

УДК 502/504

doi:10.20998/2413-4295.2018.09.34

ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ТЕРИТОРІЙ АВТОЗАПРАВНИХ СТАНЦІЙ, РОЗТАШОВАНИХ ПОБЛИЗУ АВТОМАГІСТРАЛЕЙ

I. О. РАБОШ^{*1}, О. В. КОФАНОВА², А. В. ПІДГОРНИЙ³

^{*1,2} кафедра інженерної екології, Національний технічний університет України, «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, УКРАЇНА

³ кафедра загальної та неорганічної хімії, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, УКРАЇНА

^{*1}email: 2519@i.ua

АННОТАЦІЯ Актуальність роботи визначається збільшенням техногенного навантаження на навколишнє середовище внаслідок зростання потоків автотранспортних засобів на автомагістралях міста, що призводить до забруднення міських територій, посилення рівня небезпеки здоров'ю населення й природним екосистемам. У роботі проаналізовано вплив автотранспортного комплексу на навколишнє природне середовище, досліджено хімічний склад снігового покриву територій автозаправних станцій, розташованих поблизу автомагістралей. Виявлено стійкий високий ступінь забруднення за рівнем кислотності (рН) та вмістом зважених часток (РМ). Проаналізовано добове навантаження досліджуваних територій за РМ, визначено вміст катіонів і аніонів у сніговому покриві та основні гідрохімічні показники відібраних зразків. Зроблено висновок щодо необхідності застосування комплексного екологічного аналізу ґрунтів та методів біоіндикації для подальших оцінок рівня забруднення територій.

Ключові слова: екологічна безпека; автотранспортний комплекс; рівень забруднення; хімічний моніторинг; сніговий покрив; навантаження зваженими частками.

ASSESSMENT OF ECOLOGICAL STATE OF FILLING STATIONS TERRITORIES LOCATED NEAR MOTORWAYS

I. RABOSH¹, O. KOFANOVA², A. PIDGORNYI³

^{*1,2} Environmental Engineering Department, National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, UKRAINE

³ Department of General and Inorganic Chemistry, National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, UKRAINE

ABSTRACT The ecological crisis is one of the most serious and dangerous problems of the contemporary world and society. Anthropogenic activity leads to the widespread pollution of the atmosphere, hydrosphere and lithosphere, which, in turn, leads to the serious consequences for humanity. The importance of the conducted study is determined by the increased technogenic load on the environment because of the growth of numbers of vehicles on the city highways, which leads to urban areas pollution and increased risks to public health and natural ecosystems. The purpose of the scientific research is to analyze the impact of the motor transport complex on the environment and determine the state of the snow cover of the filling stations territories located near highways in order to assess the pollution degree. The following research methods have been used for experiments: field observations, titration, gravimetric, photometric, pH-metric and statistical methods of analysis.

In the study chemical composition of the snow cover of the anthropogenically influenced territories was investigated; a stable and high degree of pollution was detected by the level of acidity (pH) and the content of particulate matter (PM). The daily load of the studied territories by PM was analyzed, the content of cations and anions in the snow cover and the basic hydrochemical parameters of selected samples were determined. The conclusion was made on the necessity of using a complex ecological analysis of soils and methods of bioindication for further assessment of the levels of territories pollution. The conducted research can be used for development of the measures for increasing the sustainability of the investigated territories.

Keywords: environmental safety; motor transport complex; pollution level; chemical monitoring; snow cover; load by particulate matter.

Вступ

Постійне зростання потоків автотранспортних засобів (АТЗ) на автомагістралях міста збільшує техногенне навантаження на навколишнє середовище і підвищує забруднення міських територій, небезпеку здоров'ю населення та природним екосистемам. Ця проблема найбільш суттєво проявляється у великих промислових регіонах, до яких відноситься й м. Київ. Ситуація погіршується збільшенням кількості приватних АТЗ, числа автозаправних станцій (АЗС),

автомійних комплексів, автостоянок, сервісів автообслуговування, розташованих усередині міських кварталів та житлових масивів. У зв'язку з цим у Стратегії національної екологічної політики України на період до 2020 р. [1] для забезпечення сталого, еколого-орієнтованого розвитку транспортного сектору прийнято низку завдань щодо підвищення екологічної безпеки країни. Основними з них є досягнення безпечного для здоров'я людини стану навколишнього середовища, впровадження екологічних видів транспорту, зменшення рівня

забруднення від автотранспортного комплексу (АТК) та оптимізація дорожнього руху на територіях великих міст. Таким чином, дослідження рівня забруднення антропогенно-порушених АТК територій міста є необхідним і важливим завданням.

Актуальність проблеми

Наймасовішим видом обслуговування автомобільного транспорту є АЗС загального користування. Комплексну оцінку їх впливу на навколишнє середовище доволі важко здійснити. Проте саме з цими об'єктами пов'язане надходження шкідливих речовин (ШР) у повітря, ґрунт та підземні води, а також небезпека для працівників АЗС і жителів прилеглих територій [2]. Теперішня мережа АЗС в Україні складає майже 9000 станцій. Найбільш потужною є мережа АЗС «Укрнафта» – близько 1600 станцій, в яку входять бренди ANP, Авиас, Сентоза, Мавекс та інші [3]. Тільки у Києві налічується понад 400 АЗС, кожна з яких є джерелом викидів шкідливих речовин (рис. 1) [4].

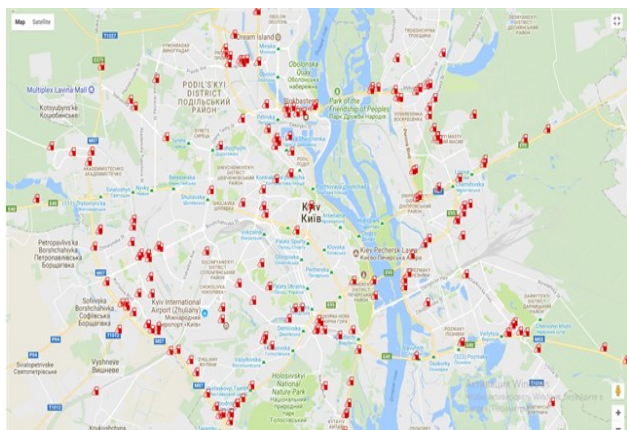


Рис. 1 – Карта розміщення АЗС у м. Києві

Зокрема, екологічну небезпеку становлять викиди летучих фракцій від автозаправних колонок і паливних резервуарів (сірководень, бензол, ксилол, толуол та етилбензол) [5]. Не менш важливою є проблема утворення забруднених зливових стоків на території АЗС і автотранспортних комплексів. Основними ШР, що викидаються при русі автотранспортних засобів є діоксид азоту, оксид вуглецю, діоксид сірки, а також бенз(а)пірен, сполуки важких металів, (особливо небезпечними є їх розчинні форми), органічні продукти неповного згоряння компонентів палива тощо. Через взаємодію дороги і коліс АТЗ на придорожній території потрапляють великі кількості твердих часток (РМ). Стирання колодок, дисків зчеплення, зносу гуми та поверхні доріг супроводжується виділенням дрібних частинок гуми і металів, а також крупинок асфальту. Зважені частки залишаються у повітрі та осідають на прилеглі до автомагістралей території [6–10]. Отже, дослідження екологічного стану територій, прилеглих до об'єктів АТК і придорожньої зони автомагістралей, є вкрай важливим завданням.

Постановка проблеми і аналіз попередніх досліджень

Значний внесок у теорію та практику наукових досліджень щодо оцінки впливу АТК на стан навколишнього середовища внесли такі вчені, як М. Д. Гольдфейн, і Н. В. Кожевников [11], М. А. Васильєва та С. Н. Дубцов [12], Л. М. Черняк [13], О. Є. Кофанов, Ю. Р. Холковський [14] та інші науковці. Авторами розроблено різні підходи до оцінки екологічного стану придорожніх територій автомагістралей, у тому числі й територій АЗС. Встановлено, що концентрація ШР на прилеглих до АТК територіях згубно позначається на стані всіх учасників дорожнього руху і, у першу чергу, на здоров'ї населення, яке проживає поблизу проїжджої частини. Ще більше ускладнює ситуацію те, що речовини, які виділяються з відпрацьованими газами (ВГ) АТЗ, в основному поширюються на рівні дихання людини, а через щільну забудову житлових районів провітрювання цієї зони сильно ускладнено.

У результаті проведених досліджень відзначається тісна залежність багатьох захворювань від вмісту в атмосферному повітрі дорожнього пилу [15]. За оцінками фахівців, для автодороги категорії II, де інтенсивність транспортного потоку більше 2000 авт./год, обсяги утворення мінерального пилу становлять 9–14 кг/(год·км) [16]. Отже, ефективним напрямком оцінки стану забруднення є моніторинг снігового покриву антропогенно навантажених територій, оскільки геохімічні аномалії у снігу відображають еколого-геохімічний стан атмосфери, контури антропогенного забруднення та дають змогу робити прогнози щодо динаміки процесу.

Мета роботи та методи досліджень

Метою роботи є визначення стану снігового покриву територій АЗС, розташованих поблизу автомагістралей, для оцінки ступеня їх забруднення. Для реалізації поставленої мети поставлено такі завдання:

- визначити кислотність досліджуваних проб снігу;
- виконати якісні реакції для виявлення наявності певних видів іонів у сніговому покриві;
- визначити масу сухого залишку та розрахувати навантаження РМ досліджуваних територій;
- визначити гідрохімічні показники проб снігу (колірність, каламутність тощо).

При проведенні експериментів використовувались такі методи досліджень, як польові спостереження, титриметричний, гравіметричний, потенціометричний та фотометричний аналізи.

Викладення основного матеріалу

Проби снігу відбирались навколо АЗС Amic Energy (просп. Перемоги, 38, м. Київ) та з обох сторін автомагістралі. Пробовідбір проводили згідно ГОСТ 17.1.5.05-85 протягом 2-х діб на початку періоду

сніготанення (наприкінці січня). Кількість проб відповідала відтворенню статистичної достовірності досліджень у відповідності з [17]. Танення зразків снігу здійснювалося при температурі $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$.

Перші 3 зразки відбиралися у трьох напрямках від АЗС: північному, східному та західному. Ще по 3 проби відібрано з південної та північної сторони автомагістралі. На рис. 2 наведена карта ділянки з розташуванням місць відбору проб.



Рис. 2 – Карта експериментальної ділянки з точками відбору проб

Паралельно для отримання даних щодо інтенсивності руху транспортного потоку (ТП) на досліджуваній ділянці автомагістралі за допомогою відеозйомки проведено натурні обстеження. Підраховано, що в години пік (17 00–18 00) кількість АТЗ дорівнює 9120 авт./год. в обох напрямках руху.

Для визначення рівня кислотності досліджуваних проб використовували серію універсальних індикаторів. Значення рН вимірювали відразу ж після відбору проб. Результати досліджень наведено на рис. 3. Відомо, що на величину рН впливають гідроксиди, кислоти, а також схильні до гідролізу карбонати і гідрогенкарбонати, гумінові речовини тощо [17]. Як наслідок, у пробах води відбуваються хімічні та біологічні перетворення, а також втрачаються вуглекислоти.

Визначення у пробах снігу вмісту певних видів іонів проводили за якісними реакціями [18]. Зокрема, для виявлення вмісту катіонів важких металів (Pb^{2+} , Cu^{2+} , Hg^{2+} , Zn^{2+} , Cd^{2+}) проводили реакції з розчином натрій сульфідів та спостерігали за утворенням осадів. При цьому позитивною була лише реакція на катіони цинку: $\text{Zn}^{2+} + \text{S}^{2-} \rightarrow \text{ZnS} \downarrow$. Утворення інших осадів, зокрема, чорного кольору сульфідів Плюмбуму, Купрум та Меркурію та жовтого осадку сульфідів Кадмію не спостерігалось. Спроба визначити катіони Fe^{3+} за реагентом калій роданіду також не дала позитивного результату.

Вміст катіонів Ca^{2+} та Mg^{2+} був виявлений у досліджуваних зразках при додаванні оксалату $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$: спостерігалось утворення білого осадку $\text{CaC}_2\text{O}_4 \downarrow$, нерозчинного в ацетатній кислоті CH_3COOH :

$\text{Ca}^{2+} + \text{C}_2\text{O}_4^{2-} \rightarrow \text{CaC}_2\text{O}_4 \downarrow$. При додаванні K_2CO_3 до розчину при нагріванні спостерігали утворення білого осадку $\text{MgCO}_3 \downarrow$, $(\text{MgOH})_2\text{CO}_3 \downarrow$ за реакцією:
 $3\text{Mg}^{2+} + 5\text{CO}_3^{2-} + 4\text{H}_2\text{O} \leftrightarrow (\text{MgOH})_2\text{CO}_3 \downarrow + \text{Mg}(\text{OH})_2 + 4\text{HCO}_3^-$.

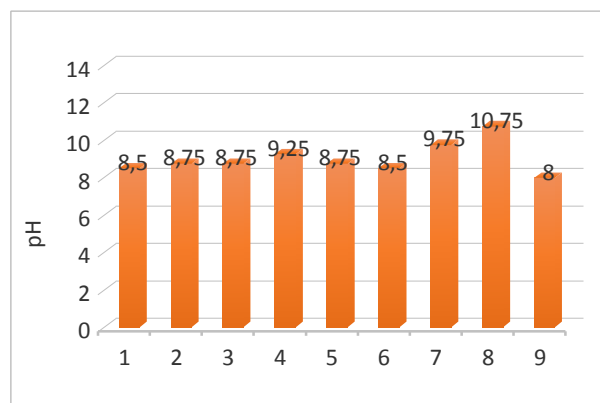


Рис. 3 – Величини рН досліджуваних проб снігу

Якісна реакція виявлення хлорид-іонів була проведена з використанням реагенту аргентум нітрату AgNO_3 у присутності нітратної кислоти. За реакцією осадження хлоридів: $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl} \downarrow$ спостерігалось утворення білого осадку аргентум хлориду. При визначенні аніонів SO_4^{2-} була застосована реакція осадження їх розчином барій хлориду в кислому середовищі: $\text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} \rightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow$, спостерігалось утворення білого дрібнокристалічного осадку.

Виявлення катіонів NH_4^+ не показало позитивного результату, оскільки нагрівання проб з розчином NaOH не супроводжувалось виділенням NH_3 (спостерігалось нейтральне середовище пари над розчином за універсальним індикаторним папером та відсутність специфічного різкого запаху).

Отже, якісний аналіз показав, що у всіх 9 досліджуваних пробах виявлено катіони Кальцію та Магнію, а також у незначній кількості катіони Цинку (в пробах 1–5, 7 та 8 – не більше 0,01 мг/л). Вміст в сніговому покриві Цинку може бути наслідком стирання гальмівних колодок та зношення автопокришок. У всіх зразках не виявлено катіони важких металів (не детектуються у межах чутливості методу – 0,002 мг/л) [14]. Це є дуже позитивним, оскільки важкі метали в умовах танення снігу не трансформуються, а лише перерозподіляються у компоненти екосистеми – ґрунти та завислі речовини [19]. У всіх пробах снігу виявлені аніони сульфату, хлориду (в найбільшій кількості), гідроксиди та гідросульфати.

Визначення маси сухого залишку (пил, сажа, нерозчинні солі) виконували гравіметричним методом. З кожної проби відбирали по 100 мл розчину та випарювали впродовж 2 год у сушильній шафі. Після чого розчини переносилися в тиглі (маса сухого тигля була попередньо визначена) для подальшого висушування у шафі до постійної маси. За масою сухого залишку розраховували

навантаження мінеральними домішками за формулами [18]:

$$P_s = m / S, \quad (1)$$

де m – маса зважених часток, кг;
 S – проективна площа осадження снігом, км^2 .

$$P_s = m / S \cdot t, \quad (2)$$

t – час експозиції з початку снігоставу до відбору проби, діб.

Результати вимірювань та розрахунків навантаження снігового покриву зваженими частками на експериментальній ділянці наведено у табл. 1.

Таблиця 1 – Маса зважених часток та навантаження снігового покриву досліджуваних територій

| № проби | Маса РМ, г | Навантаження РМ, $\text{кг}/\text{км}^2$ | Навантаження РМ, $\text{кг}/(\text{км}^2 \cdot \text{доба})$ |
|---------|------------|--|--|
| 1 | 0,0982 | 98,00 | 8,17 |
| 2 | 0,0731 | 73,00 | 6,08 |
| 3 | 0,0333 | 33,00 | 2,75 |
| 4 | 0,0753 | 75,00 | 6,25 |
| 5 | 0,0450 | 45,00 | 3,75 |
| 6 | 0,0156 | 16,00 | 1,33 |
| 7 | 0,1022 | 102,00 | 8,50 |
| 8 | 0,1296 | 129,00 | 10,75 |
| 9 | 0,0190 | 19,00 | 1,58 |

Молярну концентрацію еквівалентів солей Кальцію і Магнію (Т) у пробах 1, 4, 8, що характеризують різні ступені забруднення, визначали титриметричним методом [20]. Розрахунок проводили за формулою:

$$T = (c_B \times V_B / V_B) * 1000, \quad (3)$$

де c_B – молярна концентрація еквіваленту Трилону Б у розчині (0,02 моль/л); V_B – середнє значення об'єму розчину Трилону Б, мл; V_B – об'єм води, взятий для титрування, мл.

Результати визначення наведені в табл. 2.

Таблиця 2 – Результати визначення молярної концентрації еквівалентів солей Кальцію і Магнію у досліджуваних пробах

| № проби | Молярна концентрація еквівалентів солей Кальцію і Магнію, $\text{ммоль}/\text{л-екв}$ | ГДК _{с.д.} |
|---------|---|-------------------------------------|
| 1 | 0,040 | 7-10 $\text{ммоль}/\text{л-екв}$ |
| 4 | 0,060 | |
| 8 | 0,030 | |

Молярна концентрація еквівалентів солей Кальцію і Магнію (табл. 2) у пробах варіює від 0,030 до 0,060 $\text{ммоль}/\text{л-екв}$, не перевищуючи допустимі норми. Небезпеку становлять найменші надлишки розчинних солей Кальцію і Магнію (понад 0,2 % від маси сухого

залишку), що створюють підвищену концентрацію іонів у сніговому покриві. Наслідком є зниження родючості ґрунту, погіршення його екологічного стану та загроза рослинним екосистемам.

Кольоровість досліджуваних проб визначали фотометричним методом, який передбачає порівняння випробовуваних зразків з розчинами, що імітують природну кольоровість. Для побудови калібрувального графіка використовували шкалу кольоровості. Визначення каламутності проводили не пізніше ніж через 24 годин після відбору проби, порівнюючи випробувані проби зі стандартними суспензіями каоліну і формазину [21]. Результати досліджень наведено в табл.3.

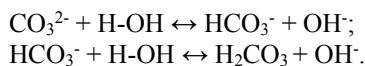
Таблиця 3 – Результати визначення кольоровості та каламутності досліджуваних проб снігу

| № проби | Основні гідрохімічні показники | |
|---------|--------------------------------|--------------|
| | Кольоровість | Каламутність |
| 1 | 23,5 | 9,0 |
| 2 | 25,0 | 8,5 |
| 3 | 23,0 | 10,0 |
| 4 | 32,0 | 9,0 |
| 5 | 21,0 | 8,0 |
| 6 | 15,0 | 2,0 |
| 7 | 33,0 | 9,0 |
| 8 | 34,0 | 10,5 |
| 9 | 12,0 | 0,75 |

Кольоровість проб снігу варіює від 12,0 до 32,0 град. при середньому значенні 24 град., а каламутність змінюється від 0,75 до 10,5 при середньому значенні 7,42. Каламутність води зумовлена наявністю в ній тонкодисперсних нерозчинних і колоїдних домішок неорганічного та органічного походження. Підвищені значення кольоровості та каламутності досліджуваних зразків свідчать про високий вміст зважених часток неоднорідного характеру у сніговому покриві [22].

Обговорення результатів

З рис. 3 видно, що досліджувані проби снігу мають лужну реакцію середовища (рН змінюється від 8,0 до 10,75) при оптимальному діапазоні кислотності середовища для поверхневих вод 5,0–7,5 одиниць рН. Величини рН, близькі до нейтрального середовища, встановлені на ділянках, що найбільш віддалені від місць інтенсивного руху АТЗ. Отримані значення свідчать про наявність на цих територіях незначних кількостей схильних до гідролізу гідрокарбонатів Кальцію і Магнію. З наближенням до автотранспортної магістралі спостерігається підвищення лужності середовища, що вказує на наявність більшої кількості солей слабких кислот, гідроліз аніонів яких спричиняє збільшення концентрації гідроксид-іонів, наприклад:



У пробах, що відбиралися безпосередньо біля проїжджої частини автомагістралі та неподалік від перехрестя, спостерігаються максимальні значення рН середовища. На нашу думку джерелом забруднення снігу в цьому випадку є піщано-сольові суміші, що застосовуються як протижелезні засоби в зимовий період. Відповідно в цих пробах було визначено катіони Na^+ , концентрації яких співставні з концентраціями іонів Cl^- (значно перевищують кількості Mg^{2+} та Ca^{2+}). Як наслідок, більш рухливі катіони Натрію створюють більшою мірою сольове забруднення ґрунтів після танення снігу, ніж солі Кальцію і Магнію.

Таким чином, на певних експериментальних ділянках виявлено стійкий високий рівень забруднення снігового покриву, котрий може сильно вплинути на реакцію середовища ґрунту на весні.

Наявність у сніговому покриві досліджуваних територій РМ також, на нашу думку, обумовлено застосуванням протижелезних засобів та деякою мірою механічним виносом компонентів дорожнього покриття і твердих частинок (сажа, каучук тощо) зі складу автопокришок. Унаслідок надходження великої кількості пилу від автотранспортного потоку в навколишнє середовище також відбувається збільшення рівня рН середовища прилеглих територій, підвищення вмісту Кальцію, Магнію, гідрогенкарбонат-іонів тощо. При цьому утворюється карбонатний геохімічний бар'єр, на якому здатні осідати важкі метали. За отриманими результатами, при визначеній інтенсивності транспортного потоку обсяги пилового навантаження безпосередньо біля проїжджої частини становлять 6–11 $\text{кг}/(\text{км}^2 \cdot \text{доба})$. Отримані значення зменшуються з віддаленістю від автомагістралі та вузлів автотранспортних потоків. Однак кількість РМ навіть у зразку, практично позбавленому техногенного навантаження, перевищує рівень ГДК_{с.д.} (0,75 $\text{мг}/\text{л}$) [22] приблизно у 20 разів.

Висновки

Таким чином, у роботі за результатами хімічного моніторингу досліджуваних територій встановлено, що основними причинами забруднення снігового покриву територій АЗС, розташованих поблизу автомагістралей, є застосування піщано-сольових сумішей у якості протижелезних засобів в зимовий період, котрі спричиняють сольове забруднення ґрунтів на весні. Стійкий високий рівень забруднення антропогенно порушених територій визначено і за показником рН середовища, і за вмістом зважених часток. Для уточнення фактичного екологічного стану антропогенно-порушених територій у подальшому планується використовувати методи біоіндикації і фізико-хімічного аналізу ґрунтів і ґрунтових витяжок. Оскільки у період сніготанення ШР, що знаходяться в снігу, мігрують у ґрунти,

поверхневі води, донні відклади тощо, вони можуть у подальшому спричинити різноманітні біологічні, фізіологічні, анатомічні та інші відхилення у розвитку екосистем. Комплексний аналіз дозволить при порівняно невисоких витратах отримати максимум інформації про джерела викидів та рівні забруднення територій, що зазнають значного впливу АТК.

Список літератури

1. Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року [Електронний ресурс]: Закон України від 21 грудня 2010 року N 2818-VI. URL: rada.gov.ua (дата звернення: 22.02.18).
2. Соколова, Е. В. Оценка факторов воздействия выбросов АЗС на воздушную среду их рабочей зоны и прилегающей территории / Е. В. Соколова // *Строительство и архитектура*. – 2011. – № 25 (44). – С. 392–397.
3. Кількість АЗС в Україні станом на 2017 р. [Електронний ресурс]: Державна фіскальна служба України. URL: <https://delo.ua/business/v-2017-godu-na-10-vyroslo-kolichestvo-azs-v-ukraine338904/> (дата звернення: 22.02.18).
4. Статистика АЗС в м. Києві [Електронний ресурс]: Державна фіскальна служба України. URL: <http://vsesto.com.ua/kyiv/azs/> (дата звернення: 22.02.18).
5. Івасенко, В. М. Оцінка впливу автозаправних станцій на навколишнє середовище / В. М. Івасенко, Т. О. Винниченко // *Механіко-технологічні системи та комплекси*. – 2017. – № 16 (1238). – С. 123–131.
6. Влияние автомобильного транспорта на качество жизни горожан, проживающих на разной удаленности от автомобильных дорог / А. А. Деметьев А. А. Ляпкало, О. Е. Коновалов, А. М. Цурган // *Российский медико-биологический вестник им. Академика И. П. Павлова*. – 2016. – №3. – С. 67–73.
7. Fine particulate air pollution and daily mortality: A nationwide analysis in 272 Chinese cities / R. Chen, P. Yin, X. Meng, C. Liu et al. // *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. – 2017. – № 196 (1). – P. 73–81.
8. Hourly elemental concentrations in PM_{2.5} aerosols sampled simultaneously at urban background and road site during SAPUSS – diurnal variations and PMF receptor modelling / M. Dall'Osto, X. Querol, F. Amato, A. Karanasiou et al. // *Atmospheric Chemistry and Physics*. – 2013. – № 13 (8). – P. 4375–4392. – doi: 10.5194/acp-13-4375-2013.
9. Relationship between particulate air pollution and meteorological variables in Utah's Salt Lake Valley / C. D. Whiteman, S. W. Hoch, J. D. Horel, A. Charland // *Atmospheric Environment*. – 2014. – № 94. – P. 742–753.
10. Chemical speciation of PM_{2.5} and PM₁₀ in South Phoenix, AZ / N. Upadhyay, A. Clements, M. Fraser, P. Herckes // *Journal of the Air and Waste Management Association*. – 2013. – № 61 (3). – doi:10.3155/1047-3289.61.3.302.
11. Гольдфейн, М. Д. Расчетный мониторинг распространения выбросов автомобильного транспорта в крупном промышленном городе [Електронний ресурс] / М. Д. Гольдфейн, Н. В. Кожевников, Н. И. Кожевникова // *Успехи современного естествознания*. – 2006. – № 4. – С. 35–36. URL: www.rae.ru/use/?section=content&op=show_article&article_id=4168 (дата звернення: 23.01.18).
12. Оценка уровня концентрации аэрозольных частиц у автомобильной дороги и ЛЭП в сравнении с фоновыми

- показателями субмикронных частиц естественной атмосферы / **М. А. Васильева, С. Н. Дубцов, Н. В. Жохова, А. А. Палей и др.** // *Труды главной геофизической обсерватории им. А. И. Воейкова*. – 2016. – № 580. – С. 99–109.
- Черняк, Л. М.** Сучасні методи зменшення негативного впливу автозаправних станцій на навколишнє середовище / **Л. М. Черняк, М. М. Радомська** // *Науковий технології*. – 2012. № 3. – С. 44–47.
 - Кофанов, А. Е.** Геоэкологические аспекты моделирования локального загрязнения приземного атмосферного воздуха отработавшими газами автотранспортных средств / **А. Е. Кофанов, Ю. Р. Холковский** // *Горная механика и машиностроение*. – 2017. – № 4. – С. 20–33.
 - Ritchie, G. D.** A review of the neurotoxicity risk of selected hydrocarbon fuels / **G. D. Ritchie, K. R. Still** // *Toxicology and Environmental Health*. – 2001. – №4. – P. 223–312.
 - Robinson, H. K.** Soil as a reservoir for road salt retention leading to its gradual release to groundwater / **H. K. Robinson, E. A. Hasenmueller, L. G. Chambers** // *Applied Geochemistry*. – 2017. – v: 83. – SI. – P. 72–85. – doi: 10.1016/j.apgeochem.2017.01.018.
 - ГОСТ 17.1.5.05–85. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков.
 - Руководство по методам полевых и лабораторных исследований снежного покрова для изучения закономерностей длительного загрязнения местности в зоне действия антропогенных источников / **В. В. Ковкин, О. В. Шуваева, С. В. Морозов, В. Ф. Ранута**. – Новосибирск: Новосиб. гос. ун-т, 2012. – 74 с.
 - Исследования содержания тяжелых металлов в снеговом покрове г. Архангельска и оценка их влияния на здоровье населения / **Н. Б. Чагина, Е. А. Айвазова, Н. Л. Иванченко, Е. А. Варакин, Н. А. Соболев** // *Естествен. науки*. – 2016. – № 4. – С. 57–68. – doi: 10.17238/issn2227-6572.2016.4.57.
 - Андрійко, О. О.** Хімія: Метод. вказівки до викон. лаборатор. практикуму для студ. техн. спец. бакалавр. циклу підготовки ден. форми навчання / **О. О. Андрійко, А. В. Підгорний, Н. А. Гуц.** – К.: НТУУ «КПІ», 2006. – 64 с.
 - Максимычев, А. В.** Физические методы исследования: учебно-методическое пособие / **А. В. Максимычев**. – М.: МФТИ, 2006. – 124 с.
 - Марин, Л. М.** Мониторинг загрязнения снежного покрова пылеаэрозолями в г. Тюмень / **Л. М. Марин, Т. В. Гарманова, Н. С. Ларин** // *Вестник тюменского гос. ун-та*. – 2012. – № 7. – С. 4.
 - Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения: СанПиН 463088.
 - Kilkist AZS v Ukraini stanom na 2017 rik [The State Fiscal Service of Ukraine]. Available at: <https://delo.ua/business/v-2017-godu-na-10-vyroslo-koli-chestvo-azs-v-ukraine338904> (accessed 22 February 2018).
 - Statystyka AZS v m. Kyievi [The State Fiscal Service of Ukraine]. Available at: <http://vse-sto.com.ua/kyiv/azs/> (accessed 22 February 2018).
 - Ivasenko, V. M., Vynnychenko, T. O.** Otsinka vplyvu avtozapravnykh stantsii na navkolyshnie seredovyshe [Assessment of the impact of gas stations on the environment]. *Mekhaniko-tekhnologichni systemy ta kompleksy* [Mechanic-technological systems and complexes], 2017, **16**(1238), 123–131.
 - Dement'ev, A. A., Lyapkalo, A. A., Kononov, O. E., Tsurgan, A. M.** Vliyaniye avtomobilnogo transporta na kachestvo zhizni gorozhan, prozhivayushchikh na raznoy udalennosti ot avtomobilnykh dorog [Influence of motor transport on the life quality of citizens living at different]. *Rossiyskiy mediko-biologicheskii vestnik im. Akademika I.P. Pavlova* [Russian Medical and Biological Herald. Academician IP Pavlov], 2016, **3**, 67-73.
 - Chen, R., Yin, P., Meng, X., Liu, C., Wang, L., Xu, X., Ross, J.A., Zhou, M.** Fine particulate air pollution and daily mortality: A nationwide analysis in 272 Chinese cities. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 2017, **196** (1), 73-81.
 - Dall'Osto, M., Querol, X., Amato, F., Karanasiou, A., Lucarelli, F., Nava, S., Calzolari, G., Chiari, M.** Hourly elemental concentrations in PM2.5 aerosols sampled simultaneously at urban background and road site during SAPUSS -diurnal variations and PMF receptor modelling. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 2013, **13** (8), 4375-4392, doi: 10.5194/acp-13-4375-2013.
 - Whiteman, C. D., Hoch, S. W., Horel, J. D., Charland, A.** Relationship between particulate air pollution and meteorological variables in Utah's Salt Lake Valley *Atmospheric Environment*, 2014, **94**, 742-753.
 - Upadhyay, N., Clements, A., Fraser, M., Herckes, P.** Chemical speciation of PM2.5 and PM10 in South Phoenix, *AZ Journal of the Air and Waste Management Association*, 2013, **61** (3), doi: 10.3155/1047-3289.61.3.302.
 - Gol'dfein, M. D., Kozhevnikov, N. V., Kozhevnikova, N. I., Fetisova, N. A.** Raschetnyi monitoring rasprostraneniya vybrosov avtomobil'nogo transporta v krupnom promyshlennom gorode [Estimate monitoring the spread of road transport emissions in large industrial cities]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya* [Successes of modern science], 2006, **4**, 35–36.
 - Vasilyeva, M. A., Dubtsov, S. N., Zhokhova, N. V., Paley, A. A., Pisanko, Yu. V., Tolpygin, L. I.** Otsenka urovnya kontsentratsii aerolnykh chastits v avtomobilnoy dorogi i LEP v sravnenii s fonovymi pokazatelyami submikronnykh chastits yestestvennoy atmosfery [Assessing the level of concentration of particulate matter from road and power lines in comparison with background rates of submicron particles of natural atmosphere]. *Tруды главной геофизической обсерватории им. А. И. Воейкова* [Proceedings of the main geophysical observatory Voeikov], 2016, **580**, 99–109.
 - Cherniak, L. M., Radomska, M. M.** Suchasni metody zmenshennia nehatyvnoho vplyvu avtozapravnykh stantsii na navkolyshnie seredovyshe [Modern methods of reducing the negative impact of gas stations on the environment]. *Naukoiemni tekhnologii* [Knowledge-based technologies], 2012, **3**, 44-47.
 - Kofanov, O., Kholkovskiy, Yu.** Geoekologicheskie Aspekty Modelirovaniya Lokal'nogo Zagryazneniya Prizemnogo Atmosfernogo Vozdukha Otrabotavshimi Gazami

Bibliography (transliterated)

- Zakon Ukrainy «Pro Osnovni zasady (strategiiu) derzhavnoi ekolohichnoi polityky Ukrainy na period do 2020 roku» vid 21 hrudnia 2010 roku № 2818-VI [Law of Ukraine on Basic principles (strategy) of the State Environmental Policy of Ukraine till 2020]. Available at: rada.gov.ua (accessed 22 February 2018).
- Sokolova, E. V.** Ocenka faktorov vozdeystviya vybrosov AZS na vozdushnuju sredu ih rabochej zony i prilegajushhej territorii [Estimation of the factors of the impact of emissions of filling stations on the air environment of their work area and the adjacent territory]. *Stroitel'stvo i arhitektura* [Construction and architecture], 2011, **25**(44), 392–397.

- Avtotransportnykh Sredstv [Geocological Aspects Of Modeling Of Local Pollution Of Surface Atmospheric Air By Exhaust Gases Of Motor Vehicles]. *Gornaya Mekhanika I Mashinostroenie [Mining Mechanical Engineering And Machine-Building]*, 2017, 4, 20–33.
15. **Ritchie, G. D., Still, K. R.** A review of the neurotoxicity risk of selected hydrocarbon fuels / *Toxicology and Environmental Health*, 2001, 4, 223-312.
 16. **Robinson, H. K., Hasenmueller, E. A., Chambers, L. G.** Soil as a reservoir for road salt retention leading to its gradual release to groundwater. *Applied Geochemistry*, 2017, 83, SI, 72–85, doi: 10.1016/j.apgeochem.2017.01.018.
 17. HOST 17.1.5.05–85. Obschye trebovaniya k otboru prob poverkhnostnykh y morskyykh vod, lda y atmosferykh osadkov.
 18. **Kovkyn, V. V., Shuvaeva, O. V., Morozov, S. V., Ranuta, V. F.** Rukovodstvo po metodam polevikh y laboratornykh yssledovaniy snezhnogo pokrova dlia yzucheniya zakonornosti dlytelnoho zahriazneniya mestnosti v zone deistviya antropohennykh ystochnykov [Manual on methods of field and laboratory studies of snow cover to study the patterns of long-term pollution in the area of anthropogenic sources]. Novosybyrsk: Novosyb. hos. un-t, 2012, 74 p.
 19. **Chahyna, N. B., Aivazova, E. A., Yvanchenko, N. L., Varakyn, E. A., Sobolev, N. A.** Yssledovaniya soderzhaniya tiazhelikh metallov v snehovom pokrove h. Arkhangel'ska y otsenka ykh vliyaniya na zdorove naseleniya [Studies of the content of heavy metals in the snow cover in Arkhangel'sk and an assessment of their impact on public health] *Estestv. nauky [Natural Sciences]*, 2016, 4, 57–68, doi: 10.17238/issn2227-6572.2016.4.57.
 20. **Andriiko, O. O., Pidhornyi, A. V., Huts N. A.** Khimii: Metod. vkazivky do vykon. laborator. praktykumu dlia stud. tekhn. spets. bakalavr. tsyklu pidhotovky den. formy navchanniya [Methodical instructions for the implementation of the laboratory workshop]. – K.: NTUU «KPI», 2006, 64 p.
 21. **Maksymychev, A. V.** Fyzycheskye metody yssledovaniya: uchebno-metodycheskoe posobyе [Physical methods of study: a teaching aid]. M.: MFTY, 2006, 124 p.
 22. **Maryn, L. M., Harmanova, T. V., Laryn, N. S.** Monytorynh zahriazneniya snezhnogo pokrova pileaerozoliamy v h. Tiumen [Monitoring of snow cover contamination with dust aerosols in Tyumen]. *Vestnyk tiumenskoho hos. un-ta*, 2012, 4.
 23. Sanytarnie pravyla y normi okhrani poverkhnostnykh vod ot zahriazneniya: SanPyN 463088.

Відомості про авторів (About authors)

Рабощ Ірина Олександрівна – аспірант кафедри інженерної екології; Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна; e-mail: 2519@i.ua.

Iryna Rabosh – Ph. D. student, Environmental Engineering Department, National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine; e-mail: 2519@i.ua.

Кофанова Олена Вікторівна – д. пед. н., к. х. н., професор кафедри інженерної екології, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна; e-mail: alexina555@gmail.com.

Olena Kofanova – Doctor of Pedagogical Sciences, Ph. D. in Chemistry, Professor of Environmental Engineering Department, National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine; e-mail: alexina555@gmail.com.

Підгорний Андрій Вадимович – к. х. н., доцент кафедри загальної та неорганічної хімії, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна; e-mail: A.V.Podgornij@gmail.com.

Andryi Pidgorny – Ph. D. in Chemistry, Docent of the Department of General and Inorganic Chemistry, National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine; e-mail: A.V.Podgornij@gmail.com.

Будь ласка, посилайтеся на цю статтю наступним чином:

Рабощ, І. О. Оцінка екологічного стану територій автозаправних станцій, розташованих поблизу автомагістралей / **І. О. Рабощ, О. В. Кофанова, А. В. Підгорний** // *Вісник НТУ «ХПІ», Серія: Нові рішення в сучасних технологіях.* – Харків: НТУ «ХПІ». – 2018. – № 9 (1285). – С. 236-242. – doi:10.20998/2413-4295.2018.09.34.

Please cite this article as:

Rabosh, I., Kofanova, O., Pidgorny, A. Assessment of ecological state of filling stations territories located near motorways. *Bulletin of NTU "KhPI". Series: New solutions in modern technologies.* – Kharkiv: NTU "KhPI", 2018, 9 (1285), 236-242, doi:10.20998/2413-4295.2018.09.34.

Пожалуйста, ссылайтесь на эту статью следующим образом:

Рабощ, И. А. Оценка экологического состояния территорий автозаправочных станций, расположенных вблизи автомагистралей / **И. А. Рабощ, Е. В. Кофанова, А. В. Подгорный** // *Вестник НТУ «ХПИ», Серія: Новые решения в современных технологиях.* – Харьков: НТУ «ХПИ». – 2018. – № 9 (1285). – С. 236-242. – doi:10.20998/2413-4295.2018.09.34.

АННОТАЦИЯ Проведен анализ влияния автотранспортного комплекса на окружающую среду и здоровье человека. Исследован химический состав снежного покрова территорий автозаправочных станций, расположенных вблизи автомагистралей. Определены уровень кислотности (pH) исследуемых проб талой воды, масса сухого остатка и основные гидрохимические показатели образцов. Выявлен устойчивый высокий уровень загрязнения по показателю pH и содержанию взвешенных частиц. Установлены значения нагрузки взвешенными частицами исследуемых территорий в сутки и определено содержание основных катионов и анионов в снежном покрове. Сделан вывод о необходимости применения комплексного экологического анализа почв и методов биоиндикации для дальнейших исследований. Ключевые слова: экологическая безопасность; автотранспортный комплекс; уровень загрязнения; химический мониторинг; снежный покров; нагрузки взвешенными частицами.

Надійшла (received) 01.03.2018