

Д. В. Шелінговський
студент IV курсу ОР Бакалавр
спеціальність **Е2 «Екологія»**
науковий керівник: **Т. А. Сафранов**
доктор геолого-мінер. наук, професор
кафедри екології та охорони довкілля

ОЦІНКА ЗАБРУДНЕНOSTІ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ ОКРЕМИХ ДІЛЯНОК ОДЕСЬКОЇ ПРОМИСЛОВО-МІСЬКОЇ АГЛОМЕРАЦІЇ

Актуальність дослідження. В умовах інтенсивного антропогенного забруднення складових довкілля урбанізованих територій, зокрема ґрунтового покриву, особливу актуальність набуває оцінка рівня забруднення ґрунтів важкими металами.

Мета роботи: оцінка рівня забруднення важкими металами ґрунтів окремих ділянок Одеської промислово-міської агломерації (ПМА).

Результати дослідження та їх аналіз. При оцінці рівня забруднення ґрунтів використовують значення таких показників: індекс геоаккумуляції (*Igeo*); коефіцієнт концентрації; індекс забруднення; показник потенційного екологічного ризику та інші. В даній роботі було розраховано індекс геоаккумуляції (*Igeo*) за формулою:

$$Igeo = \log_2(C_i/1,5 GB),$$

де C_i – вміст ВМ у верхньому гумусовому горизонті;

GB – фоновий вміст ВМ для ґрунтів степової зони України [1];

1,5 – коефіцієнт, що використовується для виявлення незначного антропогенного впливу.

Залежно від значення індексу геоаккумуляції виділяють [2]:

- 1) чисті ґрунти (< 0);
- 2) ґрунти від слабого до середнього рівня забруднення (0-1);
- 3) ґрунти середнього рівня забруднення (1-2);
- 4) ґрунти від середнього до сильного рівня забруднення (2-3);
- 5) ґрунти сильного рівня забруднення (3-4);
- 6) ґрунти дуже сильного рівня забруднення (4-5).

На території Одеської ПМА спостерігаються досить різноманітні ґрунтово-геохімічні характеристики ґрунтового покриву. В умовах процесу інтенсивної урбанізації ґрунти зазнали впливу багатьох антропогенних факторів, у результаті якого відбувалася зміна їхніх фізико-хімічних властивостей, накопичення та, як наслідок, підвищення концентрацій забруднюючих речовин, зокрема ВМ [3].

Аналіз раніше проведених досліджень [4] показує, що найбільш забрудненими є ґрунти *промислової зони* (0,5-1,7 мг/кг), де вміст рухомих форм *Cd* перевищує значення гранично допустимої концентрації (ГДК) на 70 % території. Серед найбільш забруднених є ґрунти вул. Чорноморського козацтва – 10,5 мг/кг та району Лузанівка – 150 мг/кг.

Серед мережі *автотранспортних магістралей* найбільш забрудненими є вулиці Балківська, Середньофонтанська та Канатна, де концентрації важких металів досягають до 1 мг/кг.

В межах *селітебної та рекреаційної зон* найбільш забрудненими є проспект Шевченка (0,87 мг/кг), Дюківський сад (1,40 мг/кг) та Михайлівський парк (0,92 мг/кг), в яких перевищення нормативних значень важких металів складає приблизно 4 % [4].

Варто зазначити, що вміст рухомих форм *свинцю* у міських ґрунтах різних функціональних зон коливається в діапазоні від 1,5 до 202 мг/кг. В межах зон інтенсивного впливу транспорту 80 % досліджуваної території мають концентрації *Pb*, що переважають значення ГДК. Рівень забруднення територій парків і скверів залежить від відстані до автомагістралей.

Вміст *рухомих форм цинку*, як і свинцю, у ґрунтах урбанізованої території змінюється у дуже широкому діапазоні – від 1,45 мг/кг до 240 мг/кг. За вмістом рухомих форм цинку 50 % території агломерації перевищують нормативні значення (ГДК). Найбільшим забрудненням характеризуються промислова зона (понад 8 мг/кг) та ділянки вдовж автотранспортних магістралей (понад 3 мг/кг).

Концентрації *кобальту* у ґрунтах Одеси також змінюються у широкому діапазоні – від 0,12 мг/кг до 22,15 мг/кг [4]. Найбільш забрудненими територіями є Лузанівка (понад 22,15 мг/кг), де спостерігається перевищення його фонового вмісту більш ніж у 50 разів та вул. Балківська (10 мг/кг). Найбільш забруднені сполуками *міді*: вул. Люстдорфська дорога – 17 мг/кг; вул. Балківська – 14 мг/кг; Адміральський проспект – 9 мг/кг, що перевищує значення ГДК у 3-5 разів.

На фоні техногенно-напружених частин міста особливе місце займають зони парків і скверів. За даними [5], у цих зонах перевищення значень ГДК не спостерігаються лише для *міді*. Вміст *цинку* перевищує значення ГДК у 6 разів, а вміст *свинцю* перевищує ГДК у 8 разів.

За даними [5] щодо вмісту важких металів у ґрунтах окремих парків і скверів Одеської ПМА було проведено розрахунок індексу геоаккумуляції (табл. 1).

Дані розрахунків для основних функціональних зон урбанізованої території [2] наведені у табл. 2.

Таблиця 1 – Вміст важких металів та значення індексу геоаккумуляції (*Igeo*) для ґрунтів на ділянках у межах окремих парків і скверів Одеської промислово-міської агломерації

№ ділянки	Вміст важкого металу, мг/кг ґрунту / значення <i>Igeo</i>			Рівень забруднення ґрунтів за значенням <i>Igeo</i>
	<i>Pb/ Igeo</i>	<i>Zn/ Igeo</i>	<i>Cu/ Igeo</i>	
1	4,54/-2,10	241,60/1,38	0,18/-7,81	чисті (Pb, Zn), середній (Zn)
2	6,89/-1,50	13,22/-2,81	0,92/-5,46	чисті (Pb, Zn, Cu)
3	6,14/-1,67	15,02/-2,63	1,07/-5,24	чисті (Pb, Zn, Cu)
4	50,27/1,37	37,90/-1,30	1,32/-4,94	середній (Pb), чисті (Zn, Cu)
5	37,79/0,95	18,38/-2,34	0,93/-5,44	слабкий-середній (Pb) чисті (Zn, Cu)
6	2,66/-2,87	0,89/-6,71	1,36/-4,90	чисті (Pb, Zn, Cu)
7	4,53/-2,11	35,58/-1,39	0,49/-6,37	чисті (Pb, Zn, Cu)
8	9,74/-1,00	87,54/-0,09	1,33/-4,93	чисті (Pb, Zn, Cu)
9	48,32/1,31	25,10/-1,89	1,37/-4,89	середній (Pb), чисті (Zn, Cu)
10	38,90/1,00	38,29/-1,28	1,58/-4,68	слабкий-середній (Pb) чисті (Zn, Cu)

Примітка: 1 – схили біля санаторію імені Чкалова; 2 – сквер біля Одеської обласної ради (під деревами); 3 – сквер біля Одеської обласної ради (трава, газон); 4 – «Дюківський сад» (Розкидайлівська, 69); 5 – парк «Дюківський сад»; 6 – меморіал 411 берегової батареї; 7 – парк «Аеропортівський»; 8 – парк «Перемоги»; 9 – парк імені М. Горького; 10 – парк імені Т. Шевченка.

Таблиця 2 – Вміст важких металів та значення індексу геоаккумуляції (*Igeo*)

№ функціональної зони міста	Вміст важкого металу, мг/кг ґрунту / значення <i>Igeo</i>			Рівень забруднення ґрунтів за значенням <i>Igeo</i>
	<i>Pb/ Igeo</i>	<i>Zn/ Igeo</i>	<i>Cu/ Igeo</i>	
1	20,16/0,05	24,60/-1,92	11,02/-1,88	слабкий-середній (Pb) чисті (Zn, Cu)
2	18,19/-0,10	23,07/-2,01	8,02/-2,34	чисті (Pb, Zn, Cu)
3	61,16/1,65	82,66/-0,17	12,58/-1,69	слабкий-середній (Pb) чисті (Zn, Cu)
4	20,50/0,07	58,00/-0,68	1,16/-5,13	слабкий-середній (Pb) чисті (Zn, Cu)

Примітка: 1 – транспортна зона; 2 – рекреаційна зона;
3 – промислова зона; 4 – селітебна зона.

Результати попередніх досліджень щодо вмісту важких металів у ґрунтах окремих парків і скверів Одеської ПМА доповнені результатами власних досліджень.

Проби ґрунтів (згідно з вимогами ДСТУ 4287:2004) було відібрано у парках Перемоги та імені Т. Шевченка. Особливий інтерес мають

результати експериментального біосенсорного біолюмінесцентного аналізу проб ґрунтів, проведених в Інституті біоколоїдної хімії імені Ф.Д. Овчаренка НАН України.

Біосенсорний біолюмінесцентний метод аналізу, використаний для оцінки рівня екотоксичності зразків ґрунту, схематично може бути представлений наступним чином (рис. 1):

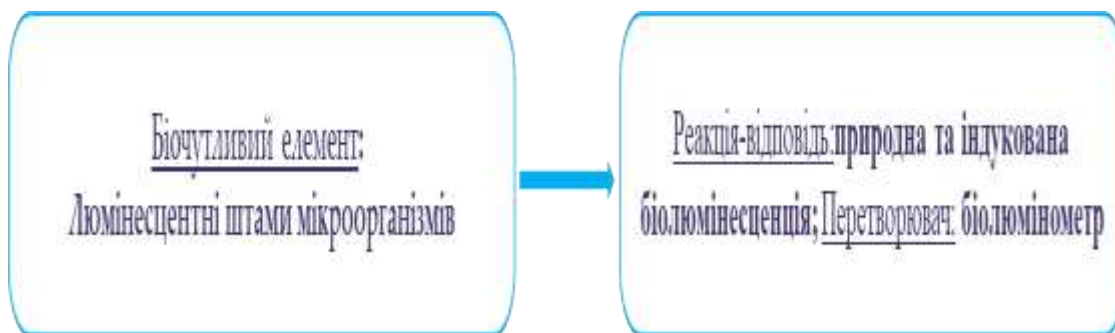


Рисунок 1 – Загальна схема біосенсорного біолюмінесцентного аналізу

Зазначений метод визначення екотоксичності базується на реєстрації змін інтенсивності біолюмінесценції бактеріальних штамів-компонентів сенсорного елементу – під впливом токсичних речовин, присутніх у пробі, що аналізується (водний екстракт), порівняно з контролем.

Основними перевагами клітинних біосенсорних аналізаторів вважають:

- 1) високу чутливість;
- 2) специфічність;
- 3) здатність до визначення біотоксичної частки забруднюючої речовини;
- 4) швидкість реакції-відповіді;
- 5) простоту використання;
- 6) економічність [6].

Параметр екотоксичності відображає рівень інтегральної забрудненості ВМ, виражається як відношення інтенсивності біолюмінесценції бактерій при контакті дослідної проби до інтенсивності біолюмінесценції бактерій при контакті з еталонною (контрольною) пробой (еталонні ґрунти/вода).

Діапазони ризику залежно від значення параметра екотоксичності (E) класифікують як: 1) *низький* - від 0,6-0,9 до 1,1-1,5; 2) *середній* - від 0,4-0,6 до 1,5-1,7; 3) *високий* - від 0,2-0,4 до 1,7-2,0.

Висновки:

1. Підвищений вміст важких металів у ґрунтах зафіксований на ділянках промислової зони та на автомагістралях з інтенсивним рухом автотранспортних засобів.

2. На фоні цих техногенно-напружених частин урбанізованої території важливе місце займають паркові зони та сквери, але й за даними у цих

зонах спостерігаються перевищення концентрацій окремих важких металів порівняно зі значеннями ГДК, винятком є концентрації міді. Проте навіть на ділянках промислової зони й автомагістралей виявлено ґрунти від слабкого до середнього рівня забруднення та чисті ґрунти. Для ґрунтів на ділянках у межах окремих парків і скверів Одеської промислово-міської агломерації, прилеглих до техногенно-напружених зон, також зафіксовані ґрунти від слабкого до середнього рівня забруднення, на інших ділянках – чисті ґрунти.

3. За результатами біосенсорного біолюмінесцентного аналізу проб ґрунтів паркових зон міста Одеса (Україна) можна зазначити:

а) не зафіксовано вираженого інгібування рівня люмінесценції мікробних клітин – основи сенсорних елементів, що свідчить про відсутність речовин, токсичних для ґрунтових мікроорганізмів;

б) зафіксований незначний рівень стимуляції люмінесценції мікробних клітин – основи сенсорних елементів може бути пов'язаний із впливом підвищеного вмісту органічної компоненти у зразках ґрунту;

в) проаналізовані зразки ґрунту паркових зон міста Одеса (Україна) віднесені до низького рівня екотоксичності;

г) рівень забруднення окремими важкими металами низький, що відповідає їхньому рівню забруднення за значеннями індексу геоаккумуляції.

4. Доцільним є продовження досліджень рівня забрудненості важкими металами окремих ділянок Одеської промислово-міської агломерації за різними методиками з метою виявлення закономірностей їхньої просторово-часової мінливості.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Фатєєва, А. & Пашенко, Я. (Ред). (2023). Фоновий вміст мікроелементів у ґрунтах України. Харків, 2023. URL: <https://digieduhack.com/challenges-images/assets/89> (дата звернення 27.04.2025).

2. Muller G. Index of Geoaccumulation in Sediments of the Rhine River // GeoJournal. 1969. V. 2. P. 108-118.

3. Хохрякова А. І., Куліджанов Е. В. Характеристика ґрунтів Одеси. Вісник Львівського університету. Серія геогр. 2018. № 52. С. 293–302.

4. Домусчи С. В. Чинники і географія забруднення ґрунтів Одеської міської та приміської зон: дис. д-р., філософії: 106. Одеса, 2023. 225 с.

5. Хохрякова А. І., Михайлюк В. І. Ґрунти міста Одеси: монографія. Одеса: Видавничий дім «Гельветика», 2021. 247 с.

6. Задорожня А. М., Грузіна Т. Г., Дибкова, Ульберг З. Р. Біолюмінесцентні бактерії як сенсорні елементи для визначення вмісту іонів важких металів // Біотехнологія. 2008.-Т.1, №4. С.69 – 75.