

**БІОГЕОХІМІЧНІ АНОМАЛІЇ НАКОПИЧЕННЯ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ
У ҐРУНТАХ ПРОМИСЛОВИХ ЦЕНТРІВ (на прикладі м. Кременчука)***Кременчуцький державний політехнічний університет*

Наведено екологічну оцінку ґрунтів м. Кременчук. Розраховано коефіцієнти концентрації важких металів, складено геохімічні ряди їх акумуляції в ґрунті, виявлено біогеохімічні аномалії, виділено п'ять зон забруднення ґрунтів згідно з прийнятою шкалою сумарного показника концентрацій.

Ключові слова: біогеохімічні аномалії, важкі метали, урбоєкосистема, коефіцієнт концентрацій, зони забруднення.

І. І. Saranenko

*Kremenchug State Polytechnic University***BIOGEOCHEMICAL HEAVY METALS ANOMALIES IN THE SOILS OF INDUSTRIAL
CENTRES (CITY OF KREMENCHUG AS AN EXAMPLE)**

Heavy metals content in soils was estimated: concentration coefficients were calculated, geochemical series of the metals accumulation in soil were designed, biogeochemical anomalies were revealed, 5 zones of soil pollution were determined according to the scale of summarized concentration index.

Keywords: biogeochemical anomalies, heavy metals, urban ecosystem, coefficient of concentration, polluted zones.

Відомо, що вміст хімічних елементів у ґрунтах обумовлюється факторами ґрунтоутворення. Тому кожному типу ґрунту відповідає певний склад макро- і мікроелементів та їх розподіл за генетичними горизонтами. У межах кожного зонального типу ґрунтів унаслідок нестачі або надлишку деяких елементів існують біогеохімічні природні аномалії розповсюдження важких металів. З діяльністю рудників, шахт, металургійних і хімічних підприємств, електростанцій пов'язано утворення антропогенних біохімічних аномалій, встановлено різке підвищення вмісту окремих хімічних елементів у ґрунті.

На урбанізованих територіях забруднені ґрунти шкідливі як джерело інгаляційного потрапляння важких металів в організм людини шляхом вторинного забруднення приґрунтового шару повітря (Строганова, Мягкова, 1996). У присутності великої кількості каталізаторів важкі метали трансформуються в рухомі міграційно-здібні сполуки, що надходять у ґрунтові води та за межі техногенних ландшафтів (Пасічний, Сердюк, 2002). Екологічні наслідки забруднення ґрунтів важкими металами виявляються пізніше, ніж наслідки забруднення повітряного середовища. Тому екологічна оцінка ґрунтового покриву на території розвинених індустріальних міст актуальна.

ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Індустріальний Кременчук належить до міст з великою і розвинутою промисловою інфраструктурою. 37 % від загальної площі міста належить промисловим підприємствам. Головними галузями промисловості є нафтохімічна, машинобудівна, металообробна, легка та харчова промисловість. Управліннями екологічної безпеки міста встановлено, що 58 підприємств викидають 156 видів шкідливих речовин, що становить 70 % викидів Полтавської області. Загальний обсяг валових викидів 36 підприємств складає 70300 т/рік. Місто належить до кластерного типу розміщення промислових об'єктів (Злобін, 2000).

Характер виробництва та географічне розташування об'єктів техногенної небезпеки дозволили розподілити територію міста на п'ять технозон: Південну, Північну,

Західну, Центральну та Східну з промисловими, промислово-селитебними та рекреаційними підзонами.

Для визначення поліелементних геохімічних аномалій ґрунту використовували геохімічні показники, що оцінюють розподіл суми елементів-забруднювачів, з урахуванням ступеня участі кожного металу в сукупному забрудненні (Смірнова, Ревич, 1989):

1. Коефіцієнт концентрації – $K_{Ci} = C_i / C_{\phi}$, де C_i – фактична концентрація забруднювача в ґрунті, мг/кг, C_{ϕ} – фонові концентрації забруднювача в ґрунті, мг/кг.

2. Сумарний показник концентрації:

$$СПК = \sum C = \sum_{i=1}^n K_{Ci} - (n-1)$$

де K_{Ci} – коефіцієнт концентрації хімічного елемента; n – число елементів з $K_{Ci} > 1$.

При розрахунках СПК важких металів у ґрунтового покриві м. Кременчука як абсолютний фоновий еталон використовували ґрунти парку ім. І. Ф. Котлова, що найменше підлягає впливу антропогенного фактора.

Екологічну оцінку забруднення ґрунтів виконували згідно зі шкалою Р. С. Смірнові, Б. А. Ревич (1989):

- клас I СПК < 8 – ґрунти практично чисті;
- клас II СПК 8–16 – ґрунти слабкозабруднені;
- клас III СПК 16–32 – ґрунти середньозабруднені;
- клас IV СПК 32–64 – ґрунти сильнозабруднені;
- клас V СПК 64–128 – ґрунти надмірно сильнозабруднені;
- клас IV СПК > 128 – ґрунти максимально забруднені.

ґрунти відбирались з 20-сантиметрового шару. Уміст важких металів Fe, Mn, Cu, Zn, Ni, Pb, Cd у ґрунтах визначали атомно-абсорбційним методом (Іванов, 1974).

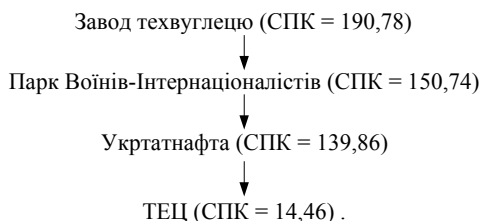
РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

У ґрунтах м. Кременчука виявлені наступні ґрунтового-геохімічні аномалії.

У Північній технозоні (табл. 1) установлено формування залізо-мідно-марганцевих (у ґрунтах території заводів технічного вуглецю, парку Воїнів-Інтернаціоналістів, ТЕЦ), залізо-мідної (Укртатнафта), мідно-марганцевої (проспект 50-річчя Жовтня) аномалій.

Максимальні коефіцієнти концентрації Fe ($K_C = 162,84$), Mn ($K_C = 5,75$), Zn ($K_C = 2,32$), Ni ($K_C = 2,33$), Pb ($K_C = 7,88$) виявлені в ґрунтах території заводу техвуглецю, Mn ($K_C = 5,78$), Cd ($K_C = 0,91$) – Укртатнафти.

Відповідно до величин СПК важких металів у ґрунтах території підприємств і парків даної технозони можна подати в наступній зменшувальній послідовності:



Таблиця 1

Геохімічні аномалії важких металів у ґрунтах Північної технозони

Місце відбору проб ґрунту	СПК	Геохімічний ряд акумуляції важких металів
1	2	3
Промислова підзона		
Укртатнафта	139,86	Fe _{120,37} – Cu _{8,49} – Mn _{5,75} – Pb _{5,4} – Zn _{2,32} – Ni _{1,62} – Cd _{0,91}

1	2	3
Завод техвуглецю ТЕЦ	190,78 14,46	Fe _{162,84} – Cu _{14,79} – Pb _{7,88} – Mn _{5,03} – Ni _{2,33} – Zn _{2,24} – Cd _{0,67} Fe _{9,57} – Cu _{2,45} – Pb _{1,48} – Mn _{0,99} – Zn _{0,96} – Cd _{0,64} – Ni _{0,37}
Рекреаційна підзона		
Парк Воїнів- Інтернаціоналістів	150,74	Fe _{136,34} – Cu _{6,98} – Mn _{5,52} – Pb _{3,2} – Zn _{1,95} – Ni _{1,13} – Cd _{0,62}
Селитебна підзона		
Проспект 50-річчя Жовтня	15,6	Cu _{6,0} – Mn _{3,6} – Zn _{3,6} – Fe _{2,4} – Pb _{0,8} – Cd _{0,7} – Ni _{0,5}

У Південній технозоні (табл. 2) виділено залізо-цинково-мідну (вагонобудівний завод), свинцево-залізо-мідну (сталеливарний завод) ґрунтові аномалії. Найбільші коефіцієнти концентрації Fe ($K_{Ci} = 34,23$), Zn ($K_{Ci} = 5,32$) встановлені в ґрунтах території вагонобудівного заводу; Mn ($K_C = 4,62$), Cu ($K_{Ci} = 6,87$), Ni ($K_{Ci} = 0,45$), Pb ($K_{Ci} = 15,38$), Cd ($K_{Ci} = 0,73$) – у ґрунтах території сталеливарного заводу.

Таблиця 2

Геохімічні аномалії важких металів у ґрунтах Південної технозони

Місце відбору проб ґрунту	СПК	Геохімічний ряд акумуляції важких металів
Промислово-селитебна підзона		
Вагонобудівний завод	46,29	Fe _{34,23} – Zn _{5,32} – Cu _{4,94} – Mn _{3,0} – Pb _{0,88} – Cd _{0,55} – Ni _{0,37}
Сталеливарний завод	38,53	Pb _{15,38} – Fe _{11,24} – Cu _{6,87} – Mn _{4,62} – Zn _{3,24} – Cd _{0,73} – Ni _{0,45}

У ґрунтах Західної технозони (табл. 3) території заводів КрАЗ і колісного виявлена залізо-мідна ґрунтово-геохімічна аномалія, де СПК = 118,35, K_{Ci} (Fe) = 90,26, K_{Ci} (Cu) = 27,55. Установлено формування цинково-свинцевої аномалії в рекреаційній підзоні (СПК = 14,8): K_{Ci} (Zn) = 9,67, K_{Ci} (Pb) = 2,31.

Таблиця 3

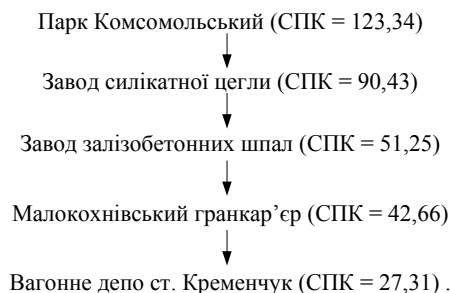
Геохімічні аномалії важких металів у ґрунтах Західної технозони

Місце відбору проб ґрунту	СПК	Геохімічний ряд акумуляції важких металів
Промислово-селитебна підзона		
КрАЗ, колісний завод	118,35	Fe _{90,26} – Cu _{27,55} – Pb _{1,9} – Mn _{1,23} – Zn _{1,17} – Cd _{0,20} – Ni _{0,04}
Рекреаційна підзона		
Зелена зона, КрАЗ, колісний завод	14,8	Zn _{9,67} – Pb _{2,31} – Cu _{2,26} – Mn _{1,92} – Ni _{1,15} – Fe _{0,82} – Cd _{0,67}

Для ґрунтів території Східної технозони (табл. 4) характерним є формування залізо-мідно-марганцевих (завод силікатної цегли), залізо-мідно-свинцевих (вагонне депо ст. Кременчук), залізо-мідних (завод залізобетонних шпал) і залізо-свинцево-марганцевих (Малокохнівський гранкар'єр) ґрунтово-геохімічних аномалій.

Найбільш значні коефіцієнти концентрації Fe ($K_{Ci} = 111,95$), Mn ($K_{Ci} = 4,04$) встановлені для ґрунтів Комсомольського парку; Cu ($K_{Ci} = 10,92$), Cd ($K_{Ci} = 0,47$) – для території вагонного депо; Zn ($K_{Ci} = 3,19$) – заводу залізобетонних шпал, Pb ($K_{Ci} = 4,35$) – Малокохнівського гранкар'єру K_{Ci} (Ni, Cd) < 1.

Відповідно до значень СПК важких металів у ґрунтах парку і підприємства даної технозони утворюють низхідний ряд:



Таблиця 4

Геохімічні аномалії важких металів у ґрунтах Східної технозони

Місце відбору проб ґрунту	СПК	Геохімічний ряд акумуляції важких металів
Рекреаційна підзона		
Парк Комсомольський	123,34	Fe _{111,95} – Cu _{5,87} – Mn _{4,04} – Pb _{3,14} – Zn _{1,54} – Cd _{0,44} – Ni _{0,36}
Промислово-селитебна підзона		
Завод силікатної цегли	90,43	Fe _{83,52} – Cu _{3,98} – Mn _{2,94} – Zn _{1,68} – Pb _{1,53} – Cd _{0,41} – Ni _{0,37}
Вагонне депо ст. Кременчук	27,31	Fe _{11,49} – Cu _{10,92} – Pb _{4,35} – Zn _{2,05} – Mn _{1,72} – Cd _{0,47} – Ni _{0,31}
Завод залізобетонних шпал	51,25	Fe _{43,0} – Cu _{3,55} – Zn _{3,19} – Mn _{3,04} – Pb _{1,85} – Cd _{0,41} – Ni _{0,21}
Малокохнівський гранкар'єр	42,66	Fe _{34,23} – Pb _{4,14} – Mn _{3,43} – Cu _{2,55} – Zn _{1,81} – Cd _{0,39} – Ni _{0,11}

У Центральній технозоні (табл. 5) виявлено формування залізо-марганцево-свинцевих (шкіряно-шорний завод), залізо-мідних (міськмолокозавод, парк МЮДа), мідно-залізо-свинцевих (завод «Кредмаш»), залізо-мідно-свинцевих (парк Придніпровський) аномалій.

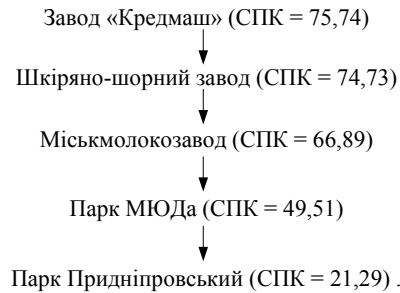
Таблиця 5

Геохімічні аномалії важких металів у ґрунтах Центральної технозони

Місце відбору проб ґрунту	СПК	Геохімічний ряд акумуляції важких металів
Рекреаційна підзона		
Парк Придніпровський	21,29	Fe _{16,52} – Cu _{2,94} – Mn _{1,97} – Pb _{1,95} – Zn _{1,43} – Cd _{0,33} – Ni _{0,15}
Парк МЮДа	49,51	Fe _{33,98} – Cu _{5,89} – Mn _{5,17} – Zn _{5,08} – Pb _{2,25} – Ni _{0,57} – Cd _{0,57}
Промислово-селитебна підзона		
Завод «Кредмаш»	75,74	Cu _{35,81} – Fe _{27,63} – Pb _{6,15} – Mn _{4,65} – Zn _{4,21} – Ni _{1,64} – Cd _{0,65}
Шкіряно-шорний комбінат	74,73	Fe _{60,86} – Mn _{5,50} – Pb _{4,57} – Cu _{3,77} – Zn _{3,23} – Ni _{1,18} – Cd _{0,62}
Міськмолокозавод	66,89	Fe _{55,03} – Cu _{5,73} – Pb _{3,85} – Mn _{3,57} – Zn _{1,94} – Cd _{0,46} – Ni _{0,31}

Найбільші коефіцієнти концентрації Fe ($K_{Ci} = 60,86$), Mn ($K_{Ci} = 5,50$) визначені в пробах ґрунту території шкіряно-шорного заводу; Cu ($K_{Ci} = 35,81$), Ni ($K_{Ci} = 1,64$), Pb ($K_{Ci} = 6,15$) – заводу «Кредмаш»; Zn ($K_{Ci} = 5,08$) – парку МЮДа; Cd ($K_{Ci} < 1$).

Відповідно до значень СПК важких металів ґрунти парків і підприємств даної групи утворюють низхідний ряд:



На території міста виявлено п'ять зон забруднення ґрунтів згідно з прийнятою шкалою СПК важких металів для ґрунтового покриву (Смирнова, Ревич, 1989).

Зона максимального забруднення включає в себе територію парку Воїнів-Інтернаціоналістів, Укртатнафти і заводу техвуглецю, які знаходяться в межах однієї Північної технозони.

Зона дуже сильного забруднення охоплює ґрунти територій промислових підприємств Центральної, Східної, Західної технозон: шкіряно-шорний завод, міськмолокозавод, завод «Кредмаш», завод силікатної цегли, КраЗ, колісний завод.

До зони сильного забруднення належать ґрунти територій вагонобудівного, сталеливарного заводів, Малокохнівського гранкар'єру, заводу залізобетонних шпал, парку МЮДа.

Зона середнього забруднення включає ґрунти території вагонного депо ст. Кременчук і парку Придніпровського.

Зона слабого забруднення: ТЕЦ, зелена зона заводів КраЗ і колісного.

Практично чистою зоною є територія парку ім. І. Ф. Котлова, що обрана нами за фонову.

* * *

Результати проведеного зонування м. Кременчука за ступенем забруднення ґрунтового покриву важкими металами свідчать, що сформовані ґрунтово-геохімічні аномалії поліелементні за своїм складом і характеризуються асинхронно проявленими типами високих концентрацій окремих елементів, пов'язаних з технологічними особливостями промислових підприємств і метеорологічною ситуацією.

Найбільша кількість ґрунтово-геохімічних аномалій виявлена в Центральній і Східній технозонах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- Злобін Ю. А.** Основи екології. – К.: Лібра, 1998. – С. 40-47.
- Иванов Д. М.** Спектральный анализ почв. – М.: Колос, 1974. – 349 с.
- Пасічний П. В., Сердюк С. М.** Динаміка важких металів у ґрунтовому покриві у зв'язку з техногенним забрудненням оточуючого середовища (на прикладі м. Дніпропетровська) // Наук. праці Ін-ту проблем природокористування та екології НАН України «Екологія і природокористування». – Д., 2002. – Вип. 4. – С. 111-117.
- Смирнова С. С., Ревич Б. А.** Система геохимических показателей для оценки состояния окружающей среды при разработке территориальных комплексных схем охраны природы городов // Биогеохимические методы при изучении окружающей среды. – М.: ИМГРЭ, 1989. – С. 117-123.
- Строганова М. Н., Мягкова А. Д.** Влияние негативных экологических процессов на почвы города (на примере Москвы) // Вестник МГУ. – 1996. – Сер. 17. Почвоведение. – № 4. – С. 37-45.

Надійшла до редколегії 12.04.05