

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ І. І. МЕЧНИКОВА

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

Домусчи Світлана Василівна

УДК 631.41:504.5 (477.74) (043.5)

ДИСЕРТАЦІЯ
ЧИННИКИ І ГЕОГРАФІЯ ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ ОДЕСЬКОЇ МІСЬКОЇ
ТА ПРИМІСЬКОЇ ЗОН

106 «Географія»

10 «Природничі науки»

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

_____ С. В. Домусчи

Науковий керівник: Тригуб Валентина Іванівна,
кандидат географічних наук, доцент

Одеса – 2023

АНОТАЦІЯ

Домусчи С. В. Чинники і географія забруднення ґрунтів Одеської міської та приміської зон. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 106 «Географія» галузі знань 10 «Природничі науки». Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, Одеса, 2023.

Сучасний характер розвитку людської цивілізації призводить до значних негативних порушень екологічного стану природного середовища. Як в теперішній час, так і в найближчому майбутньому не можна повністю нейтралізувати негативну роль людини у біосфері, що потребує наукового обґрунтування допустимих меж антропогенного впливу як на природні комплекси загалом, так і ґрунтовий покрив зокрема.

Ґрунти є невід’ємним компонентом навколишнього середовища, являючись незамінним засобом виробництва в сільському господарстві та виконуючи певні фітосанітарні функції у міському середовищі.

Одеса – велике промислове та курортне місто, на території якого розташовані найбільший морський порт, підприємства машинобудування, хімічної, нафтохімічної, харчової і легкої промисловостей та розвинений транспортний зв’язок.

Велике техногенне навантаження на природне середовище, нерівномірна територіальна концентрація виробництва, високий вміст забруднюючих речовин у викидах автомобільного транспорту призводить до забруднення ґрунтів міста та погіршення їх екологічних властивостей. Особливо небезпечним є забруднення ґрунтового покриву сільськогосподарського використання в межах впливу автомобільного транспорту та ґрунтів міста важкими металами.

Мета роботи – оцінка рівня забруднення ґрунтів і ґрунтового покриву міста Одеси та приміської зони в умовах сучасного транспортного та промислового навантаження.

Природними ґрунтами міської та приміської зон є чорноземи південні. В межах міста природні ґрунти зустрічаються лише в межах окремих паркових зон та

на території Ботанічного саду. Антропогенні ґрунти міста вирізняються значною строкатістю та неоднорідністю їх утворення (на культурних шарах, природних похованих ґрунтах, шарах будівельного сміття тощо).

Рослинний покрив газонів міста бідний, представлений 2-10 видами. У десятці рослин, що мають найбільше значення в формуванні газонів, переважають бур'яни та злакові трави, що сприяють задернуванню поверхні ґрунту. Поверхня міських ґрунтів характеризується різним ступенем рекреаційного навантаження (слабким, середнім або його відсутністю) та проєктивним покриттям рослинності від 0 до 100 % (на штучно озеленених газонах). Ґрунти, як правило, захаращені включеннями побутового та будівельного сміття.

За гранулометричним складом ґрунти міста переважно легко- та середньосуглинкові; чорноземи південні приміських зон характеризуються переважно важкосуглинковим гранулометричним складом.

Реакція середовища (рН ґрунтового розчину) верхніх гумусових горизонтів міських ґрунтів коливається в широких межах: від лужної до сильно лужної (7,37-9,14 зі значним зміщенням в лужний бік, що є загальною тенденцією урбанізованих ґрунтів. Найбільш високі значення рН ґрунтового розчину мають ґрунти в межах значного впливу автомобільного транспорту та промислових підприємств. Підвищена лужність окремих міських ґрунтів пов'язана із підвищеним вмістом у вбирному ґрунтовому комплексі ввібраного натрію, що є результатом антропогенного впливу. Вміст обмінного кальцію, магнію і натрію має високу варіативність і коливається відповідно: вміст обмінного кальцію – від 0,16 до 8,72 ммоль/100 г ґрунту; магнію – від 0,02 до 0,76 ммоль/100 г ґрунту, натрію – 0,01-53,00 ммоль/100 г ґрунту. Чорноземи південні приміської зони мають нейтрально-слабколужну реакцію середовища; на узбіччі (в межах впливу автомобільного транспорту) – лужну. Середній вміст обмінного кальцію, магнію і натрію за межами впливу автомобільного транспорту становить відповідно 0,49 ммоль/100 г ґрунту; 0,15 ммоль/100 г ґрунту; 0,09 ммоль/100 г ґрунту та на узбіччі – 0,43 ммоль/100 г ґрунту; 0,11 ммоль/100 г ґрунту; 0,22 ммоль/100 г ґрунту.

Забезпеченість міських ґрунтів поживними речовинами вирізняється високою варіативністю як за окремими елементами, так і в межах різних функціональних зон міста. Середній вміст фосфору варіює від дуже низького до дуже високого вмісту; калію – від середнього до високого; ступінь забезпечення мінеральним азотом досліджуваних ґрунтів усіх функціональних зон міста – дуже висока (окрім контрольної ділянки, яка характеризується дуже низьким ступенем).

За вмістом загального гумусу чорноземи південні за межами впливу автомобільного транспорту мають низький вміст гумусу (2,08-2,87 %); біля узбіччя дороги – переважно середній вміст (4,73-5,48 %). Міські ґрунти вирізняються високою варіативністю щодо рівня загального вмісту гумусу – від дуже низького до високого. Досліджувані ґрунти м. Одеси та приміської зони в межах впливу автомобільного транспорту, промислових підприємств та при поєднаному їх впливі мають підвищений вміст гумусу у порівнянні з контрольними ділянками.

Найбільш актуальним та доступним біоіндикатором для вивчення екологічного стану ґрунтів є їх целюлозолітична активність, яка опосередковано дозволяє судити про здатність ґрунтів до самоочищення. Інтенсивність руйнування целюлози в досліджуваних ґрунтах оцінюється в межах дуже слабка – середня, що обумовлено як мінливістю кліматичних факторів (температури, вологості), так і значною строкатістю режимів та властивостей самих ґрунтів.

Проведено оцінку рівня забруднення ґрунтів міста Одеси та приміської зони за вмістом рухомих форм окремих важких металів (марганець, цинк, кобальт, мідь, кадмій, свинець) та розраховано сумарний показник забруднення. Вміст важких металів у ґрунтах різних функціональних зон міста та приміської зони у межах впливу автомобільного транспорту (узбіччя дороги) є високим, а в межах впливу автомобільного транспорту та промислових підприємств перевищує гранично допустимі концентрації за свинцем – 88 % територій; за міддю – 44 %; цинком – 6 %. Сумарний показник забруднення досліджених ґрунтів міста відповідає категорії з надзвичайно небезпечним та високим рівнем забруднення (77 % досліджуваних ґрунтів). Максимальні значення сумарного показника забруднення ґрунтів визначені в межах промислової зони та впливу автомобільного транспорту.

Більшість досліджуваних ґрунтів міста характеризуються незадовільним екологічним станом за коефіцієнтами концентрації цинку, міді та свинцю. Нормальний екологічний стан встановлено для ґрунтів усіх функціональних зон міста та приміської зони за коефіцієнтом концентрації марганцю.

Оскільки сполуки важких металів та інші токсичні речовини, як правило, мають комплексний вплив на рослини, визначено ступінь фітотоксичності ґрунтів методом біотестування. Ґрунти міської та приміської зон вирізняються високою варіативністю: від слабкого (контрольна ділянка та рекреаційна зона міста) до вище середнього (промислова зона міста).

Важкі метали та інші токсичні речовини, які потрапляють в навколишнє середовище з викидами від транспорту та промислових підприємств, спричиняють суттєвий негативний вплив і на організм людини. За результатами визначення ризику для здоров'я населення від впливу забруднення ґрунтів міста та приміської території важкими металами встановлено, що основними забруднюючими елементами, які можуть сприяти негативному впливу на здоров'я людини, є цинк, вміст якого за шкалою оцінки екологічної небезпеки забруднення ландшафтів відповідає дуже небезпечному рівню. Такий рівень забруднення сполуками цинку може призвести до збільшення загальної захворюваності дітей та порушення репродуктивної функції у жінок. Інтенсивність забруднення марганцем та кадмієм для ґрунтів усіх зон відповідає допустимій категорії інтенсивності, при якій спостерігається найнижчий рівень захворюваності; кобальтом – безпечний та допустимий рівень (50 % – допустима; 50 % – безпечна), міддю – від допустимого до дуже небезпечного рівня (дуже небезпечна – 50 %; допустима – 17 %; безпечна – 17 %; небезпечна – 16 %), свинцем – від безпечного до дуже небезпечного (50% – дуже небезпечна; 33 % – небезпечна; 17 % – безпечна).

Встановлено наявність прямого кореляційного зв'язку між концентрацією важких металів у ґрунті та поширеністю захворювань населення. Так, виявлено зв'язок між забрудненням ґрунту цинком ($r = 0,831$), свинцем ($r = 0,692$) та поширеністю хвороб нервової системи; між поширеністю новоутворень та вмістом міді у ґрунтах ($r = 0,570$); поширеність хвороб сечостатевої системи та хвороб

кістково-м'язової системи має найвищий кореляційний зв'язок із вмістом у ґрунті кадмію.

З метою покращення умов екологічного стану ґрунтів міста та приміської зони, а також зменшення впливу їх забруднення на здоров'я населення запропоновано проведення моніторингу міських ґрунтів з використанням певного переліку показників та періодичністю їх проведення.

Ключові слова: чорноземи, міські ґрунти, класифікація, фізико-хімічні властивості, важкі метали, функціональні зони міста, антропогенно-техногенне навантаження, забруднення ґрунтів, екологічна оцінка, система «ґрунт-рослина-людина», моніторинг ґрунтів.

ABSTRACT

Domuschy S. V. Factors and geography of soil pollution in the Odesa urban and suburban areas. – Qualification scientific work on the rights of the manuscript.

Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in the specialty 106 «Geography», field of knowledge 10 «Natural Sciences». – Odesa I. I. Mechnikov National University, Odesa, 2023.

The modern nature of the development of human civilisation leads to significant negative impacts on the ecological state of the environment. Both at present and in the near future, the negative role of humans in the biosphere cannot be completely neutralised, which requires scientific justification of the permissible limits of anthropogenic impact on natural complexes in general and soil cover in particular.

Soils are an integral component of the environment, being an indispensable means of production in agriculture and performing certain phytosanitary functions in the urban environment.

Odesa is a large industrial and resort city with the following facilities the largest seaport, machine-building and metalworking enterprises, chemical and petrochemical, food and automotive industries and developed transport links.

Large technogenic load on the environment, uneven territorial concentration of production, high content of pollutants in emissions from motor vehicles leads to pollution of the city's soils and deterioration of their environmental properties. Particularly dangerous is the pollution of agricultural soil within the area of influence of motor vehicles and urban soils with heavy metals.

The aim of the study is to assess the level of soil and ground cover pollution in the city of Odesa and the suburban area under the conditions of modern transport and industrial load.

The natural soils of urban and suburban areas are southern black soils. In the city, natural soils are found only within certain park areas and on the territory of the Botanical Garden. The city's anthropogenic soils are marked by significant diversity and heterogeneity of their formation (on cultural layers, natural buried soils, layers of construction waste, etc.)

The vegetation cover of the city's lawns is poor, represented by 2-10 types. In the top ten plants that are most important in the formation of lawns are dominated by weeds and cereal grasses that help to sod the soil surface. The surface of urban soils are characterised by varying degrees of recreational load (weak, medium or absent), and projected vegetation cover from 0 to 100% (on artificially greened lawns). Soils are usually cluttered with inclusions of household and construction waste.

In terms of granulometric composition, the city's soils are predominantly light to medium loamy; black soils in the southern suburban areas are characterised by a predominantly heavy loamy granulometric composition.

The reaction of the environment (pH of the soil solution) of the upper humus horizons of urban soils varies widely: from alkaline to strongly alkaline (7,37- 9,14) with a significant shift to the alkaline side, which is a general trend of urbanised soils. The highest pH values of soil solution are found in soils within of significant impact of road transport and industrial enterprises.

The increased alkalinity of some urban soils is associated with an increased content of absorbed sodium in the soil absorption complex, which is the result of anthropogenic impact. The content of exchangeable calcium, magnesium and sodium is highly variability

and varies accordingly: exchangeable calcium content - from 0,16 to 8,72 mmol/100 g of soil; magnesium - from 0,02 to 0,76 mmol/100 g of soil, sodium – 0,01-53,00 mmol/100 g of soil. Black soils in the southern suburban zone have a neutral, slightly alkaline reaction of the environment; on the roadside (within the influence of motor vehicles) - alkaline. Accordingly, the average content of exchangeable calcium, magnesium and sodium outside the influence of road transport is 0, 49 mmol/100 g of soil, 0,15 mmol/100 g of soil, 0,09 mmol/100 g of soil and on the roadside 0,43 mmol/100 g of soil, 0,11 mmol/100 g of soil, 0,22 mmol/100 g of soil.

The availability of nutrients in urban soils is highly variability both in terms of individual elements and within different functional zones of the city. The average phosphorus content ranges from very low to very high; potassium - from medium to high; the degree of mineral nitrogen supply in the studied soils of all functional zones of the city is very high (except for the the control plot, which is characterised by a very low level).

In terms of total humus content, southern black soils outside the influence of road transport have a low humus content (2,08-2,87 %); near the roadside - mostly medium content (4,73-5,48 %). Urban soils are characterised by high variability in terms of total humus content, ranging from very low to high. The tested soils of Odesa and the suburban area within the influence of road transport and industrial enterprises and their combined impact have an increased humus content compared to the control plots.

The most relevant and accessible bioindicator for studying of the ecological state of soils is their cellulolytic activity, which indirectly allows us to evaluate the ability of soils to self-purify. The intensity of cellulose destruction in the studied soils is estimated to be very weak to medium, which is due to both the variability of climatic factors (temperature, humidity) and a significant variety of regimes and properties of the soils themselves.

The level of soil pollution in Odesa and the suburban area was assessed by the content of mobile forms of certain heavy metals (manganese, zinc, cobalt, copper, cadmium, lead) and calculated the total pollution index. The content of heavy metals in soils of different functional zones of the city and suburban areas within of road transport (roadside) is high, and within the influence of road transport and industrial enterprises

exceeds the maximum permissible concentrations for lead – 88 % of the territories; copper – 44 %; zinc – 6 %. The total pollution index of the studied soils of the city corresponds to the category with extremely dangerous and high level of pollution (77 % of the studied soils). The maximum values of the total soil pollution index were determined within the industrial zone and the impact of road transport.

The most of the studied soils of the city are characterised by unsatisfactory ecological condition in terms of zinc, copper and lead concentrations. Normal ecological condition was established for soils of all functional zones of the city and suburban areas in terms of manganese concentration.

As heavy metal compounds and other toxic substances tend to have a complex effect on plants, have a complex effect on plants, the degree of phytotoxicity of soils was determined by the method of biotesting. The soils of the urban and suburban areas are characterised by high variability: from light (control site and recreational area of the city) to above average (industrial zone of the city).

Heavy metals and other toxic substances released into the environment with emissions from transport and industrial enterprises, cause significant negative impact on the human body.

Based on the results of the assessment of the risk to public health from the impact of soil pollution in urban and suburban areas with heavy metals, it was found that the main pollutants elements that can contribute to a negative impact on human health is zinc, whose content, according to the scale for assessing the environmental hazard of landscape pollution corresponds to a very dangerous level. This level of contamination with zinc compounds can lead to an increase in the overall illness rate among children and impaired of reproductive function in women. The intensity of manganese and cadmium pollution for soils of all zones corresponds to the permissible intensity category, at which the lowest level of diseases is observed; cobalt - safe and permissible level (50 % – permissible; 50 % – safe), copper – from permissible to very dangerous level (very dangerous – 50 %; permissible – 17 %; safe – 17 %; dangerous – 16 %), copper - from safe to very dangerous (50 % – very dangerous; 33 % – dangerous; 17 % – safe).

A direct correlation between the concentration of heavy metals in the soil and the prevalence of diseases in the population. As a result, we found a significant maximum correlation between soil zinc pollution ($r = 0,831$), lead ($r = 0,692$) and the prevalence of nervous system diseases; between the prevalence of tumours and copper content in soils ($r = 0,570$); the prevalence of diseases of the urogenital system and diseases of the musculoskeletal system have the highest correlation with cadmium content in the soil.

In order to improve the environmental conditions of the city's soils and suburban areas, and to reduce the impact of their pollution on public health, it is proposed to monitoring of urban soils using a certain list of indicators and the frequency of their implementation.

Keywords: chernozem, urban soils, classification, physical and chemical properties, heavy metals, functional zones of the city, anthropogenic-technogenic load, soil pollution, environmental assessment, soil-plant-human system, soil monitoring.

Наукові праці, в яких опубліковані основні результати дослідження

Публікації у наукових фахових виданнях України:

(* - особистий внесок здобувача)

1. Тригуб В. І., Бочевар С. В., Купчик А. М. Ґрунтово-екологічні особливості міських ґрунтів (на прикладі м. Одеси). *Вісник Одеського національного університету*. Серія : Географічні та геологічні науки. 2016. Т. 21, Вип. 1. С. 98-109 (*досліджено основні фізико-хімічні властивості міських ґрунтів)

2. Домусчи С. В., Тригуб В. І. Біотестування як метод визначення екологічного стану міських ґрунтів. *Наукові записки ТДПУ імені Володимира Гнатюка*. Серія: *Географія*. 2020. № 2 (випуск 49). С. 156-164. DOI:<https://doi.org/10.25128/2519-4577.20.1.16>. (*проведено фітоіндикаційні дослідження, оформлено і описано результати дослідження)

3. Тригуб В. І., Домусчи С. В. Біотестування як метод дослідження токсичності ґрунтів. *Вісник Одеського національного університету*. Серія: *Географічні та геологічні науки*. 2020. Т. 25. Вип. 2 (37). С. 112-127. DOI: [10.18524/2303-9914.2020.2\(37\).216565](https://doi.org/10.18524/2303-9914.2020.2(37).216565) (*оформлено результати дослідження)

4. **Домусчи С. В.**, Тригуб В. І. Целюлозолітична активність ґрунтів міста Одеси. *Вісник Одеського національного університету. Серія: Географічні та геологічні науки.* 2022. Т. 27. Вип. 1 (40). С. 61-71. DOI: 10.18524/2303–9914.2022.1(40).257533. (*проведено польовий дослід, проаналізовано, оформлено і описано результати дослідження)

5. Тригуб В. І., **Домусчи С. В.** Екотоксикологічна оцінка впливу автозаправних станцій на забруднення міських ґрунтів важкими металами. *Вісник Одеського національного університету. Серія: Географічні та геологічні науки.* 2023. Т. 28. Вип. 1(42). С. 68-83. DOI: 10.18524/2303–9914.2023.1(42).282237 (*визначено вміст важких металів у ґрунтах, оформлено і описано результати дослідження)

Публікації у закордонних фахових виданнях, які включені до міжнародних наукометричних баз:

6. Trigub V., **Domuschy S.** 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.* 2022. 31(1). P. 152-162. DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.15421/112215> (*Web of Science Core Collection*) (*визначено вміст важких металів у ґрунтах, проаналізовано, оформлено і описано результати дослідження)

Публікації в інших виданнях:

7. 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 Kamtoh Tebug, Svitlana Voloshanska. Czestochowa: Publishing House of Polonia University «Educator». 2020. P. 38-48 (*підрозділ у монографії*). (*визначено вміст важких металів у ґрунтах, проаналізовано, оформлено і описано результати дослідження)

8. **Домусчи С.**, Тригуб В. Съвременно екологично и геохимично състояние на почвите в парковете на град Одеса (Украйна). *Проблеми на географията.* 2022. Книга 1-2. С. 115-127. DOI: 10.35101/prg-2022.1-2.6 (*періодичне видання країн ЄС*)

(*визначено вміст важких металів у ґрунтах, інтерпретовано результати, зроблено переклад)

Публікації, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

Тези в збірниках матеріалів наукових конференцій:

9. **Домусчи С. В.** Екологічний стан ґрунтів міста Одеси. *Новини науки XXI століття, XXIV Міжнародна науково-практична інтернет-конференція*. м. Вінниця, 23 листопада 2018 року. Ч.7, С. 25-29.

10. Тригуб В. І., **Домусчи С. В.** Вміст важких металів у ґрунтах міста Одеси та приміських територій. *Ґрунтознавчо-географічна наука і практика – традиції та сьогодення*: матеріали Всеукраїнської наук. конф., присвяченої 100-річчю від народження д. с.-г. н., проф. І. М. Гоголева (м. Одеса, 12-13 вересня 2019 року) / [відп. ред. проф. Є. Красеха і доц. Я. Біланчин]. Одеса: ОНУ, 2019. С. 214-222.

11. Trygub V., Adabovska M., **Domuschy S.** Features of an ecological condition of a soil cover of the city of Odessa (Ukraine). *XV Міжнародна конференція «Стратегія якості в промисловості і освіті»*: Матеріали. Дніпро-Варна, 2019. С. 177-182.

12. **Домусчи С. В.**, Тригуб В. І. Аналіз геохімічного стану придорожніх територій великого міста. *The VIII th International scientific and practical conference «Modern problems in science»*, November 09-12, 2020, Prague, Czech Republic. P. 205-210.

13. **Домусчи С. В.**, Тригуб В. І. Застосування ГІС-технологій у дослідженні міських ґрунтів. *Гідротехнічне будівництво: минуле, сьогодення, майбутнє*: Матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених «Гідротехнічне будівництво: минуле, сьогодення, майбутнє» (Херсон, 28-29 жовтня 2021 року). Херсон: ХДАЕУ, 2021. Вип. 4. С. 123-126.

14. Тригуб В. І., **Домусчи С. В.** Біотестування: теоретико-методологічні аспекти. *Аграрна наука: стан та перспективи розвитку*: збірник тез Першої науково-практичної конференції (наукове електронне видання), 26 березня 2021 р. Одеса: ОДАУ, 2021. С. 69-71.

15. **Домусчи С. В.**, Тригуб В. І. Changement des propriétés du sol dans la ville d'Odessa sous l'influence du transport automobile et des entreprises industrielles. *The XIII*

International Science Conference «Development of modern science: theory, methodology, practice», March 18-19, 2021, Madrid, Spain. P. 55-58.

16. **Домусчи С. В.**, Тригуб В. І. Вплив урбаністичного середовища на екологічний стан ґрунтового покриву. *Місце України в європейському просторі: геопросторові риси та європейська уніфікація*: матеріали всеукраїнського семінару, присвяченого Дню Європи – 2021 (18 травня 2021 р.). Тернопіль: Вектор, 2021. С. 51-53.

17. **Домусчи С. В.**, Тригуб В. І. Ризик для здоров'я населення від забруднення ґрунтів важкими металами (на прикладі міста Одеси). *Горизонти ґрунтознавства*: збірник матеріалів наукової конференції студентів і аспірантів (м. Львів, 17 травня 2022 року). Вип. 2. Львів, 2022. С. 50-56.

18. **Домусчи С. В.**, Тригуб В. І. Моніторинг міських земель. *Сучасні тенденції розвитку геодезії, землеустрою та природокористування*: збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції (м. Одеса, 15-16 червня 2022 р.). ОДАУ, Факультет геодезії, землеустрою та агроінженерії. Одеса, 2022. С. 113-116.

19. **Domuschy S. V.**, Trigub V. I. The influence of military actions on the environmental condition of the soils of Ukraine. *Сучасний стан ґрунтового покриву України в умовах збройної агресії російської федерації*: збірник тез Міжнародної науково-практичної конференції (м. Харків, 20 жовтня 2022 р.). ННЦ «ІГА імені О. Н. Соколовського», Харків, 2022. С. 54-57.

20. **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. 2022. P. 51-58. DOI: 10.5220/0011341100003350.

21. Тригуб В. І., **Домусчи С. В.** Важкі метали в чорноземах масивів зрошення Одещини. Генеза, географія та екологія ґрунтів = Genesis, geography and ecology of soils: матеріали Міжнародної наукової конференції «Ґрунтознавство ХХІ століття: сучасні виклики та стратегія розвитку», присвяченої 30-річчю кафедри ґрунтознавства і географії ґрунтів Львівського національного університету імені Івана Франка (м. Львів, 21-23 вересня 2023 року). Львів, 2023. Вип. 6. С. 168-174.

ЗМІСТ

	стор.
ВСТУП.....	16
РОЗДІЛ 1. ҐРУНТИ ЯК КОМПОНЕНТ УРБОСЕРЕДОВИЩА.....	23
1.1. Урбанізація – найпотужніший чинник трансформації навколишнього середовища.....	23
1.2. Історія вивчення міських ґрунтів.....	25
1.3. Місце та роль ґрунту в міському середовищі.....	29
1.4. Методологічні проблеми дослідження міських ґрунтів.....	32
1.4.1. Систематика міських ґрунтів.....	32
1.4.2. Діагностика міських ґрунтів.....	47
Висновки до розділу 1.....	50
РОЗДІЛ 2. ОБ’ЄКТИ ТА МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	51
2.1. Програма робіт.....	51
2.2. Об’єкти дослідження.....	52
2.3. Методики проведення польових та лабораторно-аналітичних досліджень.....	54
РОЗДІЛ 3. ЧИННИКИ ҐРУНТОУТВОРЕННЯ ТЕРИТОРІЇ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	64
3.1. Чинники з природною домінантою.....	64
3.2. Чинники з техногенною домінантою.....	70
3.2.1. Вплив промислових підприємств.....	70
3.2.2. Вплив автомобільного транспорту.....	72
3.3. Ґрунти міста Одеси та приміської зони.....	75
Висновки до розділу 3.....	79
Розділ 4. ХАРАКТЕРИСТИКА ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ МІСТА ОДЕСИ ТА ПРИМІСЬКОЇ ЗОНИ.....	80
4.1. Загальні показники стану поверхні ґрунтового покриття.....	80
4.2. Фізичні та фізико-хімічні властивості.....	82

4.3. Біологічні властивості.....	98
Висновки до розділу 4.....	102
Розділ 5. ЗАБРУДНЕННЯ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ МІСТА ОДЕСИ ТА ПРИМІСЬКОЇ ЗОНИ.....	105
5.1. Екотоксикологічна характеристика важких металів.....	105
5.2. Вміст важких металів у ґрунтовому покриву міста Одеси та приміської зони.....	107
5.3. Фітотоксичність ґрунтів міста та приміської зони.....	127
5.4. Вплив забруднення ґрунтів важкими металами на захворюваність населення.....	131
Висновки до розділу 5.....	144
Розділ 6. МОНІТОРИНГ ҐРУНТІВ МІСТА ТА ПРИМІСЬКОЇ ЗОНИ.....	146
Висновки до розділу 6.....	158
ВИСНОВКИ.....	160
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	164
ДОДАТКИ.....	199

ВСТУП

Актуальність дослідження. Розширення міст та об'єднання їх в агломерації призводить до інтенсивного впливу людини на довкілля, як самого мегаполісу, так і великих просторів навколо нього. Згідно з даними, що наводяться на конференціях SUITMA (Soils of Urban, Industrial, Traffic, Mining and Military areas), на теперішній час у містах проживає половина людства, до 2030 року прогнозується 60 %, а до 2050 – 70 % населення [330].

І саме тому питання екологічного стану ґрунтового покриву урбанізованих територій привертають пильну увагу вчених різних країн (Burghardt, 1994; Мірзак, 1999; Тітенко, 2007; Вовк, 2007; Гришко, 2012; Тригуб, 2016; Яковішина, 2019; Хохрякова, 2021; Домусчи, 2022 та багато інших) [28, 55, 78, 153, 242, 245, 259, 277, 287].

Збереження якісного, екологічно безпечного для життєдіяльності суспільства стану ґрунтів закріплено і у вітчизняному законодавстві. Правове регулювання у сфері збереження ґрунтів та охорони їх родючості здійснюється відповідно до Конституції України, Земельного кодексу України, Законів України «Про охорону навколишнього природного середовища», «Про охорону земель», «Про державний контроль за використанням та охороною земель», «Про землеустрій» та інших нормативно-правових актів. Правову охорону ґрунтів від забруднення виробничими та іншими відходами частково регулює Закон України «Про відходи» [103-107, 130].

Ґрунти міських територій довгий час не досліджувалися ґрунтознавцями, незважаючи на те, що важливість таких досліджень була обґрунтована ще В. В. Докучаєвим більше 150 років тому. Загальновідомо, що ґрунти, які функціонують у навколишньому середовищі міст, відрізняються надзвичайною гетерогенністю та гетерохронністю складення та властивостей, є важливим фактором їх екологічного стану, зокрема й санітарного, що обумовлює необхідність систематики та інвентаризації таких ґрунтів, а також вивчення особливостей їх екологічного стану та функцій (Бортнік, 1999; Вовк, 2004; Гунько, 2015; Кривицька та інш., 2018; Домусчи, Тригуб, 2021; Борис, Телегуз, 2022 та інші) [9, 10, 12, 13, 24-26, 37, 42, 58,

69, 72, 129, 132, 140, 142, 157, 164, 170, 171, 172, 190, 217, 231, 235, 241, 257, 260, 262, 285, 294, 305, 310, 315, 318, 322, 325].

Дослідженням різноманітного кола проблемних питань міського середовища загалом та ґрунтів зокрема, натепер приділяється велика увага як за кордоном, так і в Україні. І хоча в Україні вивчення міських ґрунтів стало актуальним лише в кінці ХХ сторіччя, наразі накопичено достатньо наукової інформації, щодо вивчення особливостей забруднення та зміни основних властивостей міських ґрунтів. Проте ці відомості мають розрізнений і фрагментарний характер.

Дослідження ґрунтового покриву урбоєкосистем проводяться переважно у найбільших промислових центрах України (Київ, Львів, Дніпро, Харків, Одеса, Кривий Ріг, Маріуполь, Вінниця та інші) (Клименко, 2004; Гуцуляк та інш., 2008; Дмитрук, 2010; Мислива, Герасимчук, 2011; Волощинська, 2012; Кармазиненко та інш., 2014; Тригуб та інш., 2016; Кривицька, 2020; Хохрякова, Михайлюк, 2021 та інші) [19, 39, 44, 48, 51, 59, 63, 66, 69, 76, 97-99, 101, 121, 123-127, 137, 139, 141, 166, 167, 178, 187, 194, 211, 219, 222, 227, 245, 259, 262, 273].

Аналіз літературних джерел свідчить про теоретичну та практичну важливість проведення комплексного екологічного дослідження ґрунтового покриву міста Одеси як великого промислового та курортно-оздоровчого центру півдня України.

Об'єкт дослідження: урбофункціональні особливості забруднення ґрунтів міста Одеси та приміської зони.

Предметом дослідження є природні і техногенні чинники ґрунтоутворення та сучасний рівень забруднення ґрунтів території дослідження, зокрема важкими металами.

Мета та завдання дослідження.

Мета роботи – оцінка рівня забруднення ґрунтового покриву міста Одеси та приміської зони в умовах сучасного транспортного та промислового навантаження.

Для досягнення мети були поставлені наступні **завдання**:

а) проаналізувати теоретико-методологічні проблеми дослідження міських ґрунтів;

б) схарактеризувати сукупність чинників формування ґрунтів міста Одеси та приміської зони;

в) дослідити комплекс показників різних властивостей міських ґрунтів, що забезпечують їхнє функціонування як компонента екосистеми (фізичні, фізико-хімічні, біологічні);

г) визначити рівень забруднення ґрунтів міста та приміської зони важкими металами;

д) розробити критерії оцінки екологічного стану міських ґрунтів;

е) дослідити рівень ризику для здоров'я населення від забруднення ґрунтів важкими металами за моделлю пробіт-регресії;

є) розробити показники та критерії моніторингу міських ґрунтів.

Методи дослідження. Методологія досліджень заснована на інформаційному пошуку джерел вітчизняної та зарубіжної літератури, у тому числі Інтернет-ресурсів, обґрунтування актуальності, визначення мети та завдань. Програма досліджень включала відбір зразків ґрунту, проведення польових та лабораторних досліджень, статистичної обробки отриманих даних, аналізі та узагальненні отриманих результатів.

Для вирішення поставлених завдань використовували загальноприйняті (системний, аналізу, спостереження, порівняльно-географічний, порівняльно-аналітичний, статистико-математичний, картографічний) та спеціальні наукові ґрунтознавчо-географічні (фізичні, фізико-хімічні, біологічні, медико-екологічні) методи досліджень. Карти-схеми місця розташування точок відбору ґрунтових зразків, розповсюдження ґрунтів за вмістом важких металів, сумарного показника забруднення та ризику для здоров'я населення створено у програмному пакеті Surfer 19. Для візуалізації й аналізу статистичних даних використане програмне забезпечення Microsoft Excel.

Наукова новизна результатів досліджень.

Уперше:

– встановлені урбофункціональні особливості сучасного забруднення ґрунтів в межах великого міста та приміської території;

- запропоновано бальну систему оцінки ступеня захащення та рекреаційного навантаження на ґрунтовий покрив міста;
- розроблено систему діагностичних показників оцінки екологічного стану міських ґрунтів;
- встановлено зв'язок між рівнем забруднення ґрунтів важкими металами та здоров'ям населення міста Одеси;
- запропоновано показники та критерії моніторингу ґрунтового покриву міста з метою контролю екологічного стану системи «ґрунт-рослина-людина».

Удосконалено:

- методичні підходи щодо визначення рівня забруднення міських ґрунтів та проведення їх комплексної оцінки.

Набули подальшого розвитку:

- особливості класифікації та діагностики міських ґрунтів;
- дослідження фізико-хімічних властивостей міських ґрунтів у контексті їх екологічного стану.

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота є самостійно виконаним науковим дослідженням, у якому сформульовано мету та завдання дослідження, обрано та уточнено методичні підходи до їх вирішення. Здобувачка безпосередньо брала участь у проведенні польових та лабораторно-аналітичних досліджень, визначала автотранспортне навантаження, проводила біологічні дослідження по визначенню фітотоксичності та целюлозолітичної здатності ґрунтів, виконала аналіз отриманих даних, побудувала картосхеми, визначила залежність між вмістом хімічних елементів та захворюваністю населення міста, сформулювала висновки. За безпосередньою участю авторки в лабораторії Одеської філії державної установи «Інститут охорони ґрунтів України» визначено вміст важких металів. Результати досліджень, які наведені у дисертаційній роботі та опубліковані у наукових статтях, належать авторці та є її науковим доробком.

Апробація матеріалів дисертації. Основні положення та результати досліджень доповідались та обговорювались на Всеукраїнській науковій конференції «Ґрунтознавчо-географічна наука і практика – традиції та сьогодення»

(12-13 вересня 2019 року, м. Одеса), XV Міжнародній конференції «Стратегія якості в промисловості і освіті» (3-6 червня 2019 року, м. Дніпро-Варна), першій науково-практичній конференції «Аграрна наука: стан та перспективи розвитку» (26 березня 2021 року, м. Одеса), науковій інтернет-конференції студентів і аспірантів «Горизонти ґрунтознавства» (17 травня 2022 року, м. Львів), Четвертій Всеукраїнській науково-практичній конференції «Євроінтеграція екологічної політики України» (25 жовтня 2022 року, м. Одеса), Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасний стан ґрунтового покриву України в умовах російської збройної агресії» (20 жовтня 2022 року, м. Харків), Міжнародній науковій конференції «Ґрунтознавство XXI століття: сучасні виклики та стратегія розвитку» (21-23 вересня 2023 року, м. Львів) та щорічних наукових конференціях професорсько-викладацького складу Одеського національного університету імені І. І. Мечникова (2018-2022 рр.).

Основні положення і результати дисертації були впроваджені в освітній процес Кулевчанського опорного закладу-ліцею з початковою школою та гімназією та у навчальний процес на геолого-географічному факультеті на кафедрі географії України, ґрунтознавства і земельного кадастру ОНУ імені І. І. Мечникова. Результати дисертаційного дослідження використовуються в роботі Одеської філії Державної установи «Інститут охорони ґрунтів України», приватного акціонерного товариства «Южний» та фермерського господарства «Кулевча» (додатки Е-И).

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Обраний напрям дисертаційного дослідження пов'язаний із наступними науковими темами: НДР № 577 «Розробити екологічно-безпечну систему землеробства чорноземної зони України в умовах інтенсивних агротехнологій та зміни клімату», 2019. № держ.реєстрації 0117U001116; НДР № 603 «Встановити масштабність і наслідки деградації чорноземів України в умовах сучасної зміни клімату та сільськогосподарського використання», 2022. № держ. реєстрації: 0120U102180; НДР «Розробити наукові основи управління родючістю гідродefіцитних ґрунтів чорноземно-степової зони Одещини в умовах змін клімату та земельних відносин» (2021-2022 р.) до виконання завдання 01.01.03.02.Ф. «Розробити наукові основи

управління родючістю гідродefіцитних ґрунтів в умовах змін клімату та земельних відносин» ПНД НААН 1 «Раціональне використання і стає управління ґрунтовими ресурсами, збереження родючості та здоров'я ґрунтів, захист їх від деградації» («Ґрунтові ресурси України: інформаційне забезпечення, раціональне використання, менеджмент, технології») на 2021-2025 рр.; «Оцінити сучасний агро меліоративний стан чорноземів масивів зрошення півдня України в умовах припинення поливів та зниження їхньої інтенсивності» НДР ОНУ КГ 01 «Удосконалити систему інформаційного забезпечення моніторингу та комплексного управління родючістю зрошуваних і виведених зі зрошення чорноземів Одещини», що виконувалось в рамках завдання 01.01.03.02.Ф. Удосконалити систему інформаційного забезпечення ґрунтово-меліоративного обстеження, моніторингу та комплексного управління родючістю зрошуваних, вилучених зі зрошення та солонцевих земель (керівник Балюк С. А., д.с.-г.н., академік НААН) за програмою досліджень ПНД НААН 1 «Ґрунтові ресурси: прогноз розвитку, збалансоване використання та управління» на 2016-2020 рр.

Практичне значення результатів досліджень. Розроблена система діагностичних показників екологічного стану міських ґрунтів може бути використана для проведення моніторингових досліджень та комплексної ґрунтово-екологічної оцінки ґрунтового покриву великих промислових міст та інших урбанізованих територій, які зазнають значного антропогенного навантаження. Виконані дослідження є додатковим джерелом забезпечення інформаційної діяльності з ведення державного земельного кадастру, здійснення державного земельного контролю за використанням та охороною земель приміської та міської зони. Дослідження впливу важких металів у ґрунтах на захворюваність населення дозволить прийняти науково-обґрунтоване рішення щодо пріоритетності впровадження природоохоронних заходів, а також можуть бути основою створення перспективного плану робіт із відновлення та «оздоровлення» міських ґрунтів.

На теперішній час результати дисертаційного дослідження використовуються та впроваджені у виробництво Одеською філією «Інститут охорони ґрунтів України» (додаток Ж), а також використовуються під час здійснення відповідних

агрозаходів на ґрунтах сільськогосподарського призначення та присадибних ділянках Кулевчанської громади (додатки З, И).

Виконані дослідження по визначенню впливу автомобільного транспорту та промислових підприємств на ґрунтовий покрив міста та приміської зони можна використовувати для розробки адвокаційних кампаній підвищення екологічності транспортних систем міст, при формуванні пріоритетів транспортної стратегії міст і регіонів та в якості інформаційного матеріалу.

Матеріали дисертаційного дослідження використовувались при читанні окремих лекцій з наступних предметів та семінарських занять: «Урбосередовище-проблеми сьогодення», «Ґрунтознавство», «Правові основи використання ґрунтово-земельних ресурсів», «Людина і навколишнє середовище».

Публікації. За результатами дослідження дисертаційної роботи опубліковано 21 наукову працю; з них: 1 стаття – у періодичному науковому виданні, проіндексованому у базах даних Web of Science Core Collection; 1 стаття – у міжнародному науковому виданні країн ЄС; 5 статей – в наукових виданнях, включених до переліку наукових фахових видань України; 1 стаття – розділ монографії (у співавторстві); 13 тез доповідей в збірниках матеріалів наукових конференцій.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається із вступу, шести розділів, висновків, списку використаних джерел (332 найменування), додатків.

Загальний обсяг дисертації становить 247 сторінок. Робота містить 26 таблиць, 31 рисунок, 11 додатків.

РОЗДІЛ 1. ҐРУНТИ ЯК КОМПОНЕНТ УРБОСЕРЕДОВИЩА

1.1. Урбанізація – найпотужніший чинник трансформації навколишнього середовища

Постійне збільшення площі та чисельності населення міст, набуття сільськими поселеннями міських ознак, підвищення ролі міст у соціально-економічному розвитку суспільства, формування міського населення, яке веде специфічний спосіб життя становить сутність процесу, який називається урбанізацією (від лат. urbanus міський) [21, 33, 47].

У процесі урбанізації формується урбоекосистема. Вона включає в себе як природні компоненти: рельєф, геологічну будову, клімат, поверхневі та підземні води, ґрунт, рослинний та тваринний світ, так і штучно створені, що становлять техносферу: промислові підприємства, транспорт, житлові будинки та інше. Крім того, невід'ємним компонентом міського середовища є населення (соціум) та його діяльність. Усі компоненти урбоекосистеми тісно взаємопов'язані між собою [54, 111, 122, 131, 148].

Процес урбанізації є вже стійкою загальносвітовою тенденцією. Якщо простежити історію урбанізації за останні 200 років, то стають очевидними масштаби та швидкість розвитку зазначеного процесу. Так, за даними World Urbanization Prospects (рис. 1) станом на 2020 р. 56 % населення світу проживало в містах, тоді як ще півстоліття тому цей показник становив 37 %, а до 2050 р. прогнозується його зростання до 70 %.

Стрімкими темпами розвивається процес урбанізації і на теренах нашої країни (рис. 1.1). Так, протягом останніх 50 років рівень урбанізації збільшився на 15 %.

Багато років урбосистеми формувалися під впливом виробничої діяльності, завдаючи при цьому невиправні збитки, як природі, так і самому суспільству. Внаслідок чого місто стало джерелом різноманітних екологічних проблем. Причому, чим більше місто, тим сильніше змінене в ньому природне середовище і тим більше виникає екологічних проблем, які дедалі все важче вирішувати [147, 176, 220, 232, 256].

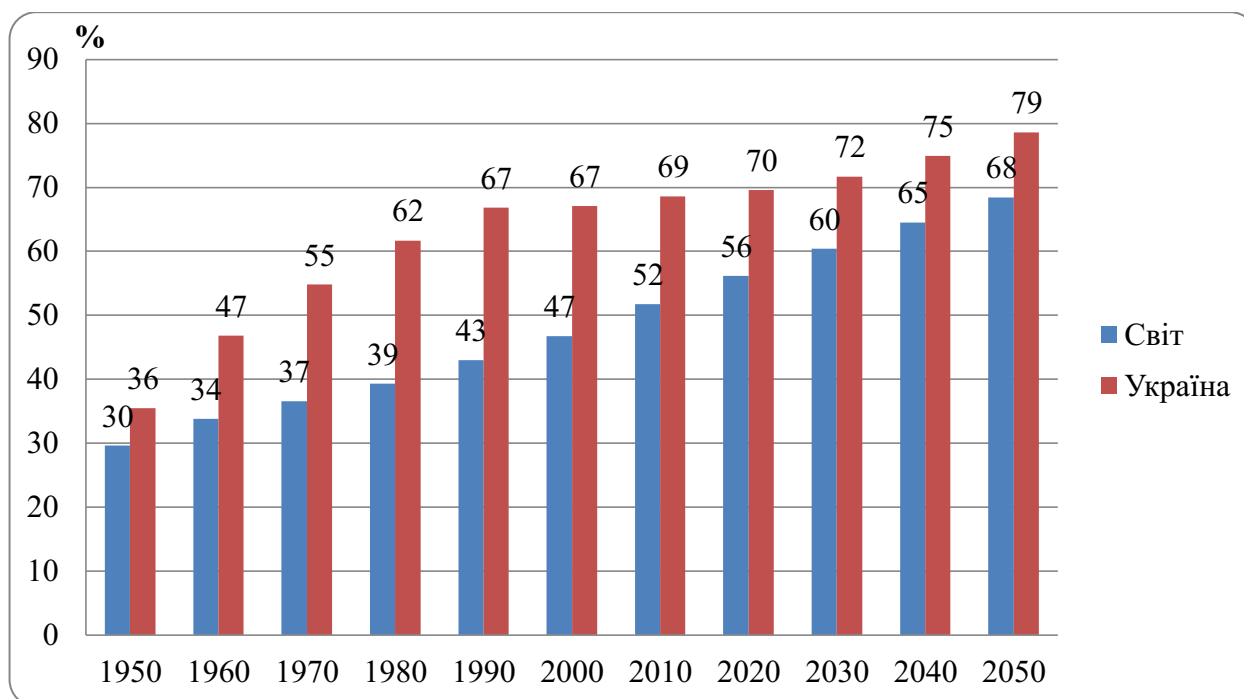


Рис. 1.1. Рівень урбанізації у світі та Україні з 1950 р. по 2050 р.
(побудовано автором за даними [330])

Найбільша техногенна геохімічна дія на природне середовище і населення проявляється саме у великих промислових містах, де контакт людини з навколишнім середовищем найбільш тісний (Стольберг, 2000; Кучерявий, 2001; Волошин, Лепкий, 2004; Волошин та інш., 2009; Клименко та інш., 2010; Сухарев та інш., 2011; Франчук, Запорожець, 2011; Войницький та інш., 2015; Тригуб та інш., 2016; Василенко та інш., 2017; Домусчи, Тригуб, 2018; Хохрякова, Михайлюк, 2021).

Ґрунти (ґрунтовий покрив) як компонент урбоєкосистеми також схильні до негативного впливу антропогенного фактора: збільшується площа покриття території асфальтом (зменшується поверхня ґрунтового покриву), погіршуються ґрунтово-гідрологічні умови (заболочування, просадки), переущільнюється кореневмісний шар і захаращується поверхня ґрунту; змінюється органопрофіль, скорочується біорізноманіття ґрунтової мікрофлори, мезофауни та змінюється їх структура, відбувається зараження патогенними мікроорганізмами, накопичуються забруднюючі речовини, зокрема важкі метали (ВМ) та інші токсиканти, змінюється кислотність та лужність ґрунтів тощо [2, 3, 7, 17, 30, 31, 49, 68, 77, 102, 113, 117, 145, 150, 163, 169, 185, 188, 208, 212, 224, 253, 263, 277, 314, 316, 319].

Останні десятиліття антропогенні порушення ґрунтових процесів та екосистемних функцій ґрунтів, які негативно позначаються на якості життя міських жителів, все більше привертають увагу ґрунтознавців, біологів, екологів. Так, вивчення міських та антропогенно-змінених ґрунтів стає одним із найбільш актуальних напрямів ґрунтознавчо-географічної науки, завданням якої є розвиток сучасних методів, їх опису, класифікації та картографування, вивчення екологічного стану, що знайшло відображення у наукових працях вітчизняних та зарубіжних вчених (Кучерявий, 1981; Burghardt, 1994, 1998; Cordsen, 1996; Hiller, 1996; Вовк, 2001; Тітенко, 2002, 2004; Волошин, 2004; Цветкова, 2005; Клименко, 2007; Lehmann, 2007; Кураєва, 2010; Pavao-Zuckerman, 2008, 2012; Мислива, 2009; Тихоненко, 2012, 2013; Charzyński, 2013, 2017; Яковішина, 2014, 2015, 2019; Тригуб, 2016, 2019, 2020, 2021; Хохрякова, 2016, 2019, 2020, 2021; Домусчи, 2018, 2021, 2022; Domuschy, Trigub, 2022 та інші) [31, 37, 69-78, 146, 169, 236-240, 245, 247, 248, 257-262, 275-277, 287, 289-292, 295, 297-301, 311-313, 317-325, 328, 331-332].

1.2. Історія вивчення міських ґрунтів

На початку становлення ґрунтознавства як науки професор В. В. Докучаєв звернув увагу на необхідність детального дослідження міських ґрунтів. А в 1875 р. вчений вперше запропонував комплексну програму вивчення природи Санкт-Петербурга та його околиць.

Лише через 15 років, в 1890 р. на VIII з'їзді натуралістів та лікарів Докучаєв представив науковий проєкт досліджень міських ґрунтів. В межах ґрунтових досліджень планувалось скласти ґрунтову карту, вивчити «геогностичну» будову ґрунтів, визначити їхні хімічні та механічні властивості, склад та динаміку ґрунтового повітря, властивості ґрунтових вод, а також температуру ґрунту на різних глибинах. Фактично, йшлося про складання екологічного атласу міського середовища на основі системного підходу [322]. Зазначені дослідження проводилися під керівництвом Докучаєва, видатними вченими А. А. Тілло, А. А. Іностранцевим, О. М. Бекетовим, І. В. Мушкетовим, А. І. Воєйковим, А. В. Рад, Г. І. Танфільєвим та іншими. Перші результати діяльності комісії було опубліковано в 1894 р.

Пізніше, на початку ХХ ст., вийшла робота А. А. Іностранцева [322], в якій висвітлено нові відомості про ґрунти, геологію та палеогеографію великого міста Санкт-Петербурга. Вчений звернув увагу на високий рівень стояння ґрунтових вод та забруднення міських ґрунтів відходами та сміттям.

Проте, вперше термін «міський ґрунт» був використаний Л. Т. Земляницьким. У 1963 р. у своїй роботі, яка була опублікована у журналі «Ґрунтознавство» [322], Земляницький обґрунтував необхідність вивчення даного об'єкта дослідження та запропонував класифікацію міських ґрунтів за рівнем їх порушеності. Американському досліднику Дж. Бокгейму (1974) належить перше визначення міського ґрунту, під яким він розумів ґрунтовий матеріал, який містить антропогенний шар несільськогосподарського походження товщиною більше 50 см, утворений шляхом перемішування, заповнення або забруднення поверхні землі на міських та приміських територіях [284, 322].

Широкомасштабне вивчення міських ґрунтів та їх картографування було розпочато у 80-тих роках у США, Великобританії, Німеччині, Польщі та інших країнах. Проте вперше докладне дослідження міських ґрунтів та створення їхньої класифікації було проведено в західній частині Берліну наприкінці 70-х років Блюме та Рунде [282, 283]. У 1987 році була створена Робоча група з вивчення міських ґрунтів Німецького товариства ґрунтознавців (Arbeitskreis Stadtböden der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft), зусиллями якої під керівництвом професора Вольфганга Бурхардта (W. Burghardt) була проведена інтенсивна робота по вивченню та картографуванню ґрунтів у містах Німеччини. Перші публікації зазначеної робочої групи являли собою розрізнені відомості про міські ґрунти. В 1989 році за сприяння федерального управління з навколишнього середовища Німеччини (Umweltbundesamt) була опублікована праця «Empfehlungen des Arbeitskreis Stadtböden der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft für die bodenkundliche Kartieranleitung urban, gewerblich und industriell überformter Flächen (Stadtböden)» (Рекомендації робочої групи міських ґрунтів Німецького ґрунтознавчого товариства щодо педологічного картографування міських, комерційних і промислових територій (міських ґрунтів) [279]. На основі цих

рекомендацій та на базі концепції було розпочато роботи щодо оцінювання, характеристики та класифікації антропогенних міських ґрунтів.

В 1998 р. була створена Робоча група в межах Міжнародного союзу наук про ґрунт (SUITMA), якою були організовані та проведені ряд наукових конференцій у Німеччині, Франції, Єгипті, Китаї, США, Марроко, Польщі, Росії. Діяльність SUITMA спрямована на активізацію міждисциплінарних досліджень властивостей, функціонування та еволюції антропогенних ґрунтів під впливом різних факторів міського середовища на підтримку їх сталого розвитку та посилення ролі ґрунтознавства при управлінні земельними ресурсами [259].

В Україні дослідження щодо вивчення особливостей функціонування міських ґрунтів були започатковані В. П. Кучерявим. Вперше в його монографіях розкрита детальна покомпонентна характеристика урбанізованої екосистеми міста Львова, історія її формування та розвитку [148, 149]. В своїх працях вчений розглядав ґрунти з точки зору субстрату для зелених насаджень, запропонував їх класифікацію.

У 1999 р. у Державному природознавчому музеї НАН України було створено Лабораторію екології та антропогенезу ґрунтів, де одним із основних напрямків дослідження було з'ясування генезису, властивостей та функціональної спроможності антропогенних ґрунтів на прикладі найбільших урботехноекосистем Розточчя-Опілля [28].

Особливий інтерес в той час і нині викликають дослідження міських ґрунтів та спектру тих екологічних функцій, які вони можуть виконувати в умовах міста [26, 72, 123, 189, 190, 206, 223, 280, 281]. Систематика міських ґрунтів та їх функції в міських екосистемах розглянуто в працях (Медведева, 2004; Вовк, 2008; Панас, 2009; Зелінська, 2011; Яковішина, 2015; Хохрякова, 2016 та інших науковців) [29, 108, 114, 115, 162, 184, 186, 236-240, 259, 260, 262, 276, 291, 303, 309, 322].

З метою оптимізації міського середовища для потреб проживання людини та існування біоти нині вчені приділяють значну увагу вивченню геохімічного стану міських ґрунтів.

Наукові роботи (Гуцуляк та інш., 2008; Бочевар, Тригуб, 2016; Сараненко, 2007; Хохрякова, Михайлюк, 2021 та інші) присвячені дослідженню зміни основних фізико-хімічних властивостей міських ґрунтів [15, 63, 217, 151, 262]. Дослідження ґрунтів приміської зони висвітлені в роботах (Бондар та інш., 2015; Поліщук, Антоняк, 2021 та інших) [7, 139, 194].

Дослідження особливостей розвитку та функціонування рослин під впливом антропогенного фактору розглянуто в працях (Бредіхіна, 2011; Дудина та інш., 2016; Олексійченко та інш., 2016; Domuschy, Trigub, 2022 та інших) [17, 97, 183, 292].

Використання рослинних біоіндикаторів для оцінки токсичності міських ґрунтів детально описано у наукових працях (Джура та інш., 2006; Горова та інш., 2014; Григорчук, 2016; Домусчи, Тригуб, 2020 та інші) [52, 53, 61, 65, 71, 121, 133, 134, 136, 143, 173, 195, 212, 230, 246, 247, 268, 275]. Вивчення інтенсивності розкладання целюлози висвітлено в роботі Домусчи, Тригуб, 2022 [77].

Особливості розповсюдження важких металів в ґрунтах великих промислових міст висвітлено у роботах [3-6, 8, 11, 14, 19, 20, 32, 34-36, 50, 56, 57, 60, 66, 67, 112, 135, 138, 144, 155, 156, 175, 203, 213-216, 221, 228, 249, 254, 267, 269, 274, 308].

Важливого значення набувають і дослідження щодо впливу чинників довкілля на здоров'я населення та методи оцінки можливого ризику (Ананьєва, 2017; Рибалова та інш., 2019; Домусчи, Тригуб, 2022) [1, 75, 207].

Останніми роками вчені приділяють значну увагу вивченню впливу викидів автомобільного транспорту на забруднення ґрунтів, що обумовлено значним та постійним збільшенням чисельності автотранспорту в межах міст та в приміських зонах [6, 16, 22, 38, 100, 204, 225, 229, 249, 255, 266, 271, 272 та інші].

Проведений огляд щодо вивчення ґрунтів міських та приміських територій засвідчує розрізненість та відсутність комплексних ґрунтово-екологічних досліджень, практично відсутні дослідження щодо вивчення ґрунтів приміської зони в межах впливу автомобільного транспорту.

Отже, сучасний напрямок досліджень щодо вивчення міських ґрунтів, все більшою мірою має ґрунтознавчо-екологічний напрямок, який представлений

комплексним вивченням міських ґрунтів як одного з компонентів міської екосистеми.

1.3. Місце та роль ґрунту в міському середовищі

Завдяки зусиллям вчених різних країн поняття «міський ґрунт» міцно увійшло в наукову ґрунтознавчу термінологію. Якщо простежити періодику ґрунтознавчих журналів за останні п'ять років, то практично кожен випуск, пов'язаний з тією чи іншою згадкою цього терміну, як наслідок, було запропоновано багато, загалом схожих по суті, визначень «міського ґрунту».

Міські ґрунти розглядають з погляду різних концептуальних підходів: класичного ґрунтознавства, екологічної оцінки, менеджменту та правового регулювання:

1. З точки зору класичного ґрунтознавства міський ґрунт розглядають як природно-історичне тіло, біокосну систему, яка складається з твердої, рідкої та газоподібної фаз з обов'язковою участю живих організмів та виконує певні екологічні функції. Ґрунти у місті утворюються під впливом тих самих факторів ґрунтоутворення, що і природні ґрунти, але провідним є урбоантропогенний фактор [322].

2. З точки зору екологічної оцінки та менеджменту урбанізованих територій міські ґрунти можуть бути позначені як базовий компонент урбоекосистеми, який зосереджує у собі всі три фази – тверду, рідку та газоподібну і є природним «виробником» відтворення та ремедіації цих життєво-важливих ресурсів міського середовища (землі, води, повітря), причому ця робота здійснюється багато в чому завдяки життєдіяльності ґрунтових організмів [322].

3. З точки зору правового регулювання міські ґрунти можуть бути охарактеризовані, з одного боку, як природні об'єкти, локалізовані переважно в лісопаркових зонах та природних територіях, які знаходяться під охороною, з іншого боку, як природно-антропогенні об'єкти, до яких можуть бути віднесені всі інші ґрунти міста, включно і штучно створені [322].

У широкому розумінні міський ґрунт – це будь-який ґрунт, що функціонує у навколишньому середовищі міста і складається з генетичних горизонтів, які

послідовно змінюють один одного та утворюються під час зміни вихідної породи в процесі ґрунтоутворення і впливу урбоантропогенних факторів. Тобто, це будь-який ґрунт у межах міста, як природний, так і штучно створений [322].

У вузькому розумінні – термін «міські ґрунти – це антропогенно-перетворені ґрунти, сформовані діяльністю людини, які виникають і «зростають» пропорційно з розвитком самого міста, стають невід’ємною частиною природно-антропогенних комплексів, де ґрунт – це екологічна платформа для існування та функціонування всієї системи в цілому [259, 322].

Досить цікавим є і утворення міських ґрунтів. Будь-яке поселення виникає не на порожньому місці, а на вже сформованому ґрунті. З часом поселення зростає і розвивається, площа природного ґрунтового-рослинного покриву скорочується, а самі ґрунти перетворюються і трансформуються, стаючи частиною культурного шару. Цей процес призводить до створення значної кількості штучних екосистем, яким притаманне порушення природних зв’язків між різними їх компонентами. Значення має й та обставина, що багато з цих екосистем функціонують взагалі за відсутності ґрунту як такого, або він представлений у вигляді різних ґрунтоподібних утворень. Причому процеси, що протікають в них, суттєво відрізняються від тих, що властиві ґрунтам за межами міста [322].

Безумовно, сучасні міські ґрунти значно відрізняються від природних. Неоднорідність ґрунтів здебільшого асоціюється з терміном «розмаїття ґрунтів», який став вживатися нещодавно і має на відміну від неоднорідності ґрунтового покриву дещо інший сенс, пов’язаний з антропогенною гомогенізацією та деградацією ґрунтового покриву у просторі та в часі [322]. Деякі вчені зазначають, що при будівництві та видобутку корисних копалин деградує переважно верхня, гумусована частина ґрунтового профілю, найбільш схильна до сучасних інтенсивних техногенних навантажень.

Неоднорідність ґрунтового покриву будь-якої території є природним відображенням природної різноманітності ґрунтів і є своєрідною характеристикою природної системи, в якій компоненти (ґрунти) пов’язані один з одним. При зміні

одного з них функціонально змінюються інші, формуючи структуру нового типу і навіть рівня організації [322].

У тому випадку, коли неоднорідність ґрунтового покриву є невід'ємним елементом природної екосистеми, то в умовах міста на нього додатково накладаються процеси, пов'язані не з природною еволюцією того чи іншого ґрунтового індивідууму, а пов'язані з локальними і потужнішими антропогенними трансформаціями, що тягне за собою збільшення строкатості ґрунтового покриву в кілька разів [367].

Структура ґрунтового покриву урболандшафтів має ряд специфічних рис:

1. Дискретність та фрагментарність поширення. У будь-якому мегаполісі спостерігається просторова зміна ґрунтів та ґрунтоподібних тіл під фундаментами будівель, комунікацій, кар'єрів та ґрунтів, захованих під дорогами та асфальтобетонними покриттями.

2. Запечатування ґрунтів імперіабельними (непроникними) покриттями, що призводить до зменшення біологічної продуктивності, поховання та деградації ґрунтів, що ускладнює структуру ґрунтового покриву у місті та діагностику міських ґрунтів. Подібну думку висловлював і В. Бурхгардт [288], вказуючи, що особливо сильні зміни ґрунтового покриву міських ландшафтів відбуваються внаслідок зростання площі перекритих природних ґрунтів.

Складність ґрунтового покриву обумовлена також відмінністю у терміні освоєння території. У старому центрі міста ґрунти розвиваються на потужному культурному шарі. У нових районах житлового будівництва ґрунтоутворення йде на перемішаних відкладах, спланованих територіях з більшим або меншим зрізанням верхніх гумусованих шарів природних ґрунтів, або взагалі відсутнім гумусовим шаром.

Ґрунти в межах міста виконують і основні екологічні функції, ефективність реалізації яких обумовлюється сукупністю фізичних, хімічних, біологічних та інших властивостей природних та антропогенно-перетворених ґрунтів міста.

Основними екологічними функціями міських ґрунтів є:

- ✓ продуктивність, тобто придатність для проростання зелених насаджень;

- ✓ здатність сорбувати в товщі забруднюючі речовини;
- ✓ здатність утримувати забруднюючі речовини від проникнення в ґрунтові води;
- ✓ здатність перешкоджати надходженню мулистого-пилуватих частинок у міське повітря та інші
- ✓ рекреаційно-туристична.

В умовах міста екологічні функції ґрунту найменше порушені на землях природно-рекреаційного використання; у селітебних зонах усі функції ґрунтів значною мірою є порушеними. Урбаноземі на цих територіях потребують проведення реабілітаційних заходів, аж до нанесення родючих шарів ґрунту, який провозять ззовні.

Таким чином, врахування властивостей ґрунтів міста та ґрунтового покриву приміських територій представляє собою нагальну необхідність, що обумовлено надзвичайною важливістю цього компонента природного довкілля у формуванні загальної екологічної обстановки.

1.4. Методологічні проблеми дослідження міських ґрунтів

1.4.1 Систематика міських ґрунтів

Методологічно-термінологічна невизначеність в дослідженнях антропогенних ґрунтів є причиною дискусій щодо місця цих ґрунтів в національній та низці світових класифікаційних систем. Невпорядкованість методів досліджень та використання різних діагностичних ознак призводить до виділення антропогенних ґрунтів на різних ієрархічних рівнях класифікацій – від класу до типу [322].

Нині існують загальноновизнані класифікаційні системи (класифікація ґрунтів США («Soil Taxonomy») [304]; світова реферативна база ґрунтових ресурсів (WRB – World Reference Base for Soil Resources, 2014 [329]; легенда до карти ґрунтів ФАО-ЮНЕСКО [296]) та національні класифікації ґрунтів: Німеччини, Франції, Канади, Великобританії, Китаю, Японії, Індії, Канади, України, Польщі, Молдови тощо. Однак міським ґрунтам в жодній із зазначених класифікацій не приділено достатньої уваги.

У Міжнародній реферативній базі ґрунтових ресурсів (World reference Base for Soil Resources [329]), антропогенно-перетворені ґрунти виділені на рівні вищого таксону в окрему реферативну ґрунтову групу – Техносолі (Technosols) – ґрунти, створені людиною.

Тип Technosole [329] узагальнює ґрунти, у яких домінують процеси техногенезу. Дані ґрунти містять значну частку (щонайменше 20 % від маси) складових частин ґрунту, що мають антропогенний характер, або ґрунти запечатані породою техногенного походження (іноді до глибини 100 см), тобто, твердим матеріалом, що має інші властивості на відміну від природних ґрунтів. До даного типу належать ґрунти, сформовані на функціонуючих та законсервованих звалищах; також сюди можуть бути віднесені асфальтовані поверхні з пухкими матеріалами під ними; ґрунти з геомембранами, а також штучні ґрунти, створені людиною.

Головним чином цей тип ґрунтів зустрічається на територіях міст та промислових районів на відносно невеликих площах, як правило, в різноманітних комбінаціях з іншими ґрунтовими типами [329].

На другому класифікаційному рівні Техносолі (Technosols) поділяються на сім основних та вісім додаткових кваліфікаторів – специфічних для міських та промислових об'єктів. Крім «традиційних» чотирьох класифікаторів, пов'язаних із домінуючими антропогенними субстратами (Garbic, Spolic, Reductic та Urbic), що виділяються спеціальні класифікатори, такі як Ecranic, які використовуються для опису ґрунтів, запечатаних асфальтом, бетоном та іншими непроникними матеріалами та Isolatic, що використовуються для позначення ґрунтової маси, штучно відокремленої від літосфери. Серед додаткових кваліфікаторів, можливих до використання у міських екосистемах, слід зазначити Relocatic (глибоко перемішані ґрунти *in situ*, наприклад, через вирівнювання землі), Transportic (ґрунти, покриті матеріалом, переміщеним з інших місць) та Toxic (характеризуються наявністю радіоактивності або надмірними концентраціями поллютантів) [329].

Німецькі ґрунтознавці одними з перших звернули увагу на необхідність виділення у окремі таксони різного рівня антропогенно-перетворені ґрунти. У класифікації ґрунтів Німеччини [329] у відділі «Наземні ґрунти» було виділено клас

«Наземні антропогенні ґрунти». Даний клас поділяють на кілька типів ґрунтів, утворення яких пов'язане з різними чинниками антропогенної діяльності. До них відносять наступні типи ґрунтів:

- Плагген (Plaggenesch) – з потужним шаром високого вмісту гумусу, створений тривалим внесенням гною з мінеральними домішками;

- Ерд (Erdesch) – земляні насипні ґрунти;

- Хортисолі (Hortisol) – ґрунти садів, перетворені глибокою оранкою та внесенням органічних добрив, що призвело до формування потужного гумусового горизонту (понад 40 см);

- Ригосолі (Rigosol) – глибокоперетворені (плантажні) ґрунти культурних садів та виноградників (потужність гумусового шару менше 40 см).

Пізніше, вченими Проблемної групи Німецького товариства ґрунтознавців, введено до класифікації нову таксономічну одиницю – клас урбікові антросолі (Urbic antrosols), які включають субстрати, що утворюються в результаті антропогенної діяльності [329].

В 1996 році В. Бургхардтом запропоновано класифікацію міських ґрунтів (табл. 1.1). Вчений зазначає, що при збереженні природних процесів ґрунтоутворення, з одного боку, можуть розвиватися такі ґрунти, як сіроземи (Syrosem) – примітивні молоді ґрунти, що знаходяться на стадії первинного ґрунтоутворювального процесу. Згодом, шляхом накопичення гумусу, вони можуть еволюціонувати залежно від конкретного поєднання чинників ґрунтоутворення в регосолі (Regosol), ранкери (Ranker), рендзіни (Rendzina), парарендзіни (Pararendzina) та інші.

З іншого боку, у разі потужного антропогенного перетворення території міських та промислових районів, утворюються специфічні для даних умов ґрунтоутворення типи ґрунтів, які німецькі фахівці класифікують аналогічно природним. Не виключене комбінування походження та стадій розвитку міських та індустріальних ґрунтів [329].

Класифікація міських ґрунтів Німеччини

(укладено автором за [322])

Назва ґрунту	Визначення, процеси ґрунтоутворення та ґрунтові ознаки
Сірозем (примітивний ґрунт)	Ґрунотвірні процеси є аналогом природних ландшафтів.
Літосолі: Ауоліти Алоліти (алохолі) Техноліти (техносолі) Фіроліти (фіросолі)	Природні та техногенні, тверді та пухкі ґрунтові різновиди, без видимих ознак сучасного гумусоутворення, сформовані на: - скальпованих (частково зрізаних із поверхні) ґрунтах; - перевідкладених природних субстратів; - перевідкладених техногенних субстратів; - суміші перевідкладених природних та техногенних субстратів.
Редуктосолі	Ґрунтові різновиди з домінуванням процесів відновлення, внаслідок специфічного перетворення органічних складових частин ґрунту (метаноутворення). Наприклад ґрунти, сформовані на сміттєзвалищах.
Карбонатосолі	Підлугування ґрунтових субстратів при впливі лужних та лужноземельних металів.
Інтрисолі: флюсігкайтсінтрисолі партікельінтрисолі	Перетворення ґрунтових різновидів за рахунок привнесення в ґрунт: - органічних рідин (нафтопродуктів) - твердих частинок (пилу)
Сульфосолі	Підкислення оксидами сірки
Мектосолі (змішані субстрати): структосолі хортисолі некрополі рігосолі	- утворення плитчастої структури на денних поверхнях, позбавлених рослинності; - формування потужних гумусованих (> 40 см) горизонтів у ґрунтах садів та городів; - формування потужних гумусованих (> 40 см) горизонтів у ґрунтах на території кладовищ; - глибокоперетворені (плантажні) ґрунти культурних садів та виноградників (потужність гумусового горизонту <40 см).

В американській класифікації ґрунтів («Soil Taxonomy») антропогенно-змінені ґрунти, куди можуть бути включені і деякі міські ґрунти, що виділяють на рівні підпорядків у 2-х порядках:

Порядок ентисолі (Entisol) – молоді, що постійно розвиваються, слабо сформовані ґрунти. За сумою ознак міські ґрунти ближче відносяться здебільшого до підпорядку цього порядку, який має назву ортенти (Orthents). У них антропогенні горизонти можуть не мати ніякого зв'язку між собою. Утворюються при порушеннях ґрунтового покриву, пов'язаних із гірничодобувною промисловістю. У

1989 р. додатково до наявних було запропоновано нові діагностичні горизонти, що полегшують діагностику підпорядку ортенти. Це горизонти:

- гарбик (garbic) – органогенний шар гниючого сміття, який має високий вміст метану в межах 1-2 метри від поверхні;
- скальпик (scalpic) – шар ґрунту, який не вивітрився на поверхні;
- урбик (urbic) – шар неорганічних промислових та виробничих відходів;
- сполік (spolic) – шар без виробничих включень, але штучно створений.

Порядок інсептисолі (Inceptisoils) – молоді ґрунти початкового ґрунтоутворення з малою кількістю діагностичних горизонтів. Вони мають діагностичні горизонти «охрик» (слаборозвинений блідий мало гумусний горизонт A1) та (або) «камбик» (горизонт, матеріал якого перетворено, знаходиться у процесі зміни, але в ньому немає значних ознак елювіювання та ілювіювання).

В свою чергу, «Ґрунтова реферативна база Франції» (Référentiel pédologique, 1995) антропогенні ґрунти поділяє на три великі таксономічні групи:

- 1) антропосолі трансформовані,
- 2) антропосолі штучні,
- 3) антропосолі реконструйовані.

Перша група представлена ґрунтовими утвореннями, які настільки сильно трансформовані інтенсивною та (або) тривалою антропогенною діяльністю, що набувають нової морфології та властивостей, тому їх не можливо зарахувати до будь-яких інших ґрунтів. Таке визначення досить розмите.

У другу групу об'єднані ґрунти, повністю створені в результаті інтенсивної діяльності людини. Ґрунтовий профіль таких утворень повинен мати у верхній частині шар потужністю не менше 50 см, складений будівельним сміттям, шлаками, відвалами шахт тощо. Таким чином, їх можна співвіднести до урбаноземів інших національних класифікацій [322].

До реконструйованих антропосолей відносять утворення, отримані в наслідок підготовки до насадження декоративних рослин. На підготовлену поверхню наноситься родючий шар, знятий при зрізанні його з будівельних майданчиків, під час терасування тощо. Для віднесення до цієї групи ґрунтовий профіль має бути не

менше ніж 50 см та повинен складатися з перемішаного шару – реплантанта. Таким чином, цю групу ґрунтів можна співвіднести з реплантоземами [322].

Подальший розподіл антропогенних ґрунтів відбувається з урахуванням виду господарської діяльності. Наприклад, антропосоль штучна може бути рудерикова, або урбанізована, або ущільнена. Різновиди антропосоли трансформованої: урбанізована, порушена, екранована, забруднена та ін.

У Молдовській класифікації ґрунтів (рис. 1.2), розробленої академ. Урсу А. В., 1999 р. (перевиданої у 2001 р.), яка корелює з вищими одиницями Легенди ФАО-ЮНЕСКО (1968 р.), WRB (2006 р.) з відповідними одиницями попередньої класифікації і Румунською системою класифікації ґрунтів (1980 р.), антропогенні ґрунти відносять до класу «Динаноморфні», тип Антропогенні (Antropic) та поділяють на два підтипи: молікові (molіc) та охрикові (ocric) [115].

Автор даної класифікації вважає, що класифікуючи ґрунти, особливу увагу треба звертати на ознаки двох основних горизонтів (А і В) та їх взаємозалежність.

Для антропогенних ґрунтів основними ознаками, або характеристиками є:

Моліковий (m) – акумулятивний, темний, гуматний, зернистий, пухкий.

Охриковий (o) – сіро-бурий, або жовтуватий (фульватний), грудкуватий, пухкий. [115, с. 204]

«Систематика ґрунтів Польщі» (SgP), 2011 р. (рис. 1.3) включає 11 рядів ґрунтів, серед яких виокремлено ряд «Антропогенні ґрунти» (Antropogeniczne), до яких відносять ґрунти утворені, або перетворені людиною. Даний ряд включає 4 типи, кожен з яких ділиться на підтипи.

Культуроземні ґрунти – це ґрунти сильно перетворені в результаті інтенсивного сільськогосподарського використання.

Індустріоземні – пов'язані з промисловою інфраструктурою – шахти, кар'єри, інша промислова діяльність [115, с. 237].

Урбіземні ґрунти – поширені в міських агломераціях. Їх генеза пов'язана з перетвореннями, спричиненими забудовою.

Солоні – це ґрунти, які в межах 0-100 см мають горизонт салік, який містять солі, краще розчинні у воді, ніж гіпс.

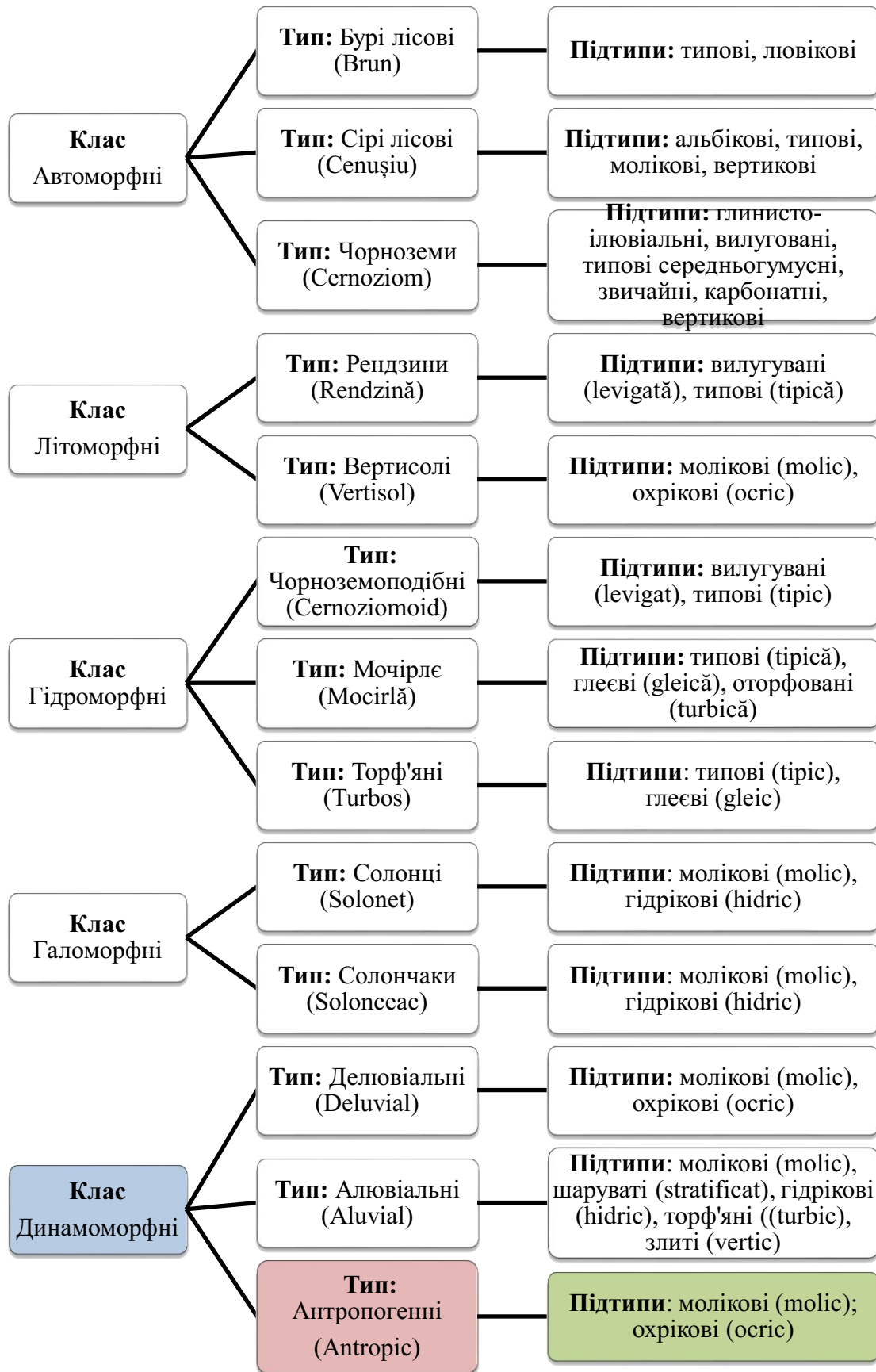


Рис. 1.2. Місце антропогенних ґрунтів у Молдовській класифікації ґрунтів (побудовано автором за [115], с. 205-206)

Крім того, є ще ґрунти, засолення яких не підлягає критеріям горизонту салік: засолені ґрунти, які мають шари вторинно нагромаджених розчинних солей; засолені содові ґрунти, які мають шари вторинно нагромаджених солей; содові ґрунти – не мають засолених шарів, а містять шари, в яких у ГВК вміст обмінного натрію вищий 15%, а $pH > 8,5$ [115, с. 238].

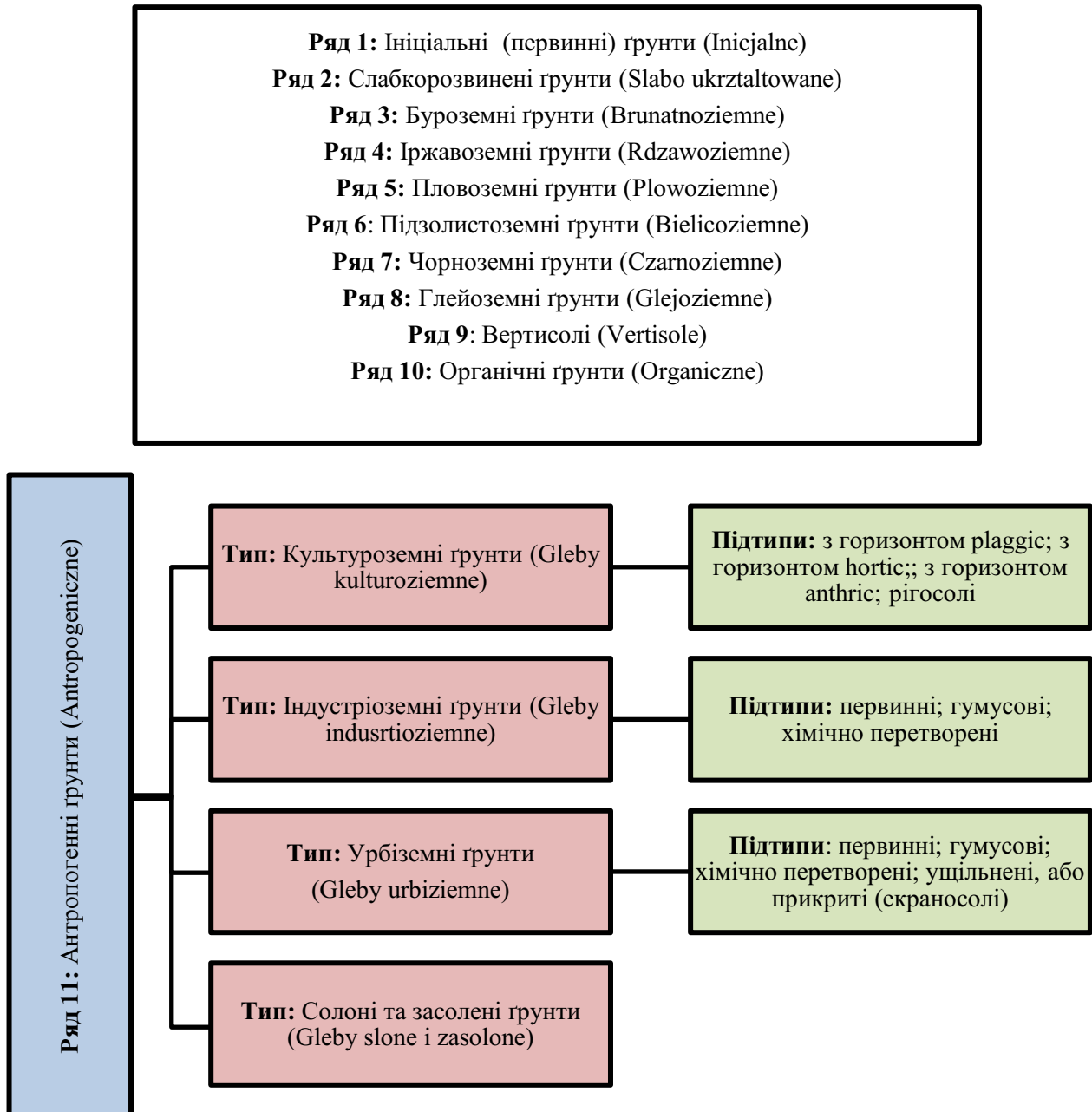


Рис. 1.3. Місце антропогенних ґрунтів у Систематиці ґрунтів Польщі (побудовано автором за [115], с. 229-236)

У класифікації ґрунтів Великобританії спеціального виділення міських ґрунтів не передбачено, але залежно від виду трансформації ґрунтів в умовах міста, вони

можуть бути віднесені до однієї з перерахованих груп. Виділення антропогенно-перетворених ґрунтів передбачено на рівні таксона «група ґрунтів» у двох головних групах.

У головній групі «Ґрунти, створені людиною» (man-made soils) передбачено виділення двох груп ґрунтів:

- гумусові ґрунти, створені людиною (Man-made humus soils) – високогумусні ґрунти з гумусовим шаром потужністю не менше 40 см для піщаних різновидів і щонайменше 80 см – для суглинистих.

- порушені ґрунти (disturbed soils) – ґрунти з перемішаним (порушеним) шаром, потужність якого не менше 40 см, або ґрунту територій відкритих місць видобутку вугільних, фосфоритних, рудних родовищ.

У головній групі «Наземні грубі ґрунти» (Terrestrial raw soils) виділено одна група: грубі ґрунти, створені людиною (Man-made raw soils).

Основними критеріями виділення типів ґрунтів в класифікації, розробленої на основі концепції міського ґрунтоутворення М. М. Строганової зі співавторами [322] є: єдиний за будовою профіль; однакові процеси надходження та трансформації органічної речовини та мінеральної фази і, відповідно, єдиний набір ґрунтоутворних процесів; єдині параметри функціонування та єдині властивості.

Згідно з цією класифікацією визначено наступні типи міських ґрунтів і змістовно-генетичні характеристики їх профілів:

Урбаноземи – специфічні ґрунти селітебних територій, утворюються синлітогенно (одночасно з накопиченням міських геологічних відкладень) внаслідок будівельної та побутової діяльності людини та є частиною та/або джерелом міського культурного шару. Горизонти урбік (сукупною потужністю понад 50 см) – головні діагностичні горизонти при виділенні урбаноземів.

Культуроземи – високогумусні ґрунти з гумусовим горизонтом, потужністю понад 40 см на поверхні, що підстиляється горизонтом U або іншими антропогенними горизонтами, наприклад, агро-горизонтом. Загальна потужність антропогенних горизонтів понад 50 см класифікації схожі за будовою та властивостями ґрунту отримали назву хорти солі [115].

Рекреаземи – природно-антропогенні ґрунти міст із багаторазовими (два і більше) підсипаннями органо-мінеральних або торфовмісних (торфо компостних, торфо-піщаних) родючих субстратів і володіють сприятливими для рослин фізико-механічними та хімічними властивостями.

Урбохемоземи – ґрунти, що характеризуються незворотним хімічним забрудненням будь-якими речовинами (важкими металами, різними отрутохімікатами, вуглеводнями, радіонуклідами та ін.), ступінь якого оцінюється як надзвичайно небезпечний за прийнятими нормативами (5 ГДК).

Реплантоземи – техноземи (ґрунтоподібні тіла), що складаються з реплантованого малопотужного поверхневого горизонту потужністю близько 10 см з високим вмістом органічної речовини чи матеріалу природних гумусових горизонтів, нанесеного на ті, що залишилися після будівництва породи, або спеціально зроблене відсипання загальною потужністю трохи більше 40 см.

Конструктоземи – техноземи (ґрунтоподібні тіла) складних конструкцій потужністю понад 40-50 см, створені в спеціальних цілях (наприклад, спортивні газони або багат шарові конструкції, створені для перекриття ґрунтів з несприятливими для зелених насаджень властивостями та ін.). Складаються із сукупності шарів різного складу та дисперсності, а також насипного родючого шару.

Некроземи – комплекс ґрунтів міських кладовищ. Виділяються умовно у межах діючих та меморіальних кладовищ. Властивості вивчені слабо [115].

Серед інших світових класифікацій можна виокремити класифікацію Австралії, в якій міські ґрунти виділені в окрему групу на досить високому класифікаційному рівні підпорядку, як «Урбікові антропосоли».

У класифікаціях інших країн, наприклад Китаю виділення окремих таксонів міських ґрунтів не передбачено, та в залежності від ступеня порушеності вони відносяться до групи порушених ґрунтів.

Історія розвитку ґрунтових класифікацій в Україні розпочалась у 1937 р., коли Г. Г. Махів і Н. Б. Вернандер опублікували «Класифікацію і номенклатуру ґрунтів УРСР», в якій головною таксономічною одиницею був тип ґрунту. На той час на території нашої країни виділяли наступні типи ґрунтів: підзолисті; дерново-

підзолисті, дернові, чорноземи, опідзолені, вторинно-насичені та реградовані; солонцюваті (каштанові); солонці; солоді та осолоділі; солончаки.

Пізніше, у 1951 р. Н. Б. Вернандер, М. М. Голдін, Г. М. Самбур, С. О. Скорина видали монографію, в якій наведено групування ґрунтів за генетичними ознаками й гранулометричним складом, писані ґрунти основних типів ґрунтоутворення, представлена номенклатура ґрунтів України.

Розроблена в 1958 р. колективом науковців (Г. А. Андрущенко, Н. Б. Вернандер, Г. С. Гринь, О. С. Гладкий, В. Д. Кисіль, М. А. Кочкін, Г. Н. Самбур, А. Ф. Яровенко) класифікація, наведена у науковій праці «Методика крупномасштабного обстеження ґрунтів колгоспів і радгоспів Української РСР», набула особливого значення та широко використовувалась при проведенні великомасштабного картування ґрунтового покриву.

Офіційно затвердженою класифікацією ґрунтів України стала «Класифікація і діагностика ґрунтів СРСР» (1977 р.) і нині відсутня інша класифікація, яка була б законодавчо закріплена відповідним документом.

Під редакцією М. К. Крупського та М. І. Полупана у 1979 р. підготовлено «Атлас почв Украинской ССР», в якому описано більше 60 видів ґрунтів України [197].

Через 2 роки за редакцією М. І. Полупана вийшов «Полевой определитель почв», який представляв собою удосконалену класифікацію 1958 р., але це була лише систематика ґрунтів [198].

У 1988 р. вийшла книга «Почвы Украины и повышение их плодородия», в якій представлена класифікація ґрунтів України.

Нині в Україні відсутня офіційно затверджена класифікація ґрунтів. Розроблені класифікації для окремих ґрунтів України:

- органогенно-гідроморфних (Р. С. Трускавецький);
- ґрунтів легкого гранулометричного складу (Д. Г. Тихоненко);
- буроземів (І. М. Гоголев, В. І. Канівець);
- зрошуваних ґрунтів (І. М. Гоголев, С. П. Позняк, Я. М. Біланчин, С. А. Балюк);

- засолених ґрунтів (А. В. Новікова);

- заплавлених ґрунтів степової зони (В. І. Михайлюк); чорноземів лісостепової і степової зон (А. П. Травлєєв, І. Я. Папіш) та інші.

У 2001 р. Д. Г. Тихоненко розробив еколого-генетико-біогеохімічну класифікацію ґрунтів України (рис. 1.4), в якій виділив наступні таксономічні одиниці: царство – відділ – асоціація – сімейство – тип – підтип – рід – вид – різновидність – розряд.

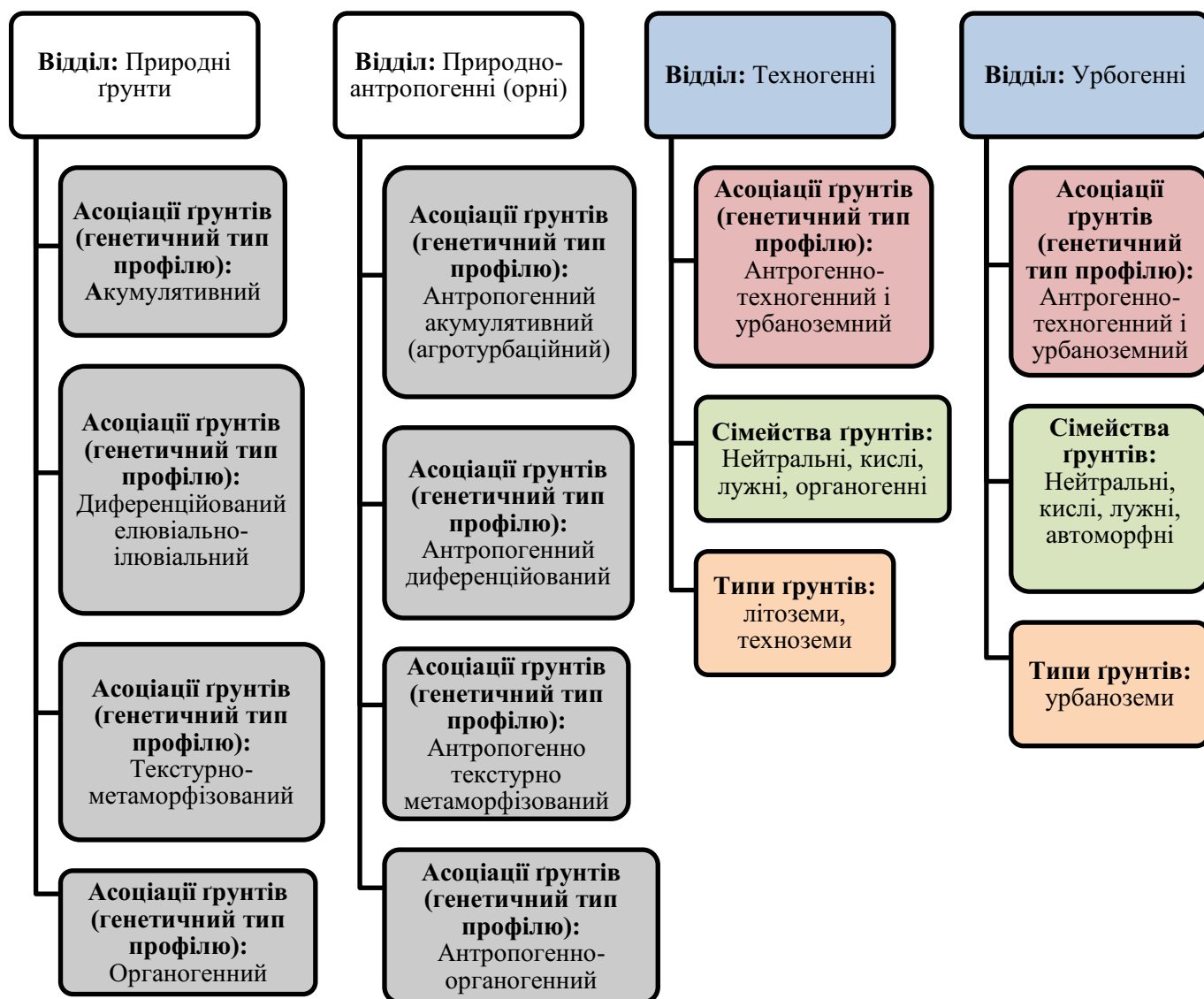


Рис. 1.4. Місце антропогенних ґрунтів у генетичній класифікації України (Д. Г. Тихоненко, 2001 р.) (побудовано автором за [115], с. 229-236)

У генетичній класифікації ґрунтів України виділено техногенні та урбогенні віддлі ґрунтів.

Техногенні ґрунти – формуються штучно під час рекультивації земель, порушених при видобутку корисних копалин, будівельних та інших робіт. Техногенні ґрунти включають два типи ґрунтів: літоземи та техноземи.

Урбаноземні ґрунти – представляють собою антропогенно змінені ґрунти міських територій, штучний профіль яких має поверхневий шар потужністю понад 50 см, створений шляхом насипанням, перемішуванням, поховання матеріалів (субстратів) суто урбаногенного походження (будівельно-побутове сміття тощо) Урбаноземні ґрунти включають тип «Урбаноземи» [237].

Папіш І. Я. зі співавторами (2008 р.) пропонують адаптувати принципи та структуру «Класифікації ґрунтів СРСР» (1977 р.) до «Soil Taxonomy» і WRB, але при повному копіюванні принципів і структури цих класифікацій може бути втрачена раніше отримана ґрунтова інформація [237].

Польчина С. М. вважає, що головним принципом, на якому ґрунтується класифікація ґрунтів має бути субстантивно-генетичний. Авторка пропонує зберегти традиційні назви таксонів, зазначених у «Полевой определитель почв» із максимальним збереженням їхнього змістового навантаження. Місце антропогенних ґрунтів у класифікації ґрунтів України (за С. М. Польчиною) наведено на рис. 1.5.

Вченими Одеського державного аграрного університету Хохряковою А. І. та Михайлюком В. І. [262] запропоновано класифікаційну схему ґрунтів урбанізованих територій, яка стала результатом модернізації вже існуючих таксономічних структур з точки зору їхньої відповідності до можливості внесення ґрунтів міста до класифікаційної схеми ґрунтів України (1988) (рис. 1.6).

В даній класифікації вжито ті самі таксономічні одиниці, що використовуються під час класифікації природних ґрунтів, але які адаптовано до ґрунтів урбанізованих територій: клас – група типів – тип – підтип – рід – вид – літологічна серія.

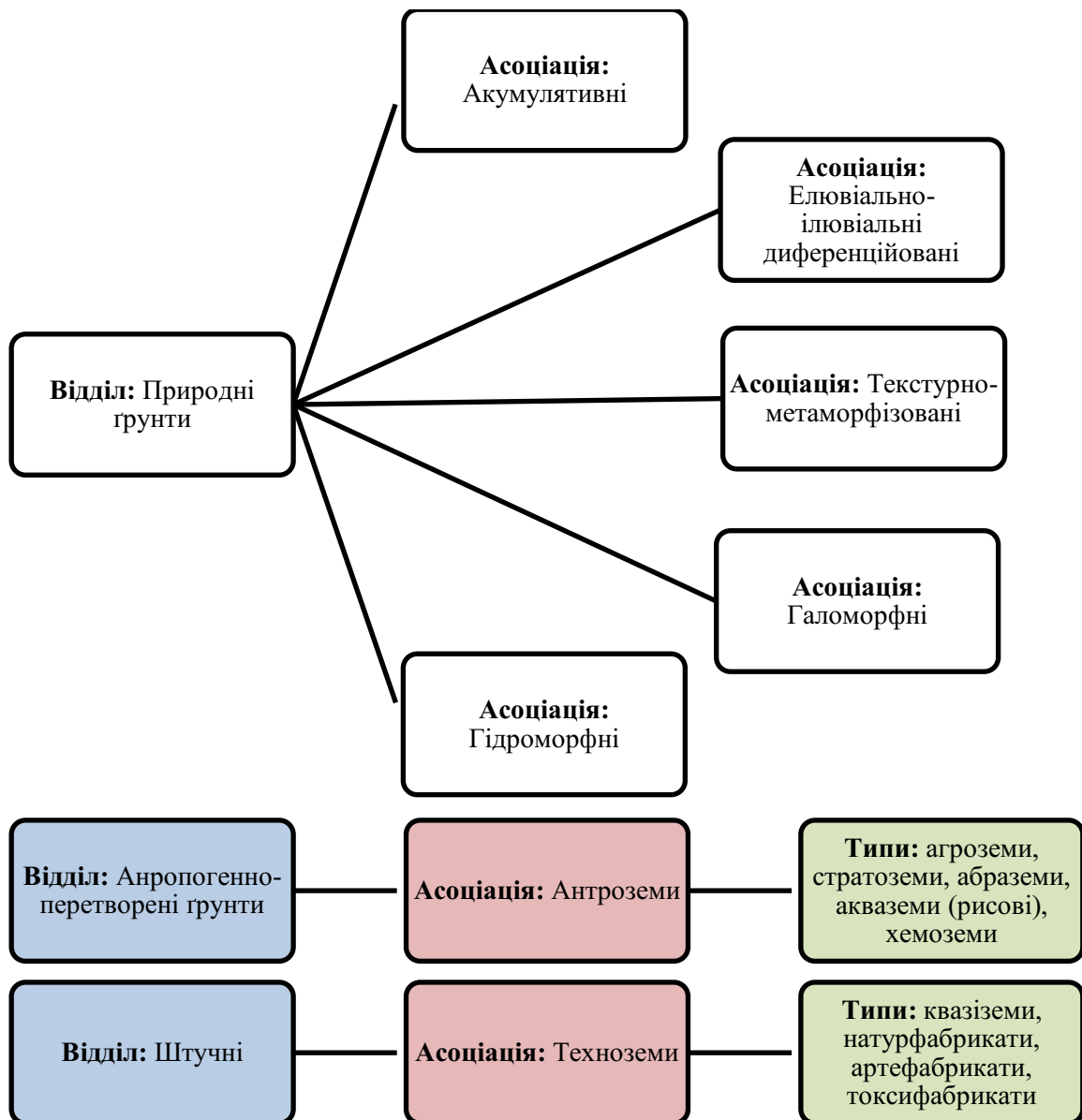


Рис. 1.5. Місце антропогенних ґрунтів у класифікації України (за С. М. Польчиною) (побудовано автором за [115], с. 58)

На думку вчених дана класифікація передбачає включення в групу «Антропогенно глибоко трансформованих ґрунтів (урбоземів)», окрім вище перерахованих підтипів (урбаноземи, культуроземи, рекреаземи, некроземи, екраноземи, інтруземи та інш.), інші підтипи ґрунтів, такі як:

- «Хіллоземи» (від англ. hill – схил) – штучні чи природні ґрунти схилових земель (на прикладі м. Одеси). Зустрічаються на берегових лініях Чорноморського узбережжя, характеризуються сконструйованим профілем, потужністю насипного гумусового горизонту на насипному субстраті (укріплення схилів) до 30 см [262].

- «Ацефалоземи» – утворюються в результаті механічного знімання, переміщення, перемішування ґрунту при будівельних та дорожніх роботах.

- «Дампземи» (від англ. dump – звалище) – це ґрунти звалищ у межах міста, що формуються стихійно, не у спеціально відведених місцях [262].

- «Літоземи» (рекультивовані ґрунти без гумусового горизонту) – це штучні неґрунтові тіла, що утворені внаслідок неупорядкованої антропогенної діяльності, розміщуються фрагментарно, не мають жодних ознак ґрунтового профілю чи його сконструйованого аналогу (насіпні, перемішані тіла, кар’єрні виїмки, утворення промислового та урбаногенного походження, що не мають аналогів у природі та представлені відходами промислового виробництва – шлаками, попелом, муловими осадами або твердими побутовими відходами тощо) [262].



Рис. 1.6. Схема еколого-профільно-генетичної класифікації ґрунтів урбанізованих територій (на прикладі міста Одеси) [262]

З використанням зазначених підходів складена перша картосхема ґрунтового покриття міста Одеси [262].

Отже, незважаючи на значний інтерес вчених різних країн, питання класифікації міських ґрунтів залишається проблемним та недостатньо дослідженим і «узгодженим».

1.4.2 Діагностика міських ґрунтів

Ґрунтознавча наука тривалий час мало уваги приділяла методам виділення та позначення штучно створених та антропогенно-перетворених шарів, як і самій їх класифікації. Як зазначає М. І. Герасимова з співавторами (2013), більш широке використання генетичної класифікації викликало дедалі більше питань, пов'язаних із індексацією горизонтів та ознак у ґрунтовому профілі. Як наслідок, багато авторів починають приділяти особливу увагу ознакам та літерному позначенню природних та антропогенних горизонтів, що пояснюється їх важливими функціями в ідентифікації, відповідно, типів та підтипів ґрунтів [322].

Наприкінці 90-х ХХ століття була проведена фундаментальна робота стосовно діагностики міських ґрунтів, що стала першим зарубіжним досвідом у цій сфері дослідження. У «Методичних вказівках щодо оцінки міських ґрунтів при розробці містобудівної та архітектурно-будівельної документації» (1996) та у працях М. М. Строганової зі співавторами була розроблена номенклатура та діагностика специфічних муніципальних утворень, проведена їхня індексація. Авторами запропоновано діагностичний горизонт урбік позначати буквою «U», а також були визначені індекси основних горизонтів, шарів та додаткових ознак. Як основні горизонти виділяються:

- Ud – дерновий горизонт;
- Uh – гумусований горизонт;
- Uih – горизонт із гумусом, який протікає по ходах коріння дерев'яної рослинності та тварин;
- Ug – оглеєний горизонт;
- U ↑↓ - перемішаний горизонт, може складатися з фрагментів та плям природних горизонтів;
- Uca – карбонатний;

- Upt – петролеумний.

Роботи, які були проведені пізніше, внесли суттєві коригування в індексацію та розуміння генези діагностичних горизонтів міських ґрунтів. В класифікаційній системі, розроблений Т. В. Прокоф'євої із співавторами (2011), визначення ґрунтів проводиться на основі діагностичних горизонтів [322]. Відповідно до прийнятої авторами концепції французької класифікації ґрунтів, кожний горизонт визначено та описано з використанням наступних елементів: морфологічної характеристики, аналітичних даних, генези горизонту, місця можливого залягання в профілі. Таким чином, був створений алгоритм опису та виділення антропогенних діагностичних горизонтів:

- **Горизонт U** – урб'ік (urbanus – місто лат.) – горизонт гумусової акумулятивної природи потужністю не менше 5 см, що формується на денній поверхні переважно з матеріалу, який поступово накопичується і перероблюється внаслідок урбопедогенезу. Горизонт урб'ік є діагностичним для специфічних міських ґрунтів – урбаноземів та урбоґрунтів. У силу синлітогенної природи міських ґрунтів горизонт U може залягати не лише на поверхні, а й у середній частині профілю.

- **Горизонт AU_{ur} або Aur** (раніше позначався AU) – гумусовий горизонт з ознаками урбопедогенезу, що формується на поверхні міського ґрунту внаслідок перетворення материнського субстрату або при акумуляції урботехногенного матеріалу в поверхневих горизонтах природних ґрунтів. Подібні горизонти акумуляції гумусу формуються на поверхні, переважно за рахунок постлітогенного опрацювання урбоседименту ґрунтоутвірними процесами або в умовах незначного надходження та інтеграції урботехногенного матеріалу в природні поверхневі горизонти.

- **Горизонт ТСН (раніше позначався ТГ або TG** - від англ technogenic техногенний) – техногенний ґрунт, переміщений з місць природного залягання, без ознак ґрунтоутворення *in situ* (структурності, накопичення гумусу і т.д.). Для техногенних горизонтів характерні швидкі терміни формування, неоднорідність властивостей матеріалу, який відкладається. Даний горизонт є суто діагностичним

для технічних ґрунтів – конструктороземів. Може бути у профілях реплантоземів [349].

- **Горизонт RAT** – техногенний рекультиваційний горизонт (с включеннями органічних залишків) – шар органомінеральної суміші, є поверхневим рекультивантом міських ґрунтів. Насипається одноразово або створюється у вигляді регулярних додавань родючих сумішей безпосередньо у верхній горизонт ґрунту. Рекультиваційні горизонти є діагностичними для виділення ґрунтоподібних тіл – техноземів (реплантоземів та конструктороземів) та рекреаземів. Потенційно вони є основою для майбутнього міського ґрунтоутворення. При вільному функціонуванні у міському середовищі поступово трансформуються у горизонти A_{Ur} або U.

- **Горизонт RT** – органічний техногенний рекультиваційний горизонт. Відрізняється від горизонту RAT великим вмістом мало мінералізованої органічної речовини (більше 30%).

У своїй роботі Т. В. Прокоф'єва із співавторами (2011) зазначають, що горизонт U являє собою основний діагностичний горизонт для міського ґрунтоутворення. Разом із горизонтом A_{Ur} вони є істинно ґрунтовими, тобто їх діагностичне значення більше, ніж діагностичне значення насипних техногенних шарів (ТСН та RAT).

Вітчизняними науковцями була розроблена номенклатура та індексація штучно створених та антропогенно перетворених ґрунтових горизонтів (Мірзак, 2001), згідно якої горизонт «урбік» запропоновано позначати літерою U, введено допоміжний класифікатор ur (підгоризонт «урбік») із додаванням індексу, що вказує на розташування підгоризонта в профілі (ur1, ur2...). Також введено індекс градації горизонтів «урбік» за ступенем порушеності, незалежно від наявності включень: U(1), ur(1) – слабопорушений; U(2), ur(2) – середньопорушений; U(3), ur(3) – сильнопорушений; U(4), ur(4) – дуже сильно порушений.

Вчені Одеського державного аграрного університету (Хохрякова А. І., Михайлюк В. І., 2021) пропонують включити до основного набору діагностичних горизонтів природних ґрунтів хемогенний та пірогенний горизонти. Вченими запропоновано також додавати до формули профілю певні позначення фізико-

механічного перетворення профілю: перемішування, насипання, підстилення непроникним матеріалом [322].

На думку авторки, при вивченні екологічного стану міських ґрунтів, важливим є не лише їх діагностичні ознаки, але й їх приуроченість до різних функціональних зон міста.

Висновки до розділу 1

1. Урбанізація є потужним чинником перетворення навколишнього середовища. Стрімкий розвиток процесу урбанізації негативно впливає на всі компоненти біосфери і такий вплив щороку зростає. Міські ґрунти виконують у місті різноманітні екологічні функції. Головними серед яких є: придатність для зростання зелених насаджень, здатність сорбувати в товщі забруднюючі речовини, здатність утримувати їх від проникнення в ґрунтово-підґрунтові води тощо.

2. Історія вивчення міських ґрунтів сягає глибокої давнини. Проте і на тепер немає єдиної класифікації міських ґрунтів, яка була б визнана ґрунтознавцями усього світу. Українськими вченими запропоновано декілька підходів щодо класифікаційної систематики ґрунтів України, але по теперішній час не існує єдиної класифікації, яка була б закріплена на законодавчому рівні.

3. Дослідженням різноманітного кола проблемних питань міського середовища загалом та ґрунтів зокрема, натепер приділяється велика увага як за кордоном, так і в Україні. І хоча в Україні вивчення міських ґрунтів стало актуальним лише в кінці ХХ сторіччя, наразі накопичено достатньо наукової інформації, що стосується вивченню особливостей забруднення та зміни основних властивостей міських ґрунтів. Проте ці відомості мають розрізнений і фрагментарний характер.

Проведений літературний огляд щодо вивчення ґрунтів міських та приміських територій засвідчує розрізненість та відсутність комплексних ґрунтово-екологічних досліджень, практично відсутні дослідження щодо вивчення ґрунтів приміської зони в межах впливу автомобільного транспорту.

РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Програма робіт

Для реалізації поставленої мети дисертаційного дослідження було складено програму робіт, що включала наступні етапи:

1. Опрацювати наявну літературу з проблеми вивчення ґрунтів (ґрунтового покриву) міст та оцінки їх екологічного стану в Україні та за кордоном.

2. Визначити специфіку (особливості) основних чинників ґрунтоутворення м. Одеса та приміської зони.

3. Скласти картосхеми відбору ґрунтових зразків.

4. Провести польові дослідження (2018 р.-2022 р.) та лабораторно-аналітичні дослідження, до яких входять:

- показники основних фізико-хімічних властивостей та режимів міських ґрунтів: гігроскопічну вологу; гранулометричний склад; рН сольової та водної витяжок, вміст гумусу, азоту, рухомих форм фосфору та калію; суми обмінних основ, гідролітичну кислотність, ємність поглинання, ступінь насиченості ґрунтів основами; ступінь забрудненості важкими металами (вміст рухомих форм Pb, Co, Cd, Mn, Cu, Zn);

- біологічні показники міських ґрунтів (всхожість насіння тест-культур; довжину наземної частини паростків тест-культур; довжину підземної (кореневої) частини паростків тест-культур; фітотоксичність та целюлозолітичну активність міських ґрунтів)

5. Оцінити екологічний стан ґрунтів (розрахувати суму токсичних солей, коефіцієнти концентрації, коефіцієнти небезпеки, сумарний показник забруднення хімічними елементами, інтенсивність забруднення).

6. Визначити рівень небезпеки для здоров'я населення міста Одеси та приміської зони внаслідок забруднення ґрунтів важкими металами шляхом їх оцінки за моделлю пробіт-регресії.

7. Встановити зв'язок між вмістом важких металів у досліджуваних ґрунтах та захворюваністю населення.

Для вирішення поставлених завдань була запропоновано наступну схему використання експериментальних та теоретичних методів досліджень (рис. 2.1)

2.2. Об'єкти дослідження

Взаємодія природи та господарства в містах відрізняється великими масштабами і концентрацією надходження відходів у біосередовище, які утворюються при реалізації кінцевих ланцюгів ресурсних циклів – переробки і споживання матеріальної продукції [40, 182].

Об'єктами дослідження стали ґрунти Одеської міської зони різного функціонального призначення (транспортна, рекреаційна, промислова та селітебна зони) та приміської зони в межах впливу автомобільного транспорту (автошляхи Одеса-Київ, Одеса-Рені, Одеса-Чорноморськ).

За визначенням Гавриленко О. П. [40] **селітебна зона** – це житлові райони, суспільні центри; **промислова** – зона промислових підприємств та інших виробничих об'єктів; **транспортна** – зона дорожньої міської мережі, станцій, депо; **рекреаційна** – зона парків, лісопарків, пляжів та інших місць відпочинку в межах міста. **Приміська зона** згідно визначення Топчієва О. Г. [244, с. 243] визначена як «прилегла до міста територія, що охоплює приміське розселення – міста-супутники, селища і села, дачне і садово-городнє розселення».

В межах приміської зони досліджувались чорноземи південні сільськогосподарського використання на різній відстані від узбіччя дороги (до 5 м; до 15 м; до 30 м).

Опис та місце розташування точок відбору ґрунтових зразків відображені у додатку А та на рис. 2.2.

В якості контролю міських ґрунтів (еталон порівняння) обрано територію ботанічного саду (вул. Французький бульвар), яка знаходиться за межами впливу промислових підприємств.

Еталоном порівняння чорноземів південних приміської зони стали зональні ґрунти території дослідження за межами впливу транспортного навантаження [64].

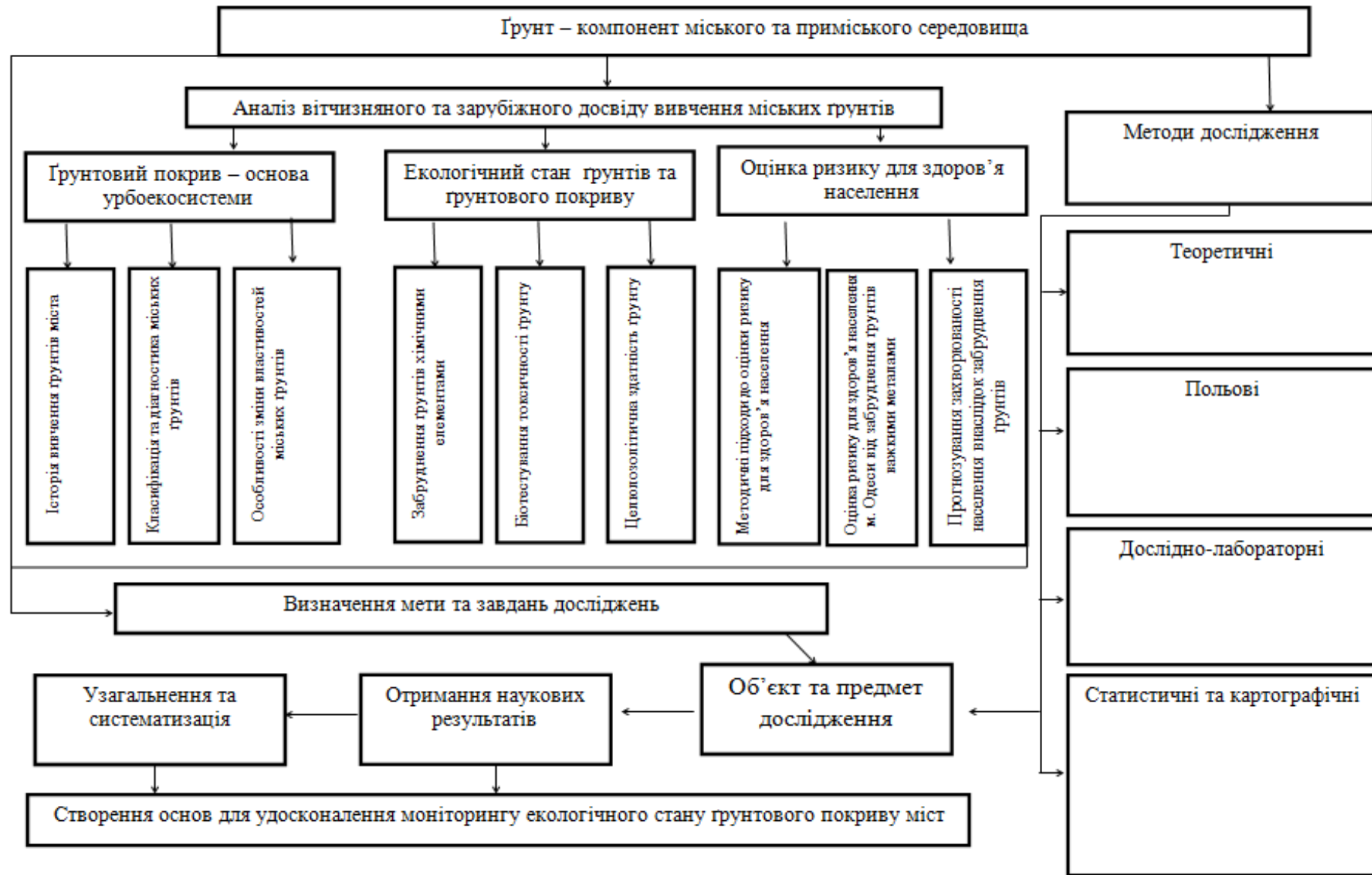


Рис. 2.1. Загальна алгоритмічна схема та методологія дисертаційного дослідження рівня забруднення ґрунтів важкими металами міських та приміських територій

2.3. Методика проведення польових та лабораторно-аналітичних досліджень

Відбір ґрунтових зразків та опис дослідних ділянок

Міські ґрунти знаходяться в зоні комунікаційної інфраструктури, яка досить складна, область її проникнення вглиб ґрунтової товщі має широкий діапазон. Тому зробити «гарний» морфологічний опис ґрунтів, розташованих у межах міста, можливо лише за допомогою комунальних служб. Також необхідно відзначити, що обстеження антропогенно-трансформованих ґрунтів проводиться на досить великій території, що потребує відбору значної кількості ґрунтових зразків. Враховуючи, що саме поверхневий шар ґрунту є найбільш забрудненим, відбір зразків та їх аналіз проводився у поверхневому шарі.

Ґрунтові зразки відбиралися методом конверту за допомогою буру відповідно до ДСТУ ISO 10381-5:2009 Якість ґрунту. Відбирання проб. Частина 5. Настанови з процедури дослідження міських і промислових ділянок щодо забрудненості ґрунту (ISO 10381-5:2005, IDT, з поправкою) [95].

Геоботанічний опис проведено на кожній пробній ділянці зі включенням визначення видового складу деревного, чагарникового, трав'яного ярусів та визначення відсотка проективного покриття.

Одним із важливих показників, який використовується під час дослідження міських ґрунтів є показник ступеню захаращення, тобто перекриття поверхні ґрунту абіотичними наносами (відкладами) у тому числі і токсичними [193].

Ступінь захаращення пропонуємо визначати за бальною системою, згідно якої не захаращена – площа захаращених ділянок менше 10 % – 0 балів; слабо захаращена – площа захаращених ділянок 10-25 % – 1 бал; середньо захаращена – площа захаращених ділянок 25-50 % – 2 бали; сильно захаращена – площа захаращених ділянок 50-70 % – 3 бали; дуже захаращена – захаращена вся територія, присутні токсичні речовини – 4 бали.

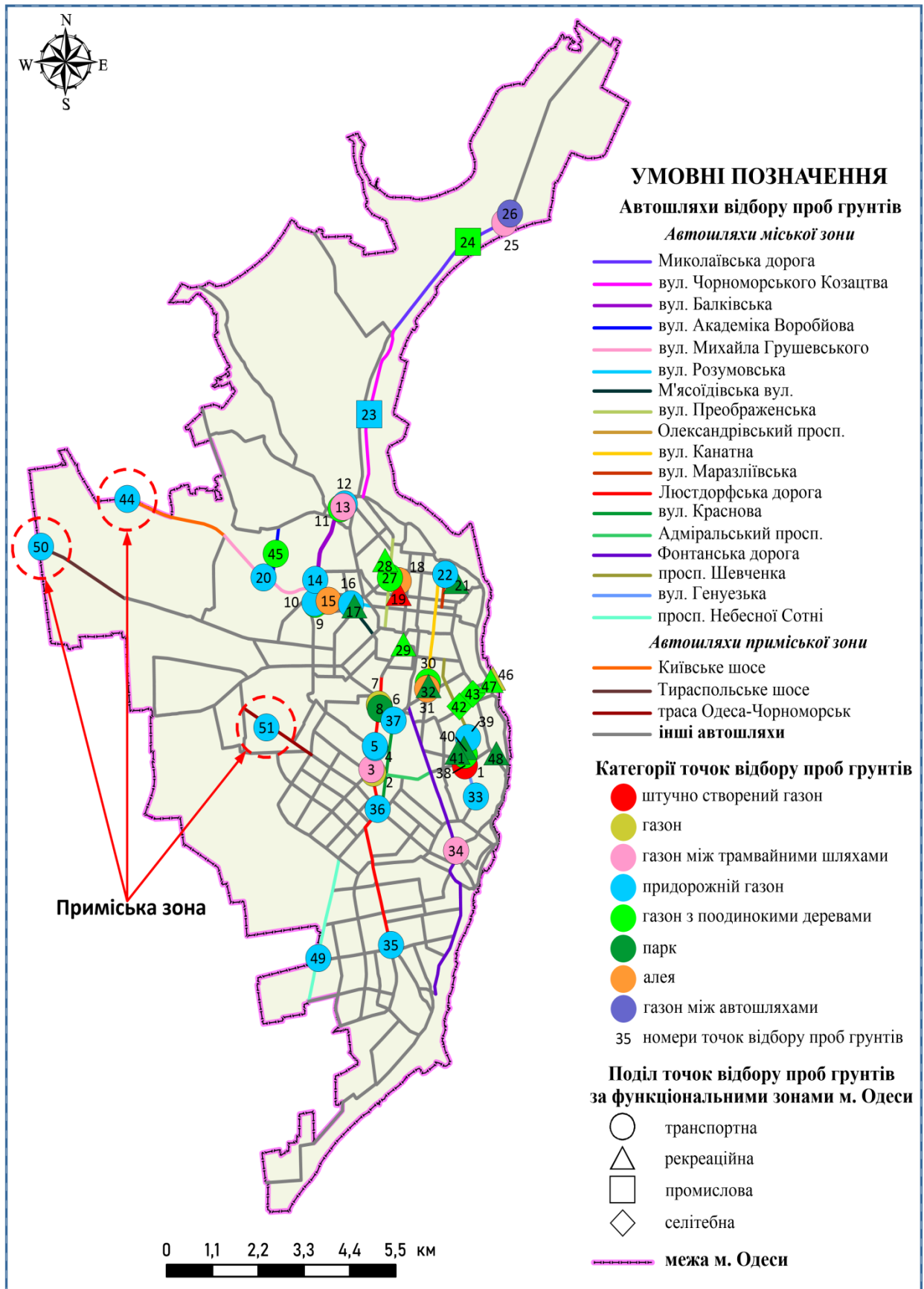


Рис. 2.2. Картохема відбору зразків ґрунту

Важливим завданням під час опису дослідних ділянок є оцінка розвитку стежкової мережі (рекреаційного навантаження). Зі збільшенням рекреаційного навантаження відбувається і більш інтенсивне ущільнення ґрунтів [193].

Ступінь рекреаційного навантаження пропонуємо визначати за наступною шкалою: відсутня – витоптанно менше 10 % площі – 0 балів; слабка – витоптанно 10-25 % площі – 1 бал; середня – витоптанно 25-50 % площі – 2 бали; сильна – витоптанно 50-75 % площі – 3 бали.

Методика дослідження автотранспортного навантаження

Вплив транспорту на навколишнє середовище населеного пункту можна оцінити, врахувавши такий показник як завантаженість вулиць автомобілями, який і визначає рівень забруднення навколишнього середовища викидами автомобільного транспорту.

Підрахунок автомобільного транспорту проводили в робочі дні, коли завантаженість доріг зростає у зв'язку з виїздом населення на роботу, або повернення з неї (з 08.00 до 10.00 год. ранку та з 16.00 до 18.00 вечора) [152].

Характеристику транспортного навантаження на вулицях міста визначали згідно класифікації транспортних умов, яка базується на інтенсивності руху транспортного потоку (легкі – до 1100, середні – 1100-1900, скрутні – 1900-2500, важкі і критичні – 2500-3000 – 3000-4000 і вище транспортних засобів на годину) [152].

Визначення фізико-хімічних показників

Показники основних фізико-хімічних властивостей досліджуваних ґрунтів визначались автором у Проблемній науково-дослідній лабораторії географії ґрунтів та охорони ґрунтового покриву чорноземної зони (ПНДЛ-4). Вміст хімічних елементів визначали у лабораторії Одеської філії державної установи «Інститут охорони ґрунтів України» за участю автора. Всі дослідження виконані згідно стандартів з урахуванням оновлення нормативної документації (табл. 2.1) [79-94, 96].

Таблиця 2.1

Нормативні документи по визначенню основних показників фізичних та фізико-хімічних властивостей досліджуваних ґрунтів

Показник	Нормативний документ, згідно якого проводились дослід
Гігроскопічна волога	ДСТУ ISO11465-2001
Гранулометричний склад	ДСТУ 4730:2007
Гумус	ДСТУ 4289:2004
pH H ₂ O	ДСТУ 8346:2015
Увібрані (обмінні) основи (Ca, Mg, Na)	ДСТУ 7861:2015
Рухомий фосфор (P), обмінний калій (K) та азот (N)	ДСТУ 4114-2002, ГОСТ 26951-86
Аналіз водної витяжки: Визначення хлорид-іона у водній витяжці	ДСТУ 7908:2015
Визначення сульфат-іона у водній витяжці	ДСТУ 7909:2015
Визначення іонів натрію і калію у водній витяжці	ДСТУ 7944:2015
Визначення іонів кальцію і магнію у водній витяжці.	ДСТУ 7945:2015
Вміст рухомих форм хімічних елементів: Mn	ДСТУ 4770.1:2007
Zn	ДСТУ 4770.2:2007
Cd	ДСТУ 4770.3:2007
Co	ДСТУ 4770.5:2007
Cu	ДСТУ 4770.6:2007
Pb	ДСТУ 4770.9:2007

Визначення біологічних показників

Фітотоксичність ґрунтів здійснювали за методикою «ростовий тест» [52]. Згідно використаної методики висушені зразки ґрунту просіювали через сито з дрібними отворами. Біотестування виконували в чашках Петрі: на фільтрувальний папір викладали 1 г досліджуваного ґрунту та 30 штук насіння тест-культури.

За тест-об'єкти було обрано огірок (*Cucumis sativus*) та редис (*Raphanus sativus* var. *Sativus*), оскільки дані рослини характеризуються швидким проростанням і є

найбільш чутливими до забруднення ґрунтів токсичними речовинами, у тому числі важкими металами. Визначення фітотоксичності ґрунтів за зазначеною у трикратній повторюваності проводилось наступним чином: насіння пророщували в термостаті при температурі 23-25 °С протягом 4 діб.

Фітотоксичний ефект (ФЕ, %) визначали у відсотках за довжиною кореневої та наземної частини за формулою 1 [53]:

$$\text{ФЕ} = \frac{(L_0 - L_x)}{L_0} \times 100\%, \quad (1)$$

де L_0 – середня довжина кореневої чи надземної частини рослин, вирощених на зразках ґрунту з контрольної точки; L_x – середня довжина кореневої чи наземної частини рослин, вирощених на ґрунті з досліджуваних ділянок. Оцінку токсичності ґрунтів міської та приміської зон визначали за п'ятибальною шкалою, де 0-20 % - токсичність відсутня, або слабка; 20,1-40 % - середній рівень токсичності; 40,1-60 % - вище середнього; 60,1-80 % - високий рівень фітотоксичності і 80,1-100 % відповідає максимальному рівню токсичності [53].

Натепер методів визначення біологічної активності ґрунту є достатньо багато, однак не всі вони розкривають специфіку функціонування мікробіоти в просторі і часі. Аплікаційні методи діагностики ґрунтів дозволяють враховувати вплив антропогенного середовища, прослідкувати стан живих компонентів на визначеному відрізку часу. Визначення целюлозолітичної здатності ґрунту методом аплікації дає цінну інформацію про перетворення лабільної фракції органічної речовини, кругообігу вуглецю, активності целюлозолітичного комплексу.

Вивчення целюлозолітичної здатності ґрунтів різних функціональних зон міста проводили в польових умовах у серпні-вересні 2021 р. аплікаційним методом. Стерильну тонку невібілену лляну тканину прикріпляли до полімерної плівки, розмір якої 10x10 см та зважували. Аплікації закладали вертикально у верхньому 15-сантиметровому шарі ґрунтів у п'ятикратній повторності. Через місяць їх викопували, відмивали тканину від ґрунту та продуктів напіврозпаду, висушували і повторно зважували. Швидкість розкладання целюлози визначали у відсотках від вихідної (контрольної) ваги тканини [77].

Для оцінки інтенсивності процесу розкладання целюлози за визначений час використовували наступну шкалу: дуже слабка < 10 %, слабка 10 – 30 %, середня 30 – 50 %, сильна 50 – 80 %, дуже сильна > 80 % [77, 133].

Оцінка екологічного стану ґрунтів міста та приміської зони

Ступінь техногенно-хімічного забруднення ґрунтів міста визначали за наступними екологічними показниками: коефіцієнтом концентрації (K_c), коефіцієнтом небезпеки ($K_{нб}$) та сумарним показником забруднення (Z_c) [154].

Коефіцієнт концентрації (K_c), який характеризує ступінь накопичення ВМ у ґрунті відносно обраного еталону (контролю), розраховували за формулою 2:

$$K_c = C_i / C_{\phi}, \quad (2)$$

де C_i – вміст речовини у компоненті, C_{ϕ} – вміст речовини в еталоні (контролі), мг/кг.

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 – $K_c \geq 5,0$ [154].

Рівень забруднення ґрунтового покриву рухомими формами важких металів (коефіцієнт небезпеки ($K_{нб}$), який використовується для оцінки ступеня небезпечності елемента-забруднювача щодо міграції в системі ґрунт-рослина, розраховували за формулою 3:

$$K_{нб} = C_i / \Gamma ДК, \quad (3)$$

де C_i – концентрація ВМ у ґрунті, мг/кг;

$\Gamma ДК$ – показник гранично допустимої концентрації ВМ у ґрунті, мг/кг.

Комплексну оцінку забруднення ґрунтів сукупністю важких металів (Z_c) розраховували згідно формули 4:

$$Z_c = \sum_{i=1}^n K_c - (n - 1) \quad (4)$$

де n – кількість забруднюючих речовин,

K_c – коефіцієнт концентрацій забруднюючих речовин.

Оцінка рівня забруднення ґрунтів важкими металами визначали за показником Z_c , де $Z_c = < 16$ – допустимий рівень, $Z_c = 16-32$ – помірно-небезпечний, $Z_c = 32-128$ – небезпечний; $Z_c = > 128$ – дуже небезпечний [154].

Визначення інтенсивності забруднення ґрунтів та оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення ґрунтів важкими металами

Небезпечність забруднення ґрунтів ВМ щодо здоров'я населення визначали формулою 5:

$$P_j = \sum(K_c \times M_i), \quad (5)$$

де: K_c – коефіцієнт концентрації мікроелемента; M_i – значення індексу небезпечності хімічного елемента відповідно до класу небезпечності (4,1 і більше – перший клас; 2,6-4,0 – другий клас; 0,5-2,5 – третій клас) [266].

Рівень екологічної небезпеки визначали за шкалою, яку розроблено з урахуванням впливу показників інтенсивності забруднення на стан здоров'я населення (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

Характеристика екологічної небезпеки забруднення ґрунтів [266]

Категорія інтенсивності забруднення ґрунтів	Допустима	Безпечна	Небезпечна	Дуже небезпечна
Інтенсивність забруднення ґрунту, P_j	15 і менше	16-30	31-50	51 і більше
Зміна показників здоров'я населення	Найнижчий рівень захворюваності	Збільшення загальної захворюваності населення	Збільшення загальної захворюваності, хронічні захворювання, порушення функціонального стану серцево-судинної системи	Збільшення загальної захворюваності і дітей, порушення репродуктивної функції жінок

Оцінку ризику для здоров'я населення застосовують для характеристики рівня екологічної небезпеки ґрунтів, забруднених викидами промислових підприємств та автомобільного транспорту. Методично окремо визначають для сільськогосподарських ґрунтів та ґрунтів урбанізованих територій. Ризик для

здоров'я населення міста Одеси від впливу забруднення ґрунтів міста важкими металами визначали за формулою 6 [207]:

$$P_{\text{robit}} = -1,32 + 1,45 \lg C_i / C_{\text{фон}}, \quad (6)$$

де $C_{\text{фон}}$ – фонові концентрації; C_i – забруднюючої речовини в ґрунті, мг/кг.

Для сільськогосподарських ґрунтів приміської зони за формулою 7:

$$P_{\text{robit}} = -1,32 + 1,45 \lg C_i / C_{\text{ГДК}i}, \quad (7)$$

де C_i – концентрація i -ої забруднюючої речовини в ґрунті, мг/кг; $C_{\text{ГДК}i}$ – транслокаційна гранично-допустима концентрація i -ої забруднюючої речовини в ґрунті, мг/кг [207].

Дія декількох хімічних елементів зумовлює сумарний шкідливий ефект, який залежить від шляху та тривалості надходження в організм, рівнів доз або концентрацій сполук. Якщо декілька елементів спричиняють вплив через один з компонентів навколишнього середовища, то такий вплив є комбінованим. Ризик здоров'ю населення при такому впливі забруднення навколишнього середовища оцінюється за правилом множення ймовірностей, де як множник виступають не величини ризику здоров'ю, а значення, що характеризують імовірність його відсутності і розраховується за формулою 8:

$$\text{Risk}_{\text{сум}} = 1 - (1 - \text{Risk}_1)(1 - \text{Risk}_2) \dots (1 - \text{Risk}_n), \quad (8)$$

де $\text{Risk}_{\text{сум}}$ – ризик комбінованого впливу забруднення ґрунтів важкими металами на здоров'я населення; $\text{Risk}_1, \dots, \text{Risk}_n$ – ризик впливу кожної окремої забруднюючої речовини [207].

Оцінка показників значення ризику для здоров'я населення визначається за класом небезпеки:

- 1 клас небезпеки - незначний ризик для здоров'я населення, $\text{Risk} = 0,01 - 0,19$;
- 2 клас небезпеки - підвищений ризик для здоров'я населення (граничні хронічні ефекти для здоров'я людини), $\text{Risk} = 0,20 - 0,39$;
- 3 клас небезпеки - значний ризик для здоров'я населення (важкі хронічні ефекти для здоров'я людини), $\text{Risk} = 0,40 - 0,59$;
- 4 клас небезпеки - високий ризик для здоров'я населення (важкі гострі ефекти для здоров'я людини), $\text{Risk} = 0,60 - 0,79$;

- 5 клас небезпеки - небезпечний ризик для здоров'я населення (дуже великий вплив на здоров'я людини), Risk = 0,80 – 1,00.

Наступним етапом після оцінки ризику для здоров'я населення є управління ризиком, тобто прийняття необхідних управлінських рішень щодо досягнення рівня прийняттого ризику з урахуванням технологічних та економічних можливостей найбільш небезпечних підприємств-природокористувачів по реалізації природоохоронних заходів.

Комплексна оцінка екологічного стану ґрунтів

Комплексну екологічну оцінку території авторка пропонує за наступним групуванням (табл. 2.3). Так, в базовий комплекс досліджень, які дозволять оцінити екологічний стан території входять ґрунтові показники: геохімічні, фітоіндикаційні, біогеохімічні, медико-екологічні.

За таблицею 2.5, екологічний рівень «*Екологічна безпека*» притаманний ґрунтам, для яких ризик-фактори мають наступні характеристики: коефіцієнт концентрації елементів – $K_c = \leq 1,0$; коефіцієнт небезпеки – $K_{нб} = \leq 1,0$; сумарний показник забрудненості – $Z_c = < 16$; фітотоксичний ефект – $\Phi E = 0-20 \%$; целюлозолітична активність – $\text{ЦА} = < 10 \%$; інтенсивність забруднення – $P_j = 15$ і менше; ризик для здоров'я населення – $R = 0,01 - 0,19$.

Рівень екологічного навантаження «*Екологічна криза*» характерний для ґрунтів, показники яких мають наступні значення: коефіцієнт концентрації елементів – $K_c = 1,0-2,9$; коефіцієнт небезпеки – $K_{нб} = 1,1-3,0$; сумарний показник забрудненості – $Z_c = 16,1-32$; фітотоксичний ефект – $\Phi E = 20,1-40 \%$; целюлозолітична активність – $10,1-30 \%$; інтенсивність забруднення – $P_j = 15,1-30$; ризик для здоров'я населення – $R = 0,01 - 0,19$.

Екологічний рівень «*Екологічне лихо*» характерний для ґрунтів, ризик-фактори яких мають наступні значення: коефіцієнт концентрації елементів – $K_c = 3,0-5,0$; коефіцієнт небезпеки - $K_{нб} = 3,1-5,0$; сумарний показник забрудненості – $Z_c = 32,1-128$; фітотоксичний ефект – $\Phi E = 40,1-60 \%$; целюлозолітична активність – $30,1-50 \%$; інтенсивність забруднення – $P_j = 30,1-50$; ризик для здоров'я населення – $R = 0,40-0,59$.

Таблиця 2.3

**Система діагностичних ґрунтових показників оцінки екологічного стану
ґрунтів міських та приміських територій**

Показники (Ризик-фактори)		Екологічні рівні			
		Екологічна безпека	Екологічна криза	Екологічне лихо	Екологічна катастрофа
Геохімічні:	Коефіцієнт концентрації (Кс) (Мадж та інш., 2016)	$K_c = \leq 1,0$	$K_c = 1,0-2,9$	$K_c = 3,0-5,0$	$K_c = \geq 5,0$
	Коефіцієнт небезпеки (Кнб) (Мадж та інш., 2016; шкала – запропонована автором)	$K_{нб} = \leq 1,0$	$K_{нб} = 1,1-3,0$	$K_{нб} = 3,1-5,0$	$K_{нб} = \geq 5,0$
	Сумарний показник забрудненості (Zс) (Мадж та інш., 2016)	$Z_c = < 16$	$Z_c = 16,1-32$	$Z_c = 32,1-128$	$Z_c = > 128$
Фітоіндик аційні:	Фітотоксичний ефект, % (Григорчук, 2016)	$\Phi E = 0-20$	$\Phi E = 20,1-40$	$\Phi E = 40,1-60$	$\Phi E = > 60$
Біогеохімі чні:	Целюлозолітична активність, % (Корсун та ін., 2016)	$\text{ЦА} = < 10\%$	$\text{ЦА} = 10,1 - 30\%$	$\text{ЦА} = 30,1-50\%$	$\text{ЦА} = > 50$
Медико- екологічні:	Інтенсивність забруднення ґрунту, Pj (Чайка та інш., 2018)	$P_j = 15$ і менше	$P_j = 15,1-30$	$P_j = 30,1-50$	$P_j = 50$ і більше
	Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення ґрунтів важкими металами (Рибалова та інш., 2019)	$R = 0,01 - 0,19$	$R = 0,20-0,39$	$R = 0,40-0,59$	$R = 0,60$ і більше

Рівень «Екологічна катастрофа» може бути визначений, якщо коефіцієнти концентрації елементів – $K_c = \geq 5,0$; коефіцієнт небезпеки – $K_{нб} = \geq 5,0$; сумарний показник забрудненості – $Z_c = > 128$; фітотоксичний ефект – $\Phi E = > 60\%$; целюлозолітична активність – $> 50\%$; інтенсивність забруднення – $P_j = 50$ і більше; ризик для здоров'я населення – $R = 0,60$ і більше, дослідну ділянку можна віднести до території з екологічним рівнем «Екологічна катастрофа».

РОЗДІЛ 3. ЧИННИКИ ГРУНТОУТВОРЕННЯ ТЕРИТОРІЇ ДОСЛІДЖЕННЯ

Загальновизнаним є розуміння, що ґрунтоутворення є результатом взаємодії природних чинників (клімат, рельєф, рослинність, ґрунтоутворюючі породи, час) та антропогенної діяльності людини. Особливості ґрунтоутворювального процесу в містах свідчать про значну трансформацію цих чинників в урболандшафті. Отже, аналіз особливостей ґрунтоутворення та геоекологічної ролі ґрунтів міських територій неможливий без розгляду впливу всіх вище зазначених чинників ґрунтоутворення в урболандшафті м. Одеса та приміської зони.

3.1. Чинники з природною домінантою

До основних природних чинників, які здійснюють суттєвий вплив на функціонування міських ґрунтів та ґрунтів приміської зони є геологічна будова, гідрогеологічні умови, рельєф, температура повітря, опади, вітровий режим.

Одеса розміщена в межах Дністровсько-Бузької низовинної фізико-географічної області Причорноморського середньо степового краю Степової ландшафтної зони.

Місто має яскраво виражену неоднорідність рельєфу та підстилаючої поверхні (місто розташоване в прибережній зоні на межі суша-море і знаходиться у зоні розвитку бризової циркуляції). Ці фактори впливають на формування «острова тепла» у місті та його просторову структуру [158]. За рельєфом територія міста являє собою прибережне плато з незначним нахилом (до 4%) у бік моря. Абсолютні відмітки поверхні коливаються від 90 м до 0, відносні перевищення – від 45 до 90 м. Плато розчленоване невеликими балками, які з часом перетворились у виположені пониження. У південній частині міста це – Аркадійська, Середньофонтанська, Великофонтанська, Чорноморська, Безіменний яр, Ковалевська балки, у північній – Водяна, Крива, Усатівська, Нерубайська. До моря територія міста виходить східним та південно-східним краями зі ступінчатими обривами та піщаними пересипами. На південному заході місто межує з сухим лиманом, на північному сході – з Хаджибейським і Куяльницьким лиманами, які у геологічному минулому були з'єднані з морем, а тепер відокремлені від нього піщаними пересипами [182].

За геологічною будовою територія дослідження розташована в межах північного схилу Причорноморської западини. Докембрійський кристалічний фундамент занурений на глибини 1300 м і перекритий неогеновими пісками, глинами і вапняками. Більш молоді четвертинні відклади – леси, що перекривають вододільні поверхні і мають потужність 5-25 м. Пересипи лиманів представлені лиманно-морськими відкладами – пісками, дрібнозернистими глинами, алевролітами, що мають потужність 7-40 м [182].

За гідрогеологічними умовами територія дослідження належить до Причорноморського артезіанського басейну з несприятливими умовами накопичення підземних вод. Поширені кілька водоносних горизонтів, серед яких основним експлуатаційним є верхньосарматський водоносний горизонт. Він залягає на глибинах 58-137 м, має напірні води і невеликі дебіти свердловин (до 0,7 л/сек). Даний горизонт має кадастрові запаси близько 10 тис. куб. м на добу, і його води використовують у місті близько 120 відомчих свердловин [182].

Клімат – один із найважливіших факторів ґрунтоутворення. Його вплив починається вже на початковому етапі, коли гірська порода перетворюється на пухкий матеріал та заселяється першими живими організмами. Від клімату залежать різноманітність та особливості флори та фауни, швидкість біологічних та біохімічних процесів, тип та кількість органіки. Клімат визначає температурний та водний режим ґрунту.

До важливих кліматичних чинників, які приймають участь у ґрунтоутворенні належать температура повітря, кількість атмосферних опадів, вітровий режим.

Клімат міста помірно-континентальний з короткою малосніжною зимою та тривалим спекотним літом. Безпосередній вплив моря відчувається в приморській смузі шириною близько 500 м, де всі фенологічні явища весною запізнюються на 10-15 днів, а восени, відповідно, тривають на два тижні довше [116, 182].

За агрокліматичним районуванням м. Одеса відноситься до суворо посушливої зони. Сума активних температур повітря в теплий період року із стійкою температурою вище 10 °С складає більше 3000 °С.

Сонячна радіація є одним із основних кліматотвірних факторів. Кількість радіації, що надходить до Землі, визначається тривалістю дня, висотою сонця, хмарністю та прозорістю атмосфери. Сумарна річна сонячна радіація складає > 4500 МДж/м².

Середньорічна температура повітря протягом останніх 5 років (рис. 3.1) становить $+11,9$ °С, абсолютний мінімум $- +8,6$ °С, абсолютний максимум $- +15,1$ °С. Середньомісячна температура 0 °С і нижче в Одесі може спостерігатися з листопада по березень. Найбільш холодними місяцями є січень і лютий. Протягом усього холодного періоду можливі відлиги. Середньомісячна температура 20 °С і вище можлива з червня по вересень. Температура 25 °С і вище може спостерігатися в усі літні місяці. Такий температурний режим призводить до активного розкладання органіки навесні та восени, а влітку та взимку – закріплення її у верхніх шарах.

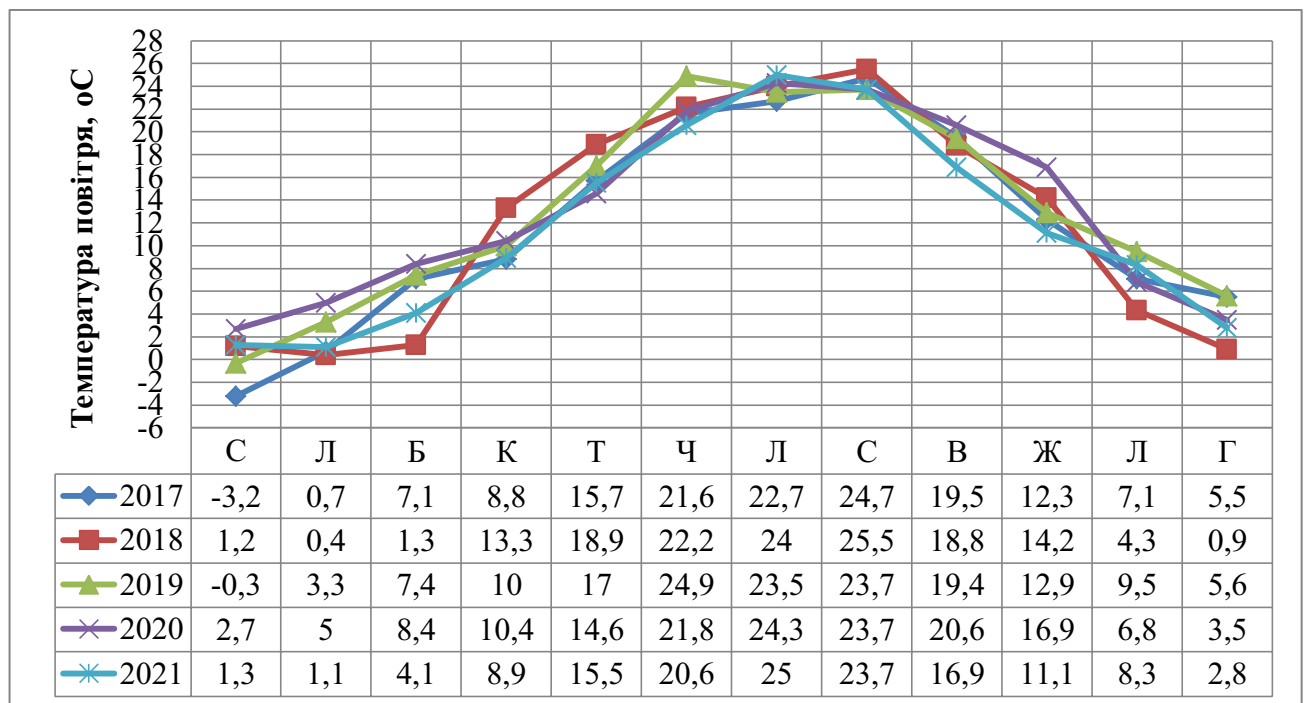


Рис. 3.1. Середньорічна температура повітря за даними метеостанції м. Одеси за 2017-2021 рр. (побудовано автором за даними [327])

Разом з температурою повітря атмосферні опади є найважливішими елементами клімату, які визначають запаси ґрунтової вологи. Для території дослідження помітне переважання порівняно малих кількостей опадів (рис. 3.2). Так, середньорічна кількість опадів за п'ятирічний період (з 2017 по 2021 р.) складає

464,5 мм. Найбільше опадів за останні 5 років випало протягом 2021 р. – 684,8 мм за рік.

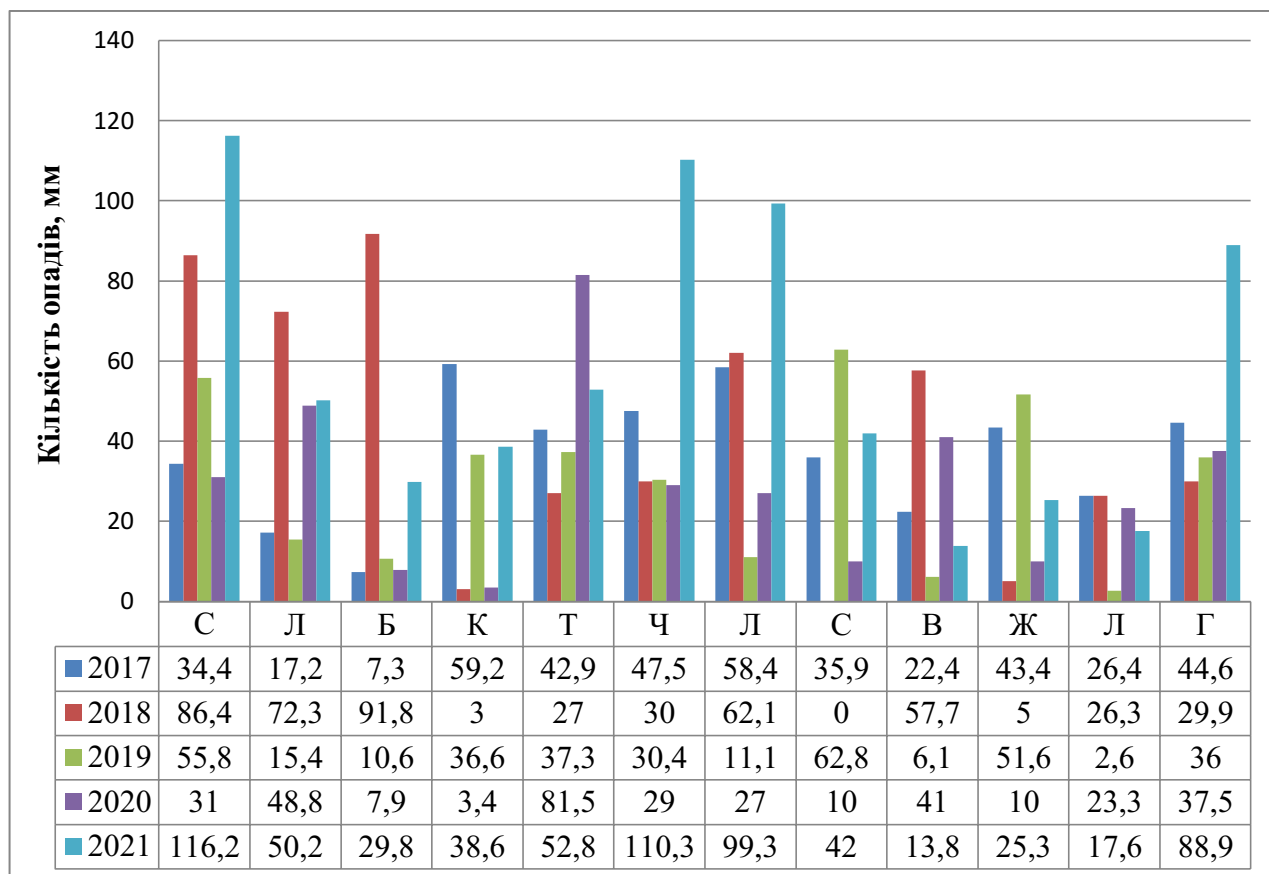


Рис. 3.2. Середньорічна кількість опадів за даними метеостанції м. Одеси за 2017-2021 рр. (побудовано автором за даними [327])

Важливим кліматичним показником є вітровий режим, який в межах великого міста формується як сума вітрів синоптичного процесу, термічних циркуляцій та механічних порушень повітряного потоку під впливом міських перешкод. На рис. 3.3 представлені багаторічні дані про напрям вітру на території дослідження.

Для кліматичного періоду (2017-2021 р.) характерне переважання вітрів північно-західного та західного напрямку. Середньорічна швидкість вітру 4 м/с. В Одесі широко розвинені бризи. Удень ці вітри дмуть з моря на сушу. Вище спостерігається перенесення повітря у зворотному напрямку. Вночі нижня течія направлена з суші на море, а верхня або відсутня, або направлена з моря на сушу. Денні бризи називаються морськими, а нічні – береговими [116, 182, 218, 270].

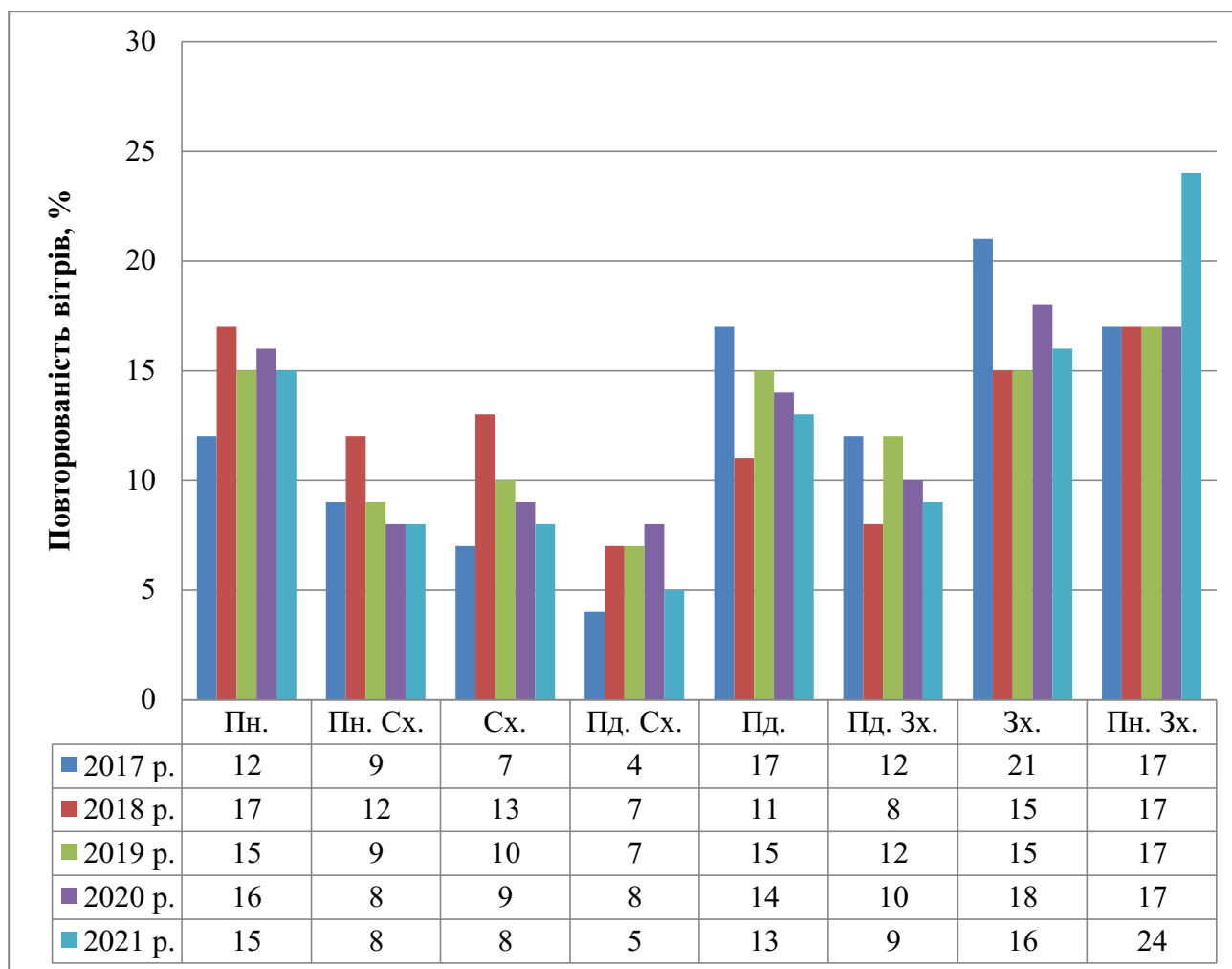


Рис. 3.3. Повторюваність вітру (%) за даними метеостанції м. Одеса за 2017-2021 рр. (побудовано автором за даним [327])

Вагомим чинником, який впливає на накопичення у ґрунтах токсичних речовин, є тумани [220]. Актуальність вивчення міських туманів обумовлено тим, що вони можуть спостерігатися у всі сезони року. Вони є небезпечним явищем погоди, оскільки під час туманів може погіршуватись екологічний стан міського повітря, внаслідок перевищення концентрації забруднюючих речовин та домішок гранично допустимих норм у десятки та сотні разів. Забруднюючі речовини і домішки є хімічними сполуками, які вступаючи в реакцію з крапельками води у туманах і формують, як правило, кислотні або лужні сполуки, які можуть мати властивості отруйних речовин. При цьому вони здатні довгий час циркулювати в системі «атмосфера – ґрунт – атмосфера» та накопичуватись в органах і тканинах живих організмів, потрапляючи через системи дихання та травлення, тим самим збільшуючи їх токсичну дію [220].

Основними факторами утворення туманів у містах є як природні (температура повітря, відносна вологість повітря, вітровий режим) так і антропогенні (інтенсивна господарська діяльність, у результаті якої йде збільшення викидів різного роду аерозолів та додаткової вологи).

Найвища кількість туманних днів протягом останнього п'ятиріччя (рис. 3.4) спостерігається саме у зимовий період (грудень-лютий) і складає більше 25 днів. Максимальна повторюваність туманів в м. Одеса спостерігається при низьких температурах повітря в інтервалі $-3,2^{\circ}\text{C}$ - $+5,5^{\circ}\text{C}$.

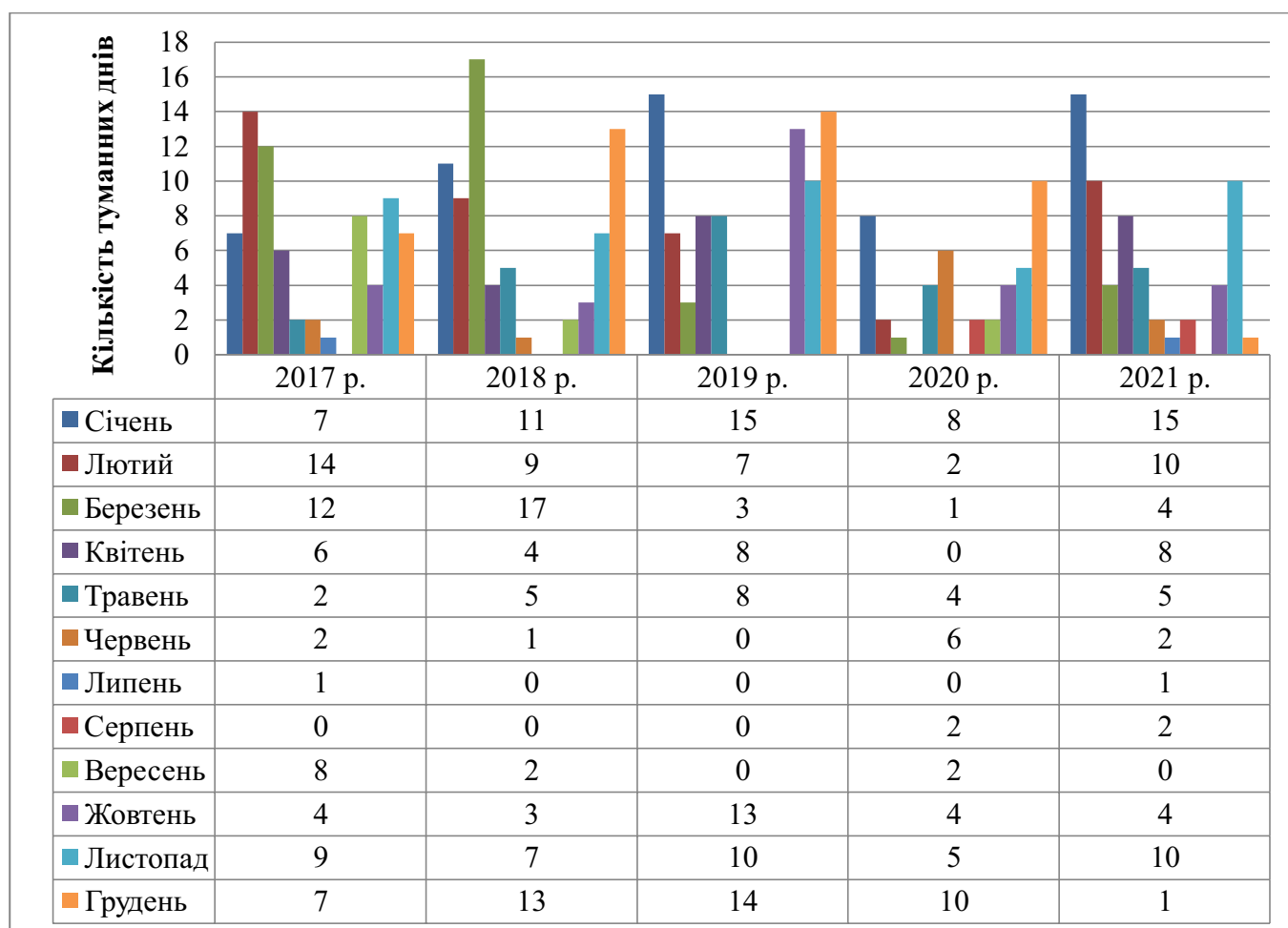


Рис. 3.4. Кількість туманних днів за даними метеостанції м. Одеса протягом 2017-2021 рр. (побудовано автором за даними [326])

Суттєвий вплив на функціонування міських ґрунтів спричиняє рослинний покрив. Природна рослинність південного степу представлена типчаково-ковильними асоціаціями. У межах міста степова рослинність не збереглася, але на схилах лиманів і моря її склад сильно збіднів, з'явилося багато бур'янів, сильно

зменшилася кількість ефемерів і ефемероїдів. Так, на території м. Одеси первинна й вторинна природна рослинність здебільшого поступилась антропогенній. Величезне зростання потоку машин, зростаюча кількість вихлопних газів і обсяг витоку масел і пального, що збільшується, спричиняють негативний вплив на стан зелених насаджень у межах міста. З основних рослин тут розповсюдженні типчак (*Festuca valesiaca*), ковила (*Stipa*), житняк (*Agropyron*), полин (*Artemisia*) та інші. У дендрофлорі міста визначено 70 видів деревно-кущових рослин американського походження, серед яких кипарисовик (*Chamaecyperus*), кипарис (*Cupressus*), горіх Гіндса (*Juglans*), черемха звичайна (*Padus*), сосна (*Pinus*), псевдотсуга Мензіса (*Pseudotsuga*), сніжногідник (*Symphoricarpus*), туя західна (*Thuja*), клен (*Acer*), кизильник (*Cotoneaster*), ясен звичайний (*Fraxinus*), робінія звичайна (*Robinia*), спірея (*Spiraea*) та інші [179].

У цілому, у функціонуванні міських ґрунтів досить важко виділити роль окремих чинників ґрунтоутворення. Їх вплив інтегрований у єдину систему природно - антропогенних чинників, інтенсивність дії яких зумовлена конкретними умовами міського середовища.

3.2. Чинники з техногенною домінантою

Генезис та еволюція міських ґрунтів тісно пов'язана з впливом сукупності антропогенних факторів, які діють в містах. Геоекологічний стан міського середовища в цілому, як і міських ґрунтів зокрема залежить від кількості джерел забруднення, їх просторової локалізації, якісного складу забруднювачів, функціонального використання земельних (територіальних) ресурсів міста тощо. В сучасних умовах домінуючим чинником ґрунтоутворення у місті, на нашу думку, є техногенний

3.2.1. Вплив промислових підприємств

У ґрунті протікають різні фізичні, хімічні та біологічні процеси, які внаслідок забруднення порушуються. Важкі метали, що надходять в атмосферу в результаті технологічних процесів від промислових підприємств, згодом осідають на земній поверхні та рослинності. Основна частина викидів накопичується у безпосередній

близькості від джерела забруднення. Поблизу підприємств, які переробляють сировину, що містить важкі метали та інші забруднюючі речовини у вигляді домішок, спостерігається значне перевищення вмісту важких металів у ґрунті в порівнянні з фоновими значеннями та іншими незабрудненими зонами.

Кількість промислових підприємств в місті Одесі за останні роки значно знизилась, проте відсоток забруднення повітря не зменшується, а навпаки зростає. Це пояснюється тим, що використовується морально та фізично застаріла техніка, відсутні або неефективні повітроочисні установки, відсутній моніторинг та контроль за кількісними показниками викидів шкідливих речовин, а також низький рівень екологічної свідомості населення [182, 205].

Місто Одеса вирізняється потужним портовим господарством, морегосподарським комплексом, міжнародною транспортною діяльністю морського, залізничного, автомобільного, авіаційного транспорту. В межах міста розміщені понад 300 базових промислових підприємств та більше 1000 малих підприємств різної форми власності, які займають близько 26 % площі міста [182]. Серед них є екологонебезпечні підприємства I-III класів шкідливості: ТОВ «Промислова компанія «КІК» - виробни з асфальтобетону – підприємство I класу шкідливості, що потребує 1000-кілометрової санітарно-захисної зони (СЗЗ), ТОВ «Олімп Круг» з виробництва мідного купоросу (III клас, СЗЗ – 300 м), ТОВ «Цемент» (I клас, СЗЗ – 1000 м), ПАТ «Одеський НПЗ» – нафтопереробка (I клас, СЗЗ – 1000 м); ПРАТ «ВО «Стальканат-Сілур» (III клас, СЗЗ – 300 м); ТОВ ФК «Біостимулятор» (I клас, СЗЗ – 1000 м); АТ "Ескімнафтопродукт" (II клас, СЗЗ – 500 м); ТОВ «Укрлоудсистем» – перевалка пропана, бутана (II клас, СЗЗ – 500 м); ОПО АТ «Укртранснафта» – перекачка нафти (II клас, СЗЗ – 500 м); АТ «Одеська ТЕЦ» (II клас, СЗЗ – 500 м); ТДВ «Інтерхім» – з виробництва фармацевтичних субстанцій (I клас, СЗЗ – 1000 м) та інші [182, 205].

За даними Головного управління статистики в Одеській області (2021 р.) від стаціонарних джерел м. Одеси надійшло – 20,121 тис. т викидів. Серед основних забруднювачів можна виокремити важкі метали та їх сполуки, які склали - 0,007 тонн, сірководень - 0,005 тонн, фенол - 0,002 тонн, формальдегід - 0,0005 тонн [205].

Отже, промислові підприємства викидають в атмосферне середовище значну кількість шкідливих речовин, які у багатьох випадках перевищують допустимі норми.

3.2.2. Вплив автомобільного транспорту

На стан атмосферного повітря міста значною мірою впливають викиди пересувних джерел, і особливо, автомобільного транспорту. Надходження шкідливих речовин від автотранспорту домінують над викидами від стаціонарних джерел і складають 80 відсотків від загальної кількості забруднюючих речовин, що надходять в атмосферне повітря.

Розподіл шкідливих викидів за різними видами транспорту вказують на те, що автомобільний транспорт є основним з огляду забруднення навколишнього середовища і набагато перевищує викиди інших видів транспорту.

Автомобільний транспорт є однією з галузей, що у значній мірі визначає розвиток промисловості і сільського господарства будь-якої країни. Тому світовий парк транспортних засобів безперервно зростає [62].

Підрахувати точну кількість автомобілів на всій планеті неможливо, оскільки частина автомобілів залишається неоформленою. Можна порахувати лише приблизно. Останні офіційні дослідження провела у 2019 році «WardsAuto» — американська організація, яка спеціалізується на автомобільній промисловості. За підрахунками експертів, у 2019 році у світі було зареєстровано близько 1,4 млрд автомобілів. Прогнозується, що до 2035 року світовий автопарк налічуватиме вже понад 1,8 млрд машин, а у 2100 році — 8 млрд. [302].

Шкідливий вплив автомобільного транспорту на довкілля багатогранний (рис. 3.5). Найбільш шкідливими є фактори першої групи, а серед них — викиди шкідливих речовин автомобільними двигунами.

Джерелами викидів токсичних речовин автомобільних двигунів внутрішнього згорання є: відпрацьовані гази; картерні гази; випаровування з системи живлення.

За різними даними у відпрацьованих газах автотранспорту міститься від 200 до 280 шкідливих елементів, в тому числі оксид вуглецю, вуглеводні, кислотовмісні

альдегіди, сажа, оксиди азоту, сполуки свинцю, цинку, кадмію, сполуки сірки, поліциклічні ароматичні вуглеводні (ПАУ) та інші [62].

Бензин, автомобільні мастила та шини вміщують Pb, Cd, Ni та Zn, що пояснює підвищений вміст цих елементів у ґрунтових зразках придорожньої рослинності [62]. За оцінками вчених, викиди автотранспорту складають близько 50% загального неорганічного свинцю, що потрапляє в організм людини [1, 62].

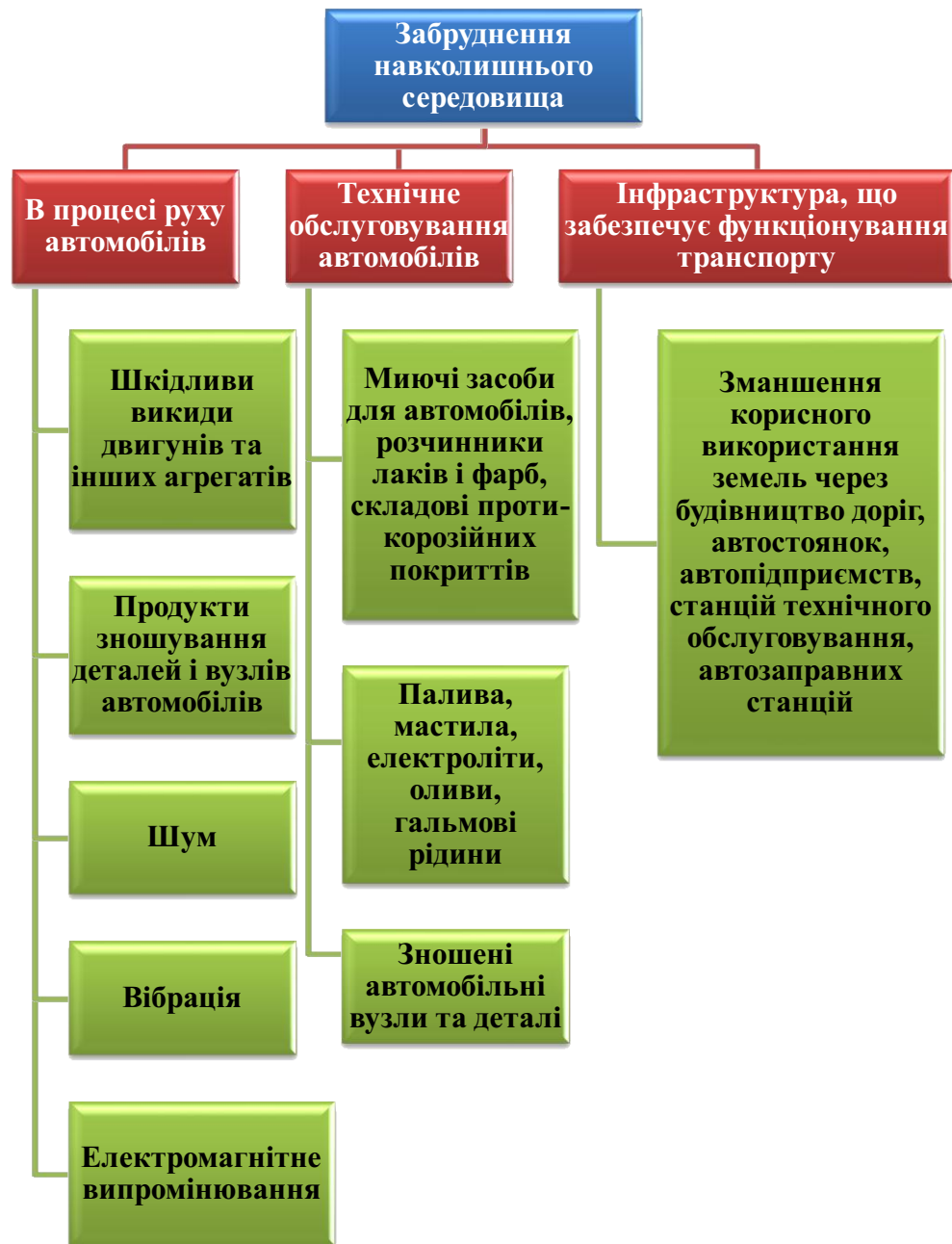


Рис. 3.5. Шкідливий вплив автомобільного транспорту на навколишнє середовище [62].

Виокремлюють наступні фактори впливу автомобільних потоків на вулиці і дороги населених пунктів: швидкість руху, ухил дороги, затримка біля світлофору, збільшення кількості автомобільних стоянок та парковок, тощо [62].

Так, підвищення середньої швидкості руху потоку від 40 до 60 км/год. обумовлює зниження максимальної разової концентрації вуглецю окису у 2 рази, свинцю у 1,5 рази, але при цьому максимальна разова концентрація азоту двоокису зростає у 1,5 рази.

Збільшення ухилу з 0 до 3 % обумовлює підвищення у 5-7 разів максимальної разової концентрації вуглеводневих сполук, С, NO₂ з імовірним перевищенням гігієнічних норм.

Порівняно з вільним пробігом при затримці потоку перед світлофором на пішохідному переході (без додаткових примикань) концентрації СО і вуглеводневих сполук збільшуються в 10-14 разів, С – 5-7 разів, NO₂ – 1,5-2,0 рази, Pb – 5-7 разів.

При розташуванні стоянок легкового автотранспорту вздовж брівки проїжджої частини критичним є забруднення приміагістральної території свинцем Pb [62].

За даними Головного управління статистики в Одеській області, протягом 2020 року у повітряний басейн області від пересувних джерел надійшло 92,7 тис. тон викидів, що у розрахунку на 1 особу складає 17,9 кг [205].

Отже, кліматичні особливості міста, несприятлива територіально-планувальна структура, значне збільшення автомобільного парку, незадовільний технічний стан автотранспорту через його значний вік, низька якість палива, відсутній дійовий контроль за якістю пального стали причиною збільшення рівня забруднення атмосферного повітря викидами автотранспорту [205].

Таким чином, слід відзначити, що одне з актуальних проблемних питань, яке завжди виникає при дослідженні міських ґрунтів і, на жаль, не має обґрунтованої відповіді - які чинники є домінуючими у функціонуванні міських ґрунтів - природні чи антропогенні?

На думку автора, дане питання риторичне тому, що йдеться про чинники, які мають різні «часові рамки» впливу на ґрунти. На перший погляд, антропогенні чинники однозначно переважають при формуванні міських ґрунтів. Однак, яке

значення чи більш вагоме, наприклад, вплив кліматичних чинників, чи підсипання та інші будівельні заходи? Але чи мають ці системи притаманний їм час, який можливо порівнювати? Якщо вплив антропогенних чинників обчислюється роками, то природних – десятиріччями, століттями, тисячоліттями. Тому, скоріше за все, є підстави стверджувати, що на різних етапах розвитку міських ґрунтів домінують певні групи чинників. На теперішній час в умовах значного антропогенного навантаження домінуючим чинником є техногенний.

3.3. Ґрунти міста Одеси та приміської зони

Зональними ґрунтами досліджуваної території є чорноземи південні в основному слабогумусовані важкосуглинкові.

За гранулометричним складом переважають важкосуглинкові і легко суглинисті. Серед гранулометричних фракцій переважаючою є мулувата і грубопилувата, які становлять понад 70 %. Чорноземи південні мають добру мікроструктуру. У складі мікроагрегатів домінує фракція $>0,01$ мм – біля 80 %. Дані ґрунти характеризуються високою шпаруватістю та сприятливим складом обмінних основ з переважанням вбирного кальцію і незначним вмістом обмінного натрію.

Щільність даних ґрунтів залежить від їхньої генетичної породи, гранулометричного складу, характеру використання, тощо. Вміст органічної речовини варіює в межах від 3,5 до 5,0 % [192].

Для чорноземів південних характерний сприятливий склад вбирних основ і нейтральна реакція ґрунтового розчину. Сума обмінних основ зменшується з полегшенням гранулометричного складу і відповідно зменшується і співвідношення вбирного кальцію та магнію. Вміст вбирного натрію незначний. Через невелику кількість гумусу спостерігається і незначний вміст азоту, а близьке залягання карбонатів кальцію зв'язує фосфор, що призводить до того, що він стає малодоступним для рослин. При цьому ґрунти характеризуються достатньою кількістю калію [192].

Морфологічний профіль чорноземів південних представлений на рис. 3.6.

За результатами проведення досліджень співробітниками кафедри географії України, ґрунтознавства і земельного кадастру ОНУ імені І. І. Мечникова (Буяновський А. О., Тортік М. Й. та інші) по вивченню чорноземів південних отримано опис генетичних горизонтів даних ґрунтів.

Так, $H_{\text{орн.}}$ (0-22 см) – це темно-сірий, свіжий, до глибини 8 см – слабо ущільнений, нижче – щільний, однорідно гумусований. У верхній частині грудкувато-зернистий-порошистий, в нижній – грудкувато-зернистий. Важкосуглинковий, численні коріння рослин, в різній мірі розкладені їх рештки. Перехід ясний за глибиною оранки.

$H_{\text{підорн.}}$ (22-31 см) – темно-сірий, свіжий, більш вологий ніж попередній, грудкувато-зернистий, біогенно перероблений (копроліти), ущільнений, шаруватий, важкосуглинковий, черворієни, коріння рослин (в основному тонке). Перехід ясний за ступенем гумусованості.



Рис. 3.6. Чорноземи південні [192]

H_p (31-45см) – гумусово-перехідний (нижня частина гумусового горизонту), темно-сірий, неоднорідно гумусований (з грязно-бурими плямами), грудкувато-зернистий, свіжий, важкосуглинковий, ущільнений, біогенно інтенсивно перероблений (копрогенна структура), пористий, коріння рослин, поодинокі

міцелярні вицвіти карбонатів, зрідка черворіїни, давні кротовини, корінці рослин. Перехід поступовий.

PH (45-65 см) – перехідний, свіжий, однорідний, сірувато-бурий, зернисто-горіхувато-грудкуватий, важкосуглинковий, ущільнений до щільного, неоднорідно гумусований (донизу гумусність знижується), біогенна переробленість більш гірша ніж у H_p , міцелярні карбонатні вицвіти, педотубули, коріння менше ніж попередньому горизонту, копроліти. Перехід поступовий.

Ph (65-85 см) – перехідний до породи, свіжий, неоднорідної сіро-палевої окраски через неоднорідність гумусованості, що зменшується донизу, грудкувато-горіхуватий, важкосуглинковий, сильно пористий, в нижній частині білозірка карбонатна неконсолідована, щільний, рідко корінці рослин, окремі копроліти. Перехід поступовий.

P(h) $CaCO_3$ (85-140 см) – карбонатно-акумулятивний, тонкошаруватий (густо шпари), грязно палевий (грязного лесу) (неоднорідний), включення слабо консолідованої білозірки, свіжий, важкосуглинковий, неявно виражена грудкувато-горіхувата структура, окремі тонкі корінця рослин, невисока біогенність, щільний. Перехід поступовий.

Pk (140-200 см) – лесоподібна порода, палево-бурий і глибше вологіший попередніх горизонтів. Поодинокі нечітка карбонатна білозірка, тонкошаруватий, важкосуглинковий. Поодинокі коріння рослин.

Визначення ґрунту: Чорнозем південний неглибокий малогу́мусний карбонатний.

Представлений опис є характерним для сільськогосподарських ґрунтів приміської зони, які знаходяться під впливом потужного транспортного навантаження.

В межах міста досліджувались ґрунти різних функціональних зон міста (транспортна, рекреаційна, промислова, селітебна), які представлені природними непорушеними, антропогенно-перетвореними та штучно-створеними ґрунтами.

Природні непорушені ґрунти в межах міста збереглись в основному в рекреаційній зоні міста та на незабудованих територіях і займають площу біля 1 тис. га [259].

Серед антропогенно-перетворених та штучно-створених ґрунтів в межах міста розглядались урбаноземи, культуроземи, індустріземи, інтруземи, реплантоземи.

Урбаноземи – характеризуються відсутністю генетичних горизонтів до глибини 50 см і більше. Формуються на ґрунтах різного походження та на культурному шарі.

Культуроземи – міські ґрунти ботанічних садів. Характеризуються високою потужністю гумусового горизонту, наявністю перегнойно-торфо-компостних горизонтів потужністю більше 50 см, які розвиваються у нижній ілювіальній частині ґрунтового покриву, на культурному шарі, або на ґрунтах різного походження.

Екраноземи – формуються під асфальто-бетонним покриттям.

Інстріземи – ґрунти промислово-комунальних зон. Сильно техногенно забрудненні важкими металами та іншими токсичними речовинами, які змінюють ґрунтово-поглинальний комплекс ґрунтів, суттєво скорочують біорізноманіття ґрунтової біоти, роблять ґрунт практично абіотичним. Безструктурні, з включеннями токсичного неґрунтового матеріалу більше 20 %. Їх також називають «полютоземи».

Інтруземи – ґрунти, насичені органічними мастильно-бензиновими рідинами. Вони формуються на території автозаправних станцій та автомобільних стоянок, коли мастила та бензин постійно надходять у ґрунт. Їх також можна назвати «урбохемоземи», або «нафтоземи».

Реплантоземи – ґрунти, які формуються в районах міських селітебних новобудов, на нових газонах [259].

Таким чином, процеси сучасного утворення ґрунтів в містах відбуваються в умовах сильного техногенного пресу, що передбачає забруднення ґрунтового покриву специфічними сполуками та зміну деяких його властивостей та функціональних можливостей.

Висновки до розділу 3

1. Досліджувана територія представлена природними чорноземами південними, які поширені в приміській зоні і на незначних територіях міста, формування яких є результатом взаємодії природних чинників (клімат, рельєф, рослинність, ґрунтоутворюючі породи, час), а на тепер і посиленої антропогенної діяльності людини. Функціонування ґрунтів міських територій зумовлено сукупним впливом природних та техногенних чинників, інтенсивність дії яких пов'язана, насамперед, із конкретними умовами міського середовища та впливом промислових підприємств і транспорту.

2. Серед природних чинників, які значною мірою впливають на забруднення ґрунтів міських та приміських територій Одеси є вітровий режим та тумани. Забруднюючі речовини, вступаючи в реакцію з крапельками води у туманах, формують, як правило, кислотні або лужні сполуки, які можуть мати властивості отруйних речовин. При цьому вони здатні довгий час циркулювати в системі атмосфера – ґрунт – атмосфера та накопичуватись в органах і тканинах живих організмів, потрапляючи через системи дихання та травлення, тим самим збільшуючи їх токсичну дію.

3. Серед чинників із техногенною домінантою визначним є автомобільний транспорт, викиди якого домінують над викидами від стаціонарних джерел забруднення і складають близько 80 % від загального обсягу викидів, які потрапляють у повітряний басейн міста.

РОЗДІЛ 4. ХАРАКТЕРИСТИКА ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ МІСТА ОДЕСИ ТА ПРИМІСЬКОЇ ЗОНИ

4.1. Загальні показники стану поверхні ґрунтового покриття

Ґрунтовий покрив є базовим компонентом урбоекосистеми. Будучи надмірно перетвореним та забрудненим у результаті антропогенного впливу, він надає несприятливий вплив на всі контактуючі з ним середовища та організми: атмосферу, води, рослинність, тваринний світ, людину. Тому важливо контролювати екологічний стан міських ґрунтів та ґрунти приміської зони, які використовуються як сільськогосподарські угіддя та знаходяться в зоні впливу автомобільного транспорту.

Показниками оцінки міських ґрунтів є: видове багатство та кількість рослинності надґрунтового покриття, ступінь проективного покриття трав'янистого ярусу, ступінь рекреаційного навантаження, зашарашеності поверхні ґрунтів та кам'янистості їхньої товщі. Ці показники краще відображають силу прямого безпосереднього впливу людської діяльності на рослинність та непрямого через перетворення основних властивостей та режимів ґрунтів.

Оцінка зазначених показників проводилася автором на основі їх візуального визначення під час опису точок відбору та поверхні ґрунту.

Під час вивчення видового складу трав'яного покриття нами встановлено, що на газонах дослідженої території розповсюджені наступні види рослин: пирій повзучий (*Elymus repens* (L.)), берізка польова, або павутиця (*Convolvulus arvensis*), кульбаба лікарська (*Taraxacum officinale*), подорожник великий (*Plantago major*), мишій зелений (*Setaria viridis*), осот польвий (*Cirsium arvense*), лобода біла (*Chenopodium album*), деревій звичайний (*Achillea millefolium* L.), портулак городній (*Portulaca oleracea* L.), якірці колючі (*Tribulus terrestris*), пажитниця багаторічна (*Lolium perenne*), хвощ гіллястий (*Equisetum ramosissimum*), полин однорічний (*Artemisia annua*), тонконіг лучний (*Poa pratensis*), гірчак звичайний (*Polygonum aviculare* L.), щириця лободовидна, (*Amaranthus blitoides*), цинодон пальчастий (*Cynodon dactylon* L.), грабельки звичайні (*Erodium cicutarium*), калачики непомітні (*Malva neglecta* Wallr.), дворядник тонколистий (*Diplotaxis tenuifolia*), латук

компасний (*Lactuca serriola*), амброзія (*Ambrosia*), лопух великий, або лопух справжній (*Arctium lappa* L.), костриця лучна або вівсяниця лучна (*Lolium pratense*).

Найпоширеніші види – берізка польова, або павутиця (*Convolvulus arvensis*), яка була визначена на 32 досліджуваних ділянках, пирій повзучий (*Elymus repens* (L.) – на 25 ділянках, за ними слідує кульбаба лікарська (*Taraxacum officinale*) – 18, значно поширеним і подорожник великий (*Plantago major*).

Кількість видів рослин на досліджених газонах уздовж доріг, у парках та у внутрішньо-квартальних районах м. Одеси коливається від 2 до 10. Середня кількість видів на ділянках – 5.

Представниками деревної рослинності на досліджуваних ділянках є платан (*Platanus*), акація (*Acacia*), бузок звичайний (*Syringa vulgaris*), каштан (*Castanea Tourn*), липа (*Tilia*), туя (*Thuja*), каркас південний або залізне (*Celtis australis*) та інші [179].

За ступенем проективного покриття рослинністю досліджені ділянки також відрізняються одна від одної, що пов'язано з різним ступенем рекреаційного навантаження.

Систематичне витоптування газонів, спонтанне утворення розгалуженої стежкової мережі є однією з головних причин переущільнення кореневмісного шару ґрунту, що негативно впливає на життєдіяльність рослин та мікроорганізмів. Захаращеність поверхні та товщі ґрунту в місті камінням, будівельним та побутовим сміттям веде до зниження в ній запасів вологи та поживних елементів, перешкоджає нормальному зростанню та поширенню корневих систем рослин.

Поверхня ґрунтового покриву Одеси та приміської зони характеризується різним ступенем захаращеності та витоптаності. Зіставлення цих показників здебільшого свідчить про їх взаємозв'язок.

Сильний ступінь захаращеності характерний для транспортної зони, де площа захаращених ділянок складає 50-70 %. Промислова зона – середньо захаращена, площа захаращених ділянок складає 25-50 %. В межах рекреаційної та селітебної зон площа захаращених ділянок становить 10-25 %. Контрольна та приміська зони не захаращені (площа захаращених ділянок менше 10 %).

Найменшому антропогенному навантаженню (за сумою 0 балів) піддаються газони рекреаційних зон міста та території озеленених ділянок, які не є місцями частого відвідування людей. В середньому для більшості ділянок дослідженої території відзначені слабкий ступінь захаращеності та витоптаності ґрунтового покриву. Це може свідчити насамперед про низький рівень екологічної культури населення та слабку організацію роботи комунальних служб міста.

Таким чином, аналіз показників загального стану поверхні ґрунтового покриву міста Одеси показав, що видовий склад трав'янистої рослинності досліджених ділянок у більшості випадків збіднений. Причому переважають на міських газонах бур'яни і придорожні трави. Поверхня ґрунтів міста характеризуються різним ступенем рекреаційного навантаження (слабкою, середньою або її відсутністю), і в цілому низьким проективним покриттям рослинністю, що може бути пов'язано з їх систематичним витоптуванням.

Ґрунтовий покрив приміської зони включає сільськогосподарські угіддя, які систематично обробляються і використовуються під посіви сільськогосподарських культур. На сільськогосподарських угіддях на момент відбору ґрунтових зразків рослинний покрив був під наступними культурами: пшениця (*Triticum L.*), ячмінь (*Hordeum vulgare*), кукурудза (*Zea mays*), а також стерня від озимого ячміння.

4.2. Фізичні та фізико-хімічні властивості

Дослідження показників фізичних та водно-фізичних властивостей міських ґрунтів та ґрунтів приміської зони вважається не менш важливим при оцінці їх екологічного стану, оскільки в міських умовах і перші, і другі впливають у комплексі на здатність ґрунтів виконувати свої екологічні функції, доповнюючи або нівелюючи несприятливий вплив один одного [322].

Дослідження гранулометричного складу ґрунтів м. Одеси та приміської зони, дозволяє говорити про його неоднорідність. У всіх варіантах досліджених ґрунтів, на формування яких впливає процес урбанізації, спостерігається велика кількість компонентів-включень техногенного походження у вигляді твердих побутових відходів, будівельного сміття тощо. Результати аналізу гранулометричного складу

ґрунтів різних функціональних зон міста Одеси та приміської зони представлені в таблиці 4.1 та додатку Б.

За гранулометричним складом ґрунти транспортних зон, відповідно до класифікації Качинського Н. А., переважно легкосуглинкові. Середній вміст фракції фізичної глини складає близько 25 %, з коливаннями від 8,3 до 46,9 %. Близько половини з цієї суми припадає на фракцію мулу. Серед більш крупних фракцій переважає дрібний пісок (середній вміст якого становить близько 36 %. Достатньо високий вміст крупного і середнього піску (близько 13 %). Сумарний вміст фракцій фізичного піску в ґрунтах транспортної зони близько 75 %.

Аналіз вмісту показників гранулометричних фракцій ґрунтів рекреаційних зон показав, що середній вміст піщаних фракцій відповідно складає в ґрунтах цієї зони близько 28-29 %. Серед окремих груп фракцій домінує фракція крупного пилу (близько 39 %). Сумарний середній вміст фракцій фізичного піску $>0,01$ мм складає близько 70 %. Серед більш дрібних фракцій простежується менша варіація у середньому вмісті пилуватих фракцій, а середній вміст мулистий фракції складає близько 16,5 %. Ґрунти даної зони за гранулометричним складом відносяться до середньосуглинкових.

Ґрунти промислових зон міста за гранулометричним складом є найлегшими, переважно супіщані. Серед окремих груп фракцій різко домінує фракція дрібного піску, при середньому його вмісті 47 %, а середній вміст фракції крупного і середнього піску (1-0,25 мм) і крупного пилу (0,05-0,01 мм) приблизно однаковий, близько 19 %. Сума фракцій фізичної глини в середньому складає близько 15 %. Для ґрунтів даної зони характерна найменша варіабельність практично всіх груп фракцій.

У селітебних зонах на газонах вміст мулистих фракцій коливається у верхньому горизонті від 13,70 % до 25,37 % при середньому їх вмісті близько 20 %. У верхньому горизонті спостерігається підвищений вміст фракцій крупного пилу (37,34 %-40,96 %). За середнім вмістом фізичної глини ґрунти селітебних зон (у горизонті 0-15 см) відповідають середньосуглинковому гранулометричному складу (середній вміст фізичної глини складає дещо більше 40 %).

Ґрунти приміських зон характеризуються важкосуглинковим гранулометричним складом. Середній вміст домінуючих фракцій крупного пилу і мулу становить відповідно 39 і 26 %. Для даних ґрунтів характерний відносно невисокий відсоток фракції піску. Вміст пилуватих частинок варіює в вузьких межах. Середня сума частинок менше 0,01 мм складає 46,33 тобто ґрунти відносяться до важкосуглинкових мулувато-крупнопилуватих. Вміст і розподіл окремих груп фракцій цілком характерний для чорноземів південних помірно-континентальної фації.

Таким чином, усереднені дані гранулометричного складу верхнього шару ґрунтового профілю (0-15 см) ґрунтів міста Одеси свідчать про переважання середньосуглинкових ґрунтів. Представлені також супіщані і легкосуглинкові ґрунти. Відмінності у гранулометричному складі ґрунтів різних міських територій, а також різних шарів ґрунтового профілю зумовлюють достатньо специфічні умови накопичення й міграції поллютантів, що може позначатися на біоекологічному потенціалі ґрунтового покриву міста. Ґрунти приміської зони більш характерні для даної зони розповсюдження чорноземів південних, як за розподілом груп окремих фракцій так і за їх кількісним вмістом.

Хімічні властивості ґрунтів залежать від їх мінерального складу та рівня забруднення. В умовах міського середовища саме другий чинник займає провідне становище. Інтенсивна антропогенна діяльність (накопичування викидів токсичних речовин аеротехногенного походження, які зосереджені на поверхні ґрунтів; перетворення будівельного та побутового сміття, яке міститься у ґрунтах) призводить до зміни хімічних і фізико-хімічних властивостей субстрату.

На думку вчених [119, 142, 151], хімічний стан ґрунтів є інтегральним показником для оцінки ефективності природоохоронних заходів у місті. Сприятливими властивостями ґрунтів для росту та розвитку рослин в умовах міста є достатній вміст органічної речовини та основних елементів мінерального живлення (азоту, фосфору, калію), нейтральна реакція середовища та відсутність токсичних речовин.

Таблиця 4.1

Гранулометричний склад ґрунтів м. Одеси та приміської зони

Функціональна зона/ґрунти	Розмір часток у мм, кількість у %						Сума часток <0,01 мм	Назва ґрунту за гранулометричним складом
	Фізичний пісок			Фізична глина				
	пісок		пил		мул			
	1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001		
Транспортна (n=38)	$\frac{2,44 - 30,53}{13,10}$	$\frac{12,90 - 54,46}{36,65}$	$\frac{6,55 - 46,01}{25,34}$	$\frac{0,41 - 18,86}{4,76}$	$\frac{0,52 - 16,51}{6,87}$	$\frac{0,41 - 27,25}{13,29}$	$\frac{8,31 - 46,89}{24,91}$	Легкосуглинковий
Рекреаційна (n=12)	$\frac{1,16 - 27,50}{7,30}$	$\frac{4,48 - 28,57}{21,33}$	$\frac{24,77 - 50,34}{38,93}$	$\frac{1,62 - 9,74}{5,98}$	$\frac{7,56 - 13,93}{10,01}$	$\frac{11,43 - 25,76}{16,47}$	$\frac{23,48 - 44,02}{32,40}$	Середньосуглинковий
Промислова (n=10)	$\frac{14,42 - 22,06}{18,24}$	$\frac{44,36 - 49,84}{47,10}$	$\frac{18,98 - 20,06}{19,52}$	$\frac{1,16 - 3,13}{2,15}$	$\frac{3,97 - 6,53}{5,25}$	$\frac{6,91 - 8,59}{7,75}$	$\frac{14,60 - 15,69}{15,15}$	Супіщаний
Селітебна (n=10)	$\frac{0,89 - 6,69}{3,79}$	$\frac{12,38 - 18,80}{15,59}$	$\frac{37,34 - 40,96}{39,15}$	$\frac{8,84 - 10,73}{9,79}$	$\frac{9,66 - 14,63}{12,15}$	$\frac{13,70 - 25,37}{19,54}$	$\frac{37,17 - 45,77}{41,47}$	Середньосуглинковий
Ґрунти приміської зони (n=15)	$\frac{0,89 - 2,44}{1,67}$	$\frac{12,38 - 13,47}{12,93}$	$\frac{37,20 - 40,96}{39,08}$	$\frac{8,96 - 10,73}{9,85}$	$\frac{9,66 - 10,68}{10,17}$	$\frac{25,37 - 27,25}{26,31}$	$\frac{45,77 - 46,89}{46,33}$	Важкосуглинковий
Контроль в межах міста (n=10)	$\frac{0,85 - 0,91}{0,88}$	$\frac{18,75 - 19,81}{19,28}$	$\frac{43,22 - 44,55}{43,89}$	$\frac{4,80 - 5,71}{5,26}$	$\frac{11,85 - 12,15}{12,00}$	$\frac{15,24 - 16,87}{16,06}$	$\frac{33,13 - 34,73}{33,93}$	Середньосуглинковий

Примітка: Чисельник – межі коливань, знаменник – середні значення

Основним критерієм кислотно-основних властивостей ґрунту є його реакція – рН ґрунту. Дана характеристика визначає протікання різних ґрунтоутворних процесів, а також доступність рослинам різних поживних речовин. Оптимальним для нормального росту та розвитку більшості вищих рослин є діапазон рН від 6 до 7,5. Різні види антропогенного впливу на ґрунти призводять як до зменшення величини рН так і до збільшення. Однією із найбільш вагомих проблем є підкислення ґрунту в результаті інтенсивного використання кислих мінеральних добрив (в основному азотних), а також випадання кислих атмосферних опадів, забруднених кислотоутворюючими газами. Для ґрунтів, які характеризуються низькими буферними властивостями, дані впливи можуть призвести до катастрофічних змін.

За результатами власних досліджень по вивченню реакції середовища ґрунтів м. Одеси та приміської зони (табл. 4.2, додаток В) виявлено, що середні значення рН сольового верхніх горизонтів (0-15 см) досліджуваних ґрунтів знаходиться в межах від 7,64 до 8,00, а рН водне в середньому коливається від 7,94 до 8,32. В контрольному ґрунті ці показники верхнього горизонту склали в середньому 7,45 та 7,59 відповідно. Реакція середовища досліджуваних ґрунтів, в порівнянні з контрольним ґрунтом (рН = 7,59) зміщена в лужний бік, як наголошувалось вище, є загальною тенденцією, зазначеною для міських ґрунтів.

Найвищі середні значення реакції середовища водної суспензії спостерігається у ґрунтових зразках транспортної зони. В даній зоні виявлені окремі ділянки із дуже сильнолужною та сильнолужною реакцією ґрунтового середовища: вул. 1 ст. Люстдорфської дороги (рН = 9,14), вул. Генуезька (рН = 8,88), площа Толбухіна (рН = 8,61). Зазначені вулиці мають інтенсивне транспортне навантаження, де постійно виникають затори.

Середні значення показника рН водне ґрунтів приміської зони варіюють в межах 7,90-8,22. При чому спостерігається певне зниження значень із віддаленістю від дорожнього полотна. Так, середнє значення даного показника біля дороги (до 5 м) складає 8,22, а на відстані до 30 м від

дороги даний показник становить 7,90, що свідчить про «своєрідний» вплив викидів автотранспорту на зміну реакції ґрунтового середовища.

Таблиця 4.2

Реакція середовища ґрунтів м. Одеси та приміської зони

Функціональна зона/ґрунти		рН _{сольове}	рН _{водне}
Транспортна (n=38)		$\frac{7,25 - 9,14}{8,00}$	$\frac{7,42 - 8,93}{8,32}$
Рекреаційна (n=12)		$\frac{7,30 - 8,11}{7,79}$	$\frac{7,71 - 8,70}{8,10}$
Промислова (n=10)		$\frac{6,92 - 8,07}{7,64}$	$\frac{7,10 - 8,34}{7,94}$
Селітебна (n=10)		$\frac{7,25 - 8,04}{7,65}$	$\frac{7,81 - 8,25}{8,03}$
Ґрунти приміської зони (n=15)	до 5 м від дороги	$\frac{7,70 - 7,98}{7,80}$	$\frac{8,15 - 8,31}{8,22}$
	до 15 м від дороги	$\frac{7,55 - 7,68}{7,62}$	$\frac{7,92 - 8,75}{8,12}$
	до 30 м від дороги	$\frac{7,00 - 7,65}{7,34}$	$\frac{7,70 - 8,00}{7,90}$
Контроль в межах міста (n=10)		$\frac{7,29 - 7,64}{7,45}$	$\frac{7,42 - 7,75}{7,59}$

Примітка: Чисельник – межі коливань, знаменник – середні значення

Під час визначення рН сольове у досліджуваних ґрунтах визначено, що більшість із досліджених зразків верхніх горизонтів ґрунтів (92 %) характеризуються слабо та середньолужною реакцією середовища (рис. 4.1). Близько 61 % мають слаболужну реакцію (рН – 7,6-8,0), практично третина всіх ґрунтів (31 %) характеризується середньолужною реакцією середовища (рН – 8,1-8,5). Сильнолужні і дуже сильнолужні ґрунти сумарно складають близько 3 %. Приблизно такий же відсоток ґрунтів близьких до нейтральних.

Ґрунти приміської зони порівняно з контрольними ґрунтами в межах міста характеризуються підвищеними значеннями рН сольове. Даний показник у ґрунтах приміської зони коливається в межах 7,00-7,98. Також відзначена закономірність до зменшення значень із віддаленістю від дороги.

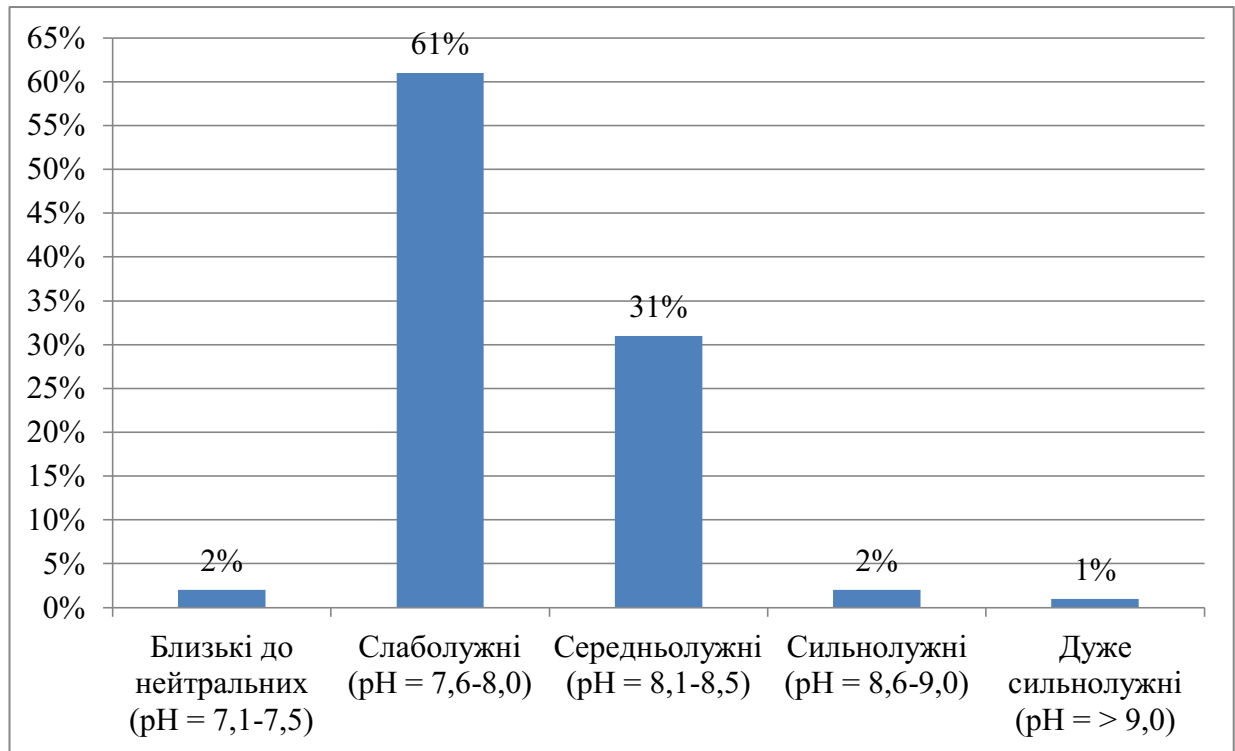
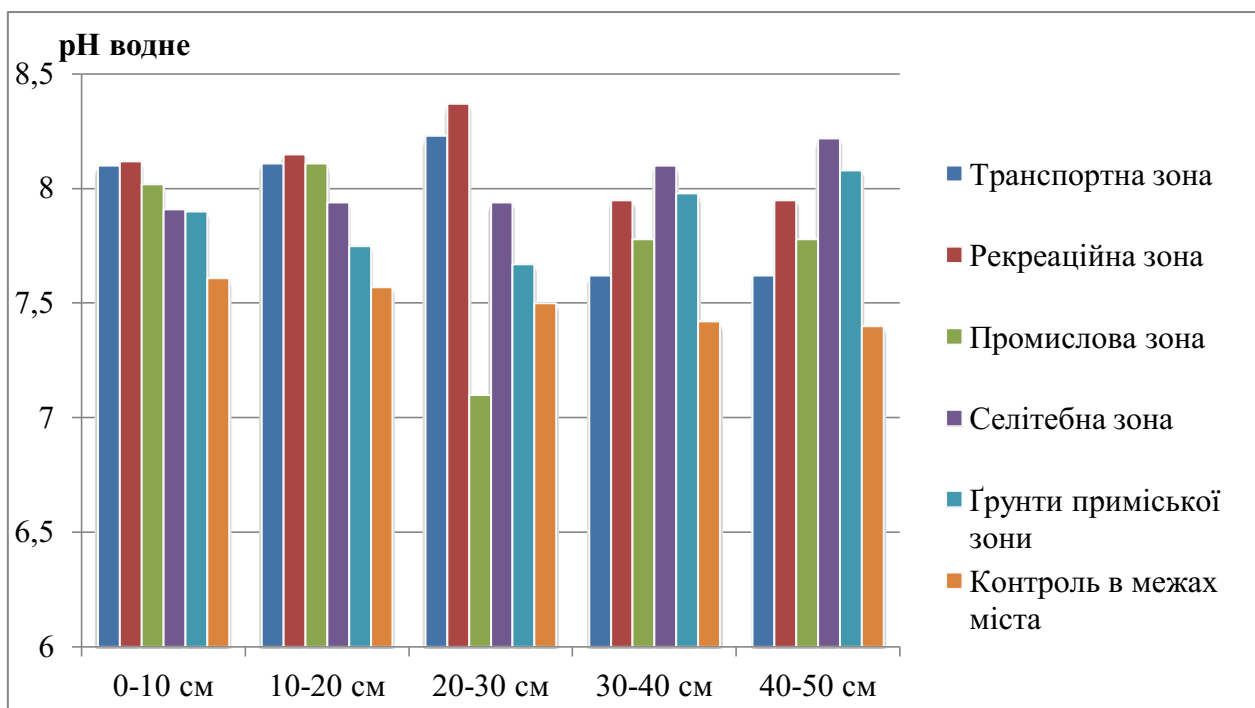


Рис. 4.1. Розподіл ґрунтів м. Одеси та приміської зони за показником рН сольове

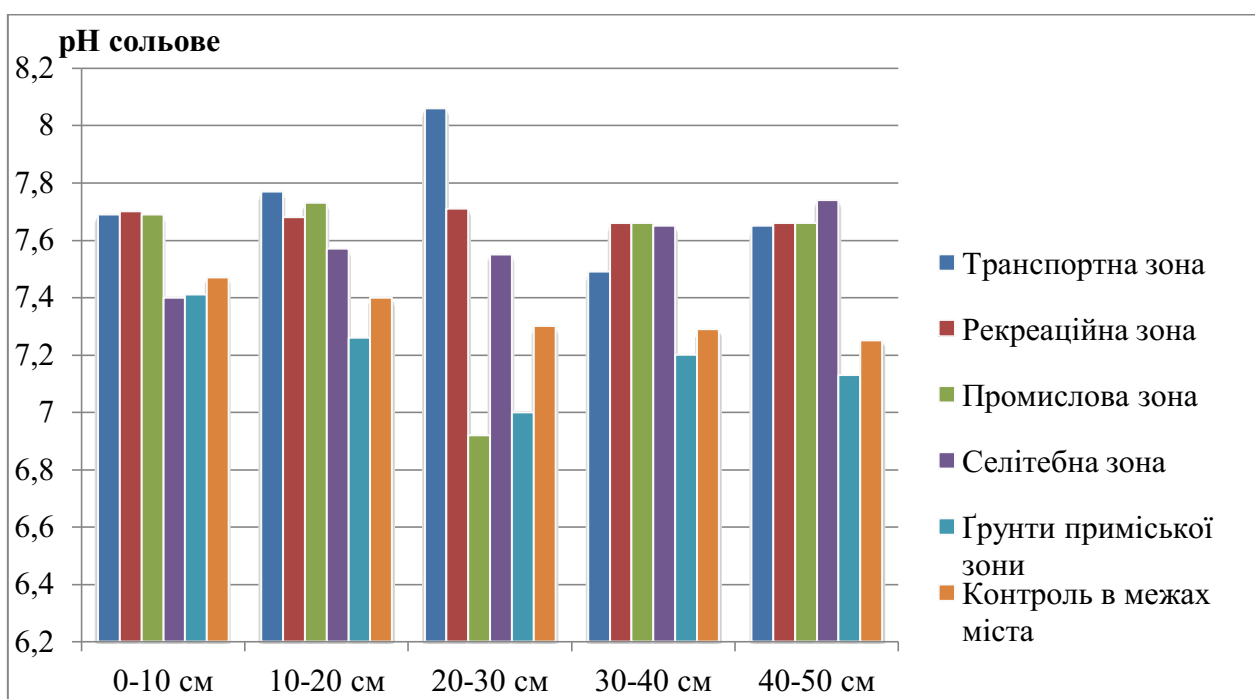
Деякі зміни значень рН спостерігаються і у профільному розподілі (рис. 4.2). За результатами досліджень встановлено, що для більшості ґрунтів міста з глибиною показник рН водне має тенденцію до зменшення, а обмінна практично утримується на одному рівні.

Отже, зміщення рН у лужний бік у досліджуваних ґрунтах може відбуватися під впливом переміщення пилового аерозолі атмосферних мас. Величина рН також може бути пов'язана з випадінням лужного пилу, який надходить від автомагістралей, будівельних об'єктів, у результаті застосування протижеледних реагентів тощо, які містять карбонати кальцію і магнію.

Макроелементи – це елементи живлення будь-яких рослин, в тому числі сільськогосподарських культур, кількість яких у ґрунті та рослинах становить від кількох до сотих часток відсотка. Основними серед них вважаються N (азот), P (фосфор) і K (калій). Саме до них рослини відчують найбільшу потребу і їх краще засвоюють.



а)



б)

Рис. 4.2. Зміна за глибиною показників рН водне (а) та рН сольове (б) у досліджуваних ґрунтах

Р (фосфор) – є вкрай важливим життєдіяльності рослин. Найбільше фосфору міститься у репродуктивних органах рослини, саме тому синтез органічних речовин відбувається швидше. Достатня кількість фосфору має бути в насінні, адже саме воно впливає на подальше формування кореневої

системи, за допомогою якої рослини здатні краще засвоювати поживні речовини та вологу з ґрунту, впливає на швидке формування наземної маси. Усі процеси, пов'язані з заплідненням квітки, формуванням та дозріванням плодів, стимулюються оптимальним харчуванням рослини фосфором [119].

Вміст рухомих форм фосфору (у перерахунку на P_2O_5) у верхньому шарі (0-10 см) досліджуваних ґрунтів коливається від 0,7 до 63 мг/кг (табл. 4.3).

Таблиця 4.3

Вміст рухомих форм фосфору, калію та азоту у ґрунтах різних функціональних зон м. Одеси (середні значення)

Функціональна зона/ґрунти	Глибина, см	P_2O_5	K_2O	$N-NO_3$	$N-NH_4$
		мг/кг			
Транспортна зона (n=10)	0-10	63,00	570,00	17,00	42,00
	10-20	60,00	470,00	7,60	26,00
	30-50	60,00	380,00	1,80	15,00
Рекреаційна зона (n=10)	0-10	0,70	300,00	5,00	47,00
	10-20	0,70	230,00	0,60	49,00
	30-50	0,40	220,00	0,30	17,00
Промислова зона (n=10)	0-10	20,00	470,00	1,00	48,00
	10-20	13,00	450,00	0,60	36,00
	30-40	14,00	440,00	0,60	23,00
Селітебна зона (n=10)	0-10	19,00	470,00	6,50	43,00
	10-20	20,00	330,00	3,50	37,00
	30-50	13,00	170,00	0,40	23,00
Контроль в межах міста (n=10)	0-10	15,00	580,00	0,60	19,00
	10-20	13,00	400,00	0,60	24,00
	30-50	0,80	270,00	0,40	22,00

Практично всі досліджувані ґрунти міста за вмістом водорозчинних фосфатів у верхньому горизонті перевищують контроль (15 мг/кг) в 1,3 – 4,2 рази. І тільки в ґрунтах рекреаційної зони вміст цього поживного елемента

нижче, ніж у контрольному ґрунті, практично у 22 рази (15 мг/кг г і 0,70 мг/кг відповідно).

Забезпеченість ґрунтів різних функціональних зон міста за середнім вмістом фосфору наступна: транспортна зона – дуже висока (61 мг/кг); рекреаційна зона – дуже низька (0,6 мг/кг); промислова зона – низька (15 мг/кг); селітебна – середня (17 мг/кг); контрольна зона – дуже низька (9,6 мг/кг).

Суттєву роль у надходженні фосфору до ґрунтів відіграє антропогенний фактор. Значні кількості фосфорних сполук входять до складу миючих засобів та багатьох інсектицидів. З їхніми залишками вони потрапляють у стічні води, а потім разом із промисловими та побутовими стічними водами техногенні сполуки фосфору надходять у ґрунти та ґрунтові води. Не дивлячись на те, що чорноземні ґрунти містять значні запаси фосфору, лише 10-20 % його знаходиться у доступній для рослин формі. Так як фосфати малорухливі в ґрунтовому середовищі, то при їх надлишку відбувається так зване «зафосфочування» ґрунтів [119, 177].

К (калій) – у рослині міститься переважно у цитоплазмі та вакуолях. Він досить легко вимивається дощами, а найбільше – зі старого листя. Зі старих органів рослини калій переміщається в молоді, де виконує свої функції повторно. Якщо рослина на достатньому рівні забезпечена калієм – вона стійка до посухи, нормально витримує вплив як низьких, так і високих температур. Разом з тим, калій сприяє ефективному використанню вологи кореневою системою, бере участь у обміні білків і вуглеводів, активує діяльність ферментів [119, 177].

Вміст обмінного калію (у перерахунку на K_2O) у верхньому шарі (0-10 см) ґрунтів міста та приміської зони (таблиця 4.3) коливається від 300 до 570 мг/кг.

У всіх досліджуваних ґрунтах вміст рухомого калію є нижчим, ніж у контрольному ґрунті. У верхньому шарі ґрунтів транспортної зони в

середньому міститься більше рухомого калію, ніж у ґрунтах інших функціональних зон міста.

Забезпеченість міських ґрунтів калієм коливається від середньої до високої. Так, транспортна, промислова та контрольна зони міста характеризується високим вмістом калію (437 мг/кг; 453 мг/кг; 417 мг/кг), рекреаційна – середнім (250 мг/кг), а селітебна – підвищеним (323 мг/кг).

Висока збагаченість насипних шарів і сильно порушених міських ґрунтів фосфором та калієм у порівнянні з природними ґрунтами може бути пов'язане з наявністю в міських ґрунтах сміття та будівельних уламків. Однак вміст фосфору може сильно варіювати в залежності від гранулометричного складу та вихідного субстрату та реакції ґрунтового розчину.

Як видно з рис. 4.3 а,б, спостерігаються певні закономірності зниження вмісту рухомого фосфору та обмінного калію з глибиною ґрунтових профілів.

Основне джерело азоту для рослин знаходиться у ґрунті в органічній формі. Мінеральний азот може бути в ґрунті в різних іонних формах: амонію (NH_4^+), нітриту (NO_2) та нітрату (NO_3). Отримані дані про вміст мінеральних форм азоту у досліджуваних ґрунтових зразках представлені в табл. 4.3 та на рис. 4.3 в.

Аналізуючи отримані дані можна констатувати, що ґрунти м. Одеси містять недостатню кількість визначених форм азоту. Особливо це стосується нітратної форми.

Причин цього може бути кілька: нітрати мають високу рухливість і як наслідок можуть бути вимиті із ґрунту; можливо уповільнений сам процес нітрифікації (перехід азоту з амонійної форми в нітрат); підкислений і лужний ґрунт несприятливий для нітрифікації та сприяє накопиченню амонію в ґрунті; вміст нітратів залежить від родючості ґрунту (чим вищий вміст гумусу у ґрунтовому покриві, тим більшим буде вміст нітратів) [177].

Показник вмісту нітратного азоту у досліджуваних ґрунтах варіює в межах в 0,30-17 мг/кг. Найнижчим середнім показником нітратного азоту характеризуються ґрунти промислової (0,73 мг/кг) та контрольної (0,53 мг/кг) зон.

За групуванням за нітрифікаційною здатністю ґрунти міста характеризуються в основному дуже низькою здатністю (рекреаційна – 1,96 мг/кг, промислова – 0,73 мг/кг, селітебна – 3,47 мг/кг, контрольна – 0,53 мг/кг), окрім транспортної зони, в якій даний показник складає 8,80 мг/кг і відповідає середній здатності.

Вміст амонійного азоту у ґрунтах міської зони коливається в межах 15,00-49,00 мг/кг ґрунту. При чому найбільш забезпечені амонійним азотом ґрунти рекреаційної зони (37,70 мг/кг).

Ступінь забезпечення мінеральним азотом (NH_4+NO_3) досліджуваних ґрунтів усіх функціональних зон дуже висока (від 36,40 мг/кг до 46,47 мг/кг), окрім контрольної зони, яка характеризується дуже низьким ступенем (7,85 мг/кг).

Таким чином, вміст нітратної та амонійної форми не має прямої односторонньої залежності один з одним. З підвищенням однієї форми інша може непропорційно підвищуватися або знижуватися. Отже, необхідно враховувати інші чинники, що впливають на забезпеченість азотом рослин, наприклад показник рН.

Із вмістом гумусу пов'язані найважливіші біохімічні, фізичні, фізико-хімічні й агрохімічні властивості ґрунтів. Його вміст у ґрунті є характерною генетичною та класифікаційною ознакою для кожного типу ґрунтів. Гумус є джерелом багатьох живильних компонентів: більша частина азоту, фосфору, сірки знаходиться у формі органічних сполук. У більш гумусованих ґрунтах збільшується видовий склад мікроорганізмів і безхребетних тварин та їхня чисельність.

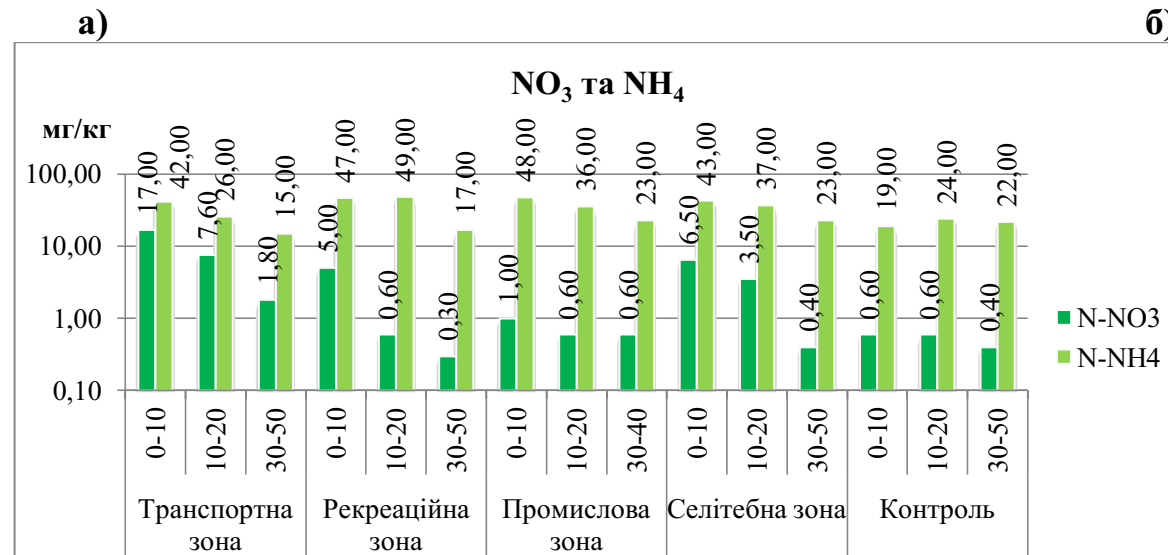
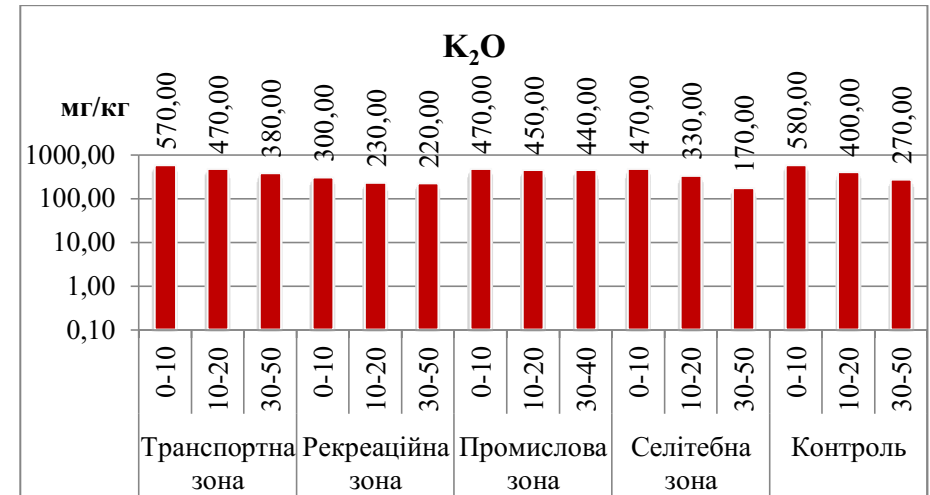
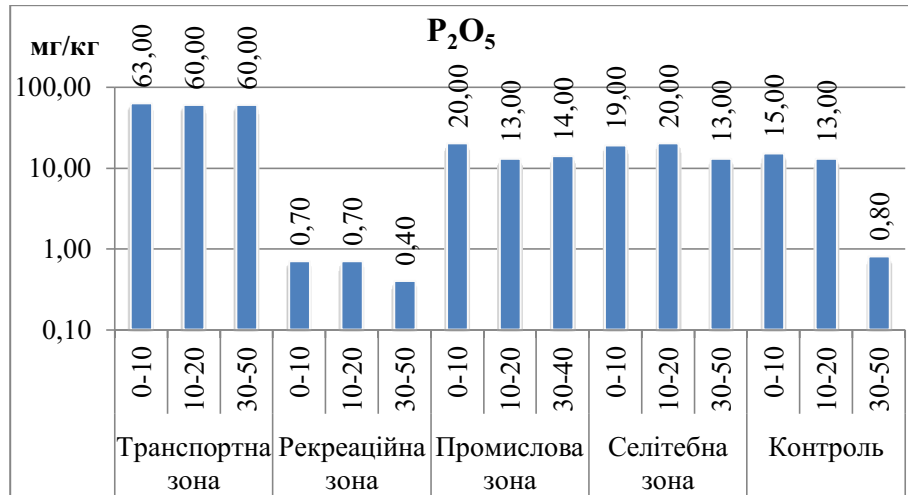


Рис. 4.3. Зміна за глибиною вмісту рухомого фосфору (а), обмінного калію (б) та мінерального азоту (в) у досліджуваних ґрунтах

Ферментативна активність ґрунтів також наростає зі збільшенням вмісту гумусу. Гумус, особливо рухлива його частина, визначає інтенсивність надходження CO₂ у приземний шар повітря, впливаючи тим самим на інтенсивність фотосинтезу [51, 66, 168, 243].

За вмістом загального гумусу чорноземи південні за межами впливу автомобільного транспорту мають низький вміст гумусу від 2,08 до 2,87 %); біля узбіччя дороги – переважно середній вміст (4,73-5,48 %). Ґрунти в межах міста вирізняються високою варіативністю щодо рівня загального вмісту гумусу – від дуже низького до високого з переважанням середнього вмісту (табл. 4.4, додаток Г). Загальною ознакою є переважно підвищений вміст гумусу порівняно з контролем та дуже значне варіювання (від 1,12 до 7,50 %).

Таблиця 4.4

Вміст гумусу у ґрунтах м. Одеси та приміської зони

Функціональна зона/ґрунти	Показник, % (межі коливань)	Функціональна зона/ґрунти	Показник, % (межі коливань)	
Транспортна (n=38)	2,08-6,63	Селітебна (n=10)	1,83-4,29	
Рекреаційна (n=12)	1,87-5,62	Ґрунти приміської зони (n=15)	до 5 м від дороги	2,43-4,90
Промислова (n=10)	1,12-7,50		до 15 м від дороги	2,21-5,48
Контроль в межах міста (n=10)	1,81-3,63		до 30 м від дороги	2,08-2,87

Найвищі значення (високий вміст) визначено в межах промислової та транспортної функціональних зон, що підтверджується дослідженнями інших вчених [172, 259, 322] Підвищений вміст гумусу у ґрунтах міста пов'язують із застосуванням органічних і мінеральних добрив, привнесенням органічного сміття тощо.

Водна витяжка – найбільш відомий і старий метод дослідження ґрунтів, за допомогою якого визначають склад водорозчинних речовин у ґрунті. Методом водних витяжок користуються також при дослідженні динаміки ґрунтових процесів, вивченні режиму поживних речовин ґрунту, виявленні присутності в ньому шкідливих для рослин солей.

Результати аналізу водної витяжки досліджуваних ґрунтів (табл. 4.5, додаток В) показують, що середньозважена сума водорозчинних солей в ґрунтах різних зон варіює в межах 0,036 до 0,147 %.

Таблиця 4.5

Іонний склад водної витяжки ґрунтів міської зони

Показники	Функціональна зона/ґрунти				Контроль в межах міста (n=10)
	Транспортна (n=38)	Рекреаційна (n=12)	Промислова (n=10)	Селітебна (n=10)	
HCO^{3-}	0,30 – 1,04	0,29 – 0,80	0,26 – 1,18	0,37 – 0,66	0,25 – 0,58
	0,66	0,54	0,72	0,49	0,44
Cl	0,04 – 1,20	0,02 – 0,21	0,10 – 0,41	0,06 – 0,27	0,06 – 0,15
	0,13	0,11	0,18	0,14	0,09
SO_4^{2-}	0,01 – 0,56	0,02 – 0,36	0,14 – 10,22	0,06 – 0,41	0,18 – 0,30
	0,23	0,17	1,11	0,23	0,22
Ca^{2+}	0,16 – 1,04	0,22 – 0,69	0,18 – 8,72	0,26 – 0,70	0,18 – 0,46
	0,41	0,46	1,10	0,44	0,35
Mg^{2+}	0,02 – 0,34	0,06 – 0,26	0,04 – 0,76	0,08 – 0,22	0,18 – 0,32
	0,16	0,17	0,33	0,13	0,26
Na^+	0,05 – 53,00	0,01 – 0,26	0,11 – 0,86	0,03 – 0,15	0,06 – 0,10
	1,49	0,08	0,36	0,07	0,07
K^+	0,01 – 0,27	0,01 – 0,37	0,03 – 0,70	0,01 – 0,49	0,02 – 0,18
	0,06	0,12	0,22	0,23	0,08
HCO^{3-}	0,018 – 0,063	0,018 – 0,049	0,016 – 0,072	0,023 – 0,040	0,015 – 0,035
	0,040	0,033	0,044	0,030	0,027
Cl	0,001 – 0,042	0,001 – 0,007	0,004 – 0,014	0,002 – 0,009	0,002 – 0,005
	0,005	0,004	0,007	0,005	0,003
SO_4^{2-}	0,001 – 0,027	0,001 – 0,017	0,007 – 0,490	0,003 – 0,019	0,009 – 0,014
	0,011	0,008	0,053	0,011	0,010
Ca^{2+}	0,003 – 0,021	0,004 – 0,014	0,004 – 0,174	0,005 – 0,014	0,004 – 0,009
	0,008	0,009	0,022	0,009	0,007
Mg^{2+}	0,001 – 0,004	0,001 – 0,003	0,001 – 0,009	0,001 – 0,003	0,002 – 0,004
	0,002	0,002	0,004	0,002	0,003
Na^+	0,001 – 0,037	0,001 – 0,006	0,003 – 0,020	0,001 – 0,009	0,001 – 0,007
	0,009	0,002	0,008	0,003	0,003
K^+	0,001 – 0,011	0,001 – 0,014	0,001 – 0,027	0,001 – 0,020	0,001 – 0,007
	0,002	0,005	0,009	0,009	0,003
Сума солей, %	0,048 – 0,146	0,035 – 0,085	0,074 – 0,727	0,052 – 0,098	0,043 – 0,071
	0,077	0,063	0,147	0,069	0,055

Примітка: Чисельник – межі коливань, знаменник – середні значення

В ґрунтах промислових зон сума солей є найвищою і складає в середньому 0,147 %, що майже в 3 рази перевищує їх вміст у контрольному ґрунті. І практично вдвічі в ґрунтах інших зон.

Співвідношення окремих іонів ґрунтового розчину досліджуваних ґрунтів міста є несприятливим для розвитку рослин. Так, вміст іонів Na в досліджуваних ґрунтах перевищують вміст Ca^{2+} , що свідчить про утворення токсичних для рослин солей, які можуть пригнічувати розвиток кореневої системи рослин і підвищувати рН ґрунту.

Найвища середньозважена сума токсичних солей на рівні 0,112 % характерна для ґрунтів промислової зони, що більш ніж вдвічі перевищує інші зони. Найвищим вмістом серед аніонів характеризуються ґрунти промислової зони де вміст гідрокарбонатів в середньому складає 0,072 ммоль/100г ґрунту і сульфати вміст яких становить 0,111 ммоль/100 ґрунту.

Вміст токсичного хлор-іону в ґрунтах м. Одеси та приміської зони коливається в межах 0,02-1,20 ммоль на 100 г ґрунту про середніх значеннях 0,10-0.18 ммоль/100 г ґрунту.

Вміст катіонів кальцію у ґрунтах промислової зони є максимальним у порівнянні з ґрунтами інших зон і відповідно дорівнює 1,10 ммоль/100 г ґрунту, що 3-4 рази більше ніж в інших зонах. Безумовно це пов'язано з антропогенним впливом.

Вміст іонів натрію в ґрунтах транспортних зон перевищує даний показник у всіх інших ґрунтах і складає 1,49 ммоль/100 г ґрунту, що майже в десятки разів вище його вмісту у контрольному ґрунті.

Ґрунти приміських зон (табл. 4.6, додаток В) характеризуються найнижчим вмістом практично всіх досліджуваних солей. Сумарний вміст токсичних солей варіює в межах 0,017 % - 0,052 %. З віддаленням від дороги сума солей поступово зменшується у зв'язку із меншою кількістю викидів.

Дослідження сольового складу водної витяжки підтверджує значний вплив викидів автомобільного транспорту і промислових підприємств на зміну властивостей досліджуваних ґрунтів та, відповідно, погіршення їх екологічного стану.

Таблиця 4.6

Іонний склад водної витяжки ґрунтів приміської зони

Показники		Функціональна зона/ґрунти		
		ґрунти приміської зони (n=15)		
		до 5 м від дороги	до 15 м від дороги	до 30 м від дороги
HCO ³⁻ Cl ⁻ SO ₄ ²⁻ Ca ²⁺ Mg ²⁺ Na ⁺ K ⁺	ммоль на 100 г	<u>0,38 – 0,63</u> 0,53	<u>0,42 – 0,52</u> 0,46	<u>0,13 – 0,45</u> 0,26
		<u>0,06 – 0,23</u> 0,12	<u>0,07 – 0,09</u> 0,08	<u>0,07 – 0,21</u> 0,12
		<u>0,06 – 0,31</u> 0,19	<u>0,12 – 0,39</u> 0,24	<u>0,05 – 0,19</u> 0,12
		<u>0,28 – 0,58</u> 0,43	<u>0,48 – 0,50</u> 0,49	<u>0,16 – 0,56</u> 0,32
		<u>0,06 – 0,17</u> 0,11	<u>0,12 – 0,16</u> 0,15	<u>0,04 – 0,20</u> 0,10
		<u>0,06 – 0,39</u> 0,22	<u>0,04 – 0,19</u> 0,09	<u>0,03 – 0,08</u> 0,04
		<u>0,03 – 0,25</u> 0,09	<u>0,05 – 0,07</u> 0,06	<u>0,02 – 0,06</u> 0,03
		HCO ³⁻ Cl ⁻ SO ₄ ²⁻ Ca ²⁺ Mg ²⁺ Na ⁺ K ⁺ Сума солей, %	%	<u>0,023 – 0,038</u> 0,033
<u>0,002 – 0,015</u> 0,006	<u>0,002 – 0,003</u> 0,003			<u>0,002 – 0,007</u> 0,004
<u>0,003 – 0,015</u> 0,009	<u>0,006 – 0,019</u> 0,012			<u>0,002 – 0,009</u> 0,005
<u>0,006 – 0,012</u> 0,009	<u>0,009 – 0,011</u> 0,010			<u>0,003 – 0,011</u> 0,006
<u>0,001 – 0,010</u> 0,003	<u>0,001 – 0,019</u> 0,007			<u>0,001 – 0,002</u> 0,001
<u>0,001 – 0,009</u> 0,004	<u>0,001 – 0,004</u> 0,002			<u>0,001 – 0,008</u> 0,002
<u>0,001 – 0,010</u> 0,003	<u>0,002 – 0,003</u> 0,003			<u>0,001 – 0,002</u> 0,001
<u>0,052 – 0,082</u> 0,066	<u>0,055 – 0,083</u> 0,065			<u>0,023 – 0,051</u> 0,036

Примітка: Чисельник – межі коливань, знаменник – середні значення

4.3. Біологічні властивості

ґрунти в урбоєкосистемі, як зазначалось вище, виконують фітосанітарні, регуляторні та екологічні функції. Біологічна діагностика антропогенно порушених ґрунтів повинна реалізувати два взаємопов'язаних завдання: біоіндикацію та класифікацію ґрунтів.

Найбільш репрезентативним і доступним біоіндикатором для проведення моніторингових досліджень екологічного стану ґрунтів є їх целюлозолітична активність (здатність), яка свідчить про активність частини мікробного комплексу та побічно дозволяє судити про здатність ґрунтів до самоочищення. Активність функціонування целюлозоруйнівних мікроорганізмів визначається наявністю в ґрунті доступних поживних речовин, передусім, азотних [77].

Автором був використаний аплікаційний метод [77], котрий дає можливість встановити функціональний стан ґрунтової біоти, яка зазнає антропогенного впливу, оцінити інтенсивність трансформації доступної фракції органічної речовини та визначити активність целюлозолітичного комплексу. Чим вищий показник целюлозолітичної активності (ЦА) тим кращі біокліматичні та екологічні умови ґрунтоутворення, інтенсивність біохімічних процесів.

Проведеними дослідженнями встановлено, що життєдіяльність целюлозоруйнівних мікроорганізмів непостійна у часі і значною мірою залежить від гідротермічних умов і наявності вологи у ґрунті. Результати проведених досліджень наведені в таблиці 4.7.

За результатами досліджень виявлено, що в середньому за серпень-вересень 2020 року величина целюлозної активності ґрунтів на території міста та приміської зони варіювала в межах від $8,00 \pm 0,76 \%$ до $89,44 \pm 0,55 \%$, що свідчить про різний ступінь збагаченості ґрунтів ферментом целюлозою.

Найбільша целюлозолітична активність в межах міста була зафіксована у верхньому горизонті ґрунтів на Адміральському проспекті ($\sim 43 \%$). Сьогодні Адміральський проспект – одна з інтенсивно навантажених вулиць міста, через яку щодня проходить велика кількість міського та приватного транспорту. У ґрунті, на території одного з найстаріших парків в Одесі, розташованого вздовж вулиці Балківської на схилі Водяної балки – Дюковського саду, показник ЦА виявився найменшим ($\sim 7 \%$). Середнє значення ЦА за 2020 р. для ґрунтів міста складає $\sim 20 \%$.

У 2021 р. середній показник целюлозолітичної активності досліджуваних ґрунтів в межах міста склав $\sim 22 \%$, що перевищує даний показник у 2020 р.

Найбільшою целюлазною активністю характеризуються ґрунти на проспекті Небесної Сотні (~ 45 %). На проспекті розташовані торгові центри, два побутові ринки, один міні-ринок, центральний оптовий продуктовий ринок, тому дана територія характеризується інтенсивним транспортним навантаженням. Мінімальний показник (~ 4 %) характерний для досліджуваних ґрунтів в районі пляжу «Собачка».

Таблиця 4.7

Інтенсивність розкладання целюлози у ґрунтах міста Одеси та приміської зони

Функціональна зона/ґрунти	M ± m, %	Інтенсивність розкладу целюлози згідно шкали
2021 р.		
Транспортна (n=10)	6,22 ± 1,04	Дуже слабка
Рекреаційна (n=10)	32,14 ± 2,11	Середня
Промислова (n=10)	9,32 ± 2,82	Дуже слабка
Селітебна (n=10)	13,11 ± 3,02	Слабка
Ґрунти приміської зони (n=10)	72,20 ± 1,16	Сильна
Контроль в межах міста (n=10)	37,72 ± 0,76	Середня
2020 р.		
Транспортна (n=10)	8,50 ± 1,05	Дуже слабка
Рекреаційна (n=10)	8,00 ± 0,76	Дуже слабка
Промислова (n=10)	29,00 ± 1,51	Слабка
Селітебна (n=10)	9,07 ± 2,40	Дуже слабка
Ґрунти приміської зони (n=10)	89,44 ± 0,55	Дуже сильна
Контроль в межах міста (n=10)	32,04 ± 0,47	Середня

Примітка: M±m, % - середнє значення з помилкою у відсотках.

При проведенні порівняння целюлозолітичної активності ґрунтів в серпні-вересні 2020 та 2021 рр. виявлено, що в 2021 року цей показник у ґрунтах є вищим, ніж у попередньому році. Це частково можна пояснити тим, що в середньому і температура і кількість опадів за серпень-вересень 2021 р. були також вищими (рис. 4.4).

Крім того, за результатами досліджень встановлені негативні корелятивні зв'язки показників целюлозної активності із температурою атмосферного повітря

протягом 2020 та 2021 рр. (табл. 4.8), та позитивні корелятивні зв'язки між показниками целюлозної активності та величиною атмосферних опадів у 2021 р.

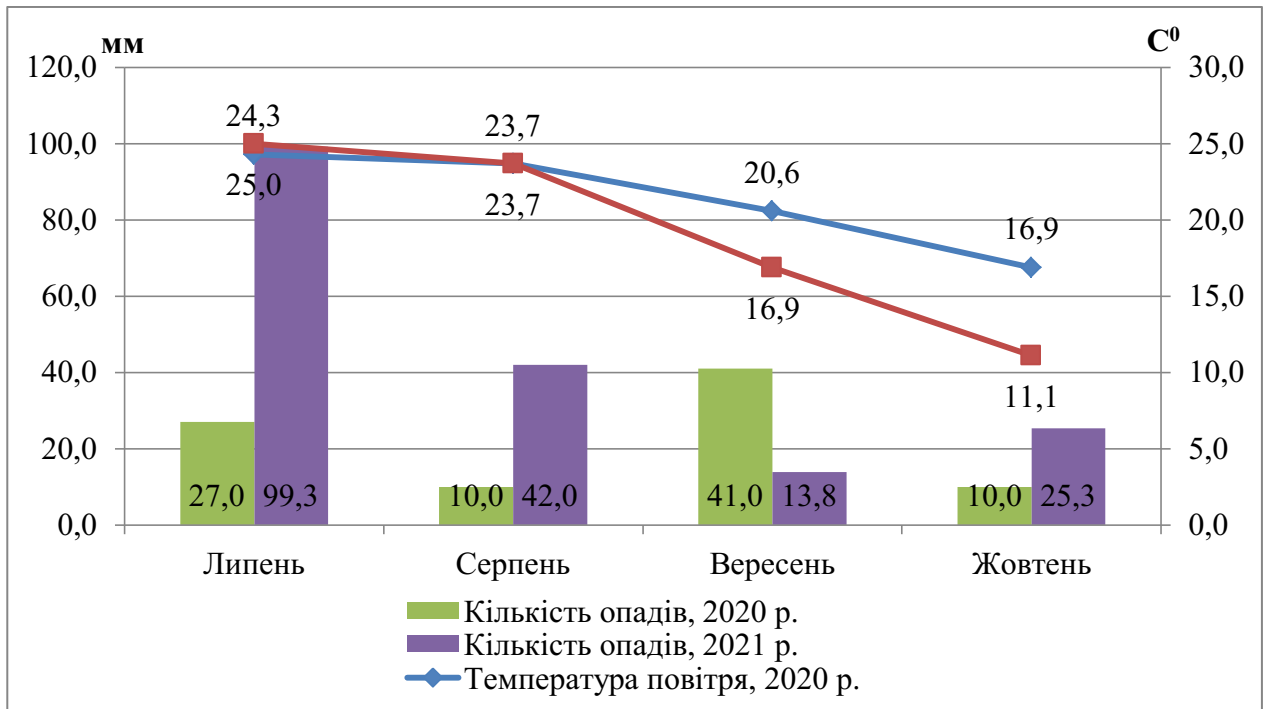


Рис. 4.4. Температура повітря та кількість опадів у м. Одеса протягом липня-жовтня 2020-2021 рр. (побудовано за [368])

Такий зв'язок можна пояснити наступним чином, що саме протягом 2021 р. спостерігалась висока кількість опадів (максимальна кількість за останні 5 років) та порівняно високі температури атмосферного повітря. У поєднанні погодні умови, що склалися, спричинили додаткову дію на активність ґрунтової мікрофлори.

Загалом протягом терміну дослідження інтенсивність руйнування целюлози оцінюється в межах «дуже слабка – середня» (табл. 4.6). Порівнюючи досліджувані райони міста з приміською зоною (траса Одеса-Рені), можна зробити висновок, що целюлозолітична активність ґрунтів міста значно нижча, ніж сільськогосподарських ґрунтів.

На окремих ділянках (студмістечко, ботанічний сад, Дюківський сад) частка целюлози, що не розклалася склала 90 % і більше. Пригнічення життєдіяльності ґрунтової біоти у вище зазначених районах може бути пов'язано, по-перше, з тим, що на відміну від природних ґрунтів, ґрунти в межах міста не піддаються

грунтовій обробці, що призводить до збільшення їх щільності. В результаті зменшення ступеня аеробності в кореневмісному шарі відбувається зниження целюлозоруйнівної активності. По-друге, зниження інтенсивності процесу розкладання целюлози може бути обумовлено значним антропогенним навантаженням, а саме впливом викидів промислових підприємств, автомобільного транспорту, побутовими викидами, більшість з яких є токсичними.

Таблиця 4.8

Зв'язок целюлозоруйнівної активності з кліматичними умовами та концентрацією забруднюючих речовин у ґрунті

	r (2020 р.)	r (2021 р.)
Зв'язок целюлозоруйнівної активності ґрунтів із температурою атмосферного повітря		
Середній показник ЦА для досліджуваних ґрунтів	-0,9999	-1,0000
Зв'язок целюлозоруйнівної активності ґрунтів з атмосферними опадами		
Середній показник ЦА для досліджуваних ґрунтів	-0,9999	1,0000

Можна припустити, що температура повітря і, відповідно, температура ґрунту та кількість атмосферних опадів є важливими факторами, які впливають на загальний рівень деструкційних процесів загалом, і целюлозолітичну активність зокрема.

Висновки до розділу 4

1. Видовий склад трав'янистої рослинності досліджуваних ділянок в межах міста досить бідний. На міських газонах домінують бур'яни і придорожні трави. Поверхня ґрунтів міста характеризуються в цілому низьким проективним покриттям рослинністю, що може бути пов'язано з їх систематичним витоптуванням. Ґрунтовий покрив приміської зони представлений сільськогосподарськими угіддями, які систематично обробляються і використовуються під посіви сільськогосподарських культур.

2. Поверхня ґрунтового покриву міста Одеси характеризується різним ступенем захарашеності та витоптаності. Зіставлення цих показників здебільшого свідчить про їх взаємозв'язок. Найвищий ступінь захарашеності визначено для транспортної зони (50-70 %).

3. Гранулометричний склад ґрунтів м. Одеси та приміської зони є неоднорідним; спостерігається велика кількість компонентів-включень техногенного походження у вигляді твердих побутових відходів, будівельного сміття тощо. Середні дані гранулометричного складу верхнього шару ґрунтового профілю ґрунтів міста Одеси свідчать про переважання середньосуглинкових ґрунтів. Представлені також супіщані і легкосуглинкові ґрунти, що пов'язано з антропогенним впливом. Ґрунти приміських зон характеризуються переважно важкосуглинковим гранулометричним складом, що є характерним для даної зони розповсюдження чорноземів південних як за розподілом груп окремих фракцій так і за їх кількісним вмістом.

4. Реакція середовища досліджуваних ґрунтів міста зміщена в лужний бік, що є загальною тенденцією урбанізованих ґрунтів. Більшість із досліджених зразків верхніх горизонтів ґрунтів (92 %) характеризуються слабо та середньо-лужною реакцією середовища сольових витяжок. Сильнолужні і дуже сильнолужні ґрунти сумарно складають близько 3 %.

Середні значення показника рН водне приміської зони варіюють в межах 7,90-8,22. При чому спостерігається певне зниження значень із віддаленістю від дорожнього полотна, що свідчить про «своєрідний» вплив викидів автотранспорту на зміну реакції ґрунтового середовища.

5. Співвідношення окремих іонів ґрунтового розчину досліджуваних ґрунтів міста є несприятливим для розвитку рослин. Так, вміст іонів Na в досліджуваних ґрунтах перевищують вміст Ca^{2+} , що свідчить про утворення токсичних для рослин солей, які можуть пригнічувати розвиток кореневої системи рослин і підвищувати рН ґрунту.

Ґрунти приміських зон характеризуються найнижчим вмістом практично всіх досліджуваних солей. Сумарний вміст токсичних солей варіює в межах 0,017 % - 0,052 %. З віддаленням від дороги сума солей поступово зменшується.

6. За вмістом загального гумусу чорноземи південні за межами впливу автомобільного транспорту мають низький вміст гумусу; біля узбіччя дороги – переважно середній вміст. Ґрунти в межах міста вирізняються високою варіативністю щодо рівня загального вмісту гумусу – від дуже низького до високого з переважанням середнього вмісту. Загальною ознакою є переважно підвищений вміст гумусу порівняно з контролем та дуже значне варіювання, що обумовлено різнобічністю антропогенного впливу досліджуваної території.

7. Ступінь забезпечення поживними речовинами відзначається високою варіативністю як поелементно, так і в межах різних функціональних зон міста. Вміст рухомих форм фосфору (у перерахунку на P_2O_5) у верхньому шарі (0-10 см) досліджуваних ґрунтів коливається від 0,7 до 63 мг/кг. Забезпеченість міських ґрунтів калієм коливається від середньої до високої.

8. Целюлозолітична активність ґрунтів міста значно нижча, ніж у сільськогосподарських ґрунтах, що може бути обумовлено підвищеною щільністю міських ґрунтів та впливом викидів промислових підприємств, автомобільного транспорту, побутовими викидами більшість з яких є токсичними.

РОЗДІЛ 5. ЗАБРУДНЕННЯ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ ГРУНТОВОГО ПОКРИВУ МІСТА ОДЕСИ ТА ПРИМІСЬКОЇ ЗОНИ

5.1. Екотоксикологічна характеристика важких металів

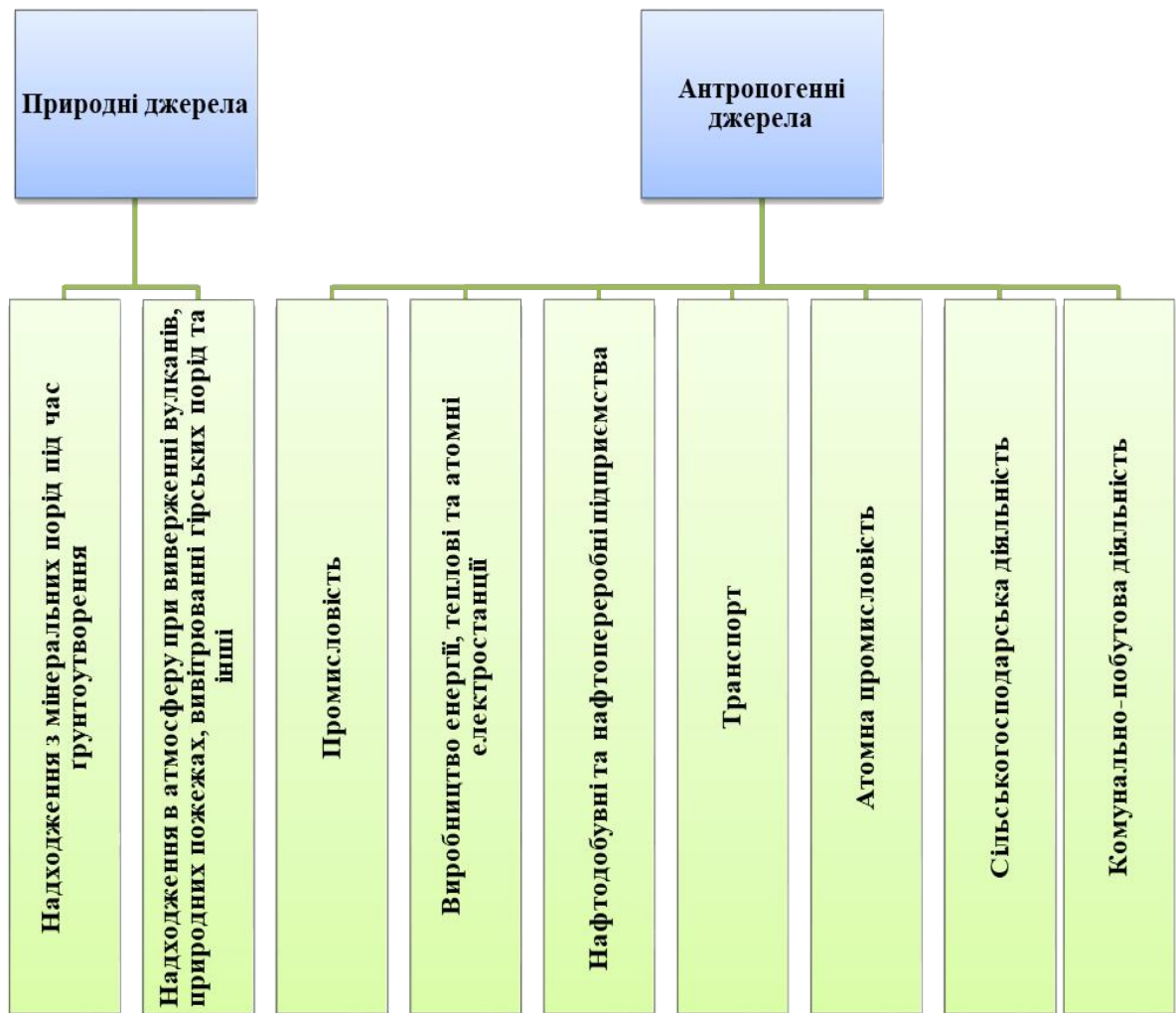
Забрудненість ґрунтів міста та приміської зони речовинами, які утворюються в результаті інтенсивної антропогенної діяльності є однією з їх характерних особливостей і одночасно чинником, під впливом якого відбуваються суттєві зміни інших властивостей (характеристик) ґрунтового покриву, рослинності, ґрунтової фауни та продуктивності міської екосистеми в цілому. Одними із найбільш небезпечних забруднювачів в сучасних умовах є важкі метали (ВМ).

Важкі метали (ВМ) – це хімічні елементи, атомна маса яких перевищує 50 атомних одиниць маси, а питома вага вища за 5 г/см^3 . До їх числа відносять більше 40 елементів. Серед яких: Pb, Zn, Cd, Hg, Cu, Mo, Mn, Ni, Sn, Co та інші. Також до важких металів часто відносять елементи-неметали, а іноді навіть елементи, атомна маса яких менша 50 атомних одиниць маси. Серед ВМ багато мікроелементів, які є необхідними й незамінними компонентами біокаталізаторів та біорегуляторів найважливіших фізіологічних процесів, входять до складу окремих білкових комплексів (ферментів) або активізують їх діяльність і життєво необхідні живим організмам, однак у дуже малих кількостях. Надлишкова кількість ВМ у різних об'єктах біосфери спричиняє пригнічуючий і навіть токсичний вплив на біоту [19].

Більшість мікроелементів, включаючи й життєво необхідні для живих організмів, в аномально високих концентраціях токсичні для рослин, тварин і людини, що свідчить про визначальне значення концентрації елемента в ґрунті й форм його сполук.

В природних умовах ґрунти та живі організми містять певну кількість важких металів. Надмірне накопичення біохімічно активних речовин, до яких відносяться більшість важких металів, може бути причиною руйнування цілісності природного комплексу та погіршення здоров'я людей. Аналіз

літератури дозволяє виокремити найбільш вагомі природні та антропогенні джерела важких металів у біосфері (рис. 5.1).



**Рис. 5.1. Джерела надходження важких металів у біосферу
(побудовано автором за [19, 55])**

За ступенем небезпечності для живих організмів важкі метали поділяють на три класи (табл. 5.1).

Таблиця 5.1

Класи небезпечності забруднюючих речовин [168]

№ класу	Назва класу	Елемент
I	Високо небезпечні	Hg, Cd, Pb, Zn, As, Se, F
II	Помірно небезпечні	Cu, Co, Ni, Mo, Cr, B, Sb
III	Мало небезпечні	V, W, Mn, Sr, Ba

Всі основні цикли міграції важких металів у біосфері (водні, атмосферні, біологічні) розпочинаються у ґрунті. Саме в ґрунті відбувається їх мобілізація і утворення різних міграційних форм. Переважна більшість важких металів, які потрапляють на поверхню ґрунту, закріплюються у верхніх гумусових горизонтах. Ступінь їх рухомості залежить від геохімічних обставин і рівня техногенного впливу на середовище. Так, важкий гранулометричний склад і високий вміст органічної речовини призводять до зв'язування важких металів ґрунтом; підвищення значень рН підсилює сорбованість катіоноутворюючих металів (мідь, цинк, нікель, ртуть, свинець тощо) та підвищує рухомість аніоноутворюючих (молібден, хром, ванадій тощо) [19, 55].

Як зазначалось, важкі метали належать до числа найбільш небезпечних для природного середовища хімічних забрудників (екотоксикантів), що зумовлено, з однієї сторони, інтенсивним розвитком промисловості та збільшенням викидів ВМ у екосистеми, а з іншої – фізіолого-біохімічними властивостями самих елементів [19, 55].

Для оцінки екологічного стану ґрунтів міста та розробки заходів щодо покращення стану міського середовища необхідно не тільки мати дані про вміст і розподіл у них важких металів, а й розглядати їх у взаємодії з іншими властивостями ґрунтів.

Екотоксикологічна оцінка кожного з елементів висвітлена в розділі 5.2.

5.2. Вміст важких металів у ґрунтовому покриві міста Одеси та приміської зони

Як зазначалося, територія дослідження характеризується надзвичайною різноманітністю геохімічних умов, наявністю розвиненої промислової та агропромислової інфраструктури, напруженої транспортної мережі.

Оцінку рівня забруднення ґрунтів міста Одеси та приміської зони проводили у верхньому шарі (0-15 см). Визначали рухомі форми наступних важких металів: марганцю, цинку, кобальту, міді, кадмію, свинцю. Результати проведених досліджень представлені у табл. 5.2, та додатку Г.

Серед досліджуваних ВМ до першого класу небезпеки відносяться кадмій (Cd), свинець (Pb) та цинк (Zn).

Кадмій (Cd) вважається одним із найбільш шкідливих важких металів, оскільки будь-яке помітне збільшення його вмісту у продуктах харчування і кормах призводить до накопичення його вмісту в організмі людини [8, 13, 19].

Хімічний склад материнської породи є головним фактором, що визначає фоновий вміст кадмію в ґрунті. До необхідних рослинам елементів кадмій не входить, але ефективно може поглинатися кореневою системою та листям, накопичуючись і переходячи по харчовому ланцюгу [60].

У ґрунт кадмій потрапляє при спалюванні вуглеводнів, з суперфосфатом (як домішка), входить до складу фунгіцидів, пластмаси.

Надлишок кадмію в ґрунті інгібує мікробіологічні та ферментативні процеси. Багато ґрунтових безхребетних концентрують кадмій у своїх організмах. При надходженні в рослини він призводить до порушення процесів фотосинтезу та транспірації, зміни активності ферментів, інгібуванні синтезу білків та нуклеїнових кислот, зменшенні фіксації вуглекислого газу, погіршення поглинання кореневою системою міді, цинку, марганцю, кальцію, магнію, фосфору, калію та заліза: може викликати пригнічення росту рослин, хлороз листя [55, 60].

Кадмій акумулюється в гумусовому шарі ґрунтів. Максимальна адсорбція кадмію властива нейтральним і лужним ґрунтам з високим вмістом гумусу та високою ємністю поглинання. У ґрунтах легкого гранулометричного складу, а також кислих та збіднених гумусом, процеси міграції кадмію посилюються. Основний спосіб боротьби із забрудненням ґрунту кадмієм – зниження його вмісту в орному шарі ґрунту або видаленням верхнього шару [55, 60].

Проведені дослідження щодо вмісту кадмію у ґрунтах міста Одеси (табл. 5.2, рис. 5.2, додаток Г) виявили його варіювання в широких межах - від 0,01 мг/кг (контроль) до 1,65 мг/кг (промислова зона).

Таблиця 5.2

Вміст рухомих форм важких металів та мікроелементів у ґрунтах

м. Одеси та приміської зони, мг/кг

Функціональна зона/ґрунти		Марганець (Mn)	Цинк (Zn)	Кобальт (Co)	Мідь (Cu)	Кадмій (Cd)	Свинець (Pb)
Транспортна (n=38)		<u>39,19 – 93,53</u> 54,66	<u>3,24 – 148,00</u> 24,60	<u>0,24 – 9,95</u> 1,80	<u>0,34 – 183,89</u> 11,02	<u>0,03 – 1,00</u> 0,40	<u>1,52 – 65,08</u> 20,16
Рекреаційна (n=12)		<u>42,81 – 104,76</u> 60,00	<u>6,93 – 65,00</u> 23,07	<u>0,51 – 17,37</u> 3,21	<u>0,60 – 87,77</u> 8,02	<u>0,05 – 1,40</u> 0,53	<u>3,95 – 42,00</u> 18,19
Промислова (n=10)		<u>54,07 – 113,68</u> 84,98	<u>8,73 – 240,00</u> 82,66	<u>1,13 – 22,15</u> 6,00	<u>2,18 – 42,91</u> 12,58	<u>0,48 – 1,65</u> 0,82	<u>7,33 – 201,72</u> 61,16
Селітебна (n=10)		<u>40,21 – 108,21</u> 72,44	<u>6,22 – 194,00</u> 58,00	<u>0,95 – 4,11</u> 1,88	<u>0,97 – 1,30</u> 1,16	<u>0,23 – 0,87</u> 0,47	<u>3,65 – 56,21</u> 20,50
Ґрунти приміської зони (n=15)	до 5 м від дороги	<u>47,24 – 97,98</u> 67,56	<u>14,80 – 24,80</u> 19,87	<u>1,94 – 26,20</u> 10,17	<u>1,88 – 3,93</u> 2,80	<u>0,54 – 0,83</u> 0,67	<u>19,45 – 44,02</u> 30,30
	до 15 м від дороги	<u>68,00 – 96,65</u> 95,22	<u>0,75 – 0,98</u> 0,86	<u>0,99 – 1,05</u> 1,02	<u>0,65 – 0,72</u> 0,68	<u>0,13 – 0,20</u> 0,16	<u>4,32 – 4,70</u> 4,56
	до 30 м від дороги	<u>87,20 – 90,35</u> 88,68	<u>0,35 – 0,48</u> 0,38	<u>0,20 – 0,28</u> 0,23	<u>0,98 – 1,24</u> 1,12	<u>0,12 – 0,20</u> 0,16	<u>8,45 – 9,35</u> 8,90
Контроль в межах міста (n=10)		<u>39,30 – 47,86</u> 43,58	<u>1,45 – 5,87</u> 3,66	<u>0,12 – 0,91</u> 0,52	<u>0,07 – 0,72</u> 0,40	<u>0,01 – 0,20</u> 0,11	<u>1,11 – 12,15</u> 6,63
Фонові ґрунти Ґрунтові ресурси..., 2014)		<u>15,89 – 75,90</u> 33,85	<u>0,14 – 0,73</u> 0,44	<u>0,19 – 0,57</u> 0,38	<u>0,10 – 0,39</u> 0,22	<u>0,08 – 0,36</u> 0,15	<u>1,20 – 2,80</u> 1,86
Гранично-допустимі концентрації (за Постанова КМУ від 15.12.2021 р. № 1325)		140	23,00	5,00	3,00	0,70	6,00

Примітка: Чисельник – межі коливань, знаменник – середні значення

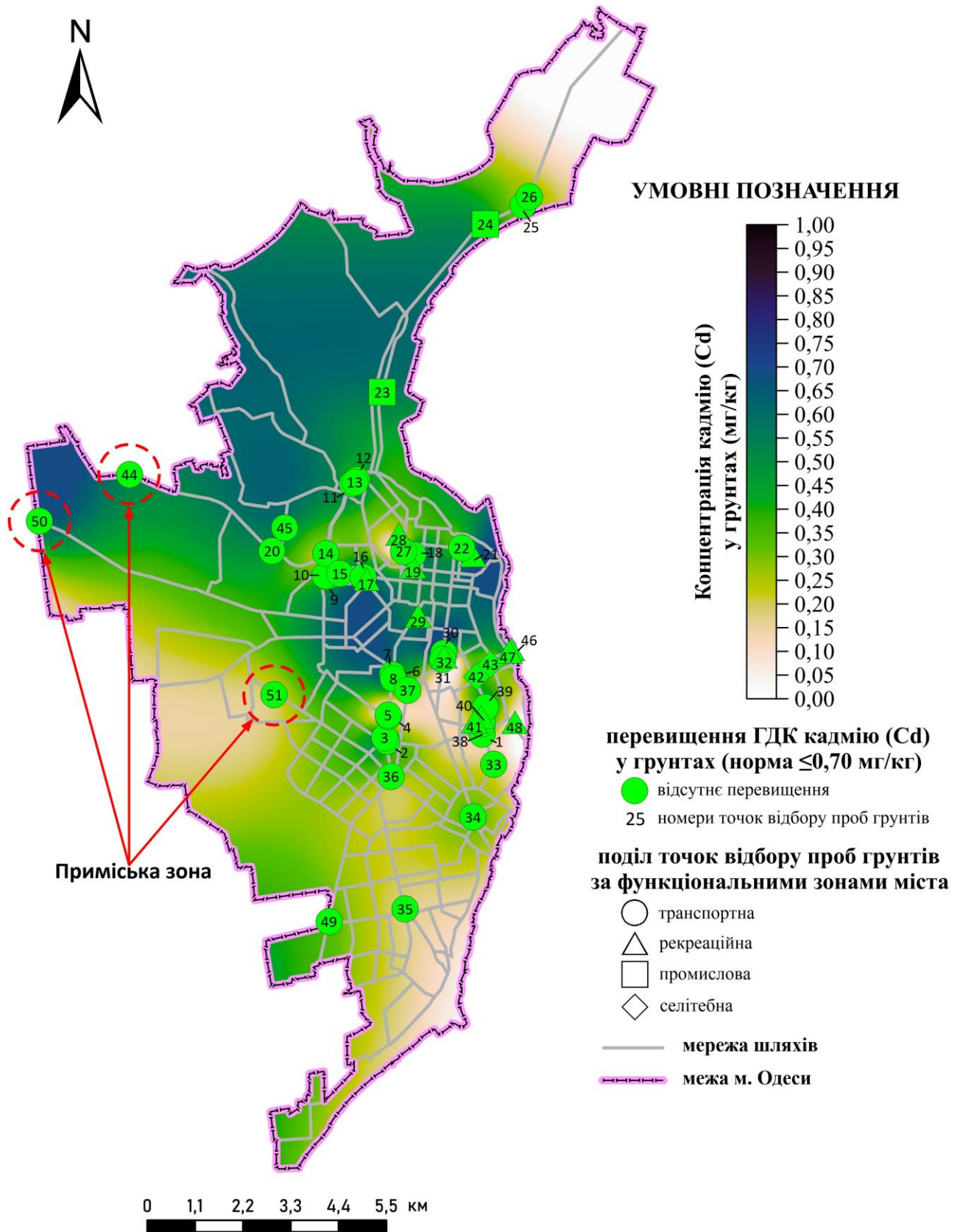


Рис. 5.2. Карта-схема розповсюдження ґрунтів за вмістом кадмію

Найбільш забрудненими є ґрунти промислової зони (0,48-1,65 мг/кг), де вміст рухомих форм кадмію перевищує ГДК на 70% території). В межах транспортної зони найбільш забрудненими є вул. Балківська – 1,00 мг/кг, вул. Середньофонтанська – 0,67 мг/кг, вул. Канатна – 0,6 мг/кг. В межах селібітної та рекреаційної зон найбільш забрудненими є пр. Шевченка (0,87 мг/кг), Дюковський сад (1,40 мг/кг), Михайлівський парк (0,92 мг/кг) в яких перевищення ГДК складає близько 4 %.

Вміст кадмію у чорноземах південних приміської зони (за межами впливу автомобільного транспорту є незначним (0,12-0,20 мг/кг). Проте рівень забруднення кадмієм сільськогосподарських угідь поблизу узбіччя доріг є значно вищим. Найбільш забрудненими є ґрунти на відстані до 5 м від дорожнього полотна, де вміст кадмію варіює від 0,54 мг/кг до 0,83 мг/кг, на окремих територіях дослідження перевищуючи ГДК. Отже, можна що достеменно констатувати, що автомобільного транспорт має значний вплив на забруднення с/г ґрунтів сполуками рухомого кадмію, а в подальшому і рослинницької продукції.

Свинець (Pb) є одним із найбільш токсичних елементів для рослин. Він негативно діє на фотосинтез, поділ клітин, поглинання води, порушує обмін речовин, є інгібітором низки ферментів, знижує доступність фосфору, калію, кальцію, заліза та марганцю. Негативно впливає і на біологічну діяльність у ґрунті, знижуючи чисельність мікроорганізмів та інгібуючи активність багатьох ґрунтових ферментів та ферментів бактерій [5, 8, 265].

Особливо отруйною сполукою є тетраетілсвинець, який додають до бензину для уповільнення детонації. При згорянні 1 л палива в повітря потрапляє 200-400 мг свинцю. На рік один автомобіль викидає близько 1 кг свинцю [5, 8].

Свинець, що переноситься повітрям, легко поглинається рослинами через листя. Накопичення атмосферного свинцю у рослинах поблизу автомобільних доріг може досягати 12,0 значень гранично допустимої концентрації (ГДК) [5, 8, 55]. Накопичується в основному в корінні, але в умовах його високої концентрації – й у листі.

Свинець має здатність передаватися по ланцюгах харчування, накопичуючись у тканинах рослин, тварин, людини. При згодовуванні тваринам кормів, що містять 3 мг/кг свинцю в сухій масі, метал накопичується у тканинах. Токсична дія свинцю найбільш серйозно проявляється у жуйних тварин, так як він тривалий час перебуває у стравоході, що збільшує ступінь його поглинання. Накопичення свинцю в організмі людини може викликати захворювання, пов'язані з ураженням нервової системи, цирозом печінки, гіпертонією [55].

Вміст рухомих форм свинцю у міських ґрунтах різних функціональних зон має дуже високу варіативність: від 1,52 мг/кг до 201,72 мг/кг (табл. 5.2, рис. 5.3, додаток Г). Найбільш забрудненими є ґрунти промислової зони (вул. Чорноморського козацтва – 10,50 мг/кг; район Лузанівка – 149,27 мг/кг, де близько 60 % території по вмісту рухомого свинцю є вищими ГДК.

Високий вміст свинцю виявлено і в інших функціональних зонах. Так, в межах інтенсивного впливу транспорту, 80 % досліджуваної території мають значення вище ГДК; ґрунти рекреаційної та селітебної зон – 70 % і 75 % відповідно. Рівень забруднення паркових територій залежить від віддаленості від дорожнього полотна. Отже, проведені дослідження засвідчують високий вміст рухомих сполук свинцю в ґрунтах міста, що обумовлено, перш за все, високим впливом міського та приватного транспорту, який в сучасних умовах має тенденцію до зростання.

Вміст свинцю в чорноземах південних приміської зони за межами значного впливу автомобільного транспорту (15-30 м від дорожнього полотна) є значно нижчим, ніж в ґрунтах міських територій і коливається від 4,32 до 9,35 мг/кг, але є достатньо високим щодо можливого подальшого накопичення в с/г рослинах.

Найбільш забрудненими є чорноземи південні на узбіччях доріг (до 5 м від транспортного полотна), де вміст рухомих сполук свинцю коливається від 19,45 мг/кг до 44,02 мг/кг, що значно перевищує ГДК (від 3 до 7,5 разів), та є джерелом забруднення с/г продукції, що в подальшому може негативно вплинути на харчовий ланцюг та здоров'я людей.

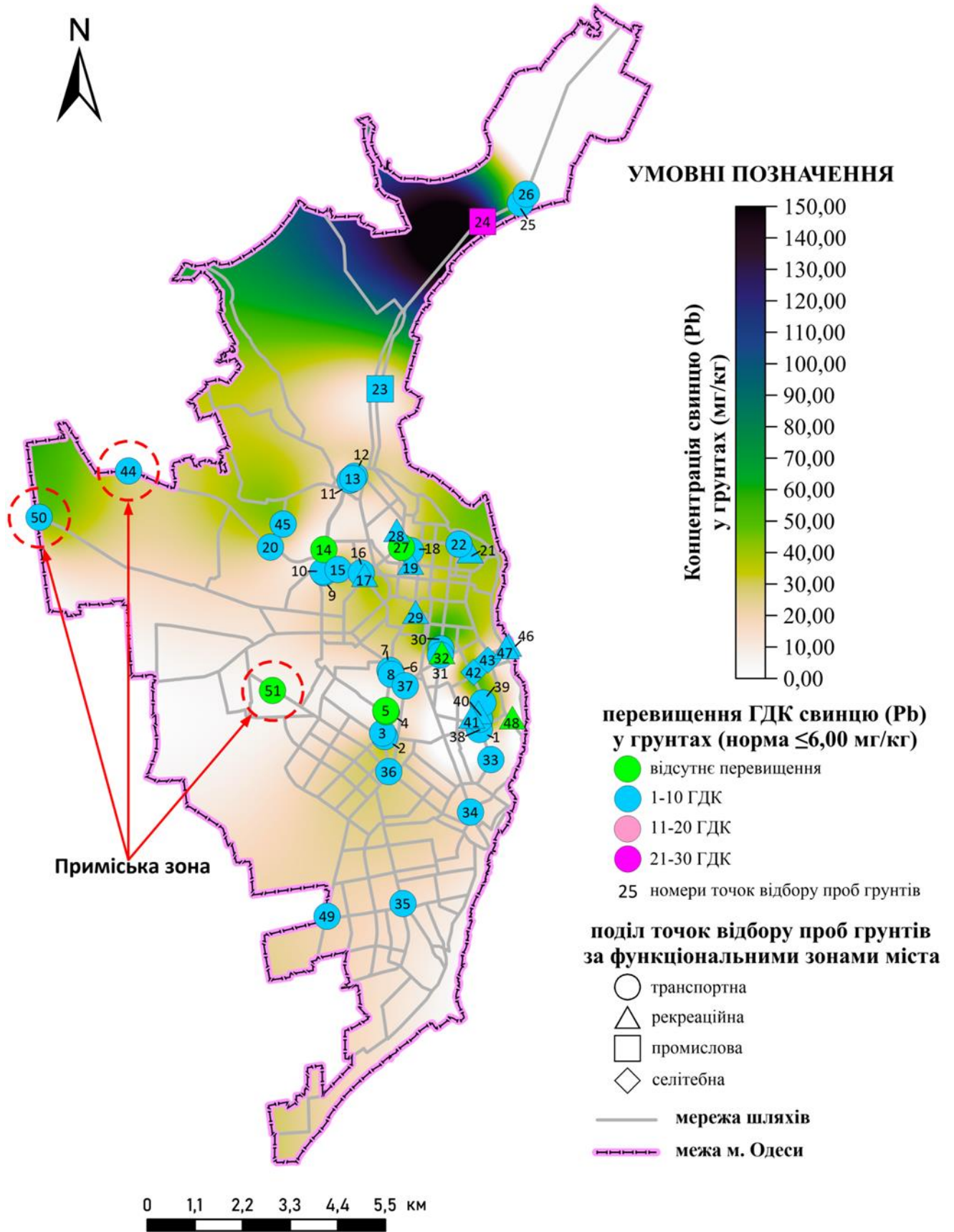


Рис. 5.3. Карта-схема розповсюдження ґрунтів за вмістом свинцю

Цинк (Zn) виконує важливі функції у фізіології рослин, пов'язані з диханням, метаболізмом вуглеводів, протеїнів, фосфатів, а також з утворенням ДНК та рибосом; підвищує стійкість рослин до сухих та жарких погодних умов, до бактеріальних та грибкових захворювань. Більшість рослинних видів та генотипів мають високу толерантність до надлишкових кількостей цинку. Симптоми токсикозу – це хлороз, особливо у молодого листя і послаблення росту рослин [5, 56].

Надлишкова кількість цинку негативно впливає і на більшість ґрунтових процесів: викликає зміну фізичних та фізико-хімічних властивостей ґрунтів, знижує біологічну активність. Надмірний вміст цинку пригнічує життєдіяльність мікроорганізмів, внаслідок чого порушуються процеси перетворення органічної речовини в ґрунтах, ферментативного розкладання целюлози, дихання, дія уреазі і т.д. У ґрунтах цинк досить рухливий. Міграція цинку по профілю ґрунту, а також надходження його в рослини більше інтенсивно відбуваються в піщаних та кислих ґрунтах, що обумовлено гранулометричним складом та низькою ємністю катіонного обміну. Закріплення цинку гумусовими речовинами також знижує його рухливість у ґрунтах [146, 167, 265].

Вміст рухомих форм цинку, як і свинцю у ґрунтах міста має дуже високу варіативність: від 1,45 мг/кг (контроль) до 240,00 мг/кг (промислова зона міста), що суттєво вище фонових значень (табл. 5.2, рис. 5.4, додаток Г). Загалом, за вмістом рухомого цинку 50% відсотків території перевищують ГДК його вмісту.

Найбільш забрудненими є промислова зона (8,73-240,0 мг/кг), транспортна (3,24-148,0 мг/кг) та селітебна (6,22-194,0 мг/кг), що обумовлено впливом промислового та, особливо, транспортного забруднення і може значною мірою впливати на захворюваність міського населення.

Максимальний показник вмісту цинку в межах міста визначений в межах промислової зони (район Лузанівка) і становить 240 мг/кг, що перевищує ГДК у 10 разів. Мінімальний вміст свинцю містять ґрунти території ботанічного саду – 1,45-5,87 мг/кг, що є нижчим ГДК, але суттєво перевищує фоновий вміст.

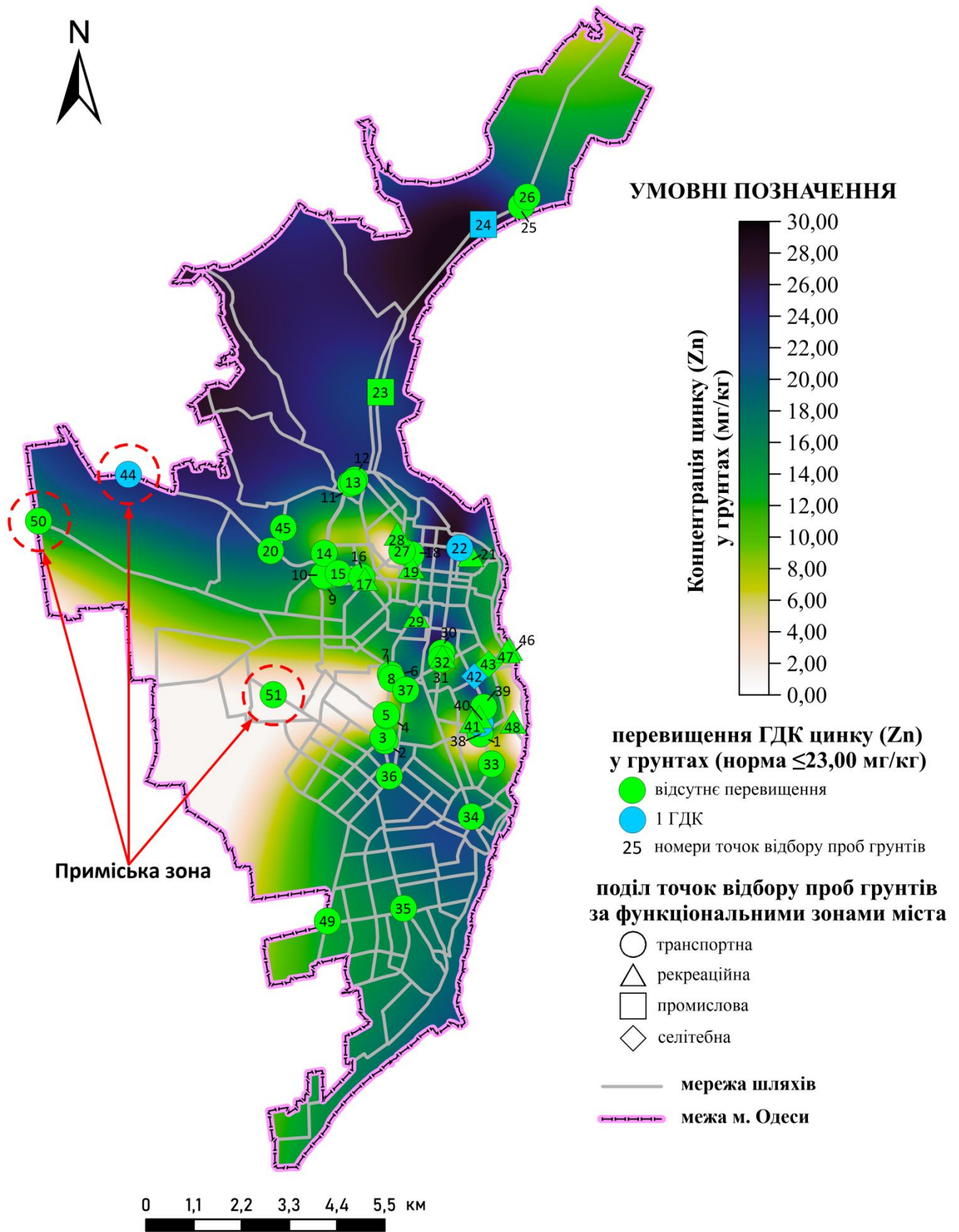


Рис. 5.4. Карта-схема розповсюдження ґрунтів за вмістом цинку

Чорноземи південні приміської зони характеризуються різким зменшенням вмісту рухомого цинку з віддаленням від узбіччя дороги: на віддалі до 5 м вміст цинку становить 14,80-24,80 мг/кг, а з віддаленістю від транспортного полотна на 30 м – 0,35-0,48 мг/кг, що відповідаю фоновому вмісту зональних ґрунтів території дослідження.

Серед ВМ другого класу небезпеки досліджували вміст кобальту (Co) і міді (Cu).

Кобальт (Co) у рослинах бере участь в окисно-відновних процесах клітини. У складі B_{12} бере участь у реакціях ізомеризації, каталізує перетворення глютаміну в метил-аспарагінову кислоту та метилмалоніл-коензим.

Кобальт посилює інтенсивність дихання, збільшує вміст аскорбінової кислоти в рослинах, цукрів і жиру, надає позитивний вплив на активність ферменту гідрогенази та нітратредуктази. Кобальт спричиняє позитивну дію на дихання рослин, посилює жаростійкість, стійкість до посухи та хвороб [5, 188].

Вміст кобальту у ґрунтах міста коливається в широких межах: від 0,12 мг/кг (контроль) до 22,15 мг/кг (промислова зона міста) (табл. 5.2, рис. 5.5, додаток Г).

Найбільш забрудненими територіями по вмісту кобальту є: Лузанівка (22,15 мг/кг), що перевищує його фоновий вміст у більш ніж 50 разів та ГДК у 4 рази; вул. Балківська (9,95 мг/кг), що складає 2 ГДК.

Вміст рухомих форм кобальту в чорноземах південних приміської зони значно змінюється з віддаленістю від автошляху: від 1,94-26.20 мг/кг до 0,20-0,28 мг/кг (табл. 5.2).

Середній вміст рухомих форм кобальту в зоні впливу автомобільного транспорту вдвічі перевищує його гранично допустимі концентрації, а максимальний вміст – більше ніж в 5 разів, що негативно може вплинути не лише на розвиток сільськогосподарських рослин, а привести до забруднення всього харчового ланцюга.

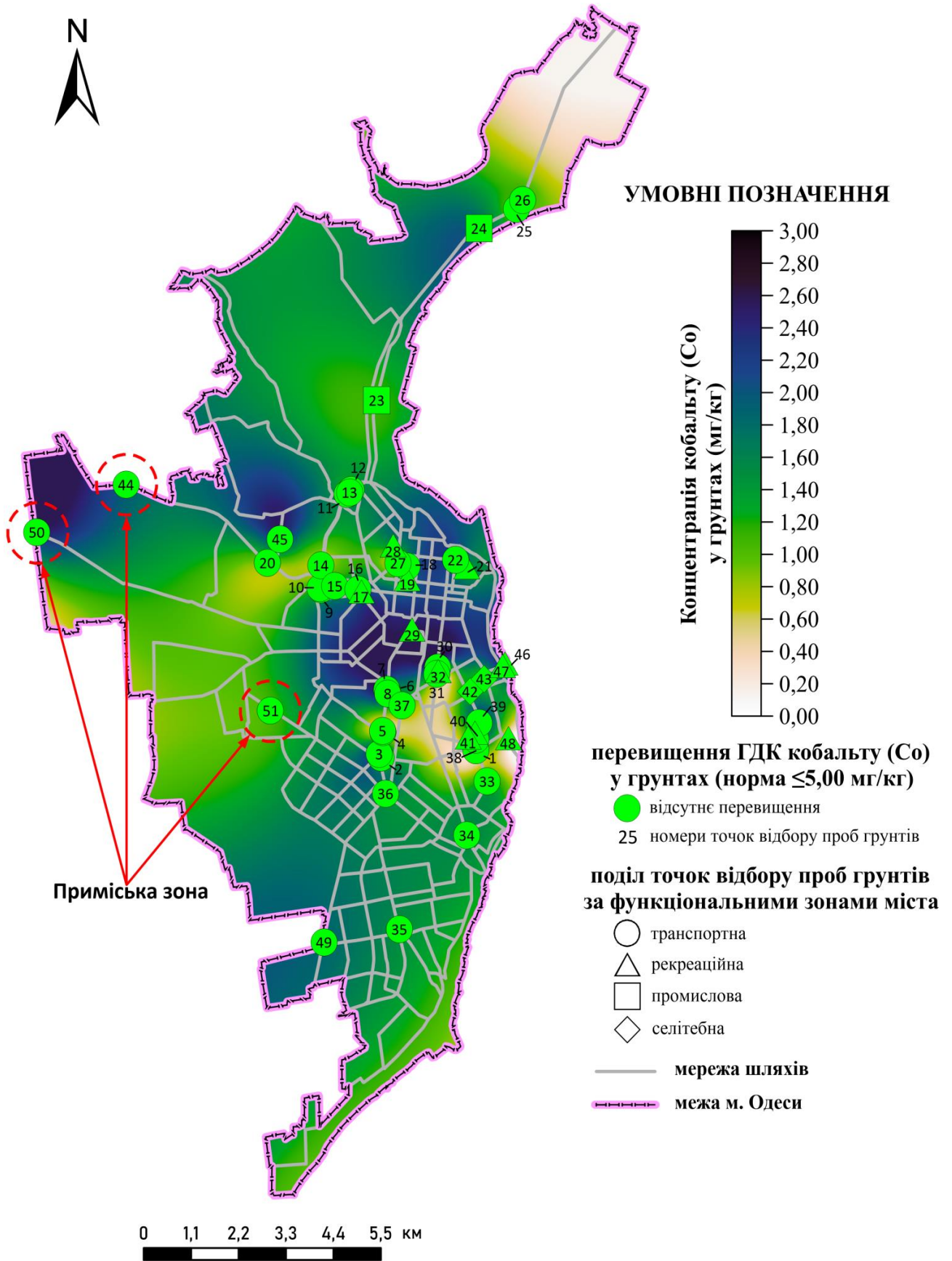


Рис. 5.5. Карта-схема розповсюдження ґрунтів за вмістом кобальту

Мідь (Cu) відіграє значну роль у деяких фізіологічних процесах рослин, а саме: фотосинтезі, диханні, перерозподілі вуглеводів, метаболізмі протеїнів, відновленні та фіксації азоту, а також на механізми, що визначають стійкість рослин до захворювань [210, 213].

Забруднення ґрунтів міддю погіршує їх фізичні та хімічні властивості: зменшується число мікроагрегатів, знижується їхня водоміцність, тобто виникає небезпека ерозії та ущільнення. При збільшенні концентрації міді у ґрунтах зростає обсяг рухомої фракції гумусу (фульвокислот), гідролітична кислотність та зменшується число обмінних катіонів.

Незважаючи на загальну толерантність рослинних видів та генотипів до міді, цей елемент все ж таки розглядається як сильно токсичний. При високих концентраціях міді у ґрунті виникають токсичні ефекти, такі як хлороз та вади розвитку кореневої системи. Токсична дія міді на рослину значною мірою залежить від адсорбційної здатності та реакції ґрунтів.

Мідь один із найменш рухливих важких металів. Безліч органічних та мінеральних сполук утворює різні за розчинністю комплекси з міддю. У ґрунтах з високим вмістом органічної речовини та глини рухливість металу низька. Тому здатність ґрунтів пов'язувати мідь значною мірою залежить від характеру та кількості органічної речовини [210, 265, 277].

Дослідження по вмісту рухомих форм міді різних функціональних зон міста та чорноземів південних приміської зони представлені таблиці 5.2 та додатку Г.

В межах міста найбільш забрудненими є ґрунти транспортної і промислової зон, середні значення яких відповідно становлять 11,02 мг/кг та 12,58 мг/кг, що втричі є вищим ГДК. Найбільш забрудненими є: вул. Люстдорфська дорога – 16,65 мг/кг; вул. Балківська – 13,38 мг/кг; Адміральський проспект – 9,20 мг/кг, що значно перевищує фоновий вміст та рівень ГДК відповідно у 3-5 разів (рис. 5.6).

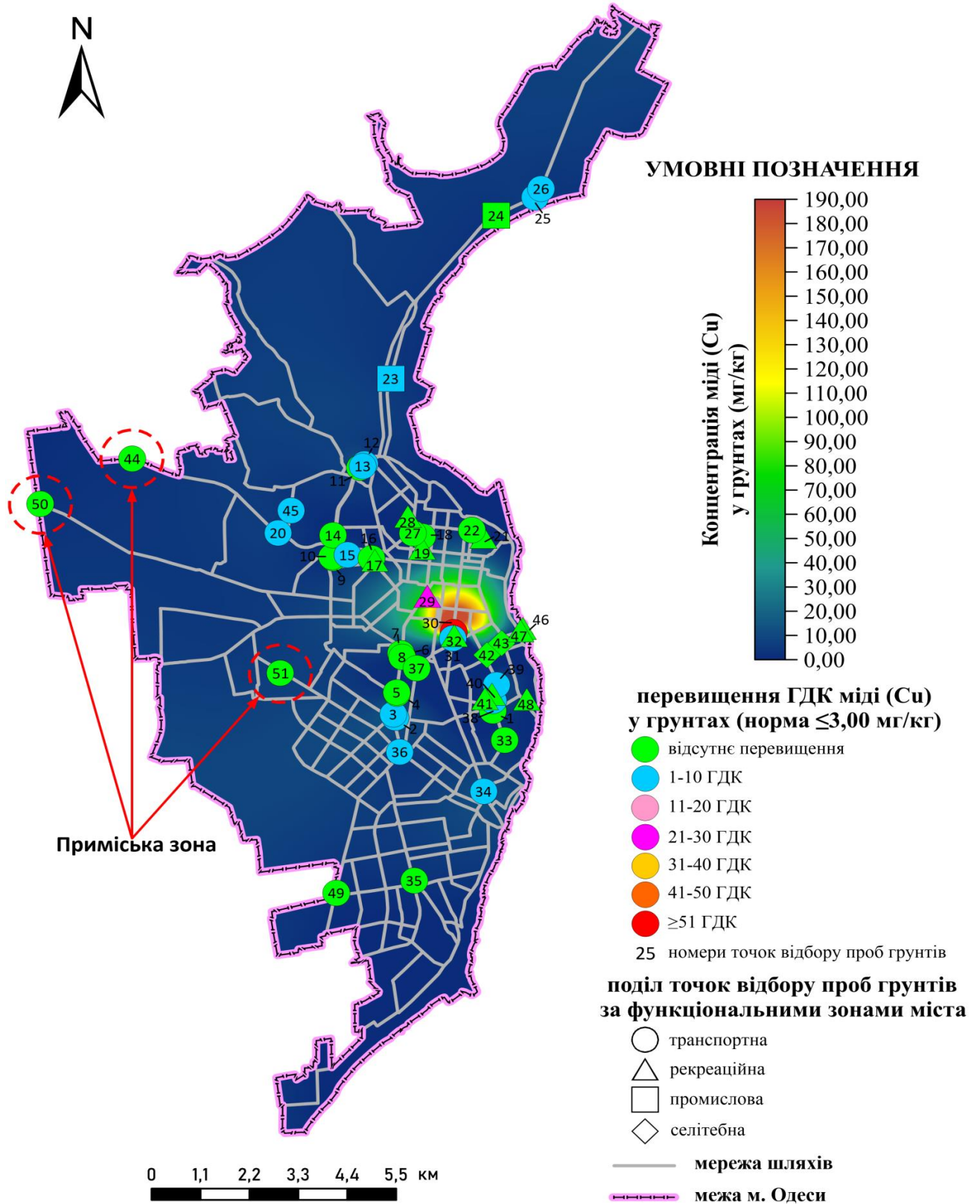


Рис. 5.6. Карта-схема розповсюдження ґрунтів за вмістом міді

Чорноземи південні приміської зони за вмістом рухомих форм міді мають подібну тенденцію з іншими досліджуваними ВМ: найбільш забрудненими є

грунти поблизу узбіччя доріг (1,88-3,93 мг/кг) зі значним зменшенням вмісту міді із віддаленістю – 0,98-1,24 мг/кг (табл. 5.2).

Марганець (Mn) відноситься до 3 класу небезпечності забруднюючих речовин та є постійною складовою частиною рослинних та тваринних організмів та міститься у тканинах усіх рослин. Симптомами його нестачі є плями на листі. Марганець бере участь в окисно-відновних реакціях, фотосинтезі. Встановлено антагонізм у накопиченні Cu та Mn. Mn необхідний для синтезу нуклеїнових кислот. Є відомості про взаємозв'язок Mn з деякими фенольними сполуками, про участь його в азотному обміні, фотолізі води. Вважається, що марганець не є елементом, що забруднює ґрунт, але відомо, що в кислому середовищі спостерігаються ефекти фітотоксичності Mn. При високій мікробіологічній активності, надмірному зволоженні та поганій структурованості ґрунту можливі токсичні ефекти при нейтральній реакції середовища. Ознаками токсичності Mn є некрози, крихкість черешків листя [19, 55, 265].

Рухливості марганцю сприяє відновне середовище в ґрунті та низький рН ґрунтового розчину. У нейтральних і, особливо, лужних ґрунтах при добрій аерації рухомий Mn^{+2} перетворюється на нерозчинний і малорухливий Mn^{+4} [19, 55].

Дослідженнями встановлено, вміст марганцю у ґрунтах міста коливається в широких межах від 39,19 мг/кг до 113,68 мг/кг, що не є вищим ГДК (140 мг/кг), але вище фонового вмісту (33, 85 мг/кг) (рис. 5.7, додаток Г). Найвищий вміст марганцю характерний для транспортної зони: вул. Люстдорфська дорога – 61,30 мг/кг; вул. Грушевського – 52,27 мг/кг; Південна дорога – 47,30 мг/кг.

Ґрунти приміської зони за вмістом марганцю також характеризуються неоднорідністю. Так, на узбіччі доріг середній вміст марганцю складає 67,56 мг/кг, а на відстані 15-30 м 88,68-95,22 мг/кг, що можна пояснити внесенням добрив у сільськогосподарських угіддях.

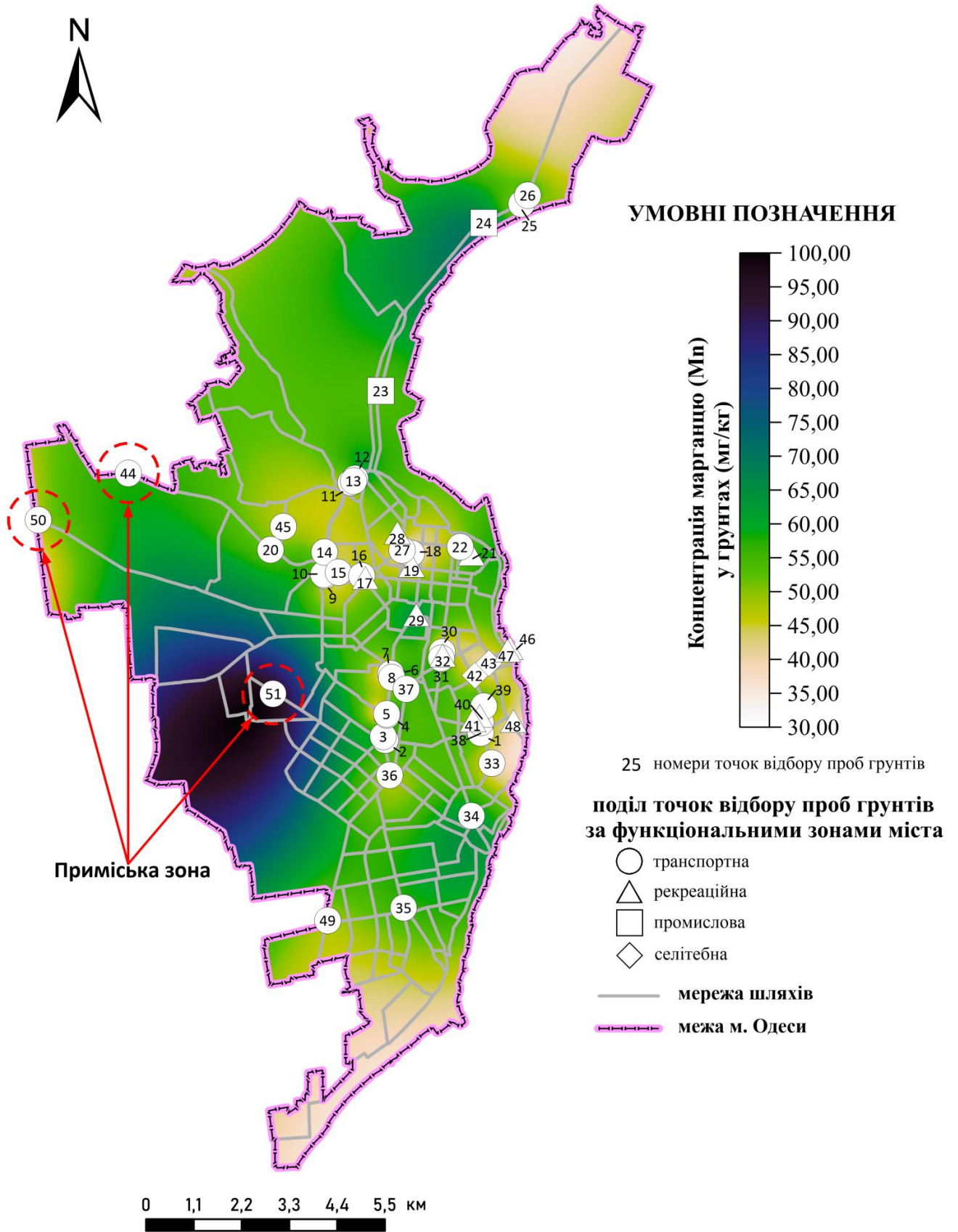


Рис. 5.7. Карта-схема розповсюдження ґрунтів за вмістом марганцю

Вплив викидів автомобільного транспорту на накопичення марганцю є малоімовірним.

Отже, найбільш забрудненим за вмістом рухомих форм практично всіх зазначених елементів є ґрунтовий покрив міста в межах поєднаного впливу промислових підприємств і транспорту (промислова та транспортна зони міста). Так, найвища забрудненість Лузанівки обумовлена, по перше, тим, що територія знаходиться під впливом «діючої» промивно-пропарочна станції Одеса-Сортувальна. По-друге, це район міста з високою промислово-транспортною «завантаженістю».

Чорноземи південні приміської зони також вирізняються значною забрудненістю в межах впливу автомобільного транспорту (біля узбіччя доріг).

Як зазначалось, ступінь токсичного впливу збільшується за рахунок поєднання вмісту токсичних елементів. Так, проведені дослідження за сумарним показником (табл. 5.3, рис. 5.8), встановлено, що 24 % досліджуваної території мають надзвичайно небезпечний рівень забруднення; 53 % – високий; 8 % – середній і лише 15 % – низький рівні забруднення.

Найвищі середні значення сумарного показника забруднення ґрунтів визначені в межах промислової зони ($Z_c = 296,70$) та впливу автомобільного транспорту ($Z_c = 153,17$). Ґрунти зазначених функціональних зон міста відносяться до надзвичайно небезпечної категорії і відповідно мають надзвичайно високий рівень забруднення. Найменш забрудненими є ґрунти контрольної зони ($Z_c = 10,70$).

Чорноземи південні приміської зони в безпосередній близькості від дорожнього полотна є більш забрудненими ($Z_c = 102,39$) і характеризуються високим рівнем забруднення. На відстані 30 м від дороги сумарний показник забруднення є в 10 разів меншим і становить $Z_c = 10,06$, що відповідає низькому рівню забруднення.

Таблиця 5.3

**Коефіцієнти концентрації хімічних елементів (Кс) та сумарний показник забруднення (Zс)
ґрунтів досліджуваної території**

Функціональна зона/ґрунти		Кс					Zс	Категорія/ рівень забруднення	
		Mn	Zn	Co	Cu	Cd			Pb
Транспортна (n=38)		$\frac{1,16 - 2,76}{1,61}$	$\frac{7,36 - 336,36}{55,91}$	$\frac{0,63 - 26,18}{4,43}$	$\frac{1,55 - 835,86}{50,07}$	$\frac{0,17 - 6,67}{2,69}$	$\frac{0,82 - 34,99}{10,84}$	$\frac{11,94 - 916,51}{153,17}$	Надзвичайно небезпечна/ надзвичайно високий
Рекреаційна (n=12)		$\frac{1,26 - 3,09}{1,66}$	$\frac{15,75 - 147,73}{47,52}$	$\frac{1,34 - 45,71}{8,90}$	$\frac{2,73 - 398,95}{39,15}$	$\frac{0,33 - 9,33}{3,56}$	$\frac{2,12 - 22,58}{10,41}$	$\frac{18,86 - 467,66}{107,42}$	Небезпечна/ високий
Промислова (n=10)		$\frac{1,60 - 3,36}{2,51}$	$\frac{19,84 - 545,45}{187,86}$	$\frac{2,97 - 58,29}{15,78}$	$\frac{9,91 - 195,05}{57,19}$	$\frac{3,20 - 11,00}{5,47}$	$\frac{3,94 - 108,45}{32,88}$	$\frac{45,42 - 916,60}{296,70}$	Надзвичайно небезпечна/ надзвичайно високий
Селітебна (n=10)		$\frac{1,19 - 3,20}{2,14}$	$\frac{14,14 - 440,91}{131,68}$	$\frac{2,50 - 10,82}{4,95}$	$\frac{4,41 - 5,91}{5,25}$	$\frac{1,53 - 5,80}{3,13}$	$\frac{1,96 - 30,22}{11,02}$	$\frac{24,21 - 462,37}{120,86}$	Небезпечна/ високий
Ґрунти приміської зони	до 5 м від дороги (n=10)	$\frac{1,40 - 2,89}{2,00}$	$\frac{33,64 - 56,36}{45,15}$	$\frac{5,11 - 68,95}{26,76}$	$\frac{8,55 - 17,86}{12,73}$	$\frac{3,60 - 5,53}{4,47}$	$\frac{10,46 - 23,67}{16,29}$	$\frac{72,75 - 146,15}{102,39}$	Небезпечна/ високий
	до 15 м від дороги (n=10)	$\frac{2,76 - 2,86}{2,81}$	$\frac{1,70 - 2,23}{1,95}$	$\frac{2,61 - 2,76}{2,68}$	$\frac{2,95 - 3,27}{3,09}$	$\frac{0,87 - 1,33}{1,07}$	$\frac{2,32 - 2,53}{2,45}$	$\frac{8,44 - 9,98}{9,06}$	Допустима/ низький
	до 30 м від дороги (n=10)	$\frac{2,58 - 2,67}{2,62}$	$\frac{0,73 - 1,09}{0,87}$	$\frac{0,53 - 0,74}{0,61}$	$\frac{4,45 - 5,64}{5,11}$	$\frac{0,80 - 1,33}{1,04}$	$\frac{4,54 - 5,03}{4,80}$	$\frac{8,90 - 11,49}{10,06}$	Допустима/ низький
Контроль в межах міста (n=10)		$\frac{1,16 - 1,41}{1,29}$	$\frac{3,30 - 13,34}{8,32}$	$\frac{0,32 - 2,39}{1,36}$	$\frac{0,05 - 0,91}{0,48}$	$\frac{0,07 - 1,33}{0,70}$	$\frac{0,60 - 6,53}{3,56}$	$\frac{0,48 - 20,82}{10,70}$	Допустима/низький

Примітка: Чисельник – межі коливань, знаменник – середні значення

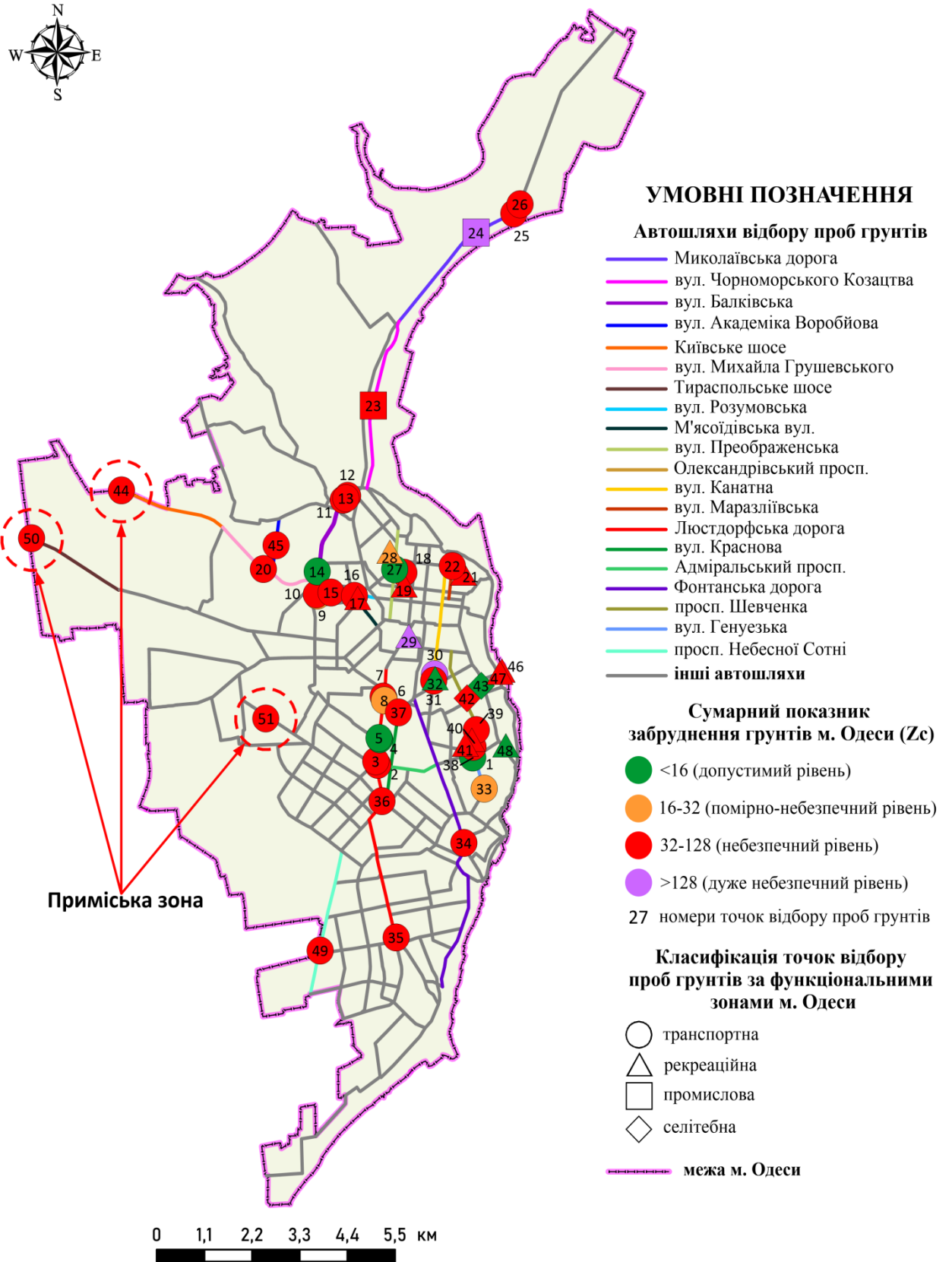


Рис. 5.8. Сумарний показник забруднення ґрунтів міста та приміської зони

Одним із показників оцінки екологічного стану є коефіцієнт концентрації забруднюючого елемента (табл. 5.4).

Таблиця 5.4

**Екологічна оцінка ґрунту за коефіцієнтом концентрації (Кс)
(середні значення)**

Функціональна зона/ґрунти		Екологічний стан					
		Mn	Zn	Co	Cu	Cd	Pb
Транспортна		Н	Н/З	З	Н/З	Н	Н/З
Рекреаційна		Н	Н/З	Н/З	Н/З	З	Н/З
Промислова		Н	Н/З	Н/З	Н/З	Н/З	Н/З
Селітебна		Н	Н/З	З	Н/З	З	Н/З
Ґрунти приміської зони	до 5 м	Н	Н/З	Н/З	Н/З	З	Н/З
	до 15 м	Н	Н	Н	З	Н	Н
	до 30 м	Н	О	О	Н/З	Н	З
Контроль в межах міста		Н	Н/З	Н	З	О	З

Примітка: О - оптимальний; Н – нормальний; З – задовільний; Н/З – незадовільний.

Проведеними дослідженнями встановлено, що більше 50 % дослідженої території характеризуються незадовільним екологічним станом за коефіцієнтами концентрації цинку, міді та свинцю. За вмістом цинку оптимальний екологічний стан мають лише чорноземи південні приміської зони, які знаходяться на значному віддаленні від транспортного полотна; міські ґрунти всіх функціональних зон мають незадовільний екологічний стан. Подібна закономірність і щодо вмісту рухомих форм свинцю та міді.

Рівень перевищення забруднюючих речовин по відношенню до ГДК визначається коефіцієнтом небезпеки.

Коефіцієнт небезпеки всіх досліджуваних забруднювачів в межах міста має високу варіативність (табл. 5.5).

Найбільшого забруднення зазнають ґрунту промислової зони міста за вмістом свинцю, де коефіцієнт небезпеки становить від 1,22 до 10,85, цинку

(0,38-10,43), кобальту (0,23-4,43), кадмію (0,69-2,36), міді (0,73-14,30) та марганцю (0,39-0,81).

Таблиця 5.5

**Коефіцієнт небезпеки хімічних елементів (Кнб) ґрунтів
досліджуваної території**

Функціональна зона/ґрунти		Кнб					
		Mn	Zn	Co	Cu	Cd	Pb
Транспортна (n=38)		$\frac{0,28 - 0,67}{0,39}$	$\frac{0,14 - 6,43}{1,07}$	$\frac{0,05 - 1,99}{0,36}$	$\frac{0,11 - 61,30}{3,67}$	$\frac{0,04 - 1,43}{0,58}$	$\frac{0,25 - 10,85}{3,36}$
Рекреаційна (n=12)		$\frac{0,31 - 0,75}{0,43}$	$\frac{0,30 - 2,83}{1,00}$	$\frac{0,10 - 3,47}{0,64}$	$\frac{0,20 - 29,26}{2,67}$	$\frac{0,07 - 2,00}{0,76}$	$\frac{0,66 - 7,00}{3,03}$
Промислова (n=10)		$\frac{0,39 - 0,81}{0,61}$	$\frac{0,38 - 10,43}{3,59}$	$\frac{0,23 - 4,43}{1,20}$	$\frac{0,73 - 14,30}{4,19}$	$\frac{0,69 - 2,36}{1,17}$	$\frac{1,22 - 33,62}{10,19}$
Селітебна (n=10)		$\frac{0,29 - 0,77}{0,52}$	$\frac{0,27 - 8,43}{2,52}$	$\frac{0,19 - 0,82}{0,38}$	$\frac{0,32 - 0,43}{0,39}$	$\frac{0,33 - 1,24}{0,67}$	$\frac{0,61 - 9,37}{3,42}$
Ґрунти приміської зони (n=15)	до 5 м	$\frac{0,34 - 0,70}{0,48}$	$\frac{0,64 - 1,08}{0,86}$	$\frac{0,39 - 5,24}{2,03}$	$\frac{0,63 - 1,31}{0,93}$	$\frac{0,77 - 1,19}{0,96}$	$\frac{3,24 - 7,34}{5,05}$
	до 15 м	$\frac{0,67 - 0,69}{0,68}$	$\frac{0,03 - 0,06}{0,04}$	$\frac{0,20 - 0,21}{0,20}$	$\frac{0,22 - 0,26}{0,23}$	$\frac{0,19 - 0,29}{0,23}$	$\frac{0,72 - 0,78}{0,76}$
	до 30 м	$\frac{0,62 - 0,65}{0,63}$	$\frac{0,01 - 0,04}{0,02}$	$\frac{0,04 - 0,06}{0,05}$	$\frac{0,33 - 0,41}{0,37}$	$\frac{0,17 - 0,29}{0,22}$	$\frac{1,41 - 1,56}{1,49}$
Контроль в межах міста (n=10)		$\frac{0,28 - 0,34}{0,31}$	$\frac{0,06 - 0,26}{0,16}$	$\frac{0,02 - 0,18}{0,10}$	$\frac{0,02 - 0,24}{0,13}$	$\frac{0,01 - 0,29}{0,15}$	$\frac{0,19 - 2,03}{1,11}$

Примітка: Чисельник – межі коливань, знаменник – середні значення

Чорноземи південні приміської зони найбільш забрудненими є в межах значного впливу автомобільного транспорту, а коефіцієнт небезпеки (середні значення) по вмісту свинцю – 5,05, цинку – 0,86, кобальту – 2,03, кадмію – 0,96, міді – 0,93, що свідчить про високу ступінь небезпечності важких металів та можливість їх міграції в системі ґрунт-рослина.

Таким чином, проведені дослідження по визначенню рівня забруднення ґрунтів м. Одеси та приміської зони важкими металами дозволяє зробити наступні висновки. По-перше, значну частину у сумарному забрудненні верхнього шару міських ґрунтів займають сполуки свинцю, здебільшого перевищуючи ГДК. По-друге, більше 70 % досліджуваних ґрунтів характеризуються високим та надзвичайно високим рівнем забруднення.

5.3. Фітотоксичність ґрунтів міста та приміської зони

Під час розробки програми моніторингу міських ґрунтів важливим етапом є поєднання у ній методів, які б визначали як кількісні, так й якісні характеристики, розглядали не тільки фізичні, хімічні, а також біологічні показники стану ґрунтів міст, які при спільній взаємодії можуть схарактеризувати їх функціональне благополуччя та можливості. Одним із таких методів є метод оцінки токсичності ґрунтів за допомогою рослинних тест-об'єктів.

У зв'язку з тим, що сполуки важких металів та інші токсичні речовини, як правило, надають комплексний вплив на рослини, необхідним стає оцінка ступеню фітотоксичності ґрунтів методом біотестування. Його перевага перед іншими фізико-хімічними та хімічними методами аналізу забруднення ґрунтів урбанізованих зон у тому, що за мінімальних витрат на виконання аналізів він дозволяє судити про вплив тих чи інших забруднювачів на біотичну складову ґрунтів.

Показниками фітотоксичної дії є зниження (у порівнянні з контролем) всхожості насіння та зменшення довжини наземної та підземної частини тест-рослини. Аналіз отриманих даних (табл. 5.6) показав, що всхожість редису (*Raphanus sativus* var. *Sativus*) у більшості досліджуваних ділянок є нижчою порівняно зі всхожістю огірка (*Cucumis sativus*). Найвищий відсоток проростання насіння огірка та редису характерний для контрольної зони (територія ботанічного саду) – 96 %. Всхожість у всіх інших функціональних зонах міста коливається в межах від 63,34 % до 85,00 %. Мінімальний показник всхожості насіння редису виявлено у промислових зонах, а огірка – у селітебних зонах міста.

Чуттєвими до забруднення ґрунтів виявилися як паростки огірка, так і редису (табл. 5.7). Так, аналізуючи довжини наземної та підземної частини паростків можна зробити наступні висновки: найвищими показниками наземної частини характеризується рослини, вирощені на ґрунті контрольної зони, що відповідно складає: для огірка – 9,68 см, для редису – 7,80 см.

Мінімальні довжини наземної частини паростків досліджуваних тест-культур є вирощенні на ґрунтових зразках промислової зони (огірок – 4,85 см, редис – 5,18 см). Відповідна закономірність спостерігається і з довжинами підземної частини рослин.

Аналіз статистично опрацьованих даних показав, що на вулицях м. Одеси та приміської зони переважають ґрунти із середнім рівнем фітотоксичності (табл. 5.7). Вони зустрічаються як на магістральних проспектах, так і на менш жвавих вулицях. Часто протягом однієї вулиці виявляються ділянки з різним рівнем фітотоксичності ґрунтів, оскільки ґрунтовий покрив міста, як було зазначалося раніше, вкрай неоднорідний за складом, властивостями, забрудненістю. Виявлено зони з не фітотоксичними ґрунтами (територія ботанічного саду – ФЕ = 0 %) та ділянки з рівнем токсичності вище середнього (промислова зона – ФЕ варіює від 32,95 до 58,75 %).

Фітотоксичний ефект чорноземів південних приміської зони варіює в межах 27,27 % - 46,11 %. Дані ґрунти характеризуються середнім рівнем токсичності за результатами пророщення огірка та вище середнього рівня за пророщенням редису.

Таким чином, оцінка фітотоксичності ґрунтів методом біотестування дає загальне уявлення та зіставні дані про рівень забрудненості ґрунтів речовинами, токсичними для рослин, і може бути включена на перших етапах до системи моніторингу їх екологічного стану ґрунтів міських та приміських територій.

Таблиця 5.6

Показники біотестування проростків тест-культур

Тест-об'єкт	Функціональна зона (грунти)/ Показники					Контроль в межах міста
	Транспортна	Рекреаційна	Промислова	Селітебна	Грунти приміської зони	
Відсоток проростання насіння, %						
Огірок (Cucumis sativus)	$\frac{45,00 - 95,00}{76,59}$	$\frac{56,67 - 86,67}{76,66}$	$\frac{74,20 - 78,65}{76,30}$	$\frac{66,67 - 75,00}{70,84}$	$\frac{73,33 - 80,00}{76,67}$	$\frac{96,20 - 96,66}{96,43}$
Редис (Raphanus sativus var. Sativus)	$\frac{50,00 - 86,67}{70,30}$	$\frac{80,00 - 93,33}{85,00}$	$\frac{60,00 - 66,67}{63,34}$	$\frac{80,00 - 83,33}{81,67}$	$\frac{66,67 - 70,00}{68,34}$	$\frac{95,55 - 97,68}{96,67}$
Довжина наземної частини, см						
Огірок (Cucumis sativus)	$\frac{1,74 - 10,47}{6,75}$	$\frac{4,32 - 8,51}{7,17}$	$\frac{4,22 - 5,48}{4,85}$	$\frac{7,35 - 8,69}{8,02}$	$\frac{5,64 - 7,04}{6,34}$	$\frac{9,00 - 9,75}{9,68}$
Редис (Raphanus sativus var. Sativus)	$\frac{3,12 - 6,56}{5,32}$	$\frac{6,23 - 7,25}{6,84}$	$\frac{5,12 - 5,23}{5,18}$	$\frac{6,12 - 6,20}{6,16}$	$\frac{5,28 - 5,62}{5,45}$	$\frac{7,65 - 7,95}{7,80}$
Довжина підземної частини, см						
Огірок (Cucumis sativus)	$\frac{1,49 - 7,13}{4,76}$	$\frac{2,95 - 6,36}{4,37}$	$\frac{2,97 - 3,90}{3,44}$	$\frac{5,35 - 5,47}{5,41}$	$\frac{3,88 - 4,81}{4,35}$	$\frac{7,20 - 7,35}{7,28}$
Редис (Raphanus sativus var. Sativus)	$\frac{1,25 - 4,85}{3,24}$	$\frac{4,02 - 5,20}{4,80}$	$\frac{2,36 - 3,10}{2,73}$	$\frac{4,20 - 4,39}{4,30}$	$\frac{2,98 - 3,45}{3,22}$	$\frac{5,20 - 5,68}{5,41}$

Примітка: Чисельник – межі коливань, знаменник – середні значення

Таблиця 5.7

Фітотоксичний ефект рослин та рівень токсичності ґрунтів

Функціональна зона/ґрунти	Фітотоксичний ефект наземної частини, %		Фітотоксичний ефект підземної частини, %		Рівень токсичності ґрунтів (за середніми значеннями)	
	Огірок (<i>Cucumis sativus</i>)	Редис (<i>Raphanus sativus</i> var. <i>Sativus</i>)	Огірок (<i>Cucumis sativus</i>)	Редис (<i>Raphanus sativus</i> var. <i>Sativus</i>)	Огірок (<i>Cucumis sativus</i>)	Редис (<i>Raphanus sativus</i> var. <i>Sativus</i>)
Транспортна (n=38)	$\frac{2,17 - 82,02}{30,20}$	$\frac{15,90 - 60,00}{31,85}$	$\frac{0,97 - 79,31}{33,87}$	$\frac{10,35 - 76,89}{40,07}$	Середній	Середній
Рекреаційна (n=12)	$\frac{12,09 - 55,37}{25,91}$	$\frac{7,05 - 20,13}{12,28}$	$\frac{11,67 - 59,03}{39,25}$	$\frac{3,88 - 25,69}{11,22}$	Слабкий	Середній
Промислова (n=10)	$\frac{43,39 - 56,40}{49,90}$	$\frac{32,95 - 34,36}{33,65}$	$\frac{45,83 - 58,75}{52,29}$	$\frac{42,70 - 56,38}{49,54}$	Вище середнього	Вище середнього
Селітебна (n=10)	$\frac{10,23 - 24,07}{17,15}$	$\frac{20,51 - 21,54}{21,03}$	$\frac{24,03 - 25,69}{24,89}$	$\frac{18,85 - 22,37}{20,61}$	Слабкий	Середній
Ґрунти приміської зони (n=15)	$\frac{27,27 - 41,74}{34,50}$	$\frac{27,95 - 32,31}{30,13}$	$\frac{33,19 - 46,11}{39,65}$	$\frac{36,23 - 44,92}{40,57}$	Середній	Вище середнього
Контроль в межах міста	0	0	0	0	Слабкий	Слабкий

Примітка: Чисельник – межі коливань, знаменник – середні значення

5.4. Вплив забруднення ґрунтів важкими металами на захворюваність населення

Забруднення верхніх горизонтів ґрунтів викидами транспорту відбувається поступово, залежно від чисельності транспорту, що проїжджає через прилеглу дорогу та зберігається дуже довго, навіть після ліквідації дорожнього полотна (закриття дороги, траси, магістралі, або повна ліквідація шляху та асфальтного покриття) [38, 62]. Для майбутнього покоління, яке швидше за все відмовиться від автомобілів у їх сучасному вигляді, транспортне забруднення ґрунтів стане найболючішим і найважчим наслідком минулого. Скоріше всього, навіть під час руйнування побудованих нашим поколінням доріг, забруднених токсичними речовинами, ґрунт доведеться просто прибирати з поверхні.

Нестача чи надлишок хімічних елементів у середовищі призводить до різних захворювань тварин, рослин, людини, що називаються біогеохімічними ендеміями.

Прояви патологій людини, пов'язані з мікроелементами, вкрай різноманітні. Це стало підставою виділення нового класу хвороб – мікроелементозів, тобто захворювань та синдромів, у розвитку яких головну роль відіграє нестача чи надлишок в організмі людини мікроелементів або їх дисбаланс, у тому числі аномальні співвідношення макро- та мікроелементів [55].

Комплексні вивчення ланцюга «навколишнє середовище-людина» дозволяють зрозуміти механізм розвитку певних біогеохімічних ендемій. На рис. 5.9 показано біогеохімічний харчовий ланцюг, що відображає міграцію хімічних елементів та поживних речовин з трофічного ланцюга.

Відомо, що важкі метали потрапивши в організм людини, виводяться з нього дуже повільно і накопичуються переважно у печінці. В зв'язку з цим продукція рослинництва, вирощена навіть на слабозабруднених ґрунтах, здатна викликати кумулятивний ефект, зумовлюючи поступове збільшення вмісту важких металів в організмі теплокровних (людина, тварини).

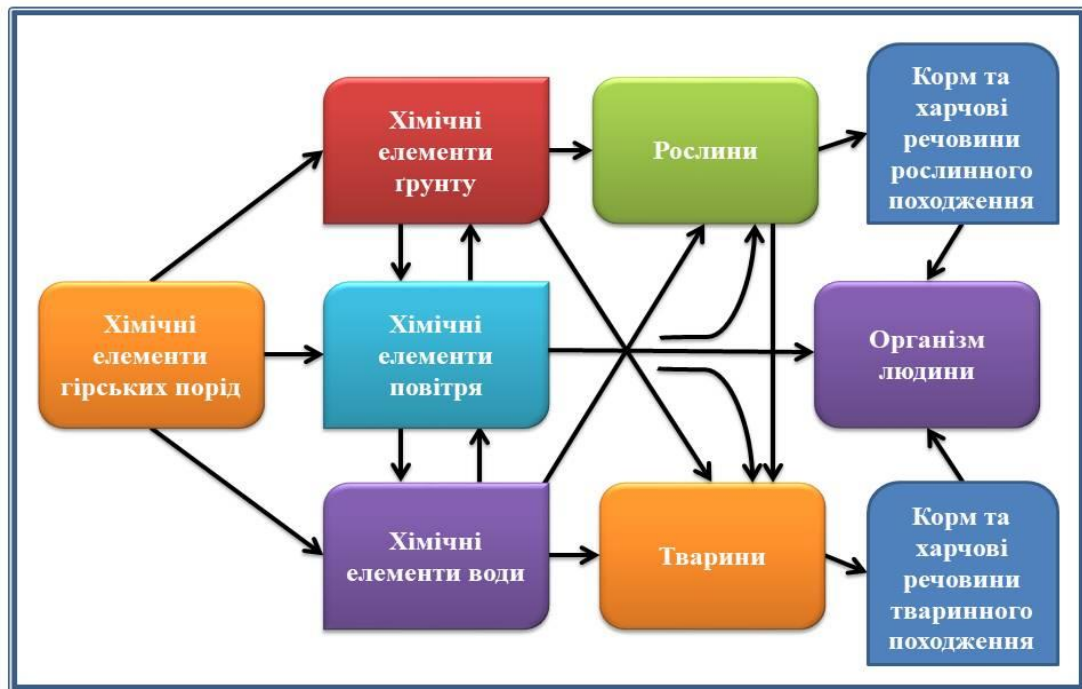


Рис. 5.9. Міграція хімічних елементів по трофічному ланцюгу (побудовано автором за [62])

У таблиці 5.8 наведені відомості про фізіологічні відхилення в організмі людини, що виникають за нестачі та надлишку досліджуваних мікроелементів.

Вивчення впливу хімічних елементів на організм людини, як одного з основних компонентів трофічного ланцюга, автор проводила за допомогою оцінювання небезпечності забруднення ґрунтів хімічними елементами показником P_j (інтенсивністю забруднення ґрунтів важкими металами), а також визначення ризику для здоров'я населення від впливу забруднення важкими металами ґрунтів.

У табл. 5.9 подано дані розрахунку інтенсивності забруднення ґрунтів P_j для кожного хімічного елемента. Згідно з розрахунками встановлено, що основними забруднюючими елементами, які можуть сприяти негативному впливу на здоров'я людини, є цинк. Оскільки, згідно зі значеннями інтенсивності забруднення P_j , $Zn (min) = 54,7$ та $Zn (max) = 238,5$, що відповідають за шкалою оцінки екологічної небезпеки забруднення ландшафтів дуже небезпечній зоні, то такий рівень забруднення цинком

може призвести до збільшення загальної захворюваності дітей та порушення репродуктивної функції у жінок.

Таблиця 5.8

Дія важких металів на організм людини [19, 55, 324]

Елемент	Фізіологічні відхилення	
	при надлишку	при нестачі
Mn	Захворювання кісткової системи. Втрата апетиту, погіршення пам'яті, енцефалопатії, зниження активності, депресії, ураження легень.	Лихоманка, пневмонія, ураження центральної нервової системи (марганцевий паркінсонізм), ендемічна подагра, порушення кровообігу, шлунково-кишкових функцій, безпліддя.
Cu	Слабкість, анемія, білокрів'я, захворювання кісткової системи, порушення координації рухів. Токсичне ураження печінки, нирок та головного мозку	Професійні захворювання, гепатит, хвороба Вільсона. Вражає нирки, печінку, мозок, очі.
Zn	Погіршення апетиту, деформація кісток, карликовий ріст, довге загоєння опіків, слабкий зір, близькорукість. Токсична дія на серце, кров та інші органи.	Анемія, пригнічення окислювальних процесів, дерматити.
Pb	Пригнічення центральної нервової системи, порушення роботи мозку, нирок і м'язів.	Свинцева енцефало-нейропатія, порушення обміну речовин, пригнічення ферментативних реакцій, авітаміноз, малокрів'я, розсіяний склероз. Входить до складу кісткової системи замість кальцію.
Cd	Зниження здатності організму протистояти хворобам, негативний вплив на спадковість, руйнування еритроцитів крові, сприяння захворюванню нирок і сім'яних залоз, викликання гастриту і анемії, рак простати, легенів, шкіри, нирок і сечового міхура.	Гастро-інтентинальні розлади, порушення органів дихання, анемія, підвищення кров'яного тиску, враження нирок, остеопороз, мутагенна і канцерогенна дія, руйнує еритроцити крові, вражає печінку та сім'яні залози.
Co	Серцева недостатність, пригнічення синтезу вітаміну B ₁₂	Злоякісна анемія, затримка росту

Інтенсивність забруднення марганцем та кадмієм для ґрунтів усіх зон відповідає допустимій категорії інтенсивності забруднення ґрунтів хімічними елементами. При даній категорії забруднення спостерігається найнижчий рівень захворюваності.

**Оцінка екологічної небезпеки від забруднення ґрунтів важкими металами
та їх вплив на показники здоров'я населення**

Інтенсивність забруднення (Pj) та категорія інтенсивності забруднення ґрунтів хімічними елементами та зміна показників здоров'я населення	Функціональна зона/ґрунти						
	Транспортна	Рекреаційна	Промислова	Селітебна	Ґрунти приміської зони	Контроль в межах міста	
Марганець (Mn)	Pj	3,69	3,72	4,5	3,16	4,96	3,53
	Категорія	Допустима	Допустима	Допустима	Допустима	Допустима	Допустима
	Здоров'я населення	Найнижчий рівень захворюваності, мінімальна частота функціональних відхилень					
Цинк (Zn)	Pj	148,11	112,67	238,5	139,54	126,04	54,7
	Категорія	Дуже небезпечна	Дуже небезпечна	Дуже небезпечна	Дуже небезпечна	Дуже небезпечна	Дуже небезпечна
	Здоров'я населення	Збільшення загальної захворюваності дітей, порушення репродуктивної функції жінок					
Кобальт (Co)	Pj	15,35	18,34	16,00	13,00	18,81	9,58
	Категорія	Допустима	Безпечна	Безпечна	Допустима	Безпечна	Допустима
	Здоров'я населення	Найнижчий рівень захворюваності, мінімальна частота функціональних відхилень	Збільшення загальної захворюваності населення		Найнижчий рівень захворюваності, мінімальна частота функціональних відхилень	Збільшення загальної захворюваності населення	Найнижчий рівень захворюваності, мінімальна частота функціональних відхилень
Мідь (Cu)	Pj	176,18	178,93	57,73	20,64	31,45	13,09
	Категорія	Дуже небезпечна	Дуже небезпечна	Дуже небезпечна	Безпечна	Небезпечна	Допустима

Інтенсивність забруднення (Pj) та категорія інтенсивності забруднення ґрунтів хімічними елементами та зміна показників здоров'я населення	Функціональна зона/ґрунти						
	Транспортна	Рекреаційна	Промислова	Селітебна	Ґрунти приміської зони	Контроль в межах міста	
Здоров'я населення	Збільшення загальної захворюваності дітей, порушення репродуктивної функції жінок			Збільшення загальної захворюваності населення	Збільшення загальної захворюваності, хронічні захворювання, порушення функціонального стану серцево-судинної системи	Найнижчий рівень захворюваності, мінімальна частота функціональних відхилень	
Кадмій (Cd)	Pj	9,98	11,15	14,49	8,61	12,57	5,47
	Категорія	Допустима	Допустима	Допустима	Допустима	Допустима	Допустима
	Здоров'я населення	Найнижчий рівень захворюваності, мінімальна частота функціональних відхилень					
Свинець (Pb)	Pj	49,91	49,16	176,09	73,11	55,95	26,78
	Категорія	Небезпечна	Небезпечна	Дуже небезпечна	Дуже небезпечна	Дуже небезпечна	Безпечна
	Здоров'я населення	Збільшення загальної захворюваності, хронічні захворювання, порушення функціонального стану серцево-судинної систем		Збільшення загальної захворюваності дітей, порушення репродуктивної функції жінок			Збільшення загальної захворюваності населення

Забруднення свинцем за категоріями небезпечності відповідають трьом зонам: безпечній (контроль в межах міста – $P_j = 26,78$); небезпечній (транспортна зона - $P_j = 49,91$, рекреаційна зона - $P_j = 49,16$) та дуже небезпечній (промислова зона - $P_j = 176,09$, селітебна зона - $P_j = 73,11$, ґрунти приміської зони - $P_j = 55,95$) і може призвести до загальної захворюваності дітей, хронічних захворювань, порушення функціонального стану серцево-судинної системи.

Інтенсивність забруднення кобальтом ґрунтів міста та чорноземів приміської зони коливається від $P_j = 9,58$ в контрольній зоні до $P_j = 18,81$ у ґрунтах приміської зони, що за шкалою відповідає двом категоріям: безпечній та допустимій.

Допустима, безпечна та дуже небезпечна категорії характерні для інтенсивності забруднення ґрунтів міддю. Максимальний показник характерний для транспортної зони ($P_j = 176,18$).

Отже, загалом, за інтенсивністю забруднення ґрунтів найбільшій екологічній небезпеці відповідають ґрунти промислових та транспортних зон міста, а допустима категорія інтенсивності характерна для ґрунтів контрольної зони.

За результатами розрахунку ризику для здоров'я населення від впливу забруднення ґрунтів м. Одеси та приміської зони важкими металами (табл. 5.10) та відповідно до розробленої градації, територія ботанічного саду міста (контроль) має найнижчий показник ризику для здоров'я населення, який складає 0,65. Всі інші зони міста характеризуються високим-небезпечним ризиком для здоров'я населення. Так, показник ризику для здоров'я населення від впливу забруднення важкими металами ґрунтів транспортної зони варіює в межах від 0,78 (високий ризик для здоров'я населення) до 1,00 (небезпечний ризик для здоров'я населення).

Суттєвий вплив на здоров'я населення спричиняють території з сумарним ризиком 1,00. У транспортній зоні до таких територій належать вулиці із скрутними (1900-2500 од./год.), важкими (2500-3000 од/год.) та критичними транспортними умовами (3000-4000 і вище транспортних засобів на годину), а

саме: Адміральський проспект, Люстдорфська дорога (4890 од.), вулиця Балківська (3350 од/год.), вулиця Маразліївська, вулиця Канатна, проспект Шевченка (1979 од./год.) та траса Одеса-Київ.

Рекреаційна зона характеризується також небезпечним ризиком для здоров'я населення, оскільки середнє значення ризику комплексного впливу дорівнює $Risk_{\text{сум}} = 0,97$. Мінімальний показник ризику характерний для паркової зони, розташованої на вулиці Канатній, де $Risk_{\text{сум}} = 0,85$. Найвищі значення сумарного ризику у рекреаційній зоні притаманні ґрунтам Старосінного скверу ($Risk_{\text{сум}} = 1,00$). Сквер розташований на території Старосінної площі, яка має значення великого транспортного вузла міста, де розташовується автостанція та кінцева зупинка трамваїв.

Найгірші показники ризику для здоров'я населення від впливу забруднення ґрунтів важкими металами характерні для промислової зони. Всі ґрунти території дослідження промислової зони спричиняють дуже великий негативний вплив на здоров'я міського населення. Особливе значення має Миколаївська дорога (район пляжу Лузанівка) – одне з улюблених місць відпочинку одеситів та гостей. Висока забрудненість досліджуваної території обумовлена багаторічним впливом автомобільного транспорту (автомобільна стоянка поблизу пляжу).

Встановлено, що 100 % досліджуваних ділянок селітебної зони міста мають небезпечний ризик для здоров'я населення (рис. 5.10). До таких територій належать: внутрішньо кварталний район проспекту Шевченка ($Risk_{\text{сум}} = 1,00$) та студмістечко Одеського національного університету ім. І. І. Мечникова на вулиці Довженко ($Risk_{\text{сум}} = 0,99$).

За результатами розрахунку ризику для здоров'я населення від забруднення важкими металами чорноземів південних приміської зони встановлено, що характеризується підвищеним ризиком характеризується території безпосередньо біля автомагістралей (узбіччя доріг), а на відстані 15 м від дороги ризик зменшується та відповідає 1 класу небезпеки (незначному ризику для здоров'я населення).

Таблиця 5.10

Показники ризику здоров'я населення від впливу забруднення ґрунтів важкими металами

Функціональна зона/ґрунти		Ризик для здоров'я населення для кожної забруднюючої речовини					Ризик комплексного впливу	
		Mn	Zn	Co	Cu	Cd		Pb
Транспортна		$\frac{0,12 - 0,24}{0,15}$	$\frac{0,46 - 0,99}{0,81}$	$\frac{0,06 - 0,76}{0,33}$	$\frac{0,16 - 1,00}{0,62}$	$\frac{0,01 - 0,46}{0,23}$	$\frac{0,02 - 0,76}{0,37}$	$\frac{0,78 - 1,00}{0,96}$
Рекреаційна		$\frac{0,12 - 0,27}{0,16}$	$\frac{0,66 - 0,96}{0,81}$	$\frac{0,14 - 0,86}{0,41}$	$\frac{0,24 - 0,99}{0,48}$	$\frac{0,02 - 0,54}{0,28}$	$\frac{0,21 - 0,73}{0,48}$	$\frac{0,85 - 1,00}{0,97}$
Промислова		$\frac{0,16 - 0,27}{0,23}$	$\frac{0,73 - 0,99}{0,91}$	$\frac{0,27 - 0,89}{0,54}$	$\frac{0,54 - 0,98}{0,73}$	$\frac{0,27 - 0,58}{0,38}$	$\frac{0,31 - 0,95}{0,60}$	$\frac{0,98 - 1,00}{0,99}$
Селітебна		$\frac{0,12 - 0,27}{0,19}$	$\frac{0,62 - 0,99}{0,80}$	$\frac{0,24 - 0,42}{0,34}$	$\frac{0,35 - 0,42}{0,39}$	$\frac{0,14 - 0,42}{0,26}$	$\frac{0,18 - 0,79}{0,45}$	$\frac{0,91 - 1,00}{0,97}$
Ґрунти приміської зони	до 5 м від дороги	$\frac{0,02 - 0,07}{0,04}$	$\frac{0,06 - 0,10}{0,08}$	$\frac{0,03 - 0,38}{0,15}$	$\frac{0,06 - 0,14}{0,09}$	$\frac{0,07 - 0,12}{0,09}$	$\frac{0,00 - 0,00}{0,00}$	$\frac{0,23 - 0,60}{0,36}$
	до 15 м від дороги	$\frac{0,05 - 0,06}{0,06}$	$\frac{0,00 - 0,01}{0,01}$	$\frac{0,01 - 0,02}{0,02}$	$\frac{0,02 - 0,03}{0,02}$	$\frac{0,01 - 0,02}{0,02}$	$\frac{0,06 - 0,07}{0,07}$	$\frac{0,15 - 0,16}{0,16}$
	до 30 м від дороги	$\frac{0,05 - 0,06}{0,06}$	$\frac{0,00 - 0,01}{0,01}$	$\frac{0,00 - 0,01}{0,01}$	$\frac{0,02 - 0,03}{0,03}$	$\frac{0,01 - 0,02}{0,02}$	$\frac{0,15 - 0,16}{0,16}$	$\frac{0,23 - 0,25}{0,24}$
Контроль в межах міста		$\frac{0,12 - 0,14}{0,13}$	$\frac{0,27 - 0,62}{0,45}$	$\frac{0,02 - 0,21}{0,12}$	$\frac{0,00 - 0,08}{0,04}$	$\frac{0,00 - 0,14}{0,07}$	$\frac{0,06 - 0,46}{0,26}$	$\frac{0,41 - 0,89}{0,65}$

Примітка: Чисельник – межі коливань, знаменник – середні значення

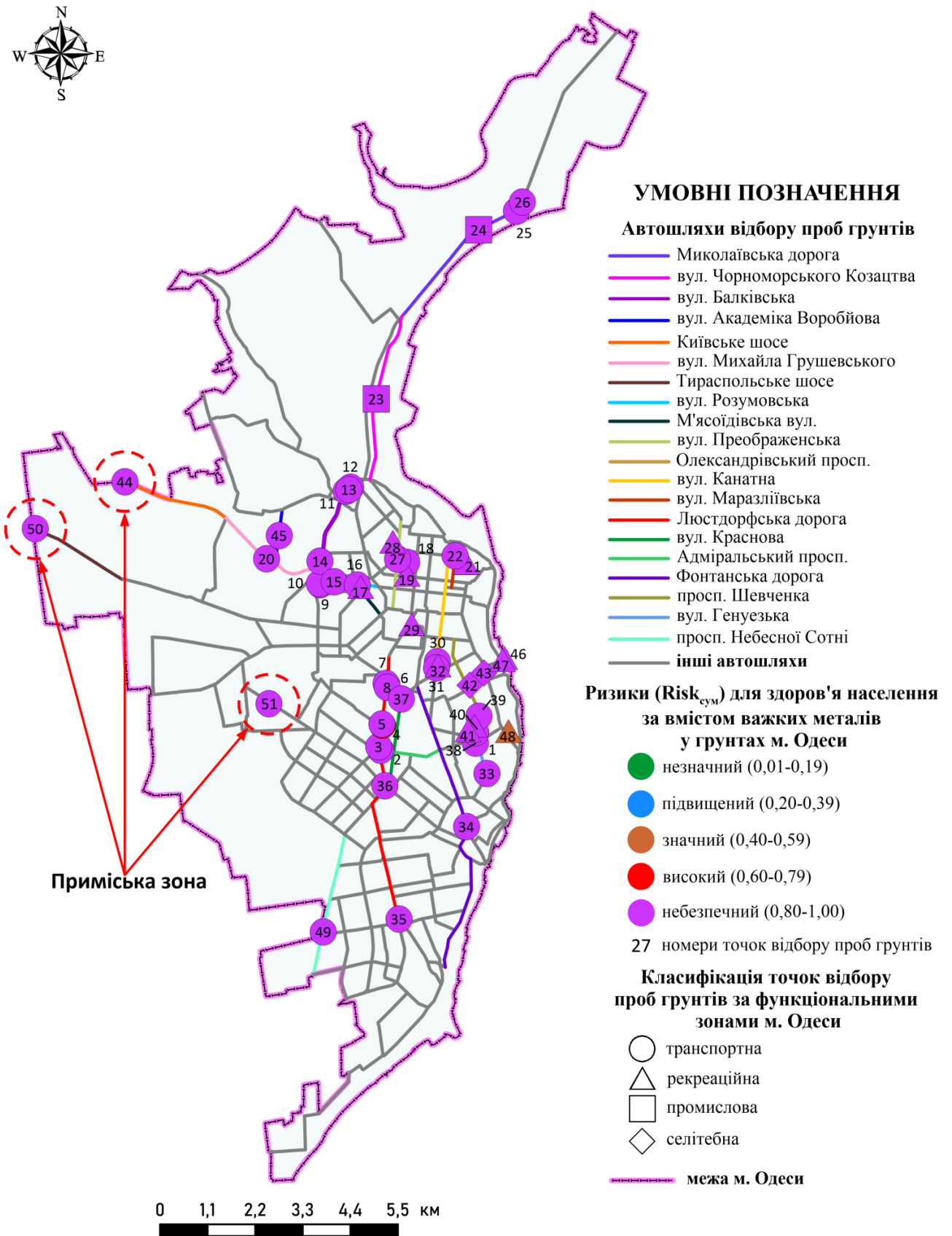


Рис. 5.10. Ризик для здоров'я населення від забруднення ґрунтів важкими металами за класами небезпеки

Найсприятливішою зоною для здоров'я населення в межах міста є контрольна ділянка (територія ботанічного саду) з ризиком комплексного впливу $Risk_{\text{сум}} = 0,65$, територія, де транспортні умови характеризуються як середні (1620 од./год.).

Таким чином, проведені дослідження засвідчують, що метод із застосуванням моделі пробіт-регресії для оцінки ризику для здоров'я населення в порівнянні з традиційними методичними підходами визначення індексу небезпеки має значні переваги та дозволяє виявити негативні чинники забруднення навколишнього середовища, визначити можливий ступінь ризику для здоров'я людей.

Методологія оцінки ризику здоров'я населення від забруднення міських ґрунтів важкими металами є перспективним підходом щодо контролю якості системи «навколишнє середовище – здоров'я людини» та потребує подальших досліджень.

Для оцінки медико-екологічного стану системи «ґрунт-здоров'я людини» автором проведені додаткові дослідження, які дозволили виявити ступінь кореляційної залежності впливу забруднення ґрунтів міста важкими металами на окремі захворювання населення.

Вивчення захворюваності населення міста проведено за даними звітів лікувально-профілактичних закладів міста з угрупованням захворювань за класами хвороб. Дані по захворюваності населення міста представлені у таблиці 5.11.

Показники кореляційного зв'язку між вмістом важких металів у ґрунтах території великого промислового міста Одеса та захворюваністю населення відображені у таблиці 5.12. За результатами розрахунків встановлена наявність найвищого кореляційного зв'язку між поширеністю новоутворень та вмістом міді у ґрунтах ($r = 0,570$).

Хвороби системи кровообігу та органів дихання тісно корелюють із вмістом у досліджуваних ґрунтах міді, коефіцієнт кореляції відповідно становить $r = 0,814$ та $r = 0,706$. Поширеність хвороб сечостатевої системи та хвороб кістково-

м'язової системи мають найвищий кореляційний зв'язок із вмістом у ґрунті кадмію ($r = 0,771$ та $r = 0,788$ відповідно). Уроджені аномалії (вади розвитку), деформації та хромосомні порушення можуть виникнути при надмірному забрудненні ґрунтів марганцем ($r = 0,472$).

Таблиця 5.11

Динаміка захворюваності населення міста Одеси за класами хвороб [46]

Класи хвороб	Роки										
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
новоутворення	8,8	9	8,8	8,2	8,5	6,3	6,7	5,8	6,8	4,4	5,4
хвороби нервової системи	26,3	27,2	27	24,9	25,5	28,4	28,4	26,1	25	21,4	20,9
хвороби системи кровообігу	68,8	69,6	67,6	60,6	59	60,5	57,5	54,3	47,7	46,7	50,8
хвороби органів дихання	368,3	362,4	354	355	350	346	343,5	322,3	326,6	290,1	287
хвороби шкіри та підшкірної клітковини	42,4	44,8	42,8	39	40,3	46,5	46	38,8	41,5	28,7	33,9
хвороби кістково-м'язової системи і сполучної тканини	45,9	45,9	43,2	38,8	35,8	37,6	36,6	36,1	32,7	29,4	28
хвороби сечостатевої системи	50,9	52,2	52,1	49	50	48,8	47,2	49,5	44,6	32,6	31,1
уроджені аномалії (вади розвитку), деформації та хромосомні порушення	1	1	1	1	1,1	1,3	1,4	1,3	1,4	1,1	1,2
Усього	861,6	867,1	841,5	804,9	793,3	799,8	797,3	750,1	732,5	632	677,5

Таким чином, результати проведених досліджень підтверджують наявність вірогідного впливу забруднення ґрунтів важкими металами на стан здоров'я населення, що підтверджується даними кореляційного аналізу захворюваності населення. Це потребує підвищення уваги до діагностики мікроелементозів та адекватної корекції стану здоров'я населення з використанням системи медико-

профілактичних заходів. Науково обґрунтований прогноз можливих змін стану здоров'я населення від впливу несприятливих факторів довкілля є невід'ємною складовою гігієнічних досліджень та служить основою розробки по збереженню та зміцненню здоров'я населення та його окремих груп.

Таблиця 5.12

Коефіцієнти кореляції між вмістом у ґрунтах важких металів та показниками поширеності захворювань населення міста Одеси

Класи хвороб	Елементи					
	Mn	Zn	Co	Cu	Cd	Pb
новоутворення	-0,288	0,219	0,015	0,570	0,302	0,083
хвороби нервової системи	0,268	0,831	0,522	0,451	0,807	0,692
хвороби системи кровообігу	-0,369	0,746	0,380	0,814	0,765	0,664
хвороби органів дихання	0,009	0,617	0,282	0,706	0,652	0,487
хвороби шкіри та підшкірної клітковини	0,162	0,788	0,352	0,422	0,660	0,594
хвороби кістково-м'язової системи і сполучної тканини	0,001	0,673	0,508	0,716	0,788	0,630
хвороби сечостатевої системи	0,074	0,551	0,584	0,592	0,771	0,539
уроджені аномалії (вади розвитку), деформації та хромосомні порушення	0,472	0,308	0,246	-0,412	0,160	0,166

Враховуючи всі вище виконані дослідження виникає необхідність систематизувати отримані дані та розподілити досліджувані ґрунти за рівнем екологічного ризику (табл. 5.13).

Таблиця 5.13

Комплексна оцінка екологічного стану ґрунтового покриву міста Одеси та приміської зони

Ризик-фактори		Екологічні рівні					
		Транспортна зона	Рекреаційна зона	Промислова зона	Селітебна зона	Ґрунти приміської зони (до 5 м від дороги)	Контроль в межах міста
<u>Геохімічні:</u>	<u>Коефіцієнт концентрації (Кс)</u>	Екологічна катастрофа	Екологічна катастрофа	Екологічна катастрофа	Екологічна катастрофа	Екологічна катастрофа	Екологічна криза
	<u>Коефіцієнт небезпеки (Кнб)</u>	Екологічна криза	Екологічна криза	Екологічне лихо	Екологічна криза	Екологічна криза	Екологічна безпека
	<u>Сумарний показник забрудненості (Zс)</u>	Екологічна катастрофа	Екологічна криза	Екологічна катастрофа	Екологічне лихо	Екологічне лихо	Екологічна безпека
<u>Фітоіндикаційні:</u>	<u>Фітотоксичний ефект, %</u>	Екологічна криза	Екологічна криза	Екологічне лихо	Екологічна криза	Екологічна криза	Екологічна безпека
<u>Біогеохімічні:</u>	<u>Целюлозолітична активність, %</u>	Екологічне лихо	Екологічна безпека	Екологічне лихо	Екологічна криза	Екологічна катастрофа	Екологічна безпека
<u>Медико-екологічні</u>	<u>Інтенсивність забруднення ґрунту, P_i</u>	Екологічна катастрофа	Екологічна катастрофа	Екологічна катастрофа	Екологічне лихо	Екологічне лихо	Екологічна криза
	<u>Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення ґрунтів важкими металами</u>	Екологічна катастрофа	Екологічна катастрофа	Екологічна катастрофа	Екологічна катастрофа	Екологічна катастрофа	Екологічна катастрофа
<u>Загальна оцінка</u>		Екологічна катастрофа	Екологічна криза	Екологічна катастрофа	Екологічна криза	Екологічна катастрофа	Екологічна безпека

Проведений комплексний екологічний аналіз м. Одеси та приміської зони показав, що зонами максимального екологічного неблагополуччя є транспортні та промислові зони міста, які визначені як «Екологічна катастрофа», що пов'язано з інтенсивним техногенним навантаженням на ці території. Найбільш комфортною виявилась контрольна зона в межах міста – територія ботанічного саду.

Отже, комплексна оцінка екологічного стану є основою екологічно безпечного природокористування та екологічного нормування, оскільки дозволяє визначити компоненти навколишнього природного середовища, які перебувають у найгіршому стані та на основі аналізу причин та джерел забруднення розробити стратегічні плани розвитку регіонів з урахуванням необхідного обсягу зменшення антропогенного навантаження.

Висновки до розділу 5

1. Забрудненість ґрунтів міста Одеси та чорноземів південних приміської зони важкими металами в результаті інтенсивної антропогенної діяльності є однією з їх характерних особливостей і одночасно чинником, під впливом якого відбуваються суттєві зміни властивостей і характеристик ґрунтового покриву, рослинності, ґрунтової фауни та продуктивності ґрунтової системи в цілому.

2. Найбільш забрудненим за вмістом рухомих форм практично всіх досліджуваних важких металів є ґрунтовий покрив міста в межах поєданого впливу промислових підприємств і транспорту (промислова та транспортна зони міста). Так, вміст цинку складає 10 ГДК, кобальту – 2-4 ГДК, міді – до 3 ГДК. В межах приміської зони найбільш забрудненими є чорноземи південні біля узбіччя доріг, де вміст свинцю перевищує ГДК у 3-7,5 разів.

3. Ступінь токсичного впливу ВМ збільшується за рахунок їх поєданого вмісту. За сумарним показником забруднення 24 % досліджуваної території ґрунтового покриву міста мають надзвичайно небезпечний рівень забруднення; 53 % – високий; 8 % – середній і лише 15 % – низький рівень забруднення. Значну частку у сумарному забрудненні верхнього шару міських ґрунтів займають сполуки свинцю, здебільшого перевищуючи ГДК. Чорноземи південні приміської

зони найбільш забрудненими є в межах значного впливу автомобільного транспорту, а коефіцієнт небезпеки (середні значення) по вмісту свинцю – 5,05; цинку – 0,86; кобальту – 2,03; кадмію – 0,96; міді – 0,93, що свідчить про високу ступінь небезпечності важких металів та можливість їх міграції в с/г рослини та подальший харчовий ланцюг.

4. За рівнем фітотоксичності чорноземи південні в межах впливу автомобільного транспорту та міські ґрунти переважно мають середній рівень. І лише промислова зона міста має ділянки з рівнем токсичності вище середнього – від 32,95 % до 58,75 %.

5. За показником інтенсивності забруднення ґрунтів найбільшій екологічно небезпечними є ґрунти промислових та транспортних зон міста. Основним забруднюючим елементом, який може сприяти негативному впливу на здоров'я населення є цинк (P_{jZn} 54,7 – 238,5), що за шкалою оцінки екологічної небезпеки забруднення ландшафтів відповідає дуже небезпечній зоні.

6. За результатами розрахунку ризику для здоров'я населення від забруднення важкими металами чорноземів південних приміської зони встановлено, що підвищеним ризиком характеризуються території безпосередньо біля автомагістралей (узбіччя доріг), а на відстані 15 м від дороги ризик зменшується та відповідає 1 класу небезпеки (незначному ризику для здоров'я населення). Більше 80 % досліджуваної території міста Одеси має небезпечний ризик для здоров'я населення, що вказує на необхідність проведення постійного моніторингу і вживання заходів щодо зменшення забруднення міського середовища.

7. Результати комплексної оцінки екологічного стану ґрунтового покриву міста та приміської зони свідчать про високу ступінь антропогенного навантаження на ґрунтовий покрив міста та чорноземів південних приміської зони в межах впливу автомобільного транспорту (узбіччя доріг). Зонами максимального екологічного неблагополуччя є транспортні та промислові зони міста.

РОЗДІЛ 6. МОНІТОРИНГ ҐРУНТІВ МІСТА ТА ПРИМІСЬКОЇ ЗОНИ

Однією з найважливіших проблем людства є проблема збереження довкілля та перехід суспільства до сталого розвитку.

Охорона навколишнього середовища – складна, багатогранна проблема, яка потребує свого рішення як глобальних, так і локальних зусиль країн і регіонів.

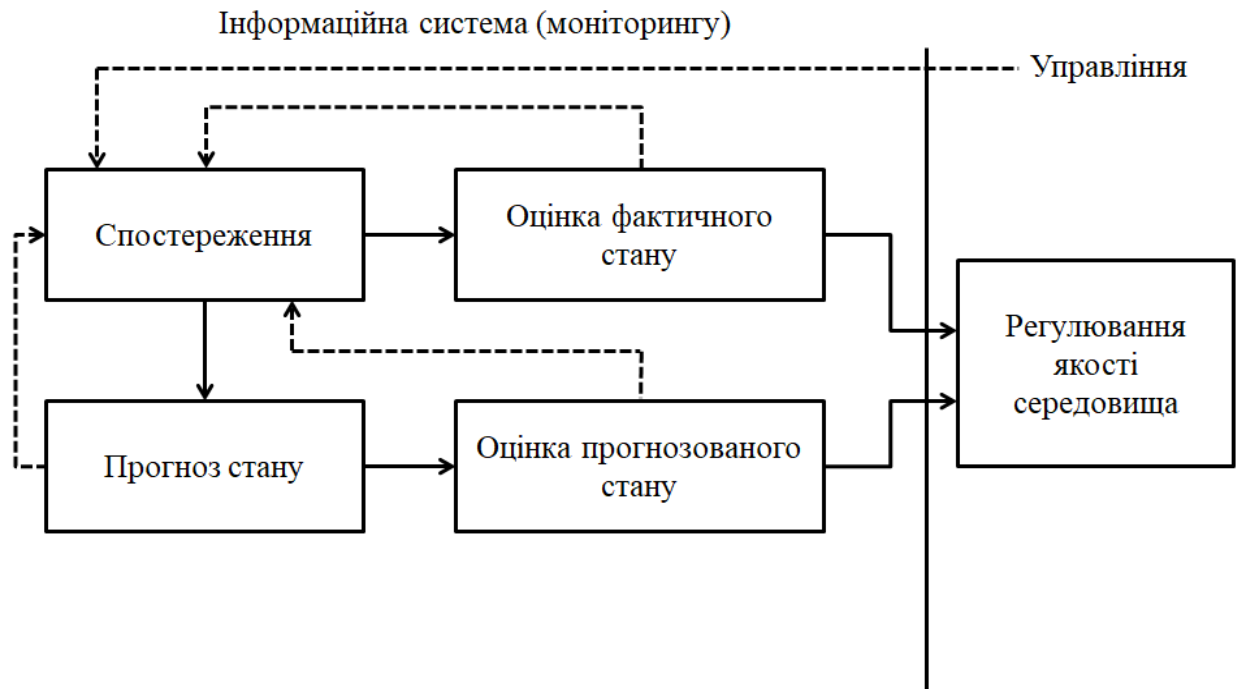
Поняття моніторингу навколишнього середовища вперше було запроваджено професором Р. Манном на Стокгольмській конференції ООН з навколишнього середовища у 1972 р. і наразі набуло міжнародного поширення та визнання [160].

Моніторингом навколишнього середовища було запропоновано називати систему повторних спостережень одного та більше елементів навколишнього природного середовища у просторі та в часі з певними цілями відповідно до заздалегідь підготовленої програми. Однак незабаром стало зрозуміло, що таке визначення звужує рамки змісту моніторингу і не дозволяє повною мірою розкрити його цілі та завдання [160].

Ізраель Ю. А., уточнюючи визначення моніторингу довкілля, зробив акцент не тільки на спостереженні, але й на прогнозі, ввівши у визначення терміна «моніторинг навколишнього середовища» антропогенний фактор як основну причину цих змін [160]. Моніторингом навколишнього середовища він називає систему спостережень, оцінки та прогнозу антропогенних змін стану навколишнього природного середовища (рис. 6.1).

Важливість моніторингу ґрунтів, як джерела об'єктивних характеристик для розробки запобігаючих заходів, направлених на охорону ґрунтів, обґрунтовано у низці концептуально-методичних робіт [18, 23, 27, 41, 45, 160, 161, 174, 181, 202, 278]. Практично в цей же час були опубліковані перші пропозиції В. В. Медведєва щодо необхідності проведення моніторингу ґрунтів в Україні. «Збільшення інтересу» до даної проблеми знайшло відображення в різноманітних нормативно-правових документах (Земельний кодекс, 1990, з урахуванням змін 1993, 2001, Постанова Кабінету Міністрів України від 20 серпня 1993 р. № 661 «Про затвердження Положення про моніторинг земель», Постанова Кабінету Міністрів

України від 30.03.1998 № 391 «Положення про державну систему моніторингу довкілля») [109, 110]. У Земельному кодексі України (1990) вперше з'явилась стаття 95, присвячена моніторингу земель. В постановах Кабінету Міністрів та інших відомств деталізовано зміст нового напрямку та визначено порядок його впровадження.



**Рис. 6.1. Блок-схема системи моніторингу
(побудовано автором за [161]).**

Продовжувалась агрохімічна паспортизація земель сільськогосподарського призначення, виконувались відповідні роботи на меліоративних об'єктах, в зоні Чорнобильської аварії, на деяких ландшафтно-екологічних полігонах, в тому числі з використанням дистанційних засобів [118, 161, 165 250].

За всі ці роки вдосконалено наукові уявлення про існування моніторингу, його програмне, технічне та метрологічне забезпечення, вирішено багато методичних питань, які стосуються оцінки стану ґрунтів, зокрема рівень їх фізичної, хімічної, фізико-хімічної деградації [251].

Вчені [18] визначають моніторинг ґрунтів як організацію кількісної і якісної оцінки змін ґрунтів у часі, контролю за надходженням та вмістом у ґрунтах усіх різновидів шкідливих речовин (важких металів, радіонуклідів, нітратів, залишків

пестицидів, інших хімічних забруднювачів неорганічного і органічного походження) [18, с. 10].

Схожим до моніторингу ґрунтів є моніторинг земель, під час здійснення якого має проводитися робота щодо збирання, опрацювання, передачі та збереження, аналізу інформації про стан земель, прогнозування їх змін і розроблення науково-обґрунтованих рекомендацій для прийняття рішень щодо запобігання негативним змінам стану земель та дотримання вимог екологічної безпеки.

Отже, можна зробити висновок, що моніторинг земель є дещо ширшим поняттям, ніж моніторинг ґрунтів, оскільки перший базується на другому. При здійсненні моніторингу земель оцінюють стан та зміни не тільки певних ґрунтових відмін, а й певних земельних ділянок загалом, що включають більше, ніж за одну ґрунтову відміну. Тобто спостереження проводяться за певними виробничими одиницями землеволодіння чи землекористування.

Поняття «земля» дещо об'ємніше, ніж поняття ґрунт, що і відображає різницю між моніторингом ґрунтів і моніторингом земель.

Моніторинг земель, як і моніторинг ґрунтів, є складовою частиною державної системи моніторингу довкілля. В залежності від цілей, спостережень і охоплення територій, моніторинг земель та ґрунтів може бути національним, регіональним і локальним.

Правове регулювання моніторингу ґрунтів здійснюється відповідно до Земельного кодексу України, законів України «Про охорону земель» і «Про державний контроль за використанням та охороною земель», з урахуванням вимог постанов КМУ «Про затвердження Положення про державну систему моніторингу довкілля» від 30 березня 1998 року № 391, «Про затвердження Положення про моніторинг земель» від 20 серпня 1993 року № 661, Положення про моніторинг ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення, затвердженого наказом Мінагрополітики України від 26 лютого 2004 року № 51 інші [199-201].

Моніторинг ґрунтів охоплює велику кількість польових, лабораторних та камеральних досліджень, куди входить періодичний відбір зразків ґрунту в певних точках, проведення діагностики ґрунтів лабораторних аналізів зразків.

Загалом моніторинг ґрунтів включає:

- ✓ визначення об'ємів польових та лабораторних досліджень ґрунтів;
- ✓ визначення періодичності виконання досліджень;
- ✓ використання засобів дослідження (наземних і дистанційних);
- ✓ здійснення техніко-економічного обґрунтування моніторингу;
- ✓ математичне забезпечення (створення банку даних, автоматизація системи обробки і надання інформації, розробка методів поточного і довгострокового прогнозування);
- ✓ визначення процесів і показників, що підлягають контролю.

Відповідно до Положення про державну систему моніторингу довкілля [201], обов'язки щодо ведення моніторингу ґрунтів покладено на різні Міністерства і відомства. Наприклад, моніторинг ґрунтів сільськогосподарського використання має здійснювати Міністерство аграрної політики; моніторинг ґрунтів земель лісового фонду проводить Держкомлісгосп України; Держводгосп України здійснює моніторинг ґрунтів зрошуваних та осушуваних земель. Спостереження за вмістом забруднюючих речовин у ґрунтах, проявами ерозійних та інших екзогенних процесів, просторовим забрудненням земель об'єктами промислового і сільськогосподарського виробництва проводить Державний комітет України по земельних ресурсах.

Мета моніторингу ґрунтів полягає в одержанні інформації для вироблення рішень, спрямованих на стабілізацію і поліпшення якості ґрунтів, екологізацію землеробської діяльності й досягнення кінцевого результату у вигляді розширеного відтворення родючості.

Важливим питанням в організації моніторингу ґрунтів є вибір об'єктів, тобто ключових ділянок, де здійснюється контроль періодичними вимірюваннями, відбором зразків ґрунтів та рослин і їх аналіз. В якості об'єктів моніторингу ґрунтів вчені [18] пропонують використовувати наступні:

- основні типи, підтипи, роди, види та різновидності ґрунтів в межах однієї ґрунтової провінції; вони повинні відображати строкатість ґрунтового вкриття даної провінції та всі різновиди і рівні антропогенних навантажень;
- природні об'єкти, на які не вплинула антропогенна діяльність (лісові та степові заповідники);
- еталонні об'єкти на ґрунтах із сільськогосподарським їх використанням в умовах високої культури землеробства: поля держсортодільниць, варіанти стаціонарних дослідів з високими нормами внесення добрив, досліді у яких порівнюються системи традиційного, екологічно-збалансованого (інтегрованого), органічного, низькозатратного та інші види агровиробництва; поля господарств, де впроваджено контурно-меліоративну організацію території або систему ґрунтозахисного чи органічного землеробства; поля, які розміщені поруч вказаних еталонних об'єктів;
- параметри клімату: опади та їх розподіл впродовж року; температура повітря; кількість днів із сильними вітрами; середня швидкість вітру під час пилових бур та їх тривалість протягом року;
- ґрунтотворні породи - їх стан та рівень забруднення, що впливає на ступінь забруднення в цілому всього ґрунту;
- підґрунтові та підземні води - їх стан відображає спрямованість та інтенсивність ґрунтотворних процесів, що відбуваються при формуванні ґрунту;
- кількість та якість продукції рослинництва - оскільки це відображає рівень родючості ґрунтів, ступінь їх деградації чи забруднення.

Нині в Україні розвинута система моніторингу ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення, яка є складовою державної системи моніторингу довкілля і являє собою систему спостережень, збирання, оброблення, передавання, збереження та аналізу інформації про зміни показників якісного стану ґрунтів, їх родючості, розроблення науково обґрунтованих рекомендацій

щодо прийняття рішень про відвернення та ліквідацію наслідків негативних процесів.

Об'єктами моніторингу ґрунтів є землі сільськогосподарського призначення (рілля, багаторічні насадження, сіножаті, пасовища, перелоги, землі тимчасової консервації).

Моніторинг ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення проводиться відповідно до загальнодержавної та регіональних програм моніторингу ґрунтів. Його метою є своєчасне виявлення змін стану ґрунтів, їх оцінки, відвернення наслідків негативних процесів, розроблення науково обґрунтованих систем землеробства і агротехнологій (Про затвердження Положення про моніторинг ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення Мінагрополітики України; Наказ, Положення від 26.02.2004 № 51) [200].

Результати моніторингу ґрунтів та агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення використовуються в процесі регулювання правових основ земельних відносин, при проведенні економічної та грошової (нормативної та експертної) оцінки земель, визначенні розмірів плати за землю, плануванні заходів щодо відтворення родючості ґрунтів та підвищення урожайності сільськогосподарських культур, коригуванні агротехнологій, проведенні еколого-агрохімічного районування (зонування) території, визначенні зон виробництва сільськогосподарської продукції для виготовлення продуктів для дитячого та дієтичного харчування, розробленні рекомендацій щодо раціонального та екологічно безпечного застосування агрохімікатів.

Медведевим В. В. наведений мінімальний перелік показників (додаток Д), які згруповані в залежності від процесів та властивостей ґрунтів. Вказана також періодичність проведення та глибина шару ґрунту. Дотримуючись такого набору, можна адекватно оцінити сучасний стан ґрунтів, діагностувати всі види деградації та прогнозувати зміни на майбутнє.

Оскільки для ґрунтів приміських територій не існує окремого моніторингу, тому на теперішній час можливо можна використовувати саме для земель

сільськогосподарського призначення, які в тому числі знаходяться в приміській зоні з акцентуванням на визначення вмісту забруднюючих речовин, в тому числі важких металів.

Нажаль, нині не створено відповідної мережі моніторингу урбанізованих територій, вірніше вона взагалі відсутня. За 50-річний період так і не з'явилися методичні розробки щодо моніторингових досліджень ґрунтів міських територій, які повинні включати комплекс фізико-хімічних, екологічних, біологічних та медичних досліджень.

Зрозуміло, що критерії оцінки міських і сільськогосподарських територій повинні відрізнятися між собою. Для міського населення цінність території визначається зручністю транспортної та обслуговуючих сфер, розвиненістю інфраструктури, наявністю пам'яток архітектури та зон відпочинку тощо. Але для сучасного міста головним є екологічний стан повітря, води, рослинності та ґрунту, який акумулює не лише поживні речовини, а й забруднюючі речовини. Саме тому показники стану зазначених компонентів повинні складати моніторинг не лише міст, а любого населеного пункту.

Специфічність ґрунтів урбанізованих територій потребує і відповідних (не лише систематичних) моніторингових «підходів» їх вивчення. На думку автора, дослідження міських територій повинні включати фізичні, фізико-хімічні (в тому числі ступінь забруднення важкими металами та іншими токсичними речовинами), біологічні та біохімічні показники. Оскільки в пріоритеті є здоров'я населення, то при моніторингових дослідженнях міських та приміських територій обов'язковою повинна проводитися і медико-екологічна оцінка [74].

Більшість приміських територій залучена до сільськогосподарського використання, тому потребує поєднання різних видів моніторингу. Разом з тим, до теперішнього часу не розроблені принципи, програми та методи моніторингових досліджень міських та приміських територій, їх періодичність і перелік та інші методичні питання. Відсутній досвід створення структури типової державної та обласної (міської) інформаційних баз даних; не визначеними є і критерії щодо оцінки стану ґрунтів урбанізованих територій.

За власним визначенням автора моніторинг міських ґрунтів – це процес систематичних спостережень, вимірювань відповідних фізичних, фізико-хімічних, ботанічних, біогеохімічних, мікробіологічних та інших параметрів, розрахунків екологічних та медико-екологічних показників, які характеризують стан міських ґрунтів з метою оцінки їх екологічного стану та можливого впливу на здоров'я населення.

Моніторинг міських ґрунтів також має бути невід'ємною складовою державного моніторингу ґрунтів і земель та входити в єдину систему екологічного моніторингу міст, розвиваючись як їх підсистема. Для проведення робіт із моніторингу потрібна розробка як короткострокових, так і довгострокових програм на всіх рівнях. Основні елементи моніторингу міських ґрунтів представлені на рис. 6.2.



Рис. 6.2. Основні елементи забезпечення моніторингу міських ґрунтів

Автором запропонована схема ґрунтового-екологічного моніторингу (рис. 6.3), яка представлена як комплексне дослідження ґрунтового покриву в межах міста та його вплив на інші компоненти навколишнього середовища.

Найважливішим питанням є вибір показників моніторингу міських ґрунтів, періодичності спостережень та методів вимірювання. Список показників має бути оптимальним, що забезпечує реальність виконання та не викликає втрати інформації. Система показників повинна включати обов'язкові для всіх видів ґрунтів та специфічні для ґрунтів одного або декількох типів параметрів, а також показників, обумовлених природою забруднюючих речовин [161].

Обирані для моніторингу показники мають бути по можливості прості, а методи доступні, у тому числі для порівняно невеликих лабораторій, які не мають у своєму розпорядженні дороге обладнання. Крім того, необхідно відзначити, якщо при контролі повітря чи вод основну увагу приділяють шкідливим та токсичним домішкам, то при ґрунтовому моніторингу доводиться контролювати багато параметрів, що характеризують систему в цілому, виявляти ознаки, що вказують на виникнення несприятливих тенденцій, або погіршення екологічного стану [161].

Обов'язковим є і контроль показників рухливості забруднюючих речовин, оскільки саме вони характеризують здатність забруднюючих речовин переходити в суміжні середовища: в рослини та ґрунтові води [161].

За результатами багаторічного дослідження міських ґрунтів пропоную проводити моніторинг ґрунтів міста у 6 етапів.

Перший полягає у попередньому обстеженні території, об'єктів передбачуваного моніторингу та у зборі наявного матеріалу з ґрунтового, геоморфологічного, геологічного, гідрогеологічного, ґрунтового-меліоративного картографування та інших матеріалів, що дозволяють у сукупності провести попередню оцінку ґрунтового моніторингу.

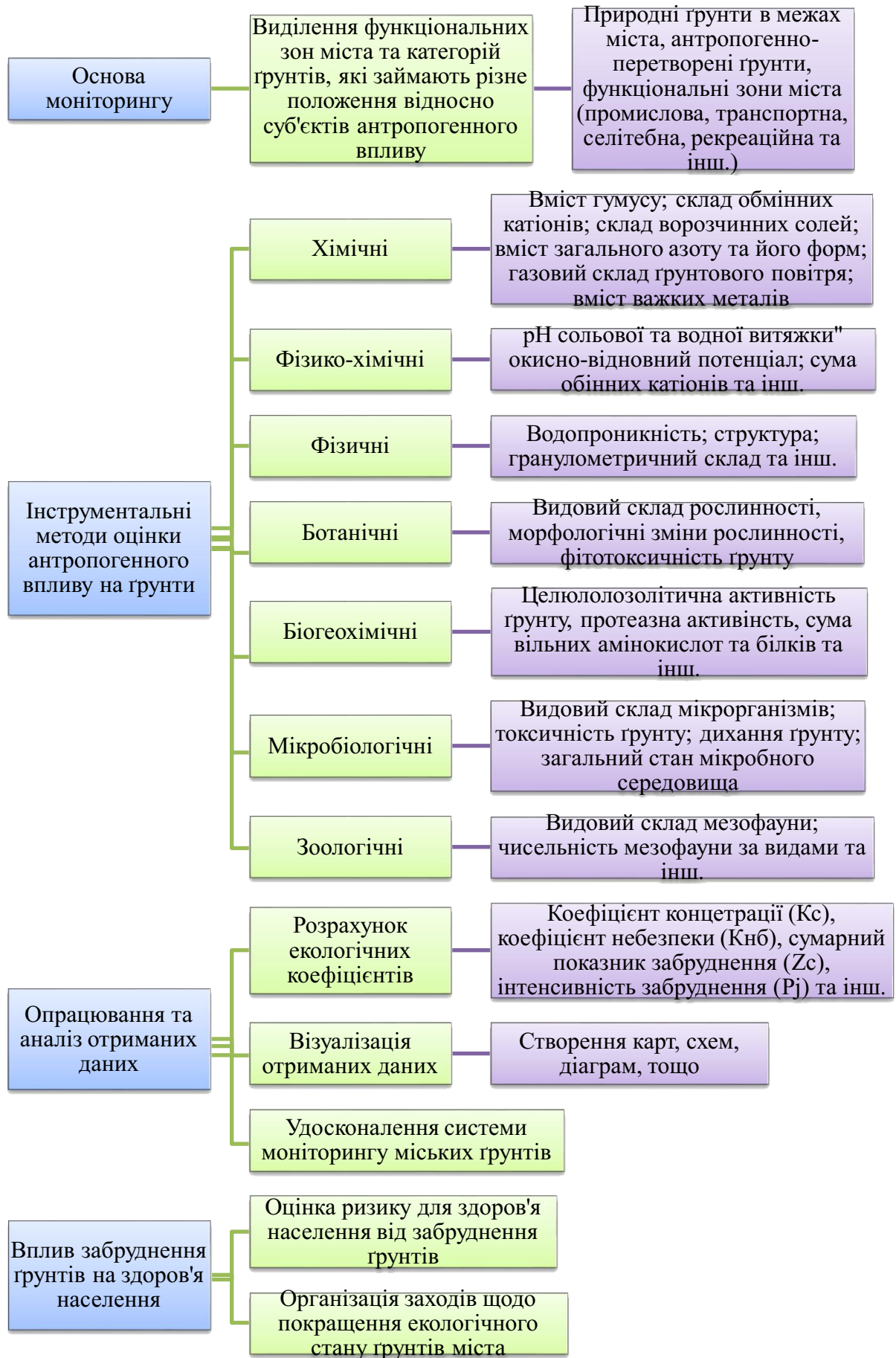


Рис. 6.3. Схема ґрунтово-екологічного моніторингу міста

Другий присвячений вибору об'єктів моніторингу та проводиться за результатами першого етапу. Об'єкт може бути представлений досить широко, залежно від складності ґрунтово-екологічних умов, рівня впливу на ґрунти антропогенних факторів.

Третій етап - це організація та проведення спостережень у просторі та в часі на вибраних об'єктах. У цей період необхідно визначити попередній перелік параметрів, що контролюються, встановити обсяги робіт, визначити методи їх виконання.

Четвертий етап включає статистичну обробку отриманих даних, та розрахунок відповідних екологічних показників (коефіцієнтів).

П'ятий етап пов'язаний з оцінкою отриманої інформації, розробкою методів її зберігання, складанням прогнозу стану ґрунтів та раціональних прийомів його регулювання.

Шостим етапом моніторингу міських ґрунтів є оцінка ризику для здоров'я населення від впливу забруднення ґрунтів політантами та розробка відповідних ґрунтозахисних заходів.

Для проведення ґрунтово-екологічного моніторингу у містах та приміських зонах пропоную наступний перелік показників та періодичність їх проведення (табл. 6.1).

Таблиця 6.1

Показники та критерії моніторингу ґрунтів міста

№ з/п	Процеси, які контролюються	Показники	Глибина відбору зразків, см	Періодичність визначення
1. Зміна основних властивостей та режимів у ґрунтах				
1.1	Гумусний стан ґрунту	Загальний вміст гумусу	0-20, 30-40	1 раз в 5 років
		Фракційно-груповий склад гумусу	0-20, 30-40	1 раз в 5 років
		Вміст рухомих гумусових речовин	0-20, 30-40	1 раз в 5 років
		Вміст доступної органічної речовини	0-20 20-40	1 раз в 5 років
1.2	Реакція ґрунтового розчину	pH водне	0-20, 30-40	Щорічно
		pH сольове	0-20,	1 раз в 5 років

№ з/п	Процеси, які контролюються	Показники	Глибина відбору зразків, см	Періодичність визначення
			30-40	
		Гідролітична кислотність	0-20, 30-40	1 раз в 5 років
1.3	Ємність поглинання	Ємність катіонного обміну (обмінні основи)	0-20, 30-40	1 раз в 5 років
1.4	Водний режим ґрунту	Вміст вологи	0-100 (через 10 см)	3 раз по 10 місяць подекадно. 1, 2 і 11, 12 місяці – 1 раз на місяць
1.5	Поживний режим ґрунту	Вміст рухомих форм фосфору та калію	0-20	1 раз в 5 років
		Вміст легко гідролізного азоту	0-20, 30-40	1 раз в 5 років
1.6	Санітарний стан ґрунту	Валовий вміст важких металів	0-20	1 раз на 5 років
		Вміст рухомих форм важких металів	0-20	Щорічно
2. Зміна основних властивостей та режимів у ґрунтах				
2.1	Агрофізичні властивості ґрунту	Гранулометричний склад	0-20, 20-40	
		Щільність будови на суху масу, щільність твердої фази	0-10, 30-40	1 раз на 5 років
		Твердість	0-30	1 раз на 5 років
		Структурно-агрегатний склад	0-10, 30-40	1 раз на 5 років
		Водопроникність, вологоємність	3 поверхні	1 раз на 5 років
2.2	Біологічна активність у ґрунті	Активність азотфіксації	0-20, 20-40	1 раз на 5 років
		Нітрифікаційна та амоніфікаційна здатність	0-20, 20-40	1 раз на 5 років
		Денітрифікаційна здатність	0-20, 20-40	1 раз на 5 років
		Фітотоксична активність	0-20, 20-30	1 раз на 5 років
		Целюлозоруйнівна здатність	0-20, 20-30	1 раз на 5 років
		Сумарна біологічна активність (продукція CO ₂ , дихання)	0-20, 20-40	1 раз на 5 років
		Чисельність мікроорганізмів основних таксономічних, еколого-трофічних, та фізіологічних груп	0-10, 20-40	1 раз на 5 років

Визначення та подальша оцінка результатів спостережень, на основі ґрунтово-моніторингових даних, що постійно оновлюються, дозволяють вирішувати деякі практичні завдання:

- виявляти рівень антропогенних навантажень на ґрунтові ресурси, а також об'єктивно встановлювати ступінь антропогенної перетвореності (порушеності) ґрунтів та ґрунтового покриву;

- з урахуванням екологічного стану ґрунтового покриву та напрямів його змін, розробити територіально диференційовані концепції, схеми та проекти раціонального використання території, що базується на системі певних екологічних обмежень та вимог, удосконалити технології виробництва;

- визначати еколого-кризові зони та зони з екологічно небезпечною ситуацією та встановлювати для них особливі умови господарсько-економічного розвитку з орієнтацією на екологічно безпечне виробництво, а в окремих випадках – припинення будь-якої антропогенної діяльності.

Таким чином, моніторинг будь-якого масштабу має стати інструментом управління якістю середовища. Якщо виконувати дослідження на належному рівні та систематично, то завдяки моніторингу можна «захистити» не тільки ґрунтовий покрив міста, а й зберегти здоров'я міського населення.

Висновки до розділу 6

1. Моніторинг ґрунтів в Україні є пріоритетним питанням, процедурою систематичного оновлення картографічних та аналітичних матеріалів про ґрунт, які були б покладені в основу раціональної системи користування та охорони ґрунтів.

2. На теперішній час розроблені показники моніторингу ґрунтів сільськогосподарського використання і відсутній моніторинг ґрунтів урбанізованих територій.

3. Моніторинг міських ґрунтів – це система заходів, спрямована на вивчення екологічного стану ґрунтів міста та оцінку їх можливого впливу на

здоров'я населення. Основними елементами забезпечення моніторингу міських ґрунтів є мережа пробних ділянок, мережа акредитованих лабораторій, центри моніторингу та органи виконавчої влади.

3. Запропоновано проводити моніторинг міських ґрунтів у 6 етапів: перший – попереднє обстеження території та збір наявного матеріалу з даної проблематики; другий – вибір об'єктів моніторингу; третій – організація та проведення спостережень; четвертий – статистична обробка отриманих даних; п'ятий – оцінка отриманої інформації та розробка відповідних ґрунтозахисних заходів; шостий – оцінка ризику для здоров'я населення.

4. Перелік показників ґрунтово-екологічного моніторингу урбанізованих територій та періодичність їх виконання визначається специфічністю та є обов'язковим в умовах сучасного антропогенного навантаження.

ВИСНОВКИ

1. У дисертаційній роботі зроблено теоретичне узагальнення та запропоновано нове вирішення наукового завдання, що полягає у визначенні стану забруднення ґрунтів міських та приміських територій в умовах значного антропогенного навантаження; визначенні комплексу екологічних показників вмісту важких металів у системі «ґрунт-рослина-людина» з метою контролю та прийняття відповідних управлінських рішень щодо покращення якості міського середовища.

2. На якість ґрунтів міського середовища значною мірою впливають як природні, так і антропогенні чинники. Серед природних чинників, які суттєво впливають на забруднення ґрунтів міських та приміських територій Одеси є вітровий режим та наявність туманів. Значно потужніший вплив спричиняють антропогенні чинники, серед яких провідне місце займають викиди автотранспорту та промислових підприємств.

3. В базовий комплекс досліджень, які дозволили оцінити ступінь забруднення чорноземів південних приміської зони та ґрунтового покриття міста входять різні показники: геохімічні, фітоіндикаційні, біогеохімічні, медико-екологічні.

4. В результаті проведення досліджень щодо вивчення основних фізичних, фізико-хімічних та біологічних властивостей встановлено:

- поверхня ґрунтового покриття міста Одеси характеризується різним ступенем захащеності та витоптаності. Зіставлення цих показників здебільшого свідчить про їх взаємозв'язок. Найвищий ступінь захащеності характерний для транспортної зони (50-70 %);

- гранулометричний склад ґрунтів м. Одеси та приміської зони є неоднорідним; міські ґрунти характеризуються більш легким (супіщаним та легко суглинковим) гранулометричним складом у порівнянні з фоновими ґрунтами. Ґрунти промислових зон міста за гранулометричним складом є переважно супіщані. Вміст фізичної глини для поверхневого горизонту (0-15 см) коливається в межах від 1,16 % до 8,59 %. Середній вміст фізичного

піску складає 28,29 %. Ґрунти приміських зон характеризуються переважно важкосуглинковим гранулометричним складом, що є характерним для даної зони розповсюдження чорноземів південних;

- реакція середовища досліджуваних ґрунтів міста зміщена в лужний бік, що є загальною тенденцією урбанізованих ґрунтів. рН водної суспензії верхніх горизонтів (0-15 см) досліджуваних ґрунтів знаходиться в межах від 7,10 до 8,93. Зазначена тенденція є характерною і для чорноземів південних приміської зони в межах впливу автомобільного транспорту (узбіччя доріг);

- співвідношення окремих іонів ґрунтового розчину досліджуваних ґрунтів міста та чорноземів південних на узбіччі доріг є несприятливим для розвитку рослин;

- більшість досліджених ґрунтів м. Одеси та приміської зони вирізняються підвищеним вмістом гумусу та значною варіативністю (1,12-7,50 %), що свідчить про формування техногенного та органосорбційного геохімічного бар'єру у поверхневих шарах міських ґрунтів, який сприяє закріпленню важких металів та може збільшувати контрастність аномалій;

- ступінь забезпечення поживними речовинами відзначається високою варіативністю як поелементно, так і в межах різних функціональних зон міста;

- целюлозолітична активність, яка свідчить про рівень впливу антропогенного середовища, є значно нижчою у ґрунтах міста (6,22-37,72 %) порівняно з чорноземами південними приміської зони (70,0-72,20 %), що може бути обумовлено підвищеною щільністю міських ґрунтів, впливом викидів промислових підприємств, автомобільного транспорту, побутовими викидами більшість із яких є токсичними.

5. Забрудненість ґрунтів міста та чорноземів приміської зони важкими металами в результаті інтенсивної антропогенної діяльності є однією з їх характерних особливостей і одночасно чинником, під впливом якого відбуваються суттєві зміни інших властивостей ґрунтового покриву, рослинності, ґрунтової фауни та продуктивності ґрунтової системи в цілому.

Найбільш забрудненим за вмістом рухомих форм практично всіх досліджуваних важких металів є ґрунтовий покрив міста в межах поєданого впливу промислових підприємств і транспорту (Zn 10 ГДК; Co 2-4 ГДК; Cu 3 ГДК). В межах приміської зони найбільш забрудненими є чорноземи південні біля узбіччя доріг (3-8 ГДК).

6. Ступінь токсичного впливу важких металів збільшується за рахунок їх поєданого вмісту. За сумарним показником забруднення 77 % досліджуваної території ґрунтового покриву міста мають надзвичайно небезпечний та високий рівень забруднення. Чорноземи південні приміської зони найбільш забрудненими є в межах значного впливу автомобільного транспорту (узбіччя доріг).

За показником інтенсивності забруднення ґрунтів найбільш екологічно небезпечними є ґрунти промислових та транспортних зон міста. Основним забруднюючим елементом, який може сприяти негативному впливу на здоров'я населення є цинк. Так, інтенсивності забруднення ґрунтів Zn становить 54,7-238,5.

7. Більше 80 % досліджуваної території міста Одеси має небезпечний ризик для здоров'я населення, що вказує на необхідність проведення постійного моніторингу і вживання заходів щодо зменшення забруднення міського середовища.

Встановлена наявність статистично вірогідного кореляційного зв'язку між концентрацією важких металів у ґрунтах та поширеністю захворювань населення. Найвищий кореляційний зв'язок визначено між поширеністю новоутворень та вмістом міді у ґрунтах ($r=0,570$). Наявний вірогідний зв'язок між забрудненням ґрунту цинком, свинцем та поширеністю хвороб нервової системи відповідно становить $r=0,831$ та $r=0,692$. Хвороби системи кровообігу та органів дихання корелюють із вмістом у досліджуваних ґрунтах міді ($r=0,814$). Поширеність хвороб сечостатевої системи та хвороб кістково-м'язової системи показує найвищий кореляційний зв'язок із вмістом у ґрунті кадмію відповідно $r=0,771$ та $r=0,778$. Уроджені аномалії (вади

розвитку), деформації та хромосомні порушення можуть виникнути при надмірному забрудненні ґрунтів марганцем.

8. Комплексний аналіз системи показників забруднення чорноземів південних приміської зони та ґрунтового покриву м. Одеси, запропонований автором, виявив, що зонами максимального екологічного неблагополуччя є транспортні та промислові зони міста, які визначені як «Екологічна катастрофа», що пов'язано з інтенсивним техногенним навантаженням на ці території. Найбільш «комфортною» зоною в межах міста є територія Приморського району, яка не є промисловою зоною міста.

9. Запропоновано проведення комплексних (моніторингових) досліджень ґрунтів міста та приміської зони, які знаходяться в межах значного антропогенного навантаження. Рекомендовано перелік показників та періодичність їх виконання, що дозволить розробити проекти раціонального використання території; виявити зони високого ступеня забруднення та встановити для них особливі умови господарського використання з орієнтуванням на екологічно безпечне виробництво.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ананьева О. В. Оцінка ризику для здоров'я населення, зумовленого викидами автомобільного транспорту, на території Дарницького та Дніпровського районів м. Києва. *Environment and health*. 2017. № 2. С. 44-49.
2. Андрусишина І. М., Голуб І. О., Демченко В. Ф., Лампека О. Г. Порівняльна оцінка вмісту важких металів у ґрунтах різних міських агломерацій: методологічні підходи до моніторингу довкілля. *Довкілля та здоров'я*. 2020. № 4 (97). С. 71-79.
3. Андрусишина І. М., Голуб І. О., Лампека О. Г. Еколого-гігієнічна оцінка навантаження довкілля важкими металами у системі сніг-вода-ґрунт. *Екологія та природокористування*. 2015. № 2 (18). С. 66-75.
4. Ачасова А. О. Просторова неоднорідність вмісту важких металів у ґрунті. *Вісник аграрної науки*. 2003. № 3. С. 77-78.
5. Біланич М. М., Ніколайчук В. І. Свинець, кобальт і цинк у ґрунтах Закарпатської області. *Екологія довкілля та безпека життєдіяльності*. 2008. С. 19-26.
6. Білик Т. І., Штика О. С., Падалка А. О., Цуркан К. О. Екотоксикологічна оцінка забруднення на свинець ґрунту та рослинності біля автозаправних станцій. *Наукоємні технології*, 2009. № 3. С. 1-3.
7. Бондар К. М., Макієнко О. О., Кузь Ю. В. Про магнітне забруднення підкислення ґрунтів у приміській зоні Києва порівняно з фоновими аналогами. *Геоінформатика*. 2015. № 2. С. 71-78.
8. Бондарева О. Б., Коноваленко Л. І., Мілігула О. М. Міграція та накопичення свинцю і кадмію у ґрунті і рослинах під впливом добрив. *Агроекологічний журнал*. 2012. № 3. С. 20-23.
9. Борис Я., Телегуз О. Особливості урбаноземів міста Львова. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: географія*. 2022. № 1. С. 59-65.
10. Борисов О. О., Кофанова О. В. Комплексний аналіз геохімічного стану придорожніх територій великого міста. *Вісник Національного*

технічного університету «Харківський політехнічний інститут». Серія: *Нові рішення в сучасних технологіях*. 2017. № 32 (1254). С. 91-97.

11. Бородіна Н. А., Кононенко Л. В., Висотенко О. О. Оцінка забруднення свинцем ґрунту прилеглої до автомобільної дороги території. *Збірник наукових праць Інституту геохімії навколишнього середовища*. 2016. Вип. 25. С. 89-97.

12. Бортник С. Ю., Лаврук Т. М., Тимуляк Л. М. Ґрунтовий покрив території Києва: сучасний стан і закономірності просторової організації. *Фізична географія та геоморфологія*. 2016. В. 4(84). С. 44-49.

13. Бортнік Л. М. Екологічна оцінка урболандшафтів за вмістом важких металів у системі ґрунт-рослина (на прикладі міста Харкова): автореф. дис... канд. біол. наук за спец. 03.00.16 «Екологія». Дніпропетровськ: держ. університет, 1999. 20 с.

14. Бочевар С. В. Забруднення міських ґрунтів важкими металами (на прикладі міста Одеси). *Метеорологія, гідрологія, моніторинг довкілля в контексті екологічних викликів сьогодення*: Матеріали Всеукраїнської конференції молодих вчених (16-17 листопада, м. Київ). Київ: Ніка-Центр, 2016. С. 98-100.

15. Бочевар С. В., Тригуб В. І. Фізико-хімічні властивості міських ґрунтів (на прикладі м. Одеси). *Історико-географічний дискурс проблем геосфери*: матеріали Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції. Мелітополь: МДПУ ім. Б. Хмельницького, 2016. С. 22-25.

16. Боярин М. В., Нетробчук І. М., Савчук Л. А., Аналіз впливу автотранспорту на стан атмосфери міських ландшафтів (на прикладі м. Луцьк). *Вісник Харківського національного університету. Серія «Екологія»*. 2015. Вип. 13. С. 54-60.

17. Бредіхіна Ю. Л. Сучасний стан та шляхи оптимізації деревно-чагарникових насаджень міста Мелітополя. *Біологічний вісник Мелітопольського державного педагогічного університету імені Богдана Хмельницького*. 2011. № 2. С. 6-10.

18. Булигін С. Ю., Вітвіцький С. В., Буланий О. В., Тонха О. Л. Моніторинг якості ґрунтів. Київ: Видавництво НУБіП України, 2019. 421с.
19. Важкі метали у компонентах навколишнього середовища м. Маріуполь (еколого-геохімічні аспекти) / С. П. Кармазіненко, І. В. Кураєва, А. І. Самчук, Ю. Ю. Войтюк, В. Й. Манічев. Київ: Інтерсервіс, 2014. 168 с.
20. Ванчура Н. Експериментальні дослідження вмісту важких металів в охоронних зонах автомагістралей. *Геодезія, картографування і аерофотознімання*. 2011. Вип. 75. С. 110-114.
21. Василенко І. А., Півоваров О. А., Трус І. М., Іванченко А. В. Урбоекологія. Дніпро: Акцент ПП, 2017. 309 с.
22. Васькіна І. В. Аналіз впливу автотранспортних засобів на навколишнє середовище в селітебних зонах міст. *Екологічна безпека*. 2009. № 4 (8). С. 16-19.
23. Величко В. А., Мартин А. Г., Новаковська І. О. Моніторинг ґрунтів України - проблеми землевпорядного, ґрунтознавчого та наукового забезпечення. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 7 (808). С. 5-16.
24. Вовк О. Б., Чернобай Ю. Н. Становлення та перспективи досліджень екології антропогенізованих ґрунтів. *Наукові записки державного природознавчого музею*. 2006. Вип. 22. С. 79-92.
25. Вовк О. Б. Деякі особливості та проблеми вивчення ґрунтового покриву урбоекосистем. *Сучасна екологія і проблеми сталого розвитку суспільства: Збірник науково-технічних праць*. Львів: Укр ДЛТУ, 1999. Вип. 9.8. С. 19-23.
26. Вовк О. Б. Еколого-функціональні особливості ґрунтового покриву міських парків (на прикладі м. Львова). *Ґрунтознавство*. 2004. Т. 5. № 1,2. С. 86-92.
27. Вовк О. Б. Особливості ґрунтового моніторингу в умовах міста (на прикладі м. Львова). *Екологія та ноосферологія*. 2007. Т. 18. № 1/2. С. 57-63.

28. Вовк О. Б. Оцінка екологічного стану ґрунтів урботехноекосистем Розточчя та Опілля. *Наукові записки Державного природознавчого музею*. 2000. Т.15. С. 139-146.

29. Вовк О. Б. Субстратно-функціональний підхід до класифікації антропогенних ґрунтів. *Агрохімія і ґрунтознавство: науковий збірник*. Харків: Вид-во ННЦ» ІГА ім. ОН Соколовського». 2008. Т. 69. С. 10-14.

30. Вовк О. Б. Функціональна спроможність антропогенних ґрунтів. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2002. С. 26-29.

31. Вовк О. Б. Функціонування ґрунтів в умовах посиленого антропогенного впливу. *Науковий вісник УжНУ. Сер. біологія*. 2001. Вип. 9. С. 33-35.

32. Войтюк Ю. Ю., Кураєва І. В., Самчук А. І., Манічев В. Й. Вплив діяльності підприємств чорної металургії на вміст і форми знаходження важких металів у об'єктах навколишнього середовища. *Мінералогічний журнал*. 2011. Т. 33, № 3. С. 77-83.

33. Войцицький А. П., Мойсієнко В. В., Ключко А. П., Шваб С. Б., Скорий О. С. Урбоекологія. Житомир: ЖНАЕУ, 2015. 264с.

34. Волкова Т. П., Сніжок І. С. Аналіз та оцінка впливу металургійних підприємств на забруднення ґрунтів Донецької області. *Наукові праці ДонТУ. Сер. «Гірничо-геологічна»*. 2012. Вип. 16(206). С. 73-78.

35. Волощинська С. С. Важкі метали в ґрунтах урбоекосистеми м. Ковеля. *Біологічні системи*. Т. 4. Вип. 2. 2012. С. 145-148.

36. Волкова Т. П., Сніжок І. С. Аналіз та оцінка впливу металургійних підприємств на забруднення ґрунтів Донецької області. *Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: Гірничо-геологічна*. 2012. Вип. 16. С. 73-78.

37. Волошин І. М., Лепкий М. І. Еколого-географічні проблеми урбосистем Волинської області. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2004. 239 с.

38. Волошин І. М., Матвійчук Л. Ю., Лепкий М. І. Особливості геохімічного забруднення приавтомагістральних смуг Волині. Луцьк: Терен, 2009. 245 с.
39. Волощинська С. С. Еколого-геохімічна оцінка урбоекосистеми міста Ковель: автореф. дис. на здобуття наук. ступ. канд. біол. наук: 03.00.16, Дніпропетровський нац. ун-т ім. О. Гончара. Дніпропетровськ, 2012. 20 с.
40. Гавриленко О. П. Геоекологічне обґрунтування проектів природокористування. Київ: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2008. 304 с.
41. Гавриш Н. С. Правове забезпечення моніторингу ґрунтів в Україні. *Часопис цивілістики*. 2015. Вип. 19. С. 18-22.
42. Гаврюшова О. Є. Екологічні аспекти трансформації міських ґрунтів під штучними покриттями. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2013. (3-4). С. 164-167.
43. Генеральний план міста Одеси. URL: <https://omr.gov.ua/ua/city/departments/uag/generalniy-plan-g-odessi/>
44. Геник Я. В. Нагромадження важких металів у ґрунтах та фітомасі комплексної зеленої зони міста Львова: автореф. дис. на здобуття наук. ступ канд. с.-г. наук. Львів, 1994. 23 с.
45. Гічка М. М. Дистанційне зондування в системі моніторингу ґрунтів України. *Вісник аграрної науки*. 2005. № 12. С. 72-75.
46. Головне управління статистики в Одеській області. URL: <http://www.od.ukrstat.gov.ua>
47. Голубець М. А. Урбанізація, її соціальна суть та екологічні наслідки. Львів: Академ. експрес, 1999. С. 3-5.
48. Гомонай В. І., Богоста А. С., Лобко В. Ю. Забруднення ґрунтів деяких населених пунктів Закарпатської області. *Науковий вісник УжНУ. Серія «Хімія»*. 2010. № 23. С. 73-76.

49. Гомонай В. І., Богоста А. С., Ходаковський В. С., Лобко В. Ю. Динаміка зміни вмісту важких металів в ґрунтах м. Ужгорода. *Вісник УжНУ. Серія Хімія*. 2009. № 22. С. 139-142.

50. Гомонай В. І., Ходаковський В. С., Лобко В. Ю. Вміст важких металів в ґрунтах м.Ужгорода. *Вісник УжНУ. Серія Хімія*. 2005. Випуск 13. С. 74-76.

51. Гончаренко Т. П., Жицька Л. І. Дослідження якості міських ґрунтів (м. Черкаси). *Вісник Черкаського державного технологічного університету. Серія: Технічні науки*. 2014. № 4. С. 89-94.

52. Горова А. І., Павличенко А. В., Борисовська О. О., Ґрунтова В. Ю., Деменко О. В. Біоіндикація. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт студентами напряму підготовки 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування». Д.: Національний гірничий університет, 2014. 76 с.

53. Григорчук І. Д. Використання рослинних біоіндикаторів для оцінки токсичності ґрунтів на території м. Кам'янця-Подільського. *Біологічні системи*. 2016. Т. 8, Вип. 2. С. 212-218.

54. Грицик В., Канарський Ю., Бедрій Я. Екологія довкілля. Охорона природи. К. : Кондор, 2018. 290 с.

55. Гришко В. М., Сишиков Д. В., Піскова О. М. та ін. Важкі метали: надходження в ґрунти, транслокація у рослинах та екологічна небезпека. Донецьк: Донбас, 2012. 303 с.

56. Гришко В. М. Вміст різних за рухомістю форм цинку в ґрунтах урбанізованих територій. *Біологічні системи*. 2012. Т. 4, № 2. С. 149-153.

57. Гришко В. М., Сищикова О. В., Данильчук О. В. Вміст різних за рухомістю форм важких металів в едафотопях, що зазнають техногенного впливу. *Вісник Дніпропетровського університету. Серія Біологія. Екологія*. 2001. Вип. 10. Т. 1. С. 181-185.

58. Гунько С. О. Морфологічні особливості ґрунтів міста Дніпродзержинськ. Матеріали I Міжнародної науково-практичної конференції, 19 вересня 2015 р. Київ : «Архіваріус», 2015. С. 5-11.

59. Гунько С. О. Закономірності розподілу кадмію в едафотопях урбанізованих територій м. Кам'янське. Дис... канд. біолог. наук за спеціальністю 03.00.16 «Екологія». Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Дніпро, 2021. 188 с.

60. Гунько С. О. Кадмій у ґрунтах м. Дніпродзержинськ. *Вісник Дніпропетровського університету. Серія: Біологія. Медицина.* 2011. Вип. 2(1). С. 23-30.

61. Гуральчук Ж. З. Фітотоксичність важких металів та стійкість рослин до їх дії. Київ: Логос, 2006. 208 с.

62. Гутаревич Ю. Ф., Зеркалов Д. В., Говорун А. Г., Корпач А. О., Мержиєвська Л. П. Екологія та автомобільний транспорт. Київ: Арістей, 2006. 292 с.

63. Гуцуляк В. М., Дячук А. І., Танасюк М. В. Морфо-генетичні ознаки ґрунтів міста Чернівці. *Агрохімія і ґрунтознавство.* Харків: ННЦ «ІГА імені О. Н. Соколовського», 2008. Вип. 69. С. 107-112.

64. Ґрунтові ресурси Одеської області / Куліджанов Е. В., Голубченко В. Ф., Авчінніков В. А. та ін.; під ред. В. Ф. Голубченка. Одеса: Одеська філія ДУ «Держґрунтохорона», 2014. 48 с.

65. Джура Н. М., Романюк О. І., Гонсьор Я., Цвілинюк О. М., Терек О. І. Використання рослин для рекультивації ґрунтів, забруднених нафтою і нафтопродуктами. *Екологія та ноосферологія.* 2006. Т. 17, Вип. 1-2. С. 55-60.

66. Дмитрук Ю. М. Елементний склад урбоґрунтів селитебних ландшафтів (на прикладі м. Чернівці). *Наукові записки Вінницького педуніверситету. Серія. Географія.* 2010. № 21. С. 290-297.

67. Дмитрук Ю. М., Назаренко І. І., Тураш М. М., Назарок П. Г. Особливості вмісту та розподілу важких металів у ґрунтах Горганів. *Ґрунтознавство.* 2005. Т. 6, № 1-2. С. 53-61.

68. Довгалюк А. Забруднення довкілля токсичними металами та його індикація за допомогою рослинних тестових систем. *Біологічні студії*. 2013. № 1. С. 197-204.

69. Домусчи С. В. Екологічний стан ґрунтів міста Одеси. *Новини науки XXI століття, XXIV Міжнародна науково-практична інтернет-конференція*. м. Вінниця, 23 листопада 2018 року. Ч.7. С. 25-29.

70. Домусчи С. В., Тригуб В. І. Аналіз геохімічного стану придорожніх територій великого міста. *The VIII th International scientific and practical conference «Modern problems in science»*, November 09-12, 2020, Prague, Czech Republic. P. 205-210.

71. Домусчи С. В., Тригуб В. І. Біотестування як метод визначення екологічного стану міських ґрунтів. *Наукові записки ТДПУ імені Володимира Гнатюка. Серія: Географія*. 2020. № 2 (випуск 49). С. 156-164.

72. Домусчи С. В., Тригуб В. І. Вплив урбаністичного середовища на екологічний стан ґрунтового покриву. *Місце України в європейському просторі: геопросторові риси та європейська уніфікація: матеріали всеукраїнського семінару, присвяченого Дню Європи – 2021 (18 травня 2021 р.)*. Тернопіль: Вектор, 2021. С. 51-53.

73. Домусчи С. В., Тригуб В. І. Застосування ГІС-технологій у дослідженні міських ґрунтів. *Гідротехнічне будівництво: минуле, сьогодення, майбутнє: Матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених, 28-29 жовтня 2021 р.* Херсон: ХДАЕУ, 2021. Вип. 4. С. 123-126.

74. Домусчи С. В., Тригуб В. І. Моніторинг міських земель. *Сучасні тенденції розвитку геодезії, землеустрою та природокористування: збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції (м. Одеса, 15-16 червня 2022 р.)*. ОДАУ, Факультет геодезії, землеустрою та агроінженерії. Одеса, 2022. С. 113-116.

75. Домусчи С. В., Тригуб В. І. Ризик для здоров'я населення від забруднення ґрунтів важкими металами (на прикладі міста Одеси).

Горизонти ґрунтознавства: збірник матеріалів наукової конференції студентів і аспірантів (м. Львів, 17 травня 2022 року). Вип. 2. Львів, 2022. С. 50-56.

76. Домусчи С. В., Тригуб В. І. *Changement des propriétés du sol dans la ville d'Odessa sous l'influence du transport automobile et des entreprises industrielles. The XIII International Science Conference «Development of modern science: theory, methodology, practice»*, March 18 -19, 2021, Madrid, Spain. P. 55-58.

77. Домусчи С. В., Тригуб В. І. Целюлозолітична активність ґрунтів міста Одеси. *Вісник Одеського національного університету. Серія: Географічні та геологічні науки*. 2022. Т. 27. Вип. 1 (40). С. 61-71.

78. Домусчи С., Тригуб В. Сьвременно екологічно и геохимично състояние на почвите в парковете на град Одеса (Украйна). *Проблеми на географията*. 2022. С. 115-127.

79. ДСТУ 4114-2002. Ґрунти. Визначання рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Мачигіна. Офіц. вид. Чинний від 01.01.2003. К.: Державний комітет України з питань технічного регулювання та споживчої політики, 2002. 7 с.

80. ДСТУ 4289:2004. Якість ґрунту. Методи визначання органічної речовини. Чинний від 2005-07-01. К.: Держспоживстандарт України, 2005. 14 с.

81. ДСТУ 4730:2007. Якість ґрунту. Визначання гранулометричного складу методом піпетки в модифікації Н. А. Качинського. Вид. офіц. Чинний від 2008-01-01. К.: Держспоживстандарт України, 2008. 13 с.

82. ДСТУ 4770.1:2007. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук марганцю в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. Вид. офіц. Чинний від 2009-01-01. К.: Держспоживстандарт України, 2009. 9 с.

83. ДСТУ 4770.2:2007. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук цинку в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8

методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. Вид. офіц. Чинний від 2009-01-01. К.: Держспоживстандарт України, 2009. 9 с.

84. ДСТУ 4770.3:2007. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук кадмію в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. Вид. офіц. Чинний від 2009-01-01. К.: Держспоживстандарт України, 2009. 9 с.

85. ДСТУ 4770.5:2007. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук кобальту в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. Вид. офіц. Чинний від 2009-01-01. К.: Держспоживстандарт України, 2009. 9 с.

86. ДСТУ 4770.6:2007. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук міді в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. Вид. офіц. Чинний від 2009-01-01. К.: Держспоживстандарт України, 2008. 9 с.

87. ДСТУ 4770.9:2007. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук свинцю в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. Вид. офіц. Чинний від 2009-01-01. К.: Держспоживстандарт України, 2009. 9 с.

88. ДСТУ 7300:2013. Якість ґрунту. Класифікація ґрунтів. Терміни та визначення понять. Вид. офіц. Київ: Мінекономрозвитку України, 2014. 23 с.

89. ДСТУ 7908:2015. Якість ґрунту. Визначення хлорид-іона у водній витяжці. Чинний від 2016-07-01. Київ: УкрНДНЦ, 2016. 10 с.

90. ДСТУ 7909:2015. Якість ґрунту. Визначення сульфат-іона у водній витяжці. Чинний від 2016-07-01. Київ: УкрНДНЦ, 2016. 7 с.

91. ДСТУ 7861:2015. Якість ґрунту. Визначення обмінних кальцію, магнію, натрію і калію в ґрунті за Шолленбергером у модифікації ННЦ ІГА імені О. Н. Соколовського. Чинний від 2016-07-01. Київ: УкрНДНЦ, 2016. 6 с.

92. ДСТУ 7944:2015. Якість ґрунту. Визначення іонів натрію і калію у водній витяжці. Чинний від 2016-09-01. Київ: УкрНДНЦ, 2016. 6 с.

93. ДСТУ 7945:2015. Якість ґрунту. Визначення іонів кальцію і магнію у водній витяжці. Чинний від 2016-09-01. Київ: УкрНДНЦ, 2016. 7 с.

94. ДСТУ 8346:2015. Якість ґрунту. Методи визначення питомої електропровідності, рН і щільного залишку водної витяжки. Чинний від 2017-07-01. Київ: УкрНДНЦ, 2017. 6 с.

95. ДСТУ ISO 10381-5:2009. Якість ґрунту. Відбирання проб. Частина 5. Настанови з процедури дослідження міських і промислових ділянок щодо забрудненості ґрунту (ISO 10381-5:2005, IDT). Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2018. 28 с.

96. ДСТУ ISO 11465-2001. Якість ґрунту. Визначання сухої речовини та вологості за масою. Гравіметричний метод (ISO 11465:1993, IDT). Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2001. 10 с.

97. Дудин Р. Б., Левусь Т. М., Фітак М. М. Стан вуличних насаджень центральної частини Хмельницького. *Науковий вісник НЛТУ України*, 2016, Вип. 26.1. С. 41-46.

98. Дядькова К. Л., Козловський В. І. Важкі метали в ґрунтах зелених зон міста Мелітополя (Запорізька область, Україна). *Ґрунтознавство*. 2012. т. 13. № 1-2. С.79-83.

99. Жицька Л. І., Байрак О. М. Дослідження вмісту важких металів едафотопів урбосистем міста Черкаси. *Вісник Черкаського університету: Збірник наукових праць. Серія: Біологічні науки*. 2006. Вип. 91. С. 50-60.

100. Жицька Л. І., Гончаренко Т. П., Пономаренко О. В. Екологічна оцінка ризиків використання пересувних джерел автотранспорту на урбанізованих територіях. *Вісник Черкаського державного технологічного університету. Серія: Технічні науки*. 2017. С. 58-69

101. Жуков М. Н., Кураєва І. В., Войтюк Ю. Ю. Комплексна оцінка стану забруднення ґрунтів м. Маріуполь методом головних компонент. *Geoinformatika*. 2015. № 3. С. 60-67.

102. Журавльова І. М. Агрохімічні аспекти проявлення токсичності важких металів у системі ґрунт-рослина: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. сільськогоспод. наук : спец. 06.01.04. Х.: ННЦ ІГА, 2015. 24 с.

103. Закон України «Про відходи» від 05.03.1998 № 187/98-ВР зі змінами та доповненнями. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/187/98-%D0%B2%D1%80#Text>

104. Закон України «Про державний контроль за використанням та охороною земель» від 19.06.2003 № 963-IV зі змінами та доповненнями. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/963-15#Text>

105. Закон України «Про землеустрій» від 22.05.2003 № 858-IV зі змінами та доповненнями. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/858-15#Text>

106. Закон України «Про охорону земель» від 19.06.2003 № 962-IV зі змінами та доповненнями. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/962-15#Text>

107. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» від 25.06.1991 № 1264-XII зі змінами та доповненнями. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text>

108. Зелінська Н. Ю. До питання про особливості антропогенно-утворених ґрунтів міста Одеси та їх систематики. *Вісник Одеського національного університету. Серія географічні та геологічні науки*. 2011. Т. 6. № 9. С. 5-9

109. Земельний кодекс України, 1990 з урахуванням змін. Закон від 18.12.1990 № 561-XII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/561-12#Text>

110. Земельний кодекс України, 2001 з урахуванням змін. Закон від 25.10.2001 № 2768-III. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2768-14#Text>

111. Злобін Ю. А., Кочубей Н. А. Загальна екологія. Суми: Університетська книга, 2012. 414 с.

112. Іващенко Т. Г., Пушкарьова І. . Визначення забруднюючих речовин ґрунту територій промислових підприємств та ідентифікація їх

екологічної небезпеки. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2014. № 4. С. 102-105.

113. Іващенко Т. Г., Пушкарьова І. Д. Оцінка екологічного стану ґрунтів територій Сакського державного хімічного заводу. *Екологічна безпека*. 2014. №1/2014(17). С. 64-68.

114. Іванюк Г. С. Аналіз «Систематики ґрунтів Польщі». *Вісник Львівського університету. Серія географічна*. 2013. № 44. С. 122-132.

115. Іванюк Г. С. Класифікація і діагностика ґрунтів. Львів: ЛНУ імені Івана Франка. 2017. 339 с.

116. Івус Г. П., Агайар Э. В. Фізико-статистичний аналіз і прогноз слабкого вітру та інверсій температури над територією Північно-Західного Причорномор'я. Одеса: ТЕС. 2018. 201 с.

117. Ільїна В. Аналіз еколого-хімічного стану ґрунтів м. Одеса для цілей моделювання якості ґрунтів урбанізованих територій. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2020. (97). С. 146-152.

118. Інструкція з проведення ґрунтово-сольової зйомки на зрошуваних землях України. ВНД 33-5.5-11-2002. Державний комітет України по водному господарству. Київ. 2002. 34 с.

119. Інтегральні та комплексні оцінки стану навколишнього природного середовища: монографія / О. Г. Васенко, О. В. Рибалова, С. Р. Артем'єв, Н. С. Горбань, Г. В. Коробкова, В. О. Полозенцева, О. В. Козловська, А. О. Мацак, А. А. Савічев. Х: НУГЗУ, 2015. 419 с.

120. Канівець В. І. Процеси ґрунтоутворення в буроземно-лісній зоні і класифікація буроземів. Чернігів, ЧДІЄ і У, 2012. 248 с.

121. Каськів М. В., Лико Д. В. Біоіндикація урбанізованих територій на прикладі м. Рівне. *Стан природних ресурсів, перспективи їх збереження та відновлення: тези доповідей на II Міжнародній науково-практичній конференції (Трускавець, 6-9 жовтня 2012 р.)*. Трускавець: ДПУ, 2012. С. 179-181.

122. Клименко М. О. Пилипенко Ю., Мороз О. Екологія міських систем. Херсон: ОЛДІ-плюс, 2010. 292 с.

123. Клименко Т. К. Вплив ґрунтових властивостей на розподіл валових форм важких металів у ґрунтах урбосистем м. Дніпродзержинська. *Збірник наукових праць НГУ*. 2012. № 38. С. 222-227.

124. Клименко Т. К. Біоекологічні особливості розподілу важких металів в урбоекосистемах промислового Дніпродзержинська: автореф. дис. на здобуття наук. ступ. канд. біол. наук: 03.00.16. Дніпропетровський нац. ун-т ім. О. Гончара. Дніпропетровськ, 2007. 20 с.

125. Клименко Т. К. Особливості розповсюдження важких металів в ґрунтах урбоекосистем Придніпровського регіону (на прикладі м. Дніпродзержинська). *Вісник Дніпропетровського університету. Серія. Біологія, екологія*. 2004. Вип. 12. № 1. С. 72-75.

126. Клименко Т. К., Кармазіна В. В. Розподіл рухомих і потенційно-рухомих форм важких металів у ґрунтах урболандшафтів м. Дніпродзержинська. *Екологія та інженерія*. 2006. С. 78-79.

127. Клос В. Р., Жовинський Е. Я., Крюченко Н. О. Еколого-геохімічна оцінка забруднення ґрунтів міських агломерацій Київської області. *ScienceRise*. 2015. № 3(1). С. 34-37.

128. Князь С. В., Страп О. М., Лучко Г. Й. Впровадження повітроочисних установок промисловими підприємствами в системі заходів захисту довкілля. *Ефективна економіка*. 2014. № 2. С. 15-20.

129. Колодочка О. М. Еколого-гігієнічна оцінка забруднення ґрунту і суміжних об'єктів довкілля важкими металами та їх впливу на здоров'я населення в умовах техногенного навантаження: автореф. канд. дис: К., 2005, 20 с.

130. Конституція України. Закон від 28.06.1996 № 254к/96-ВР. Ст. 13, 14. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/254%D0%BA/96%D0%B2%D1%80#Text>

131. Корабльова А. І. Екологія: взаємовідносини людини і середовища: навч. посіб. для студ. екол. спец. вищ. навч. закл. Донецьк: Поліграфіст, 2003. 364 с.
132. Корнелюк Н. М., Хоменко О. М., Мислюк О. О. Еколого-геохімічна оцінка забруднення ґрунтів м. Черкаси важкими металами. *Екологічна безпека*. 2019. № 2 (28). С.44-51.
133. Корсун С. Г., Довбаш Н. І., Оліферчук В. П. Залежність біологічної активності ґрунту від забрудненості екотопів важкими металами. *Агроекологічний журнал*. 2016. № 3. С. 56-61.
134. Крайнюков О. М., Кривицька І. А. Удосконалення способу визначення ступеня забрудненості ґрунтів методом біотестування. *Вісник ЗГУ. Біологічні науки*. 2018. №. 1. С. 83-90.
135. Крайнюков О. М., Кривицька І. А. Еколого-токсикологічна оцінка впливу хімічного підприємства на ґрунтовий покрив. *Екологія та ноосферологія*. 2019. № 30 (1). С. 39-43.
136. Крайнюкова А. М. Біотестування – метод оцінки токсичних властивостей компонентів природного середовища та джерел їх забруднення. *Проблеми охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки*. Харків: Райдер, 2006. Вип. XXVIII. С. 15-33.
137. Кривицька І. А. Біологічний моніторинг ґрунтів рекреаційних зон м. Маріуполь. *Екологічні науки*. Київ, 2019. № 1(24). С. 66-70.
138. Кривицька І. А. Вплив підприємства машинобудівельного профілю на екологічний стан ґрунтового покриву суміжних територій. *Екологічні науки*. 2019. № 2(25). С. 89-93.
139. Кривицька І. А. Діагностика та моніторинг забруднення ґрунтів важкими металами в урбанізованих ландшафтах Приазов'я: дис... канд.. біолог. наук за спеціальністю 03.00.18 «Ґрунтознавство» (Біологічні науки). Харків, 2020. 187 с.

140. Кривицька І. А., Іванов О. В., Стріян К. О. Екологічна оцінка антропогенно перетворених ґрунтів м. Харкова. *Young Scientist*. 2018. № 4 (56). С. 395-399

141. Кривицька І. А., Черкашина Ю. Ю., Чижик Н. В. Екологічна оцінка забруднення ґрунтів м. Дергачі Харківської області важкими металами. *Охорона довкілля: зб. наук. статей XIII Всеукраїнських наукових Таліївських читань (19–22 квітня 2017 р.)*. Харків, 2017. С. 63-64.

142. Криштоп Є. А., Волощенко В. В. Міські ґрунти як невід'ємний елемент урбанізованих і техногенно забруднених територій. *Вісник ХНАУ ім. В.В. Докучаєва*. Харків. 2013. № 2. С. 200-206.

143. Кузьменко Є. І., Кузьменко А. С. Оцінка фітотоксичності важких металів в умовах моно- і поліелементного забруднення ґрунту. *Агроекологічний журнал*. Київ. 2013. №1. С. 33-35.

144. Кулик М. І., Лісняк А. А., Торма С. Забруднення ґрунтового покриву важкими металами, привнесених відпрацьованими моторними мастилами. *Вісник ХНУ ім. В.Н. Каразіна. Серія «Екологія»*. 2016. Вип. 15. С. 122-127.

145. Кураєва І. В., Войтюк Ю. Ю., Матвієнко О. В., Мусіч О. Г. Біогеохімічні критерії оцінки екологічного стану ґрунтового покриву міських агломерацій. *Пошукова та екологічна геохімія*. 2015. № 1. С. 3-8.

146. Кураєва І. В., Самчук А. І., Сорокіна Л. Ю., Голубцов О. Г., Войтюк Ю. Ю. Розподіл важких металів у ґрунтах південнополіських ландшафтів Києва та приміської зони. *Мінералогічний журнал*. 2010. Т. 32. № 1. С. 77-90.

147. Кучерявий В. П. Загальна екологія. Львів: Світ, 2010. 510 с.

148. Кучерявий В. П. Урбоекологія. Львів: Світ, 2001. 440 с.

149. Кучерявий В. П., Крамарець В. О., Соломаха Т. Д., Соломаха В. А. Зонування території м. Львова за спонтанною рослинністю. *Укр. ботан. журн.* 1991. Т. 48. № 5. С. 51-56.

150. Лігус Г. М. Оцінка екологічного стану ґрунтів м. Вінниці. *Збірник наукових праць ВНАУ*. 2011. № 9 (49). С. 197-210
151. Луцишин О. Г., Радченко В. Г., Палапа Н. В., Яворовський П. П. Фізико-хімічні властивості ґрунтів в умовах Київського мегаполісу. *Доповіді Національної академії аграрних наук України*. 2011. Вип. 3. С. 197-204.
152. М 218-02070915-674:2010. Методика визначення рівня завантаженості та пропускної здатності автомобільних доріг. Київ, 2010. URL: <http://online.budstandart.com>
153. Мірзак О. В. Фізичні параметри міських ґрунтів (на прикладі міста Дніпропетровська). *Екологія та ноосфера*. 1999. Вип. 6. № 1/2. С. 208-211.
154. Маджд С. М., Бовсуновський Є. О., Тагачинська О. В. Наукові методи контролю якості ґрунтів як індикатора екологічної небезпеки на техногенно навантажених територіях. *Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського*. 2016. № 2 (1). С. 115-121.
155. Макаренко Н. А., Паращенко І. В. Рухомість свинцю у різних типах ґрунтів України під впливом природних та антропогенних чинників. *Агроекологічний журнал*. 2007. № 3. С. 34-39.
156. Макаренко Н. Контроль за вмістом важких металів у ґрунті. *Вісник аграрної науки*. 2001. № 4. С. 55-57.
157. Маловічко О. В., Головня Ю. П. Екологічний аналіз наслідків стану забруднення автомагістралей Києва. *Вісник НАУ*. 2008. Т. 37, № 4. С. 89-92.
158. Марінін І. Л., Єнгаличева О. Р. Основні характеристики та просторовий розподіл острова тепла у м. Одеса, *Вісник Одеського державного екологічного університету*. 2010. Вип.10, С. 135-142.
159. Мацібора О. В., Кураєва І. В., Войтюк Ю. Ю. Застосування просторової інтерполяції для аналізу розподілу важких металів у міських ґрунтах. *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія 4: Географія і сучасність*. 2014. № 20. С. 25-31.

160. Медведєв В. В. Моніторинг ґрунтів України. Концепція, попередні результати. Принципи та завдання ґрунтового моніторингу. Ґрунтознавство. 1983. № 11. С. 8-16.
161. Медведєв В. В. Моніторинг ґрунтів України. Концепція. Підсумки. Завдання. Х.: КП «Міська друкарня», 2012. 536 с.
162. Медведєва О. В. Досвід класифікації міських ґрунтів степової зони України. *Ґрунтознавство*. 2004, Т. 5, №. 1-2. С. 34-39.
163. Мельник В. Й., Стернік В. М. Обґрунтування комплексних моніторингових досліджень урбоедафотопів міста Рівне. *Біологія і валеологія: збірник наукових праць*. 2015. Вип. 17. С.12-17.
164. Мельник В. Й., Цибульська Н. В. Забруднення ґрунтів території м. Рівне. *Вісник НУВГП. Збірник наукових праць*. 2010. Випуск 4 (45). Частина 2. С. 86-91
165. Методика проведення агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення / За ред. Яцука І. П., Балюка С. А. Київ, 2013. 104 с.
166. Миронець А. Антропогенез ґрунтів міста Чернівці. *Ландшафти та геоекологічні проблеми Дністровсько-Прутського регіону*. 2005. С. 203-205.
167. Мислива Т. М., Герасимчук Л. О. Важкі метали в урбоземах агроселітебних ландшафтів південно-західної частини м. Житомира. *Науковий вісник Нац. ун-ту біоресурсів і природокористування України*. 2011. Вип. 162. С. 155-164.
168. Мислива Т. М., Надточій П. П., Герасимчук Л. О. та ін. Ведення сільськогосподарського виробництва у приватному секторі в умовах посиленого антропогенного впливу на навколишнє середовище. Житомир, 2011. 50 с.
169. Мислива Т. М., Онопрієнко Л. О. Важкі метали в урбоедафатопах і фітоценозах та території м. Житомира. *Вісник ХНАУ*. 2009. № 2.С. 134-142.

170. Мислюк О. О., Хоменко О. М., Єгорова О. В. Екологічна оцінка кислотно-основних властивостей урбоземів м. Черкаси. *Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського*. 2019. Вип. 4 (117). С. 23-59
171. Мірзак О. В. Досвід дослідження ґрунтів великих промислових центрів степової зони України (на прикладі м. Дніпропетровська). *Ґрунтознавство*. 2001. Т. 1. № 1-2. С. 87-92.
172. Мірзак О. В. Екологічні особливості едафотопів урбанізованих територій степової зони України (на прикладі міста Дніпропетровська): дис... канд. біол. наук: 03.00.16. Дніпропетровський національний ун-т. Д., 2002. 249 с.
173. Мірошниченко М. М., Кривицька І. А. Фітотоксичність міських ґрунтів в урболандшафтах міста Маріуполь. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2016. Вип. 85. С. 6-11.
174. Мотузова Г. В. Зміст, завдання і методи ґрунтово-екологічного моніторингу. *Ґрунтово-екологічний моніторинг і охорона ґрунтів*. М.: Издательство МГУ, 1994. С. 801–04. 96.
175. Мотузова Г. В. Сполуки мікроелементів у ґрунтах. М.: Едіторіал УРСС, 1999. 168 с.
176. Мягченко О. П. Основи екології. К.: Центр учбової літератури, 2010. 310 с.
177. Назаренко І. І., Польшина С. М. Нікорич В. А. Ґрунтознавство. Чернівці: Книги ХХІ, 2004. 400 с.
178. Некос В. Ю., Шимель О. О. Вміст важких металів в ґрунтах і овочевій продукції вирощених на території Київського району м. Харкова. Людина і довкілля. *Проблеми неоекології*. 2010. № 1 (14). С. 79-84.
179. Немерцалов В. В., Коваленко С. Г. Васильєва, Т. В. Деревно-кущові рослини американського походження у флорі міста Одеси. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2016. Вип. 26.5. С. 133-139.
180. Обстеження та районування території за ступенем впливу антропогенних чинників на стан об'єктів довкілля з використанням

цитогенетичних методів: методичні рекомендації / А. І. Горова, С. А. Риженко, Т. В. Скворцова та ін.; відповід. ред.: А. М. Пономаренко, С. А. Омельчук. К.: 2007. 36 с.

181. Оверковська Т. Еколого-правові засади охорони ґрунтів. *Екологічне право*. 2020. С. 98-105.

182. Одеський регіон: передумови формування, структура та територіальна організація господарства / О. Г. Топчієв та ін.; за заг. ред. проф. О. Г. Топчієва; Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова. Одеса: Астропринт, 2012. 332с.

183. Олексійченко Н. О., Ліханов А. Ф., Костенко С. М. Фізіологічний стан асиміляційних органів рослин роду липа (*tilia l.*) в умовах міста Києва. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2016, Вип. 26.7. С. 30-38.

184. Панас Р., Маланчук М. Класифікація техногенних ґрунтів: сучасні методичні підходи. *Геодезія, картографія і аерофотознімання*. 2009. № 72. С. 122-127.

185. Паньків З. Забруднення важкими металами ґрунтів міста Бурштин Івано-Франківської області. *Вісник Львівського університету*. Серія географічна. 2007. Вип.34. С. 189-192.

186. Папіш І. Я., Іванюк Г. С., Позняк С. П., Кіт М. Г. Принципи і структура класифікації ґрунтів України. *Ґрунтознавство*. 2008. Т. 9, № 3-4. С. 33-40.

187. Пасічний Г. В., Сердюк, С. М. Геоекологічні моніторингові дослідження вмісту важких металів в ґрунтах техногенно змінених ландшафтів (на прикладі м. Дніпродзержинська. *Вісник Дніпропетровського університету*. *Геологія, географія*. 2002. № 4. С. 161-166.

188. Пилипенко Ю. В., Скок С. В. Оцінка рівня забруднення ґрунту важкими металами в межах міської системи (на прикладі м. Херсон). *Біологія та Валеологія. Зб. наукових праць Харківського національного педагогічного університету імені Г. С. Сковороди*. 2015. Вип. 17. С. 138-145.

189. Півень М. В. Антропологічне перетворення ґрунтового покриву міських та приміських територій. *Сучасні проблеми екології та гідротехнологій*. 2008. № 5. С. 386-388.

190. Підкова О. Оцінка екологічних функцій ґрунтів міста Києва. *Молодий вчений*. 2020. № 1 (77) С. 57-61.

191. Плодиста Н. І., Осередчук Р. С. Основні шляхи забруднення агроєкосистем кадмієм та його вплив на організм тварин. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. Гжицького*. 2010. Т. 12, № 3(4). С. 249-254.

192. Позняк С. П. Ґрунтознавство і географія ґрунтів. У двох частинах. Ч. 2. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2010. 286 с.

193. Позняк С. П., Телегуз О. Г. Антропогенні ґрунти. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2021. 200 с.

194. Поліщук О. І., Антоняк Г. Л. Вплив транспортного навантаження на елементний склад ґрунту у приміській зоні м. Львова. *Екологічні науки*. 2021. № 5(38). С. 81-86

195. Польчина С. М. Регуляторна функція лісопаркових насаджень в урбопедогенезі. *Екологія та ноосферологія*. 2006. Т.17. № 1-2. С.122-128.

196. Полупан М. І., Величко В. А. Номенклатура та діагностика екологогенетичного статусу ґрунтів України. К.: Аграрна наука, 2014. 496 с.

197. Полупан М. І., Соловей В. Б., Величко В. А. Класифікація ґрунтів України. К.: Аграрна наука, 2005. 300 с.

198. Полупан М. І., Соловей В. Б., Кисіль В. І., Величко В. А. Визначник еколого-генетичного статусу та родючості ґрунтів України. К.: Колообіг, 2005. 304 с.

199. Постанова Кабінету Міністрів України від 20 серпня 1993 р. № 661 «Про затвердження Положення про моніторинг земель». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/661-93-%D0%BF#Text>

200. Постанова Кабінету Міністрів України від 26.02.2004 № 51 «Про затвердження Положення про моніторинг ґрунтів на землях

сільськогосподарського призначення». URL:
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0383-04#Text>

201. Постанова Кабінету Міністрів України від 30 березня 1998 р. № 391 «Положення про державну систему моніторингу довкілля». URL:
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/391-98-%D0%BF#Text>

202. Потапенко В. Г., Шевчук І. В. Проблеми державної системи екологічного моніторингу в Україні та шляхи їх подолання. *Аналітична записка*. 2012. 5 с.

203. Прибилова В. М. Оцінка впливу техногенного навантаження на геологічне середовище та особливості накопичення забруднювачів у зоні розміщення Зміївської ТЕС (Харківська область). *Вісник Харківського національного університету ім. В. Н. Каразіна. Сер. Геологія-географія-екологія*. 2013. № 1084. С. 237-243.

204. Рабош І. О., Кофанова О. В., Підгорний А. В. Вивчення забруднення урбаноземів об'єктами автотранспортного комплексу. *Енергетика: економіка, технології, екологія*. 2018. № 2. С. 133-142

205. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Одеській області у 2021 році. Одеса, 2022. 214 с. URL:
<https://ecology.od.gov.ua/zvity>

206. Рибак В. А. Інтегральна оцінка екологічного стану урбанізованих територій. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2015. 25(5). С. 135-145.

207. Рибалова О. В., Бригада О. В., Макаров Є. О., Бондаренко О. О. Новий метод оцінки ризику для здоров'я населення від впливу забруднення ґрунтів важкими металами. *Міжнародна науково-практична конференція «Problems of Emergency Situations»*, 2019. С. 79-99.

208. Ричак Н. Л. Особливості екологічного стану міських ґрунтів. *Людина і довкілля. Проблеми неоекології*. 2009. № 2 (13). С. 74-79.

209. Русіло П. О., Костюк В. В., Афонін В. М. Вплив на довкілля автомобільного транспорту на всіх стадіях його життєвого циклу. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2008. Вип. 18.3. С. 85-89

210. Рязанова М. Є. Мідь як важливий елемент для росту і розвитку рослин. *Наук. Вісник Ужгород. університету. Серія Біологія*. 2013. Вип. 35. С. 25-29
211. Савицька О. В. Ландшафтно-геохімічні умови міграції речовин в ґрунтах зелених насаджень м. Києва. *Регіональні екологічні проблеми: матеріали наук.-практ. конф. Київ, 2002*. С. 220-223.
212. Самохвалова В. Л., Гринченко Т. О., Журавльова І. М., Мандрика О. В. Біоремедіація системи «ґрунт-ґрунтова біота-рослина» при забрудненні важкими металами як фактору хімічної та біологічної деградації. *Ecology and noospherology*. 2015. Vol. 26. №. 3-4. С. 80-95.
213. Самохвалова В., Фатєєв А., Лучникова Є. Еколого-геохімічна оцінка фонового рівня вмісту різних форм мікроелементів ґрунту. *Вісник Львівського університету. Серія : Біологічна*. 2011. Вип. 55. С. 125-133.
214. Самчук О. І., Кураєва І. В., Войтюк Ю. Ю., Матвієнко О. В., Вовк К. В. Форми знаходження важких металів у техногенно забруднених ґрунтах міських агломерацій. *Мінералогічний журнал*. 2016. Т. 38, № 4. С. 66-74.
215. Самчук А. І., Єгоров О. С., Стадник В. О. та ін. Важкі метали в ґрунтах Київського мегаполісу. *Вісник Дніпропетровського університету. Геологія. Географія*. 2002. № 4. С. 154-161.
216. Сараненко І. І. Вміст важких металів у корененасиченому шарі ґрунту лісових культурбіогеоценозів м. Кременчук. *Питання степового лісознавства та лісової рекультивації земель*. 2007. № 36. С. 37-43.
217. Сараненко І. І., Цветкова Н. М., Дубина А. О. Фізико-хімічні та морфологічні властивості ґрунтів північної технозони м. Кременчук. *Вісник Дніпропетровського університету. Біологія, екологія*. 2007. 15(1). С. 145-149.
218. Світличний О. О., Варламова Н. Я. Зміни вітрового режиму на території Одеської області у кінці ХХ сторіччя. *Вісник Одеського національного університету. Географічні та геологічні науки*. 2010. № 15(10). С. 42-49.

219. Ситіна О. М. Міграція важких металів у системі ґрунт-рослина техногенних ландшафтів (на прикладі м. Луганська) : автореф. дис. ... канд. біол. наук. Харків, 2010. 22 с.

220. Сіпаков Р. В. Забруднення атмосфери: смоги та тумани у великих містах України. *Екологічна безпека та природокористування*. 2017. № 1-2. С. 86-96.

221. Скок С. В. Просторова неоднорідність забруднення ґрунтів міських систем важкими металами. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2018. № 3. С. 63-70.

222. Сметана О. М., Марченко С. О. Сольовий стан ґрунтів селітебної зони м. Кривого Рогу. *Питання біоіндикації та екології*. 2008. № 13 (1). С. 161-169.

223. Смоляр Н. О., Підоріна Л. І., Нагурнова А. С., Коломойцев М. О., Левочко Б. В. Екологічна оцінка властивостей природних ґрунтів та ступеня забруднення їх важкими металами в районі Кременчуцького нафтопереробного заводу. *Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського*. 2015. Вип. 1(2). С. 133-142.

224. Снітинський В. В., Смаль О. В. Вміст важких металів у ґрунтах насаджень різного функціонального значення зеленої зони м. Львова. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2016. Вип. 60. С. 131-138.

225. Солуха Б. В. Оцінка впливу шкідливих викидів автотранспорту на атмосферне повітря в зоні житлової забудови (ОВНС згідно ДБН А.2.2-1.95) К.: КНУБА, 2000. С. 6-7

226. Солуха Б. В., Фукс Г. Б. Міська екологія. К.: КНУБА, 2004. 338 с.

227. Сплодитель А. О. Еколого-геохімічна оцінка ґрунтово-рослинного покриву урбанізованих ландшафтів (на прикладі м. Бровари). *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія : Географія*. 2021. № 2. С. 179-196.

228. Сплодитель А. О., Кураєва І. В., Злобіна К. С. Особливості акумуляції важких металів у ґрунтах урбанізованих ландшафтів м. Бровари. *Геологічний журнал*. 2020. № 2 (371). С. 39-51.

229. Степанчук О. В., Белятинський А. О. Негативний вплив викидів автомобільного транспорту на вулиці та дороги населених пунктів. *Проблеми розвитку міського середовища*. 2011. Вип. 5-6. С. 224-229.

230. Стернік В. М. Біологічний моніторинг ґрунтів міста Рівне. *Матеріали II Міжнародної науково-практичної Інтернетконференції «Іноваційні технології та інтенсифікація розвитку національного виробництва»*. Тернопіль. 2015. С.105-107.

231. Стернік В. М. Техногенно забруднені ґрунти міста Рівне та шляхи їх поліпшення. *Матеріали Міжнародного наукового симпозіуму «Неділя еколога – 2015»*. Дніпродзержинськ: ДДТУ. 2015. С.197-199.

232. Стольберг Ф. В. Екологія міста (урбоекологія). Київ: Лібра, 2000. 464 с.

233. Сухарев С. М., Чундак С., Сухарева О. Техноекологія та охорона навколишнього середовища. Львів: Новий Світ-2000, 2011. 254 с.

234. Теорія і практика генетичного ґрунтознавства = Theory and practice of genetic soil science: колективна монографія / за ред. З. П. Паньківа. Львів, 2023. 242 с.

235. Терлецька О. В. Геоекологічний стан Дрогобицької урбосистеми: дис... канд. геогр. наук за спеціальністю 11.00.11 – конструктивна географія і раціональне використання природних ресурсів. Луцьк, 2019. 192 с.

236. Тихоненко Д. Г. Агрогенне ґрунтоутворення і класифікація ґрунтів. *Вісник ХНАУ. Ґрунтознавство*. 2010. № 5. С. 5-10.

237. Тихоненко Д. Г. До питання про класифікацію ґрунтів України. *Ґрунтознавство*. 2001. Т. 1. № 1-2. С. 15-23.

238. Тихоненко Д. Г. Еволюція і класифікація агрогенних ґрунтів України. *Науковий вісник Чернів. НУ*. Чернівці: Чернівець. нац. ун-т. 2012. Т. 4. Вип. 1. С. 96-99.

239. Тихоненко Д. Г. Методологічні засади класифікації ґрунтів. *Вісник Чернівецького університету. Сер. Біологія*. 2005. Вип. 251. С. 40-49.

240. Тихоненко Д. Г., Горін М. О. Проблеми картографування урбаноземів. *Вісник ХНАУ імені В. В. Докучаєва. Серія: Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія ґрунтів*. 2013. № 2. С. 5-11.

241. Тітенко Г. В. Особливості функціонування та геоecологічна роль міських ґрунтів (на прикладі м. Харкова) : автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Харків, 2002. 20 с.

242. Тітенко Г. В. Оцінка екологічного стану міських ґрунтів як засіб оптимізації території міста. *Вісник СумДУ*. Суми, 2007. № 275. С. 149-152.

243. Тітенко Г. В., Кулик, М. І. Гумусовий горизонт міських ґрунтів як геохімічний бар'єр в урболандшафті. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2004. № (1-2). С. 130-136.

244. Топчієв О. Г., Д. С. Мальчикова та ін. Методологічні засади географії. Одеса : Одеськ. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2019. 352 с.

245. Тригуб В. І., Бочевар С. В., Купчик А. М. Ґрунтово-ecологічні особливості міських ґрунтів (на прикладі м. Одеси). *Вісник ОНУ. Сер.: Географічні та геологічні науки*. 2016. Т. 21. Вип. 1. С. 98-109.

246. Тригуб В. І., Домусчи С. В. Біотестування як метод дослідження токсичності ґрунтів. *Вісник Одеського національного університету. Серія: Географічні та геологічні науки*. 2020. Т. 25. Вип.2 (37). С. 112-127.

247. Тригуб В. І., Домусчи С. В. Біотестування: теоретико-методологічні аспекти. *Аграрна наука: стан та перспективи розвитку: збірник тез Першої науково-практичної конференції (наукове електронне видання), 26 березня 2021 р. Одеса: ОДАУ, 2021. С. 69-71.*

248. Тригуб В. І., Домусчи С. В. Вміст важких металів у ґрунтах міста Одеси та приміських територій. *Ґрунтознавчо-географічна наука і практика — традиції та сьогодення: матеріали Всеукраїнської наук. конф.*,

присвяченої 100-річчю від народження д. с.-г. н., проф. І. М. Гоголева (м. Одеса, 12–13 вересня 2019 року). Одеса: ОНУ, 2019. С. 214-222.

249. Тригуб В. І., Домусчи С. В. Екотоксикологічна оцінка впливу автозаправних станцій на забруднення міських ґрунтів важкими металами. *Вісник Одеського національного університету. Серія: Географічні та геологічні науки*. 2023. Т. 28. Вип. 1(42). С. 68-83.

250. Трускавецький С. Р. Використання багатоспектрального космічного сканування та геоінформаційних систем у дослідженні ґрунтового покриву Полісся України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 03.00.18 «Ґрунтознавство». Х., 2006. 24 с.

251. Трускавецький Р. С. Осушені кислі і солонцеві землі. Земельні ресурси України. К., 1998. С. 112-124.

252. Тютюнник Ю. Г. Генезис, різноманіття і екологія міських ґрунтів (на прикладі парку «Феофанія», м. Київ). *Ґрунтознавство*. 2014. Вип 15. № 3-4. С. 64-73.

253. Філіна Т. В. Еколого-біохімічні особливості забруднення важкими металами урбоедафотопів в межах міста Дніпропетровська: автореф. дис... канд.. біолог. наук. Дніпропетровськ., 2006. 21с.

254. Усманова Г. О., Мельник А. І. Забруднення важкими металами ґрунтів та овочевої продукції в зоні автотраси. *Агроекологічний журнал*. 2010. №1. С. 25-30.

255. Фоменко Г. Р. Транспортні потоки та їхній вплив на рівень забруднення міських магістралей. *Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: технічні науки*. С. 119-123

256. Франчук Г. М., Запорожець О., Архіпова Г. Урбоекологія і техноекоекологія. К.: НАУ-друк, 2011. 494 с.

257. Хохрякова А. І. Антропогенні глибоко-трансформовані ґрунти (урбоземи) міста Одеси. *Агроекологічний Журнал*. 2020. № 3. С. 110-117.

258. Хохрякова А. І. Генетичні горизонти ґрунтів урбанізованих територій, їх символіка та номенклатура (на прикладі м. Одеса). *Розвиток*

аграрної галузі та впровадження наукових досліджень у виробництво: матеріали Міжнар. наук.- практ. конф., 16-18 жовтня 2019. Миколаїв, 2019. С. 147-149.

259. Хохрякова А. І. Генетичні особливості і систематика ґрунтів міста Одеси. Дис... канд. біолог. нау за спеціальністю 03.00.18 «Ґрунтознавство» (Біологічні науки). Одеса-Харків, 2021. 221 с.

260. Хохрякова А. І. Ґрунти міст: особливості генезису, класифікації та діагностики. *Вісник Одеського національного університету*. Серія: Географічні та геологічні науки. 2016. Том 21. Вип. 1 (28). С. 110-125.

261. Хохрякова А. І. Особливості будови профілю ґрунтів у межах міста Одеси. *Агрохімія і ґрунтознавство*. Міжвід. тем. наук. збірник. Вип. 90. Харків: ННЦ «ІА ім. О.Н. Соколовського», 2020. С. 86–90.

262. Хохрякова А. І., Михайлюк В. І. Ґрунти міста Одеси: монографія. Одеса: Видавничий дім «Гельветика», 2021. 146 с.

263. Цветкова Н. М., Клименко Т. К. Техногенні аномалії важких металів у ґрунтах урболандшафтів степового Придніпров'я (на прикладі м. Дніпродзержинська). *Ґрунтознавство*. 2005. Т. 6, № 1-2. С. 45-52.

264. Цветкова Н. М., Клименко Т. К., Журавльова А. В. Закономірності розповсюдження свинцю в ґрунтах урбоекосистем в умовах інтенсивних 163 техногенних навантажень (на прикладі м. Дніпродзержинська). *Питання степового лісознавства та лісової рекультивації земель*. 2004. № 33. С. 258-266.

265. Циганенко О. І. Матасар І. Т., Торбін В. Ф. Основи загальної, екологічної та харчової токсикології. К.: Чорнобильінтерінформ, 1998. 173 с.

266. Чайка О. Г., Мацьків О. О., Стокалюк О. В., Руда М. В. Дослідження вмісту важких металів у ґрунті на прилеглих територіях автозаправних станцій. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2018. Т. 28. № 10. С. 62-65.

267. Чміленко Ф. А., Смітюк Н. М. Про вміст рухомих форм важких металів у ґрунті м. Дніпропетровська. *Вісник ДНУ. Біологія. Екологія*. 2001. № 9(2). С. 128-131.

268. Чубик З. І., Монастирська С. С. Оцінка стану ґрунтів м. Дрогобича методом біотестування. *Біологічні дослідження – 2014: матеріали V Всеукр. наук.- практик. конф. молодих учених і студентів*. Житомир: ЖДУ ім. І. Франка, 2014. С. 446-448.

269. Шевчук В. Д., Мудрак Г. В., Франчук М. О. Екологічна оцінка інтенсивності забруднення ґрунтів важкими металами. *Agricultural sciences. «Colloquium-journal»*. № 10 (97), 2021. С. 40-46.

270. Шевчук М. П. Вітровий режим м. Одеса та його вплив на рівень забруднення атмосферного повітря. *Masters thesis*, ОДЕКУ. 2018. 80 с.

271. Шейкіна О. Ю., Мислюк О. О. Екологічна оцінка забруднення міських ґрунтів важкими металами вздовж основних транспортних магістралей міста Черкаси. *Екологія довкілля та безпека життєдіяльності*. 2008. № 1. С. 61-65.

272. Шепелюк М. О. Визначення вмісту важких металів у ґрунтах різних екологічних зон міста Луцька. *Таврійський науковий вісник*. 2019. Вип. 107. С. 317-321.

273. Шеховцева О. Г. Еколого-біологічна оцінка едафотопів урбоєкосистем міста Маріуполя: дис... канд. біол. наук: 03.00.16. Мелітополь, 2016. 224 с.

274. Яковенко О. В., Самчук А. І., Кураєва І. В., Манічев В. Й. Особливості забруднення ґрунтів кадмієм та іншими важкими металами підприємствами кольорової металургії. *Мінералогічний журнал*. 2011. Т. 33. № 2. С. 96-99.

275. Яковишина Т. С. Система біотестування токсичності ґрунту, забрудненого важкими металами. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Аграрна біологія»*. 2014. Випуск 3 (27). С. 70-73.

276. Яковишина Т. Ф. Класифікація антропогенно перетворених ґрунтів урбоекосистеми м. Дніпропетровськ. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. 2015. № 12 (213). С.65-70.

277. Яковишина Т. Ф. Розвиток наукових основ удосконалення системи моніторингу мігрування небезпечних сполук металів у ґрунтах урбоекосистем: дис... д. техн. н. за спеціальністю 21.06.01 «Екологічна безпека». Київ, 2019. 479 с.

278. Яцук І. П., Дегтярьов В. В., Горін М. О. Моніторинг ґрунтів природних та агрооекосистем як наукова основа збереження ґрунтового різноманіття. *Агроекологічний журнал*. 2016. № 4. С. 57-66.

279. Arbeitskreis stadtböden (AKS): Substrate und Substratmerkmale von Böden der Stadt- und Industriegebiete. *Mitteilungen der Deutsche Bodenkundlichen Gesellschaft*. 1988. P. 311-315.

280. Artmann M. Managing urban soil sealing in Munich and Leipzig (Germany)-From a wicked problem to clumsy solutions *Land Use Policy*. 2015. № 46. P. 21-37.

281. Bartsch H., Kues J., Sbresny J., Schneider J. Soil information system as part of a municipal environmental information system. *Environ. Geol.* 1997. № 30 (3-4). P. 189-197.

282. Blume H. P. Genese und Ökologie innerstädtischer Böden aus Bauschutt. *Z. Pflanzenernähr. Bodenkund.* 1978. P. 727-740.

283. Blume H. P. Classification of soils in urban agglomerations. *Catena*. 1989. Vol. 16. P. 269-275.

284. Bockheim J. Nature and properties of highly distributed urban soils, Philadelphia, Pennsylvania. *Paper Presented before Div. Soil Science Society of America*. 1974. P. 132-136.

285. Bullock P., Gregory P. Soils in the urban environment. *John Wiley & Sons*. 2009. P. 25-30.

286. Burghardt W. Boden und Böden in der Stadt. *Urbaner Bodenschutz* (ed.): Arbeitskreis Stadtböden der DBG, Springer Verlag. 1996. P. 7-24.

287. Burghardt W. Soil in urban and industrial environments. *Zeitschrift Pflanz-energie*. 1994. Vol.157. P. 205-214.

288. Burghardt W. Arbeitskreis Stadtböden der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft (Vorsitz). Empfehlungen des Arbeitskreis Stadtböden der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft für die bodenkundliche Kartierung urban, gewerblich, industriell und montan überformer Flächen (Stadtböden). 1989. 171 p.

289. Burghardt W. Arbeitskreis Stadtböden. Substrate und Substratmerkmale von Böden der Stadt- und Industriegebiete. *Mitt. Dtsch. Bodenkundl.* 1988. № 56. P. 311-316.

290. Charzyński P., Bednarek R., Mendyk L., Świtoniak M., Pokojska-Burdziej A., Nowak A. Ekranosols of Torun Airfield. *Technogenic soils of Poland. Polish Society of Soil Science*. 2013. P. 173-190.

291. Charzyński P., Galbraith J., Kabala C., Kühn D., Prokofeva T., Vasenev V. Classification of urban soils. Catena-Schweizerbart, Stuttgart. 2017. 253 p.

292. Charzyński P., Markiewicz M., Świtoniak M. Technogenic soils atlas. *Polish Society of Soil Science*. 2013. P. 167.

293. Delbecq N., Verdoodt A. Spatial patterns of heavy metal contamination by urbanization. *J. Environ. Qual.* 2016. 45. P. 9-17.

294. Domuschy S. V., Trigub V. I. Phytotoxicity of soils parks Odessa city (Ukraine). *East European Scientific Journal*. 2022. № 1 (77). P. 20-23.

295. 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*. 2022. P. 51-58.

296. FAO-UNESCO, soil map of the world. revised legend. world soil resources, Report 60. Rome, 1988. 119 p.

297. Feridon G., Mohammad G., Mohsen R., Abdolmotalieb H. Statistical analysis of heavy metal contamination in urban dusts of Irak, Iran. *Iranica Journal of Energy & Environment*. 2013. № 4 (4). P. 406-418.

298. Fernando J. Garbuio, Jeffrey L. Howard, Larissa M. dos Santos. Impact of human activities on soil contamination. *Applied and Environmental Soil Science*. 2012. 88 p.

299. Guillaud C., Maron P., Damas O., Ranjard L. Biodiversity of urban soils for sustainable cities. *Environ. Chem. Lett.* 2018. № 16 (4). P. 1267-1282.

300. Grzebisz W., Cieśla L., Komisarek J., Potarzycki J. Geochemical assessment of heavy metals pollution of urban soils. *Polish Journal of Environmental Studies*. 2002. Vol. 11. № 5. P. 493-499.

301. Hiller D. A. Schadstoffeinträge in urbaner böden. urbaner bodenschutz. Springer. 1996. P. 45-58.

302. Hotline finance. URL: <https://hotline.finance.ua/articles/avtosvit-u-cifrah-cikava-avtomobilna-statistika>.

303. Husnjak S., Rossiter D., Hengl T., Miloš B. Soil inventory and soil classification in Croatia: historical review, current activities, future directions. *ISRIC World Soil Information Country Series*. 2004. P. 65-70.

304. IUSS Working Group WRB. world reference base for soil resources 2006. Update 2007. World Soil Resources Reports, 103, FAO, Rome. 2007. 182 p.

305. Joimel S., Schwartz C., Hedde M., Kiyota S., Krogh P., Nahmani J., Peres G., Vergnes A., Cortet J. Urban and industrial land uses have a higher soil biological quality than expected from physicochemical quality *Sci. Total Environ.* 2017. № 584. P. 614-621.

306. Kubiena W. L. Soils of Europe. Thomas Murby and Co., London. 1953. 392 p.

307. Lal R., Stewart B. Urban Soils (1st ed), CRC Press, Boca Raton. 2017. 422 p.

308. Lado L. R., Hengl T., Reuter H. I. Heavy metals in European soils: A geostatistical analysis of the FOREGS Geochemical database. *Geoderma*. 2008. P. 189-199.
309. Lehmann A. Technosols and other proposals on urban soils for the WRB (World Reference Base for Soil Resources). *International Agrophysics*. 2006. № 20(2). 129 p.
310. Lehmann A., Stahr K. Nature and significance of anthropogenic urban soils. *J. Soils Sediments*. 2007. № 7 (4). P. 247-260.
311. Levin M. J., Kim K., Morel J. L., Burghardt W. Soil within Cities. Catena–Schweizerbart, Stuttgart. 2017. P. 253.
312. Li G., Sun G. X., Ren Y., Luo X. S., Zhu Y. G. Urban soil and human health: a review. *Eur. J. Soil Sci.* 2018. № 69 (1). P. 196-215.
313. Li T., Xu C., Pan G., Qin Y., Tang H.: The summarized study of heavy metal pollution in the city soil. *Applied Mechanics and Materials*. 2014. P. 842-848.
314. Melnyk V., Malovanyy M., Lukianchuk N., Sternik V. Contamination of soils with heavy metals in the urban ecosystem of the city of Rivne. *Ecological Engineering & Environmental Technology*. 2022. 23(6). P. 61-69.
315. Melnyk V.Y., Tsybul'ska N.V. Soil contamination of the territory of the city of Rivne. *Bulletin of NUVGP. Collection of scientific works*. 2010. 4(45).2. P. 86-91.
316. McCrackin Michelle L., Harms Tamara K., Grimm Nancy B., Hall Sharon J., Kaye Jason P. Responses of soil microorganisms to resource availability in urban, desert soils. *Biogeochemistry*. 2008. № 87. P. 143-155.
317. Mitchell R. G., Spliethoff H. M., Ribaud L. N. O., Lopp D. M., Shayler H. A., Marquez-Bravo L. G., Lambert V. T., Ferenz G. S., Russell-Anelli J. M., Stone E. B., McBride M. B. Lead (Pb) and other metals in New York City community garden soils: Factors influencing contaminant distributions. *Environ. Pollut.* 2014. P. 162-169.

318. Pavao-Zuckerman M. A. The nature of urban soils and their role in ecological restoration in cities *Restor. Ecol.* 2008. № 16 (4). P. 642-649.

319. Pavao-Zuckerman M. A. Urbanization, soils and ecosystem services *Soil. Ecology and Ecosystem Services.* 2012. P. 60-65.

320. Qing X., Yutong Z., Shenggao L. Assessment of heavy metal pollution and human health risk in urban soils of steel industrial city (Anshan), Liaoning, Northeast China. *Ecotoxicology and Environmental Safety.* 2015. P. 377-385.

321. Rossiter D. G. Classification of urban and industrial soils in the world reference base for soil resources (5 pp). *J. Soils Sediments.* 2007. № 27 (2). P. 96-100.

322. Stroganova M. N., Myagkova A. D., Prokof'ieva T. V., Skvortsova I. N. *Soils of Moscow and Urban Environment.* PAIMS, Moscow, 1998. 165 p.

323. Trigub V. I., Domuschy S. V. Assessment of risk to health of the population from soil pollution by heavy metals: theoretical-methodological and ecological aspects. *Journ. Geol. Geograph. Geoecology.* 2022. № 31(1). P. 152-162.

324. 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.

325. Trygub V., Adabovska M., Domuschy S. Features of an ecological condition of a soil cover of the city of Odessa (Ukraine). XV Міжнародна конференція «Стратегія якості в промисловості і освіті»: Матеріали. Дніпро-Варна, 2019. С. 177-182.

326. Tutiempo. URL: <https://en.tutiempo.net/climate/ws-338370.html>

327. Weather online. URL: <https://www.weatheronline.co.uk>

328. Wei B., Yang L. A review of heavy metal contaminations in urban soils, urban road dusts and agricultural soils from China. *Microchemical Journal.* 2010. P. 99-107.

329. World Reference Base for Soil Resources 2014. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. 3rd. Rome: FAO. 2014.

330. World Urbanization Prospects. URL: <https://population.un.org/wup>

331. Yang and Zhang, Yang J.-L., Zhang G.-L. Formation characteristics and eco-environmental implications of urban soils – a review. *Soil Sci. Plant Nutr.* 2015. № 61 (sup1). P. 30-46.

332. Yousef H. Nazzal, Nassir S. N., Al-Arifi, Muhammad K. Jafri, Hossam A. Kishawy, Habes Ghrefat, Mahmoud M. El-Waheidi, Awni Batayneh and Taisser Zumlot. Multivariate statistical analysis of urban soil contamination by heavy metals at selected industrial locations in the Greater Toronto area, Canada. *Geologia Croatica*. Zagreb. 2015. № 68 (2). P. 147-159.

ДОДАТКИ

Додаток А

Характеристика об'єктів дослідження

Номер точки відбору	Функціональна зона міста	Місце розташування, відстань від дороги	Географічні координати	Категорія	Ступінь проектного покриття, %	Ступінь, бал	
						захарашченості	рекреаційного навантаження
Відбір 2021 р.							
1	Транспортна	Площа 10 квітня, 0,5 м від дороги	46,440485 30,757427	Штучно-створений газон	100	0	0
2	Транспортна	Адміральський проспект, 1 м від дороги	46,437502 30,727036	Газон	35-40	0	1
3	Транспортна	1 ст. Люстдорфської дороги, 0,5 м від дороги	46,437190 30,726322	Газон між трамвайними шляхами	до 30	0	3
4	Транспортна	Люстдорфська дорога (автозаправка «Socar»), 10 м від дороги	46,443289 30,727198	Придорожній газон	100	0	0
5	Транспортна	Люстдорфська дорога (автозаправка «Socar»), 1,5 м від дороги	46,443289 30,727198	Придорожній газон	100	0	0
6	Транспортна	Люстдорфська дорога, 2 м від дороги	46,451393 30,728538	Газон з поодинокими деревами	70-80	1	1
7	Транспортна	Люстдорфська дорога, 7 м від дороги	46,452703 30,730127	Газон	100	0	0
8	Транспортна	Люстдорфська дорога,	46,451236	Парк	100	0	0

Продовження додатку А

Номер точки відбору	Функціональна зона міста	Місце розташування, відстань від дороги	Географічні координати	Категорія	Ступінь проектного покриття, %	Ступінь, бал	
						захарашеності	рекреаційного навантаження
		10 м від дороги	30,728380				
9	Транспортна	Вул. Балківська, 6 м від дороги та 0,5 м від автостоянки	46,469087 30,706564	Газон з поодинокими деревами	70	2	2
10	Транспортна	Вул. Балківська, 3 м від дороги та 6 м від автостоянки	46,469117 30,706613	Придорожній газон	60	1	1
11	Транспортна	Вул. Балківська (автозаправка «WOG», 6 м від дороги	46,479119 30,707519	Газон з поодинокими деревами	70	0	0
12	Транспортна	Вул. Балківська, 6 м від дороги	46,484198 30,708665	Придорожній газон	60	1	2
13	Транспортна	Вул. Балківська, 2 м від дороги	46,484512 30,708722	Газон між трамвайними шляхами	до 30	0	3
14	Транспортна	Вул. Балківська (автозаправка «Катрал»), 8 м від дороги	46,477600 30,706314	Придорожній газон	70-80	0	0
15	Транспортна	Вул. Розумовська, 3 м від дороги	46,474006 30,720419	Алея	2	0	2
16	Транспортна	Вул. М'ясоїдівська, 1,5 м від дороги	46,473172 30,719701	Придорожній газон	10	0	3
17	Рекреаційна	Серединський сквер, 10 м від дороги	46,473172 30,719701	Парк	До 20	0	1
18	Транспортна	Олександрівський	46,476564	Алея	30	0	1

Номер точки відбору	Функціональна зона міста	Місце розташування, відстань від дороги	Географічні координати	Категорія	Ступінь проектного покриття, %	Ступінь, бал	
						захарашченості	рекреаційного навантаження
		проспект, 2,5 м від дороги	30,734803				
19	Рекреаційна	Олександрівський проспект, 10 м від дороги	46,476501 30,734598	Штучно-створений газон	50-60	0	0
20	Транспортна	вул. Грушевського, 1 м від дороги	46,479899 30,689809	Придорожній газон	100	0	0
21	Рекреаційна	Парк Шевченка, 125 м від дороги	46,475196 30,756918	Парк	До 15	0	0
22	Транспортна	Вул. Маразліївська, 10 м від дороги	46,478998 30,749946	Придорожній газон	30	1	1
23	Промислова	Вул. Чорноморського козацтва, 5 м від дороги,	46,502813 30,724813	Придорожній газон	70	1	2
24	Промислова	Лузанівка 3 м від дороги	46,549269 30,756310	Газон з поодинокими деревами	100	2	2
25	Транспортна	Вул. Миколаївська дорога, 2,5 м від дороги	46,556399 30,769207	Газон між трамвайними шляхами	100	0	3
26	Транспортна	Молода гвардія, 1,5 м від дороги	46,558757 30,774798	Газон між автошляхами	80	0	0
27	Транспортна	Вул. Преображенська, 1 м від дороги	46,483769 30,732571	Газон з поодинокими деревами	0	0	3
28	Рекреаційна	Соборна площа, 50 м від дороги	46,483702 30,731744	Газон з поодинокими деревами	40	0	0
29	Рекреаційна	Старосінний сквер 10 м від дороги	46,466221 30,736389	Газон з поодинокими деревами	70	0	1

Номер точки відбору	Функціональна зона міста	Місце розташування, відстань від дороги	Географічні координати	Категорія	Ступінь проектного покриття, %	Ступінь, бал	
						захарашеності	рекреаційного навантаження
30	Транспортна	Вул. Канатна, 2,5 м від дороги	46,459148 30,744792	Газон з поодинокими деревами	20	0	2
31	Транспортна	Вул. Канатна, 7 м від дороги	46,459148 30,744792	Алея	10	0	1
32	Рекреаційна	Вул. Канатна, 10 м від дороги	46,459148 30,744792	Парк	5	0	1
33	Транспортна	Вул. Генуезька, 5 м від дороги	46,434156 30,759855	Придорожній газон	40	0	2
34	Транспортна	9 ст. Фонтанської дороги, 1,5 м від дороги	46,420252 30,753786	Газон між трамвайними шляхами	70	0	2
35	Транспортна	7 ст. Люсторфської дороги, 1,5 м від дороги	46,399285 30,732302	Придорожній газон	50	0	1
36	Транспортна	Площа Толбухіна, 0,5 м від дороги	46,429843 30,728100	Придорожній газон	70	0	1
37	Транспортна	Вул. Краснова, 1 м від дороги	46,446468 30,732796	Придорожній газон	40	0	1
38	Транспортна	Пр.. Шевченка, 5 м від дороги	46,451702 30,755154	Газон з поодинокими деревами	30	0	1
39	Транспортна	Пр. Шевченка, 1,5 м від дороги	46,445573 30,758447	Придорожній газон	30	0	2
40	Рекреаційна	Парк Перемоги, 17 м від дороги	46,445837 30,757606	Парк	5	0	1
41	Рекреаційна	Парк Перемоги, 100 м від дороги	46,446721 30,756485	Парк	80	0	1
42	Селітебна	Пр. Шевченко	46,451827	Газон з поодинокими	2	1	3

Номер точки відбору	Функціональна зона міста	Місце розташування, відстань від дороги	Географічні координати	Категорія	Ступінь проектного покриття, %	Ступінь, бал	
						захарашеності	рекреаційного навантаження
		(внутрішньо кварт. відбір), 5 м від дороги	30,755534	деревами			
43	Селітебна	Студмістечко ОНУ ім. І. І. Мечникова, 1 м від дороги	46,455048 30,756448	Газон з поодинокими деревами	80	0	0
44	Транспортна	Траса Одеса-Київ, 1 м від дороги	46,494873 30,650002	Придорожній газон	80	0	0
45	Транспортна	Вул. Ак. Воробйова, 1 м від дороги	46,483917 30,692927	Газон з поодинокими деревами	80	0	2
46	Рекреаційна	Пляж Собачка, 2 м від обриву	46,454715 30,767244	Газон	30	0	2
47	Рекреаційна	Пляж Собачка, 70 м від обриву	46,454415 30,766037	Газон з поодинокими деревами	40	0	0
48	Рекреаційна	Ботанічний сад	46,445872 30,763664	Парк	70	0	0
49	Транспортна	Пр. Небесної Сотні, 1 м від дороги	46,384734 30,704332	Придорожній газон	100	0	1
50	Транспортна	Тр. Одеса-Рені, 1 м від дороги	46,482586 30,595689	Придорожній газон	50	0	1
Відбір 2018 р.							
51	Транспортна	траса Одеса - Чорноморськ, 2,5 м від дороги	46,446300 30,689977	Придорожній газон	50	0	1
52	Транспортна	траса Одеса - Чорноморськ, 10,5 м від дороги	46,394350 30,689928	Сільськогосподарські угіддя	0	0	0

Продовження додатку А

Номер точки відбору	Функціональна зона міста	Місце розташування, відстань від дороги	Географічні координати	Категорія	Ступінь проектного покриття, %	Ступінь, бал	
						захарашеності	рекреаційного навантаження
53	Транспортна	траса Одеса - Чорноморськ, 32 м від дороги	46,394510 30,689860	Сільськогосподарські угіддя	0	0	0
54	Транспортна	траса Одеса – Чорноморск, 3,75 м від дороги	46,394367 30,690902	Придорожній газон	60	0	1
55	Транспортна	траса Одеса - Чорноморськ, 14 м від дороги	46,394460 30,690840	Сільськогосподарські угіддя	0	0	0
56	Транспортна	траса Одеса – Чорноморськ, 37 м від дороги	46,394627 30,690800	Сільськогосподарські угіддя	0	0	0
57	Транспортна	траса Одеса – Чорноморськ, 3 м від дороги	46,386943 30,658937	Придорожній газон	75	0	1
58	Транспортна	траса Одеса - Чорноморськ, 1 м від дороги	46,386963 30,659220	Придорожній газон	65	0	1
59	Транспортна	траса Одеса - Чорноморськ, 27 м від дороги	46,386950 30,732757	Сільськогосподарські угіддя	0	0	0
60	Транспортна	ул. Посмитного, 5 м від дороги	46,430358 30,759333	Придорожній газон	30	1	2
61	Селітебна	вул. Тініста	46,432900 30,452577	Дачна ділянка	0	0	0
62	Промислова	пляж Лузанівка	46,325084 30,451304	Придорожній газон	100	2	2

Продовження додатку А

Номер точки відбору	Функціональна зона міста	Місце розташування, відстань від дороги	Географічні координати	Категорія	Ступінь проектного покриття, %	Ступінь, бал	
						захарашченості	рекреаційного навантаження
63	Промислова	провулок Векслера, 1,5 м від дороги	46,325055 30,450483	Придорожній газон	80	2	3
64	Транспортна	вул. Балківська, автозаправка, 1 м від дороги	46,293955 30,425529	Придорожній газон	30	1	1
65	Рекреаційна	Дюковський сад	46,290381 30,422489	Парк	100	0	1
66	Транспортна	Михайловський парк, 3 м від дороги	46,273747 30,422446	Газон з поодинокими деревами	20	1	3
67	Рекреація	Михайловський парк, 75 м від дороги	46,273584 30,422791	Парк	100	0	1
68	Транспортна	пр. Шевченка	46,272264 30,450105	Придорожній газон	20	1	3
69	Транспортна	вул. Середньофонтанська, 1,65 м від дороги	46,449112 30,732928	Газон з поодинокими деревами	40	1	1
70	Рекреаційна	вул. Середньофонтанська, парк, 14 м від дороги)	46,449095 30,732757	Парк	60	0	1
71	Транспортна	вул. Чорноморська дорога, 1,38 м від дороги	46,449718 30,728110	Газон з поодинокими деревами	20	1	2
72	Рекреаційна	вул. Чорноморська дорога, парк Артилерійський, 28,06 м від дороги	46,452000 30,728652	Парк	80	0	1

Номер точки відбору	Функціональна зона міста	Місце розташування, відстань від дороги	Географічні координати	Категорія	Ступінь проектного покриття, %	Ступінь, бал	
						захарашченості	рекреаційного навантаження
73	Рекреаційна	вул. Водопровідна, парк Артилерійський, 18 м від дороги	46,465120 30,735875	Парк	60	0	1
74	Рекреаційна	вул. Водопровідна, парк Артилерійський 32 м від дороги	46,465477 30,736383	Парк	70	0	1
75	Транспортна	вул. Фонтанська дорога, 1,5 м від дороги	46,432363 30,748737	Газон з поодинокими деревами	20	2	2
76	Транспортна	вул. Фонтанська дорога, 20 м від дороги	46,431937 30,748532	Придорожній газон	50	0	1
77	Транспортна	проспект Шевченка, 1,5 м від дороги	46,446767 30,758373	Газон з поодинокими деревами	30	3	3
78	Рекреаційна	пр. Шевченко, парк Перемоги, 52 м від дороги	46,445983 30,757543	Парк	75	0	1
79	Промислова	Одеський торговий порт	46,290799 30,445178	Придорожній газон	30	1	2
80	Промислова	вул. Чорноморського козацтва	46,304332 30,432538	Придорожній газон	20	1	3
81	Промислова	ОНПЗ «Лукойл»	46,301788 30,414299	Придорожній газон	10	2	3
82	Транспортна	вул. Хімічна	46,291317 30,403475	Газон з поодинокими деревами	25	1	2
83	Рекреаційна	Ботанічний сад	46,264483 30,454847	Парк	70	0	0

Додаток Б

Гранулометричний склад досліджуваних ґрунтів

№ з/п	Місцерозташування точок відбору	Гігроскопічна вологість, %	Розмір часток у мм, кількість у %						Сума часток <0,01 мм	Назва ґрунту за гранулометричним складом
			Фізичний пісок			Фізична глина				
			пісок		пил		мул			
			1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001		
Відбір 2021 р.										
1	Площа 10 квітня, 0-20 см, 0,5 м від дороги	1,05	15,38	29,84	28,85	3,88	5,98	16,08	25,94	Легкосуглинковий
2	Адміральський проспект, 0-20 см, 1 м від дороги	0,66	12,58	42,27	23,78	6,24	2,33	12,80	21,37	Легкосуглинковий
3	1 ст. Люстдорфської дороги, 0-15 см, 0,5 м від дороги	0,44	27,46	44,47	6,75	3,61	5,66	12,05	21,32	Легкосуглинковий
4	Люстдорфська дорога (автозаправка «Socar»), 0-10 см, 10 м від дороги	1,82	2,48	28,58	29,16	5,78	8,51	25,49	39,78	Середньо-суглинковий
5	Люстдорфська дорога (автозаправка «Socar»), 0-10 см, 1,5 м від дороги	1,66	2,92	22,55	33,73	5,69	8,09	27,03	40,80	Середньо-суглинковий
6	Люстдорфська дорога, 0-10 см, 2 м від дороги	0,51	21,64	53,40	6,55	2,41	5,35	10,65	18,41	Супіщаний

№ з/п	Місцерозташування точок відбору	Гігроскопічна вологість, %	Розмір часток у мм, кількість у %						Сума часток <0,01 мм	Назва ґрунту за гранулометричним складом
			Фізичний пісок			Фізична глина				
			пісок		пил		мул			
			1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001		
7	Люстдорфська дорога, 0-10 см, 7 м від дороги	0,66	6,94	48,39	11,95	4,99	9,30	18,43	32,72	Середньо-суглинковий
8	Люстдорфська дорога, 0-10 см, 10 м від дороги	0,94	5,77	25,94	33,05	6,70	8,72	19,82	35,23	Середньо-суглинковий
9	Вул. Балківська, 0-10 см, 6 м від дороги та 0,5 м від автостоянки	1,19	9,62	49,37	7,16	6,52	6,84	20,48	33,84	Середньо-суглинковий
10	Вул. Балківська, 0-10 см, 3 м від дороги та 6 м від автостоянки	0,70	13,22	49,85	20,38	3,59	3,31	9,65	16,55	Супіщаний
11	Вул. Балківська, автозаправка «WOG», 0-15 см, 6 м від дороги	0,95	12,48	29,93	29,91	4,48	6,58	16,63	27,69	Легкосуглинковий
12	Вул. Балківська, 0-15 см, 6 м від дороги	0,40	13,93	49,65	22,85	1,89	3,33	8,35	13,57	Супіщаний
13	Вул. Балківська, 0-15 см, 2 м від дороги	0,23	30,53	46,74	11,30	2,65	2,16	6,61	11,42	Супіщаний
14	Вул. Балківська, автозаправка	1,63	4,15	12,90	40,76	5,39	10,69	26,11	42,19	Середньо-суглинковий

№ з/п	Місцерозташування точок відбору	Гігроскопічна вологість, %	Розмір часток у мм, кількість у %						Сума часток <0,01 мм	Назва ґрунту за гранулометричним складом
			Фізичний пісок			Фізична глина				
			пісок		пил	мул				
			1-0,25	0,25-0,05		0,05-0,01	0,01-0,005			
	«Катрал», 0-15 см, 8 м від дороги									
15	Вул. Розумовська, 0-15 см, 3 м від дороги	0,50	14,04	42,95	23,16	4,34	6,15	9,37	19,86	Супіщаний
16	Вул. М'ясоїдівська, 0-15 см, 1,5 м від дороги	0,52	11,54	44,16	24,60	3,50	4,66	11,54	19,70	Супіщаний
17	Серединський сквер, 0-15 см, 10 м від дороги	0,58	6,13	25,58	38,27	5,31	9,54	15,17	30,02	Середньо-суглинковий
18	Олександрівський проспект, 0-15 см, 2,5 м від дороги	0,70	9,28	32,51	31,42	5,28	8,26	13,28	26,79	Легкосуглинковий
19	Олександрівський проспект, 0-15 см, 10 м від дороги	1,11	6,31	25,02	36,07	6,92	7,56	18,12	32,59	Середньо-суглинковий
20	Вул. Грушевського, автозаправка «ОККО», 0-10 см, 1 м від дороги	0,52	10,64	42,73	25,04	4,98	5,02	11,58	21,59	Легкосуглинковий
21	Парк Шевченка, 0-15 см	1,06	5,84	24,15	38,10	7,96	10,06	13,90	31,92	Середньо-суглинковий

№ з/п	Місцерозташування точок відбору	Гігроскопічна вологість, %	Розмір часток у мм, кількість у %						Сума часток <0,01 мм	Назва ґрунту за гранулометричним складом
			Фізичний пісок			Фізична глина				
			пісок		пил		мул			
			1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001		
	125 м від дороги									
22	Вул. Маразліївська, 0-10 см, 10 м від дороги	0,44	10,52	27,92	34,82	5,42	7,31	14,02	26,75	Легкосуглинковий
23	Вул. Чорноморського козацтва, 0-10 см 5 м від дороги,	0,37	14,42	49,84	20,06	3,13	3,97	8,59	15,69	Супіщаний
24	Лузанівка, 0-15 см, 3 м від дороги	3,44	22,06	44,36	18,98	1,16	6,53	6,91	14,60	Супіщаний
25	Вул. Південна дорога, автозаправка «Алькор-Ойл», 0-10 см, 2,5 м від дороги	0,88	27,29	54,46	9,93	2,34	0,52	5,45	8,31	Зв'язнопіщаний
26	Молода гвардія 0-10 см, 1,5 м від дороги	0,58	16,93	51,28	18,75	4,63	1,21	7,20	13,04	Супіщаний
27	Вул. Преображенська, 0-10 см, 1 м від дороги	2,31	2,44	13,47	37,20	8,96	10,68	27,25	46,89	Важкосуглинковий
28	Соборна площа, 0-15 см 50 м від дороги	1,71	3,75	16,80	40,84	5,61	9,93	23,07	38,16	Середньо-суглинковий
29	Старосінний сквер 0-10 см, 10 м від	1,30	11,26	28,57	32,42	7,70	8,63	11,43	27,76	Легкосуглинковий

№ з/п	Місцерозташування точок відбору	Гігроскопічна вологість, %	Розмір часток у мм, кількість у %						Сума часток <0,01 мм	Назва ґрунту за гранулометричним складом
			Фізичний пісок			Фізична глина				
			пісок		пил	мул				
			1-0,25	0,25-0,05		0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001		
	дороги									
30	Вул. Канатна, 0-10 см, 2,5 м від дороги	0,50	30,17	40,77	15,16	3,66	4,50	5,75	13,91	Супіщаний
31	Вул. Канатна, 0-10 см, 7 м від дороги	1,64	6,92	17,33	40,19	8,70	7,07	19,79	35,56	Середньо-суглинковий
32	Вул. Канатна, 0-10 см, 10 м від дороги	1,95	1,16	4,48	50,34	9,74	8,52	25,76	44,02	Середньо-суглинковий
33	Вул. Генуезька, 0-10 см, 5 м від дороги	1,35	7,18	21,54	40,93	7,13	6,40	16,82	30,35	Середньо-суглинковий
34	9 ст. Фонтанської дороги, 0-10 см, 1,5 м від дороги	1,13	7,16	35,45	36,11	4,69	5,34	11,24	21,27	Легкосуглинковий
35	7 ст. Люсторфської дороги, 0-15 см, 1,5 м від дороги	1,46	14,60	42,04	26,36	0,41	10,02	6,57	16,99	Супіщаний
36	Площа Толбухіна, 0-15 см, 0,5 м від дороги	0,99	10,59	49,18	23,91	0,85	9,70	5,78	16,32	Супіщаний
37	Вул. Краснова, 0-15 см, 1 м від дороги	1,42	13,35	42,19	26,24	1,30	16,51	0,41	18,21	Супіщаний
38	Пр. Шевченка,	1,12	18,11	32,68	28,51	2,87	10,19	7,64	20,71	Легкосуглинковий

№ з/п	Місцерозташування точок відбору	Гігроскопічна вологість, %	Розмір часток у мм, кількість у %						Сума часток <0,01 мм	Назва ґрунту за гранулометричним складом
			Фізичний пісок			Фізична глина				
			пісок		пил		мул			
			1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001		
	0-15 см, 5 м від дороги									
39	Пр. Шевченка, 0-15 см, 1,5 м від дороги	1,46	15,43	30,26	29,61	2,43	11,28	10,99	24,70	Легкосуглинковий
40	Парк Перемоги, 0-15 см, 17 м від дороги	1,70	3,30	25,38	39,99	4,35	12,85	14,12	31,32	Середньо-суглинковий
41	Парк Перемоги, 0-15 см, 100 м від дороги	2,08	3,75	22,41	39,45	7,02	13,93	13,44	34,39	Середньо-суглинковий
42	Пр. Шевченко (внутрішньо кварт. відбір), 0-15 см, 5 м від дороги	1,90	6,69	18,80	37,34	8,84	14,63	13,70	37,17	Середньо-суглинковий
43	Студмістечко ОНУ ім. І. І. Мечникова, 0-15 см, 1 м від дороги	2,80	0,89	12,38	40,96	10,73	9,66	25,37	45,77	Важкосуглинковий
44	Траса Одеса-Київ, 0-10 см, 1 м від дороги	0,69	24,45	47,84	15,35	2,90	5,32	4,15	12,37	Супіщаний
45	Вул. Ак. Воробйова, 0-15 см, 1 м від дороги	0,94	16,25	21,60	46,01	2,78	5,61	7,75	16,14	Супіщаний
46	Пляж Собачка,	2,21	3,96	16,65	49,02	3,56	8,67	18,15	30,37	Середньо-

№ з/п	Місцерозташування точок відбору	Гігроскопічна вологість, %	Розмір часток у мм, кількість у %						Сума часток <0,01 мм	Назва ґрунту за гранулометричним складом
			Фізичний пісок			Фізична глина				
			пісок		пил		мул			
			1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001		
	0-10 см, 2 м від обриву									суглинковий
47	Пляж Собачка, 0-15 см 70 м від обриву	1,23	27,50	24,25	24,77	1,62	10,36	11,50	23,48	Легкосуглинковий
48	Ботанічний сад, 0-15 см	1,91	0,91	19,81	44,55	5,71	12,15	16,87	34,73	Середньо-суглинковий
49	Пр. Небесної Сотні, 0-10 см, 1 м від дороги	1,41	10,60	33,18	12,09	18,86	9,33	15,94	44,13	Середньо-суглинковий
50	Тр. Одеса-Рені, 0-15 см, 1 м від дороги	1,26	21,29	34,47	14,29	7,33	9,35	13,28	29,96	Легкосуглинковий

Додаток В

Іонний склад водної витяжки

№ з/п	Місцерозташування точок відбору	Глибина, см	рН	HCO ³⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	HCO ³⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Сумма солей, %
				ммоль на 100г										%				
Відбір 2021 р.																		
	Чорноземи південні	0-15	6,20	0,51	0,06	0,25	0,43	0,62	0,04	0,08	0,032	0,002	0,012	0,009	0,007	0,001	0,003	0,066
1	Площа 10 квітня, 0-20 см, 0,5 м від дороги	0-15	7,93	0,65	0,14	0,31	0,7	0,20	0,18	0,02	0,040	0,005	0,0146	0,014	0,0024	0,00414	0,00006	0,0798
2	Адміральський проспект, 0-20 см, 1 м від дороги	0-15	7,94	0,6	0,07	0,24	0,46	0,21	0,2	0,04	0,037	0,00245	0,0113	0,009	0,0025	0,0046	0,0014	0,0681
3	1 ст. Люстдорфської дороги, 0-15 см, 0,5 м від дороги	0-15	9,14	1,0	0,39	0,4	0,2	0,12	1,5	0,04	0,0622	0,01365	0,0198	0,004	0,0014	0,0345	0,0017	0,1385
4	Люстдорфська дорога (автозаправка «Socar»), 0-10 см, 10 м від дороги	0-15	7,88	0,78	0,12	0,38	0,49	0,18	0,5	0,11	0,0476	0,0042	0,0181	0,0098	0,0022	0,0115	0,0042	0,0976
5	Люстдорфська дорога (автозаправка «Socar»), 0-10 см, 1,5 м від дороги	0-15	7,97	0,74	0,22	0,37	0,33	0,15	0,82	0,03	0,0451	0,0077	0,0175	0,0066	0,0018	0,01886	0,00098	0,0986
6	Люстдорфська дорога, 0-10 см, 2 м від дороги	0-15	8,01	0,78	0,06	0,18	0,53	0,13	0,35	0,01	0,0476	0,0021	0,0084	0,0106	0,0016	0,00805	0,00023	0,0786
7	Люстдорфська дорога, 0-10 см, 7 м від дороги	0-15	8,04	0,72	0,06	0,21	0,61	0,17	0,08	0,13	0,0439	0,0021	0,0101	0,0122	0,0020	0,0018	0,0051	0,0773

№ з/п	Місцерозташування точок відбору	Глибина, см	рН	НСО ³⁻	СІ	SO ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	НСО ³⁻	СІ	SO ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Сумма солей, %
				ммоль на 100г										%				
8	Люстдорфська дорога, 0-10 см, 10 м від дороги	0-15	7,95	0,82	0,09	0,12	0,73	0,21	0,06	0,03	0,0500	0,00315	0,0059	0,0146	0,0025	0,00138	0,001248	0,0788
9	Вул. Балківська, 0-10 см, 6 м від дороги та 0,5 м від автостоянки	0-15	8,07	0,63	0,11	0,22	0,6	0,16	0,16	0,04	0,038	0,0039	0,0104	0,012	0,0019	0,0037	0,0014	0,0717
10	Вул. Балківська, 0-10 см, 3 м від дороги та 6 м від автостоянки	0-15	7,89	0,6	0,1	0,39	0,51	0,19	0,3	0,09	0,0366	0,0035	0,0189	0,0102	0,0023	0,0069	0,0037	0,0821
11	Вул. Балківська (автозаправка «WOG», 0-15 см, 6 м від дороги)	0-15	8,20	0,83	0,06	0,16	0,32	0,13	0,47	0,13	0,0506	0,0021	0,0077	0,0064	0,0016	0,01081	0,00507	0,0843
12	Вул. Балківська, 0-15 см, 6 м від дороги	0-15	7,97	0,6	0,08	0,18	0,45	0,13	0,24	0,04	0,037	0,0028	0,0086	0,009	0,0016	0,0055	0,0015	0,0656
13	Вул. Балківська, 0-15 см, 2 м від дороги	0-15	8,01	0,59	0,06	0,04	0,52	0,11	0,05	0,02	0,036	0,002	0,0022	0,0104	0,0013	0,00115	0,00006	0,0532
14	Вул. Балківська (автозаправка «Катрал»), 0-15 см, 8 м від дороги	0-15	8,17	1,01	0,19	0,44	0,36	0,12	1,12	0,04	0,062	0,00665	0,0209	0,007	0,0014	0,0258	0,0014	0,1250
15	Вул. Розумовська, 0-15 см, 3 м від дороги	0-15	7,99	0,7	0,12	0,2	0,38	0,2	0,37	0,04	0,0397	0,0042	0,0107	0,008	0,0024	0,0085	0,0017	0,0747
16	Вул. М'ясоїдівська,	0-15	8,00	0,79	0,05	0,26	0,47	0,12	0,4	0,11	0,0482	0,00175	0,0124	0,0094	0,0014	0,0092	0,0042	0,0866

№ з/п	Місцерозташування точок відбору	Глибина, см	рН	НСО ³⁻	СІ	SO ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	НСО ³⁻	СІ	SO ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Сумма солей, %
				ммоль на 100г										%				
	0-15 см, 1,5 м від дороги																	
17	Серединський сквер, 0-15 см, 10 м від дороги	0-15	7,99	0,6	0,02	0,16	0,53	0,14	0,08	0,03	0,0366	0,0007	0,0074	0,0106	0,0017	0,00184	0,00098	0,0598
18	Олександрівський проспект, 0-15 см, 2,5 м від дороги	0-15	8,01	0,74	0,04	0,01	0,45	0,13	0,2	0,01	0,0451	0,0014	0,0003	0,009	0,0016	0,0046	0,00023	0,0622
19	Олександрівський проспект, 0-15 см, 10 м від дороги	0-15	7,99	0,76	0,08	0,25	0,69	0,15	0,12	0,13	0,0464	0,0028	0,0120	0,0138	0,0018	0,0028	0,0051	0,0846
20	Вул. Грушевського (автозаправка «ОККО»), 0-10 см, 1 м від дороги	0-15	8,08	0,7	0,07	0,38	0,58	0,15	0,39	0,03	0,0427	0,00245	0,0183	0,0116	0,0018	0,00897	0,001248	0,0871
21	Парк Шевченка, 0-15 см, 125 м від дороги	0-15	7,97	0,8	0,08	0,15	0,68	0,25	0,06	0,04	0,049	0,0028	0,0070	0,0136	0,0030	0,0014	0,0014	0,0780
22	Вул. Маразліївська, 0-10 см, 10 м від дороги	0-15	8,11	0,77	0,07	0,20	0,66	0,2	0,09	0,09	0,047	0,00245	0,0098	0,0132	0,0024	0,0021	0,0037	0,0805
23	Вул. Чорноморського козацтва, 0-10 см, 5 м від дороги,	0-15	8,07	0,72	0,2	0,14	0,37	0,09	0,47	0,13	0,0439	0,007	0,0067	0,0074	0,0011	0,01081	0,00507	0,0820
24	Лузанівка 0-15 см, 3 м від дороги	0-15	7,37	0,54	0,3	0,53	0,8	0,26	0,27	0,04	0,033	0,0105	0,0254	0,016	0,0031	0,0062	0,0015	0,0957
25	Вул. Південна дорога,	0-15	8,06	0,55	0,07	0,13	0,24	0,12	0,37	0,02	0,034	0,002	0,0060	0,0048	0,0014	0,00851	0,00006	0,0568

Продовження додатку В

№ з/п	Місцерозташування точок відбору	Глибина, см	рН	НСО ³⁻	СІ	SO ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	НСО ³⁻	СІ	SO ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Сумма солей, %
				ммоль на 100г										%				
	(автозаправка «Алькор-Ойл»), 0-10 см, 2,5 м від дороги																	
26	Молода гвардія 0-10 см, 1,5 м від дороги	0-15	8,22	0,3	0,06	0,25	0,18	0,16	0,31	0,04	0,018	0,0021	0,0118	0,004	0,0019	0,0071	0,0014	0,0487
27	Вул. Преображенська, 0-10 см, 1 м від дороги	0-15	8,41	0,8	1,2	0,1	0,3	0,21	1,62	0,04	0,0512	0,042	0,0025	0,006	0,0025	0,0373	0,0017	0,1456
28	Соборна площа, 0-15 см, 50 м від дороги	0-15	7,91	0,4	0,08	0,31	0,34	0,22	0,12	0,11	0,0244	0,0028	0,0148	0,0068	0,0026	0,0028	0,0042	0,0584
29	Старосінний сквер 0-10 см, 10 м від дороги	0-15	8,08	0,62	0,08	0,03	0,39	0,25	0,11	0,03	0,0378	0,0028	0,0017	0,0078	0,0030	0,00253	0,00098	0,0578
30	Вул. Канатна, 0-10 см, 2,5 м від дороги	0-15	8,20	0,44	0,12	0,15	0,32	0,24	0,22	0,01	0,0268	0,0042	0,0070	0,0064	0,0029	0,00506	0,00023	0,0550
31	Вул. Канатна, 0-10 см, 7 м від дороги	0-15	7,96	0,48	0,06	0,27	0,38	0,2	0,1	0,13	0,0293	0,0021	0,0130	0,0076	0,0024	0,0023	0,0051	0,0617
32	Вул. Канатна, 0-10 см, 10 м від дороги	0-15	7,73	0,4	0,06	0,31	0,44	0,24	0,06	0,03	0,0244	0,0021	0,0150	0,0088	0,0029	0,00138	0,001248	0,0558
33	Вул. Генуезька, 0-10 см, 5 м від дороги	0-15	8,88	0,88	0,08	0,31	0,2	0,16	0,95	0,04	0,054	0,0028	0,0147	0,004	0,0019	0,0219	0,0014	0,1027
34	9 ст. Фонтанської дороги, 0-10 см, 1,5 м від дороги	0-15	8,39	0,48	0,06	0,25	0,32	0,24	0,22	0,09	0,0293	0,0021	0,0122	0,0064	0,0029	0,0051	0,0037	0,0640
35	7 ст. Люсторфської	0-15	8,05	0,46	0,06	0,56	0,38	0,26	0,35	0,13	0,0281	0,0021	0,0269	0,0076	0,0031	0,00805	0,00507	0,0821

№ з/п	Місцерозташування точок відбору	Глибина, см	рН	НСО ³⁻	СІ	SO ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	НСО ³⁻	СІ	SO ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Сумма солей, %
				ммоль на 100г										%				
	дороги, 0-15 см, 1,5 м від дороги																	
36	Площа Толбухіна, 0-15 см, 0,5 м від дороги	0-15	8,61	0,85	0,1	0,32	0,16	0,16	0,97	0,04	0,052	0,0035	0,0153	0,0032	0,0019	0,0223	0,0015	0,1014
37	Вул. Краснова, 0-15 см, 1 м від дороги	0-15	8,14	0,54	0,1	0,28	0,2	0,1	0,64	0,02	0,033	0,004	0,0132	0,004	0,0012	0,01472	0,00006	0,0708
38	Пр.. Шевченка, 0-15 см, 5 м від дороги	0-15	8,05	0,54	0,06	0,17	0,3	0,1	0,33	0,04	0,033	0,0021	0,0080	0,006	0,0012	0,0076	0,0014	0,0592
39	Пр. Шевченка, 0-15 см, 1,5 м від дороги	0-15	8,22	0,7	0,16	0,5	0,24	0,18	0,95	0,04	0,0403	0,0056	0,0246	0,005	0,0022	0,0219	0,0017	0,1034
40	Парк Перемоги, 0-15 см, 17 м від дороги	0-15	7,93	0,56	0,06	0,13	0,44	0,12	0,08	0,11	0,0342	0,0021	0,0061	0,0088	0,0014	0,0018	0,0042	0,0587
41	Парк Перемоги, 0-15 см, 100 м від дороги	0-15	7,94	0,58	0,06	0,17	0,54	0,15	0,09	0,03	0,0354	0,0021	0,0079	0,0108	0,0018	0,00207	0,00098	0,0610
42	Пр.. Шевченко (внутрішньо кварт. відбір), 0-15 см, 5 м від дороги	0-15	7,93	0,56	0,06	0,06	0,48	0,13	0,06	0,01	0,0342	0,0021	0,0027	0,0096	0,0016	0,00138	0,00023	0,0517
43	Студмістечко ОНУ ім. І. І. Мечникова, 0-15 см, 1 м від дороги	0-15	8,04	0,56	0,06	0,33	0,6	0,13	0,09	0,13	0,0342	0,0021	0,0158	0,012	0,0016	0,0021	0,0051	0,0728
44	Траса Одеса-Київ, 0-10 см, 1 м від дороги	0-15	7,85	0,38	0,07	0,26	0,48	0,14	0,06	0,03	0,0232	0,00245	0,0126	0,0096	0,0017	0,00138	0,001248	0,0521

№ з/п	Місцерозташування точок відбору	Глибина, см	рН	НСО ³⁻	СІ	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	НСО ³⁻	СІ	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Сумма солей, %	
				ммоль на 100г										%					
45	Вул. Ак. Воробйова, 0-15 см, 1 м від дороги	0-15	8,12	0,54	0,06	0,14	0,36	0,14	0,2	0,04	0,033	0,0021	0,0065	0,0072	0,0017	0,0046	0,0014	0,0565	
46	Пляж Собачка, 0-10 см, 2 м від обриву	0-15	8,11	0,8	0,12	0,15	0,58	0,26	0,14	0,09	0,0488	0,0042	0,0074	0,0116	0,0031	0,0032	0,0037	0,0820	
47	Пляж Собачка, 0-15 см, 70 м від обриву	0-15	8,06	0,56	0,08	0,33	0,58	0,18	0,08	0,13	0,0342	0,0028	0,0158	0,0116	0,0022	0,00184	0,00507	0,0735	
48	Ботанічний сад, 0-15 см	0-15	7,64	0,5	0,06	0,18	0,46	0,18	0,06	0,04	0,031	0,0021	0,0086	0,0092	0,0022	0,0014	0,0015	0,0555	
49	Пр.. Небесної Сотні, 0-10 см, 1 м від дороги	0-15	8,18	0,66	0,08	0,24	0,52	0,18	0,15	0,13	0,0403	0,0028	0,0115	0,0104	0,0022	0,00345	0,00507	0,0757	
50	Тр. Одеса-Рені, 0-15 см, 1 м від дороги	0-15	7,98	0,54	0,06	0,20	0,5	0,17	0,09	0,04	0,033	0,0021	0,0096	0,01	0,0020	0,0021	0,0015	0,0602	
Відбір 2018 р.																			
51	траса Одеса-Чорноморськ 2,5 м від дороги	0-10	7,85	0,55	0,23	0,12	0,38	0,08	0,39	0,05	0,034	0,008	0,006	0,008	0,010	0,009	0,002	0,077	
52	траса Одеса-Чорноморськ 10,5 м від дороги	0-10	7,55	0,42	0,09	0,39	0,50	0,16	0,19	0,05	0,026	0,003	0,019	0,010	0,019	0,004	0,002	0,083	
53	траса Одеса-Чорноморськ 35 м від дороги	0-20	7,65	0,42	0,09	0,19	0,44	0,20	0,03	0,03	0,026	0,003	0,009	0,009	0,002	0,001	0,001	0,051	
		20-30	7,34	0,28	0,15	0,15	0,36	0,16	0,03	0,03	0,017	0,005	0,007	0,007	0,002	0,001	0,001	0,040	
		30-40	7,30	0,29	0,13	0,13	0,30	0,18	0,04	0,03	0,018	0,004	0,006	0,006	0,002	0,001	0,001	0,038	
		40-50	7,45	0,31	0,13	0,13	0,36	0,14	0,05	0,02	0,019	0,004	0,006	0,007	0,002	0,001	0,001	0,040	
54	траса Одеса-Чорноморськ, 3 м від дороги	0-10	7,70	0,49	0,19	0,27	0,46	0,10	0,25	0,14	0,030	0,007	0,013	0,009	0,001	0,006	0,005	0,071	

№ з/п	Місцерозташування точок відбору	Глибина, см	рН	НСО ³⁻	СІ	SO ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	НСО ³⁻	СІ	SO ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Сумма солей, %
				ммоль на 100г						%								
55	траса Одеса-Чорноморськ, 15 м від дороги	0-10	7,68	0,52	0,07	0,12	0,48	0,12	0,04	0,07	0,032	0,002	0,006	0,010	0,001	0,001	0,003	0,055
		10-20	7,63	0,45	0,09	0,22	0,48	0,16	0,05	0,07	0,027	0,003	0,011	0,010	0,002	0,001	0,003	0,057
56	траса Одеса-Чорноморськ, 35 м від дороги	0-10	6,90	0,14	0,07	0,14	0,24	0,04	0,04	0,03	0,009	0,002	0,007	0,005	0,001	0,001	0,001	0,026
		10-20	7,05	0,18	0,09	0,18	0,28	0,10	0,04	0,03	0,011	0,003	0,009	0,006	0,002	0,001	0,001	0,033
		20-30	6,50	0,13	0,10	0,09	0,18	0,05	0,03	0,06	0,008	0,004	0,004	0,004	0,001	0,001	0,002	0,024
		30-40	6,73	0,16	0,09	0,05	0,16	0,06	0,05	0,03	0,010	0,006	0,002	0,003	0,001	0,001	0,001	0,024
		40-50	6,65	0,15	0,09	0,05	0,16	0,06	0,04	0,03	0,009	0,006	0,002	0,003	0,001	0,001	0,001	0,023
57	траса Одеса-Чорноморськ, 3 м від дороги	0-10	7,73	0,63	0,13	0,31	0,58	0,14	0,10	0,25	0,038	0,004	0,015	0,012	0,002	0,001	0,010	0,082
58	траса Одеса-Чорноморськ, 1 м від дороги	0-10	7,75	0,60	0,08	0,08	0,30	0,10	0,30	0,06	0,037	0,004	0,004	0,006	0,001	0,002	0,002	0,056
		10-20	7,80	0,55	0,11	0,06	0,28	0,06	0,35	0,03	0,034	0,015	0,003	0,006	0,001	0,007	0,001	0,067
59	траса Одеса-Чорноморськ, 27 м від дороги	0-10	7,25	0,27	0,11	0,09	0,38	0,04	0,03	0,02	0,016	0,004	0,004	0,008	0,001	0,008	0,001	0,042
		10-20	7,00	0,21	0,13	0,12	0,28	0,12	0,04	0,02	0,013	0,005	0,006	0,006	0,001	0,001	0,001	0,033
		20-30	7,20	0,36	0,21	0,07	0,46	0,10	0,05	0,03	0,022	0,007	0,003	0,009	0,001	0,001	0,001	0,044
		30-40	7,57	0,45	0,11	0,10	0,56	0,04	0,04	0,02	0,027	0,004	0,005	0,011	0,001	0,001	0,001	0,050
		40-50	7,30	0,33	0,11	0,12	0,30	0,16	0,08	0,02	0,020	0,004	0,006	0,006	0,002	0,001	0,001	0,040
60	вул. Посмитного, 1 м від дороги	0-10	7,75	0,53	0,21	0,06	0,40	0,10	0,15	0,15	0,032	0,007	0,003	0,008	0,001	0,002	0,006	0,059
61	вул. Тіниста	0-10	7,25	0,37	0,19	0,14	0,32	0,08	0,05	0,25	0,023	0,007	0,007	0,006	0,001	0,003	0,010	0,057
		10-20	7,50	0,42	0,11	0,31	0,44	0,12	0,04	0,24	0,026	0,004	0,015	0,009	0,001	0,001	0,009	0,065
		20-30	7,55	0,40	0,07	0,29	0,40	0,10	0,03	0,23	0,024	0,002	0,014	0,008	0,001	0,009	0,009	0,067

№ з/п	Місцерозташування точок відбору	Глибина, см	рН	НСО ³⁻	СІ	SO ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	НСО ³⁻	СІ	SO ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Сумма солей, %			
				ммоль на 100г										%							
				30-40	40-50	0-10	10-20	20-30	30-50	0-10	10-20	0-10	10-20	40-50	0-10	10-20	0-10		10-20	30-50	
				0,66	0,25	0,26	0,70	0,22	0,11	0,14	0,040	0,009	0,012	0,014	0,003	0,007	0,005	0,090			
				0,58	0,27	0,41	0,50	0,14	0,15	0,49	0,035	0,009	0,019	0,010	0,002	0,003	0,020	0,098			
62	пляж Лузанівка	0-10	7,65	0,47	0,41	0,32	0,40	0,16	0,11	0,53	0,029	0,014	0,015	0,008	0,002	0,003	0,021	0,092			
		10-20	7,85	0,69	0,13	0,35	0,46	0,06	0,26	0,39	0,042	0,005	0,017	0,009	0,001	0,003	0,020	0,097			
		20-30	6,92	0,26	0,13	10,22	8,72	0,76	0,43	0,70	0,016	0,005	0,490	0,174	0,009	0,006	0,027	0,727			
		30-50	7,90	0,70	0,19	0,33	0,32	0,20	0,56	0,14	0,043	0,007	0,016	0,006	0,002	0,010	0,005	0,089			
63	провулок Векслера, 1,5 м від дороги	0-10	7,82	0,68	0,13	0,36	0,36	0,06	0,60	0,15	0,041	0,005	0,017	0,007	0,001	0,013	0,006	0,090			
		10-20	7,76	0,53	0,17	0,25	0,28	0,04	0,48	0,15	0,032	0,006	0,012	0,006	0,001	0,011	0,006	0,074			
64	вул. Балковская, автозаправка, 1 м від дороги	0-10	7,40	0,48	0,11	0,10	0,40	0,12	0,05	0,12	0,029	0,004	0,005	0,008	0,001	0,001	0,005	0,053			
		10-20	7,33	0,47	0,11	0,08	0,42	0,10	0,09	0,05	0,029	0,004	0,004	0,008	0,001	0,002	0,002	0,050			
		40-50	7,65	0,45	0,11	0,08	0,39	0,15	0,07	0,03	0,027	0,004	0,004	0,008	0,002	0,002	0,001	0,048			
65	Дюковский сад	0-10	7,64	0,52	0,21	0,12	0,48	0,12	0,05	0,20	0,032	0,007	0,006	0,010	0,001	0,001	0,008	0,065			
		10-20	7,60	0,53	0,13	0,07	0,44	0,14	0,01	0,14	0,032	0,005	0,003	0,009	0,002	0,001	0,005	0,057			
66	Михайловський парк, 3 м від дороги	0-10	7,71	0,53	0,21	0,16	0,46	0,12	0,05	0,27	0,032	0,007	0,008	0,009	0,001	0,001	0,011	0,069			
67	Михайловський парк, 75 м від дороги	0-10	7,65	0,48	0,13	0,08	0,40	0,14	0,03	0,12	0,029	0,005	0,004	0,008	0,002	0,001	0,005	0,054			
		10-20	7,64	0,47	0,13	0,15	0,36	0,18	0,12	0,09	0,029	0,005	0,007	0,007	0,002	0,003	0,004	0,057			
		30-50	7,81	0,42	0,15	0,36	0,44	0,16	0,26	0,07	0,026	0,005	0,017	0,009	0,002	0,006	0,003	0,068			
68	пр. Шевченко	0-10	7,54	0,41	0,17	0,21	0,26	0,14	0,06	0,33	0,025	0,006	0,010	0,005	0,002	0,001	0,013	0,062			
		10-20	7,63	0,49	0,09	0,10	0,26	0,10	0,04	0,28	0,030	0,003	0,005	0,005	0,001	0,001	0,011	0,056			
69	вул. Середньофонтанська,	0-15	8,03	0,69	0,09	0,11	0,20	0,02	0,53	0,14	0,042	0,003	0,005	0,004	0,001	0,012	0,005	0,072			

№ з/п	Місцерозташування точок відбору	Глибина, см	рН	НСО ³⁻	СІ	SO ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	НСО ³⁻	СІ	SO ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Сумма солей, %
				ммоль на 100г										%				
	1,5 м від дороги																	
70	вул. Середньофонтанська, парк, 15 м від дороги	0-15	7,78	0,61	0,09	0,18	0,58	0,08	0,03	0,19	0,037	0,003	0,009	0,012	0,001	0,001	0,007	0,070
		15-25	7,86	0,58	0,13	0,13	0,48	0,22	0,06	0,08	0,035	0,005	0,006	0,010	0,003	0,001	0,003	0,063
		35-45	7,88	0,56	0,19	0,08	0,46	0,22	0,12	0,03	0,034	0,007	0,004	0,009	0,003	0,003	0,001	0,061
71	вул. Чорноморська дорога, 1,5 м від дороги	0-15	7,64	0,48	0,15	0,08	0,30	0,14	0,16	0,12	0,029	0,005	0,004	0,006	0,002	0,004	0,005	0,055
		15-25	7,97	0,63	0,11	0,12	0,40	0,14	0,27	0,05	0,038	0,004	0,006	0,008	0,002	0,006	0,002	0,066
72	вул. Чорноморська дорога, парк Артилерійський, 30 м від дороги	0-15	7,76	0,65	0,17	0,18	0,54	0,06	0,03	0,37	0,040	0,006	0,009	0,011	0,001	0,001	0,014	0,082
73	вул. Водопровідна, парк, 18 м від дороги	0-15	7,85	0,55	0,11	0,29	0,42	0,14	0,09	0,30	0,034	0,004	0,014	0,008	0,002	0,002	0,012	0,076
		15-25	7,93	0,59	0,05	0,12	0,38	0,14	0,07	0,17	0,036	0,002	0,006	0,008	0,002	0,002	0,007	0,063
74	вул. Водопровідна, парк 35 м від дороги	0-15	7,66	0,51	0,07	0,36	0,38	0,16	0,05	0,35	0,031	0,002	0,017	0,008	0,002	0,001	0,014	0,075
75	вул. Фонтанська дорога, 1,5 м від дороги	0-15	7,70	0,53	0,09	0,27	0,26	0,06	0,52	0,05	0,032	0,003	0,013	0,005	0,001	0,011	0,002	0,067
		15-25	8,15	1,04	0,13	0,38	0,34	0,12	1,05	0,04	0,063	0,005	0,018	0,007	0,001	0,024	0,002	0,120
76	вул. Фонтанська дорога, 20 м від дороги	0-15	7,82	0,53	0,13	0,03	0,36	0,16	0,04	0,13	0,032	0,005	0,001	0,007	0,002	0,001	0,005	0,053
		15-25	7,70	0,44	0,09	0,12	0,38	0,12	0,07	0,08	0,027	0,003	0,006	0,008	0,001	0,002	0,003	0,050
77	проспект Шевченка, 1,5 м від дороги	0-15	7,78	0,46	0,10	0,11	0,25	0,03	0,33	0,06	0,028	0,005	0,005	0,005	0,001	0,008	0,002	0,054
		15-25	8,06	0,66	0,16	0,02	0,18	0,08	0,53	0,05	0,040	0,006	0,001	0,004	0,001	0,012	0,002	0,066
78	пр. Шевченка, парк Перемоги,	0-15	7,46	0,42	0,17	0,18	0,38	0,22	0,03	0,14	0,026	0,006	0,009	0,008	0,003	0,001	0,005	0,058
		15-25	7,36	0,36	0,15	0,07	0,38	0,12	0,03	0,05	0,022	0,005	0,009	0,008	0,001	0,001	0,002	0,048

№ з/п	Місцерозташування точок відбору	Глибина, см	рН	НСО ³⁻	СІ	SO ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	НСО ³⁻	СІ	SO ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Сумма солей, %
				ммоль на 100г						%								
	50 м від дороги	35-45	7,30	0,29	0,17	0,02	0,22	0,20	0,05	0,01	0,018	0,006	0,003	0,004	0,002	0,001	0,001	0,035
79	Одеський торговий порт	0-10	7,72	0,76	0,12	0,37	0,50	0,30	0,18	0,27	0,046	0,004	0,018	0,010	0,004	0,004	0,011	0,097
		10-20	7,66	0,84	0,13	0,42	0,64	0,30	0,20	0,25	0,051	0,005	0,020	0,013	0,004	0,005	0,010	0,107
		30-50	7,68	0,61	0,28	1,19	0,94	0,42	0,57	0,15	0,037	0,010	0,057	0,019	0,005	0,013	0,006	0,147
80	вул. Чорноморського козацтва	0-10	7,45	0,90	0,22	0,78	0,74	0,58	0,25	0,33	0,055	0,008	0,037	0,015	0,007	0,006	0,013	0,140
		10-20	7,58	0,76	0,10	0,50	0,50	0,38	0,26	0,22	0,046	0,004	0,024	0,010	0,005	0,006	0,009	0,103
		30-50	7,77	0,83	0,27	0,26	0,18	0,22	0,86	0,10	0,050	0,009	0,012	0,004	0,003	0,020	0,004	0,102
81	ОНПЗ «Лукойл»	0-10	7,58	1,18	0,16	0,76	1,32	0,54	0,14	0,10	0,072	0,006	0,036	0,026	0,006	0,003	0,004	0,154
		10-20	7,64	0,95	0,10	0,55	0,80	0,56	0,21	0,03	0,058	0,004	0,026	0,016	0,007	0,005	0,001	0,117
		30-50	7,40	0,79	0,10	1,62	1,44	0,60	0,33	0,14	0,048	0,004	0,078	0,029	0,007	0,008	0,005	0,179
82	вул. Хімічна	0-10	7,25	0,83	0,10	0,56	1,04	0,34	0,07	0,04	0,051	0,004	0,027	0,021	0,004	0,002	0,002	0,109
		10-20	7,32	0,83	0,12	0,25	0,78	0,34	0,06	0,02	0,051	0,004	0,012	0,016	0,004	0,001	0,001	0,089
		30-50	7,33	0,71	0,10	0,09	0,52	0,28	0,09	0,01	0,043	0,004	0,004	0,010	0,003	0,002	0,000	0,067
83	Ботанічний сад	0-10	7,47	0,58	0,15	0,21	0,40	0,30	0,06	0,18	0,035	0,005	0,010	0,008	0,004	0,001	0,007	0,071
		10-20	7,40	0,42	0,09	0,18	0,34	0,22	0,07	0,06	0,026	0,003	0,009	0,007	0,003	0,002	0,002	0,051
		30-50	7,29	0,25	0,07	0,30	0,18	0,32	0,10	0,02	0,015	0,002	0,014	0,004	0,004	0,002	0,001	0,043

Загальний вміст гумусу досліджуваних ґрунтів

№ з/п	Місце розташування точок відбору	Глибина, см	Вміст гумусу, %
1	2	3	4
Відбір 2021 р.			
1	Площа 10 квітня, 0-20 см, 0,5 м від дороги	0-15	3,84
2	Адміральський проспект, 0-20 см, 1 м від дороги	0-15	5,10
3	1 ст. Люстдорфської дороги, 0-15 см, 0,5 м від дороги	0-15	3,50
4	Люстдорфська дорога (автозаправка «Socar»), 0-10 см, 10 м від дороги	0-15	3,20
5	Люстдорфська дорога (автозаправка «Socar»), 0-10 см, 1,5 м від дороги	0-15	3,60
6	Люстдорфська дорога, 0-10 см, 2 м від дороги	0-15	4,70
7	Люстдорфська дорога, 0-10 см, 7 м від дороги	0-15	3,60
8	Люстдорфська дорога, 0-10 см, 10 м від дороги	0-15	3,80
9	Вул. Балківська, 0-10 см, 6 м від дороги та 0,5 м від автостоянки	0-15	3,30
10	Вул. Балківська, 0-10 см, 3 м від дороги та 6 м від автостоянки	0-15	5,22
11	Вул. Балківська (автозаправка «WOG»), 0-15 см, 6 м від дороги	0-15	4,00
12	Вул. Балківська, 0-15 см, 6 м від дороги	0-15	5,20
13	Вул. Балківська, 0-15 см, 2 м від дороги	0-15	3,40
14	Вул. Балківська (автозаправка «Катрал»), 0-15 см, 8 м від дороги	0-15	3,90
15	Вул. Розумовська, 0-15 см, 3 м від дороги	0-15	4,30
16	Вул. М'ясоїдівська, 0-15 см, 1,5 м від дороги	0-15	5,20
17	Серединський сквер, 0-15 см, 10 м від дороги	0-15	3,40
18	Олександрівський проспект, 0-15 см, 2,5 м від дороги	0-15	3,86
19	Олександрівський проспект, 0-15 см, 10 м від дороги	0-15	3,10
20	Вул. Грушевського (автозаправка «ОККО»), 0-10 см, 1 м від дороги	0-15	4,10
21	Парк Шевченка, 0-15 см 125 м від дороги	0-15	4,60
22	Вул. Маразліївська, 0-10 см, 10 м від дороги	0-15	2,64

1	2	3	4
23	Вул. Чорноморського козацтва, 0-10 см, 5 м від дороги,	0-15	4,50
24	Лузанівка, 0-15 см, 3 м від дороги	0-15	17,5
25	Вул. Південна дорога, (автозаправка «Алькор-Ойл»), 0-10 см, 2,5 м від дороги	0-15	4,00
26	Молода гвардія, 0-10 см, 1,5 м від дороги	0-15	4,40
27	Вул. Преображенська, 0-10 см, 1 м від дороги	0-15	2,50
28	Соборна площа, 0-15 см, 50 м від дороги	0-15	3,00
29	Старосінний сквер, 0-10 см, 10 м від дороги	0-15	5,20
30	Вул. Канатна, 0-10 см, 2,5 м від дороги	0-15	4,20
31	Вул. Канатна, 0-10 см, 7 м від дороги	0-15	4,40
32	Вул. Канатна, 0-10 см, 10 м від дороги	0-15	3,50
33	Вул. Генуезька, 0-10 см, 5 м від дороги	0-15	3,20
34	9 ст. Фонтанської дороги, 0-10 см, 1,5 м від дороги	0-15	4,60
35	7 ст. Люсторфської дороги, 0-15 см, 1,5 м від дороги	0-15	4,50
36	Площа Толбухіна, 0-15 см, 0,5 м від дороги	0-15	4,10
37	Вул. Краснова, 0-15 см, 1 м від дороги	0-15	4,40
38	Пр. Шевченка, 0-15 см, 5 м від дороги	0-15	4,30
39	Пр. Шевченка, 0-15 см, 1,5 м від дороги	0-15	4,20
40	Парк Перемоги, 0-15 см, 17 м від дороги	0-15	3,30
41	Парк Перемоги, 0-15 см, 100 м від дороги	0-15	3,30
42	Пр. Шевченко (внутрішньо кварт. відбір), 0-15 см, 5 м від дороги	0-15	3,70
43	Студмістечко ОНУ ім. І. І. Мечникова, 0-15 см, 1 м від дороги	0-15	2,60
44	Траса Одеса-Київ, 0-10 см, 1 м від дороги	0-15	4,90
45	Вул. Ак. Воробйова, 0-15 см, 1 м від дороги	0-15	3,86
46	Пляж Собачка, 0-10 см, 2 м від обриву	0-15	4,06
47	Пляж Собачка, 0-15 см, 70 м від обриву	0-15	3,30
48	Ботанічний сад, 0-15 см	0-15	2,30
49	Пр. Небесної Сотні, 0-10 см, 1 м від дороги	0-15	2,50

1	2	3	4
50	Тр. Одеса-Рені, 0-15 см, 1 м від дороги	0-15	4,40
Відбір 2018 р.			
51	траса Одеса-Чорноморськ, 2,5 м від дороги	0-10	4,73
52	траса Одеса-Чорноморськ, 10,5 м від дороги	0-10	2,21
53	траса Одеса-Чорноморськ, 35 м від дороги	0-20	2,08
		20-30	2,49
		30-40	2,21
		40-50	2,13
54	траса Одеса-Чорноморськ, 3 м від дороги	0-10	5,08
55	траса Одеса-Чорноморськ, 15 м від дороги	0-10	2,38
		10-20	2,61
56	траса Одеса-Чорноморськ, 35 м від дороги	0-10	2,59
		10-20	2,59
		20-30	2,59
		30-40	2,40
		40-50	2,33
57	траса Одеса-Чорноморськ, 3 м від дороги	0-10	5,48
58	траса Одеса-Чорноморськ, 1 м від дороги	0-10	3,28
		10-20	2,43
59	траса Одеса-Чорноморськ, 27 м від дороги	0-10	2,87
		10-20	2,75
		20-30	2,72
		30-40	2,53
		40-50	2,59
60	вул. Посмитного, 1 м від дороги	0-10	3,30
61	вул. Тіниста	0-10	3,40
		10-20	3,50
		20-30	3,60

1	2	3	4
62	пляж Лузанівка	0-10	10,89
		10-20	11,30
		20-30	9,18
		30-50	9,88
63	провулок Векслера, 1,5 м від дороги	0-10	9,14
		10-20	1,12
64	вул. Балковская, автозаправка, 1 м від дороги	0-10	3,88
		10-20	3,28
		40-50	2,95
65	Дюковский сад	0-10	3,95
		10-20	2,80
66	Михайловський парк, 3 м від дороги	0-10	3,62
67	Михайловський парк, 75 м від дороги	0-10	4,29
		10-20	3,51
		30-50	1,87
68	пр. Шевченко	0-10	4,29
		10-20	3,66
69	вул. Середньофонтанська, 1,5 м від дороги	0-15	3,78
70	вул. Середньофонтанська, парк, 15 м від дороги	0-15	4,16
		15-25	3,17
		35-45	2,66
71	вул. Чорноморська дорога, 1,5 м від дороги	0-15	3,86
		15-25	3,11
72	вул. Чорноморська дорога, парк Артилерійський, 30 м від дороги	0-15	3,98
73	вул. Водопровідна, парк, 18 м від дороги	0-15	5,26
		15-25	3,20
74	вул. Водопровідна, парк 35 м від дороги	0-15	5,62
75	вул. Фонтанська дорога, 1,5 м від дороги	0-15	3,93

Продовження додатку Г

1	2	3	4
76	вул. Фонтанська дорога, 20 м від дороги	0-15	2,35
		15-25	2,92
77	проспект Шевченка, 1,5 м від дороги	0-15	4,92
		15-25	6,63
78	пр. Шевченка, парк Перемоги, 50 м від дороги	0-15	4,59
		15-25	3,14
		35-45	2,02
79	Одеський торговий порт	0-10	5,98
		10-20	6,03
		30-50	5,70
80	вул. Чорноморського козацтва	0-10	7,68
		10-20	3,63
		30-50	4,38
81	ОНПЗ «Лукойл»	0-10	3,28
		10-20	2,29
		30-50	1,15
82	вул. Хімічна	0-10	4,22
		10-20	2,72
		30-50	2,08
83	Ботанічний сад	0-10	3,63
		10-20	2,50
		30-50	1,81

Додаток Г

Вміст мікроелементів та важких металів у досліджуваних ґрунтах

№ з/п	Місце розташування точок відбору	Марганець, мг/кг	Цинк, мг/кг	Кобальт, мг/кг	Мідь, мг/кг	Кадмій, мг/кг	Свинець, мг/кг
Відбір 2021 р.							
1	Площа 10 квітня, 0-20 см, 0,5 м від дороги	51,83	7,17	0,59	1,11	0,19	7,39
2	Адміральський проспект, 0-20 см, 1 м від дороги	54,38	19,96	1,46	9,20	0,39	31,18
3	1 ст. Люстдорфської дороги, 0-15 см, 0,5 м від дороги	61,30	11,49	2,48	16,60	0,57	22,82
4	Люстдорфська дорога (автозаправка «Socar»), 0-10 см, 10 м від дороги	55,83	3,24	0,33	1,31	0,043	1,52
5	Люстдорфська дорога (автозаправка «Socar»), 0-10 см, 1,5 м від дороги	42,35	3,62	0,24	2,02	0,025	2,55
6	Люстдорфська дорога, 0-10 см, 2 м від дороги	51,83	15,00	1,79	2,71	0,48	19,48
7	Люстдорфська дорога, 0-10 см, 7 м від дороги	42,00	9,03	2,40	1,71	0,59	18,46
8	Люстдорфська дорога, 0-10 см, 10 м від дороги	51,77	6,65	2,03	1,30	0,57	11,36
9	Вул. Балківська, 0-10 см, 6 м від дороги та 0,5 м від автостоянки	42,30	8,34	1,54	1,43	0,46	22,03
10	Вул. Балківська, 0-10 см, 3 м від дороги та 6 м від автостоянки	55,43	21,31	1,04	1,30	0,32	16,93
11	Вул. Балківська (автозаправка «WOG»), 0-15 см, 6 м від дороги	48,05	22,04	1,61	2,63	0,59	19,54

№ з/п	Місце розташування точок відбору	Марганець, мг/кг	Цинк, мг/кг	Кобальт, мг/кг	Мідь, мг/кг	Кадмій, мг/кг	Свинець, мг/кг
12	Вул. Балківська, 0-15 см, 6 м від дороги	58,42	22,72	1,49	3,80	0,46	26,45
13	Вул. Балківська, 0-15 см, 2 м від дороги	52,94	21,49	1,23	13,38	0,35	13,28
14	Вул. Балківська (автозаправка «Катрал»), 0-15 см, 8 м від дороги	47,34	8,16	0,64	0,78	0,25	5,55
15	Вул. Розумовська, 0-15 см, 3 м від дороги	43,04	19,09	1,37	4,32	0,48	42,53
16	Вул. М'ясоїдівська, 0-15 см, 1,5 м від дороги	49,26	19,21	1,65	2,18	0,60	20,36
17	Серединський сквер, 0-15 см, 10 м від дороги	48,33	13,48	2,09	2,17	0,64	36,11
18	Олександрівський проспект, 0-15 см, 2,5 м від дороги	39,19	20,13	1,77	2,54	0,55	30,59
19	Олександрівський проспект, 0-15 см, 10 м від дороги	42,81	12,08	1,66	1,47	0,47	18,46
20	Вул. Грушевського (автозаправка «ОККО»), 0-10 см, 1 м від дороги	52,27	19,28	0,84	5,36	0,48	25,69
21	Парк Шевченка, 0-15 см, 125 м від дороги	55,87	17,71	1,59	1,49	0,69	42,00
22	Вул. Маразліївська, 0-10 см, 10 м від дороги	50,21	26,18	2,12	2,06	0,38	42,39
23	Вул. Чорноморського козацтва, 0-10 см 5 м від дороги,	54,07	22,18	1,13	3,65	0,58	10,50
24	Лузанівка, 0-15 см, 3 м від дороги	67,92	29,01	1,91	2,70	0,48	149,27
25	Вул. Південна дорога, (автозаправка «Алькор-Ойл»), 0-10 см,	47,30	22,26	0,88	5,28	0,24	13,49

№ з/п	Місце розташування точок відбору	Марганець, мг/кг	Цинк, мг/кг	Кобальт, мг/кг	Мідь, мг/кг	Кадмій, мг/кг	Свинець, мг/кг
	2,5 м від дороги						
26	Молода гвардія, 0-10 см, 1,5 м від дороги	53,90	21,08	1,15	3,36	0,28	25,61
27	Вул. Преображенська, 0-10 см, 1 м від дороги	41,25	5,55	0,53	0,68	0,05	4,06
28	Соборна площа, 0-15 см, 50 м від дороги	49,50	7,74	1,57	0,84	0,21	11,89
29	Старосінний сквер, 0-10 см,и10 м від дороги	63,25	19,04	2,58	87,77	0,53	33,92
30	Вул. Канатна, 0-10 см, 2,5 м від дороги	43,69	20,99	2,29	183,89	0,60	49,52
31	Вул. Канатна, 0-10 см, 7 м від дороги	54,22	11,45	0,96	8,92	0,19	9,35
32	Вул. Канатна, 0-10 см, 10 м від дороги	50,08	6,93	0,51	0,60	0,05	4,15
33	Вул. Генуезька, 0-10 см, 5 м від дороги	40,43	10,68	1,33	1,66	0,18	11,91
34	9 ст. Фонтанської дороги, 0-10 см, 1,5 м від дороги	63,27	20,19	1,55	11,13	0,32	17,54
35	7 ст. Люсторфської дороги, 0-15 см, 1,5 м від дороги	56,56	16,24	1,51	2,20	0,17	15,27
36	Площа Толбухіна, 0-15 см, 0,5 м від дороги	48,30	19,64	1,55	4,45	0,23	27,21
37	Вул. Краснова, 0-15 см, 1 м від дороги	54,63	17,87	1,11	1,42	0,27	24,20
38	Пр.. Шевченка, 0-15 см, 5 м від дороги	44,99	23,97	2,19	8,12	0,41	65,08
39	Пр. Шевченка, 0-15 см, 1,5 м від дороги	54,50	18,72	2,20	8,26	0,43	43,33
40	Парк Перемоги, 0-15 см, 17 м від дороги	47,35	11,63	1,40	0,90	0,28	21,17
41	Парк Перемоги, 0-15 см, 100 м від дороги	47,97	13,51	1,30	0,91	0,28	19,22
42	Пр. Шевченко (внутрішньо кварт. відбір), 0-15 см, 5 м від дороги	45,30	23,73	1,52	1,30	0,40	56,21
43	Студмістечко ОНУ ім. І. І. Мечникова,	40,21	6,22	0,95	0,97	0,23	10,12

№ з/п	Місце розташування точок відбору	Марганець, мг/кг	Цинк, мг/кг	Кобальт, мг/кг	Мідь, мг/кг	Кадмій, мг/кг	Свинець, мг/кг
	0-15 см, 1 м від дороги						
44	Траса Одеса-Київ, 0-10 см, 1 м від дороги	57,46	24,80	1,94	2,59	0,54	27,43
45	Вул. Ак. Воробйова, 0-15 см, 1 м від дороги	47,40	18,54	2,37	3,18	0,56	40,35
46	Пляж Собачка, 0-10 см, 2 м від обриву	50,35	9,02	2,28	1,03	0,46	17,69
47	Пляж Собачка, 0-15 см 70 м від обриву	48,57	9,77	2,44	1,23	0,47	18,43
48	Ботанічний сад, 0-15 см	39,30	1,45	0,12	0,07	0,01	1,11
49	Пр. Небесної Сотні, 0-10 см, 1 м від дороги	48,39	13,22	1,88	1,48	0,34	20,17
50	Тр. Одеса-Рені, 0-15 см, 1 м від дороги	47,24	14,80	2,37	1,88	0,64	44,02
Відбір 2014 р.							
51	траса Одеса-Чорноморськ, 2,5 м від дороги	97,98	20,00	26,2	3,93	0,83	19,45
52	траса Одеса-Чорноморськ, 10,5 м від дороги	96,65	0,98	1,05	0,72	0,20	4,70
53	траса Одеса-Чорноморськ, 35 м від дороги	90,35	0,48	0,28	1,24	0,20	9,35
54	вул. Тініста	108,21	7,80	0,95	1,24	0,38	12,00
55	пляж Лузанівка	113,68	240,00	22,15	42,91	1,65	201,72
56	провулок Векслера, 1,5 м від дороги	100,22	160,00	5,84	28,01	1,05	8,47
57	вул. Балківська, 1 м від дороги	92,16	89,00	9,95	5,64	1,00	2,13
58	Дюковський сад	79,18	65,00	17,37	2,08	1,40	5,45
59	Михайловський парк, 75 м від дороги	91,99	65,00	5,78	2,86	0,92	3,95
60	пр. Шевченка	96,04	194,00	4,11	1,11	0,87	3,65
61	вул. Середньофонтанська, 1,5 м від дороги	93,53	98,00	1,66	3,00	0,67	5,52

№ з/п	Місце розташування точок відбору	Марганець, мг/кг	Цинк, мг/кг	Кобальт, мг/кг	Мідь, мг/кг	Кадмій, мг/кг	Свинець, мг/кг
62	вул. Фонтанська дорога, 1,5 м від дороги	85,47	71,00	3,54	1,93	0,65	2,14
63	пр. Шевченка, 1,5 м від дороги	80,69	148,00	4,02	87,92	0,93	6,61
64	Парк Перемоги, 52 м від дороги	104,76	49,00	1,11	0,9	0,52	3,97
65	Одеський торговий порт	74,50	42,30	5,70	2,18	0,71	24,4
66	вул. Чорноморського козацтва	81,50	76,40	3,35	5,55	0,58	26,4
67	ОНПЗ "Лукойл"	103,00	8,73	1,90	3,08	0,69	7,33
68	вул. Хімічна	76,50	4,36	0,96	0,34	0,04	2,45
69	Ботанічний сад	39,30	1,45	0,12	0,07	0,01	1,11

Процеси та показники ґрунтового моніторингу [161]

№ з/п	Процеси, які контролюються	Показники	Глибина відбору зразків, см	Періодичність визначення
1. Зміна структури ґрунтового покриву та контроль землекористування				
1.1	Зміна структури ґрунтового покриву	Змитість, дефлірованість, осолонцювання, засоленість, оглеєність, елювійованість, намитість, гумусованість, окультуреність, потужність органогенного горизонту, вторинна насиченість та кислотність, порушеність та рекультивованість	-	1 раз в 15-20 років
1.2	Трансформація земельних угідь	Структура ґрунтового покриву відлюдних для несільськогосподарських потреб земель та його бальна (якісна) оцінка	-	Щорічно
1.3	Контроль оптимальності землекористування	Площа рекомендованих та фактичних угідь	-	Щорічно
1.4	Контроль оптимальності технологій	Рекомендовані та фактичні види та дози органічних та мінеральних добрив та пестицидів, способи основної обробки, протиерозійних заходів	-	Щорічно
1.5	Контроль комплексної охорони ґрунтів	Організація території, протяжність найпростіших гідротехнічних споруд, протяжність і висота лісосмуг, захищеність ділянки, %; площа постійного залуження, в тому числі на модельних агроландшафтах	-	1 раз в 5 років

№ з/п	Процеси, які контролюються	Показники	Глибина відбору зразків, см	Періодичність визначення
2. Зміна основних властивостей та режимів у ґрунтах				
2.1	Гумусний стан ґрунту	Загальний вміст гумусу	0-20, 30-40	1 раз в 5 років
		Вміст рухомих гумусових речовин	0-20, 30-40	1 раз в 5 років
		Вміст доступної органічної речовини	0-20 20-40	1 раз в 5 років
2.2	Реакція ґрунтового розчину	pH водне	0-20, 30-40	Щорічно
		pH сольове	0-20, 30-40	1 раз в 5 років
		Гідролітична кислотність	0-20, 30-40	1 раз в 5 років
2.3	Ємність поглинання	Ємність катіонного обміну (обмінні основи)	0-20, 30-40	1 раз в 5 років
2.4	Водний режим ґрунту	Вміст вологи	0-100 (через 10 см)	3 3 по 10 місяць подекадно. 1, 2 і 11, 12 місяці – 1 раз на місяць
2.5	Поживний режим ґрунту	Вміст рухомих форм фосфору та калію	0-20	1 раз в 5 років
		Вміст легко гідролізного азоту	0-20, 30-40	1 раз в 5 років
2.6	Санітарний стан ґрунту	Валовий вміст важких металів	0-20	1 раз на 10 років
		Вміст рухомих форм важких металів	0-20	1 раз на 5 років
		Вміст пестицидів	0-20	Щорічно
		Вміст нітратів		
	Радіологічний стан	Рівень радіації ґрунту	0-20	1 раз на 5 років
2.7	Агрофізичні властивості ґрунту	Гранулометричний склад	0-20,	

№ з/п	Процеси, які контролюються	Показники	Глибина відбору зразків, см	Періодичність визначення
			20-40	
		Щільність будови на суху масу, щільність твердої фази	0-10, 30-40	1 раз на 5 років
		Твердість	0-30	1 раз на 5 років
		Структурно-агрегатний склад	0-10, 30-40	1 раз на 5 років
		Водопроникність, вологоємність	З поверхні	1 раз на 5 років
2.8	Біологічна активність у ґрунті	Активність азотфіксації	0-20, 20-40	1 раз на 5 років
		Нітрифікаційна та амоніфікаційна здатність	0-20, 20-40	1 раз на 5 років
		Денітрифікаційна здатність	0-20, 20-40	1 раз на 5 років
		Активність поліфенолксидази та пероксидази	0-20, 20-40	1 раз на 5 років
		Активність дегідрогенази	0-20, 20-40	1 раз на 5 років
		Активність інвертази		
		Фітотоксична активність	0-20, 20-30	1 раз на 5 років
		Целюлозоруйнівна здатність		
		Сумарна біологічна активність (продукція CO ₂ , дихання)	0-20, 20-40	1 раз на 5 років
		Чисельність мікроорганізмів основних таксономічних, еколого-трофічних, та фізіологічних груп	0-10, 20-40	1 раз на 5 років
3. Оцінка інтенсивності прояву процесів ерозії				

№ з/п	Процеси, які контролюються	Показники	Глибина відбору зразків, см	Періодичність визначення
3.1	Пошкодження угідь та посівів	Площа (га) в розрізі адміністративних районів, областей та в цілому по Україні. Виділяють: рілля, багаторічні насадження (сади, виноградники та інш.), природні луки та пасовища	-	Щорічно
3.2	Осередки та ареали розповсюдження пилових бур	Площа (га) в розрізі адміністративних районів, областей і в цілому по Україні	-	За проявом
3.3	Кількість та інтенсивність зливових опадів. Весняні рідкі та тверді стоки	Атмосферні опади (мм) подекадно. Інтенсивність опадів (мм) за теплий період. Матеріали снігомірної зйомки. Сток максимальний та інші показники стоку за період сніготанення	-	
3.4	Швидкості вітру при виникненні пилових бур та локальному прояві вітрової ерозії	Швидкість вітру (м/сек) по румбам (7, 13, 19 година за місцевим часом)	-	Щоденно під час прояву ерозії
3.5	Облік динаміки проективного покриття ґрунту рослинами та їх рештками	Площа та відсоток поверхні ґрунту, вкритого рослинністю та її рештками	-	В період прояву ерозії
3.6	Зміна потужності гумусного горизонту	Потужність (см) гумусного горизонту	-	До та після прояву ерозії
3.7	Визначення зміни властивостей ґрунтів під впливом ерозійних процесів	Вміст гумусу	0-10	В період прояву ерозії
		Якісний склад органічної речовини	0-10	В період прояву ерозії
		Вміст фосфору та калію	0-10	В період прояву ерозії
		Структурно-агрегатний склад	0-10	В період прояву ерозії
		Щільність складання ґрунту	0-10, 10-20,	До та після прояву ерозії

№ з/п	Процеси, які контролюються	Показники	Глибина відбору зразків, см	Періодичність визначення
			30-40	
3.8	Визначення втрат ґрунту та води на стокових ділянках	Маса рідкого (м ³ /га) та твердого (т/га) стоків	-	В період прояву ерозії
3.9	Визначення втрат ґрунту на контрольних ділянках	Маса (т/га) втрат ґрунту	-	В період прояву ерозії
3.10	Визначення прогнозних втрат води та ґрунту при ерозійних процесах в залежності від господарського використання	Маса рідкого (м ³ /га) та твердого (т/га) стоків	-	В період прояву ерозії
3.11	Еколого-економічна шкода	Розрахункові показники	-	В період прояву ерозії
3.12	Іригаційна ерозія	Облік зруйнованої водою площі ґрунту. Облік маси (т/га) конусів виносу	-	В період прояву ерозії
3.13	Облік характеру пошкодження поверхні ґрунту при вітровій ерозії	Визначення інтенсивності прояву вітрової ерозії	-	В кінці періоду прояву ерозії
4. Стан ґрунтів меліоративного фонду				
4.1	Якість зрошувальних вод	Хімічний склад зрошувальних вод (рН, Cl, SO ₄ , HCO ₃ , Ca, Mg, Na, K); концентрація забруднюючих речовин, активність іонів Ca, Na, K, Cl, H, NO ₃ ; навність радіоактивності сполук	-	2 рази в рік
4.2	Рівень і склад ґрунтових вод	Глибина ґрунтових вод; хімічний склад; концентрація забруднюючих речовин	-	2 рази в рік
4.3	Засоленість ґрунтів зони аерації	Вміст водорозчинних солей	0-25, 25-50, 50-75, 75-100,	1 раз в 3-5 років

№ з/п	Процеси, які контролюються	Показники	Глибина відбору зразків, см	Періодичність визначення
			нижче через 50 см	
4.4	Вторинне осолонцювання	Склад поглинутих катіонів, активність іонів Н, Са, Na; розрахунок відношення Na/ Са	0-25, 25-50	1 раз в 3-5 років
4.5	Оцінка темпів спрацювання осушених торфовищ	Потужність органогенних горизонтів	0-25,	1 раз в 5 років
		Щільність складення торфу	25-50,	
		Зольність торфу	50-75, 75-100	
4.6	Трансформація органічної речовини	Ступінь розкладання та гумифікованості торфу	0-20, 30-40	1 раз в 5 років
4.7	Вторинне озалізнєння в осушених гідроморфних ґрунтах	Форми заліза	0-20, 30-40	1 раз в 5 років
5	Якість рослинної продукції	Вміст азоту та сирого протеїну	-	Щорічно
		Вміст нітратів		
		Вміст фосфору		
		Визначення масової долі калію		
		Визначення відсоткового вмісту цукру в корінні цукрового буряку		
		Токсичні елементи у сировині та харчових продуктах: залізо; мідь, свинець, кадмій, цинк		



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КУЛЕВЧАНСЬКИЙ ОПОРНИЙ ЗАКЛАД – ЛЦЕЙ
З ПОЧАТКОВОЮ ШКОЛОЮ ТА ГІМНАЗІЄЮ
КУЛЕВЧАНСЬКОЇ СІЛЬСЬКОЇ РАДИ
БІЛГОРОД-ДНІСТРОВСЬКОГО РАЙОНУ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

68261 Одеська область Білгород-Дністровський район, с. Кулевча, вул. Центральна, 74-А
тел. (04848) 44-3-40 kulevchazosh@gmail.com

Від 20.03.2023 р. № 106

ДОВІДКА

про впровадження результатів дисертаційної роботи

«Чинники і географія забруднення ґрунтів

Одеської міської та приміської зон»

Домусчи Світлани Василівни

на здобуття наукового ступеня доктора філософії

за спеціальністю 106 – «Географія»

у галузі знань 10 – «Природничі науки»

Результати дисертаційного дослідження Домусчи Світлани Василівни за темою: «Чинники і географія забруднення ґрунтів Одеської міської та приміської зон» були впроваджені в освітній процес як додаткове джерело інформації при проведенні вчителями уроків географії, а також для підготовки учнів до участі у Всеукраїнському конкурсі дослідницьких робіт для учнів 6-8 класів.

За результатами досліджень дисертантки протягом 2021-2022 року було впроваджено на уроках географії теоретичний матеріал під час вивчення наступних тем:

Тема 1. Біосфера та ґрунти (6 клас)

Тема 2. Вплив людини на природу (6 клас)

Тема 3. Ґрунти та ґрунтові ресурси (8 клас)

Тема 4. Природа та населення свого адміністративного регіону (8 клас)

Тема 6. Біосфера та системи Землі (11 клас)

Методики представлені в дисертаційному дослідженні були використані під час підготовки дослідницької роботи на тему: «Дослідження небезпеки сміттєзвалища твердих побутових відходів для навколишнього середовища і безпосередньої на ґрунти (на прикладі села Розівка Саратського району Одеської області)». Роботу виконала і захистила учениця Розівської гімназії з початковою школою-філії Кулевчанського опорного закладу-ліцею з початковою школою та гімназією Портянко Крістіна Андріївна, яка стала фіналісткою даного конкурсу. Короткі відомості виконаної роботи відображені у збірнику наукових праць:

Тези фіналістів Всеукраїнського конкурсу дослідницьких робіт для учнів 6-8 класів / [відп. За випуск Лісовий О.]. – К., 2018. – С. 107-108.

У результаті впровадження основних положень зроблено висновки, що результати даного дисертаційного дослідження та використані в ньому методики доцільно впроваджувати в освітній процес закладів освіти області.

Довідку про впровадження результатів дисертаційного дослідження Домусчи С. В. на тему: «Чинники і географія забруднення ґрунтів Одеської міської та приміської зон» обговорено, схвалено та затверджено на засіданні педагогічної ради Кулевчанського опорного закладу-ліцею з початковою школою та гімназією (протокол № 2 від 03.03.2023 р.)

Директор



Вчитель географії

Н. І. Проданова

Н. В. Галюрова

Тема 1. Біосфера та її функції (6 клас)

Тема 2. Вплив людини на природу (8 клас)

Тема 3. Ґрунти як природні ресурси (8 клас)

Тема 4. Природа як наслідок свого еволюційного розвитку (8 клас)

242

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Проректор з наукової роботи
Володимир ІВАНИЦЯ
« » 20__ р.



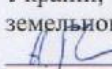
«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Проректор з науково-педагогічної роботи
Олександр ЗАПОРОЖЧЕНКО
« » 20__ р.

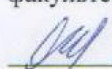


АКТ
впровадження результатів дисертаційної роботи
Домусчи Світлани Василівни на тему
«Чинники і географія забруднення ґрунтів міста Одеси та приміської зони»

Наукові та науково-практичні результати дисертаційного дослідження Бочевар С.В. впроваджені у 2020-2023 роках в навчальний процес на геолого-географічному факультеті на кафедрі географії України, ґрунтознавства і земельного кадастру ОНУ імені І.І. Мечникова при читанні лекцій та виконанні практичних завдань з наступних дисциплін: «Урбосередовище – проблеми сьогодення» для здобувачів третього освітньо-наукового рівня спеціальності 106 Географія (2021 рік); «Людина і навколишнє середовище» і «Правові основи використання ґрунтово-земельних ресурсів України» – для здобувачів першого освітнього рівня спеціальності 106 Географія (2022 рік). Матеріали дисертаційного дослідження були використанні також при розробці нового курсу «Природоохоронне право і оцінка впливу на довкілля» для здобувачів другого освітнього рівня спеціальності 106 Географія (2022-2023 навчальний рік).

З використанням матеріалів дисертаційного дослідження було розроблено та оновлено робочі програми, окремі теми лекційних матеріалів та практичних завдань зазначених курсів. Матеріали досліджень були використанні при підготовці методичних рекомендацій до самостійної роботи (Тригуб В.І., Адабовська М.В. Правові основи використання ґрунтово-земельних ресурсів України: Навчальна програма та методичні рекомендації до самостійної роботи з дисципліни (спецкурсу). Одеса, 2020. 32 с.).

Завідувач кафедри географії
України, ґрунтознавства і
земельного кадастру
 Андрій БУЯНОВСЬКИЙ
« » 20__ р.

Декан геолого-географічного
факультету
 Вікторія ЯВОРСЬКА
« » 20__ р.



МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ ТА ПРОДОВОЛЬСТВА УКРАЇНИ
 ДЕРЖАВНА УСТАНОВА
 «ІНСТИТУТ ОХОРОНИ ҐРУНТІВ УКРАЇНИ»
 (ДУ «Держґрунтохорона»)
 ОДЕСЬКА ФІЛІЯ ДУ «Держґрунтохорона»

вул. Лабораторна, 19, с. Лиманка, Овідіопольський район, Одеська область, 65037
 тел.факс (048) 700-08-57

E-mail: odessa@iogu.gov.ua, сайт: www.iogu.gov.ua, код згідно з СДРПОУ 38517271

№ _____ На № _____ від _____

«__» _____ 20__ р.

ДОВІДКА

*про впровадження результатів дисертаційного роботи
 Домусчи Світлани Василівни на тему
 «Чинники і географія забруднення ґрунтів Одеської міської та
 приміської зон»*

Результати дисертаційного дослідження Домусчи С.В. по встановленні чинників забруднення та оцінки екологічного стану ґрунтів міської та приміської зон міста Одеси використовуються у роботі Одеської філії Державної установи «Інститут охорони ґрунтів України» та впроваджені в виробництво.

Отримані дисертанткою результати досліджень екологічних властивостей ґрунтів, впливу різних чинників на забруднення ґрунтів, зокрема важкими металами, мають важливу теоретичну та практичну складові. Результати проведених досліджень підтверджують наявність впливу забруднення ґрунтів важкими металами, потребують удосконалення методичних розробок та моніторингу за контролем показників забруднення у ґрунтах як в міському середовищі, так і в зоні впливу приміської зони. Беззаперечним позитивним результатом досліджень є рекомендації в розробці нормативних та методичних документів моніторингу ґрунтів міста. Для проведення ґрунтово-екологічного

моніторингу у містах та приміських зонах запропонований перелік показників та періодичність їх виконання.

Запропонований науково обґрунтований системний моніторинг ґрунтів міської та приміської зон Одеської агломерації дозволив виявити рівень техногенних навантажень на ґрунтові ресурси, об'єктивно встановити ступінь антропогенної порушеності ґрунтового покриву та може бути в подальшому використаний при розробці проектів раціонального використання території, визначенні функціональних зон міського середовища, тощо.

Директор Одеської філії
«Інститут охорони ґрунтів України»



Елгуджа КУЛІДЖАНОВ

УКРАЇНА
ПРИВАТНЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО
«ЮЖНИЙ»

68262 Україна, Одеська область, Білгород-Дністровський район, с. Розівка, вул. Шкільна, 4.

Тел.моб. +380503955102; E-mail: yuzhne@fbulvar.com.ua

ПОГОДЖЕНО

Агроном ПрАТ «Южний»
(с. Розівка, Білгород-Дністровський
р-н, Одеська обл.)

 Ю. В. Каланжов

ЗАТВЕРДЖЕНО

Директор ПрАТ «Южний»
(с. Розівка, Білгород-Дністровський
р-н, Одеська обл.)

 Г. В. Драгонер

**АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ
РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ
ДОМУСЧИ СВІТЛАНИ ВАСИЛІВНИ**

Адміністрація ПрАТ «Южний», в особі директора – Драгонера Геннадія Васильовича, цим актом підтверджує впровадження результатів досліджень, які опубліковані у науковому журналі "Вісник Одеського національного університету. Географічні і геологічні науки", у виробничий процес зазначеного господарства.

- Домусчи С. В. Оцінка впливу господарської діяльності населення села Розівка на екологічний стан ґрунтів / С. В. Домусчи, В. І. Тригуб // Вісник Одеського національного університету. Серія: Географічні та геологічні науки. - 2019. - Т. 24, Вип. 1. - С. 98-107

У вищеподаній роботі проаналізовано вплив господарської діяльності сільського населення на деякі фізико-хімічні властивості ґрунтів та їх екологічний стан. Визначено вміст гумусу та сольовий склад досліджуваних ґрунтів.

Результати виконаних досліджень використовуються під час здійснення відповідних агрозаходів на ґрунтах сільськогосподарського призначення та присадибних ділянках мешканців села.

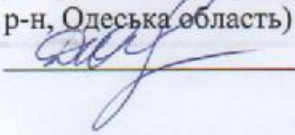
ФЕРМЕРСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО

«Кулевча»

☒ 68261, с. Кулевча, вул. Центральна, 47, Саратський район, Одеська область
Ідентифікаційний код 37232251


ПОГОДЖЕНО

Агроном ФГ «Кулевча»
(с. Кулевча, Білгород-Дністровський
р-н, Одеська область)


І. І. Дімов

ЗАТВЕРДЖЕНО

Голова ФГ «Кулевча»
(с. Кулевча, Білгород-Дністровський
р-н, Одеська область)


І. В. Каралійський



**АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ
РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ
ДОМУСЧИ СВІТЛАНИ ВАСИЛІВНИ**

Адміністрація ФГ «Кулевча», в особі голови – Каралійського Івана Васильовича, цим актом підтверджує впровадження результатів дисертаційного дослідження Домусчи Світлани Василівни на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 106 Географія. Тема : «Чинники і географія забруднення ґрунтів Одеської міської та приміської зон».

Результати виконаних досліджень використовуються під час здійснення відповідних агрозаходів на ґрунтах сільськогосподарського призначення та присадибних ділянках.