

УДК 504.3:004.424

АНАЛІЗ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ М. ОДЕСА ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ДАНИХ АВТОМАТИЗОВАНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ

А. В. Чугай, Т. В. Лавров, Г. О. Боровська, О. І. Чернякова

Одеський державний екологічний університет,
вул. Львівська, 15, 65016, Одеса, Україна, avchugai@ukr.net
<http://orcid.org/0000-0002-8091-8430>

У роботі проведено аналіз забруднення атмосферного повітря м. Одеса, в тому числі із застосуванням даних автоматизованих спостережень. Також виконано оцінку стану повітряного басейну із застосуванням окремих параметрів сталого розвитку.

В останні роки за офіційними даними м. Одеса за рівнем забруднення атмосфери входить до переліку найбільш забруднених міст України. За результатами ранжування отримано, що за більшістю забруднюючих речовин рівень забруднення атмосфери м. Одеса можна характеризувати як підвищений. За окремими речовинами (діоксид сірки і оксид азоту) він характеризується як допустимий, а за вмістом формальдегіду – як екстремально високий.

Порівняння даних спостережень за вмістом окремих полутантів на пункті спостережень ОДЕКУ з даними багаторічних спостережень по місту показав, що вміст діоксиду азоту в цілому відповідає середньому багаторічному. Вміст оксиду вуглецю на два порядки нижче за даними спостережень на мережі пунктів по місту, вміст PM_{10} на порядок нижче концентрацій пилу. Підвищення вмісту в атмосферному повітрі певних забруднюючих речовин (діоксид азоту, оксиду вуглецю тощо) відзначається у літньо-осінній період, що є наслідком інтенсифікації автотранспортного руху.

Оцінка стану повітряного басейну міста із застосуванням окремих параметрів індексу екологічного виміру показала, що більш кращі умови відзначались у 2014 і 2016 рр. Умови сталого розвитку характеризуються середніми показниками, але у бік погіршення ситуації.

Отримані у роботі результати є основою для подовження імплементації Постанови Кабінету Міністрів України щодо впровадження нового порядку здійснення державного моніторингу атмосферного повітря в Україні. Існуюча лабораторна база пунктів спостережень потребує докорінного переобладнання. Також необхідним є проведення обстеження забруднення атмосферного повітря для виявлення пріоритетних забруднюючих речовин і, відповідно, розробки програм спостережень з урахуванням необхідності контролю певних домішок.

Ключові слова: автоматизовані спостереження; атмосферне повітря; забруднення; сталий розвиток

1. ВСТУП

Урбанізовані території є окремими джерелами забруднення та одним із головних чинників зміни навколишнього середовища. Одеса – це не тільки велике поліфункціональне місто на півдні України, але й територія, що зумовлює формування несприятливої екологічної ситуації. Серед існуючих сучасних екологічних проблем Одеси пріоритетним є забруднення повітряного басейну.

В останні роки за даними Центральної геофізичної обсерваторії ім. Б. Срезневського м. Одеса за значенням індексу забруднення атмосфери (ІЗА) входить до переліку найбільш забруднених міст України: 2016 р. – 3 місце, 2017 р. – 4 місце, 2018 – 2019 рр. – 3 місце [1 – 4].

У 2019 р. в Україні Постановою Кабінету Міністрів України було затверджено новий «Порядок здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря» [5]. Імплементація цієї Постанови на даний час ще триває.

В межах введення в дію цієї Постанови актуальним є впровадження у регіонах України автоматизованих систем спостережень за якістю атмосферного повітря.

Автоматизовані пункти спостереження за забруднення атмосфери (ПСЗ) на даний час діють в окремих регіонах України. Так, у рамках виконання «Програми охорони навколишнього природного середовища в м. Бровари Київської області на 2019 – 2020 рік» була розроблена і впроваджена відповідна автоматизована система екологічного моніторингу атмосферного повітря

(АСЕМА) [6]. У Дніпропетровській області станом на листопад 2020 р. мережа спостережень за станом атмосферного повітря у житлових зонах включала 14 автоматизованих ПСЗ [7]. У м. Івано-Франківськ в рамках міжнародного проекту «Кампанія за чисте повітря в містах Східної України» розпочато роботу над встановленням стаціонарної громадського моніторингу якості повітря [8]. В Одеській області на даний час також почали функціонувати автоматизовані ПСЗ, а саме спостереження проводяться на пункті у Нових Білярах (Лиманський район) і на пункті, встановленому в ОДЕКУ.

2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Метою дослідження було проведення аналізу забруднення атмосферного повітря м. Одеса за даними автоматизованих спостережень, а також оцінка стану повітряного басейну із застосуванням окремих параметрів сталого розвитку.

В якості вихідних даних в роботі використані дані моніторингових спостережень за якістю атмосферного повітря м. Одеса (в тому числі інформація про вміст окремих забруднюючих речовин (ЗР) за багаторічний період) і відомості щодо викидів окремих речовин в атмосферне повітря стаціонарними і пересувними джерелами.

На автоматизованому ПСЗ, встановленому на території ОДЕКУ, спостереження виконуються із застосуванням приладу AQТ420 за вмістом певних ЗР і окремими метеопараметрами. В тому числі визначаються тверді частинки двох розмірів ($PM_{2.5}$ і PM_{10}), які згідно із затвердженням Порядком [5] віднесені до Списку А, тобто переліку ЗР, які необхідно визначати обов'язково. Слід відзначити, що на мережі стаціонарних ПСЗ у м. Одеса визначення цих речовин на даний час не виконується.

Методичні аспекти оцінки якості атмосферного повітря при визначенні $PM_{2.5}$ і PM_{10} представляють певну проблему. Керівними принципами ВООЗ рекомендовані такі рівні: для $PM_{2.5}$ – середньорічний рівень 10 $мкг/м^3$, середньодобовий рівень – 25 $мкг/м^3$; для PM_{10} – середньорічний рівень – 20 $мкг/м^3$, середньодобовий рівень – 50 $мкг/м^3$ [9]. У країнах ЄС, як зазначено у роботі [9], діють такі нормативи: для $PM_{2.5}$ – середньорічний рівень 2,5 $мкг/м^3$; для PM_{10} – середньорічний рівень 40 $мкг/м^3$, середньодобовий рівень – 50 $мкг/м^3$.

Для оцінки стану повітряного басейну із застосуванням окремих параметрів сталого розвитку була застосована метрика для вимірювання

процесів сталого розвитку (МВРС) [10]. Відповідно до МВРС сталий розвиток оцінюється з позицій економічного, екологічного і соціально-інституціонального характеру. Екологічна складова оцінюється на основі розрахунку індексу екологічного виміру (I_e), який визначається з урахуванням трьох категорій екологічної політики: 1) екологічні системи (I_{SYS}); 2) екологічне навантаження (I_{STR}); 3) регіональне екологічне керування (I_{REG}). Ці категорії містять 13 індикаторів і 44 показники [10].

Вихідні дані для оцінки були нормовані так, щоб усі параметри приймали значення від 0 до 1. При цьому кращі значення показників наближені до 0.

3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Аналіз забруднення атмосферного повітря м. Одеса із застосуванням даних автоматизованих спостережень проведено за період з червня 2019 р. по грудень 2020 р.

На рис. 1 – 6 наведено динаміку зміни середньорічних концентрацій окремих ЗР у м. Одеса за даними автоматизованих спостережень.

Середньомісячні концентрації NO_2 (рис. 1) перевищували $ГДК_{сд}$ у літньо-осінній сезон. Максимальні значення концентрацій відзначались у липні 2020 р. (2,75 $ГДК_{сд}$). У холодний період року концентрації NO_2 знаходились в межах норми. Мінімальне значення відзначено у січні 2020 р. (0,1 $ГДК_{сд}$).

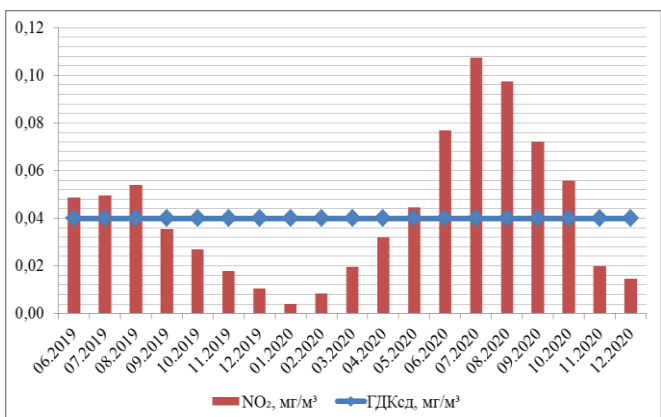


Рис. 1 – Динаміка зміни середньомісячних концентрацій NO_2

Fig. 1 – Dynamics of change in average monthly NO_2 concentrations

Середньомісячні концентрації CO (рис. 2) не перевищували $ГДК_{сд}$. Їх значення варіюються в межах від 0,04 $ГДК_{сд}$ у травні та червні 2020 р. до 0,08 $ГДК_{сд}$ у жовтні 2019 р. і липні 2020 р.

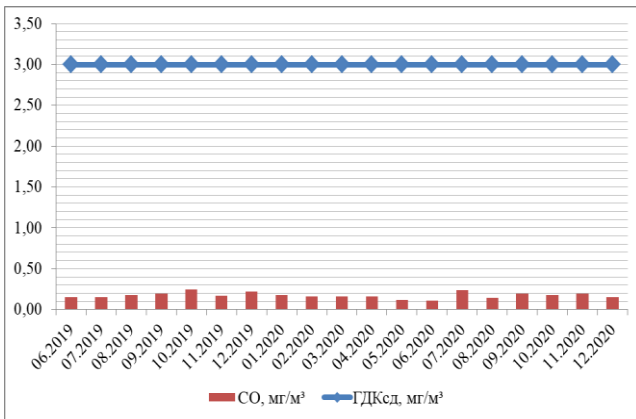


Рис. 2 – Динаміка зміни середньомісячних концентрацій CO

Fig. 2 – Dynamics of change in average monthly CO concentrations

Тенденція змін середньомісячних концентрації SO_2 (рис. 3) схожа з тенденцією змін концентрації NO_2 . Найбільші перевищення GDK_{cd} аналогічно спостерігаються у літньо-осінній сезон. Максимальні значення концентрації відзначені в липні 2020 р. (4,8 GDK_{cd}), мінімальне – в лютому 2020 р. (0,1 GDK_{cd}).

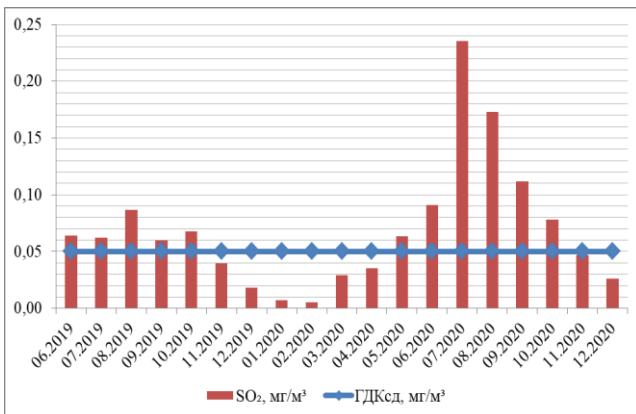


Рис. 3 – Динаміка зміни середньомісячних концентрацій SO_2

Fig. 3 – Dynamics of change in average monthly SO_2 concentrations

Така ж тенденція зберігається і за даними спостережень за вмістом O_3 (рис. 4). Кількість місяців, коли концентрація O_3 була в межах норми, складає 5 (листопад, грудень 2019 р. і січень, лютий, грудень 2020 р.). Усі інші місяці відзначаються перевищенням GDK_{cd} з максимумом у липні 2020 р., де значення концентрації складало 7 GDK_{cd} . Слід відзначити, що постійні спостереження за вмістом O_3 на стаціонарній мережі майже не проводяться, що ускладнює порівняльний аналіз отриманих даних з даними по місту в цілому.

Більш цікавим було проаналізувати вміст твердих частинок з різним розміром (PM_{10} і $PM_{2.5}$). Вміст PM_{10} (рис. 5) порівнювався з трьома нормативами: GDK_{cd} для пилу і нормативи ВООЗ і ЄС для PM_{10} . Отримані результати дещо різняться. Перевищення GDK_{cd} не відзначалось, перевищення нормативів ЄС відзначено в листопаді 2019 р., а перевищення нормативів ВООЗ – у переважній більшості випадків за період спостережень.

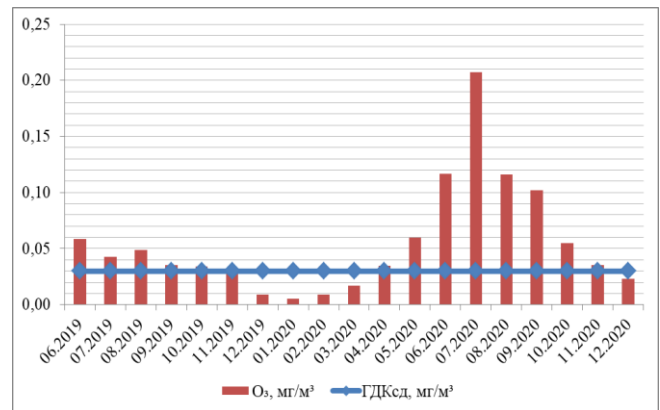


Рис. 4 – Динаміка зміни середньомісячних концентрацій O_3

Fig. 4 – Dynamics of change in average monthly O_3 concentrations

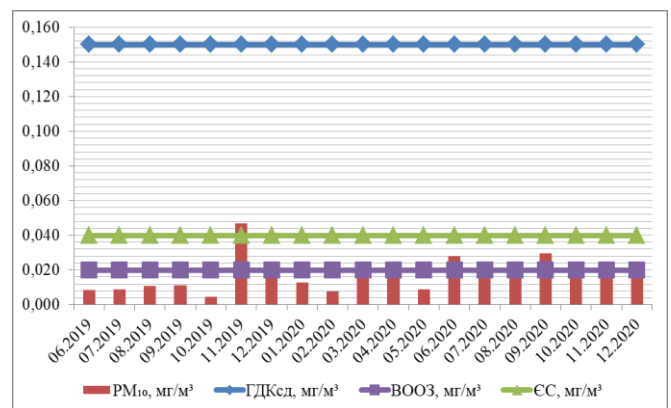


Рис. 5 – Динаміка зміни середньомісячних концентрацій PM_{10}

Fig. 5 – Dynamics of change in average monthly PM_{10} concentrations

Вміст $PM_{2.5}$ (рис. 6) порівнювався з нормативами ВООЗ і ЄС. Аналіз показав, що концентрації не перевищують встановлених стандартів жодного разу протягом всього періоду спостережень.

Цікавим також було порівняння отриманих результатів за даними автоматизованих спостережень з середньорічними концентраціями окремих ЗР в атмосферному повітрі по місту в цілому.

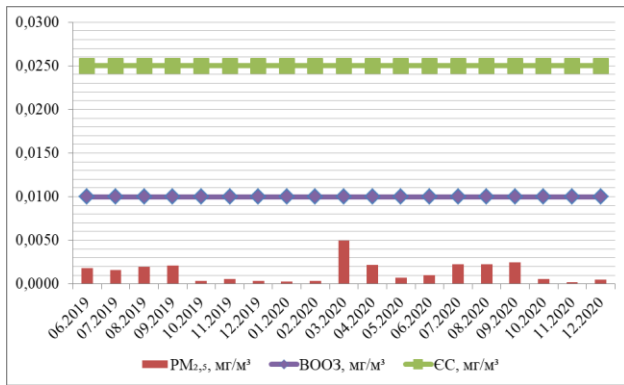


Рис. 6 – Динаміка зміни середньомісячних концентрацій PM_{2.5}

Fig. 6 – Dynamics of change in average monthly PM_{2.5} concentrations

Такий аналіз був проведений за даними 2019 р. з урахуванням матеріалів, наведених у [11]. На рис. 7 наведено результати порівняльного аналізу. Як видно з представленого рисунку, майже по всіх речовинах рівень забруднення за даними автоматизованих спостережень нижче середньорічних концентрацій по місту в цілому. Виключення складає вміст SO₂.

Отримані результати можна пояснити тим, що автоматизований пост знаходиться у приморській зоні і суттєво віддалений від основних стаціонарних джерел забруднення атмосфери. Хоча літньо-осінній сезон, як показали результати, відзначається збільшенням концентрацій майже по всіх ЗР, що може бути наслідком інтенсифікації автотранспортного руху в ці сезони року.

З урахуванням вище зазначеного для двох домішок (NO₂ і CO) було проведено детальний аналіз динаміки зміни концентрацій в літньо-осінній період 2019 р. Було обрано для аналізу терміни у нічний (1:00 – 3:15 год.), ранковий (7:00 – 9:15 год.), денний (13:00 – 15:15 год.) і вечірній (19:00 – 21:15 год.) періоди. Дані були осереднені з кроком 1 хв. Порівняння проводилось з ГДК_{од}, а також розрахованою середньосезонною концентрацією (q_{сез.сез.}) згідно [12].

Аналіз показав, що максимальні концентрації NO₂ відзначались у липні і серпні. У більшості випадків отримані значення перевищують і ГДК_{од}, і q_{сез.сез.}. Також слід відзначити, що більш високий рівень забруднення відзначався у денні і вечірні часи. Протягом кожного місяця підвищені рівні забруднення відзначалися

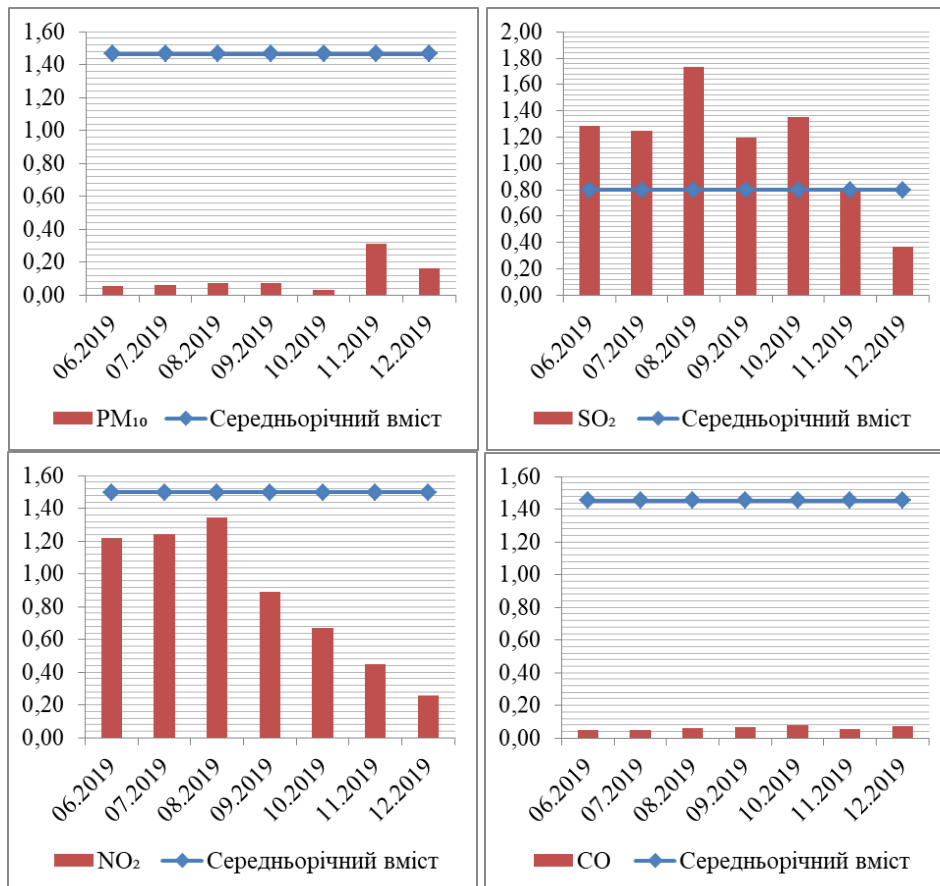


Рис. 7 – Порівняльний аналіз даних спостережень на АQT420 і по м. Одеса в цілому у 2019 р. (од. ГДК_{од})

Fig. 7 – Comparative analysis of observational data on AQT420 and in Odessa as a whole in 2019 (MPC unit)

у другій декаді червня, першій і третій декадах липня, а також другій половині серпня.

В осінній період відзначається незначне зменшення рівня забруднення атмосфери NO_2 , особливо у жовтні – листопаді. Перевищення $ГДК_{сd}$ і $q_{сер.сез}$ відзначаються в середньому у 50 % випадків у вересні і жовтні. У листопаді це одиничні випадки, проте відзначається різке зростання концентрацій наприкінці місяця (28 – 29 листопада). Також слід відзначити, що перевищення $ГДК_{сd}$ відзначаються у денні і вечірні часи спостережень. Зменшення вмісту NO_2 в осінній період є закономірним, оскільки зменшився транспортний потік, в т.ч. і за рахунок зменшення перевезень відпочиваючих на міські пляжі.

Максимальні концентрації CO влітку відзначались у вечірні та нічні часи, мінімальні – у денні часи. Значні і постійні перевищення $q_{сер.сез}$ відзначались у червні і серпні.

В осінній період відзначалось деяке підвищення загального рівня забруднення CO , особ-

ливо у вересні. Максимальні концентрації, як і влітку, відзначались у вечірні і нічні часи. Відзначено декілька екстремумів у жовтні і листопаді. На наш погляд вони не відображають добовий хід концентрацій CO . Можливо це обумовлено деякими порушеннями у роботі обладнання. Також слід зазначити, що вміст CO за наявними даними на два порядки нижче за даними спостережень на мережі пунктів по місту.

Для вказаних двох домішок було розраховано $ІЗА$ атмосферного повітря діоксидом азоту за даними автоматизованого ПСЗ (рис. 8). Так, за вмістом NO_2 , в літній період якість атмосферного повітря не відповідала вимогам. Максимум забруднення відзначався у серпні. З вересня рівень забруднення суттєво зменшився і відповідав вимогам якості атмосферного повітря. Рівень забруднення атмосферного повітря CO в літньо-осінній період суттєво збільшився. Проте $ІЗА$ не перевищує 1, тобто атмосфера умовно чиста.

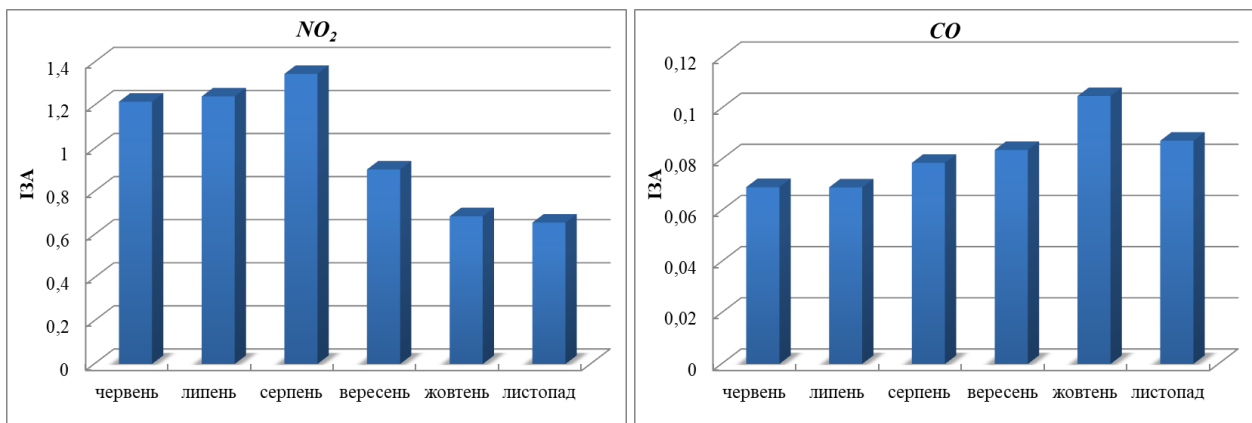


Рис. 8 – Значення $ІЗА$ діоксидом азоту і оксидом вуглецю (пункт спостережень ОДЕКУ, 2019 р.)

Fig. 8 – The value of API with nitrogen dioxide and carbon monoxide (OSENu observation point, 2019)

Аналіз офіційних даних щодо рівня забруднення атмосферного повітря по місту в цілому (аналітичні довідки Департаменту екології і природних ресурсів ОДА) [13] показав наступне:

- у червні максимальні перевищення $ГДК_{сd}$ спостерігалися по CO (2,8 $ГДК_{сd}$) і NO_2 (0,6 $ГДК_{сd}$) в районі Центрального автовокзалу (ПСЗ № 17);
- у липні – по CO (2,8 $ГДК_{сd}$) в районі вул. Балківської (ПСЗ № 18), NO_2 (0,6 $ГДК_{сd}$) – в районі вул. Чорноморського козацтва (ПСЗ № 10);
- у серпні – по CO (2,8 $ГДК_{сd}$) і NO_2 (0,6 $ГДК_{сd}$) в районі Центрального автовокзалу;

- у вересні – по CO (1,6 $ГДК_{сd}$) в районі Центрального автовокзалу, NO_2 (0,7 $ГДК_{сd}$) – в районі вул. Чорноморського козацтва.

Всі ці райони є районами інтенсивного руху автотранспорту.

За отриманими нами результатами рівень забруднення атмосфери CO складав 0,05 – 0,08 $ГДК_{сd}$, NO_2 – 0,66 – 1,35 $ГДК_{сd}$. Тобто в цілому рівень забруднення діоксидом азоту значно вище.

Стосовно рівня забруднення NO_2 , то концентрації цієї домішки за результатами отриманих даних дещо вищі також концентрацій в районі розташування ПСЗ № 8, який в м. Одеса оцінюється як фоновий. За даними багаторічних спос-

тережень концентрації на даному пунктів складають 0,72 – 0,79 ГДК_{ср}.

Для узагальненої оцінки стану повітряного басейну м. Одеса було виконано ранжування і оцінка із застосуванням окремих параметрів сталого розвитку.

Для ранжування рівня забруднення було використано методику, запропоновану авторами роботи [14]. Результати наведено у табл. 1. Так, за більшістю ЗР рівень забруднення атмосфери м. Одеса можна характеризувати як підвищений. За окремими речовинами (діоксид сірки і оксид азоту) рівень забруднення характеризується як допустимий, а за вмістом формальдегіду – як екстремально високий.

Таблиця 1 – Ранжування забруднення атмосферного повітря м. Одеса за рівнем перевищення ГДК_{ср} окремими ЗР (2003 – 2019 рр.)

Table 1 – Ranking of air pollution in Odessa by the level of exceeding the MPC_{ср} by individual pollutants (2003 – 2019)

Допустимий рівень (< 1 ГДК)	Підвищений рівень (1 – 2 ГДК)	Високий рівень (2 – 3 ГДК)	Екстремально високий рівень (3 – 6 ГДК)
пил			
–	+	–	–
діоксид сірки			
+	–	–	–
оксид вуглецю			
–	+	–	–
діоксид азоту			
–	+	–	–
оксид азоту			
+	–	–	–
сажа			
–	+	–	–
фенол			
–	+	–	–
фтористий водень			
–	+	–	–
формальдегід			
–	–	–	+

Для оцінки стану повітряного басейну міста із застосуванням окремих показників сталого розвитку використано такі параметри: середні концентрації діоксиду азоту I_{NO_2} , діоксиду сірки I_{SO_2} і пилу I_{TSP} в атмосферному повітрі, викиди оксидів азоту I_{NOx} , діоксиду сірки I_{SO_2} і ЗР від автомобільного транспорту I_{CAR} . Оцінку виконано за даними моніторингових спостережень 2014 – 2019 рр.

На рис. 9 наведено результати оцінки стану повітряного басейну м. Одеса за період дослід-

ження. Як видно, більш кращі умови відзначались у 2014 і 2016 рр. Досить високі показники у 2015 р., які суттєво погіршили ситуацію, пояснюються значними концентраціями пилу і діоксиду азоту, а також обсягами викидів сполук азоту і сірки. В останні роки ситуація майже не змінюється. Умови сталого розвитку характеризуються середніми показниками, але у бік погіршення ситуації.

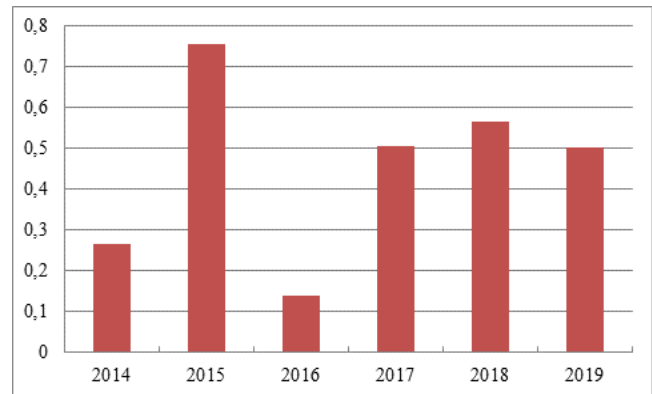


Рис. 9 – Оцінка стану повітряного басейну м. Одеса за показниками сталого розвитку

Fig. 9 – Assessment of the state of Odessa air basin on the indicators of sustainable development

Якщо рівень екологічної безпеки стаціонарних джерел забруднення можна підвищувати за рахунок удосконалення повітряно-охоронних заходів і технологічних процесів, упорядкування конфігурації санітарно-захисних зон і т.ін., тоді як домінування пересувних джерел забруднення в місті ускладнює ситуацію, оскільки ці заходи слід застосовувати до великої кількості джерел забруднення.

Важливим фактором впливу на якість атмосферного повітря є також стан зелених насаджень. Площа зелених насаджень міста становить 742 га, що у розрахунку на 1 мешканця міста складає 7,4 м²/особу і становить 61,7%. В окремих районах кількість зелених насаджень на одного мешканця становить лише 17% від національного нормативу. Слід зауважити, що ВООЗ в якості необхідної норми для забезпечення здоров'я населення пропонує ще більш високу цифру – 50 м² на одного міського жителя.

4. ВИСНОВКИ

В результаті проведеного аналізу забруднення атмосферного повітря м. Одеса за даними автоматизованих спостережень і узагальненої оцінки стану повітряного басейну можна зробити такі висновки:

1. Порівняння даних спостережень за вмістом окремих поллютантів на автоматизованому ПСЗ ОДЕКУ з даними багаторічних спостережень по місту показало, що вміст діоксиду азоту в цілому відповідає середньому багаторічному по місту в цілому. Вміст оксиду вуглецю на два порядки нижче за даними спостережень на мережі пунктів по місту, вміст PM_{10} на порядок нижче концентрацій пилу.

2. Аналіз динаміки зміни концентрацій діоксиду азоту в літній період показали, що максимальні концентрації відзначались у липні і серпні. У більшості випадків отримані значення перевищують і $ГДК_{сд}$, і $q_{сер.сез}$. Підвищений рівень забруднення відзначався у денні і вечірні часи. В осінній період відзначається незначне зменшення рівня забруднення, особливо у жовтні – листопаді. Перевищення $ГДК_{сд}$ відзначаються також у денні і вечірні часи. Зменшення вмісту діоксиду азоту в осінній період є закономірним через зменшення транспортного потоку.

3. Максимальні концентрації оксиду вуглецю в літній період відзначались у вечірні та нічні часи, мінімальні – у денні. Значні і постійні перевищення $q_{сер.сез}$ відзначались у червні і серпні. В осінній період відзначається підвищення загального рівня забруднення, особливо у вересні. Максимальні концентрації, як і влітку, відзначались у вечірні і нічні часи. Відзначено декілька екстремумів у жовтні і листопаді. Вони не відображають добовий хід концентрацій оксиду вуглецю і можуть бути обумовлені деякими порушеннями у роботі обладнання.

4. За значенням $ІЗА$ діоксидом азоту в літній період 2019 р. якість атмосферного повітря не відповідає вимогам, $ІЗА$ оксидом вуглецю в літньо-осінній період суттєво збільшився. Проте атмосфера умовно чиста. Вміст оксиду вуглецю за наявними даними на два порядки нижче за даними спостережень на мережі пунктів по місту.

5. Концентрації діоксиду азоту за результатами отриманих даних дещо вище концентрацій в районі розташування ПСЗ № 8, який в м. Одеса оцінюється як фоновий.

6. За результатами ранжування отримано, що за більшістю ЗР рівень забруднення атмосфери м. Одеса можна характеризувати як підвищений. За окремими речовинами (діоксид сірки і оксид азоту) він характеризується як допустимий, а за вмістом формальдегіду – як екстремально високий.

7. Оцінка стану повітряного басейну міста із застосуванням окремих параметрів індексу екологічного виміру показала, що більш кращі умо-

ви відзначались у 2014 і 2016 рр. Високі показники у 2015 р. сформувались за рахунок значних концентрацій пилу і діоксиду азоту, а також обсягами викидів сполук азоту і сірки. Умови сталого розвитку характеризуються середніми показниками, але у бік погіршення ситуації.

Отримані дані є основою для подовження імплементації Постанови Кабінету Міністрів України щодо впровадження нового порядку здійснення державного моніторингу атмосферного повітря в Україні. Існуюча лабораторна база стаціонарних ПСЗ потребує докорінного переобладнання. Необхідно проведення обстеження забруднення атмосферного повітря з метою виявлення в сучасних умовах пріоритетних ЗР і, відповідно, розробки програм спостережень з урахуванням необхідності контролю певних домішок.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Огляд стану забруднення навколишнього природного середовища на території України за даними спостережень гідрометеорологічних організацій у 2016 році. Київ: ЦГО ім. Б. Срезневського, 2017. 47 с.
2. Огляд стану забруднення навколишнього природного середовища на території України за даними спостережень гідрометеорологічних організацій у 2017 році. Київ: ЦГО ім. Б. Срезневського, 2018. 50 с.
3. Огляд стану забруднення навколишнього природного середовища на території України за даними спостережень гідрометеорологічних організацій у 2018 році. Київ: ЦГО ім. Б. Срезневського, 2019. 50 с.
4. Огляд стану забруднення навколишнього природного середовища на території України за даними спостережень гідрометеорологічних організацій у 2019 році. Київ: ЦГО ім. Б. Срезневського, 2020. 44 с.
5. Деякі питання здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/827-2019-%D0%BF#Text> (дата звернення: 2.12.2020).
6. Про автоматизовану систему екологічного моніторингу атмосферного повітря у місті Бровари Київської області. URL: <https://ecolog-ua.com/news/pro-avtomatyzovanu-sistemu-ekologichnogo-monitoryngu-atmosfernogo-povitrya-u-misti-brovary> (дата звернення: 27.05.2021).
7. Інформаційно-аналітичний огляд стану атмосферного повітря Дніпропетровської області. URL: <https://adm.dp.gov.ua/storage/app/uploads/public/5fae8b/2a9/5fae8b2a9a9ee492080056.pdf> (дата звернення: 27.05.2021).
8. Кампанія за чисте повітря в містах Східної України. URL: <https://arnika.org/ru/novaia-tehnologija-monitoringa-vozdukh-dlia-ukrainy> (дата звернення: 27.05.2021).
9. Качество атмосферного воздуха и здоровье. URL: [https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health) (дата звернення: 2.12.2020).
10. Сталый розвиток регіонів України. URL: http://nung.edu.ua/files/attachments/stalyy_rozvytok_regioniv_ukrayiny.pdf (дата звернення:

07.06.2020).

11. Екологічний паспорт. Одеська область. 2019 рік. Одеса, 2020. 201 с.
12. Збірник методичних вказівок до практичних робіт з дисципліни «Моніторинг довкілля» / Чугай А.В. та ін. Одеса: ОДЕКУ, 2006. 139 с.
13. Стан навколишнього природного середовища Одеського регіону. URL: <http://ecology.odessa.gov.ua/montorg/> (дата звернення 22.11.2019).
14. Яценко Ю., Шевченко О., Сніжко С. Класифікація міст України за рівнем забруднення атмосферного повітря. Вісник КНУ ім. Тараса Шевченка. Серія: Географія. 2017. № 3 (68) / 4 (69). С. 25 – 30.

REFERENCES

1. *Ohliad stanu zabrudnennia navkolyshnoho pryrodnoho seredovyshcha na terytorii Ukrainy za danymy sposterezhen hidrometeorologichnykh orhanizatsii u 2016 rotsi* [Review of the state of environmental pollution on the territory of Ukraine according to the observations of hydrometeorological organizations in 2016] (2017). Kyiv: CGO named after B. Sreznovskyi (in Ukr.)
2. *Ohliad stanu zabrudnennia navkolyshnoho pryrodnoho seredovyshcha na terytorii Ukrainy za danymy sposterezhen hidrometeorologichnykh orhanizatsii u 2017 rotsi* ч [Review of the state of environmental pollution on the territory of Ukraine according to the observations of hydrometeorological organizations in 2017] (2017). Kyiv: CGO named after B. Sreznovskyi (in Ukr.)
3. *Ohliad stanu zabrudnennia navkolyshnoho pryrodnoho seredovyshcha na terytorii Ukrainy za danymy sposterezhen hidrometeorologichnykh orhanizatsii u 2018 rotsi* [Review of the state of environmental pollution on the territory of Ukraine according to the observations of hydrometeorological organizations in 2018] (2019). Kyiv: CGO named after B. Sreznovskyi (in Ukr.)
4. *Ohliad stanu zabrudnennia navkolyshnoho pryrodnoho seredovyshcha na terytorii Ukrainy za danymy sposterezhen hidrometeorologichnykh orhanizatsii u 2019 rotsi* [Review of the state of environmental pollution on the territory of Ukraine according to the observations of hydrometeorological organizations in 2019] (2020). Kyiv: CGO named after B. Sreznovskyi (in Ukr.)
5. *Deiaki pytannia zdiisnennia derzhavnoho monitorynhu v haluzi okhorony atmosfernoho povitria* [Some issues of state monitoring in the field of air protection]. Available

- at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/827-2019-%D0%BF#Text> (Accessed: 2 December 2020) (in Ukr.)
6. *Pro avtomatyzovanu systemu ekolohichnoho monitorynhu atmosfernoho povitria u misti Brovary Kyivskoi oblasti* [On the automated system for environmental monitoring of air in Brovary, Kyiv region]. Available at: <https://ecology-ua.com/news/pro-avtomatyzovanu-systemu-ekologichnoho-monitorynhu-atmosfernogo-povitrya-u-misti-brovary> (Accessed: 27 May 2021) (in Ukr.)
7. *Informatsiino-analitychnyi ohliad stanu atmosfernoho povitria Dnipropetrovskoi oblasti* [Information and analytical review of the air of Dnipropetrovsk region]. Available at: <https://adm.dp.gov.ua/storage/app/uploads/public/5fae8b2a95fae8b2a9a9ee492080056.pdf> (Accessed: 27 May 2021) (in Ukr.)
8. *Kampaniia za chyste povitria v mistakh Skhidnoi Ukrainy* [Campaign for clean air in the cities of Eastern Ukraine]. Available at: <https://arnika.org/ru/novaia-tekhnologiia-monitoringa-vozdrukha-dlia-ukrainy> (Accessed: 27 May 2021) (in Ukr.)
9. *Kachestvo atmosfernoho vozdukhа i zdorov'e* [Air quality and health]. Available at: [https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health) (Accessed: 2 December 2020) (in Russ.)
10. *Stalyi rozvytok rehioniv Ukrainy* [Sustainable development of the regions of Ukraine]. Available at: http://nung.edu.ua/files/attachments/stalyy_rozvytok_rehioniv_ukrayiny.pdf (Accessed: 7 June 2020) (in Ukr.)
11. *Ekolohichniy pasport. Odeska oblast. 2019 rik* [Ecological passport. Odesa region. 2019] (2020). Odesa (in Ukr.)
12. Chugai, A.V. et al. (2006). *Zbirnyk metodychnykh vkazivok do praktychnykh robіt z dystsypliny «Monitorynh dovkillia»* [Collection of methodical instructions for practical works in the discipline "Environmental Monitoring"]. Odesa: OSENU (in Ukr.)
13. *Stan navkolyshnoho pryrodnoho seredovyshcha Odeskoho rehionu* [The state of the environment of the Odesa region]. Available at: <http://ecology.odessa.gov.ua/montorg/> (Accessed: 22 November 2019) (in Ukr.)
14. Iatsenko, Yu., Shevchenko, O. & Snizhko, S. (2017) *Klasyfikatsiia mist Ukrainy za rivnem zabrudnennia atmosfernoho povitria* [Classification of cities of Ukraine by the level of air pollution]. *Visnyk KNU im. Tarasa Shevchenka. Seriia: Heohrafiia* [Bulletin of KNU. Taras Shevchenko. Series: Geography], 3 (68) / 4 (69), pp. 25 – 30 (in Ukr.)

ANALYSIS OF AIR POLLUTION IN THE CITY OF ODESA USING AUTOMATED OBSERVATION DATA

A. V. Chugai, T. V. Lavrov, H. O. Borovska, O. I. Chernyakova

Odessa State Environmental University,
15, Lvivska St., 65016 Odesa, Ukraine, avchugai@ukr.net
<http://orcid.org/0000-0002-8091-8430>

The work presents the analysis of air pollution in the City of Odesa using, among others, the data of automated observations. The air basin state was also evaluated using individual parameters of sustainable development.

According to the official data of the recent years the City of Odesa belongs to the most polluted cities of Ukraine in terms of air pollution. Based on the ranking results it was established that the level of atmospheric pollution in the City of Odesa can be classified as high for the most of pollu-

tants. It is classified as acceptable for some substances (sulfur dioxide and nitrogen oxide) and as extremely high for formaldehyde concentration.

After comparing the observational data related to content of individual pollutants at the OSE-NU's observation point and the data of long-term observations in the city it was found that the content of nitrogen dioxide generally corresponds to the average long-term values. The observations conducted at the points of the city network indicated that the content of carbon monoxide is two orders of magnitude lower and the content of PM₁₀ is one order of magnitude lower than dust concentrations. The increased content of certain pollutants in the air (nitrogen dioxide, carbon monoxide, etc.) is observed in the summer-autumn period and caused by the traffic intensification.

The evaluation of the city's air basin state using individual parameters of the environmental measurement index showed that we observed better conditions in 2014 and 2016. The conditions for sustainable development are characterized by average indicators, however, towards worsening of the situation.

The results obtained in this paper form a basis for extending the implementation of the Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine on introducing a new procedure for state monitoring of the atmospheric air in Ukraine. The existing laboratory base of the observation points requires radical re-equipment. It is also necessary to conduct an air pollution survey for identification of high priority pollutants and, based thereon, development of monitoring programs with consideration of the necessity for keeping certain impurities under control.

Key words: automated observations, atmospheric air, pollution, sustainable development

АНАЛИЗ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА Г. ОДЕССА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

А. В. Чугай, Т. В. Лавров, Г. А. Боровская, О. И. Чернякова

*Одесский государственный экологический университет,
ул. Львовская, 15, 65016, Одесса, Украина, avchugai@ukr.net
<http://orcid.org/0000-0002-8091-8430>*

В работе проведен анализ загрязнения атмосферного воздуха г. Одеса с использованием данных автоматизированных наблюдений. Также выполнена оценка состояния воздушного бассейна с применением отдельных параметров устойчивого развития.

Сравнение данных наблюдений за содержанием отдельных поллютантов на пункте наблюдений ОГЭКУ с данными многолетних наблюдений по городу показал, что содержание диоксида азота в целом соответствует среднему многолетнему. Содержание оксида углерода на два порядка ниже по данным наблюдений на сети пунктов по городу, содержание PM₁₀ на порядок ниже концентраций пыли. Повышение содержания в атмосферном воздухе некоторых загрязняющих веществ (диоксид азота, оксида углерода и др.) отмечается в летне-осенний период, что является следствием интенсификации автотранспортного движения.

Оценка состояния воздушного бассейна города с применением отдельных параметров индекса экологического измерения показала, что более лучшие условия отмечались в 2014 и 2016 гг. Условия устойчивого развития характеризуются средними показателями, но в сторону ухудшения ситуации.

Полученные результаты являются основой для продолжения имплементации Постановления Кабинета Министров Украины по внедрению нового Порядка осуществления государственного мониторинга атмосферного воздуха в Украине. Существующая лабораторная база пунктов наблюдений нуждается в коренном переоборудовании. Также необходимо проведение обследования загрязнения атмосферного воздуха для выявления приоритетных загрязняющих веществ и, соответственно, разработки программ наблюдений с учетом необходимости контроля определенных примесей.

Ключевые слова: автоматизированные наблюдения, атмосферный воздух, загрязнение, устойчивое развитие.

*Подання до редакції : 29. 09. 2021
Надходження остаточної версії : 08. 10. 2021
Публікація статті : 26. 11. 2021*