

УДК 675.6:504

В. М. Шмандій, д. т. н., проф.

Т. М. Алексєєва, к. геогр. н.

О. В. Харламова, к. т. н.

Кременчуцький національний університет ім. Михайла Остроградського
вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, Україна, 39600

ХАРАКТЕРИСТИКА СТАНУ ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ЗА ПОКАЗНИКАМИ ДЕГРАДАЦІЇ ГРУНТОВО-РОСЛИННОГО ПОКРИВУ В УРБОСИСТЕМІ

Проведено комплексне дослідження впливу на компоненти довкілля викидів важких металів (Zn, Ni, Cu, Cd, Pb, Fe) шляхом вивчення накопичення їх у ґрунті й листі дерев, кислотної деградації та дегуміфікації ґрунту, ступеня пошкодження листя і хвої рослин. Встановлено, що показники деградації ґрунту корелюють за рівнями техногенної складової екологічної небезпеки. Техногеохімічні ореоли підвищеного накопичення певних інгредієнтів спостерігаються на відносно значних відстанях від джерел викидів. Виявлено залежність ступеня кислотно-лужної деградації ґрунтів від рівня забруднення атмосферного повітря оксидами сірки та азоту. Відмічено максимум накопичення у листі більшості порід дерев саме заліза, що відповідає достатньо високим показникам його викидів техногенними об'єктами. Рекомендовано як індикатори станів екологічної небезпеки взяти тополя та клен, оскільки вони характеризуються найбільшим накопиченням шкідливих речовин. Встановлено кореляцію між просторовим розташуванням ділянок із суттєвими пошкодженнями листя і хвої та зон максимального техногенного навантаження. Науково обґрунтовано доцільність використання стану ґрунтово-рослинного покриву як показника рівня формованої екологічної небезпеки у техногенно-навантаженому регіоні.

Ключові слова: екологічна безпека, ґрунтово-рослинний покрив, важкі метали, деградація ґрунтів, індикатори станів екологічної небезпеки, урбосистема.

Постановка проблеми. Під впливом господарської діяльності у природне середовище надходить значна кількість шкідливих речовин, що суттєво змінює його стан і створює загрозу здоров'ю населення, тобто формує екологічну небезпеку. Актуальним є визначення стану ґрунтово-рослинного покриву як показника рівня формованої екологічної небезпеки у техногенно-навантаженому регіоні.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У [1] розглянуто вплив шкідливих чинників на виникнення хвороб органів дихання. Суттєву загрозу для життя і здоров'я людини, особливо дітей, створюють скидання стічних вод, забруднених патогенними мікроорганізмами. Вони є джерелами виникнення кишкових, вірусних і бактеріальних інфекцій, таких як холера, дизентерія, інфекційний гепатит, поліомієліт та інші [2]. Тому особливого значення набуває моніторинг станів екологічної безпеки, виявлення негативних впливів на здоров'я людей та довкілля і своєчасна реалізація науково обґрунтованих заходів щодо подолання цих впливів.

Важливим показником рівня екологічної небезпеки є стан ґрунтово-рослинного покриву, який активно накопичує техногенні речовини і набуває таких зовнішніх ознак, які не викликають сумніву щодо незадовільної екологічної ситуації в урбоекосистемі. Таким чином, проблема розробки методологічних підходів до залучення індикаційних методів для виявлення стану екологічної безпеки є актуальною та має суттєве наукове і соціальне значення.

Дослідженню екологічних станів ґрунту промислових районів присвячено значну кількість робіт, зокрема [3–5], вплив аеротехногенних

полутантів на рослинність у містах вивчався у [6–8], а в [9] аналізувався показник забруднення атмосферного повітря важкими металами. У цій роботі деградація ґрунтово-рослинного покриву досліджувалася у більш загальному аспекті – як показник стану екологічної небезпеки, яка проявляється у накопиченні важких металів у ґрунті й листі дерев, кислотній деградації та дегуміфікації ґрунту, пошкодженні листя і хвої рослин.

Постановка завдання та його вирішення. Метою дослідження є вивчення деградації ґрунтово-рослинного покриву як складової екологічної небезпеки в урбосистемі.

Як об'єкт дослідження обрано центральну частину Кременчуцької соціально-економічної зони (КСЕЗ), яка є найбільш показовою в аспекті антропогенного впливу на екологічний стан природного середовища і здоров'я населення, де комплексний вплив чинять промисловість та автомобільний транспорт.

Аналіз вмісту сполук важких металів у ґрунтах ми проводили на основі даних санітарно-епідеміологічної служби, у листі дерев – за результатами експериментальної обробки проб.

Оцінка забруднення ґрунту іонами важких металів проведена з допомогою коефіцієнтів їх концентрації

$$K_C = \frac{C}{C_{CP}}, \quad (1)$$

де C – фактичний вміст речовини; C_{CP} – середня фоновая концентрація.

Для оцінки рівня загального забруднення важкими металами використано сумарний показник забруднення ґрунту

$$Z_c = \sum_{i=1}^n K_{ci} - (n-1), \quad (2)$$

де n – кількість розглянутих елементів з $K_c > 1$.

Для вивчення кислотної деградації та дегуміфікації було відібрано зразки ґрунту в точках, що рівномірно розташовані у межах району дослідження на різній відстані від промислових об'єктів і транспортних магістралей з інтенсивним рухом автотранспорту, з певною конфігурацією забудови і ступенем озеленення.

Нами досліджено ступінь пошкодження листя тополі чорної, яка є достатньо поширеною у дослідженому регіоні, за методикою, викладено у [5]. Ступінь антропогенного впливу оцінювали за

мірою пошкодження листя, яка у кожній точці визначалася за середніми показниками. Для оцінки стану хвойних дерев використовували ялину колючу (зелена і блакитна форми). Індекс пошкодження хвої визначали наступним чином

$$I_{\text{пош}} = \frac{L_{\text{пош}}}{L} \cdot 100\%, \quad (3)$$

де $L_{\text{пош}}$ – довжина пошкодженої ділянки хвоїнки; L – загальна довжина хвоїнки.

У дослідженому регіоні основними джерелами надходження важких металів у атмосферне повітря є підприємства промислового комплексу машинобудування й металообробки, зокрема завод дорожніх машин «Кредмаш». Значення коефіцієнтів концентрації відображено на рисунку 1.

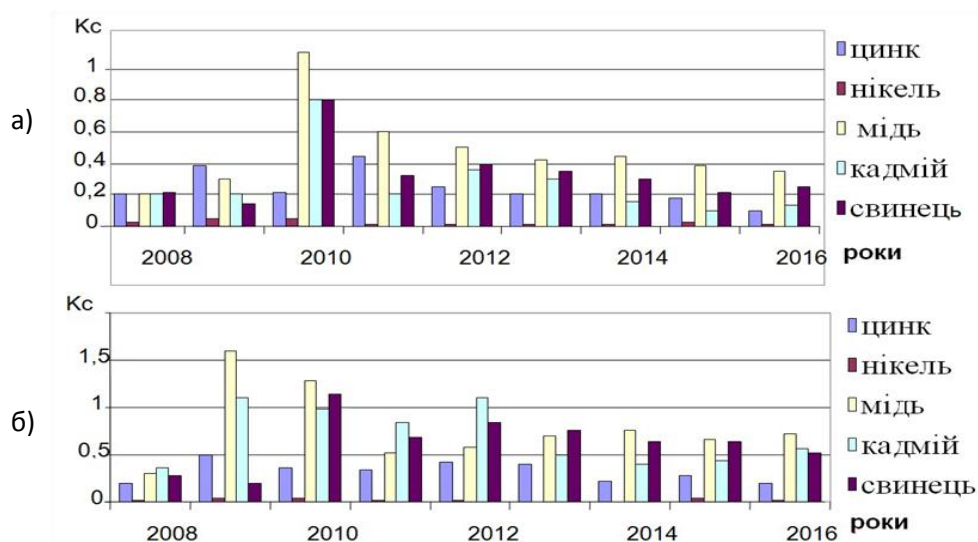


Рисунок 1 – Динаміка зміни у часі коефіцієнтів концентрації важких металів у ґрунті: поблизу джерела викидів (а) і на відстані 1,5–2 км від нього (б)

Як показали результати дослідження, досить високими (у порівнянні з іншими металами) рівнями накопичення характеризується мідь (максимальне значення $K_c = 1,6$). Повітряними потоками шкідливі речовини від джерел викидів поширюються на відстань до 10 км, причому більша їх частина випадає поблизу епіцентру (1...3 км від підприємства). Процес трансформації міді у ґрунті включає такі стадії: перетворення оксидів міді на гідроксиди (карбонати, гідрокарбонати), розчинення останніх і адсорбція катіонів твердою фазою ґрунту, утворення сполук з органічними речовинами ґрунту. Концентрації іонів міді (рис. 1) у ґрунтах поблизу джерел викидів (територія ПАТ «Кредмаш») нижчі, ніж у районі, віддаленому на 1,5...2 тис. м. Так, у 2009 році вміст міді у ґрунті біля джерела у 5 разів нижчий, ніж за його межами. Отже геохімічні ореоли підвищеної контрастності можуть розташовуватися на значній відстані від джерела викиду.

Серед важких металів, що досліджувалися, важливе місце посідає кадмій. Уміст кадмію, як і інших важких металів, у ґрунтах залежить від

складаючих його порід, значне різноманіття яких пов'язане зі складною геологічною динамікою розвитку територій. Основними антропогенними джерелами надходження сполук кадмію у навколишнє середовище в КСЕЗ, крім підприємств аналізованого промислового комплексу є автотранспорт. Кадмій за своїми хімічними властивостями подібний до цинку, але відрізняється від нього вищою рухомістю в кислих середовищах і більшою доступністю для рослин. У ґрунтовому розчині метал наявний у вигляді Cd_{2+} та утворює комплексні іони. Рухомість іонів кадмію у ґрунті залежить від середовища та окисно-відновного потенціалу. Рисунок 1 демонструє, що більш сприятливі умови створюються для розсіювання кадмію, ніж для його накопичення. Так, максимальне значення K_c становить 1,1, але, враховуючи відносно високу його токсичність, можна констатувати негативний вплив на ґрунти урбоєкосистеми КСЕЗ.

Також встановлено, що концентрації цинку і свинцю є незначними ($K_c < 1$). Результати попередніх досліджень демонструють, що цинк

достатньо швидко накопичується у ґрунтах і воді та повільно виводиться з них. На розподіл іонів цинку значно впливають не тільки антропогенні, а й природні чинники. Так, вміст цинку є максимальним на низинах та рівнинах, де відсутня рослинність, а дощова вода у незначній мірі проникає у ґрунт та випаровується. При надходженні на поверхню ґрунту він накопичується у ґрунтовій товщі, особливо у верхньому гумусово-аккумулятивному горизонті, і повільно видаляється завдяки ерозії, вилугуванню та поглинанню рослинами. Слід зауважити, що серед важких металів свинець є найменш рухливим. За високих показників рН розчинність свинцю знижена. За таких умов він осаджується у ґрунтах у вигляді гідроксиду, фосфату, карбонату. Характерна локалізація свинцю в поверхневому горизонті пов'язана здебільшого із накопиченням органічної речовини. Гумусово-аккумулятивний горизонт відіграє роль сорбційного геохімічного бар'єру, на якому осаджуються важкі метали, у тому числі й свинець. Слід відмітити, що має місце дещо підвищений вміст свинцю у 2010 році (рис. 1), що, можливо, пояснюється дією природних чинників: значна спека та посушливість, що створювало несприятливі умови для міграції сполук і спричиняло їх накопичення у ґрунті.

З метою визначення загального стану екологічної небезпеки при забрудненні важкими металами за формулою (2) визначені сумарні показники забруднення ґрунту Z_c . Встановлено, що протягом періоду досліджень (2008–2016 роки) стан є задовільним (максимальний показник $Z_c = 1,7$), що свідчить про незначний рівень забруднення навколишнього середовища. На інтенсивність міграції

важких металів впливають властивості ґрунту, у тому числі кислотно-лужні умови, які, у свою чергу, залежать від ступеня забруднення атмосферного повітря оксидами сірки і азоту. Результати наших досліджень свідчать про кислотну деградацію ґрунту на найбільш антропогенно навантажених ділянках – поблизу автомагістралей, де має місце значний рівень забруднення атмосферного повітря відпрацьованими газами. Ситуація погіршується через незадовільну провітрюваність вулиць та недостатню кількість зелених насаджень. У середині житлової забудови показник рН характеризується меншим відхиленням від норми. Так, у 19 % замірів виявлено підвищення кислотності ґрунту до показників 5,4...5,5, що відповідає категорії «слабко-кислі ґрунти». У значній частині району дослідження показник рН знаходиться у межах 5,5...6,0 (ґрунти категорії «близькі до нейтральних»). Характеристику рН ґрунтах дослідження відображено на рисунку 2.

Підвищення показника кислотності ґрунту негативно впливає на його властивості, пригнічує діяльність мікроорганізмів, тому процеси мінералізації та гуміфікації гальмуються. Паралельно у ґрунті відбувається декальцинація, яка також спричиняє втрату гумусу. Результати визначення гумусності ґрунтів центральної частини КСЄЗ показали, що вміст гумусу в них у 2...4 рази нижчий, ніж у фонових районах, що свідчить про його залежність від антропогенних (позиційність джерел забруднення атмосферного повітря і природних вод) та природних (напрямок вітру, кількість атмосферних опадів, особливості рельєфу, механічний склад ґрунту, тип рослинності тощо) чинників.

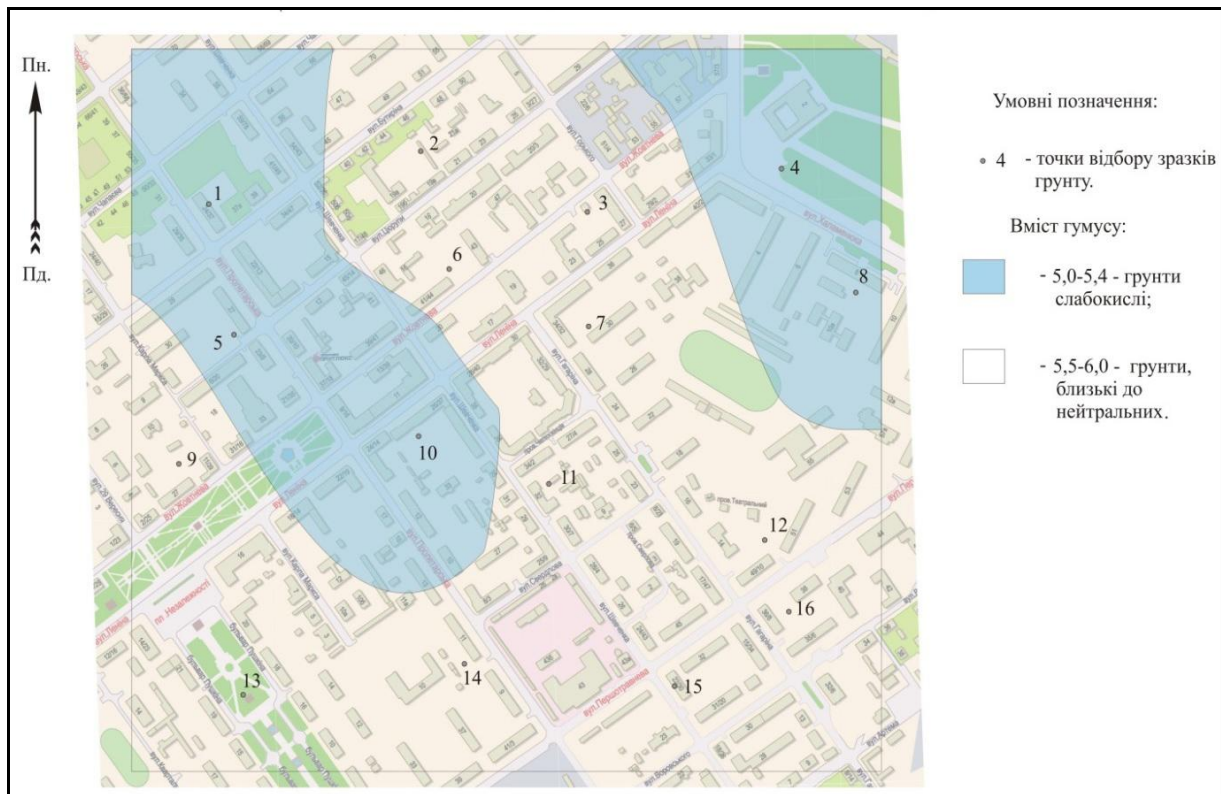


Рисунок 2 – Характеристика рН ґрунту в центральній частині КСЄЗ

Для оцінки рівня накопичення важких металів у листях дерев у районі досліджень проведено визначення значень коефіцієнтів місцевого нако-

пичення важких металів, що являє собою відношення їх фактичних концентрацій до відповідних фонових показників, що відображено у таблиці 1.

Таблиця 1 – Послідовність розподілу важких металів за величиною коефіцієнтів їх концентрації в листі різних порід дерев

Робінія псевдоакація: Fe < Pb < Cu < Mn	Черемха пізня: Fe < Pb, Cu < Mn
Шовковиця чорна: Fe, Cu < Pb < Mn	Береза бородавчаста: Pb < Fe < Cu < Mn
Абрикос звичайний: Fe < Pb < Cu < Mn	Вишня звичайна: Pb < Fe < Cu < Mn
Тополя канадська: Fe < Cu < Mn < Pb	Клен ясенелистий: Fe < Pb < Mn < Cu
Чубушник звичайний: Fe < Pb < Cu < Mn	Клен гостролистий: Fe < Pb < Cu < Mn
Горобина звичайна: Fe, Pb < Cu < Mn	Верба вавилонська: Pb < Cu < Fe < Mn

Найвищий ступінь накопичення (див. табл. 1) характерний для заліза, що пояснюється його значною наявністю у промислових викидах підприємств аналізованого промислового комплексу. Більша частина видів дерев (75 %) накопичує залізо у кількості, що перевищує фонові показники. Найбільший вміст його спостерігається для тополі канадської ($Kc = 2,6$), кленів ясенелистого ($Kc = 2,2$) та гостролистого ($Kc = 2,3$). Низький ступінь накопичення заліза притаманний вишні ($Kc = 0,8$), горобині ($Kc = 0,7$), вербі вавилонській ($Kc = 0,4$).

На відміну від заліза, марганець слабо накопичується у листі дерев, за виключенням кленів ясенелистого ($Kc = 1,5$) і гостролистого ($Kc = 1,4$), що пояснюється його слабкою рухливістю у ґрунтах. Найнижчі показники ($Kc = 0,2$) спостерігаються для черемхи пізньої й чубушника звичайного.

Найвищий вміст міді виявлений для: клена гостролистого ($Kc = 1,7$), шовковиці чорної ($Kc = 1,6$), клена ясенелистого ($Kc = 1,4$), робінії псевдоакації ($Kc = 1,2$). У листі горобини вміст міді

зафіксовано на рівні фоновій концентрації. Для інших видів дерев коефіцієнт концентрації коливається у межах від 0,6 до 0,9. Інтенсивність надходження міді у рослини залежить від рН, вмісту гумусу. Частина іонів міді у ґрунтах, міцно пов'язана з гумусовими кислотами, є нерухомою, тому не поглинається рослинами.

Вміст свинцю загалом є незначним. Найвищі рівні накопичення характерні для кленів ясенелистого ($Kc = 1,9$) і гостролистого ($Kc = 1,8$), вишні звичайної ($Kc = 1,8$), берези бородавчастої ($Kc = 1,4$). Решта рослин (шовковиця чорна, абрикос звичайний) містить свинець у фонових кількостях.

Для визначення інтегрованого рівня забруднення листя дерев важкими металами визначено сумарний показник забруднення (див. рис. 3). Найвище значення цього параметра характерне для кленів гостролистого ($Zc = 4,2$) і ясенелистого ($Zc = 4$), що, у порівнянні з приведеними раніше дослідженнями, свідчить про невисокий рівень забруднення природного навколишнього середовища [10].

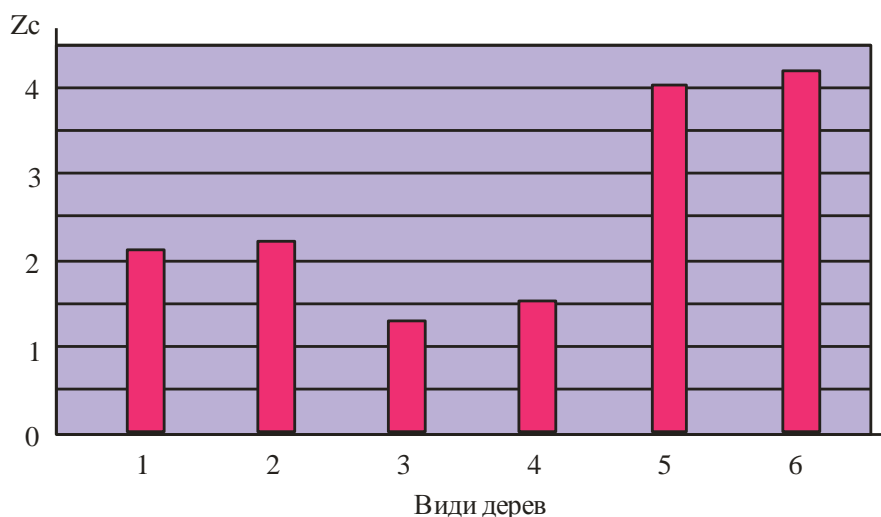


Рисунок 3 – Сумарний показник забруднення рослинності важкими металами центральної частини КСЕЗ: 1 – робінія псевдоакація; 2 – шовковиця чорна; 3 – абрикос звичайний; 4 – береза бородавчаста; 5 – клен ясенелистий; 6 – клен гостролистий

Нами проведено порівняння показників концентрацій важких металів у листі дерев із гранично-допустимими концентраціями. Одержані результати підтвердили, що найбільші пере-

вищення ГДК характерні для міді. Приблизно третина дослідженого матеріалу характеризується вмістом міді у 1,1...1,5 ГДК. Для марганцю і свинцю перевищення ГДК не виявлено.

В цілому показники K_c і кратність перевищення до ГДК якісно корелюють: обидва показники мають максимальні значення для заліза і міді. Але слід відмітити, що значення K_c дещо більші, ніж кратність перевищення: для міді – у 1,1, для марганцю і заліза – майже у 2, для свинцю – у 3 рази.

Максимальне перевищення ГДК спостерігалось для кленів ясенелистого та гостролистого за міддю – у 1,20 і 1,50 разу, за залізом – у 1,20 разу відповідно. Решта дерев накопичувала в листі один з важких металів (мідь або залізо) у кількостях, вищих за ГДК. Так, листя робінії псевдоакації, шовковиці чорної, кленів ясенелистого та гостролистого містило мідь у кількостях, що перевищували ГДК у 1,1...1,5 разу. Накопичення заліза для тополі канадської характеризується перевищенням ГДК у 1,3 разу.

Нами досліджено пошкодження листя на прикладі тополі чорної (див. рис. 4).

Ділянка з максимальним пошкодженням листя розташована в зоні впливу автомагістралі з інтенсивним рухом транспорту. Негативний вплив на біоту підсилюється наявністю багатопверхової забудови, незначною провітрюваністю вулиць, що гальмує розсіювання відпрацьованих газів автомобілів. У північно-східній та західній частинах району, де автомобільне навантаження нижче, ступінь пошкодження листя не перевищує 5 %.

Паралельно вивчався екологічний стан голонасінних рослин, який оцінювався за площею хвоїнок, охоплених некрозом. Значення індексу пошкодження хвої наведено у таблиці 2.

Максимальне значення індексу пошкодження хвої (52 %) виявлено у місцях інтенсивного техногенного навантаження (поблизу ПАТ «Кредмаш» і вулиць з інтенсивним автомобільним рухом). Вказаний індекс для хвої перевищує такий для листя тополі чорної, що пояснюється біологічними особливостями листяних і хвойних порід дерев.

Аналіз результатів для різних сторін крони дерева виявив закономірності пошкодження хвої: найвищий рівень пошкодження спостерігався з того боку, де мав місце найбільший вплив атмосферного забруднення. Наприклад, для рослинності на вулицях Соборній (точка 1) та Херсонській (точка 4) найвище значення індексу пошкодження хвої є характерним для північної (13,8 %) та східної (43,5 %) сторін крони.

Слід зауважити, що у центральній частині району дослідження, де спостерігався максимальний ступінь пошкодження листя тополі чорної, відібрані зразки хвої також свідчать про підвищений техногенний тиск, що говорить про однотипність впливу антропогенних чинників на стан листяних і хвойних рослин.

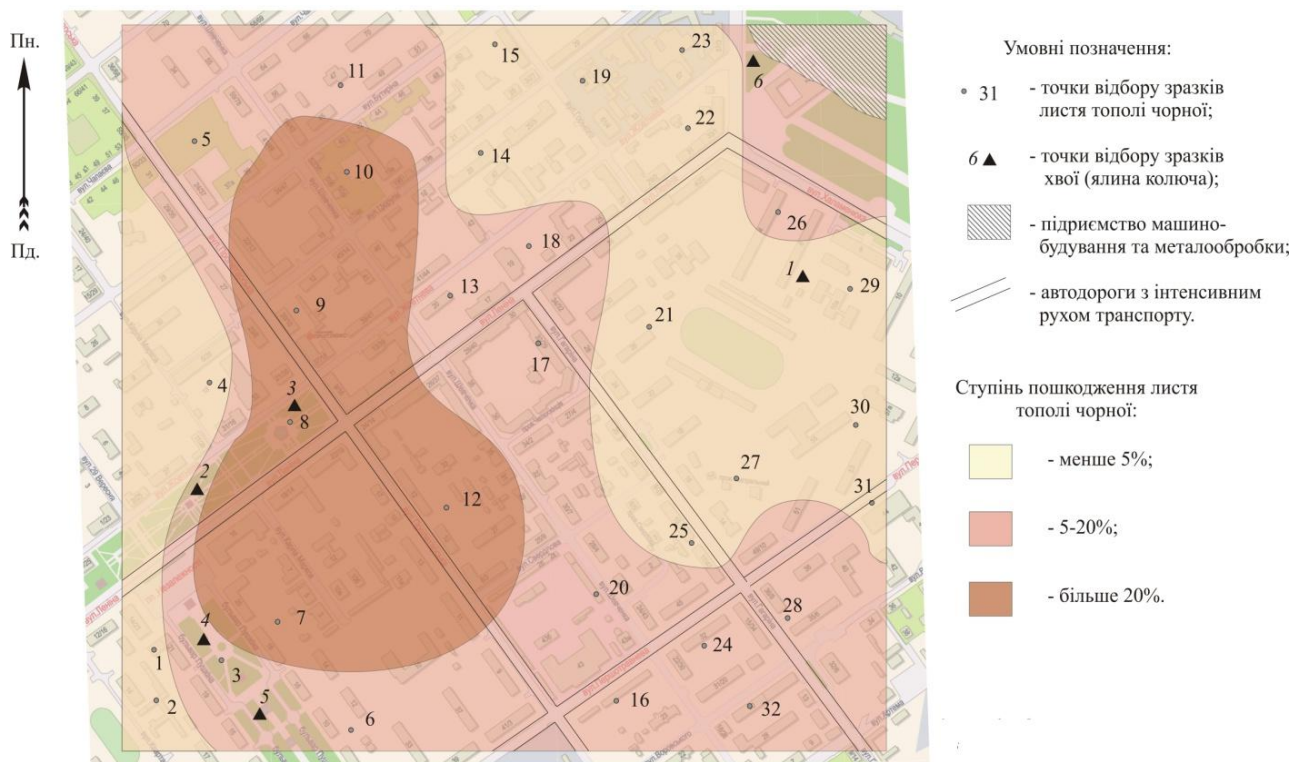


Рисунок 4 – Кореляція між просторовим розташуванням ділянок з різним ступенем пошкодження листя її хвої та зон техногенного навантаження

Таблиця 2 – Індекс пошкодження хвої (%) ялини колючої у центральній частині КСЕЗ

Сторона крони дерева	Місце відбору проб (позначені на рис. 5)					
	1	2	3	4	5	6
Північна	13,8	0	15,0	10,0	4,0	51,9
Південна	8,7	4,0	50,0	5,0	5,0	22,0
Західна	4,0	0	0	0	0	30,0
Східна	43,5	6,3	10,0	5,0	0	40,0

Висновки.

1. Виявлено основні джерела формування екологічної небезпеки (промислові об'єкти та автотранспорт) у досліджуваному регіоні (центральної частині Кременчуцької соціально-економічної зони) щодо надходження важких металів у довкілля.

2. З метою аналізу деградації ґрунтово-рослинного покриву урбоєкосистеми проведено комплексне дослідження впливу на компоненти довкілля викидів конкретних важких металів (Zn, Ni, Cu, Cd, Pb, Fe) шляхом вивчення накопичення їх у ґрунті й листі дерев, кислотної деградації та дегуміфікації ґрунту, ступеня пошкодження листя і хвої рослин.

3. Встановлено, що показники кислотної деградації та дегуміфікації ґрунту корелюють за рівнями техногенної складової екологічної небезпеки: максимальна деградація спостерігається поблизу автомагістралей з інтенсивним рухом транспорту та промислових джерел. Техногеохімічні ореоли підвищеного накопичення певних інгредієнтів (зокрема міді) спостерігаються також на відносно значних відстанях від джерел викидів. Виявлено залежність ступеня кислотно-лужної деградації ґрунтів від рівня забруднення атмосферного повітря оксидами сірки та азоту. Враховуючи здатність ґрунту до адсорбції

техногенних речовин, висловлено припущення щодо погіршення стану екологічної небезпеки в перспективі.

4. За результатами порівняння ступеня накопичення важких металів у листі різних порід (вивчено 10 видів) відмічено максимум накопичення більшістю порід саме заліза, що корелює з достатньо високими показниками його викидів техногенними об'єктами у досліджуваному регіоні. Зроблено висновок про рекомендацію як тест-об'єкта таких порід як тополя та клен, оскільки вони характеризуються найбільш інтенсивним накопиченням шкідливих речовин.

5. Встановлено кореляцію між просторовим розташуванням ділянок, що характеризуються найбільшими значеннями показників пошкодження листя тополі чорної і хвої ялини колючої, які сягають 20–22 і 50 % відповідно, та зон максимального техногенного навантаження, зокрема транспортних магістралей з інтенсивним транспортним рухом.

6. Резюмуючи, відзначаємо, що за результатами дослідження науково обґрунтовано доцільність використання ступеня деградації ґрунтово-рослинного покриву як показника стану формованої екологічної небезпеки у техногенно навантаженому регіоні.

Література

1. Шмандій, В. М. Теоретичні та практичні аспекти управління екологічною безпекою на основі антропоцентричного підходу / В. М. Шмандій, О. В. Харламова // Вісник ХНУ ім. В.Н. Каразіна. – 2013. – Вип. 9. – № 1070. Серія «Екологія». – С. 24–30.
2. Іванова О. І. Якість питної води різних джерел водопостачання та її вплив на стан здоров'я дитячого населення Брусилівського району / О. І. Іванова, В. Н. Корзун // Гігієна населених місць. – 2010. – № 56. – С. 104–108.
3. Волкова Т. П. Аналіз та оцінка впливу промислових підприємств на забруднення ґрунтів Донецької області / Т. П. Волкова, Ю. С. Попова, К. В. Волкова // Охорона навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів. – 2005. – Т. 2. – С. 134–142.
4. Добровольский В. В. Миграционные формы и миграция масс тяжелых металлов в биосфере / В. В. Добровольский. – К. : Наукова думка, 2006. – 140 с.
5. Алексеева Т. М. Стан ґрунтового покриву як індикатор екологічної небезпеки / Т. М. Алексеева, Т. Ф. Козловська, Л. А. Безденежних // Екологічна безпека. – 2011. – Вип. 1 (10). – С. 73–77.
6. Лукаревская Т. В. Растения в условиях города. Біологія / Лукаревская Т. В. – К. : Первое сентября, 2007. – № 8. – С. 32–39.
7. Алексеева Т. М. Дослідження техногенного впливу на рослинний покрив міста Кременчука / Т. М. Алексеева // Людина та довкілля. Проблеми неоекології : науковий журнал Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. – 2013. – № 1–2. – С. 127–133.

8. Алексеева Т. М. Біоіндикація як метод екологічної оцінки стану природного навколишнього середовища / Т. М. Алексеева // Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. – 2014. – Випуск 2 (85). – С. 166–171.
9. Алексеева Т. М. Ґрунтово-рослинний покрив як показник забруднення атмосферного повітря важкими металами / Т. М. Алексеева // Український гідрометеорологічний журнал. – 2014. – Вип. 14. – С. 16–22.
10. Ерофеева Е. А. Взаимосвязь физиолого-морфологических показателей листовой пластинки березы повислой с содержанием в ней тяжелых металлов / Е. А. Ерофеева, М. М. Наумова // Вестник Нижегородского университета им. Н. И.Лобачевского. – 2010. – № 1. – С.140–14.

Стаття надійшла до редакції 03.04.2017

В. М. Шмандий, Т. Н. Алексеева, Е. В. Харламова

ХАРАКТЕРИСТИКА СОСТОЯНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА В УРБОСИСТЕМЕ

Проведено комплексное исследование влияния на компоненты окружающей среды выбросов тяжелых металлов (Zn, Ni, Cu, Cd, Pb, Fe) путем изучения накопления их в почве и листьях деревьев, кислотной деградации и дегумификации почвы, степени повреждения листьев и хвои растений. Установлено, что показатели деградации почвы коррелируют по уровням техногенной составляющей экологической опасности. Техногеохимические ореолы повышенного накопления определенных ингредиентов наблюдаются на относительно больших расстояниях от источников выбросов. Выявлена зависимость степени кислотно-щелочной деградации почв от уровня загрязнения атмосферного воздуха оксидами серы и азота. Отмечен максимум накопления в листьях большинства пород деревьев именно железа, что соответствует достаточно высоким показателям его выбросов техногенными объектами. Рекомендовано в качестве индикаторов состояний экологической опасности взять тополь и клен, поскольку они характеризуются наибольшим накоплением вредных веществ. Установлена корреляция между пространственным расположением участков с существенными повреждениями листьев и хвои и зон максимальной техногенной нагрузки. Научно обоснована целесообразность использования состояния почвенно-растительного покрова в качестве показателя уровня формируемой экологической опасности в техногенно нагруженном регионе.

Ключевые слова: экологическая безопасность, почвенно-растительный покров, тяжелые металлы, деградация почв, индикаторы состояний экологической опасности, урбосистема.

V. Shmandiy, T. Alekseeva, E. Kharlamova

CHARACTERISTICS OF ECOLOGICAL DANGER OF METRICS DEGRADATION OF LAND COVER IN URBAN SYSTEM

A comprehensive study of the impact on the environment component of emissions of heavy metals (Zn, Ni, Cu, Cd, Pb, Fe) by examining their accumulation in the soil and leaves of trees, where acid degradation and dehumification of soil, extent of damage the leaves and needles of plants. It is established that soil degradation rates correlate with the levels of man-made component of ecological danger. Tehnogeochemical halos increased accumulation of certain ingredients observed at relatively large distances from emission sources. The dependence degree of the acid-alkaline soil degradation on the level of air pollution by oxides of sulfur and nitrogen is determined. The maximum accumulation of iron in the leaves of most trees is admitted that corresponds to its relatively high emissions of man-made objects. As the status indicators of ecological danger poplar and maple are recommended as they are characterized by the accumulation of harmful substances. A correlation between the spatial locations of areas with the significant damage of the leaves and needles and zones of maximum anthropogenic impact is defined. The feasibility of using the state of soil and vegetation as an indicator of ecological danger in the technologically laden region is scientifically proved.

Keywords: ecological safety; ground-cover plants; heavy metals; soil degradation; indicators of ecological danger status; urban system.