

ГРУНТОЗНАВСТВО ТА ГЕОГРАФІЯ ҐРУНТІВ

УДК 631.4:504.5:[625.748.54]

DOI: 10.18524/2303–9914.2023.1(42).282237

В. І. Тригуб, канд. геогр. наук

С. В. Домусчи, аспірантка

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

кафедра географії України, ґрунтознавства і земельного кадастру

вул. Дворянська, 2, Одеса, 65082, Україна

v.trigub07@gmail.com

ЕКОТОКСИКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ВПЛИВУ АВТОЗАПРАВНИХ СТАНЦІЙ НА ЗАБРУДНЕННЯ МІСЬКИХ ҐРУНТІВ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ

В статті розглянуто вплив АЗС на забруднення ґрунтів м. Одеси важкими металами. Проведена оцінка екологічного стану ґрунтового покриву міста за коефіцієнтами концентрації та сумарним показником забруднення. Виявлено, що ґрунти в межах впливу досліджуваних автозаправних станцій мають значно вищий рівень накопичення ВМ у порівнянні з їх фоновим вмістом. Встановлено, що за коефіцієнтом концентрації найбільш забрудненими є ґрунти за вмістом цинку, міді, і свинцю, що складає від 100% до 50% досліджуваної території. 55% досліджуваної території за показником сумарного забруднення ґрунтів важкими металами має небезпечний рівень забруднення. Пріоритетними забруднюючими елементами, які мають найвищий рівень інтенсивності забруднення ґрунтів є цинк та мідь, що може значною мірою впливати на збільшення загальної захворюваності дітей та дорослого населення міста.

Ключові слова: автозаправні станції, міські ґрунти, важкі метали, екотоксикологічна оцінка.

ВСТУП

У сучасних містах спостерігається швидке збільшення кількості автозаправних станцій (АЗС), які розміщуються і в житлових районах міст, спричиняючи високий рівень локального забруднення. АЗС – це об'єкти напівстаціонарної роздрібної торгівлі з продажу пального для автотранспортних засобів з використанням спеціального обладнання, а також супутніх товарів. Вони поділяються на стаціонарні (САЗС) та пересувні (ПАЗС). Існують різновиди стаціонарних АЗС: традиційні, модульні (МАЗС) і контейнерні (КАЗС). Традиційні АЗС мають підземні резервуари для зберігання пального. На КАЗС і МАЗС резервуари для зберігання палива мають наземне розташування. Незалежно від різновидів, всі АЗС є екологічно небезпечними об'єктами, що обумовлено специфікою транспортування, зберігання палива, заповнення резервуарів та

розливом нафтопродуктів. В теперішній час зростання попиту на послуги АЗС призводить до нарощування їх мережі та максимального наближення до споживачів.

До специфічних особливостей забруднення довкілля АЗС відносяться: висока концентрація забруднюючих речовин у приземному шарі атмосфери з подальшим осадженням на ґрунтовому покриві та поверхні рослин, відсутність розсіювання забруднюючих речовин вітряними потоками, наявність значного автомобільного навантаження та викиди автотранспорту під час їх заправки. Загальновідомо, що відпрацьовані гази транспорту містять понад 200 різних токсичних сполук, серед яких і важкі метали (ВМ), які внаслідок участі у різних міграційних циклах забруднюють усі життєво важливі сфери: атмосферу, гідросферу, педосферу. Високий їх вміст негативно впливає на головні функції живих організмів (біопродуктивність, генеративну здатність рослин тощо) та здоров'я людей (Волошин & Мезенцева, 2007; Ібрагімова, 2010; Гришко, Сищиков, Піскова, Данильчук & Машталер, 2012; Trigub & Domuschy, 2022). Особливо токсичними є розчинні форми ВМ.

З огляду вищезазначеної інформації, дослідження вмісту розчинних форм важких металів у ґрунтовому покриві міст є актуальною проблемою у процесі екотоксикологічного оцінювання забруднення міського довкілля викидами АЗС.

Метою даного дослідження є оцінка екологічного стану міських ґрунтів щодо їх забруднення розчинними формами важких металів в межах впливу автозаправних станцій міста Одеси. **Об'єкт дослідження** – ґрунтовий покрив міста, **предмет дослідження** – екологічний стан міських ґрунтів в межах впливу АЗС.

АНАЛІЗ ОСТАНІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Дослідження впливу АЗС на екологічний стан ґрунтового покриву пов'язано, передусім, із визначенням їх забруднення нафтопродуктами (Франчук & Радомська, 2009; Рабош, Кофанова & Підгорний, 2018; Могильний, Махнюк, Зоріна & Горваль, 2018). Дослідження забруднення ґрунтів важкими металами на прилеглих територіях автозаправних станцій висвітлені в працях Майорова, 2002; Білик, Штика, Падалка & Цуркан, 2009; Чайка, Мацьків, Стокалюк & Руда, 2018, та інших. Так, у праці Білик зі співавторами наведено результати екотоксикологічної оцінки забруднення ґрунту та рослинності в межах впливу автозаправних станцій сполуками свинцю. Згідно з отриманими результатами, вміст рухомих форм свинцю у ґрунті поблизу АЗС залежить від відстані джерела забруднення, рельєфу місцевості та рН середовища.

Дослідження вмісту ВМ у ґрунтах на прилеглих територіях автозаправних станцій представлені у праці Чайка зі співавторами (Чайка та ін., 2018). Науковцями було з'ясовано, що основними забруднювальними металами, які можуть негативно впливати на здоров'я людей є цинк та хром. Авторами була запро-

понована шкала оцінки екологічної небезпеки забруднення ґрунтів, градацію якої розроблено на підставі вивчення стану здоров'я населення, що мешкає на територіях з різним рівнем забрудненості ґрунтів.

Дослідженням можливих токсичних наслідків діяльності АЗС для робітників та цивільного населення присвячені роботи Антропченко, Радомська, Черняк & Бойченко, 2016; Могильний, Махнюк, Зоріна & Горваль, 2018 та інші.

Вплив автозаправних станцій на вміст ВМ в міських ґрунтах Одеси, їх екологічний стан та можливий вплив на захворюваність населення раніше не вивчався.

Відомо, що забруднення поверхні землі транспортними викидами поблизу та на територіях автозаправних станцій нагромаджується поступово. Ступінь забруднення залежить, як зазначалося, від кількості автотранспорту, що проїжджає через прилеглу трасу та заїжджає на заправку, якість дороги, умов зберігання (транспортування) палива на самій АЗС, терміном використання АЗС.

Загальновідомо також, що викиди автомобільного транспорту, особливо старих автомобілів, є токсичними для живих організмів і можуть викликати різні захворювання (наприклад, рак легенів); негативно впливати на ріст та розвиток рослин.

Небезпека забруднення навколишнього середовища викидами автомобільного транспорту визначається і «виснаженням» озонового шару. Адже саме наявність озонового шару запобігає попаданню шкідливих ультрафіолетових (УФ) променів у атмосферу, які можуть викликати безліч захворювань, серед яких рак шкіри та інші.

Під час експлуатації автомобілів з двигунами внутрішнього згорання джерелами викидів шкідливих речовин є: відпрацьовані гази, картерні гази, випаровування із систем живлення, неконтрольований розлив на ґрунт експлуатаційних матеріалів. У відпрацьованих газах автомобілів знаходиться велика кількість свинцю, який разом із солями інших металів потрапляє у ґрунт та ґрунтові води та поглинається рослинами, які потім використовує та споживає людина. Так, підвищений вміст свинцю в організмі людини призводить до анемії, ниркової недостатності, розумової відсталості, зростання кількості нервових захворювань; високий вміст цинку – до негативних змін у складі крові, знижує опір організму інфекціям, сприяє розвитку ракових клітин, затримує ріст і статевий розвиток; надлишковий вміст міді призводить до онкологічних захворювань, порушення діяльності центральної нервової системи, зниження пластичності кровоносних судин та інші захворювання (Волошин & Мезенцева, 2007, Тригуб, Домусчи & Ляшкова, 2020; Тригуб & Домусчи, 2022).

При аерогенному типі надходження сполуки ВМ акумулюються у верхніх гумусових горизонтах, утворюючи складні комплекси з органічною речовиною та мають значний термін виведення з ґрунту, зокрема, цинк – від 70 до 510, кадмій – 13-110, купрум – 310-1500, плумбум – 770-5900 років (Орлов, Садовнікова & Лозановська, 2002).

І хоча сучасна ситуація в Україні характеризується зниженням рівня забруднення навколишнього середовища викидами промислових підприємств, рівень забруднення атмосферного повітря та ґрунтового покриву міст залишається високим, що обумовлено значним збільшення автомобільного транспорту та, відповідно, автозаправних станцій.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

При визначенні впливу АЗС на забруднення ґрунтів ВМ використовували як загальнонаукові методи досліджень (системний, аналізу, спостереження) так і спеціальні (лабораторно-аналітичні, порівняльно-географічні, статистичні, картографічні).

Забруднення довкілля хімічними елементами, і передусім важкими металами, визначається, зазвичай, відносно фонового вмісту цих елементів та (або) гранично допустимої концентрації (ГДК) у ньому.

Рівень забруднення ґрунтів і рослин залежить від виду рослин, форм хімічних сполук у ґрунті, наявності елементів, що протидіють впливу важких металів і речовин, які утворюють з ними комплексні сполуки, адсорбції і десорбції, кількості доступних форм цих металів у ґрунті та ґрунтово-кліматичних умов. Негативний вплив важких металів, як зазначалося, істотно залежить від їх рухомості (розчинності) (Білик та ін., 2009).

Для дослідження забруднення міських ґрунтів ВМ було обрано АЗС в різних частинах міста Одеси, де проби ґрунту відбиралися на відстані 10-15 м від резервуарів зберігання палива. Всі автозаправні станції міста розміщені поряд із автошляхами, які також є додатковим джерелом забруднення.

Контрольна ділянка знаходилася на значному віддаленні від джерел промислового забруднення (територія ботанічного саду міста). Місце розташування точок відбору та назви АЗС наведені на рис. 1.

Відбір зразків здійснювали переважно методом конверту із верхнього, найбільш забрудненого шару ґрунту (глибини 0-15 см). Підготовка зразків проводилася за стандартними методиками. В Одеській філії Державної установи «Інститут охорони ґрунтів України» були проведені дослідження по визначенню вмісту рухомих форм важких металів Mn, Co, Cd, Pb, Cu, Zn (за ДСТУ 4770.1:2007, ДСТУ 4770.5:2007, ДСТУ 4770.3:2007, ДСТУ 4770.9:2007, ДСТУ 4770.6:2007, ДСТУ 4770.2:2007 амонійно-ацетатним буфером з pH 4.8 на атомно-абсорбційному спектрофотометрі ААС 115). Для порівняння проведених нами досліджень щодо оцінювання забруднення ґрунтів міста Одеси важкими металами використовувалися усереднені дані зональних ґрунтів території – чорноземів південних (Куліджанов та ін., 2014). Статистичну обробку отриманих результатів виконано за допомогою пакету MS Excel.

Ступінь забруднення ґрунтового покриву міського середовища важкими металами здійснювали за такими показниками: коефіцієнтом концентрації хімічних елементів (Kc) та сумарним показником забруднення (Zc).

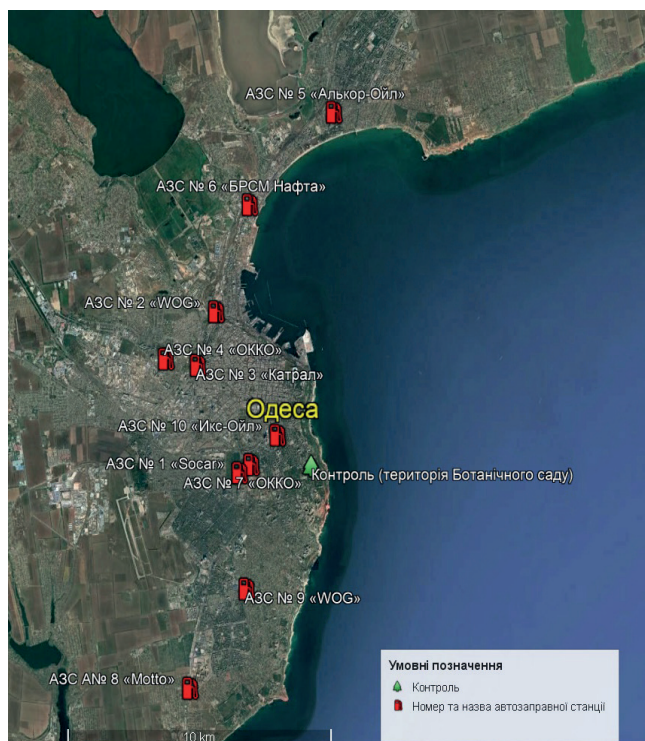


Рис. 1. Карта-схема відбору проб ґрунту в межах впливу АЗС м. Одеси

За коефіцієнтом концентрації визначають співвідношення між кількістю хімічного елемента в об'єктах, що порівнюються між собою, тобто коефіцієнт концентрації характеризує ступінь накопичення елементів у системі (компоненті) відносно будь-якого обраного еталону. За еталон нами обрано фоновий вміст ВМ у зональних ґрунтах (чорноземах південних). Коефіцієнт концентрації розраховували за формулою:

$$K_c = C_i / C_f, \quad (1)$$

де: C_i – вміст хімічного елемента в конкретному об'єкті, мг/кг; C_f – фоновий вміст хімічного елемента у ґрунті, мг/кг (Мадж, Бовсуновський & Тагачинська, 2016).

Екологічний стан ґрунту за величиною коефіцієнта концентрації оцінювали окремо для кожного хімічного елемента за шкалою: оптимальний екологічний стан – перевищення $K_c \leq 1,0$; нормальний – $K_c = 1,0-2,9$; задовільний – $K_c = 3,0-5,0$; незадовільний – $K_c \geq 5,0$ (Мадж та ін., 2016).

Комплексну оцінку забруднення ґрунтів сукупністю важких металів розраховували згідно формули сумарного показника забрудненості ґрунтів (Z_c), враховуючи реальний вміст визначеного хімічного елемента в ґрунті та гранично допустиму концентрацію забрудненої речовини за формулою:

$$Z_c = \sum \frac{K_c}{n-1}, \quad (2)$$

де n – число сумарних елементів; K_c – коефіцієнт концентрації.

Оцінку рівня забруднення ґрунтів важкими металами за показником Z_c оцінювали за шкалою: $Z_c = < 16$ – допустимий рівень, $Z_c = 16-32$ – помірно-небезпечний, $Z_c = 32-128$ – небезпечний; $Z_c = > 128$ – дуже небезпечний (Іващенко & Пушкарьова, 2018).

Небезпечність забруднення ґрунтів ВМ щодо здоров'я населення визначали за інтенсивністю забруднення. Інтенсивність забруднення ґрунтів (P_j) розраховували за формулою:

$$P_j = \sum (K_c \times M_i), \quad (3)$$

де: K_c – коефіцієнт концентрації мікроелемента; M_i – значення індексу небезпечності (токсичності) хімічного елемента відповідно до класу небезпечності важких металів (4,1 і більше – перший клас; 2,6-4,0 – другий клас; 0,5-2,5 – третій клас; до 0,5 – четвертий клас) (Чайка та ін., 2018).

Інтенсивність забруднення ґрунтів (P_j) значною мірою впливає на показники здоров'я населення. Так, при допустимому рівні екологічної безпеки ($P_j=15$ і менше) проявляється найнижчий рівень захворюваності; при безпечному рівні ($P_j=16-30$) – відбувається збільшення загальної захворюваності населення, при небезпечному рівні ($P_j=31-50$) – збільшення загальної захворюваності, прояв хронічних захворювань, порушення функціонального стану серцево-судинної системи і при дуже небезпечному рівні ($P_j=51$ і більше) – відбувається збільшення загальної захворюваності дітей, порушення репродуктивної функції жінок тощо (Чайка та ін., 2018).

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Відомо, що забруднення довкілля викидами автомобільного транспорту призводить до появи як короткострокових так і довгострокових негативних наслідків. Внаслідок автомобільних викидів виділяється широкий спектр газів та твердих речовин, вплив яких призводить до інтенсифікації глобального потепління, випадання кислотних дощів, забруднення всіх компонентів навколишнього середовища, серед яких ВМ займають провідне місце.

Дослідження, проведені нами на території міста Одеси показали, що ґрунти в межах впливу всіх АЗС мають значно вищий вміст рухомих форм ВМ у порівнянні з фоновими значеннями. Так, вміст марганцю складає 1.3-1.7 рівнів фонового вмісту; цинку – 7-51; кобальту – 0.6-4; купруму – 4-24; кадмію – 0-4; свинцю – 1.5-14 (рис. 2).

Згідно з проведеними розрахунками встановлено, що пріоритетними забруднюючими елементами в межах впливу АЗС, які можуть спричинити негативний вплив на компоненти навколишнього середовища міста є свинець, цинк та мідь. Свинець – важкий метал І класу безпеки і його вважають одним із

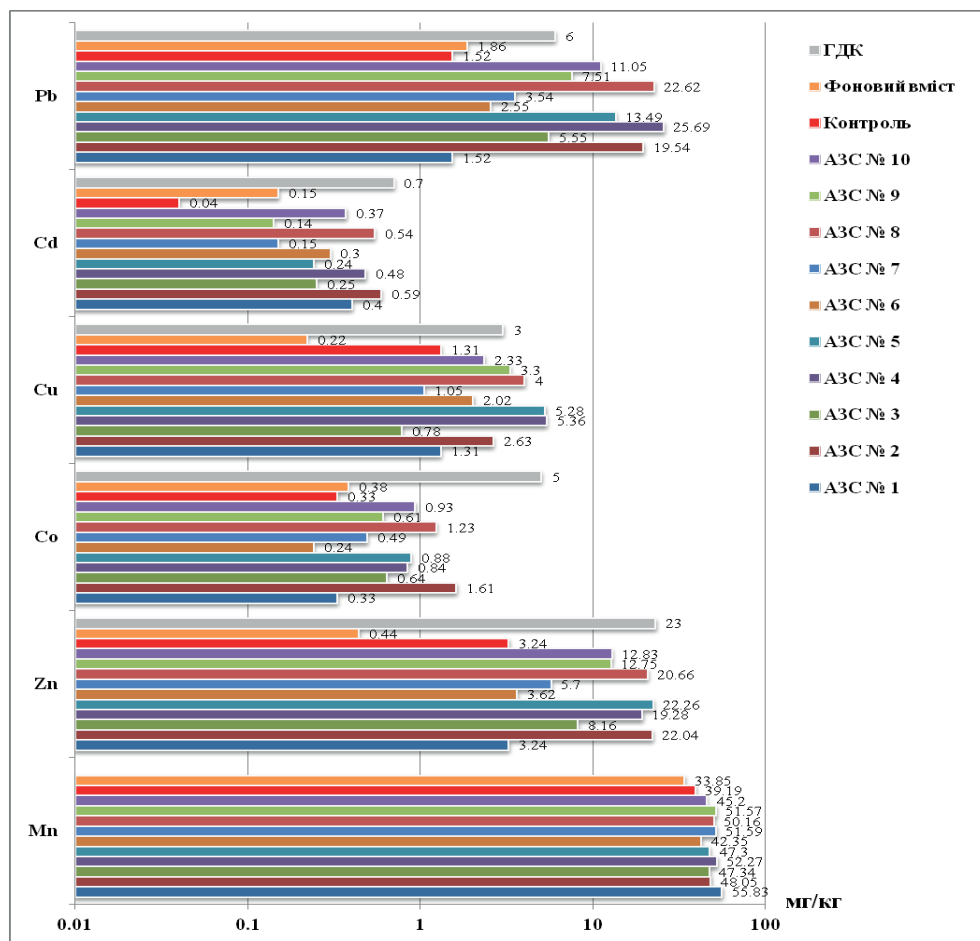


Рис. 2. Вміст важких металів у досліджуваних ґрунтах АЗС

найтоксичніших хімічних елементів, навіть у незначних кількостях. Як зазначалося, надлишок свинцю в організмі людини пригнічує центральну нервову систему, негативно позначається на роботі мозку, нирок і м'язів (Даценко, 2000). Нашими дослідженнями встановлено, що 70% досліджуваної території мають перевищення ГДК за рухомими формами свинцю, в окремих випадках перевищення складає 4 ГДК.

Цинк – важкий метал I класу небезпеки. В умовах підвищеної вологості характеризується високою міграційною здатністю. Для розподілу рухомих форм цинку виявлено максимальний вміст елемента у ґрунтових зразках, відібраних поблизу АЗС № 2 (22,04 мг/кг) та АЗС № 5 (22,26 мг/кг), що є близьким до значень ГДК. 100% досліджуваної території поблизу АЗС за вмістом цинку перевищують фоновий вміст.

Мідь – хімічний елемент, який належить до важких металів II класу небезпеки. При надлишковій кількості міді в людському організмі відбувається токсичне ураження печінки, нирок та головного мозку. У близько 40% досліджуваних ділянок виявлено перевищення ГДК рухомих форм Cu. Максимальне перевищення складає близько 2 ГДК (АЗС № 4-5.36 мг/кг).

Кадмій – ВМ, що відноситься до I класу небезпеки. Його сполуки є надзвичайно токсичними навіть у незначних концентраціях. Середній вміст кадмію (0,35 мг/кг) у всіх досліджуваних ґрунтових зразках, відібраних поблизу АЗС не перевищують ГДК, але є значно вищими фонового вмісту та вмісту в ґрунтах контрольної ділянки.

Кобальт – хімічний елемент, який відноситься до II класу небезпеки. Аналізуючи розподіл рухомих форм кобальту виявлено, що 100% досліджуваних ділянок не перевищують ГДК, але є значно вищими фонового вмісту.

Марганець відноситься до III класу небезпеки. Підвищений вміст марганцю шкідливо впливає на організм людини, що виражається, перш за все, в руйнуванні центральної нервової системи (Даценко, 2000). Показники марганцю у всіх досліджуваних ґрунтових зразках перевищують фоновий вміст у 1.5-2 рази. Найвищий вміст марганцю визначено в межах впливу АЗС № 1 (55,83 мг/кг).

В якості кількісного показника активності радіальної міграції нами було використано коефіцієнт концентрації (K_c), який характеризує ступінь накопичення речовин у компоненті системи відносно обраного еталону (це може бути ГДК або фоновий вміст хімічного елемента). Як зазначалося, за еталон нами використано фоновий вміст ВМ. Величина коефіцієнту концентрації (K_c) свідчить про активність процесів вилугування ($K_c < 1$) і накопичення ($K_c > 1$) речовин у генетичних горизонтах (чи окремого горизонту) ґрунту.

Відповідно до проведених розрахунків коефіцієнту концентрації важких металів досліджуваної території (рис. 3), встановлено, що вміст марганцю, кобальту та кадмію не є екологічно небезпечним для ґрунтів ($K_c < 5$).

Незадовільним екологічним станом ґрунту за коефіцієнтами концентрації цинку ($K_c \geq 5$), характеризується вся досліджувана територія міста, включаючи і контрольну ділянку. 73% досліджуваної території характеризується високим показником коефіцієнта концентрації міді ($K_c \geq 5$). За коефіцієнтами концентрації свинцю 50% досліджуваної території має задовільний та 50% – незадовільний екологічний стан ґрунтів (АЗС № 2, 4, 5, 8, 10).

Згідно з орієнтовною оціночною шкалою небезпеки забруднення ґрунтів за сумарним показником забруднення (Z_c), 55% досліджуваної території відносяться до небезпечної категорії забруднення ґрунтів. Найбільш критична ситуація – в межах впливу АЗС № 4 ($Z_c = 73,94$), АЗС № 5 ($Z_c = 72,16$), АЗС № 8 ($Z_c = 70,61$) (рис. 4).

Як зазначалося, небезпечність забруднення ґрунтів ВМ щодо негативного впливу на здоров'я населення визначалася за показником інтенсивності за-

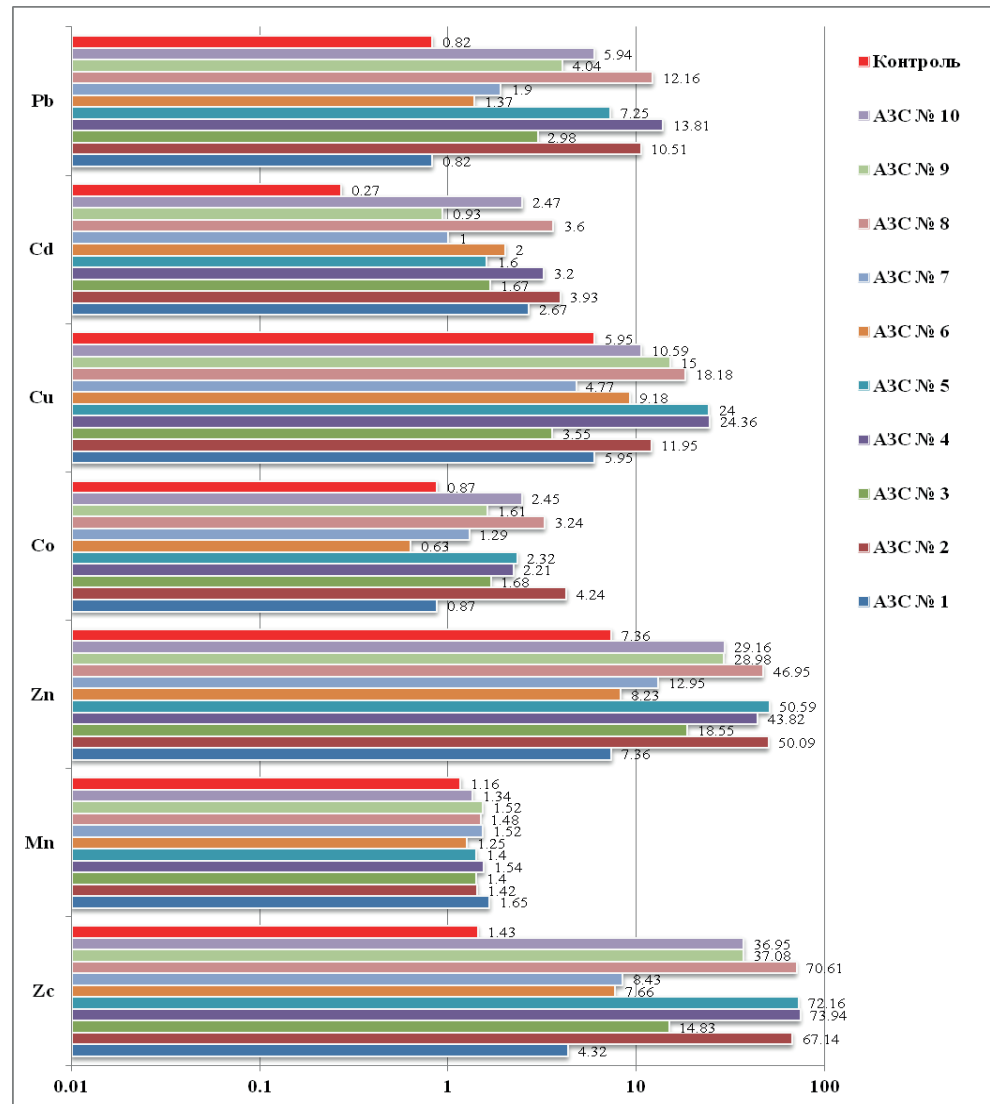


Рис. 3. Показники активності радіальної міграції важких металів (K_c) у досліджуваних ґрунтах АЗС

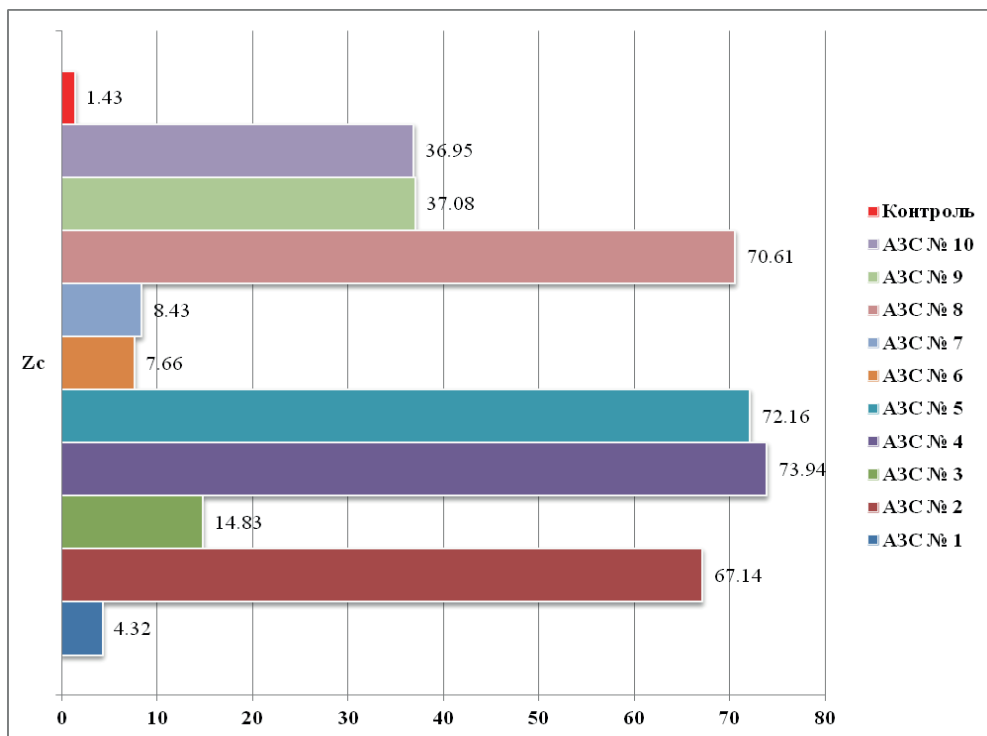
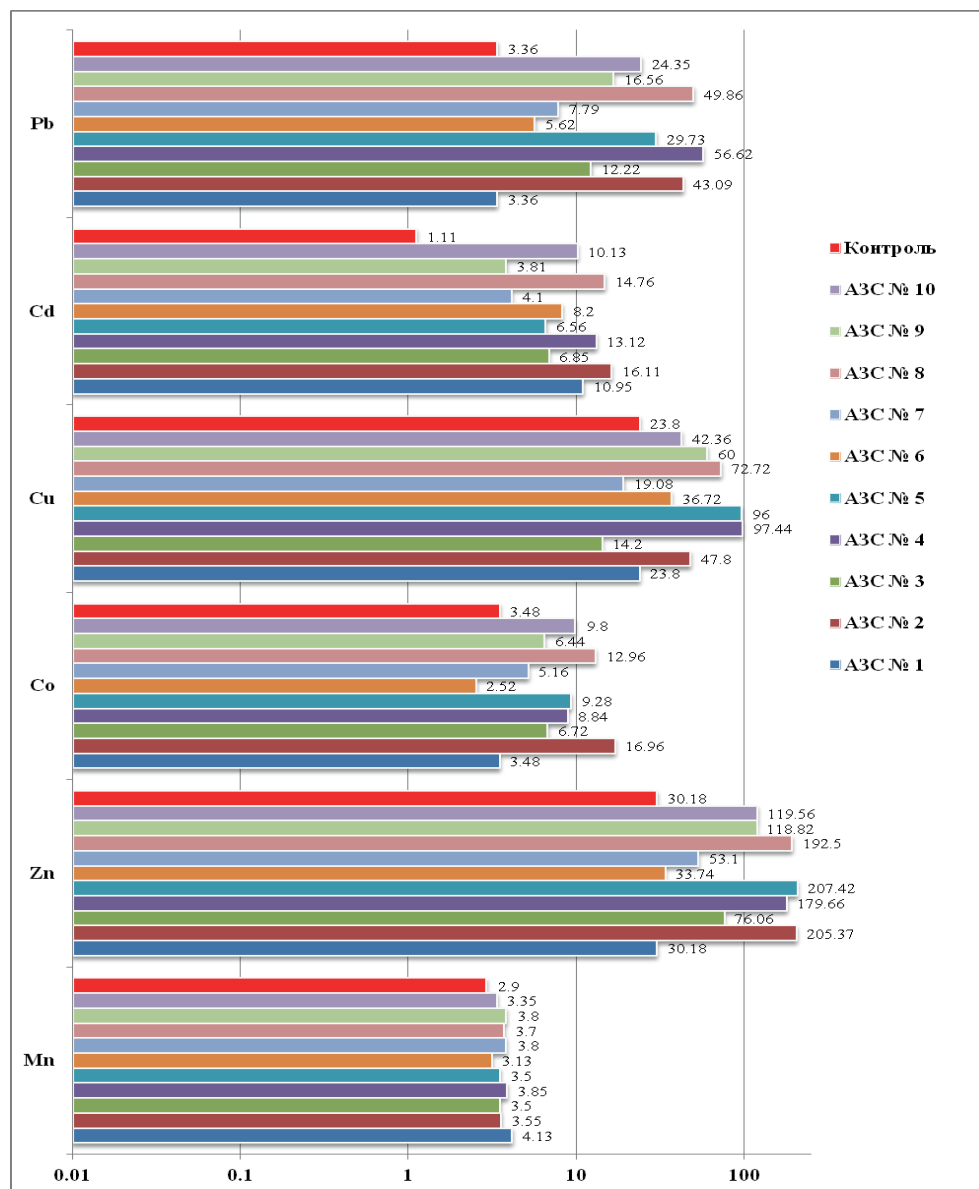


Рис. 4. Сумарний показник забруднення (Z_c) досліджуваних ґрунтів АЗС

бруднення ґрунтів (P_j). Відповідно до проведених розрахунків (рис. 5) було встановлено, що пріоритетними забруднюючими елементами, які можуть негативно впливати на здоров'я людини є цинк та мідь, середні значення яких становлять відповідно $P_{Zn} = 121,64$ та $P_{Cu} = 51,01$. За шкалою оцінки екологічної небезпеки забруднення ґрунтів зазначеними ВМ відносяться до четвертої – дуже небезпечної категорії інтенсивності забруднення, що може значною мірою впливати на збільшення загальної захворюваності дитячого та дорослого населення міста.

Середня інтенсивність забруднення досліджуваних ґрунтів свинцем ($P_j = 24,92$) відповідає другому рівню (безпечному); марганцем ($P_j = 3,63$), кобальтом ($P_j = 8,22$) та кадмієм ($P_j = 9,46$) – першому (допустимий рівень інтенсивності забруднення ґрунтів). Контрольна ділянка за інтенсивністю забруднення марганцем, кобальтом, кадмієм та свинцем має допустимий рівень забруднення; цинком і міддю – відповідно безпечний та небезпечний рівні.

Оскільки вміст важких металів взаємопов'язаний з окремими компонентами урбоєкосистем, то нами було визначено коефіцієнти кореляції, які показали наявність зв'язку між інтенсивністю забруднення ґрунтів та сумарним показником забруднення ($r=0,99$).

Рис. 5. Інтенсивність забруднення (P_j) досліджуваних ґрунтів АЗС

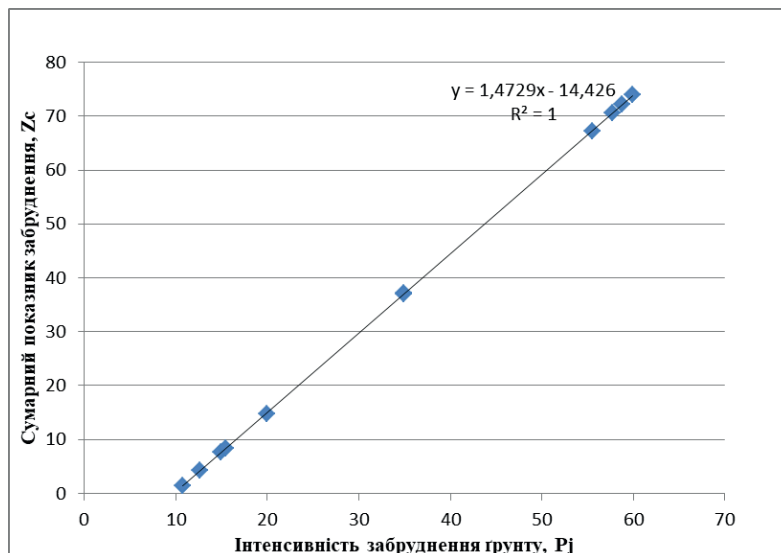


Рис. 6. Кореляційний зв'язок між інтенсивністю забруднення та сумарним показником забруднення ґрунтів.

Тісний кореляційний зв'язок ($r=0,99$) між інтенсивністю забруднення ґрунтів та сумарним показником забруднення підтверджує негативний вплив функціонування автозаправних станцій на екологічний стан ґрунтового покриття міста зокрема та міського середовища в цілому.

ВИСНОВКИ

1. Проведені дослідження свідчать про високу вірогідність техногенного впливу автозаправних станцій на ґрунти досліджуваної території та високу ступінь їх забруднення важкими металами.

2. Встановлено, що 55% досліджуваної території відносяться до небезпечної категорії забруднення ґрунтів (за сумарним показником забруднення).

3. Відповідно до проведених розрахунків показника коефіцієнта концентрації незадовільний екологічний стан за вмістом цинку має 100% досліджуваної території, міді та свинцю відповідно 73% та 50%.

4. Пріоритетними забруднюючими елементами, які мають найвищий рівень інтенсивності забруднення ґрунтів є цинк та мідь, що може значною мірою впливати на збільшення загальної захворюваності дітей та дорослого населення міста.

5. Небезпека забруднення навколишнього середовища під час експлуатації АЗС на теперішній час, на нашу думку, не дооцінюється і питання екологічної безпеки функціонування автозаправних станцій потребує подальшого вивчення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- Антропченко А. К., Радомська М. М., Черняк Л. М., Бойченко С. В. Оцінювання потенційного токсичного ефекту викидів вуглеводнів із резервуара типової АЗС для міського населення [Текст]. *Нафтогазова галузь України*. 2016. № 2. С. 40–43. Режим доступу: <https://er.nau.edu.ua/bitstream/NAU/37464/1/5666p.pdf>
- Білик Т. І., Штика О. С., Падалка А. О., Цуркан К. О. Екотоксикологічна оцінка забруднення на свинець ґрунту та рослинності біля автозаправних станцій [Текст] *Науковий вісник ННТУ України*, 2009. № 3. С. 1–3. Режим доступу: <https://jrn1.nau.edu.ua/index.php/SBT/article/view/5107/5401>
- Волошин І., Мезенцева І. Техногенні поллютанти та їхній вплив на поширення захворювань у Волинській області [Текст]. *Вісник Львівського університету. Сер. Географічна*. 2007. Вип. 34. С. 37–44.
- Гришко В. М., Сищиків Д. В., Піскова В. М., Данильчук О. В., Машталер Н. В. Важкі метали: надходження в ґрунти, транслокація у рослинах та екологічна безпека [Текст] *Донецьк: «Донбас»*, 2012. 306 с.
- Даценко І. І. Гігієна та екологія людини. Львів: Афіша, 2000. 247 с.
- Ибрагимова Э. Э. Влияние техногенного загрязнения на жизнеспособность женских генеративных органов и качество семян *Pinus sylvestris* L. [Текст]. *Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия «Биология, химия»*. Симферополь, 2010. Т. 23 (62), № 2. С. 89–95. Режим доступу: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-tehnogenno-zagryazneniya-na-zhiznesposobnost-zhenskih-generativnyh-organov-i-kachestvo-semyan-pinus-sylvestris-l>
- Іващенко Т. Г., Пушкарьова І. Д. Оцінка екологічного стану територій Сакського державного хімічного заводу [Текст] *Екологічна безпека*, 1/2014 (17), 64–68. Режим доступу: [http://www.kdu.edu.ua/EKB_jurnal/2014_1\(17_1\)/Pdf/64.pdf](http://www.kdu.edu.ua/EKB_jurnal/2014_1(17_1)/Pdf/64.pdf)
- Куліджанов С. В., Голубченко В. Ф., Авчінников В. А., Михайлюк В. І., Біланчин Я. М., Молівер М. Г. Ґрунтові ресурси Одеської області [Текст]. Одеса. 2014. 48 с.
- Маджд С. М., Бовсуновський Є. О., Тагачинська О. В. Наукові методи контролю якості ґрунтів як індикатора екологічної небезпеки на техногенно навантажених територіях. [Текст] *Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського*, 2016. 2 (1), 115–121. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkdpu_2016_2%281%29_19
- Майорова І. О. О загрязнении окружающей среды мегаполисов при эксплуатации автозаправочных станций и комплексов [Текст]. М.: МНОИЗ, 2002. 200 с. Режим доступу: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-zagryaznenii-okruzhayuschey-sredy-megapolisov-pri-ekspluatatsii-avtozapravochnyh-stantsiy-i-kompleksov>
- Могильний С. М., Махнюк В. М., Зоріна О. В., Горваль А. К. До питання гігієнічної безпеки сучасних автомобільних заправних станцій за ступенем впливу їх на забруднення довкілля [Текст]. *Довкілля та здоров'я*. 2018. № 3. С. 40–44. Режим доступу: <http://www.dovkil-zdorov.kiev.ua/Publ/dovkil.nsf/all/article?opendocument&style=B69C582F7EE6C6EEC22582F6003F3CE0>
- Орлов Д. С., Садовникова Л. К., Лозановская И. Н. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении. М.: Высш. школа. 2002. 320 с.
- Рабош І. О., Кофанова О. В., Підгорний А. В. Оцінка екологічного стану територій автозаправних станцій, розташованих поблизу автомагістралей [Текст]. *Вісник НТУ «ХПІ» Серія «Нові рішення в сучасних технологіях»*. 2018. № 9 (1285) 236–242. Режим доступу: <https://core.ac.uk/download/pdf/162879793.pdf>
- Франчук Г. М., Радомська М. М. Оцінювання забруднення ґрунтів нафтопродуктами внаслідок діяльності автозаправних станцій. *Вісник НАУ*. 2009. № 1. С. 46–49. Режим доступу: <https://jrn1.nau.edu.ua/index.php/vision/article/download/1659/1651>
- Чайка О. Г., Мацьків О. О., Стокалюк О. В., Руда М. В. Дослідження вмісту важких металів у ґрунті на прилеглих територіях автозаправних станцій. [Текст]. *Науковий вісник ННТУ України*, 2018. т. 28. № 10. С. 62–65. Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/332884013_Doslidzenna_vmistu_vazkih_metaliv_u_grunti_na_prileglih_teritoriah_avtozapravnyh_stancij
- Domuschy S., Trigub V., Kulidjanov E. Assessment of Soil Contamination by Heavy Metals in the Area Affected by Petrol Stations. In *Proceedings of the 5th International Scientific Congress Society of Ambient Intelligence (ISC SAI 2022)*. Sustainable Development and Global Climate Change, P. 51–58. Available at: https://www.researchgate.net/publication/339613162_Environmental_impact_of_fuel_stations_on_some_heavy_metal_concentrations_in_nearby_surface_crust_soils_in_urban_areas_A_case_study_of_soil_heavy_metal_contamination
- Trigub V., Domuschy S., Lyashkova O. Heavy metals in the soils of the Odessa city. Sustainable Development and Human Health. Edited by Andrzej Kryński, Georges Kamto Tebug, Svitlana Voloshanska. Czestochowa: Publishing House of Polonia University «Educator», 2020. P. 38–48. Available at: <https://educator.ap.edu.pl/wp-content/uploads/2019/09/W1706.pdf>
- Trigub V., Domuschy S. Assessment of risk to health of the population from soil pollution by heavy metals: theoretical-methodological and ecological aspects *Dnipropetrovsk University Bulletin. Series: Journal of Geology, Geography and Geoecology*. 2022. Vol 31. No 1. P. 152–162. Available at: <https://geology-dnu.dp.ua/index.php/GG/article/view/896>

REFERENCES

- Antropchenko A. K., Radomska M. M., Cherniak L. M., Boichenko S. V. (2016) Otsiniuvannia potentsiinoho toksychnoho efektu vykydiv vuhlevodniv iz rezervuara typovoi AZS dlia miskoho naselennia (Assessment of the potential toxic effect of hydrocarbon emissions from the reservoir of a typical gas station for the urban population). *Naftohazova haluz Ukrainy*. 2016. No. 2. 40–43. Retrieved from: <https://er.nau.edu.ua/bitstream/NAU/37464/1/5666p.pdf> [in Ukrainian].
- Bilyk T. I., Shtyka O. S., Padalka A. O., Tsurkan K. O. (2009). Ekotoksylolichna otsinka zabrudnennia na svynets gruntu ta roslynosti bilia avtozapravnykh stantsii (Ecotoxicological assessment of lead contamination of soil and vegetation near gas stations). *Naukovychni tekhnologii*, 1–3. Retrieved from: <https://jrn1.nau.edu.ua/index.php/SBT/article/view/5107/5401> [in Ukrainian].
- Voloshyn I. M., Mezentsseva I. V. (2007). Tekhnohenni poliutanty ta yikhnyi vplyv na poshyrennia zakhvoriuvan u Volynskii oblasti (Man-made pollutants and their impact on the spread of diseases in the Volyn region). *Visnyk Lvivskoho. universytetu. Ser. Heohrafichna*. 34. 37–44. [in Ukrainian].
- Hryshko V. M., Syschykov D. V., Piskova O. M., Danylchuk O. V., Mashtaler N. V. (2012). Vazhki metaly: nadkhodzhenia v grunty, translokatsiia u roslynakh ta ekolohichna bezpeka (Heavy metals: entry into soils, translocation in plants and environmental safety). Donetsk: «Donbas». 306. [in Ukrainian].
- Datsenko I. I. Hihiiina ta ekolohiia liudyny (Human hygiene and ecology) (2000). Lviv: Afisha. 247. [in Ukrainian].
- Ibragimova E. E. (2010) Vliianie tekhnogennoho zagryazneniia na zhiznesposobnost zhenskikh generativnykh organov i kachestvo semyan Pinus sylvestris L. (The influence of technogenic pollution on the viability of female generative organs and the quality of seeds of Pinus sylvestris L.) *Uchenye zapysky Tavrycheskoho natsionalnoho unyversytetu im. V. Y. Vernadskoho. Seriya «Byolohiia, khymii»*. Symferopol. T. 23 (62), 2. 89–95. Retrieved from: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliianie-tekhnogennoho-zagryazneniia-na-zhiznesposobnost-zhenskikh-generativnykh-organov-i-kachestvo-semyan-pinus-sylvestris-l> [in Russian].
- Ivashchenko T. H., Pushkarova I. D. (2014). Otsinka ekolohichnoho stanu terytorii Saksokoho derzhavnoho khimichnoho zavodu (Environmental assessment of soils status of Sakistate chemical plant areas). *Ekolohichna bezpeka*. 1(17), 64–68. Retrieved from: [http://www.kdu.edu.ua/EKB_jurnal/2014_1\(17_1\)/Pdf/64.pdf](http://www.kdu.edu.ua/EKB_jurnal/2014_1(17_1)/Pdf/64.pdf) [in Ukrainian].
- Kulidjanov, G. V., Holubchenko, V. F., Avchinnikov, V. A. (2014). Gruntovi resursy Odeskoi oblasti (Soil resources of Odesa region). Odesa. 48. [in Ukrainian].
- Madzhd, S. M., Bovsunovs'kyi, Ye. O., Tahachyn's'ka, O. V. (2016). Naukovi metody kontrolyu yakosti gruntiv yak indykatora ekolohichnoyi nebezpeky na tekhnohenni navantazhenykh terytoriyakh (Quality control of soils as indicators of environmental hazards of urban areas by scientific methods). *Visnyk Kremenchuts'koho natsional'noho unyversytetu imeni Mykhayla Ostrohrads'koho*. 2 (1). 115–121. Retrieved from <http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkdpu>. [in Ukrainian].
- Maierova I. O. (2002) O zagryaznenii okruzhayushchei sredi megapolisov pri ekspluatatsii avtozapravochnykh stantsii i kompleksov (On the pollution of the environment of megacities during the operation of gas stations and complexes). M.: MNOIZ, 200. Retrieved from: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-zagryaznenii-okruzhayushchei-sredy-megapolisov-pri-ekspluatatsii-avtozapravochnykh-stantsiy-i-kompleksov>
- Mohylnyi S. M., Makhniuk V. M., Zorina O. V., Horval A. K. (2018). Do pytannia hihiiichnoi bezpeky suchasnykh avtomobilnykh zapravnykh stantsii aa stupenem vplyvu yikh na zabrudnennia dovkillia [To the issue on the hygienic safety of modern motor filling stations by the level of their impact on the environment]. *Dovkillia ta zdorovia*. 3. 40–44. Retrieved from: <http://www.dovkil-zdorov.kiev.ua/Publ/dovkil.nsf/all/article?opendocument&stype=B69C582F7EE6C6EEC22582F6003F3CE0>. [in Ukrainian].
- Orlov D. S., Sadovnykova L. K., Lozanovskaia Y. N. (2002). Ekolohiia y okhrana byosferi pry khymicheskomykh zahiazneniy (Ecology and protection of the biosphere in case of chemical pollution). M.: Vish. shkola. 2002. 320.
- Rabosh I. O., Kofanova O. V., Pidhornyi A. B. (2018). Otsinka ekolohichnoho stanu terytorii avtozapravnykh stantsii, roztashovanykh poblyzu avtomahistrlei (Assessment of ecological state of filling stations territories located near motorways). *Visnyk NTU «XPII» Seriya «Novi rishennia v suchasnykh tekhnolohiiakh»*. 9(1285). 236–242. Retrieved from: <https://core.ac.uk/download/pdf/162879793.pdf>. [in Ukrainian].
- Franchuk H. M., Radomska M. M. (2009). Otsiniuvannia zabrudnennia hruntiv naftoproduktamy vnaslidok diialnosti avtozapravnykh stantsii (Assessment of soil pollution by petroleum products due to the activities of gas stations). *Visnyk NAU*. 1. Retrieved from: <https://jrn1.nau.edu.ua/index.php/visnik/article/download/1659/1651>. [in Ukrainian].
- Chaika O. H., Matskiv O. O., Stokaliuk O. V., Ruda M. V. (2018). Doslidzenna vmistu vazkikh metaliv u gruntii na prileghlii terytorii avtozapravnykh stantsii (Study of heavy metals content in the soil of adjacent territories of petrol stations). *Naukovy visnyk NLTU Ukrainy*. 28. 10. 62–65. Retrieved from: <https://www.researchgate.net/>

publication/332884013_Doslidzenna_vmistu_vazkih_metaliv_u_grunti_na_prileglih_teritoriah_avtozapravnih_stancij. [in Ukrainian].

Domuschy S., Trigub V., Kulidjanov E. (2022). Assessment of Soil Contamination by Heavy Metals in the Area Affected by Petrol Stations. In *Proceedings of the 5th International Scientific Congress Society of Ambient Intelligence (ISC SAI 2022)*. Sustainable Development and Global Climate Change. 51–58. Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/339613162_Environmental_impact_of_fuel_stations_on_some_heavy_metal_concentrations_in_nearby_surface_crust_soils_in_urban_areas_A_case_study_of_soil_heavy_metal_contamination

Trigub V., Domuschy S., Lyashkova O. (2020). Heavy metals in the soils of the Odessa city. *Sustainable Development and Human Health*. Czestochowa: Publishing House of Polonia University «Educator». 38–48.

Trigub V., Domuschy S. (2022). Assessment of risk to health of the population from soil pollution by heavy metals: theoretical-methodological and ecological aspects. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*. Vol 31. No 1. 152–162. Retrieved from: <https://geology-dnu.dp.ua/index.php/GG/article/view/896>.

Надійшла 25.04.2023

V.I. Trigub

S.V. Domuschi

Odessa I.I. Mechnikov National University

Department of Geography of Ukraine, Soil Science and Land Cadastre

st. Dvoryanskaya, 2, Odessa, 65082, Ukraine

v.trigub07@gmail.com

ECOTOXICOLOGICAL ASSESSMENT OF THE INFLUENCE OF FUEL STATIONS ON THE POLLUTION OF URBAN SOILS WITH HEAVY METALS

Abstract

Problem Statement and Purpose. In modern cities, there is a rapid increase in the number of gas stations (gas stations), which are also located in residential areas of cities, causing a high level of local pollution. The growing demand for gas station services leads to the expansion of their network and maximum proximity to consumers. Among the specific features of environmental pollution near gas stations are: a high concentration of pollutants in the surface layer of the atmosphere with subsequent deposition on the soil cover and the surface of plants, the absence of dispersion of pollutants by wind currents, the presence of a significant traffic load and toxic emissions from motor vehicles during refueling, etc. Among pollutants, heavy metals have a particularly negative impact, which, due to participation in various migration cycles, pollute all vital spheres: atmosphere, hydrosphere, pedosphere. The high content of heavy metals negatively affects the main functions of living organisms and human health. Soluble forms of HM are especially toxic.

The purpose of this study is to assess the ecological state of urban soils in relation to their contamination by soluble forms of heavy metals within the influence of gas stations in the city of Odessa.

Data & Methods. As a methodological basis, the developments presented in the scientific works of A. Antropchenko, I. Rabosh, O. Chaika and others regarding the assessment of the ecological state of the territories in the zone of influence of gas stations were used.

When determining the impact of gas stations on soil pollution, the HM used both general scientific methods of research (systemic, analysis, observation) and special ones (laboratory-analytical, comparative-geographical, statistical, cartographic).

Results. The conducted studies showed that urban soils within the influence of all gas stations have a significantly higher content of movable forms of HM compared to background values. Thus, the manganese content is 1.3–1.7 levels of the background content; zinc – 7–51; cobalt – 0.6–4; copper – 4–24; cadmium – 0–4; lead – 1.5–14. It was established that by the concentration factor, the most polluted are the soils with the content of zinc, copper, and lead, which is from 100% to 50% of the studied territory. 55% of the studied territory has a dangerous level of soil pollution according to the indicator of total pollution. The priority polluting elements that have the highest level of pollution intensity are zinc ($P_j = 121.64$) and copper ($P_j = 51.01$), which according to the scale of assessment of ecological danger of soil pollution belong to the fourth – very dangerous category of pollution, which can significantly influence the increase of the total morbidity of children and adults of the city. The average intensity of contamination of the investigated soils with lead ($P_j = 24.92$) corresponds to the second level (safe); manganese ($P_j = 3.63$), cobalt ($P_j = 8.22$) and cadmium ($P_j = 9.46$) – the first (permissible level of intensity of soil pollution). The correlation between the intensity of urban soil pollution and the total pollution index is 0.99, which confirms the negative impact of gas station operations on the ecological state of the city's soil cover.

Therefore, the conducted studies indicate a high probability of technogenic influence of gas stations on the soils of the studied territory and a high degree of their contamination with heavy metals, which can cause a negative impact on the health of the urban population. The danger of environmental pollution during gas station operation is currently, in our opinion, underestimated, and the issue of environmental safety of gas station operation requires further study. We believe that in order to increase the ecotoxicological safety of gas stations, it is necessary to conduct constant monitoring studies of the urban environment in order to assess the man-made load on the «soil-plant-human» system.

Keywords: gas stations, urban soils, heavy metals, ecotoxicological assessment.