що великі промислові міста створюють свій специфічний клімат, який є результатом антропогенної діяльності. На формування рівня забруднення атмосферного повітря м. Кременчук впливають сукупність метеорологічних та антропогенних факторів. Визначено, що найнебезпечніше забруднення атмосферного повітря для м. Кременчука існує у весняно-літній сезон, коли спостерігаються найвищі концентрації забруднюючих речовин. Речовини, що формують максимальні рівні забруднення атмосферного повітря для м. Кременчук є: формальдегід, діоксиду азоту – серед загальнопоширених забруднюючих речовин є бензол, сажа і етилбензол – серед специфічних.

За останні 10 років рівень забруднення атмосфери м. Кременчук знижується, однак це відбувається лише за рахунок зменшення об'ємів промислового виробництва.

ЛІТЕРАТУРА

1. Барановський В. А. Екологічна географія і екологічна картографія. // В. А. Барановський. – К.: Фітоцентр, 2001. – 252 с.
2. Берлянд М. Е. Исследование атмосферной диффузии и загрязнения атмосферы / М. Е. Берлянд // Современные исследования Главной Геофизической обсерватории. – СПб., 2001. – Т.2.- С.117-145.
3. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Полтавській області в 2008. Державне управління охорони навколишнього природного середовища в Полтавській області. – Полтава, 2009. – 277 с.
4. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Полтавській області в 2007. Державне управління охорони навколишнього природного середовища в Полтавській області. – Полтава, 2008. – 262 с.
5. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Полтавській області в 2006. Державне управління охорони навколишнього природного середовища в Полтавській області. – Полтава, 2007. – 103с.
6. Кіптенко Є. М. Прогнозування рівня високого забруднення атмосферного повітря у містах України // Є. М. Кіптенко, Т. В. Козленко. Наук. Пр. УкрНДГМІ. – 2002. – Вип. 250. – с. 288-297
7. Мисник С.В. Сезонні особливості антициклональної діяльності на території України // С. В. Мисник. Фіз. географія та геоморфологія. – 2005. – Вип. 49. – 254 с.
8. Сніжко С. І. Урбометеорологічні аспекти забруднення атмосферного повітря великого міста : моног./ С. І. Сніжко – К., 2011. – 199с.
9. Статистичний щорічник Полтавської області за 2009 рік. – Полтава, 2009. – 750 с.
10. Статистичний бюлетень «Викиди забруднюючих речовин в атмосферу від основних видів транспорту за 2009 рік»./Державний комітет статистики України, Головне управління статистики у Полтавській області. – Полтава 2010
11. Статистичний збірник «Регіони України», 2008-2010 роки.
12. Статистичний щорічник України за 2008 рік, Державний комітет статистики України.
13. Україна: екол.-геогр. атлас : присвяч. все-світ. дню науки в ім'я миру та розвитку згідно з рішенням 31 сесії ген. конф. ЮНЕСКО / [наук. редкол.: С. С. Куруленко та ін.]; Рада по вивч. продукт. сил України НАН України [та ін.]. — // [наук. редкол.: С. С. Куруленко та ін.]. — К. : Варта, 2006. — 217 с.
14. Фондові матеріали Державного управління охорони навколишнього природного середовища у Полтавській області, 2005 – 2006 рр.
15. Шевченко О. Г. Оцінка та прогнозування сучасного стану забруднення атмосферного повітря у м.Києві: дис. канд.геогр. наук // О. Г. Шевченко– К.,2009. – 212 с.

Надійшла до редколегії 7.11.2012