

Міністерство освіти та науки України
Уманський національний університет

Міністерство освіти та науки України
Уманський національний університет

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

ЗЕЛЕНЧУК ІВАН ДМИТРОВИЧ

УДК 504.6:69] – 047. 44 : 502.5

ДИСЕРТАЦІЯ

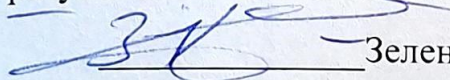
**ОЦІНКА ПОРУШЕННЯ ВЗАЄМОДІЇ ІНЕРТНИХ ТА ЖИВИХ
КОМПОНЕНТІВ ЛАНДШАФТУ ПРИ РОБОТІ БУДІВЕЛЬНОЇ ГАЛУЗІ**

Спеціальність 103 Науки про Землю

Галузь знань 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.

 Зеленчук І.Д.

Науковий керівник: Сонько Сергій Петрович, доктор
географічних наук, професор

Умань-2026

АНОТАЦІЯ

Зеленчук І.Д. **Оцінка порушення взаємодії інертних та живих компонентів ландшафту при роботі будівельної галузі** – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 10 природничі науки за спеціальністю 103 науки про Землю. – Уманський національний університет. Умань, 2026.

У дисертації досліджено інертні компоненти природних та антропогенно змінених ландшафтів, які формуються в різних фізико-географічних умовах та зазнають негативного впливу будівельної діяльності.

Враховуючи тенденцію перенесення промислових підприємств в західні регіони України, виникає гостра необхідність комплексної оцінки впливу будівельної діяльності на ландшафтні комплекси. Особливої уваги при цьому заслуговують питання порушень взаємодії між інертними (рельєф, ґрунти) та живими (рослинність, ґрунтова біота) компонентами ландшафту, що визначають структурно-функціональну цілісність та екологічну стабільність геосистем. Будівельна діяльність, включно з земляними роботами, зміною гідрологічного режиму та локальним забрудненням, призводить до змін рельєфу, активізації ерозійних процесів, ущільнення ґрунтів і порушення їхніх природних властивостей. Це зумовлює як локальні, так і каскадні екогеоморфологічні трансформації, що порушують цілісність ландшафтних комплексів і погіршують їхню здатність до саморегуляції.

У вітчизняних класифікаціях ландшафтів усе більша увага приділяється різним видам антропогенно-змінених ландшафтів, до яких, зокрема, належать дорожні та будівельні [10]. Ці ландшафти є найбільш трансформованими людиною, передусім через докорінний вплив на літогенну основу. Віднесення нами ґрунтів і рельєфу до інертних компонентів ландшафту обумовлене, передусім, бажанням більш повно реалізувати інженерний потенціал

конструктивної географії, зокрема, при дослідженні будівельної галузі. Для цього автором уточнена класифікація антропогенно-змінених ландшафтів через введення в неї інертних, мобільних та активних компонентів. Таке уточнення є найбільш актуальним для будівельної галузі, яка на різних етапах здійснення будівельних робіт у різний засіб використовує (трансформує, деструктурує, відновлює та ренатуралізує) названі ландшафтні компоненти.

Головною гіпотезою дослідження є припущення, що застосування сучасних методів будівництва та модерних будівельних технологій здатне знизити традиційно високий для будівельної галузі техногенний тиск на ландшафти. При цьому головна увага має бути приділена техногенним трансформаціям таких інертних компонентів ландшафту, як ґрунти та рельєф.

Світова будівельна галузь завдяки щорічному переміщенню у геосфері планети величезних мас інертної речовини чинить суттєвий вплив на природні і антропогенно змінені ландшафти, співставний з відомою «геологічною силою» В.І.Вернадського. Так, сучасна «глобалізація» виробництва здійснюється за допомогою просторового перерозподілу різноманітних ресурсів в інтересах розвинутих країн. В модерних наукових роботах концепція просторового перерозподілу отримала продовження у дослідженні «екологічного сліду людства».

Тенденції просторового перерозподілу мають яскравий прояв у сучасному розвитку будівельної галузі. Зокрема, в Україні певна кількість виробництв (виготовлення тари; виробництво меблів, віконних і дверних конструкцій; фасування сипучих будівельних сумішей) та інфраструктури (торговельні центри, складські комплекси, станції технічного обслуговування, тощо) нині «дрейфують» у приміські зони (індустріальні парки та виробничо-логістичні комплекси Київської, Львівської, Черкаської, Тернопільської, Житомирської та інших областей) [44], а подекуди – навіть у сільську місцевість. Звичайно ж, що названі виробництва вимагають будівництва нових приміщень і споруд.

Зважаючи на предметне поле наук про Землю, їхнє головне завдання полягає у дослідженні як окремих компонентів ландшафтів так і усього ландшафтного різноманіття. Відтак, *об'єктами дослідження* нами були обрані території активного техногенезу, пов'язаного з будівельною діяльністю. Усі вибрані об'єкти розглядались через призму головних завдань нашого дослідження, серед яких були:

- характеристика головних фізико-географічних умов будівельних майданчиків;
- аналіз віддаленості будівельних майданчиків від населених пунктів та елементів інфраструктури;
- систематичні дослідження (з відбором проб та проведенні хімічних аналізів) інертних компонентів ландшафту – ґрунтів;
- оцінка впливу кожної із стадій будівельного процесу на ландшафтну оболонку;
- детальні дослідження реакції ландшафтних систем на будівельні роботи, зокрема із застосуванням геохімічного аналізу.

Досліджувані об'єкти знаходяться в різних локаціях переважно правобережної України. Це - об'єкт №1 (місто Збараж, Тернопільська область); об'єкт №2 (селище Велика Димерка, Київська область); об'єкт №3 (село Великий Житин, Рівненська область); об'єкт №4 (місто Надвірна, Івано-Франківська область); об'єкт №5 (село Бенедиківці, Закарпатська область). Вибір названих об'єктів не мав на меті підкреслення певних геопросторових закономірностей. Головна причина вибору регіону дослідження (Правобережна Україна) була обумовлена передусім необхідністю перенесення важливих народногосподарських об'єктів вглиб країни через можливість їх враження російськими військами. Крім того в післявоєнний час потенціал для вкладення інвестицій в цю територію оцінюється як більш перспективний. Усі об'єкти дослідження (будівельні майданчики №№ 1-5) знаходяться в безпосередній

близкості від ядроутворюючих населених пунктів як регіонального так і державного значення (Тернопіль, Київ, Рівне, Івано-Франківськ, Мукачеве). Середній радіус транспортної доступності до об'єктів нашого дослідження, які після введення в експлуатацію виконують переважно інфраструктурні (по відношенню до ядроутворюючих центрів) функції, не перевищує 10 км.

На кожному з досліджених об'єктів було здійснено відбір зразків ґрунту, результати хімічного аналізу яких допомогли виявити глибину і різноманітність впливу будівельної галузі на ландшафти цієї території. Вміст окремих хімічних елементів по окремих будівельних майданчиках було відображено у вигляді графіків, сумісний аналіз яких виявив як спільні так і поокремі закономірності по усіх п'яти об'єктах дослідження. Зокрема, на усіх 5-ти об'єктах зафіксоване значне перевищення марганцю, причому на усіх трьох локаціях відбору ґрунтових проб. Цей феномен має декілька причин, серед яких:

- цей феномен пов'язаний із природними властивостями переміщеного субстрату;
- умови формування відвалу – розкриття й перемішування глибших шарів – забезпечують перенесення оксидів та гідроксидів марганцю у верхній шар укосу;
- через внесок мінеральної фракції зруйнованих порід, запилення від земляних робіт, а також з металевого пилу, який утворюється при різанні та зварюванні сталевих елементів конструкцій, що містять марганець як легувальний компонент металів;
- у зоні складування відвалів відбувається механічне фракційне «збагачення» ґрунту марганцем за рахунок викидів від роботи дизельних двигунів та потрапляння мастил в ґрунт;
- з продуктів зношування сталі (леговані марганцем сталі, рейкові, конструкційні та інші сплави), в тому числі і від експлуатації сталевих деталей будівельних машин.

Решта хімічних елементів не мають суттєвого перевищення, зокрема: по об'єкту №1 незначне перевищення азоту нітратного, наявність якого пояснюється нами типом попереднього екстенсивного землекористування (пасовище), в умовах якого відбувалась більш активна фіксація і накопичення азоту у ґрунті; по об'єктам №2 та №4 перевищення вмісту інших елементів не зафіксоване, що пояснюється екстенсивним типом попереднього землекористування (лісові угіддя та пасовище відповідно); по об'єкту №3 зафіксоване незначне перевищення цинку, що пояснюється складуванням та використанням в будівництві оцинкованих металокопструкцій, осіданням придорожного пилу та продуктів стирання шин і гальмівних колодок транспорту; по об'єкту №5 зафіксоване перевищення вмісту по цинку, з причин, подібних до об'єкту №3, та незначне по міді, яка відокремлюється при роботі гальмівних систем, електроінструментів та під час розроблення та з'єднання електричних кабелів та проводів. Крім того дрібнодисперсний металевий пил містить мідь у складі сплавів, з яких виготовлені матеріали латунної запірної арматури для систем водопостачання.

Сумісний аналіз зразків ґрунту, проектно-технічної документації, знайомство з літературними джерелами та результати власних спостережень дозволили серед типів еколого-геоморфологічного впливу будівельної галузі на ландшафти виділити: *порушення рельєфу, порушення гідрологічного режиму, ерозійні процеси, акумулятивні процеси, зміну геохімічного складу поверхні, ущільнення ґрунтів з відповідними проявами антропогенно зумовлених геоморфологічних змін та формами геоморфологічної трансформації ландшафтної структури.*

За допомогою розрахунку індексу загального забруднення ґрунту (Z_c), який обчислювали за методикою інтегрального перевищення фонових концентрацій хімічних елементів в ґрунті, оцінено рівень техногенного навантаження на досліджуваних територіях. На загальному тлі низьких значень коефіцієнту по

всіх об'єктах, було виявлено найбільші значення для об'єкту №5, що пояснюється як геоморфологічними особливостями території (рівнинна ділянка приурочена до лівої надзапавної тераси р. Уж), так і особливостями ґрунтотворних порід (алювіальні і делювіальні суглинки), які створюють підпір для поверхневих вод, виконуючи роль геохімічного бар'єру. Крім того, території притаманний промивний режим через повені та часті паводки на р. Латориця, що сприяє привнесенню і осіданню хімічних елементів і сполук.

Виконано аналіз техніко-економічних показників досліджуваних ділянок, результати якого можуть бути корисними для розробки подальшої стратегії освоєння території, в тому числі і для дотримання екологічних норм та впровадження ощадливих форм господарського освоєння ландшафту будівельною галуззю.

Виконана оцінка порушення взаємодії інертних та живих компонентів ландшафту при роботі будівельної галузі, зокрема:

- Об'єкт №1 - середній рівень ландшафтної трансформації; порушення лучно-пасовищних угідь;
- Об'єкт №2 - високий рівень трансформації; вирубування лісових угідь і порушення ґрунтового-рослинного покриву;
- Об'єкт №3 - низький/середній рівень трансформації; земельна ділянка вже була аграрно трансформована;
- Об'єкт №4 - помірна трансформація, часткове порушення лучних угідь;
- Об'єкт №5 - низький рівень трансформації, зміна антропогенно сформованого садового ландшафту.

Наукова новизна дослідження. Автором досліджено інертні компоненти природних та антропогенно змінених ландшафтів, які формуються в різних фізико-географічних умовах та зазнають негативного впливу будівельної діяльності; узагальнено наявні і розроблено нові методичні підходи до вивчення

негативного впливу будівельної діяльності на інертні компоненти ландшафту; здійснено дослідження окремих будівельних об'єктів (всього 5 од.) із застосуванням методів геохімічного аналізу та подальших аналітичних процедур на основі MS Excel; на прикладі 5-ти об'єктів з використанням авторської методики здійснена комплексна оцінка впливу будівельної галузі на зв'язаність окремих компонентів природних та антропогенно змінених ландшафтів; розроблено практичні рекомендації, спрямовані на зниження негативного впливу будівельної галузі на природні та антропогенно змінені ландшафти. В методологічному аспекті удосконалено загально наукові та філософські засади теорії ноосферогенезу, зокрема підтверджена методологічна дієздатність ротаційної моделі ноосферних екосистем.

Ключові слова: конструктивна географія, ландшафт, ландшафтний, антропогенний, будівельний, інертний, ґрунти, рельєф, геохімічний, природокористування, екологічний, важкі метали, екосистема, навантаження.

ANNOTATION

Zelenchuk I.D. Assessment of the violation of the interaction of inert and living components of the landscape during the work of the construction industry – Qualification scientific work in the form of a manuscript.

Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in the field of knowledge 10 natural sciences, specialty 103 earth sciences. – Uman National University. Uman, 2026.

The dissertation investigates the inert components of natural and anthropogenically modified landscapes that are formed in different physical and geographical conditions and are negatively affected by construction activities.

Given the tendency of industrial enterprises to relocate to the western regions of Ukraine, there is an urgent need for a comprehensive assessment of the impact of construction activities on landscape complexes. Particular attention is paid to the issues of violations of the interaction between inert (relief, soils) and living (vegetation, soil biota) components of the landscape, which determine the structural and functional integrity and ecological stability of geosystems. Construction activities, including earthworks, changes in the hydrological regime and local pollution, lead to changes in the morphostructure of the relief, intensification of erosion processes, soil compaction and disruption of their natural properties. This causes both local and cascading ecogeomorphological transformations that violate the integrity of landscape complexes and worsen their ability to self-regulate. In domestic landscape classifications, increasing attention is paid to various types of anthropogenically altered landscapes, which, in particular, include road and construction landscapes [10]. These landscapes are the most transformed by man, primarily due to the fundamental impact on the lithogenic base. Our attribution of soils and relief to inert components of the landscape is due, first of all, to the desire to more fully realize the engineering potential of constructive geography, in particular, when studying the construction industry. For this purpose, the author has clarified the classification of anthropogenically modified landscapes by introducing inert, mobile and active components into it. Such clarification is most relevant for the construction industry, which at different stages of construction works uses (transforms, deconstructurizes, restores and renaturalizes) the named landscape components in various ways.

The main hypothesis of the study is the assumption that the use of modern construction methods and modern construction technologies can reduce the traditionally high man-made pressure on landscapes for the construction industry. At the same time, the main attention should be paid to man-made transformations of such inert landscape components as soils and geomorphological features.

The global construction industry, due to the annual movement of huge masses of inert matter in the geosphere of the planet, has a significant impact on natural and anthropogenically changed landscapes, comparable to the well-known "geological force" of V. Vernadsky. Thus, the modern "globalization" of production is carried out through the spatial redistribution of various resources in the interests of developed countries. In modern scientific works, the concept of spatial redistribution has been continued in the study of the "ecological footprint of humanity". The trends of spatial redistribution are clearly manifested in the modern development of the construction industry. In particular, in Ukraine, a certain number of industries (manufacturing of containers; production of furniture, window and door structures; packaging of loose building mixtures) and infrastructure (shopping centers, warehouse complexes, service stations, etc.) are currently "drifting" into suburban areas (industrial parks and production and logistics complexes of Kyiv, Lviv, Cherkasy, Ternopil, Zhytomyr and other regions) [44], and in some places even into rural areas. Of course, the above-mentioned industries require the construction of new premises and structures.

Given the subject field of Earth sciences, their main task is to study both individual components of landscapes and the entire landscape diversity. Therefore, we chose territories of active technogenesis associated with construction activities as objects of research. All the objects we selected were considered through the prism of the main tasks of our research, among which were:

- characterization of the main physical and geographical conditions of construction sites;
- remoteness of construction sites from settlements and infrastructure elements;
- systematic studies (with sampling and chemical analysis) of inert components of the landscape - soils and geological structure;
- assessment of the impact of each stage of the construction process on the landscape envelope;

- detailed studies of the reaction of landscape systems to construction work, in particular with the use of geochemical analysis.

The objects under study are located in different locations in the right-bank Ukraine. These are object No. 1 (city of Zbarazh, Ternopil region); object No. 2 (village of Velyka Dymerka, Kyiv region); object No. 3 (village of Velyka Zhytyn, Rivne region); object No. 4 (city of Nadvirna, Ivano-Frankivsk region); object No. 5 (village of Benedyktivtsi, Zakarpattia region). The selection of the named objects was not aimed at adhering to certain geospatial patterns. The main reason for choosing the study region (Right-bank Ukraine) was primarily due to the need to transfer important economic objects inland due to the possibility of their being struck by Russian troops. In addition, in the post-war period, the potential for investment in this territory is assessed as more promising. All research objects (construction sites No. 1-5) are located in close proximity to the core-forming settlements of both regional and national importance (Ternopil, Kyiv, Rivne, Ivano-Frankivsk, Mukacheve). The average radius of transport accessibility to the objects of our research, which after commissioning perform mainly infrastructure (in relation to the core-forming centers) functions, does not exceed 10 km.

At each of the research objects, soil samples were taken, the results of chemical analysis of which helped to reveal the depth and diversity of the impact of the construction industry on the landscapes of this territory. The content of individual chemical elements on individual construction sites was displayed in the form of graphs, the joint analysis of which revealed both common and individual patterns across all five research objects. In particular, a significant excess of manganese was recorded at all 5 sites, and at all three soil sampling locations. This phenomenon has several reasons, including:

- associated with the natural properties of the displaced substrate;

- the conditions of the dump formation - opening and mixing of deeper layers - ensure the transfer of manganese oxides and hydroxides to the upper layer of the slope;

- due to the contribution of the mineral fraction of destroyed rocks, dusting from excavation work, as well as from metal dust formed during cutting and welding of steel structural elements containing manganese as an alloying component of metals.

- in the dump storage area, mechanical fractional enrichment of the soil with manganese occurs due to emissions from the operation of diesel engines and the ingress of lubricants into the soil.

- from steel wear products (manganese steels, rail, structural and other alloys), including from the operation of steel parts of construction machines.

The remaining chemical elements do not have a significant excess, in particular: for object No. 1, a slight excess of nitrate nitrogen, the presence of which we explain by the type of previous extensive land use (pasture), under which conditions more active fixation and accumulation of nitrogen in the soil occurred; for objects No. 2 and No. 4, an excess of the content of other elements was not recorded, which is explained by the extensive type of previous land use (forest lands and pasture, respectively); for object No. 3, a slight excess of zinc was recorded, which is explained by the storage and use in construction of galvanized metal structures, the deposition of roadside dust and abrasion products of tires and brake pads of transport; at object No. 5, an excess of zinc was recorded, for reasons similar to object No. 3, and a slight excess of copper, which is separated during the operation of brake systems, power tools and during the development and connection of electrical cables and wires. In addition, fine metal dust contains copper in the composition of alloys from which brass shut-off valves for water supply systems are made.

A combined analysis of soil samples, design and technical documentation, familiarization with literary sources and the results of own observations allowed us to

distinguish among the types of ecological and geomorphological impact of the construction industry on landscapes: relief disturbance, hydrological regime disturbance, erosion processes, accumulative processes, change in the geochemical composition of the surface, soil compaction with corresponding manifestations of anthropogenically caused geomorphological changes and forms of geomorphological transformation of the landscape structure.

By calculating the index of general soil pollution (Z_c), which was calculated by the method of integral excess of background concentrations of chemical elements in the soil, the level of technogenic load on the studied territories was estimated. Against the general background of low coefficient values for all objects, the highest values were found for object No. 5, which is explained both by the geomorphological features of the territory (the flat area is confined to the left floodplain terrace of the Uzh River), and by the features of soil-forming rocks (alluvial and diluvial loams), which create a backwater for surface waters, performing the role of a geochemical barrier. In addition, the territory is characterized by a washing regime due to regular floods of the Latorytsa River, which contributes to the introduction and sedimentation of chemical elements and compounds.

An analysis of the technical and economic indicators of the studied areas was performed, the results of which may be useful for developing a further strategy for the development of the territory, including compliance with environmental standards and the introduction of economical forms of economic development of the landscape by the construction industry.

An assessment of the disruption of the interaction of inert and living components of the landscape during the work of the construction industry was performed, in particular:

- Object No. 1 - medium level of landscape transformation; disturbance of meadow and pasture lands;

- Object No. 2 - high level of transformation; deforestation of forest lands and disturbance of soil and plant cover;

Object No. 3 - low/medium level of transformation; the land plot has already been agrarian transformed;

Object No. 4 - moderate transformation; partial disturbance of meadow lands;

Object No. 5 - low level of transformation; change of anthropogenically formed garden landscape.

Scientific novelty of the study. The author has studied the inert components of natural and anthropogenically modified landscapes, which are formed in different physical and geographical conditions and are negatively affected by construction activities; has generalized existing and developed new methodological approaches to studying the negative impact of construction activities on inert components of the landscape; has conducted research on individual construction sites (5 units in total) using geochemical analysis methods and further analytical procedures based on MS Excel; on the example of 5 sites using the author's methodology, a comprehensive assessment of the impact of the construction industry on the connectivity of individual components of natural and anthropogenically modified landscapes has been carried out; has developed practical recommendations aimed at reducing the negative impact of the construction industry on natural and anthropogenically modified landscapes. In the methodological aspect, the general scientific and philosophical principles of the theory of noospherogenesis have been improved, in particular, the methodological viability of the rotational model of noospheric ecosystems has been confirmed.

Keywords: constructive geography, landscape, landscape, anthropogenic, construction, inert, soils, relief, geochemical, nature management, ecological, heavy metals, ecosystem, load

СПИСОК ПРАЦЬ ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях України

1. Sonko S., Zelenchuk I. Using the latest construction technologies to reduce the harmful effects on inert components of the landscape. *Problems of Continuous Geographic Education and Cartography*. / Сонько С., Зеленчук І. Використання новітніх технологій у будівництві для зменшення шкідливого впливу на інертні компоненти ландшафту. *Проблеми безперервної географічної освіти і картографії*. 2022. №35. С. 32–38. <https://doi.org/10.26565/2075-1893-2022-35-04> (0,26 у.д.а., з них 0,2 - авторські)
2. Sonko S. P., Zelenchuk I. D. Impact of construction on landscapes of the forest-step zone of Ukraine. *Man and Environment. Issues of Neoeology*. / Сонько С. П., Зеленчук І. Д. Вплив будівництва на ландшафти лісостепової зони України. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2024. №42. С. 24–34. <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2024-42-02> (0,6 у.д.а. з них 0,4 - авторські)
3. Serzhantova Y. Y., Marchenko O. I., Zelenchuk I. D. Using the latest technologies for monitoring and preserving the environment: The role of drones, satellites and artificial intelligence. *Ecological Sciences. Scientific and Practical Journal*. / Сержантова Ю. Ю., Марченко О. І., Зеленчук І. Д. Використання новітніх технологій для моніторингу та збереження довкілля: Роль дронів, супутників та штучного інтелекту. *Екологічні науки. Науково-практичний журнал*. 2024. № 5(56). С. 182–188. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2024.eco.5-56.27> (0,26 у.д.а., з них 0,2 - авторські)
4. Sonko, S.P., & Zelenchuk, I.D., Industrial construction as a factor of destruction of natural landscapes and loss of ecosystem services potential. *Man and environment. Issues of neoeology*. / Сонько, С. П., Зеленчук, І. Д., Новікова, Т. П. Промислове будівництво, як чинник деструкції природних ландшафтів і втрати потенціалу екосистемних послуг. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2025. Вип. 43. С. 63-77. <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2025-43-05> (0,75

у.д.а.)

5. Zelenchuk, I. D. landscape-geochemical degradation in areas of intensive construction. *Acta Academiae Beregsasiensis: Geographica et Recreatio*. / Зеленчук, І. Д. Ландшафтно-геохімічна деструкція територій інтенсивного будівництва. *Acta Academiae Beregsasiensis: Geographica et Recreatio*. 2025. Вип. 3. С. 28–40. <https://doi.org/10.32782/2786-5843/2025-3-3> (0,5 у.д.а., з них 0,4 - авторські).

Статті у наукових виданнях інших держав,

які входять до міжнародних наукометричних баз даних:

6. Sonko S. P., Zelenchuk I. D. Restoration of lost natural landscapes and formation of local undisturbed ecosystems a case study of recreational zones construction in Kyiv / Відновлення втрачених природних ландшафтів та формування локальних непорушних екосистем на прикладі будівництва рекреаційних зон у м. Києві. *SWorldJournal*. 2024. No 28-02. С. 93–101. <https://doi.org/10.30888/2663-5712.2024-28-00-010> (Index Copernicus). (0,4 у.д.а., з них 0,3 - авторські)

7. Zelenchuk I. The potential of 3D-printed construction in the post-war rebuilding of Ukraine: Assessment of impact on landscape components. / Зеленчук І. Потенціал 3D-друкованого будівництва у післявоєнній відбудові України: Оцінка впливу на ландшафтні компоненти. *SWorldJournal*. 2024. No 27-02. С. 50–61. <https://doi.org/10.30888/2663-5712.2024-27-00-014> (Index Copernicus). (0,4 у.д.а.)

8. Zelenchuk I. Restoration of soils and ecosystems after construction: Reclamations an impotent tool for restoring the interaction between inert and living components of the landscape. / Зеленчук І. Відновлення ґрунтів та екосистем після будівництва: Рекультивація як важливий інструмент відновлення взаємодії між інертними та живими компонентами ландшафту. *Norwegian Journal of development of the International Science*. 2024. No 134. С. 17–22. <https://doi.org/10.5281/zenodo.11639772> (Index Copernicus). (0,3 у.д.а.)

Публікації, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

Тези наукових доповідей:

9. Zelenchuk I. D. Landscape and geochemical consequences of intensive construction in the urban environment of the city of Kyiv / *Ландшафтно-геохімічні наслідки інтенсивного будівництва в урбанізованому середовищі міста Києва. Міжнародна наукова конференція "Innovations and Prospects for the Development of Modern Science"* 19.11.2025. Науковий журнал «Advanced top technology», № 9. С.33–36. <https://doi.org/10.64076/iedc251119.10> ISBN 9789403839790. (0,2 у.д.а.)

10. Zelenchuk I. D. Sustainable development and coastal landscape management in Andalusia: an assessment of environmental conditions under urbanization pressure / *Сталий розвиток і управління прибережними ландшафтами Андалусії: оцінка екологічного стану в умовах урбанізаційного тиску. Науково-практична конференція «Новітні технології сучасного суспільства». Scientific and Practical Conference "Innovative Technologies of Modern Society"* 21-23.11.2025. Науковий журнал «Advanced top technology», № 9. С.75–76. ISSN 3041-1998 (online) <https://doi.org/10.61718/att>. (0,15 у.д.а.)

11. Zelenchuk I. D. Integration of innovative construction technologies for reducing anthropogenic pressure on abiotic and biotic components of the landscape / *Застосування інноваційних технологій у будівництві для мінімізації впливу на інертні та живі компоненти ландшафту. Науково-практична конференція «Новітні технології сучасного суспільства». Scientific and Practical Conference "Innovative Technologies of Modern Society"* 23-25.05.2025. Науковий журнал «Advanced top technology», № 9. С.75–76. ISSN 3041-1998 (online) <https://doi.org/10.61718/att> Publisher ID: 7886. (0,15 у.д.а.)

12. Zelenchuk I. D. The impact of construction on the inert and living components of the landscape during the development of the production and industrial infrastructure of Ukraine / *Вплив будівництва на інертні та живі компоненти*

ландшафту під час розбудови виробничо-промислової інфраструктури України. *International scientific conference. Nature Conservation as an Essential Prerequisite for Preserving Humanity*. March 19–20, 2025. Riga, Latvia: Baltija Publishing, 2025. 92 pages. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-541-9-17> (0,26 у.д.а.)

13. Sonko S. P., Zelenchuk I. D. Restoration of natural landscapes with subsequent ecosystems formation as case study of recreational zones construction in Kyiv: Landscape analysis / Відновлення ландшафтів з подальшим формування екосистем на прикладі будівництва рекреаційних зон у м. Києві: Ландшафтний аналіз. *Міжнародна конференція Sworld-Us Conference Proceedings, 1(usc27-00)*, 2024-11-30 С.59–65. <https://doi.org/10.30888/2709-2267.2024-27-00-003> (Index Copernicus). (0,3 у.д.а., з них 0,2 - авторські)

14. Zelenchuk I. D. Landscape-ecological approaches to restoring natural landscapes and developing urban ecosystems the case of recreational zone construction in Kyiv / Ландшафтно-екологічні підходи до відновлення природних ландшафтів та формування міських екосистем на прикладі розбудови рекреаційних зон у Києві. *International scientific conference. Actual problems of natural sciences development amidst the evolution of artificial intelligence*. December 25–26, 2024. Riga, the Republic of Latvia. С. 55–57. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-521-1-13>. (0,15 у.д.а.)

15. Зеленчук І. Д. Будівництво дерев'яних житлових комплексів як спосіб збереження живих та інертних компонентів ландшафту в Швеції. *XVI International Scientific and Practical Conference. New ways of improving outdated methods and technologies*. Copenhagen, Denmark, Desember 17 – 20. 2024. P.100-104. <http://dx.doi.org/10.46299/isg.2024.2.16> (0,20 у.д.а.)

16. Зеленчук І. Д. Оцінка впливу 3D-друкованого будівництва на ландшафтні компоненти в умовах післявоєнної відбудови України. *IV International scientific and practical conference «Science, technology, innovation: global trends and regional aspect»*, Tallinn, Estonia, September 24-27, 2024. P.61-65.

<http://dx.doi.org/10.46299/isg.2024.2.4> (0,26 у.д.а.)

17. Сонько С. П., Зеленчук І. Д. Дослідження антропогенної перетвореності ландшафтів в процесі розбудови індустріальних парків України. *XVIII International Scientific and Practical Conference «Modern challenges: trends, problems and prospects development»*, Copenhagen, Denmark. May 07-10, 2024, P.75-78. <http://dx.doi.org/10.46299/isg.2024.1.18> (0,2 у.д.а., з них 0,18 - авторські)

18. Зеленчук І. Д., Сонько С. П. Дослідження ступеню антропогенного навантаження на ландшафти в процесі розбудови індустріальних парків України. Охорона довкілля: Збірник наукових статей XIX Всеукраїнських наукових Таліївських читань Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. м. Харків, 27 жовт. 2023 р. С. 145–147. URL: https://repository.hneu.edu.ua/bitstream/123456789/32287/1/Konf_Bezsonnyi1_Talii_vski.pdf (0,15 у.д.а., з них 0,13 - авторські)

19. Сонько С. П., Зеленчук І. Д. Аналіз шкідливого впливу новітніх технологій в будівництві на інертні компоненти ландшафту. *Modern scientific trends and youth development. матеріали XXIX Міжнародної науково-практичної конференції*, м. Варшава, Польща. 25-28 липня 2023р. С.87-91 <http://dx.doi.org/10.46299/isg.2023.1.29> . (0,2 у.д.а., з них 0,18 - авторські)

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	22
ВСТУП	23
РОЗДІЛ 1. Інертні та живі компоненти ландшафту. Порушення взаємодії компонентів при роботі будівельної галузі (огляд літератури)	31
1.1. Прикладне ландшафтознавство як актуальний напрямок наук про Землю	31
1.2. Оцінка порушення структури ландшафту в іноземних та вітчизняних джерелах	41
1.3. Характер і механізми взаємодії інертних та живих компонентів у ландшафтних системах при здійсненні будівельної діяльності	47
1.4. Способи зменшення впливу на навколишнє середовище в будівельній галузі	52
Висновки до 1 розділу	63
РОЗДІЛ 2. Методологічні підвалини дослідження впливу будівельної галузі на ландшафти	66
2.1. Концепція ноосферних екосистем як інструмент дослідження речовинно-енергетичних відносин між природою і суспільством	67
2.2. Урбанізація та урбоекосистеми	74
2.3. Урбоекосистема як важлива складова екологічної ніші людини	85
2.4. Місце будівельної галузі в категоріальному апараті концепції ноосферних екосистем	92
Висновки до 2 розділу	97
РОЗДІЛ 3. Об'єкти умови та методика дослідження впливу будівельної галузі на компоненти ландшафту	100
3.1. Методика досліджень	100

3.2. Агрохімічні особливості ландшафтів, які можуть мати прояв на території об'єктів дослідження	115
3.3. Об'єкти та умови дослідження	119
Висновки до 3 Розділу	138
РОЗДІЛ 4. Оцінка порушення взаємодії інертних та живих компонентів ландшафту при роботі будівельної галузі	142
4.1. Зведені результати аналізів ґрунтів досліджуваних ділянок	142
4.2. Фактори, що пояснюють вміст у ґрунті хімічних елементів та сполук	168
4.3. Оцінка порушення взаємодії інертних та живих компонентів ландшафту при роботі будівельної галузі	186
4.4. Рекомендації щодо зменшення шкідливого впливу будівельної діяльності на інертні та живі компоненти ландшафту	196
Висновки до 4 Розділу	205
ВИСНОВКИ	210
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	217
ДОДАТКИ	231

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

БМР – будівельно-монтажні роботи

ГІС – геоінформаційна система

ПТК – природно-територіальний комплекс

GPS – global positioning system

ВАТ – відкрите акціонерне товариство

LEED - лідерство в енергетичному та екологічному дизайні

УНУ – Уманський національний університет

ВІМ - інформаційне моделювання будівель

ОЖЦ - оцінка життєвого циклу

ІоТ - Інтернет речей

ЛОС - леткі органічні сполуки

ГДК – гранично допустима концентрація

ВТО – Всесвітня торгівельна організація

ПАВ - поліциклічні ароматичні вуглеводні

ЛК – ландшафтні комплекси

АЗС – автозаправна станція

ТГ – територіальна громада

ДСТУ – Державний стандарт України

НАН – Національна академія наук

ТЗ – технічне завдання

ПММ – паливно-мастильні матеріали

ГНБ – горизонтально направлене буріння

ШМБ – швидкокомонтовані будівлі

БПЛА – безпілотні літальні апарати

ВСТУП

Актуальність дослідження. Вимушена релокація промислового сектору, спричинена збройною російською агресією, виступає потужним фактором антропогенної трансформації територій приймаючих регіонів. Інституційна підтримка створення нових промислових зон та індустріальних парків у безпечніших зонах України (переважно західних) призводить до інтенсифікації техногенезу. Це зумовлює суттєву перебудову морфологічної структури ландшафтів, змінюючи їхнє функціональне призначення з аграрного на індустріальне, що актуалізує необхідність дослідження екологічних наслідків такої швидкої індустріалізації.

Інтенсивне залучення сільськогосподарських угідь та лісових масивів до нового господарського використання неминує призводити до трансформації природної морфології ландшафтів. Це супроводжується порушенням рівноваги між геокомпонентами та провокує розвиток деструктивних екологічних процесів. З огляду на динаміку релокації промислових об'єктів у західні області України, критично важливим стає проведення системного аналізу впливу будівельних робіт на природні комплекси. Пріоритетну увагу варто приділити вивченню змін у взаємозв'язках між абіотичними (літогенна основа, ґрунти) та біотичними (рослинний покрив, біота) складовими, оскільки саме їхня гармонійна взаємодія є запорукою екологічної стійкості та функціональної цілісності геосистем.

В умовах сьогодення, що характеризуються вимушеною релокацією промисловості через військові дії, спостерігається посилення антропогенного тиску на ландшафти, що проявляється у зростанні їхньої техногенної складової та втраті природної стійкості. Науковий аналіз екологічних наслідків такої індустріалізації у вітчизняній літературі досі носить фрагментарний характер. Водночас доведено, що інтенсивне господарське освоєння територій порушує

структурно-функціональні зв'язки між інертною речовиною та біотою. Наслідком цього дисбалансу стає руйнування екосистем, зниження їхнього адаптивного потенціалу та негативні зміни якісних показників навколишнього середовища.

Пріоритетного значення набувають геоморфологічні аспекти зазначених трансформацій, адже рельєф та ґрунтовий покрив є фундаментальними інертними компонентами ландшафтних систем, які регулюють гідрологічні, біогеохімічні та загальноекологічні цикли. Інженерно-будівельні роботи, що супроводжуються переміщенням ґрунтових мас, втручанням у гідрорежим та забрудненням територій, провокують деформацію морфоструктури, прискорення ерозії, ущільнення ґрунтів і порушення їх природних властивостей. Це стає причиною виникнення як локальних, так і каскадних екогеоморфологічних змін, що руйнують системну цілісність ландшафтів і знижують їхній потенціал саморегуляції.

Отже, актуальність дисертаційного дослідження обумовлена необхідністю розробки науково обґрунтованої методики оцінки і прогнозування екогеоморфологічних змін у контексті будівельної діяльності в зонах новобудов. Такий підхід має ключове значення для забезпечення сталого просторового розвитку, збереження ландшафтної структури та оптимізації природокористування. Особливу увагу варто приділяти регіонам із високим аграрним потенціалом та ділянкам, що зберігають природне екосистемне різноманіття, адже саме вони найбільше потерпають від антропогенного навантаження, спричиненого інтенсивним будівництвом.

Головною гіпотезою дослідження є припущення, що застосування сучасних методів будівництва та модерних будівельних технологій здатне знизити традиційно високий для будівельної галузі техногенний тиск на ландшафти. При цьому головна увага має бути приділена техногенним

трансформаціям таких інертних компонентів ландшафту, як ґрунти та гірські породи.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційне дослідження виконано у відповідності з науково-дослідницькою тематикою кафедри екології та безпеки життєдіяльності Уманського національного університету «Розробка методологічних підходів і практичного механізму екологічно-збалансованого природокористування у сфері аграрного виробництва» (№ державної реєстрації - 0108U009772), яка є частиною науково-дослідної тематики Уманського національного університету «Збалансоване використання, прогноз та управління природним та ресурсним потенціалом агроєкосистем України» (№ державної реєстрації - 0121U112521).

Мета і завдання дослідження. Метою дослідження є - на прикладі будівельної галузі оцінити порушення взаємодії інертних та живих компонентів ландшафту, зумовлених індустриальною забудовою, а також виявлення особливостей трансформації рельєфу і ґрунтового покриву на різних етапах будівництва.

Для досягнення поставленої мети були поставлені і виконані такі *завдання*:

- систематизувати результати наявних досліджень, на їх основі та за результатами власних наукових пошуків удосконалити теоретико-методологічні засади досліджень впливу будівельної галузі на природні та антропогенно змінені ландшафти;
- обґрунтувати актуальність географічних досліджень інертних компонентів ландшафту, як таких, на які найбільше впливає будівельна галузь;
- визначити головні параметри природного та антропогенного середовища, за якими буде досліджуватись вплив будівельної галузі на інертні компоненти, а також зв'язаність їх з іншими компонентами ландшафту;

- на основі розроблених методичних прийомів охарактеризувати геопросторові особливості обраних об'єктів дослідження та оцінити їх вплив на порушеність ландшафтних систем в процесі будівельної діяльності;

- розробити практичні рекомендації, спрямовані на зниження негативного впливу будівельної діяльності на ландшафтні комплекси, зокрема на такі інертні компоненти ландшафту як ґрунт та гірські породи.

- на основі літературного аналізу і результатів власних досліджень обґрунтувати дієздатність концепції ноосферних екосистем відносно до вивчення впливу будівельної галузі на сучасну динаміку природних і антропогенно змінених ландшафтів.

Об'єктом дослідження є інертні компоненти ландшафту на територіях новостворених індустріальних зон та їх трансформації в результаті будівельної діяльності.

Предметом дослідження є речовинно-енергетичні трансформації в ландшафтній оболонці планети, яка зазнає впливу внаслідок техногенних перетворень.

Методи дослідження. *Методологічною основою* дослідження є концепція ноосферних екосистем, розроблена на кафедрі екології та безпеки життєдіяльності Уманського національного університету, та продовжена в опублікованих роботах дисертанта та його керівника. *Методичною основою* дослідження є загальнонаукові методи оцінювання екогеоморфологічних трансформацій ландшафтів: камеральний аналіз рельєфу, інтерпретація даних польових та інженерних досліджень, синтез лабораторних досліджень, порівняльно-географічний метод, узагальнення, статистичний метод, тощо. Інформаційну базу цієї роботи становили звіти з дослідження інженерно-екологічних, інженерно-геодезичних та інженерно-геологічних умов будівельних майданчиків, що розташовані в різних типах ландшафтів правобережної України, а також матеріали наукових публікацій і періодичних

видань. Використані також загальнонаукові (аналіз, синтез, порівняння, дедукції, індукції) та географічні (картографічний, моделювання, польових досліджень, ідеалізації, геохімічний) прийоми й методи.

Наукова новизна одержаних результатів.

Вперше:

1) досліджено інертні компоненти природних та антропогенно змінених ландшафтів які формуються в різних фізико-географічних умовах та зазнають негативного впливу будівельної діяльності;

2) здійснено дослідження окремих будівельних об'єктів (всього 5 од.) із застосуванням методів геохімічного аналізу та подальших аналітичних процедур на основі MS Excel;

3) на прикладі 5-ти об'єктів з використанням авторської методики здійснена комплексна оцінка впливу будівельної галузі на зв'язаність окремих компонентів природних та антропогенно змінених ландшафтів;

4) розроблено практичні рекомендації, спрямовані на зниження негативного впливу будівельної галузі на природні та антропогенно змінені ландшафти.

Удосконалено:

- теоретико-методологічні засади конструктивно-географічних досліджень природних та антропогенно змінених ландшафтів;

- методику проведення досліджень ландшафтів, змінених під впливом будівельної діяльності;

- удосконалено методичні підходи до вивчення негативного впливу будівельної діяльності на інертні компоненти ландшафту.

Отримали подальший розвиток:

- загально наукові та філософські засади теорії ноосферогенезу, зокрема підтверджена методологічна дієздатність ротаційної моделі нооекосистем;

- поняттєво-термінологічний апарат ландшафтознавства, конструктивної географії та геоекології.

Практичне значення одержаних результатів. Дисертаційне дослідження дало змогу дослідити вплив будівельної галузі на інертні компоненти природних і антропогенно змінених ландшафтів Правобережної України, а також використати практичні рекомендації, розроблені в ньому і спрямовані на зниження негативного впливу будівельної діяльності на ландшафти.

Теоретико-методологічні засади й загальні результати дослідження мають прикладний характер, та можуть бути використані при роботі агропромислової компанії «Елітпродукт» (ДОДАТОК Б), будівельної компанії ТОВ «ЛЛЕНТАБ Україна» (ДОДАТОК В), будівельної компаній ТОВ «Фірма «Аспект» (ДОДАТОК Г), архітектурно-будівельної компанії ТОВ «АРХІВОЛЬТ ПРОЕКТ» (ДОДАТОК Д), а також будівельно-інжинірингової компанії ТОВ «АРС ЛОНГА СТУДІО» (ДОДАТОК Е).

Теоретико-методологічні основи та методи дослідження впливу будівельної галузі на ландшафти використовуються у навчальному процесі Уманського національного університету (ДОДАТОК Ж).

Особистий внесок здобувача. Здобувач самостійно опрацював низку літературних джерел, документів та фондових матеріалів будівельних організацій, державних бібліотек, та архівів; здійснив підбір об'єктів дослідження, провів експедиційні дослідження з відбором проб ґрунту та їх підготовкою до подальших хімічних аналізів, систематизував та узагальнив отриману інформацію. Проаналізував результати геохімічних аналізів ґрунтового покриття по 5-ти об'єктах дослідження, здійснив техніко-економічні розрахунки впливу будівельних робіт на стан ландшафтів, зробив узагальнену оцінку впливу будівельної галузі на інертні компоненти ландшафту.

Теоретичні висновки щодо застосування окремих теоретичних підходів і концепцій узгоджено з їх автором – науковим керівником дисертанта. Із результатів та ідей, які надруковані у співавторстві, у дисертаційній роботі використано особисті здобутки.

Апробація результатів дослідження. Основні результати та висновки дисертаційної роботи апробовані на міжнародних та всеукраїнських наукових конференціях, під час науково-методичних семінарів та наукових заходів:

- Міжнародна наукова конференція «Innovations and Prospects for the Development of Modern Science» 19.11.2025, Київ, Україна;
- International scientific conference «Nature Conservation as an Essential Prerequisite for Preserving Humanity». March 19–20, 2025. Riga, Latvia;
- Міжнародна конференція «Sworld-Us Conference Proceedings», 2024-11-30
- International scientific conference «Actual problems of natural sciences development amidst the evolution of artificial intelligence. December 25–26, 2024. Riga, the Republic of Latvia.
- XVI International Scientific and Practical Conference «New ways of improving outdated methods and technologies». Copenhagen, Denmark, Desember 17 – 20. 2024.
- IV International scientific and practical conference «Science, technology, innovation: global trends and regional aspect», Tallinn, Estonia, September 24-27, 2024.
- XVIII International Scientific and Practical Conference «Modern challenges: trends, problems and prospects development», Copenhagen, Denmark. May 07-10, 2024.
- XIX Всеукраїнські наукові Таліївські читання Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. м. Харків, 27 жовт. 2023 р.
- XXIX Міжнародна науково-практична конференція «Modern scientific trends and youth development». м. Варшава, Польща. 25-28 липня 2023р.

- XI-XIII Всеукраїнська науково-практична Інтернет-конференція «Екологія – шляхи гармонізації відносин природи та суспільства». Умань, 13 жовтня 2022 року.

Публікації. Результати дисертаційного дослідження опубліковані у 23 наукових працях (ДОДАТОК А) загальний обсяг 6,7 у.д.а. (з них 10 одноосібних і 9 у співавторстві), 5 з них у фахових періодичних виданнях, що входять до переліку ДАК України;

3 – у наукових періодичних виданнях інших країн;

11- тез у матеріалах наукових конференцій.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційне дослідження складається із вступу, 4 розділів, висновків, списку використаних джерел (154 найменувань) і 7 додатків. Обсяг дисертації 262 сторінки, із них 229 сторінок основного тексту.

Дисертація містить 44 рисунки, 19 таблиць.

РОЗДІЛ 1. ІНЕРТНІ ТА ЖИВІ КОМПОНЕНТИ ЛАНДШАФТУ. ПОРУШЕННЯ ВЗАЄМОДІЇ КОМПОНЕНТІВ ПРИ РОБОТІ БУДІВЕЛЬНОЇ ГАЛУЗІ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

У науках про Землю ключовою категорією, що формує базові уявлення про географічну оболонку, традиційно виступає поняття ландшафту. Ландшафти, як найбільш складний тип територіальних (географічних) систем, характеризуються високим рівнем ієрархічності та організованості [71]. Відповідно, сучасна концепція організації природних систем, побудована на ландшафтній основі, має терригенний характер і розвивається у межах усієї географічної оболонки, виходячи за рамки окремих теорій. Це підтверджується численними дослідженнями географів, які визначають ландшафтні природні системи як «терригенні» (від лат. *terra* — Земля, суходіл), що закріплено також у наукових довідниках та енциклопедичних виданнях [21,70,109].

1.1. Прикладне ландшафтознавство як актуальний напрямок наук про Землю

У географічній науці підходи до розуміння будови, класифікації та трактування ландшафту в різних наукових школах завжди відзначалися значною різноманітністю, суперечливістю й навіть антагонізмом. Враховуючи прикладний характер нашого дослідження та акцент на аналізі речовинно-енергетичних потоків у природних і антропогенних ландшафтах (що значною мірою зумовлено впливом екологічної парадигми, прихильником якої є науковий керівник автора), ми свідомо відмовляємося від спроб здійснити ґрунтовний і багатоплановий аналіз ландшафтів. Адже навіть перелік учених, які досліджували цю надзвичайно складну проблему, міг би зайняти десятки

сторінок. Тому завдання нашої дисертаційної роботи має значно вужчий характер.

Таким чином, питання класифікації природних та антропогенних ландшафтів, їхньої естетичної й рекреаційної цінності, ресурсного потенціалу та ролі у складній структурі географічної оболонки ми свідомо залишаємо у сфері досліджень провідних ландшафтознавчих шкіл. У нашій роботі увага зосереджується лише на тих елементах ландшафтної будови, які мають практичне значення для аналізу впливу окремих галузей промисловості, передусім будівництва. Необхідність такого «звуження» предметної області, тобто її конкретизації на прикладних проблемах, вже була усвідомлена вітчизняними науковими авторитетами, зокрема Г.І. Денисиком та П.Г. Шищенком [108]. Варто зазначити, що питання ландшафтного планування — тобто практично орієнтованого використання ландшафтів — нині активно обговорюється у географічній літературі [19, 58, 72, 101, 107].

У нашому випадку класифікація та типологія ландшафтів не мають прямого впливу на процес вилучення скришної породи (ґрунту та верхнього шару літогенної основи) під час будівництва, а також на порушення екосистемних взаємозв'язків у біотичній складовій ландшафту, яку людина радикально трансформує (аж до повного знищення) у ході будівельних робіт. Водночас, прагнення визначити масштаби таких змін саме в інертних компонентах ландшафту потребує додаткового обґрунтування в контексті класифікаційного підходу.

На нашу думку, значний аналітичний потенціал має двотомна монографія М.Д. Гродзинського *«Пізнання ландшафту: місце і простір»* (2005 р.) [21]. Уже сама її назва свідчить про те, що ландшафт розглядається не лише як категорія географії, ландшафтної архітектури чи мистецтва (поезії та живопису), але й як складова загальної культури. Автор підкреслює, що за рівнем узагальнення поняття «ландшафт» можна співвіднести з поняттям «система», проте їхній

зміст суттєво відрізняється. Ландшафтом може бути будь-який феномен, існування якого потребує простору, а його особливості визначаються конфігурацією місць у цьому просторі. Такий підхід до інтерпретації ландшафту відкриває можливість застосовувати це поняття у різних сферах знань. Ландшафт може розглядатися не лише як територіальна цілісність, а й як метафора для економіки, політики, літератури та інших проявів культури. У монографії він постає як загальнокультурна категорія. Автор аналізує методологічні засади пізнання ландшафту, особливості його мовного опису та інші аспекти. Пропонується ширше розуміння ландшафтознавства — як «знавства» про ландшафт, а не лише науки про нього. Окремо розглядаються питання виникнення, формування та зникнення місць, їхня структура, межі, розміри, форма й фрактальні властивості. Значна увага приділяється ролі місця у ландшафті та його значенню для людини, включно з емоційними та іншими формами сприйняття.

Водночас ґрунтовний, детальний і результативний аналіз різних наукових підходів та позицій ландшафтознавчих шкіл представлено у монографії Л.Ю. Сорокіної [95].

Попри доволі амбітну назву монографії (*«єдина класифікація»*), авторка фактично пропонує один із найбільш виважених та ґрунтовних аналізів різних підходів не лише окремих дослідників, а й цілих ландшафтознавчих шкіл. На підтвердження цього можна навести простий і показовий факт: якщо двотомна праця М.Д. Гродзинського містить понад 500 сторінок у кожному томі, то Л.Ю. Сорокіна зуміла викласти свою «єдину класифікацію» всього на 105 сторінках.

Зокрема, авторка переконливо наголошує, що «неоднозначність у питаннях класифікації ландшафтів, з одного боку, вказує на потребу подальшого вдосконалення існуючих класифікацій та узгодження позицій дослідників для створення єдиної, загальновизнаної системи. З іншого боку, така невизначеність

відкриває можливість використати одну з наявних класифікацій як базову, доповнивши й уточнивши її для формування структури легенди середньомасштабної ландшафтної карти України».

Таксономічні рівні сучасної класифікації ландшафтів узгоджуються з існуючою системою фізико-географічного районування України, адже остання базується на дослідженні ландшафтів і відображає поділ території на реально існуючі регіональні одиниці: зональні (пояс, зона, підзона) та азональні (країна, край, область, район) [95]. Відповідно, класифікаційні одиниці враховують як зональні, так і азональні чинники формування ландшафтних комплексів, що було висвітлено автором в одній із його праць [139]. У ході дослідження, зокрема, проблеми впливу будівництва на ландшафти, ми дійшли висновку, що зональний аспект, характерний переважно для природних ландшафтів, слід відсунути на другий план, адже більшість ландшафтів лісостепової зони вже зазнали значних антропогенних трансформацій.

Таким чином, особливий інтерес для нашого дослідження становить та частина класифікації Л.Ю. Сорокіної, яка стосується антропогенно трансформованих ландшафтів. Авторка підкреслює, що їх систематизація найчастіше здійснюється за критерієм функціонального призначення: виокремлюють сільськогосподарські, промислові, урбанізовані та інші типи, які надалі деталізуються за тією ж ознакою (наприклад, у межах сільськогосподарських ландшафтів виділяють польові, лучні, пасовищні тощо).

За такого підходу природні властивості антропогенно змінених ландшафтів не враховуються на класифікаційному рівні, а розглядаються лише в процесі аналізу конкретних територій. Відтак класифікації природних ландшафтів та їх антропогенно змінених форм залишаються неузгодженими як за критеріями класифікування, так і за структурною побудовою.

У межах антропогенного ландшафтознавства ландшафти, трансформовані діяльністю людини, розглядаються як один із генетичних рядів природних

комплексів, адже антропогенний вплив трактується як ландшафтоутворюючий чинник, співмірний із природними процесами. У цій класифікації антропогенні ландшафти формують окремий генетичний ряд поряд з іншими, що об'єднують комплекси за способом їхнього походження — кліматогенним, тектогенним, вулканогенним, флювіальним та іншими, які виникають під домінуючим впливом відповідних природних факторів.

Водночас підкреслюється, що «антропогенні комплекси, навіть найдавніші з них, формувалися на базі вже існуючих природних ландшафтів» [95].

Беручи до уваги азонльний характер будівельної галузі (адже будівництво здійснюється навіть у локаціях за полярним колом), важливо визначити, на якому етапі господарського освоєння ландшафту окремі його компоненти потребують більшої уваги. На нашу думку, на початкових стадіях будівництва ключову роль відіграють інертні елементи — рельєф та гірські породи, що майже не залежать від умов конкретної природної зони. Натомість, на завершальних етапах спорудження господарських об'єктів пріоритетним стає дослідження компонентів, тісно пов'язаних із біотичним наповненням ландшафту, що необхідно для розробки ефективних стратегій його часткового відновлення (рекультивация, озеленення, заліснення, створення штучних водойм тощо). Водночас сучасні тенденції у будівельній сфері передбачають можливість застосування «зелених» стратегій уже на первинних етапах будівництва [125,145, 148, 150, 153].

У межах наведеної класифікації найбільш релевантним для нашого дослідження є розділ, що обґрунтовує критерії та принципи виокремлення видів антропогенно змінених ландшафтних комплексів. Оскільки види охоплюють індивідуальні ландшафти зі схожою внутрішньою структурою, їхнє визначення здійснюється на основі врахування антропогенних змін одного чи кількох компонентів ландшафту, однотипність яких забезпечує його цілісність. При

цьому такі перетворення та їхні наслідки мають охоплювати весь ландшафт або значну його частину.

До видів антропогенно змінених ландшафтних комплексів належать ті, що характеризуються змінами літооснови — зокрема гірничопромислові та міські. Останні трактуються як «індивідуальні природні ландшафти або їх частини, які зазнають різноманітних антропогенних перетворень у процесі формування та розвитку міського поселення» [97].

Як окремі види антропогенно змінених ландшафтних комплексів розглядаються індивідуальні ландшафти, що зазнали суцільних змін у фітокомпоненті або характеризуються його домінуванням у структурі ландшафту. Прикладом таких комплексів є агроландшафти.

Підвиди, відміни та варіанти антропогенно змінених ландшафтних комплексів визначаються за аналогічними критеріями — змінами одного чи кількох компонентів ландшафту.

У напрямку зростання ступеня антропогенної зміненості ландшафтних комплексів (передусім на рівні місцевості та складного урочища) вони можуть бути розташовані у певній послідовності (табл. 1.1.) [95].

Ландшафтні комплекси зі змінами ґрунтового-рослинного покриву (фітоваріантні): максимально наближені до природних:

1 - у межах об'єктів природно-заповідного фонду під рослинними угрупованнями, що відповідають зональному типу рослинності, але у формуванні яких значна участь людини:

2 - під культурними лісонасадженнями (у межах мішаної хвойно-широколистянолісової, широколистянолісової та лісостепової зон);

3 - під культурними лучними ценозами;

4 - під агроценозами (у межах лісостепової та степової зон) під рослинними угрупованнями, що не відповідають зональному типу рослинності і у формуванні яких значна участь людини:

5 - під штучними лісонасадженнями (у межах степової зони);

6 - під агроценозами (у межах лісових зон);

Таблиця 1.1.

Локальний розділ класифікації ландшафтних комплексів України (у таблиці підкреслено класифікаційні одиниці антропогенно змінених ландшафтних комплексів) [95]

Класифікаційні виділи	Співставність з одиницями фізико-географічного районування України	Критерії виділення	Приклади
Вид антропогенно-змінених ландшафтних комплексів		Зміни у літооснові ландшафту Зміни фітокомпонента ландшафту	– <i>гірничопромислові у межах лесових височин, розчленованих, у минулому – з сірими і темно-сірими опідзоленими ґрунтами, з грабовими дібровами;</i> – <i>агрolandшафти у межах моренно-зандрових низовин, плоских і слабохвилястих, з дерново-підзолистими оглеєними ґрунтами, у минулому під грабовими суборами.</i>
Підвид антропогенно змінених ландшафтних комплексів	Ландшафтна місцевість	Певні відміни літогенної основи у межах ландшафту (індивідуального): варіювання літологічного складу поверхневих відкладів, характеру ґрунтоутворюючих порід, комплексів форм рельєфу, інтенсивності сучасних рельєфотворних процесів. Закономірне сполучення урочищ.	Вид: моренно-зандрові низовини, плоскі і слабохвилясті, з дерново-підзолистими оглеєними ґрунтами. <i>Підвид:</i> – <i>рівнини знижені (110–120 м), вирівняні, складені воднольодовиковими пісками, з дерновими, дерново-підзолистими оглеєними і глеюватими піщаними ґрунтами і вологотравно-різнотравними луками, слабодреновані заболоченими улоговинами, з перехідними і низинними болотами, місцями з карстовими лійками;</i> – <i>гірські низькогірні пологосхили, складені вулканічними породами. Літо-гігро- і фітоваріантні ландшафтні комплекси на місці природних комплексів рангу місцевість</i>

Ландшафтні комплекси зі змінами режиму зволоження:

7 - у зонах впливу водосховищ;

8 - у зонах впливу меліоративних (осушувально-зволожувальних) систем;

9 - у зонах впливу систем штучного зрошування;

Ландшафтні комплекси зі змінами літогенної основи:

10 - під сільськими поселеннями;

11 - під міськими поселеннями;

12 - під авто- та залізничними шляхами;

13- під великими промисловими об'єктами;

14 - зайняті териконами, відвалами тощо;

15 - зайняті кар'єрами.

На кафедрі екології та безпеки життєдіяльності вже склалась традиція дослідження придорожніх ландшафтів як інфраекосистем [93, 128], які за глибиною зміни літооснови умовно можна ототожнити з п.12 класифікації Л.Ю.Сорокіної. Таке ототожнення також дає право в якості методологічної основи нашого дослідження в подальшому використовувати концепцію ноосферних екосистем професора Сергія Сонька, але залучаючи до аналізу вже урбоекосистеми [137].

Наукове дослідження впливу будівельних процесів на компоненти ландшафту вимагає використання системного підходу, для аналізу порушених зв'язків між інертними та живими компонентами.

Ландшафт формується з окремих компонентів, кожен із яких є «представником» певних геосфер, що входять до складу географічної оболонки. Ці елементи отримали назву природних географічних компонентів. Ландшафтознавиця А.В. П'яткова, доцент Херсонського державного університету, наголошує, що до основних природних компонентів варто зараховувати земну кору, повітря, рослинний і тваринний світ, поверхневі та підземні води, а також ґрунт як самостійне органо-мінеральне тіло.

У географії такі природні компоненти класифікують як основні, проте склад ландшафту включає й специфічні елементи — клімат та рельєф. Типова схема компонентного складу ландшафту з розподілом на основні та специфічні компоненти (рис. 1.1.) [132].

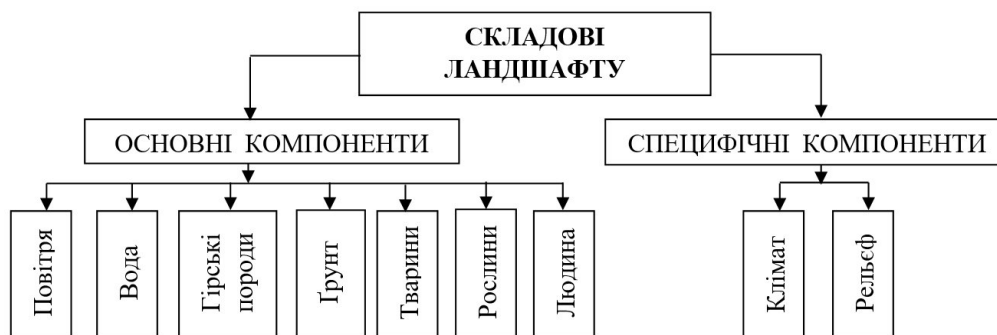


Рис. 1.1. Компонентний склад ландшафту [143]

Існує також більш спеціалізований ландшафтознавчий підхід до класифікації компонентів за їхніми динамічними властивостями. Згідно з ним, компоненти ландшафту поділяють на три групи з урахуванням їхніх функцій у межах геосистеми. Вперше таку концепцію запропонував латвійський географ, професор А.А. Краукліс, який виокремив інертні, мобільні та активні компоненти залежно від їхньої ролі у структурі та динаміці геосистеми. Серед українських дослідників цієї парадигми дотримується ландшафтознавиця А.В. П'яtkова, що відображено у її працях та наукових дослідженнях [80], а також автор зі своїм керівником – професором Уманського національного університету Сергієм Соньком, які розробили функціональну схему ієрархічного розподілу компонентів ландшафту з урахуванням їх функцій в геосистемі [88]. Така ієрархічна класифікація не лише систематизує властивості ландшафтних компонентів, а й формує підґрунтя для подальших міждисциплінарних досліджень у сфері екології, географії та ландшафтознавства.

Аналіз схеми розподілу компонентів ландшафту (рис. 1.2.) показує, що серед них найменше дослідженими залишаються інертні компоненти.

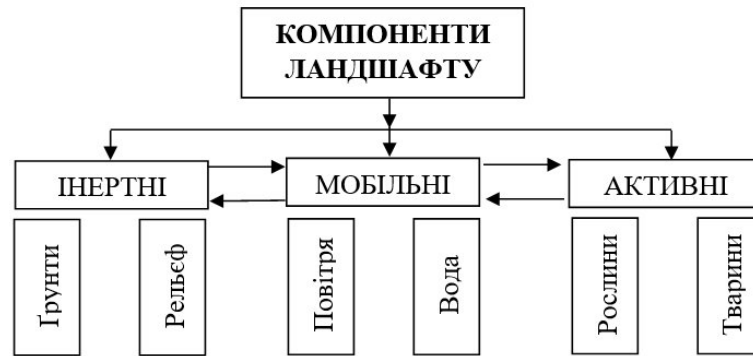


Рис. 1.2. Функціональна схему розподілу компонентів ландшафту

Якщо щодо мобільних та активних компонентів накопичено значний науковий матеріал, то інертні — ґрунти, гірські породи та рельєф — усе ще потребують системних досліджень, особливо у контексті впливу будівництва. Варто враховувати, що в районах промислової забудови поступово формуються техногенні ландшафти, які зберігають від природних лише геологічну основу та, можливо, основні риси рельєфу. Таким чином, функціональні особливості окремих компонентів ландшафту при оцінці впливу на них будівельної галузі повинні бути взяті до уваги (табл. 1.2.).

Таблиця 1.2.

Класифікація компонентів ландшафту за функціональними ознаками [89]

Вид компонентів ландшафту/	Основні складові	Функції
Інертні компоненти	Ґрунти, рельєф	Формують сталу структурну основу ландшафту
Мобільні компоненти	Повітряні та водні маси	Забезпечують циркуляцію та транзит речовин і енергії, виконують регуляторно-транспортну функцію
Активні компоненти	Живі організми (біота)	Відповідають за біологічну продуктивність, підтримку та відновлення взаємозв'язків, здатність геосистеми до саморегуляції і самовідновлення

1.2. Оцінка порушення структури ландшафту в іноземних та вітчизняних джерелах

На початковому етапі огляду літератури було сформульовано дослідницькі питання, які відіграли вирішальну роль у визначенні обсягу нашого дослідження та аналізу наукових джерел і керуванні процесом огляду. У межах дослідження здійснено систематичний огляд праць, метою якого було вивчення стану ландшафтів та їхніх компонентів, охоплюючи такі аспекти, як класифікація і особливості структурування компонентів та порушення взаємозв'язків у результаті впливу будівельної діяльності.

Найбільш ґрунтовний аналіз зміни структури ландшафтів подано в монографії [21]. У ній простежено динаміку їхнього формування від міоцену до сучасності, що дозволяє розкрити як природні еволюційні процеси, так і зміни, зумовлені антропогенною діяльністю. Автор вводить поняття «ландшафтно-еволюційного регіону» як базової одиниці еволюційного аналізу, що об'єднує ландшафти зі спільними генетичними та структурними ознаками. Також окреслено «нуль-моменти» сучасного ландшафтогенезу та показано, що в голоцені значення антропогенного чинника істотно зросло, змінюючи межі та площі окремих типів ландшафтів.

Від епохи неоліту господарська діяльність людини поступово стала одним із провідних геоморфологічних чинників. У сучасних умовах антропогенний вплив не лише змагається з природними процесами, а й значною мірою визначає темпи та характер розвитку геосистем. Під дією господарської діяльності природні комплекси зазнали такої трансформації, що в багатьох випадках сформувалися антропогенно-модифіковані ландшафти, де природні процеси підпорядковуються техногенним і соціально-економічним впливам. Це стосується як інертних компонентів (рельєф, ґрунти, гірські породи), так і біотичних складових – рослинності та тваринного світу [21].

Вагомий внесок у дослідження порушення структури ландшафтів та їх подальшої фрагментації здійснено в праці [120]. Фрагментація, спричинена антропогенним розвитком, є ключовим проявом руйнування структурної організації ландшафту: суцільні природні масиви розділяються на дрібні, часто ізольовані ділянки, зростає довжина меж і частка крайових зон, а внутрішня цілісність екосистем послаблюється. У такій конфігурації ландшафт втрачає здатність підтримувати потоки речовини, енергії та міграцію особин, особливо в умовах інтенсивної урбанізації та розвитку транспортної інфраструктури. Навіть за формального розширення мережі природоохоронних територій структурні порушення не зникають на межі охоронного статусу, адже стан внутрішніх осередків біорізноманіття визначається якістю навколишньої «матриці». На відміну від природних бар'єрів, антропогенний розвиток створює штучну сегментацію середовищ існування, перетворюючи суцільні природні масиви на систему малих і розірваних фрагментів.

У ландшафтознавчих термінах це означає поєднання двох процесів: скорочення площ придатних територій та зміни їхньої просторової конфігурації. Автори досліджень наголошують, що ключовим аналітичним контекстом виступають природоохоронні території, особливо створені для довготривалого збереження найбільш уразливих видів і оселищ. Проте їхня ефективність визначається не лише формальним охопленням площ, а й структурними зв'язками з довколишнім середовищем. Якість ландшафтної «матриці» навколо заповідних ділянок безпосередньо впливає на стан екосистем у їхніх межах: за високої фрагментації навіть великі охоронні масиви зазнають крайових ефектів, обмеження дисперсії та втрати внутрішньої цілісності. Натомість, структурно стабільне оточення зменшує ізоляцію, підтримує чисельність популяцій і підвищує стійкість охоронюваних систем [120].

Тому оцінювання порушень структури ландшафту має здійснюватися у кількісній, багаторівневій та регулятивно чутливій формі. Такий інтегрований підхід дає змогу не лише визначати масштаби деградації, а й ефективно спрямовувати ресурси на ті ділянки, де відновлення мережевої організації ландшафту забезпечить найбільший довготривалий результат для збереження його компонентів та взаємозв'язків.

У дослідженні [125] оцінка порушення структури ландшафту здійснюється як системний картографічний аналіз просторової цілісності ландшафтної матриці на території всієї Канади. Автори опираються на географічну концепцію континууму «ядро – периферія – коридори», де урбанізовані, аграрні та лінійні інфраструктури формують бар'єрні поля різної інтенсивності. Використання теорії електричних кіл дозволяє інтерпретувати ландшафт як мережу потенційних змін, у якій густина «струму» відображає структурну провідність середовища. Це дає змогу виявити «вузькі місця зв'язності» (pinch points) — критичні ділянки, втрата яких непропорційно порушує просторову цілісність ландшафту.

Теоретичні основи позиційно-динамічної структури ландшафту були закладені у 1990–1993 рр. українськими науковцями для потреб раціонального землеробства (Швебс і Шищенко, 1990; Гродзинський & Шищенко, 1993). Отримані знання про просторову організацію ландшафтів стали підґрунтям для формування концепцій ландшафтно-екологічного планування урбанізованих та індустріальних територій, які функціонують як специфічні об'єкти екологічного менеджменту.

Каркасні антропогенні ландшафти розглядаються як просторово-структурний «скелет» антропогенного середовища, що детально досліджено у наукових матеріалах [27]. Концепція каркасних ландшафтів уточнює значення селитебно-транспортної підсистеми, яка виступає первинною «рамкою» антропогенного перетворення та спрямовує потоки речовини, енергії й

населення у просторі. Поділ ландшафтів на каркасні, фонові, осередкові та інші класи дає змогу перейти від описового рівня до керованої архітектури антропогенних геосистем, де планування, охорона та рекультивация інтегруються у єдиний сценарій розвитку.

Відомий український географ і ландшафтознавець Г.І. Денисик у своїй монографії дослідив лісопольові системи України як унікальні комплекси взаємодії лісових та аграрних ландшафтів. У межах цього дослідження він запропонував прогресивний термін для класифікації — «лісопольовий ландшафт» [30]. Сучасна організація лісополя сформувалася внаслідок тривалого антропогенного освоєння і водночас є прикладом адаптивного співіснування людини з природою [31].

Україна належить до держав Європи з одним із найвищих рівнів трансформації природних ландшафтів. Понад 70 % її території зайнято сільськогосподарським виробництвом, а процеси урбанізації та індустріалізації спричиняють формування нових типів антропогенних ландшафтів [23].

Це зумовлює потребу у створенні системної концепції класифікації, оцінювання стану та методів ренатуралізації ландшафтів. Вони стали домінуючою формою просторової організації України, що означає перехід від природоцентричного до антропоцентричного підходу в ландшафтознавстві. Такий зсув формує нові парадигмальні засади науки: антропогенний ландшафт розглядається вже не як виняток, а як базова категорія дослідження. Його реконструкція виступає стратегією відновлення екосистемних послуг — зменшення ерозії, стабілізації водного режиму, збереження біорізноманіття та підвищення якості життя населення. Це переводить проблематику з вузько-інженерного рівня на рівень екологічної безпеки держави [127].

Фундаментальною методологічною основою нашого дослідження став науковий доробок професора К. І. Геренчука [118]. Він розглядав ландшафт як складну природну систему, у якій інертні та живі компоненти перебувають у

постійній взаємодії. Важливим здобутком його наукової діяльності стало формування теоретичних основ охорони й раціонального використання природних комплексів у межах ландшафтно-екологічного планування, що заклало фундамент сучасних досліджень просторово-функціональної організації геосистем [7].

У матеріалах [129] висвітлено питання інтеграції екологічних вимог у процес ландшафтного планування в Україні та необхідності узгодження просторового розвитку з природоохоронними пріоритетами. Такий підхід відповідає сучасним європейським практикам управління територіями, що застосовуються в межах політики Європейського Союзу.

Деформація структурної організації ландшафтів проявляється у поділі на фрагменти природних територій, деструкції ґрунтово-рослинного покриву, зниженні екологічної мережі та посиленні екологічних конфліктів між природоохоронними і господарськими зонами. Комплексна оцінка таких порушень має базуватися на трьох взаємодоповнюваних групах критеріїв:

- кількісні показники — площа трансформованих територій, рівень забруднення ґрунтів і водного середовища;
- нормативні вимоги — охоронювані види, об'єкти природно-заповідного фонду, міжнародні зобов'язання України;
- та експертні оцінки визначення цінних біотопів і вразливих територій.

У дослідженні [131] китайські географи та екологи здійснили спробу оцінити трансформацію структурної організації ландшафту в умовах мегаполісного середовища, застосувавши комплексний багаторівневий аналіз. Результати показали, що зі збільшенням просторового масштабу — від локального ядра міста до всієї агломерації — показники структурної зв'язаності істотно знижуються, що свідчить про фрагментацію та виснаження природних територій. Просторовий аналіз засвідчив мінімальне перекриття екологічних мереж між рівнями «місто — метрополія — мегаполіс», що інтерпретується як

системна дестабілізація структурної організації ландшафту під впливом урбанізаційних процесів. Це засвідчує, що оцінювання структурних трансформацій ландшафту повинно здійснюватися у багаторівневому форматі, поєднувати морфологічні та функціональні показники й застосовуватися у прогностичному режимі для своєчасного виявлення загроз та формування стратегій адаптивного управління урбанізованими територіями [131].

У роботі [142] дослідники довели, що оцінювання порушень структурної організації ландшафту, засноване лише на аналізі просторової конфігурації, є неповним і часто недооцінює реальний масштаб трансформацій. Для подолання цієї обмеженості автори запропонували багатомасштабний підхід, який поєднує показники структурної зв'язаності (геометричні та метричні характеристики просторової цілісності) з показниками функціональної зв'язаності (здатність видів до міграції та циркуляція енергетичних і речовинних потоків між ділянками).

Саме тому комплексна оцінка структурних змін ландшафту має бути інтегрованою й включати аналіз його структурно-функціональної динаміки. Такий підхід гарантує прогнозування екологічних ризиків, що є більш точним, і створює основу для формування ефективних стратегій збереження ландшафтної цілісності [142].

В дослідженні [112] британські та австралійські дослідники представили нову методологічну концепцію щодо аналізу порушення структури ландшафту через процеси фрагментації. Автори обґрунтовують, що оцінка структурних змін повинна виходити за межі класичних уявлень про зменшення площі природних ділянок і роздроблення екосистем. На перший план виносять два взаємопов'язані виміри: *supply* (потенціал ландшафту надавати екосистемні послуги, що залежить від його структурної цілісності) та *flow* (реальний потік цих послуг до суспільства).

Відтак порушення структурної організації трактується не лише як екологічний процес втрати просторової зв'язності, але й як соціо-екологічне явище, що змінює співвідношення вигод і втрат у функціонуванні ландшафтів. Такий підхід відкриває можливість для більш комплексної оцінки наслідків фрагментації та визначення, коли структурні зміни є критичними для стійкості екосистеми, а коли — мають відносно нейтральний ефект [112].

1.3. Характер і механізми взаємодії інертних та живих компонентів у ландшафтних системах при здійсненні будівельної діяльності

Для глибшого усвідомлення головної мети нашого дослідження варто відстежити характер та еволюцію взаємодії живих та інертних компонентів ландшафтів. На жаль, ще досі можна почути дискусії щодо віднесення (або не віднесення) до наук про Землю ландшафтознавства, проте одним із основних напрямів сучасних досліджень ландшафтознавців є вивчення взаємного зв'язку та взаємообумовленості природних географічних компонентів, а також концептуальний аналіз складових географічної оболонки Землі. Ця концепція набула конкретизації, що зумовило формування уявлень про географічну оболонку як цілісний природний об'єкт та про природний територіальний комплекс (ПТК), або географічний комплекс, як структурний компонент екосистеми [52].

Відомі підходи класифікації компонентів ландшафтів, кожен із яких є «представником» окремих геосфер, що входять у географічну оболонку. Такі компоненти отримали назву природні географічні компоненти до яких відносимо: гірські породи, воду, повітря ґрунт, рослини, тварини, гриби, сонячну радіацію. Географи класифікують такі природні компоненти, як основні компоненти, але компонентний склад ландшафтів включає в себе ще й специфічні компоненти, такі як — клімат та рельєф. Типова схема

компонентного складу ландшафту з розподілом на основні та специфічні компоненти (рис. 1.1.) [132]. Існує також більш ландшафтознавчий розподіл компонентів ландшафту за їх динамічними властивостями, а саме – ландшафтознавці поділяють компоненти ландшафту на три групи з урахуванням їх функцій в межах геосистеми.

Вперше концепцію такого розподілу запропонував латвійський географ Краукліс і вона стала предметом значної кількості наукових праць українських та іноземних географів і ландшафтознавців. Проте, лише невелика частка цих досліджень зосереджена на впливі будівництва на компоненти ландшафту та порушенні їх взаємодії. До вчених, які досліджують вплив будівництва на ландшафтні компоненти, також варто відносити ландшафтознавців, що вивчають антропогенні та урбанізовані ландшафти, зокрема аспекти трансформації їхніх структурних елементів під впливом урбанізації та інфраструктурних змін. Так, серед найбільш значимих досліджень можна відмітити доробок [73], щодо питань прогнозування розвитку антропогенних ландшафтів в Україні та формування центрів, нових напрямів розвитку та значення антропогенного ландшафтознавства у проектуванні ландшафтів майбутнього.

Будь-який антропогенний або техногенний вплив на ландшафти, зумовлений будівельною діяльністю, призводить до їх трансформації (рис.1.3.), проте спрямований на оптимізацію умов життєдіяльності населення.

В роботі [125] було стандартизовано терміни «будівництво», «будівельна галузь», «цивільне будівництво» та «промислове будівництво», оскільки всі вони по суті означають одне й те саме, навіть якщо виражаються по-різному. Сучасні технології сталого будівництва зазвичай зосереджені на двох сферах: збереженні ресурсів та захисті навколишнього середовища [134].

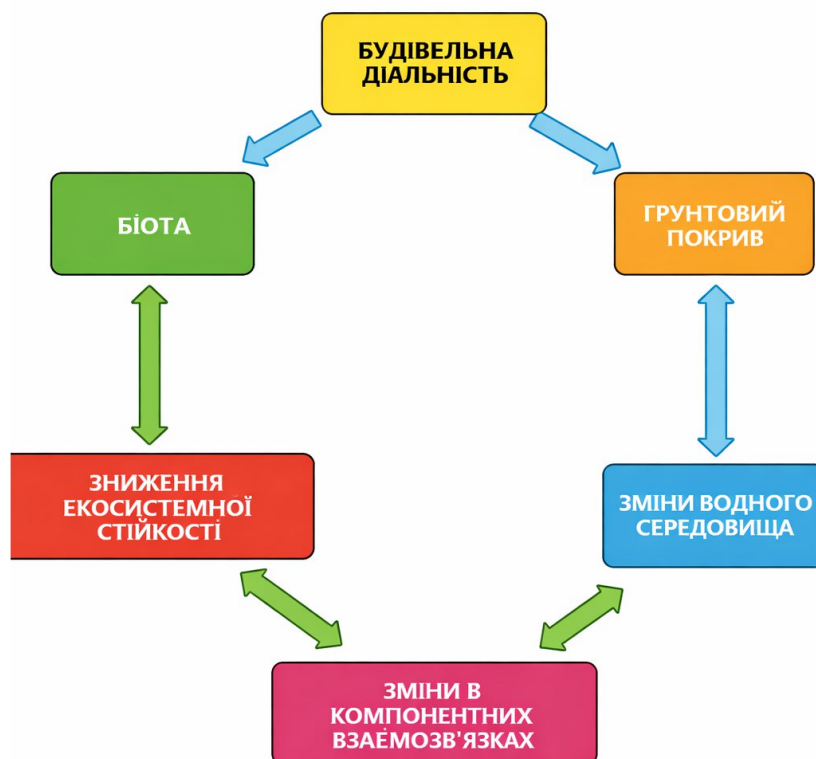


Рис.1.3. Структурно-функціональна модель порушення взаємозв'язку інертних та живих компонентів ландшафту під впливом будівельного навантаження [38]

Насправді, головні наслідки, які спричиняє порушення ландшафту, пов'язані з головною для біосфери їх функцією – наданням екосистемних послуг. Саме на їх надання спрямовані живі компоненти ландшафту. Інтенсивна антропогенна модифікація ландшафту, здебільшого зумовлена урбанізацією та зміною сільськогосподарського землекористування (включаючи розширення), змінює умови екосистеми та безпосередньо впливає на біорізноманіття та функції екосистем. Як наслідок, надання екосистемних послуг, що підтримують добробут людини, скоротилося в усьому світі. Однак збільшення чисельності населення супроводжується вищим попитом на ресурси та функції, що забезпечуються цими послугами, такими як харчування, вода, енергія, клімат та регулювання водних ресурсів (табл. 1.3.).

Таблиця 1.3.

Уніфікована функціональна класифікація абіотичних та біотичних ЕП [91]

Категорія ЕП	Клас	Група
Забезпечувальні	Біомаса	Дикі або культивовані рослини і тварини для харчування, матеріалів та енергії
	Прісна вода	Поверхневі і підземні води для пиття, побутових і господарських потреб
	Генетичні ресурси	Насіння, гамети, ДНК, що використовуються в сільському господарстві та біотехнологіях
Регулювальні та обслуговуючі	Регулювання клімату	Посередництво газових потоків, вплив на мікроклімат і глобальне потепління
	Регулювання гідрологічних процесів	Захист від повеней, ерозії, стабілізація ґрунту, утримання вологи
	Біологічна регуляція	Контроль шкідників, оселищ, запилення, контроль хвороб
	Очистка середовища	Фільтрація повітря, очищення води, утилізація/перетворення відходів
Культурні	Фізична та інтелектуальна взаємодія з природою	Рекреація, туризм, естетичне сприйняття, екологічна освіта, наука
	Духовні та символічні цінності	Релігійні місця, культурні ландшафти, традиції, ідентичність
Підтримувальні		Фотосинтез, біогеохімічні цикли, ґрунтоутворення, підтримка середовища існування (враховуються опосередковано через інші категорії)

Тому ефективне управління ландшафтами необхідне для гарантування сталого використання екологічних активів, підтримки належного рівня надання екосистемних послуг та забезпечення рівності в доступі до екологічних благ [91].

Вплив структури ландшафту на забезпечення екологічними послугами залежить від контексту, а структуру ландшафту зазвичай кількісно оцінюють як основі втрати та фрагментацію середовища існування, складності ландшафту, просторової неоднорідності та зв'язності. Однак для кількісної оцінки такої варіації використовувалося кілька різних показників, що ускладнювало

порівняння між дослідженнями. Зокрема існує припущення про вплив фрагментації ландшафту як такої на пропозицію та потік екосистемних послуг.

Розуміння того, чи залежать просторові особливості надання екосистемних послуг від конкретної структури ландшафту, має вирішальне значення для визначення того, які ландшафтні показники варто враховувати. Наприклад, потік регулюючих послуг, таких як запилення та біологічна боротьба зі шкідниками, в агроекосистемах залежить від впливу ландшафту на тваринні спільноти та їхньої здатності переміщатися між їхніми основними зонами існування та сільськогосподарськими культурами. Запобігання зсувам залежить від поверхневого стоку ерозії та опадів, на які сильно впливає просторове розташування рослинних територій та населених пунктів. Тоді як потік деяких культурних послуг, таких як відпочинок на свіжому повітрі, здебільшого залежить від людської інфраструктури, яка з'єднує людей із зеленими зонами.

Наприклад, запилення модулюється здатністю запилювачів, що населяють природні/напівприродні середовища існування, переміщатися до культур, залежних від запилення, щоб виконувати послугу запилення, відвідуючи квіти. У цьому випадку антропогенно перетворений ландшафт може призвести до більшого контакту запилювачів (зокрема, бджіл) з квітами, які сконцентовані на штучно організованих газонах. І, навпаки, у менш фрагментованих ландшафтах з великими ділянками середовища існування, що прилягають до великих однорідних культур, залежних від запилення, основні ділянки культур можуть бути важче доступними для запилювачів через ізоляцію.

Оцінка альтернативних сценаріїв з різними варіантами просторового відновлення (наприклад після будівництва господарського об'єкту) може оптимізувати структуру ландшафту, що покращить потік екосистемних послуг. Зокрема, коли йдеться про відновлення екосистем та їх функцій на місці забудованих територій, слід очікувати реагування з часовою затримкою, тому

довгострокове просторове планування функцій новозбудованих об'єктів повинно передбачати реалізацію потоку екосистемних послуг та довгострокові переваги створення стійких ландшафтів [125].

Таким чином при оцінці взаємодії інертних та живих компонентів ландшафту через категорію екосистемних послуг існує очевидна потреба у просуванні таких ландшафтних підходів, які враховують їх просторову конфігурацію та склад, включаючи зони живої природи.

1.4. Способи зменшення впливу на навколишнє середовище в будівельній галузі

Будівельна галузь є однією з найбільш динамічних сфер світової економіки, що демонструє стрімкі темпи розвитку. За прогнозами, до 2060 року обсяг нових забудов може сягнути майже 2,5 трильйона квадратних футів, що за масштабами відповідає появі ще одного Парижа щотижня [36].

Будівельна галузь є одним із найбільших споживачів природних ресурсів і джерелом значних обсягів парникових газів та відходів, що зумовлює суперечність між потребами розвитку та вимогами охорони довкілля. За даними 2019 року, на будівельний сектор припадало близько 30% кінцевого енергоспоживання та майже 26% глобальних викидів енергії й CO₂. Упровадження екологічно орієнтованих практик у будівництві розглядається як ключовий інструмент забезпечення його сталого розвитку [66].

Негативний вплив будівельної діяльності на довкілля ілюструється даними, наведеними на рисунку 1.4.



Рис. 1.4. Речовинно-енергетичні потоки, що виникають на різних стадіях будівництва [6]

Історично ця галузь завжди справляла *різноманітний негативний вплив на природні системи* [120].

1. *Споживання палива.* Будівельні проекти традиційно залежать від бензину та дизельного палива, що супроводжується значними викидами парникових газів — передусім вуглекислого газу, метану та інших продуктів згоряння. Серед усіх галузей промисловості будівництво вирізняється одним із найвищих рівнів викидів парникових газів, формуючи близько 37% загальних викидів, еквівалентних CO_2 [62].

2. *Шумове забруднення.* Будівельна діяльність чинить додатковий негативний вплив на довкілля у вигляді шумового забруднення. Різноманітні механізми, які застосовуються під час земляних робіт, демонтажу споруд, будівельних процесів та ландшафтного облаштування, є основними джерелами акустичного навантаження [63].

3. *Утворення відходів.* Будівельні та демонтажні проєкти традиційно супроводжуються утворенням значних обсягів відходів. Значна частка будівельних відходів спрямовується на полігони твердих побутових відходів України, тоді як інша частина утилізується шляхом спалювання на спеціалізованих підприємствах, що супроводжується викидами диму та інших забруднюючих речовин у атмосферу. На рисунку 1.5. наведено карту накопичення твердих побутових відходів у населених пунктах на прикладі Черкаської області станом на 2017 рік. [86].

4. *Забруднення та викиди від виробництва матеріалів.* Щороку будівельна галузь споживає понад 2 мілн. метричних тонн матеріалів, виробництво яких супроводжується значним використанням викопного палива та масштабними викидами вуглецю. Особливо вагомим джерелом цих викидів є бетон: цемент, що становить його основну складову, відповідає приблизно за 8% глобальних викидів CO_2 , що робить його одним із найбільш «вуглецеємних» матеріалів сучасності.

5. *Забруднені скиди.* Стічні води, що утворюються на будівельних майданчиках, становлять серйозну загрозу для екосистем. Джерелами забруднених скидів можуть бути хімічні речовини, станції миття коліс та інші об'єкти, де відбувається контакт потенційно небезпечних домішок із довкіллям. Навіть за відсутності прямого відведення стоків, атмосферні опади та зливові води здатні переносити ці забруднювачі у вигляді поверхневого стоку, що призводить до їхнього накопичення у водоймах, проникнення у ґрунтові води та деградації ґрунтового покриву.

6. *Шкода від застарілих методів.* Певні будівельні технології здатні спричиняти безпосередні фізичні порушення природного середовища. Зокрема, застосування піщаних мішків та спеціальних розчинів для зневоднення під час спорудження мостів чи дамб може провокувати ерозійні процеси,

інтенсифікувати поверхневий стік, сприяти седиментації та викликати довготривалі трансформації чутливих водних екосистем.

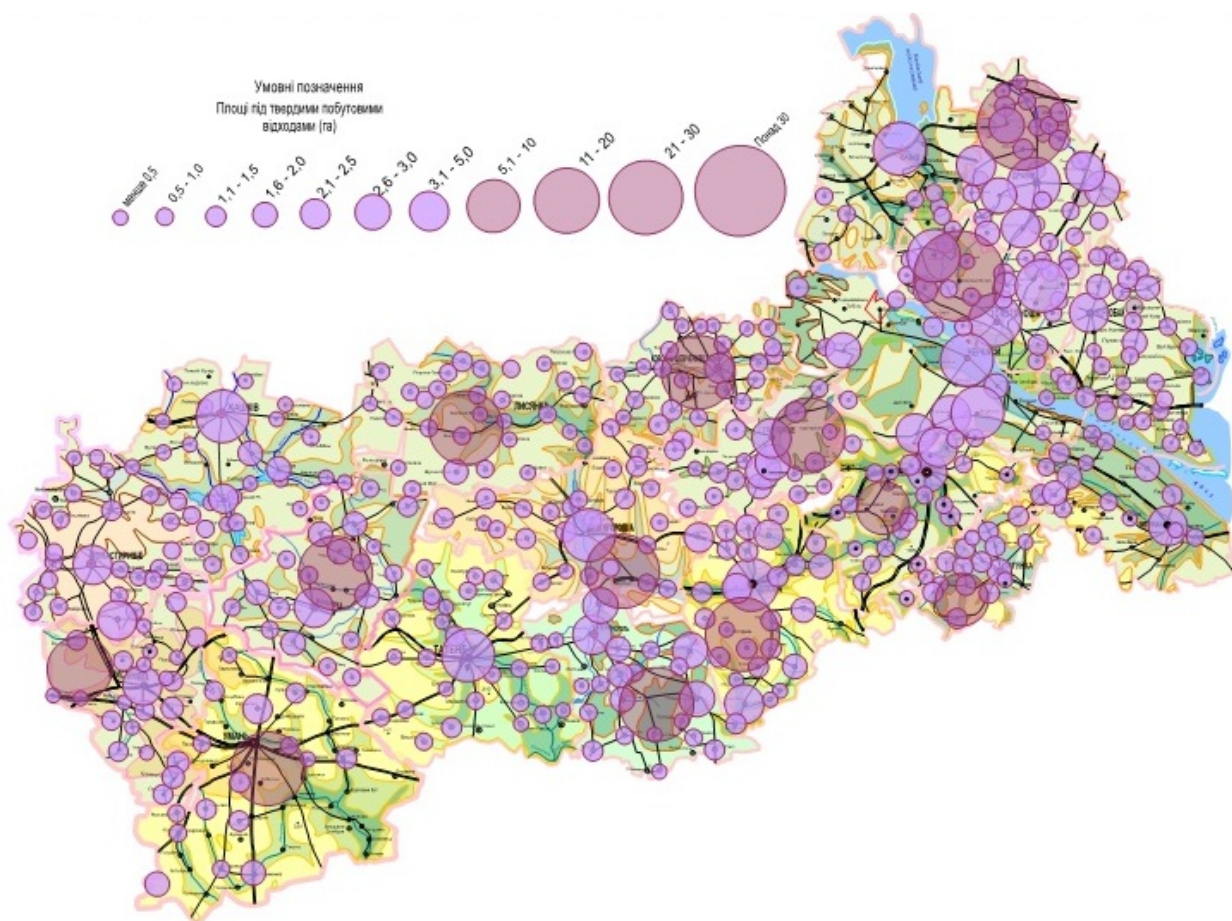


Рис. 1.5. Накопичення твердих побутових відходів у населених пунктах Черкаської області у 2017 році [86]

7. *Будівництво марнотратних будівель.* Екологічні наслідки будівельних проєктів не обмежуються етапом їх реалізації, а зберігаються й після завершення робіт. Це пояснюється тим, що зведені споруди нерідко залишаються енергетично неефективними: лише житлові та комерційні будівлі у США забезпечують близько 40% загального енергоспоживання, що свідчить про їх значний внесок у довготривале навантаження на довкілля.

Інтегрувати *принципи охорони природи* у будівельні процеси допомагають наступні підходи [150].

1. Зменшення споживання палива. Будівельні компанії мають можливість реалізувати це завдання різними методами, спрямованими на оптимізацію енергоспоживання та зменшення викидів:

Використання альтернативних джерел палива. Застосування такого виду палива, зокрема біодизеля.

Використання гібридного обладнання дає змогу знизити рівень паливоспоживання та суттєво скоротити викиди парникових газів, підвищуючи екологічну ефективність будівельних процесів [150].

Модернізація обладнання. У випадках, коли застосування гібридної техніки є недоцільним або неможливим, будівельні компанії можуть розглянути варіант модернізації наявного обладнання чи заміни його на більш енергоефективні моделі.

Зменшення дальності перевезення. Скорочення транспортних відстаней дає змогу оптимізувати логістику будівельних процесів, що безпосередньо зменшує обсяги паливоспоживання та, відповідно, кількість необхідного палива для здійснення перевезень.

Мінімізація часу роботи транспортного засобу на холостому ходу. Зокрема, вантажівки середньої вантажопідйомності здатні витратити від 0,5 до майже 1 л палива на годину роботи в режимі простою, що суттєво підвищує рівень паливоспоживання та викидів.

2. Зменшення шумового забруднення. Дотримання місцевих норм щодо шумового забруднення сприяє формуванню позитивних відносин із громадою. Доцільним є також інформування населення шляхом розміщення оголошень та розсилки повідомлень, у яких зазначаються ключові деталі проєкту — строки проведення робіт та очікувана тривалість будівництва.

3. *Зменшення утворення відходів.* Будівельні компанії можуть зменшити потребу у використанні первинних ресурсів шляхом закупівлі вживаних, вторинних або перероблених матеріалів. До матеріалів, що добре підходять для утилізації та повторної переробки, належать побутова техніка, арматура, вироби металообробки, цегла, деревина, метали, пластик та бетон. Особливо високою є цінність вторинної переробки металів і деревини, тоді як цегла та бетон можуть бути ефективно використані повторно — наприклад, як заповнювач або основа для облаштування під'їзних шляхів.

4. *Впровадження заходів боротьби з ерозією.* Використання піщаних мішків поблизу будівельних майданчиків може спричиняти негативний вплив на довкілля, тоді як альтернативні рішення — надувні дамби та ґрунтові сітки — є більш екологічно безпечними для місцевих екосистем. Вони відзначаються нижчою вартістю, простотою монтажу та компактністю, а також ефективно зменшують забруднення, пов'язане зі зносом ґрунту під час будівельних робіт. Крім того, такі засоби контролю обмежують площу оголеного ґрунту, що істотно знижує ризики ерозійних процесів.

5. *Мінімізація скидання забруднюючих речовин.* Важливо уникати скидання хімічних речовин поблизу території робіт, забезпечуючи їх транспортування до спеціалізованих об'єктів для безпечної обробки та утилізації. До категорії заборонених належать: стоки від змивання бетону, паливо, мастильні матеріали, мийні засоби, розчинники, а також токсичні й небезпечні речовини.

6. *Прискорення термінів.* Прискорення термінів реалізації будівельних проєктів є дієвим способом зменшення негативного впливу на довкілля. Будівельні компанії можуть оптимізувати терміни виконання робіт завдяки впровадженню низки організаційних заходів.

7. *Проектування енергоефективних будівель.* Екологічно орієнтовані будівлі мають низку переваг, серед яких особливе значення має зниження

експлуатаційних витрат. Екологічні реконструкції та модернізації забезпечують додаткову економію на рівні близько 10%. Водночас зелені будівлі сприяють покращенню умов праці та здоров'я персоналу завдяки зниженню концентрації забруднюючих речовин і підвищенню якості повітря у приміщеннях [102].

8. *Інвестування в екологічно чисті матеріали та методи.* Виробництво будівельних матеріалів часто супроводжується значним споживанням палива та інтенсивними викидами парникових газів, що формує суттєве екологічне навантаження. Зменшити ці негативні наслідки можливо шляхом використання альтернативних, перероблених або вторинних матеріалів, які знижують потребу у первинних ресурсах. Інвестиції підрядників у інформаційне моделювання будівель (BIM) сприяють оптимізації проєктних рішень, зменшенню кількості помилок та формуванню ресурсоефективних стратегій реалізації. Використання BIM-технологій забезпечує можливість цифрового моніторингу викидів, енергоспоживання та утворення відходів, що дозволяє узгоджувати будівельні проєкти з пріоритетами сталого розвитку та екологічної відповідальності.

9. *Пріоритет місцевих постачальників.* Місцеве постачання будівельних матеріалів є ключовим чинником підвищення екологічної стійкості будівництва. Використання матеріалів із локальних джерел забезпечує їх відповідність актуальним регіональним екологічним стандартам, а також підтримує розвиток місцевої економіки. Залучення місцевих постачальників сприяє інвестуванню коштів у регіональні ринки, стимулює розвиток малого бізнесу та створення нових робочих місць.

10. *Впровадження модульного та збірного будівництва.* Модульне будівництво передбачає складання секцій будівлі у контрольованих заводських умовах, що забезпечує високу якість та точність (рис. 1.6.). Збірне будівництво полягає у виготовленні конструкційних елементів поза межами майданчика з подальшим їх транспортуванням та монтажем, що дозволяє швидко формувати готову споруду [88]. Скорочення обсягів робіт безпосередньо на будівельному

майданчику зменшує потребу у використанні важкої техніки, що веде до зниження рівня викидів у процесі будівництва.

Основні переваги реалізації цих підходів полягають у наступному:

- зменшення відходів;

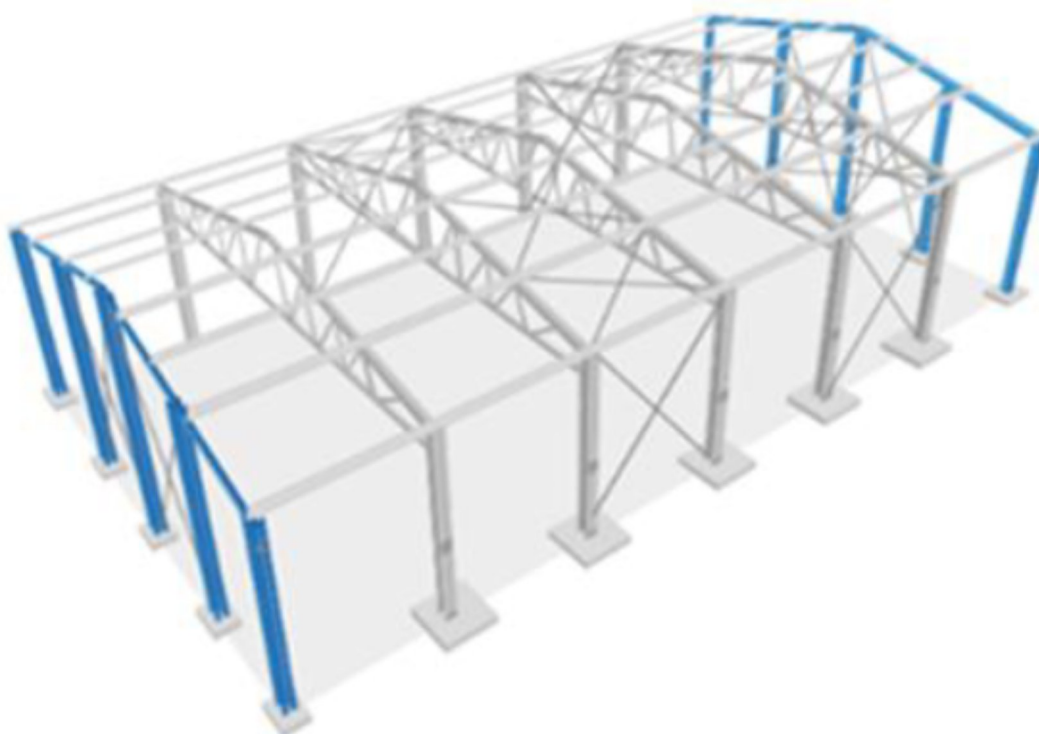


Рис. 1.6. Каркас максимальної заводської готовності швидкокомпонованої будівлі [88]

- швидше завершення проекту;
- енергоефективність, оскільки виробничі компоненти створюються у заводських умовах відповідно до точних специфікацій, що забезпечує їхню максимальну ефективність та якість [115].

11. Впровадження стратегій пасивного проектування. Стратегії пасивного проектування спрямовані на оптимізацію природних умов у будівлі з метою зниження енергоспоживання та підвищення комфорту мешканців. Одним із ключових напрямів їх реалізації є забезпечення стабільного мікроклімату

приміщень, використання природного освітлення та покращення якості внутрішнього повітря шляхом інтеграції спеціальних архітектурних і конструктивних елементів.

12. Впровадження оцінки життєвого циклу. Оцінка життєвого циклу (ОЖЦ) дозволяє комплексно визначити екологічний вплив будівлі чи будівельного проєкту на всіх етапах його існування — від початкових процесів до завершення експлуатації. Такий підхід формує чітке розуміння можливостей для зменшення викидів вуглецю, скорочення утворення відходів та оптимізації використання ресурсів. Такий підхід, заснований на аналізі даних, дозволяє здійснювати обґрунтований вибір екологічно безпечних матеріалів та технологій [6].

Використання новітніх матеріалів.

Екологічно орієнтоване будівництво базується на використанні матеріалів, що характеризуються низьким рівнем екологічного впливу під час їх виробництва та мінімальним навантаженням на довкілля після завершення експлуатаційного циклу. До прикладів матеріалів, які сприяють реалізації принципів сталого розвитку у будівельній галузі, включають наступні приклади.

1. Відновлювана деревина. Використання деревини у будівельних проєктах не можна вважати абсолютно екологічно безпечним рішенням, адже процес лісозаготівлі супроводжується певним рівнем забруднення. За умови застосування раціональних методів лісокористування та належного управління лісами деревина виступає відновлюваним ресурсом.

2. Перероблений пластик. Пластик, що традиційно виробляється з нафти, супроводжується значним споживанням викопного палива та утворенням великої кількості парникових газів. Натомість перероблений пластик виступає екологічно доцільнішою альтернативою, оскільки може бути повторно

розплавлений і використаний для виготовлення нових виробів. Крім того, він знаходить застосування у будівельній галузі.

3. *Верба швидкоросла (Верба прутovidна)*. Завдяки здатності швидко відновлюватися, вона виступає стійкою альтернативою традиційним породам деревини, поєднуючи легкість транспортування з високою міцністю на розтяг, що забезпечує довговічність та безпеку конструкцій. Вирощування верби на місцевому рівні додатково підвищує екологічність та сталість проєктів, зменшуючи вуглецевий слід та підтримуючи локальні ресурси і екосистеми.

4. *Солом'яні тюки*. Солом'яні тюки, завдяки своїй об'ємній та пористій структурі, можуть ефективно використовуватися як альтернативні ізоляційні матеріали за умови застосування належних методів теплоізоляції. Солома характеризується легкодоступністю, швидким відновленням та високим рівнем відновлюваності. Крім того, солома є легким і економічно вигідним матеріалом.

5. *Овеча вовна*. Овеча вовна розглядається як ефективний альтернативний ізоляційний матеріал завдяки своїй низькій теплопровідності, що дозволяє підтримувати комфортний мікроклімат у приміщеннях — прохолоду влітку та тепло взимку.

6. *Timbercrete*. Timbercrete є інноваційним будівельним матеріалом, який поєднує властивості каменю та деревини, створюючи міцні, легкі, тепло- та звукоізоляційні блоки що утворюється шляхом поєднання цементної основи з переробленими деревними відходами, зокрема тирсою. У результаті формується матеріал, який є легшим за традиційний бетон, але водночас зберігає високу міцність та довговічність [154].

Методи сталого будівництва спрямовані на зменшення утворення відходів, скорочення викидів парникових газів та створення енергоефективних будівель. Окрім зниження споживання палива та активного використання перероблених матеріалів, до найбільш поширених практик сталого будівництва належать наступні підходи [147].

1. Встановлення інтегрованих автоматизованих будівельних систем.

Інтернет речей (IoT) дедалі активніше інтегрується у сферу житлового будівництва, забезпечуючи поширення інтелектуальних термостатів, дверних дзвінків та інших пристроїв комфорту й безпеки.

2. Забезпечення альтернативною енергією. Будівельні компанії можуть співпрацювати з архітекторами та місцевими енергетичними підприємствами для забезпечення споруд альтернативними джерелами енергії. До поширених рішень належить встановлення сонячних панелей на дахах чи прибудинкових територіях, а також невеликих вітрових турбін.

3. Перехід на синтетичні покрівельні матеріали. Зелені дахи сприяють підвищенню сталості енергоспоживання будівель, забезпечуючи додаткову теплоізоляцію та захист від зовнішніх впливів. Традиційні покрівлі з асфальтовою підкладкою мають схильність до швидкого руйнування, що призводить до втрати ізоляційних властивостей, утворення протікань та проникнення вологи. У результаті зростають теплові втрати, підвищується споживання енергії та витрати на комунальні послуги.

4. Створення зелених дахів. Зелені дахи можуть стати важливою екологічною перевагою за умови співпраці будівельних компаній з архітекторами та дизайнерами у процесі їхнього створення. Використання рослинності — папоротей, квітів, чагарників та інших зелених насаджень — сприяє поглинанню вуглекислого газу та покращенню якості повітря як у самій будівлі, так і в навколишньому середовищі.

5. Встановлення сантехніки для технічної води. Системи сантехніки для технічної води допомагають зменшити втрати води. Завдяки такій сантехніці кожен потік стічних вод у будівлі, проходить обробку та повторне використання.

6. 3D-друк конструкційних компонентів. 3D-друк у будівництві пропонує екологічно орієнтовану альтернативу традиційним процесам виготовлення

компонентів, які часто супроводжуються значними втратами матеріалів та енергії. У 2018 році голландський стартап реалізував перший у світі міст, надрукований на 3D-принтері, створивши сталеві компоненти за допомогою роботизованих зварювальних маніпуляторів. Його встановлення заплановано через Амстердамський канал після завершення реконструкційних робіт. Відтоді технологія 3D-друку поступово закріплюється у будівельній галузі та має перспективи подальшого поширення [39].

7. *Експерименти з біобетоном.* Біобетон являє собою інноваційний матеріал, до складу якого, окрім традиційних компонентів, входять бактерії-бацили та лактат кальцію, що слугує для них джерелом живлення. Його ключова перевага полягає у здатності до самовідновлення тріщин: коли вода проникає в бетон, вона активує капсули з лактатом кальцію, що стимулює розмноження бактерій. У процесі живлення вони поєднують кальцій з карбонатними іонами, утворюючи вапняк, який ефективно герметизує пошкоджені ділянки [151].

Висновки до 1 розділу

1. Класичне ландшафтознавство традиційно посідає провідне місце у структурі вітчизняної географічної науки. Водночас у першій чверті XXI століття простежується тенденція до посилення його прикладного спрямування, що підтверджується зростанням кількості наукових публікацій, присвячених різним аспектам господарського використання ландшафтів та пошуку оптимальних моделей їхнього практичного застосування.

2. У сучасних вітчизняних класифікаціях ландшафтів дедалі більше уваги приділяється різним типам антропогенно трансформованих територій, серед яких особливе місце посідають дорожні та будівельні ландшафти. Вони належать до найбільш змінених людиною, оскільки характеризуються

глибоким впливом на літогенну основу, що призводить до докорінної перебудови природних структур та функцій.

3. Автором уточнена класифікація антропогенно-змінених ландшафтів через введення в неї інертних, мобільних та активних компонентів. Таке уточнення є найбільш актуальним для будівельної галузі, яка на різних етапах здійснення будівельних робіт у різний засіб використовує (трансформує, деформує, відновлює та ренатуралізує) названі ландшафтні компоненти.

4. Оцінка головних видів впливу та дотримання відповідних принципів охорони природи у будівництві повинні здійснюватися за такими складовими: зменшення споживання палива; зменшення шумового забруднення; зменшення утворення відходів; впровадження заходів боротьби з ерозією; мінімізація скидання забруднюючих речовин; прискорення термінів будівництва за рахунок впровадження новітніх технологій і матеріалів; проектування енергоефективних будівель; інвестування в екологічно безпечні матеріали та методи; впровадження модульного та збірного будівництва; впровадження оцінки життєвого циклу.

Також для екологічної сталості сучасного будівництва доцільно використовувати наступні матеріали: відновлювана деревина; перероблений пластик; верба швидкоросла (верба прутovidна); солома; овеча вовна, біобетон.

Перелічені складові мають сформувати стратегію сталого будівництва, яка включатиме:

1. Встановлення інтегрованих автоматизованих будівельних систем.
2. Забезпечення альтернативною енергією.
3. Перехід на синтетичні покрівельні матеріали.
4. Створення зелених дахів.
5. Встановлення сантехніки для технічної води.
6. 3D-друк конструкційних компонентів.
7. Застосування біобетону.

5. Враховуючи перераховані напрямки сталого будівництва, та аналітичні дослідження його впливу на ландшафти необхідно відзначити особливу роль ґрунту, одночасно як ключової субстанції ландшафту, так і найбільш вразливого компоненту при проведенні будівельних робіт. Процеси ґрунтоутворення переконливо підтверджують ідею В.І. Вернадського про виняткову роль взаємодії живої та неживої речовини у становленні біосфери. Такий підхід до розуміння функцій ґрунтів у формуванні ландшафтної оболонки був закріплений ще наприкінці ХІХ століття у відомому вислові: «ґрунти – це дзеркало ландшафту».

У ХХІ столітті український ландшафтознавець М. Д. Гродзинський, спираючись на онтологічні висновки філософів Ж. Дельоза та Ф. Гваттарі, розвинув цю концепцію, розглядаючи ризому як нейронну мережу не лише ландшафтної оболонки, а й усієї біосфери планети. Відтак, порушення педосфери з високою ймовірністю може спричинити непоправні, хоча й відстрочені у часі, наслідки для функціонування біосфери загалом.

РОЗДІЛ 2. МЕТОДОЛОГІЧНІ ПІДВАЛИНИ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ БУДІВЕЛЬНОЇ ГАЛУЗІ НА ЛАНДШАФТИ

З огляду на різноманітні впливи сучасного будівництва на природні ландшафти, висвітлені у першому розділі дисертації, варто констатувати необхідність розширення теоретичних підходів до цієї проблематики, зокрема шляхом залучення методології інших природничих наук. Така потреба зумовлена передусім невизначеністю позицій просторових наук у питаннях оцінки впливу людини та її господарської діяльності на природне середовище.

На нашу думку, неоднозначність підходів до аналізу антропогенного впливу на довкілля, яка свого часу стала підґрунтям для формування концепції сталого розвитку, пояснюється відсутністю єдиного узгодженого погляду на цю проблему. Попри багаторічні дискусії, що ведуться ще від часу перших доповідей Римського клубу, ключове питання природокористування — «Чому глобальна екологічна проблема досі не вирішена?» — залишається відкритим. Важливість дослідження основних тенденцій соціо-природної взаємодії сягає витоків у класичних працях видатного українського мислителя В.І. Вернадського, який науково обґрунтував концепцію переходу біосфери у ноосферу. Цей процес поступово реалізується в ході еволюційного розвитку виду *Homo sapiens*, що підтверджує нерозривний зв'язок між діяльністю людини та трансформацією біосфери.

На нашу думку, універсальною концепцією, яка детермінує різноманітні впливи людини на довкілля, є концепція ноосферних екосистем професора Сергія Сонька, який у головних своїх висновках наслідує теорію біосфери-ноосфери В.І.Вернадського. Важливою її рисою є залучення до обґрунтування підходів таких природничих наук як географія та екологія саме для пояснення багатосотрічної динаміки «вживлення» людської цивілізації в біосферу. Яскравим же прикладом такого «вживлення» є галузі, які докорінно

перетворюють природний ландшафт, серед який чи не найпровідне місце обіймає будівельна галузь.

2.1. Концепція ноосферних екосистем як інструмент дослідження речовинно-енергетичних відносин між природою і суспільством

Долучення автора до теоретичних витоків проблеми впливу конкретної галузі на довкілля виходить не лише з необхідності наситити зміст дисертації філософськими категоріями, чого вимагає отримання ступеню «доктор філософії». Зважаючи на те, що будівельна галузь бере безпосередню участь у створенні як урбоекосистем так і інфраекосистем, важливим є питання дослідження еволюції їх розвитку.

Проте, методологічне ускладнення застосування концепції ноосферних екосистем до предмету нашого дослідження полягає в тому, що її автор наголошує на включеності цих типів ноосферних екосистем (урбо- та інфра-) до модифікованої екологічної ніші *Homo Sapiens*, до складу якої входять і агроекосистеми. Саме тому нам було важливо зрозуміти загальну еволюцію такої ніші і встановити, на якому саме етапі будівельна галузь почала відігравати роль найбільшого «перетворювача» речовинно-енергетичних потоків біосфери [91]. Відтак, дослідження агроекосистем, які почали формувати екологічну нішу *Homo Sapiens* на початкових етапах її формування (ще в неоліті) є цілком логічним [67].

Насправді, онтологічне коріння такого впливу має потужний підмуток саме в науках про Землю, до важливої частини яких – географії – належать різноманітні варіації теорії розміщення господарства. Саме географічні аспекти впливу суспільства на природу і досліджує концепція ноосферних екосистем професора Сергія Сонька [137].

Спираючись як на класичні, так і на деякі сучасні уявлення про взаємодію природи і суспільства, окреслимо її головні риси.

Розвиток планети розглядається як похідний від енерго-інформаційних процесів Космосу. У певні геологічні періоди на Землі формується фіксована кількість речовини та енергії, що відповідає закону фізико-хімічної єдності та постійної кількості живої речовини, сформульованому В.І. Вернадським. Цей принцип відомий також як закон константності, згідно з яким обсяг живої речовини біосфери залишається незмінним у межах конкретного геологічного етапу.

Зазначене положення є кількісним наслідком закону внутрішньої динамічної рівноваги, що діє у масштабах глобальної екосистеми — біосфери, забезпечуючи її стабільність та саморегуляцію [137].

Відповідно до закону біогенної міграції атомів, жива речовина виступає енергетичним посередником між Сонцем і Землею. З огляду на це, її кількість має залишатися постійною, або ж повинні змінюватися лише її енергетичні характеристики. Оскільки закон фізико-хімічної єдності живої речовини виключає значні коливання останніх, кількісна стабільність живої речовини є неминучою.

Таким чином, закон константності живої речовини виявляється співзвучним із законом збереження структури біосфери. У подальшому, як під впливом планетарно-космічних процесів, так і завдяки діяльності популяцій живої речовини, відбувається трансформація матерії через її перерозподіл у планетарному просторі. Найінтенсивніше цей процес здійснюється людською популяцією, що визначає її провідну роль у сучасних біосферних змінах.

Відповідно до закону екологічного порядку заповнення простору всередині природної системи здійснюється через взаємодію її підсистем у спосіб, що забезпечує реалізацію гомеостатичних властивостей із мінімальними суперечностями між окремими частинами. Будь-який випадково чи штучно

внесений людиною ворожий компонент система прагне елімінувати, або ж його існування потребує додаткових енергетичних витрат.

Як наголошував видатний український мікробіолог І.І. Мечников, застосування людиною додаткових енергетичних засобів призводить до порушення дії закону екологічного порядку. Це пояснюється тим, що заповнення екологічного простору людською популяцією (у кінцевому вимірі — біосфери планети) відбувається у напрямі його структуризації, яка є несприятливою природним екосистемам [130].

Водночас зазначене не заперечує, а навпаки підтверджує просторову «вбудованість» виду *Homo sapiens* у біосферу. У термінах біоекології людська популяція повинна мати власний ареал існування / екологічну нішу, яку можна простежити як у просторі, так і в часі. Такою нішею виступає агроекосистема [85].

На певному етапі розвитку агроекосистеми зазнають інформаційного ускладнення своєї структури, що зумовлює подальше виокремлення з них урбоекосистем, таблиця 2.1. Останні характеризуються значно більш спрощеними, штучно сформованими речовинно-енерго-інформаційними зв'язками [67, 98].

Еволюційна доля людства полягає у ретрансляції речовинно-енерго-інформаційних потоків із нашої планети в Космос, освоєння якого є історично визначеним напрямом розвитку: «This grand planetary-cosmic process was developing with people participation and has the potential to extend human activity into the Universe» [133]. Формування цієї системи ретрансляції має власну історію й бере початок у той період, коли людство як біологічний вид почало активно витіснити інші види з їхніх екотопів [79].

Таблиця 2.1.

Просторово-часова еволюція агроєкосистеми, як екологічної ніші Homo Sapiens*

Суспільне буття популяції			Ступінь змінності природних ландшафтів	Глибина трансформації потоків речовини і енергії	Просторово-часова еволюція агроєкосистем	Напрямки трансформації географічного простору	Форма власності на землю та характер праці на ній	Просторовий стан генофонду культурних рослин	Гострота глобальної екологічної проблеми
Формат	Суспільні форми	Стан							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Період: обійнятий лад	Період: спільноти	Період: стан	Природний ландшафт	Потоки речовини й енергії визначаються складом і енергетичними характеристиками біоти, що розвивається в природних екосистемах.	Природні екосистеми мають значну здатність до саморегуляції.	Просторові кордони природних ландшафтів збігаються, або майже збігаються з кордонами природних екосистем.	Власність на землю та суспільна диференціація територій не мають чітких форм. Суспільні відносини розвиваються на основі обміну між окремими племенами.	Генофонд культурних рослин сконцентрований у місцях їхнього походження (за М.І.Вавиновим).	Екологічні проблеми мають вузько локальний характер і виявляються переважно в районах розвитку пасовищного скотарства.
О с ь о в н и й ч а с									
Робочий лад: лад феодальний.	Суспільні типи господарства	Цивілізація ↓	Природні ландшафти частково видозмінені	Потоки речовини й енергії в природних екосистемах не потерпають значних змін. Їхня інтенсивність і напрямки крім загальних законів розвитку матерії визначається також і територіальним поширенням підсично-вогневої системи землеробства.	Починає розвиватися зрошення. Відбувається поділ природних угідь на культурні і кормові угіддя. Починається створення напівприродних екосистем.	«Дозрівання» суспільних передумов для антропогенної організації території. Просторові кордони природних ландшафтів в основному збігаються з кордонами природних екосистем.	Земля починає набувати форми власності. З появою надлишків сільськогосподарської продукції загострюються суспільні відносини. Загартинські робочі ладні війни за право володіння землею як природним ресурсом породжують підсично-вогневу форму праці - працю раба.	Генофонд культурних рослин втрачає риси первинної локалізації.	Загартинські цивілізації через виснаження зрошувальних систем і перевисна пасовищ доповнюється також їхнім знищенням у результаті загартинських війн, що виявляється опосередкованою формою загостреної екологічної ситуації.
Феодалізм: ранні стадії капіталізму	Відновлювальний тип господарства (землеробство, тваринництво, ремесло).		Природні ландшафти потерпають більш глибоких змін. Починається формування антропогенного сільськогосподарського ландшафту. Закладаються основи для створення антропогенних екологічних комплексів	Потоки речовини й енергії в природних екосистемах у цілому зберігають риси первозданності. У напівприродних екосистемах за допомогою антропогенної організації сільськогосподарської території вони стають більш прив'язаними до певних форм рельєфу.	Поряд з підсично-вогневою системою землеробства в глибоких зонах і зрошенням в аричних одержує розвиток тріпільна система землеробства. Напівприродні екосистеми проходять стадію становлення. Природні угіддя розділені на рілля і кормові угіддя. Розвиток агроєкосистем знаходиться на початковій стадії. Природні кордони агроєкосистем в основному сформовані. Починається формування їхніх економічних кордонів.	Починається процес «розповзання» кордонів ландшафтів і природних екосистем, обумовлений антропогенною зміною видового і кількісного складу біоценозів.	Власність на землю отримала цілком наочні законодавчо закріплені форми. Кордони між землеробськими територіями більше бар'єрні, ніж контактні. Поступово зникається цінність землі як природного ресурсу. Загартинські війни ведуться не стільки за землею, скільки за «набудовою» - засоби виробництва, предмети споживання, скарби. Кабальний характер праці на землі, породжений феодальною системою і бар'єрні кордони створюють передумови для розвитку натурального господарства і законодавчого оформлення адміністративних кордонів.	Первинно локалізований генофонд культурних рослин за активної участі людини завойовує більш великі простори.	«Поліпшення» культури землеробства і поширення залізного плуга послужили поштовхом до загострення екологічних проблем. Не порушений дотепер ґрунтовий покрив з багатовіковими запасами гумусу піддається цілеспрямованому руйнуванню з метою одержання максимальних врожаїв. Поширення парової системи землеробства збільшує загальний процес шкідливого антропогенного впливу на ґрунти.
Розвинуті капіталізм, зародження соціалізму	Індустріальний тип господарства/ Перехід до постіндустріального суспільства		Природні ландшафти цілком видозмінені, довершене формування антропогенного сільськогосподарського ландшафту.	Потоки речовини й енергії в природних екосистемах потерпають корінних змін внаслідок значного збільшення ролі антропогенного фактора в багаторічних періодичних сукцесіях. У сільськогосподарській організації території відбуваються глибокі корінні зміни. Поряд з більш чіткою диференціацією сільськогосподарських угідь на рілля і природні кормові угіддя, у структурі рілля виділяється фуражна рілля, призначена для виробництва кормових культур. Людина з її потребами прокладає нові шляхи переміщення речовини й енергії, створюючи на місці природних і напівприродних екосистем антропогенні екологічні комплекси.	Просторові кордони агроєкосистем цілком сформовані. Конфігурація їхніх природних кордонів, що збігаються з типами організації території, визначається антропоцентричним характером взаємодії природи і суспільства. Виділення частини рілля для виробництва фуражних культур стає нагальною необхідністю, спрямованою на збільшення виробництва тваринницької продукції. Економічні кордони агроєкосистем, що збігаються з кордонами сільськогосподарських районів, висловлюють міру неадекватності прозовольних потреб суспільства з потенційними можливостями природного середовища. У надрах системи суспільно-економічних відносин з'являється геологічна сила людства (В.І.Вєрнадський). З'являються нові форми предметного перетворення природи - біологічні чи адаптивні системи землеробства. Підсично-вогнева суспільний акцент на ергономічну функцію ландшафту. Економічні кордони агроєкосистем прагнуть «повернутися» до їхніх природних кордонів.	Процес нормування кордонів господарсько-територіальних систем здобуває більш динамічний характер. Конфігурація адміністративних кордонів «відстає» у часі від кордонів господарсько-територіальних систем, що об'єктивно складаються, обумовлюючи зниження бар'єрності і збільшення контактності адміністративних кордонів. Географічний простір крім матеріально-речовинного наповнення уніфікований інформаційно. Таке уніфікування і наявність єдиного планетарного інформаційного простору не більше сприяють контактності адміністративних і навіть державних кордонів. Кордони між країнами поступово нівелюються.	Чітко визначена власність на землю, як предмет купівлі-продажу. З впливом розвитку «технологізації» суспільного виробництва підходи до ціннісних характеристик землі здобувають яскраво виражений «індустріальний» характер. Об'єктом загартинських воєн стає територія як така, що несе в собі якості життєво важливого простору. Капіталістичні виробничі відносини врівноважують форму власності на землю і на землю. Як те, так і інше стає предметом купівлі-продажу. Представники політичної економії (Д.Рікардо, К.Маркс, Л.Вальрас) випирають у підходах до оцінки людської праці у представників фізичної економії (У.С.Джексон, С.А.Позолонський, Р.Клаузіус), складаючи тим самим теоретичні підвалини для цілеспрямованого загартинського глобальної екологічної проблеми, а також продовження загартинських війн.	Генофонд культурних рослин цілком утратив первісні риси у своїй локалізації, пройшовши попередню селекцію. Найяскравішою рисою систем землеробства стає прагнення до монокультури.	Екологічні проблеми найбільш загострені і здобувають глобальний характер. Починають проявлятися руйнівні наслідки неправильної експлуатації природних ресурсів. Адаптивні властивості природних екосистем зводяться до мінімуму і поступово зникають. Швидкість деградації природних екосистем постійно зростає, деградація природних екосистем носить форму ланцюгової реакції. Величезні матеріальні витрати, що спрямовуються у виробництво, не дають очікуваної віддачі. З'являються великі ділянки зруйнованих, непридатних для використання земель. Водночас зростає розуміння того, що лише агроєкосистеми, як найбільш наближені до біосферних механізмів здатні «повернути» людство назад у природу.

* Розроблено автором на основі «Сонько С.П. Просторовий розвиток соціо-природних систем: шлях до нової парадигми. Наукове видання. Київ: Ніка Центр, 2003. -287 с.».

«Перепланування» земної поверхні видом *Homo sapiens* поступово зумовило її структуризацію, що проявляється у трьох основних формах територіальної організації — ареальних, осередкових та комунікативних. Сучасне розуміння цих початкових форм територіальної структури пов'язується з функціонуванням окремих галузей виробництва. Зокрема, головний об'єкт нашого дослідження — будівельна галузь — відіграє активну роль у формуванні урбоекосистем та інфраекосистем.

Еволюція агроекосистем у географічному просторі бере початок від глобального «розтікання» генофонду культурних рослин по всій поверхні планети, що структуровано в таблиці 2.1. Пам'ять живих систем виконує функцію кібернетичного регулятора, тобто виступає головним структурним блоком саморегульованих систем. Вона, поряд з еталонною системою та каналами прямого і зворотного зв'язку між регулятором і керованою системою, забезпечує ефект їхнього саморегулювання [18]. Таким чином, в агроекосистемах закладена своєрідна «пам'ять» колишньої структурно та інформаційно стабільної біосфери. Згідно із сучасними уявленнями про ризому [117], носієм цієї пам'яті виступають ґрунти, які зберігають інформаційно-структурну спадковість біосферних процесів.

На відміну від традиційних уявлень про роль ґрунту, як регулятора агроекосистеми [106] Сергій Сонько з посиланням на Дельоза та Гваттарі пропонує розглядати ґрунт як «пам'ять», яка на рівні агроекосистем забезпечує саморегуляцію «екосистеми людини» завдяки як прямій регуляції чисельності людської популяції (хвороби, війни), так й опосередкованого впливу на планетарні просторові структури (регуляція первинного співвідношення між площею з селбищними територіями і сільськогосподарськими угіддями). Зокрема, завдяки збереженню певних пропорцій між територіями з «натуралізованим» і «товарним» господарством.

Для нашого дослідження уявлення про ноосферну роль агроєкосистем, зокрема процесу ґрунтоутворення, має значення передусім з тієї точки зору, що усі будівельні об'єкти, проаналізовані нами, побудовані на території сільськогосподарського використання, з докорінною трансформацією такого інертного компоненту ландшафту, як ґрунти [139].

Автор концепції ноосферних екосистем у своїх припущеннях щодо регулятивної ролі ґрунтів у процесах біосферної самоорганізації спирається на результати дискусій видатних біологів про екологічну ємність біосфери. Згідно з цими висновками, біосфера «розрахована» на підтримання популяції *Homo sapiens* чисельністю не більше ніж 1 млрд осіб [137].

З огляду на те, що сучасна чисельність людства вже перевищила 8 млрд осіб, Сергій Сонько небезпідставно вважає, що біосфера, відповідно до концепції «Живої планети» Дж. Лавлока та Л. Маргуліс [15], а також концепції біотичної регуляції [122], активувала механізми саморегуляції. Прямим наслідком цього є глобальні події, спрямовані на зменшення чисельності людської популяції — епідемії, війни, терористичні прояви.

Початок докорінної структуризації географічного простору історично збігається з періодом «осьового часу» [98] та табл. 2.1. Саме тоді урбоєкосистеми почали виконувати сучасні функції — виступати генераторами, накопичувачами, трансформаторами та ретрансляторами різноманітної й багатовекторної інформації.

Сучасне «інформаційне навантаження» урбоєкосистем полягає у зосередженні та концентрації інформаційних потоків у певних точках-полюсах земної поверхні (за В. Кристаллером, Ф. Перру), тобто у «світових містах», що формують суцільне глобальне інформаційне поле.

У процесі ноосферогенезу саме кісна (нежива) речовина (за В.І. Вернадським) стає головним акумулятором та передавальною ланкою між природними й напівприродними екосистемами, зокрема агроєкосистемами. У

ній — у знаряддях праці, спорудах, механізмах, комп'ютерах — накопичується інформація про попередні якісні стани людської популяції [137]. *Отже, будівельна галузь, як «творець» перерахованих витворів людської діяльності має непересічне значення для усвідомлення ноосферного буття людства.*

Таким чином, процес «антропогенізації» планети насамперед пов'язаний зі зміною провідних носіїв інформації. Якщо у живій природі такими носіями виступає переважно жива речовина, а акумуляторами — напівжива субстанція (грунти), то в антропосфері цю функцію перебирають на себе кісні техносферні елементи та їхні комбінації, які виконують роль акумуляторів. Водночас транспортні та комунікаційні канали (інфраекосистеми) стають основними носіями інформації, забезпечуючи її циркуляцію та поширення у просторі.

Важливо наголосити, що інфраекосистеми розглядаються як ключова складова екологічної ніші *Homo sapiens* та водночас як носії системотворної інформації. Їхня роль була досліджена у межах викладеної концепції із залученням новітніх наукових даних [128].

Важливий висновок з викладеного, (стосовно предмету нашого дисертаційного дослідження) повинен торкатись припущення про поступову трансформацію статусу урбоекосистем, констатованого у концепції ноосферних екосистем. Сучасні тенденції розвитку будівельної галузі України свідчать про поступове «дрейфування» частини виробництв та інфраструктурних об'єктів у приміські зони. Йдеться, зокрема, про підприємства з виготовлення тари, виробництва меблів, віконних і дверних конструкцій, фасування сипучих будівельних сумішей, а також про торговельні центри, складські комплекси, станції технічного обслуговування тощо.

Такі об'єкти дедалі частіше розміщуються в межах індустріальних парків та виробничо-логістичних комплексів Київської, Львівської, Черкаської, Тернопільської, Житомирської та інших областей [90, 140, 143]. Подекуди спостерігається їхнє переміщення навіть у сільську місцевість, зокрема в межах

агропромислових кластерів Полтавщини, Тернопільщини, Вінниччини та Волині, де поєднуються переробні цехи, логістичні склади, підприємства біоенергетики та об'єкти технічного обслуговування сільськогосподарської техніки.

Цікаво відзначити, що подібні тенденції були характерні для американських мегаполісів ще наприкінці 1950-х років, про що писав Волтер Айзард у своїй монографії [12]. Саме тоді з'явився термін «дезурбанізація», який нині має прояв у розвинутих країнах Європи [36].

Водночас зазначена тенденція «перерозподілу», але вже із протилежним знаком, проявляється у перенесенні трудомістких, а нині й наукомістких виробництв у країни з потужними людськими ресурсами [138]. Так, текстильна промисловість переміщується до Пакистану, Бангладеш та В'єтнаму; автобудування — до Китаю, Мексики та Філіппін; а сфера ІТ-технологій — до Індії та Тайваню.

Напевне, ті 85 років, що минули з виходу у світ монографії Волтера Айзарда, є тим часовим відтинком, який пройшла Україна від «радянськості» до постіндустріалізму. Насправді, саме зараз у просторовій організації суспільства відбуваються кардинальні зміни, пов'язані з ротацією таких елементів територіальної структури, як осередкові, ареальні та лінійні, на чому наголошує концепція Сергія Сонька, і що буде розглянуто у наступному параграфі.

2.2. Урбанізація та урбоекосистеми

Нинішня «глобалізація» виробництва та суспільного життя здійснюється під гаслами цивілізаційного поступу, який начебто здатен забезпечити вихід відсталих країн на вищий рівень розвитку. Водночас за допомогою системи ретрансляторів [138] відбувається просторовий перерозподіл ресурсів в інтересах розвинутих країн шляхом опосередкованого впливу на ресурсний

потенціал планети. Це реалізується, зокрема, через механізми Кіотського протоколу, а також через встановлення квот, обмежень, ембарго та інших регулятивних інструментів міжнародних організацій, зокрема ВТО.

У сучасних наукових дослідженнях концепція просторового перерозподілу отримала подальший розвиток у вигляді аналізу «екологічного сліду людства» [146], що дозволяє оцінювати масштаби антропогенного впливу на біосферу. Істинна природа процесу, до 2025 року прихованого за фасадом ліберальної економічної моделі, була продемонстрована у висловлюваннях та діях сучасного президента США. На відміну від попередньої демократичної адміністрації, він відкрито заявив про територіальні та ресурсні претензії до низки країн, які, на його думку, є менш розвинутими. Серед них називаються Канада, Данія, Мексика, Венесуела та Україна.

Теорія біосфери-ноосфери В.І. Вернадського, як спроба визначити місце Людини у процесі глобального інформаційного ускладнення, має як своїх попередників, так і продовжувачів. За своєю суттю вона належить до категорії так званих граничних ідеальних моделей, що окреслюють орієнтири розвитку будь-яких процесів і явищ.

У буквальному значенні теорія біосфери-ноосфери В.І. Вернадського є граничною ідеальною моделлю розвитку біосфери для випадку, коли людство досягне рівня «порозумнішання» та усвідомленого співіснування з природою.

Розробка подібних моделей споріднює ці дослідження з пошуком світових констант (таких як абсолютний нуль, прискорення вільного падіння, швидкість світла, випромінювання абсолютно чорного тіла тощо). Проте у даному випадку йдеться про просторові константи, що визначають закономірності організації географічного простору.

Серед послідовників В.І. Вернадського у галузі географії варто відзначити:

- В. Кристалера — автора теорії центральних місць;

- О. Топчієва — розробника теоретичної моделі раціональної територіальної організації природи, населення і господарства;

- С. Сонька — автора ідеальної ротаційної моделі просторової організації ноосфери.

Зростання рівня інформатизованості неминує на певному етапі спричинить перенасичення географічного простору різноманітними комбінаціями ноосферних екосистем, що стане передумовою якісно нових трансформацій у просторовому бутті людства. Найімовірніше, ці трансформації реалізуються у двох ключових напрямках, спрямованих на зменшення рівня просторового утискання:

- Перший напрям – екстенсивний – штучне відтягування у часі критичної межі утискання завдяки розробці оптимізаційних моделей географічного простору.

- Другий напрям – інтенсивний – поступове формування штучних екосистем в позаземному просторі.

Таким чином, майбутній розвиток технологій окреслюється двома провідними напрямками. Перший пов'язаний із продовженням сировинної експансії розвинутих країн щодо менш розвинених держав, що проявляється у зростаючому контролі над їхніми природними ресурсами. Другий напрям характеризується динамічним поступом космічно орієнтованих технологій, про що свідчать сучасні науково-технічні напрацювання, які виходять далеко за межі діяльності лише окремих підприємців, зокрема Ілона Маска [49].

Зважаючи на те, що будівельна галузь асоціюється в більшості учених саме з містами, розглянемо онтологічну сутність урбанізації та урбоекосистеми (як категорії ноосферних екосистем Сергія Сонька).

Урбанізація у широкому розумінні пов'язана з розширенням міст, зростанням чисельності міського населення та поширенням міського способу життя. Протягом лише двох століть — від 1800 року до початку XXI ст. —

частка міського населення зростає з 3% до 50%, що у кількісному вимірі становить відповідно 27 млн осіб у 1800 р. та 2966 млн осіб у 2000 р.

Попри суперечливість термінології та різні інтерпретації, у більшості джерел початок процесу урбанізації незмінно пов'язується саме з ростом міст.

Поняття міста у науковій літературі вирізняється значною різноманітністю та суперечливістю [83]. Серед поширених визначень можна виділити такі:

- «сукупність мешканців, інкорпорованих (zareєстрованих як облікова одиниця) і тих, що управляються мером або ольдерменом» [33];
- «грандіозне за тривалістю існування чи займаною площею об'єднання людей і будівель, що вирізняється специфічними видами діяльності» [114];
- «спільнота людей, яка веде особливий спосіб життя, або частина земної поверхні, що відрізняється від навколишньої сільської місцевості певним типом антропогенного перетворення у вигляді забудови великими спорудами та іншими характерними будівлями» [14];
- «центроване поселення, більшість працюючого населення якого зайнята несільськогосподарською діяльністю; для відмежування міського населення від сільського застосовується умовний поріг чисельності. *Водночас визначення міського населення є насамперед питанням функції, а не розміру поселення*» [49].

Останнє з наведених визначень видається найбільш прийнятним не лише з огляду на завдання нашого дослідження, а й з онтологічної точки зору. Воно акцентує увагу не тільки на виокремленні у просторі дискретного суб'єкта — міста, але й на причині такого виокремлення, тобто на специфічних функціях, що відрізняють його від інших типів поселень, зокрема сільських.

Найважливішим є те, що з певного моменту урбанізація переходить від динамічно-дискретної форми до динамічно-континуальної, тобто набуває площинного характеру. Природа цього явища вже достатньо досліджена:

концентрація різноманітних видів діяльності досягає такого рівня, що межі окремого автономного міста стають для неї надто вузькими. У результаті виникають складні системи взаємопов'язаних поселень, які поступово зростаються між собою та формують просторові утворення, де проживають мільйони й десятки мільйонів людей.

Згідно з прогнозами, у перспективі поверхня Землі може бути охоплена територією «суцільного міста» [116], що означатиме якісно новий етап у розвитку урбанізованого простору.

Безперечно, подальше поглиблення процесів урбанізації супроводжується виникненням низки специфічних міських проблем. У науковій літературі найчастіше виокремлюють п'ять ключових напрямів, що мають визначальний характер:

1. Надзвичайне ускладнення транспортних проблем;
2. Здороження інженерного устаткування;
3. Забруднення повітряного басейну;
4. Віддалення населення великих міст від природи;
5. Великі міста «відсмоктують» продуктивні сили від малих і середніх міст [32].

Попри наявні недоліки та проблеми, міста володіють низкою суттєвих переваг, що впливають із об'єктивних закономірностей їхнього розвитку. Саме ці переваги активно використовуються людиною для подальшого, більш глибокого й структурованого освоєння географічного простору. Передусім варто відзначити такі аспекти:

- концентраційний ефект, що виникає завдяки зосередженню у межах одного простору значної кількості людей. Їхня взаємодія формує потужний економічний, науковий та інтелектуальний потенціал, який стає рушійною силою подальшого розвитку й зростання міста;

- великі міста володіють широкими можливостями для залучення та освоєння нових ресурсів, що забезпечують подальший ріст продуктивних сил і стимулюють економічний та соціальний розвиток;

- великі міста створюють найбільш сприятливі умови для кооперації промислових підприємств, активного розвитку науки та системи вищої освіти, а також для ефективного виконання адміністративних, організаційних та розподільчих функцій, що забезпечує їхню провідну роль у структурному освоєнні простору;

- великі міста вирізняються здатністю приваблювати населення завдяки надзвичайно широкому спектру послуг та високому рівню культурного життя, що забезпечує їхню роль як центрів соціальної, економічної та духовної активності.

Повертаючись до основного змісту дослідження, варто наголосити, що перелічені переваги міст традиційно розглядаються з антропоцентричних позицій. Спроби сучасних урбаністів [141] обґрунтувати правомірність існування великих міст шляхом посилення на їхні «екологічні» заходи не видаються переконливими. Навпаки, провідні науковці-урбаністи наголошують на незворотному негативному впливі великих міських агломерацій на біосферу планети.

Характерною є позиція одного з найвідоміших американських архітекторів-дезурбаністів В. Л. Райта, який зазначав: «Подібно до того, як пухлина стає злоякісною, місто, як смертоносне утворення, перетворилося на загрозу для майбутнього людства. Наші великі міста, ці вампіри, повинні зникнути» [119].

Антропоцентричний підхід у вирішенні проблем урбанізації не лише зберіг своє значення, а й набув ще більшої інтенсивності. Як справедливо зазначає Сергій Сонько, зростання мегалополісів є неминучим, адже воно відповідає потребам людства. Водночас вони будуть охоплювати дедалі більші

території, проте принципового значення набуває питання обмеження їхніх антиекологічних властивостей. Йдеться про необхідність чіткого визначення тих рис і меж, які не можна переступати, аби уникнути руйнівного впливу на біосферу та забезпечити збалансований розвиток урбанізованого простору.

Надзвичайно руйнівний характер урбанізації наочно підтвердила сучасна воєнна агресія проти України. Концентрація у великих містах — таких як Київ, Харків, Одеса, Дніпро, Запоріжжя та Львів — значної кількості населення, інфраструктури та енергетичних систем призводить до того, що наслідки їхнього ураження стають незмірно масштабнішими [94]. Отже, вирішення проблем сучасної урбанізації можливе лише за умови максимального врахування екологічних властивостей міст, що має стати ключовим орієнтиром у плануванні їхнього розвитку та функціонування.

У наукових дослідженнях, присвячених оцінці сутності урбанізації, аналізу структурно-функціональної організації міських систем та особливостей їхньої взаємодії з природними екосистемами, переважають два основні підходи — біологізаторський та соціологізаторський. У екологічній літературі міста розглядаються поряд із наземними, водними, лісовими та аграрними екосистемами як самостійні екологічні системи.

Юджин Одум (1986) трактує місто як неповноцінну екосистему, оскільки воно позбавлене розвиненого автотрофного блоку. Учений порівнює місто з устричною банкою — скупченням устриць, двостулкових молюсків, крабів та інших видів, яке повністю залежить від надходження енергії та поживи з навколишнього середовища. Він навіть називає таку банку природним «містом».

Проте, без постійного та потужного надходження поживних ресурсів, пального, електроенергії та води міські механізми — транспорт, промислові підприємства та інші системи — неминуче припинили б своє функціонування. У такій ситуації мешканці міст швидко опинилися б перед загрозою голоду та

занепаду життєзабезпечення, що призвело б або до їхньої масової загибелі, або до вимушеного відтоку населення з урбанізованих територій [18].

Таким чином, здійснюється спроба ототожнення біотичного метаболізму природних харчових ланцюгів із промисловими процесами переробки сировини, а також енергетичного режиму природних екосистем — з системами енергетичного забезпечення технологічних процесів, транспорту, освітлення та інших міських функцій. В цьому порівнянні, як вважає Сергій Сонько, є одне слабе місце – формування екотопу. Так, якщо в устричній банці він є природно існуючою частиною дна світового океану, то в місті – створений штучно на зручній щодо географічного положення території.

Але таке, досить логічне, порівняння «міської екосистеми» з природними на підставі однакових механізмів речовинно-енергетичного обміну викликає від екологів і соціологів численні закиди щодо методологічної помилковості.

Насправді єдиним критерієм, що дозволяє відстежити екосистему людини в межах біосфери, виступають її речовинно-енергетичні відносини. Вони ніби «розчиняються» у географічному просторі через надзвичайну складність та багаторівневу структурованість.

З огляду на просторове охоплення цілком логічним видається виокремлення урбоєкосистеми як своєрідного продовження агроєкосистем, проте з принципово зміненими механізмами речовинно-енергетичного обміну. Ці зміни насамперед стосуються просторової прив'язки потоків речовини та енергії, що визначає специфіку функціонування міських систем у біосфері.

Невизначеність просторових меж екосистеми Людини, яку інколи трактують як різновид міста-екосистеми, породжує сумніви щодо її існування навіть серед авторитетних екологів. Зокрема, термін «екосистема» чи «соціоекосистема» не може бути коректно застосований для означення міста. Екосистема — це жива біотична одиниця, у якій реалізується функціональна єдність рослин, тварин і мікроорганізмів із середовищем їхнього існування, де

постійно відбувається речовинно-енергетичний обмін між живими компонентами та природним середовищем (грунтом, атмосферою, водою у випадку водних екосистем).

Людину як індивіда, члена суспільства чи навіть людство загалом немає підстав вважати структурним блоком екосистеми. Протягом тисячоліть діяльність людей була спрямована на вихід за межі цього природного кругообігу. У значній мірі це вдалося: людство навчилося виробляти таку кількість синтетичних матеріалів, невластивих природі, що їхній розклад (мінералізацію) редуценти біосфери забезпечити неспроможні. У результаті планета зазнає катастрофічного забруднення, а її поверхня дедалі більше вкривається численними «некротичними плямами» [17].

Насправді, вважає Сергій Сонько, з цього кругообігу людина нікуди не поділась. Просто *вона розширила межі своєї екологічної ніші за рахунок випередження в часі природних процесів (пастки для часу) і просторової трансформації свого екотону (пастки для простору). Крім того, просторово-часова трансформація значним чином підвищила ступінь планетарної ентропії, чим пояснюється сучасний інформаційний бум (пастки для інформації)* [137].

Цікаво, що сам М. А. Голубець визнає біологічну природу території міст. Він наголошує, що місто займає певний простір у межах біогеоценотичної оболонки біосфери та перебуває у постійному природному й штучному обміні матеріально-енергетичними ресурсами з навколишніми екосистемами. Йдеться про органічні й мінеральні речовини, воду, повітря, промислові відходи, пил, гази та інші компоненти.

Досліджуючи рівні організації живих систем, механізми їхньої саморегуляції, а також взаємодію між біотичною та соціальною формами організації, М. А. Голубець аналізує стан і антропогенно зумовлену динаміку біогеоценотичного покриву Землі. На основі цих студій він доходить висновку, що процес урбанізації, зростання ролі міст у економічному та культурному

розвитку суспільства, а також їхній вплив на структурно-функціональну перебудову біосфери, може бути адекватно осмислений лише через історичні та системно-структурні дослідження.

Такі дослідження повинні охоплювати не лише самі міста, а й їхні речовинно-енергетичні взаємозв'язки з природними екосистемами, а також ширший контекст співвідношення між соціальною та біотичною формами організації. У цьому підході Голубець розглядає місто як багатовимірну соціальну систему, що складається з взаємопов'язаних блоків — соціального, економічного, демографічного, технічного, політичного, природного та інших, які разом формують його складну внутрішню структуру.

На думку М. А. Голубця, такі системи потребують адекватного термінологічного означення, яке б відображало їхню структурну та функціональну специфіку. Для цього він пропонує поняття «геосоціосистема», а місто відповідно визначає як «*міську геосоціосистему*» [17].

Подальший аналіз, як і в працях інших дослідників, супроводжується певними сумнівами, що зумовлені очевидною екологічною природою міського середовища та його сучасним «наповненням». Адже міста функціонують у межах біосфери, займають визначений екологічний простір і включають у свою структуру незамінну природну компоненту.

Вони виникли на місці колишніх лісових, лучних чи степових екосистем, які, будучи редукованими або антропогенно трансформованими, стали частиною міських геосоціосистем. Між містами та навколишніми природними екосистемами постійно здійснюється інтенсивна міграція речовинно-енергетичних ресурсів — як природна, так і штучно зумовлена. Це охоплює рух тварин і мікроорганізмів, органічних і мінеральних речовин, води, повітря, а також промислових відходів, пилу, газів та інших продуктів діяльності [17].

Виходячи з цього, М. А. Голубець пропонує розглядати міську територію (тобто міський сегмент біосфери) як екологічний блок, або ж екологічну підсистему міської геосоціосистеми. Для її позначення він вводить термін «урбоекосистема» (міська екосистема), підкреслюючи, що вона ніколи не існує автономно, а завжди виступає структурним елементом, підпорядкованим міській геосоціосистемі. *«Урбоекосистема, таким чином, являє собою сукупність живих (крім людини) компонентів міста (рослинних, тваринних, мікробних), середовища їх існування та процесів, що відбуваються внаслідок їх взаємодії та взаємодії з іншими компонентами міської геосоціосистеми»* [17].

На думку Сергія Сонька, штучне відокремлення урбоекосистеми від природних екосистем є методологічно помилковим і пояснюється саме розведеністю в часі стану початку формування урбоекосистем і сучасного їхнього стану. Подібна інтерпретація демонструє риси антропоцентризму та редукціонізму, оскільки зводить складність міського організму до набору механістично окреслених «блоків» і «підсистем» та передбачає проведення жорстких меж між ними. Як підкреслює М. А. Голубець, функціональні та просторові межі між соціогенним і природним блоками геосоціосистеми (урбоекосистемою) доцільно визначати у тих точках, де речовинно-енергетичні потоки вилучаються з природного середовища та переходять у сферу соціального обміну — виробничої переробки чи споживання. Прикладом є момент, коли камінь, глина чи пісок із кар'єру потрапляють на транспортер і стають частиною технологічного процесу.

Аналогічно, межі простежуються там, де продукти або відходи виробництва виходять із соціального обміну та повертаються у природне середовище, накопичуючись у ньому або залучаючись до біотичного кругообігу. Це може бути місце, де рідкі промислові стоки потрапляють у річку, або де пил і гази викидаються в атмосферу.

На думку Сергія Сонька, яку розділяє автор, урбаністика є передовим форпостом антропоцентризму і це твердження спростувати дуже важко навіть аргументами щодо культури, цивілізованості, науки, які розвиваються в містах. [144].

Таким чином, на протипагу редукціоністському трактуванню, концепція ноосферних екосистем визначає *урбоекосистему як природну екосистему, у якій у процесі коеволюційного розвитку природи та суспільства поступово виокремилися й посилилися функції соціального забезпечення. Йдеться про специфічну трансформацію, коли кісна речовина виводиться за межі організмового рівня Homo sapiens і набуває форми споживчих вартостей, доступних для використання всією людською популяцією*. У цьому контексті необхідною умовою виступає цілеспрямована й радикальна видозміна структури екотопу. Водночас базові екологічні функції, зокрема участь у харчових ланцюгах, зберігаються лише на організмовому рівні у формі метаболічних процесів. Проте їхнє забезпечення здійснюється не в межах окремого екотопу, а на рівні екологічної ніші, яка нині охоплює всю біосферу планети.

Сучасний етап розвитку урбоекосистем справді визначається їхньою повною залежністю від людини та тісно корелює з процесами урбанізації. Водночас у функціональній структурі міст доцільно виокремлювати ті екологічно лабільні функції, які зберегли здатність до адаптації, або ж ті, що були закладені ще на ранніх етапах їхнього формування. Саме вони можуть слугувати ключем до розуміння екологічної ролі міста в сучасній біосфері.

2.3. Урбоекосистема як важлива складова екологічної ніші людини

Ще Василь Докучаєв висунув ідею запровадження у сільськогосподарське використання земель природних пропорцій розподілу між степовими та лісовими ділянками, а також площами водойм. Для різних природних зон ці

співвідношення були науково обґрунтовані й реалізовані майже на всій території колишньої великої країни.

Сучасним продовженням цих напрацювань є прагнення узгодити межі землекористування з ізолініями рельєфу, що спрямоване на розвиток контурно-меліоративних та контурно-смугових систем землеробства [41]. У підсумку такі заходи мають на меті посилення екологічних функцій аграрного природокористування, забезпечуючи його більш гармонійний зв'язок із природними процесами. В моделі «поляризованого ландшафту» автор відводить периферійні (по відношенню до міст) ділянки такого ландшафту для виконання *екологічних функцій*.

У процесі формування екологічно толерантної моделі просторової організації суспільства Олександр Топчієв наголошує на необхідності забезпечення різноманітності у поєднанні сільських та урбанізованих територій із так званими «біосферними вікнами», що виконують важливі екологічні функції. Саме ця різноманітність просторових елементів робить модель більш наближеною до структурної складності біосфери, надаючи їй стійкості та екологічної збалансованості.

«Екологічність», або «соціальність» функцій людських поселень вибігає з аналізу едафічних екологічних одиниць просторової генези. Так, аналізуючи просторовий аспект формування агроєкосистеми Сергій Сонько доходить висновку, що «ареал поширення» однієї людини повинен охоплювати певну площу. Якщо ця площа з якихось причин зменшується (або в результаті народжуваності, або в результаті імміграції) відбувається формування урбоекосистеми як «регулятора» співвідношення «площа ареалу – кількість особин». Сучасний «хінтерланд» або зона впливу (регулювання) може розповсюджуватись на значно більші відстані за рахунок виконання функцій світових міст, які в підсумку також зводяться до регулювання площинних співвідношень [55].

Землеробські громади закономірно прийшли до ідеї міста як постійного укриття, адже хлібороби були тісно пов'язані з оброблюваною землею і змушені захищати її так само, як власне життя. Археологічні дані свідчать, що найдавніші міста виникли близько 12 тис. років до н. е.. Перші землеробські поселення датуються приблизно 9500 р. до н. е. (Курдистан, Ірак), їхня чисельність становила до 150 осіб.

Близько 9000 р. до н. е. у Туреччині з'явилося перше промислове поселення гончарів, яке займало площу близько 12,8 га. У період між 9500–8500 рр. до н. е. паралельно існували землеробські та мисливські поселення, а з 7500 р. до н. е. фіксуються перші тваринницькі громади. Приблизно з 12 тис. р. до н. е. відомі й укріплені торговельно-адміністративні центри, серед яких — Урук у Месопотамії та Єрихон неподалік Єрусалима.

Подальше зростання кількості міст було зумовлене розвитком іригаційних систем приблизно 7000 років тому [67]. Отже, історично в поняття «місто» вкладалися:

а) відносно чітке окреслення території міста, що здійснювалося за допомогою різних типів огорож, стін або інших форм межування землекористування;

б) виконання комплексу функцій, пов'язаних із обороною та управлінням — як світським, так і церковним, а також із розвитком торгівлі, ремесел та освіти;

в) наявність визначеного набору цивільних прав мешканців і форм самоврядування, закріплених традиціями чи законодавчими нормами (наприклад, Магдебурзьке право, Новгородська республіка тощо).

Виконання різноманітних адміністративних функцій формувало статус міста як у історичній ретроспективі, так і в сучасних умовах, визначаючи його привабливість для населення та здатність інтегруватися в ширші соціально-економічні процеси.

Відтак, *«міська територія - це ділянка суходолу, зайнята містом і зв'язаними з ним інженерними і транспортними спорудами, чи ділянка яку люди свідомо обрали для свого життя - це їхнє місцеперебування, чи «екологічна ніша»*. Таким чином, основні відмінності між міськими та сільськими поселеннями зумовлені насамперед вимогами до території, обраної для їхнього розташування. Для сільських поселень ключовим чинником виступають земельні ресурси, які визначають характер і напрямок сільськогосподарської діяльності. Сюди належать такі параметри, як родючість ґрунтів, наявність кормових угідь та інші природні умови, що забезпечують життєздатність аграрного виробництва. На відміну від поширеної думки в середовищі учених-урбаністів, Сергій Сонько *вважає місто природною екологічною нішею, а не штучною* [137].

Еволюція формування «екологічної ніші» має давнє історичне підґрунтя й простежується як якісна трансформація територіально-поселенської структури у процесі переходу від первісного стану до цивілізаційного розвитку. Ключовим етапом цього процесу стало виникнення міських центрів ранньодержавних утворень, які перетворилися на осередки всього нового, що народжувалося на переломному рубежі історії людства. Саме вони концентрували у собі контрасти та суперечності нової доби, відображаючи складність і багатовимірність цивілізаційних змін.

У регіонах із обмеженими харчовими ресурсами водойм, за умов зростання демографічного тиску та виснаження довкілля, людські спільноти за сприятливих обставин відносно швидко переходили від рибальсько-мисливсько-збиральницької діяльності до ранньоземлеробсько-тваринницької системи господарювання. Натомість у районах, багатих на такі ресурси, економіка тривалий час могла розвиватися на основі спеціалізованого рибальства та морського промислу, зберігаючи традиційні форми природокористування.

Упродовж певного історичного періоду обидві лінії еволюційного розвитку забезпечували порівняно рівні умови для зростання демографічного потенціалу. Це стало можливим завдяки регулярному отриманню надлишків харчових продуктів та переходу до осілого способу життя, що сприяло формуванню ефективніших форм суспільної самоінтеграції, а також накопиченню й поширенню *обігу культурної інформації*. В обох випадках простежуються великі стаціонарні поселення, розвинуті родові відносини та культу, а також статеві-вікова стратифікація, доповнена першими елементами домінування окремих знатних родин у межах громади [67].

Таким чином, обіг культурної інформації постає як одна з ключових цілей суспільного розвитку. Саме вона (інформація) слугує передумовою виникнення великих стаціонарних поселень, що стали прообразами майбутніх «світових» міст, у яких найповніше реалізуються та розвиваються інформаційні функції.

Матеріальною основою всіх характерних інформаційних проявів ранніх цивілізацій виступав додатковий продукт, який у своїй більшості концентрувався в ранніх містах [126]. У доіндустріальних суспільствах цей надлишок, за винятком окремих випадків античних та середньовічних західних міст-держав, переважно опинявся у руках державних функціонерів, що володіли реальною владою та контролем над матеріальними й трудовими ресурсами відповідного соціального організму.

*На думку Юрія Павленка, таке раннє місто можна уявити як найпотужніший **контейнер і транслятор культурної інформації**, свого роду «текст», який кодує мовою організації матеріально-просторового середовища колективні уявлення про космічний порядок. З точки зору семантики місто — це медіатор, навіть комплекс медіаторів, місце «контакту» громади віруючих та й сакрального патрона, своєрідний центр космосу соціального організму (Павленко, 1996).*

Місто постає як центр інституціоналізованого управління суспільством, адже саме тут зосереджується правляча еліта та соціальні групи, що забезпечують її обслуговування й охорону. У міському просторі концентрується також ремісниче виробництво, здійснюються товарообмінні операції з навколишніми поселеннями та сусідами, відтак, *раннє місто — це насамперед фокусна точка, вузол усіх основних відносин і контактів, на яких і тримається відповідний ранньоцивілізаційний соціальний організм як самовпорядкована матеріально-енергетично-інформаційна систем* [67].

На думку Сергія Сонька: *«Найскоріше, це етап (епоха), на якому переважна більшість сформованих агроєкосистем «вивергла» із себе урбоекосистеми, які мали нові інформаційні якості. При цьому, механізм і логіка такого «виверження» зберігаються впродовж всіх історичних епох. Але в пізніші часи (колонізація Америки, Австралії) підставою для відособлення міст стали принесені колонізаторами з Європи просторові пропорції між територіями переважно автотрофними і гетеротрофними»*[137].

З переходом до цивілізаційного етапу розвитку та зі зростанням енергетично-інформаційної потужності людство посилює свій тиск на природне середовище. Оскільки цей вплив проявляється нерівномірно в різних соціальних осередках, відбувається циклічний перерозподіл соціальних функцій у межах екосистеми людини. Такий перерозподіл залежить від пріоритетності територій окремих міст на тому чи іншому історичному етапі, що визначає їхню роль у взаємодії суспільства з довкіллям.

Згідно Сергія Сонька, *в ідеальному випадку кінцевою метою розвитку урбоекосистем є досягнення ними функцій світових міст, здатних продукувати інформацію глобального значення.*

Процес, що розпочався понад 10 тисяч років тому, нині втілюється у виразну поляризацію світового господарства. Сучасна економічна активність концентрується в кількох десятках країн, які дослідники визначають як світовий

«центр». Водночас ключові міста — як у межах цього «центру», так і на «периферії» — набули функцій управління глобальними господарськими процесами, виступаючи вузлами координації та інтеграції світової економіки.

Проведені Сергієм Соньком дослідження еволюції типів територіальних структур, підтверджують висновок, одержаний ще Вальтером Кристалером про те, що «кристалізація» виробничої маси відбувається в будь-яких країнах, незалежно від політичної системи, відносин власності чи розміру території. Проте, існують певні закономірності суто географічного характеру, які визначають осередки виникнення міст[137].

Незалежно від причин виникнення населених пунктів, їхній подальший розвиток неминуче (у більшій чи меншій мірі) визначається дією сил, що спрямовують процес до формування системи центральних місць. Зовнішні чинники — зокрема приплив населення, зумовлений природними чи адміністративними ресурсами — мають ефективність лише протягом обмеженого часу. Зі зменшенням їхнього впливу потреби людини починають трансформувати структуру розселення, приводячи її у відповідність із тією фазою циклу, на якій перебуває система.

Пояснення подібних змін можна віднайти у закономірностях, сформульованих у класичних працях Йоганна фон Тюнена, Вальтера Кристаллера, Августа Льюша та їхніх послідовників. Саме їхні теоретичні моделі просторової організації господарства й системи розселення дають ключ до розуміння логіки трансформацій у розвитку населених пунктів та формуванні мережі центральних місць. *З цих позицій, поляризація поселень в різних осередках простору, що спостерігається в даний час, уявляється природним процесом у цивілізаційному розвитку людства* [50].

У свій час Олександр Топчієв сформулював положення про континуально-дискретну структуру географічного простору [99, 100], де континуальність означає його безперервність, а дискретність —

переривчастість. Та сама територія може сприйматися по-різному залежно від способу пересування: вона буде континуальною для пішохода, дискретною для пасажирів, мережною для автомобіліста, ізотропною для всюдихода й анізотропною для потяга.

У сучасному світі простежується боріння двох протилежних тенденцій: з одного боку — прагнення перетворити простір на мережно-вузлову систему з домінуванням потужних вузлів і магістралей, а з іншого — намагання зберегти або відновити його безперервність та рівнопроникливість. Саме ця суперечність найвиразніше відображає конфлікт між екологічними та соціальними функціями сучасних міст, які одночасно потребують інтенсивної інфраструктурної організації та гармонійної взаємодії з довкіллям.

2.4. Місце будівельної галузі в категоріальному апараті концепції ноосферних екосистем

Одним із ключових ноосферних положень екології *Homo sapiens* є усвідомлення того, що людина виступає рівноправним учасником природного речовинно-енергетичного кругообігу. Водночас цей вид розширив межі своєї екологічної ніші завдяки здатності випереджати природні процеси у часі (так звані «пастки для часу») та здійснювати просторову трансформацію власного екотопу («пастки для простору») [137].

Такі просторово-часові трансформації призвели до істотного зростання планетарної ентропії, що можна окреслити як «пастки для інформації», адже вони ускладнили баланс між природними та соціальними системами. У процесі своєї життєдіяльності в біосфері Землі *Homo sapiens* формує едафічні (просторові) утворення, ідентичні за екологічними ознаками іншим видам, та бере участь у харчових ланцюгах, займаючи власний трофічний рівень у докорінно перебудованих, але все ж природних екосистемах. При цьому екотоп

людини виходить за межі організменного рівня організації виду й охоплює популяційний та навіть екосистемний рівень, що підкреслює її унікальну роль у біосфері. Тому більш коректно розглядати агроекосистему як екологічну нішу *Homo sapiens* із нечітко окресленими, рухомими просторовими межами. Відтак немає підстав вважати її неприродною чи визначати як «напівприродну», «комбіновану», «штучну», «антропогенну» чи «техногенну», виходячи з концепції «другої природи» людини. Усі екосистеми, включно з антропоекосистемами (або ноосферними), слід трактувати як «першоприродні», адже вони є невід'ємною частиною загального природного кругообігу.

Можливим шляхом гармонізації розвитку природи й суспільства може стати просторова ротація функцій агро- та урбоекосистем із одночасним збереженням зв'язкових функцій інфраекосистем та орієнтацією на контактний тип розмежувань. Важливу роль у цьому процесі можуть відігравати ділянки «малозміненої» природи, які, за концепцією Константіна Доксіадіса, здатні поєднувати рекреаційні та аграрні функції (рис. 2.1.), виступаючи осередками «відтягування» частини міського населення.

На периферії впливу урбоекосистем поступово формується більш складна просторова динаміка виду, що веде до виникнення нової континуально-дисперсної форми розселення. У перспективі така система може набувати структури гексагональної решітки (за моделлю Вальтера Кристаллера), яка постає як можливий кінцевий стан просторової організації.

Саме на етапі ротації у часі та просторі окремих ноосферних екосистем (рис. 2.1.) простежується винятково важлива роль будівельної галузі як чинника просторової перебудови ландшафтів. Її вплив має двоїстий характер: з одного боку, він спричиняє деструкцію природно сформованих геокомплексів, а з іншого — забезпечує формування нових морфофункціональних зв'язків, спрямованих на адаптацію ландшафтних систем до змінених техногенних умов існування.

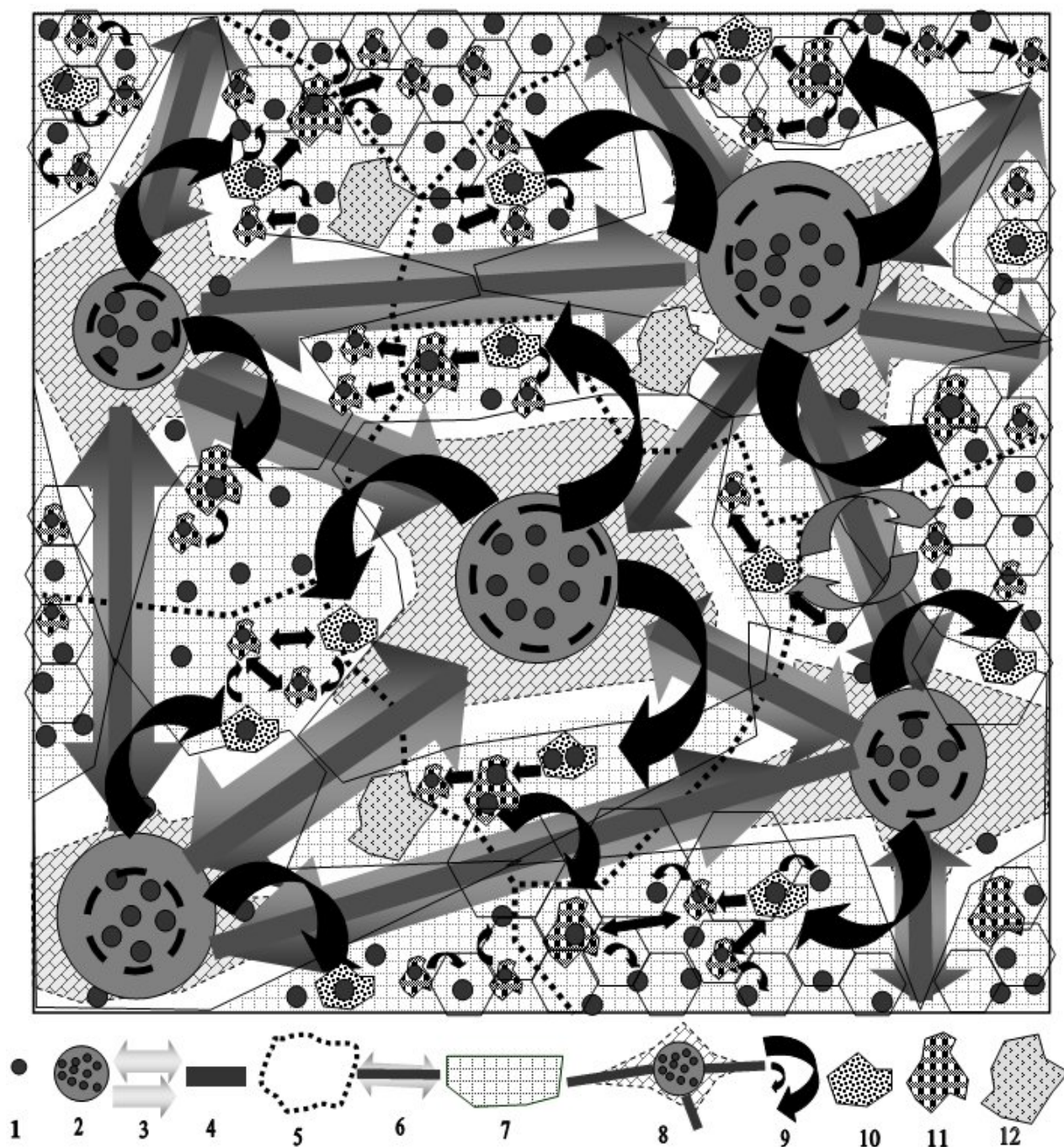


Рис.2.1. Ідеальна модель соціоприродної взаємодії в процесі природокористування, заснована на принципі просторової ротації [137]

Умовні позначення: 1. Окрема особина виду *homo sapiens*; 2. Міські поселення; 3. Інформаційні канали; 4. Сучасні шляхи сполучення; 5. Поля впливу стаціонарних поселень; 6. Інфраекосистеми; 7. Агроекосистеми; 8. Урбоекосистеми. 9 Напрямки просторової ротації функцій агро- та урбоекосистем. 10. Ерголандшафтні зони, агро-рекреаційні парки, «дендро»- та «акваполіси» як осередки дезурбанізації; 11 – Сільські поселення; 12 – Об'єкти екомережі.

Будівництво становить матеріальну основу зміни просторової структури ландшафтів, оскільки забезпечує перехід від природних і агроєкосистем до урбо- та інфраєкосистем, ініціюючи перерозподіл функцій між природними й антропогенними складовими. На цьому етапі ротації нооекосистем¹ відбувається зміна напрямів енергетичних і матеріальних потоків.

Вплив будівельної діяльності на літогенну основу проявляється у ущільненні та запечатуванні ґрунтів, трансформації природного дренажу й гідродинамічних умов, порушенні повітряного та теплового балансу, а також у зміні мікрорельєфу. Унаслідок цього знижується природна фільтраційна здатність едафотопів, зростає поверхневий стік та інтенсивність ерозійних процесів, що призводить до деградації рослинного покриву й втрати оселищ та біотичного різноманіття.

У процесі ноосферної еволюції саме будівельна сфера стає ключовим чинником, що визначає напрямки просторово-функціональної трансформації ландшафтів. Її діяльність спричиняє появу якісно нових форм антропогенно модифікованих систем — від урбогеоморфологічних комплексів і техногенно-рекреаційних зон до аграрних територій та індустріально-виробничих осередків. Унаслідок цього виникають екотонні утворення, які поєднують урбо-, агро- та інфраєкосистеми й виконують роль буферів, природних фільтрів та механізмів відновлення екологічної рівноваги.

До позитивних наслідків можна віднести зростання адаптаційного потенціалу територій, що досягається завдяки впровадженню у будівельну практику природоорієнтованих та відновлювальних рішень. Серед них — біоінженерне укріплення схилів, застосування водопроникних покриттів, створення зелених дахів, благоустрій і рекультивація техногенних ділянок, а

¹ «Нооекосистеми» — термін, скорочений від «ноосферні екосистеми», впроваджений професором Олегом Шаблієм в дискусії на захисті докторської дисертації Сергія Сонька.

також формування локальних систем біоретенції. У межах просторово-часової ротації ноосферних екосистем такі заходи сприяють поверненню частини природних функцій ландшафту, забезпечуючи його стійкість і екологічну рівновагу.

Таким чином, у контексті ротаційної динаміки ноосферних екосистем будівельна галузь виконує подвійну функцію: вона є водночас джерелом антропогенного навантаження та механізмом ноосферної адаптації, що забезпечує перехід від стихійного техногенного впливу до керованої просторової самоорганізації ландшафтів. Саме завдяки цій двоїстій ролі будівництво постає як індикатор напрямів сучасної антропогенної еволюції ландшафтної оболонки, відображаючи баланс між руйнівними та адаптивними процесами.

Відмінною рисою запропонованої моделі (рис. 2.1.) є її узгодженість із тими формами динаміки популяцій, які спостерігаються в інших видах живої природи. Вона передбачає досить точне окреслення ареалу та екотопу проживання окремої особини *Homo sapiens*, а також ґрунтується на контактному типі розмежувань, що зумовлює формування перехідних смуг — екотонів. Просторові зв'язки в межах цієї моделі можуть набувати різних модифікацій, однак головне полягає в тому, що характер взаємодії природи й суспільства змінюється принципово: замість антропоцентричного підходу утверджується адаптований, зорієнтований на гармонізацію з природними процесами.

Прагнення досягти стану ноосфери з позитивним, спрямованим на користь природи, речовинно-енергетичним балансом має реалізовуватися людиною в межах соціоприродних систем, які за своєю суттю є екосистемами з подвійним характером кордонів. Це означає, що вони являють собою синергетичні поєднання природних і соціальних структур, котрі функціонують і розвиваються відповідно до власних внутрішніх закономірностей.

Для практичної реалізації запропонованої концепції може бути

використана модель соціоприродної взаємодії, що ґрунтується на принципі просторової ротації функцій агро- та урбоекосистем. Її сутність полягає у прагненні не до бар'єрного розмежування, а до контактного (екотонного) типу кордонів між природними та антропізованими складовими (рис. 2.1). У межах такої моделі головний вектор взаємодії природи й суспільства зазнає докорінної трансформації: замість антропоцентричної парадигми утверджується адаптований підхід, зорієнтований на гармонізацію та співрозвиток.

Висновки до 2 розділу

1. Концепція ноосферних екосистем, розроблена професором Сергієм Соньком, може слугувати теоретичною основою для дослідження впливу будівельної галузі на трансформацію ландшафтів. У межах цієї концепції сучасне «інформаційне навантаження» урбоекосистем визначається концентрацією інформаційних потоків у певних просторових полюсах — так званих «світових містах» (за В. Кристаллером, Ф. Перру). Водночас, відповідно до положень В.І. Вернадського, саме кісна (нежива) речовина в процесі ноосферогенезу стає основним акумулятором і передавальною ланкою між природними та напівприродними екосистемами, зокрема агроекосистемами. У новобудовах, спорудах, знаряддях праці та шляхах сполучення накопичується своєрідна «інформація» про попередні якісні стани людської популяції, що робить будівельну галузь не лише матеріальним, а й інформаційним творцем ноосферного буття. Саме тому вона має виняткове значення для розуміння сучасних процесів у біосфері. Зокрема, можна констатувати, що будівельна галузь активно формує урбоекосистеми та інфраекосистеми, які становлять невід'ємну частину екологічної ніші *Homo sapiens*.

2. Сучасна глобалізація виробництва реалізується через просторовий перерозподіл ресурсів на користь розвинених країн. У новітніх наукових

дослідженнях ця концепція отримала продовження у вигляді аналізу «екологічного сліду людства», що відображає масштаби антропогенного впливу. Подібні тенденції особливо виразно проявляються у розвитку будівельної галузі, де відбувається переміщення окремих виробництв та інфраструктурних об'єктів у нові просторові локації. В Україні нині спостерігається «дрейф» таких виробництв, як виготовлення тари, меблів, віконних і дверних конструкцій, фасування сипучих будівельних сумішей, а також інфраструктурних елементів — торговельних центрів, складських комплексів, станцій технічного обслуговування — у приміській території (індустріальні парки та виробничо-логістичні комплекси Київської, Львівської, Черкаської, Тернопільської, Житомирської та інших областей). Подекуди цей процес охоплює навіть сільську місцевість, що свідчить про нову фазу просторової трансформації. Цікаво, що подібні явища були характерні для американських мегаполісів ще наприкінці 1950-х років, про що писав Волтер Айзард у своїй монографії, підкреслюючи універсальність закономірностей просторового перерозподілу.

3. Сучасні тенденції переміщення частини виробничих потужностей (зокрема завдяки розвитку будівельної галузі) у приміській території та сільську місцевість підтверджують практичну дієздатність ротаційної моделі професора Сергія Сонька. Згідно з її положеннями, у процесі просторового розвитку людства відбувається поступова зміна функцій та просторової природи різних типів ноосферних екосистем — від агроєкосистем до урбо- та інфраєкосистем, що відображає закономірності адаптації соціоприродних систем до нових умов існування.

4. Світова будівельна галузь, щороку переміщуючи у геосфері планети колосальні маси інертної речовини, справляє потужний вплив на природні та антропогенно трансформовані ландшафти. За масштабами цей вплив можна співвіднести з відомою концепцією «геологічної сили» В.І. Вернадського.

Водночас фізичне розділення окремих компонентів ландшафтної структури призводить до порушення її гармонійної цілісності та внутрішньої упорядкованості, що негативно позначається як на ландшафтах, так і на екосистемах у цілому.

5. Отже, аналіз впливу будівельної галузі на інертні складові ландшафту логічно продовжити у форматі ширшого дослідницького тренду, спрямованого на вивчення його живих та напівживих компонентів. Це передбачає дослідження стану ґрунтів, оцінку естетичних характеристик новостворених ландшафтів, а також аналіз рівня біорізноманіття, що формується в межах трансформованих територій. Такий підхід дозволяє комплексно оцінити наслідки антропогенного втручання та визначити потенціал ландшафтів до відновлення й адаптації.

РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ОБ'ЄКТИ ТА УМОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ БУДІВЕЛЬНОЇ ГАЛУЗІ НА КОМПОНЕНТИ ЛАНДШАФТУ

У процесі будівельної діяльності зазвичай відбувається поступова трансформація мезорельєфу: вирівнювання майданчиків під забудову та облаштування під'їзних шляхів здійснюється шляхом зрізування нерівностей рельєфу або засипання ярів. З часом формується власний мікроклімат, зумовлений впливом бетонних і асфальтових поверхонь. Після завершення будівельно-монтажних робіт (БМР) та проведення заходів із благоустрою території на штучно створених газонах виникає так званий «культурний горизонт» — урбоземи антропогенного походження, що стають новим елементом ландшафтної структури.

У будь-якому випадку будівельна діяльність супроводжується істотними змінами натуральних компонентів ландшафту та його комплексів: трансформується літогенна основа, змінюються повітряні й водні маси, порушується структура ґрунтів і стан біоти [88]. У результаті до природних ландшафтів інтегрується технічний блок, що включає асфальтові та інші покриття, різноманітні будівлі й споруди, а також підземні комунікації та інші елементи інженерної інфраструктури [54].

3.1. Методика досліджень

Ландшафт формується з окремих компонентів, кожен із яких репрезентує певну геосферу, що входить до складу географічної оболонки. Такі елементи отримали назву природних географічних компонентів, до яких зазвичай відносять земну кору, гідросферу, атмосферні повітряні маси, біоту та ґрунти. На думку ландшафтознавиці А. В. П'яtkової, доцента Херсонського державного університету, до основних природних компонентів варто зараховувати земну кору, повітря, рослинний і тваринний світ, поверхневі та підземні води, а також

грунт як окреме органо-мінеральне тіло. У географії такі природні компоненти класифікують як основні, проте склад ландшафтів включає також специфічні елементи, серед яких клімат і рельєф. Типова схема компонентного складу ландшафту передбачає їх розподіл на основні та специфічні (рис. 3.1.) [84].



Рис. 3.1. Компонентний склад ландшафту [84]

Існує також підхід, що базується на динамічних властивостях компонентів ландшафту. Згідно з ним, їх поділяють на три групи з урахуванням функцій у межах геосистеми. Вперше таку концепцію запропонував латвійський географ, професор А. А. Краукліс, який класифікував компоненти як інертні, мобільні та активні залежно від їхньої ролі у структурі й динаміці геосистеми. Серед українських учених-географів цієї парадигми ієрархічного розподілу дотримується ландшафтознавиця А. В. П'яtkова, яка у своїх працях підкреслює значення такого підходу для системного аналізу ландшафтних комплексів [132], а також професор Уманського національного університету Сергій Сонько.

Під його керівництвом дисертант розробив функціональну схему ієрархічного розподілу компонентів ландшафту з урахуванням їх функцій в геосистемі (рис. 3.2.) [84]. Подібна ієрархічна класифікація не тільки систематизує властивості та функції ландшафтних компонентів, але й формує методологічний фундамент для розвитку міждисциплінарних досліджень. Крім

того, на думку авторів (дисертанта та його керівника) така класифікація є більш прикладною і дозволяє застосувати конструктивно-географічні підходи при вирішенні конкретних інженерних завдань.



Рис. 3.2. Функціональна схема розподілу компонентів ландшафту [84]

Геоморфологічні аспекти змін заслуговують на особливу увагу, адже саме рельєф і ґрунти виступають базовими інертними компонентами природних систем, що визначають перебіг гідрологічних, біогеохімічних та екологічних процесів. Будівельна діяльність, яка охоплює земляні роботи, модифікацію гідрологічного режиму та локальне забруднення, спричиняє трансформацію морфоструктури рельєфу, посилення ерозійних процесів, ущільнення ґрунтів і порушення їхніх природних властивостей. У результаті виникають як локальні, так і каскадні екогеоморфологічні зміни, що руйнують цілісність природно-територіальних комплексів і знижують їхню здатність до саморегуляції.

Створення технічного блоку та трансформація натуральних компонентів і комплексів зумовлюють виникнення промислових ландшафтів. Їхні різновиди визначають особливості та характер ландшафтної структури [25]. Сам термін «ландшафт» походить від голландського слова «lantscap» та німецького «Landschaft», що означають земельний регіон або середовище [20].

Згідно з визначенням В. А. Андропова (2014 р.), ландшафт — це конкретна територія, яка є однорідною за походженням та історією розвитку і не підлягає

поділу за зональними чи атональними ознаками. Вона характеризується спільним географічним фундаментом, однотипністю рельєфу та клімату, одноманітністю гідротермічних умов, ґрунтів і біоценозів, а також певною структурою. Ландшафт розглядається як основна одиниця фізико-географічного районування [88].

У Європейській ландшафтній Конвенції (2000 р.) ландшафт трактується у широкому значенні, без поділу на природний чи культурний. У документі зазначено, що ландшафт — це територія, яку сприймають люди, і характер якої є результатом взаємодії природних та/або антропогенних чинників [40]. Відомо, що інертний компонент ландшафту — це такий його елемент, який трансформується повільно та має здатність до самовідновлення [92]. Відтак, у межах нашого дослідження, головною метою якого є зменшення екологічного впливу будівельної діяльності на ландшафти, ключовим завданням постає екологічна оцінка впливу процесів будівництва на кожен із компонентів ландшафту, представлених на рис. 3.3.

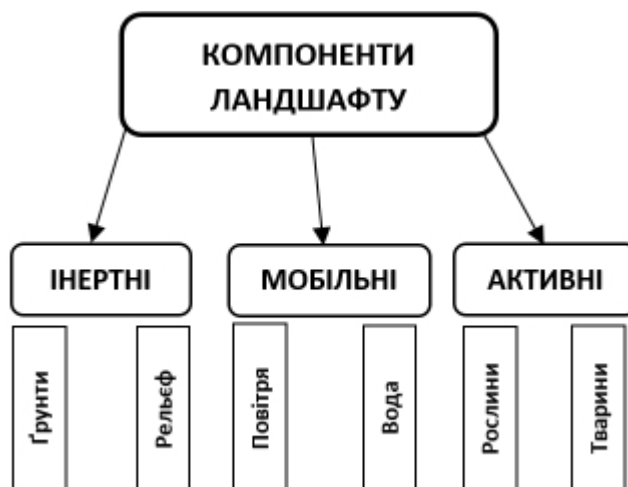


Рис.3.3. Компоненти ландшафту щодо яких проведено екологічну оцінку [83]

За основу використаємо класифікацію компонентів природного ландшафту А. В. П'яtkової, рисунок 3.4.[125].

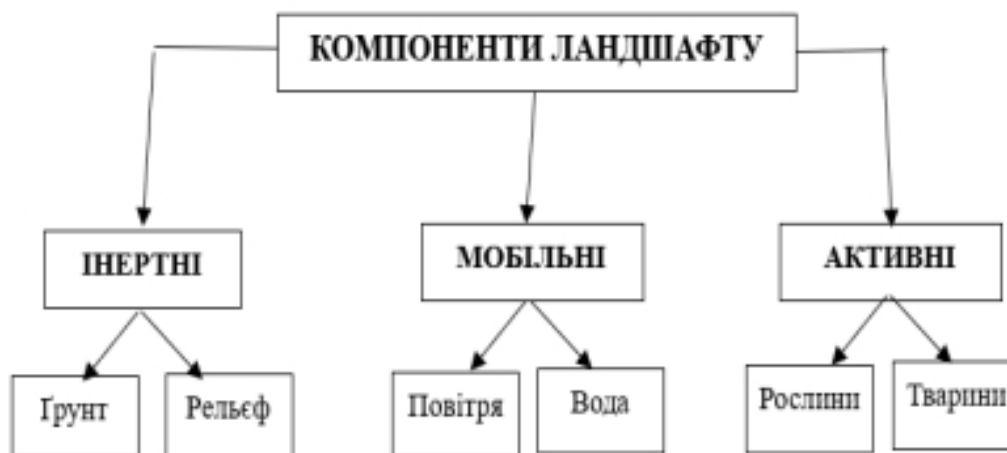


Рис. 3.4. Класифікація компонентів ландшафту між якими була покращена взаємодія [87]

Зв'язки між ландшафтними компонентами можна розглядати як своєрідні артерії життя, адже вони забезпечують функціонування природних систем, складовою частиною яких є й людина. Від початку існування людства біорізноманіття мало визначальне значення для виживання та розвитку, і сьогодні воно залишається ключовим ресурсом. Біорізноманіття має багатогранну цінність: економічну, рекреаційну, культурну, екологічну та інші, формуючи основу сталого розвитку та гармонійної взаємодії суспільства з природою.

Функціонування антропогенно змінених ландшафтних комплексів або окремих будівельних ділянок неминуче супроводжується деструктивними процесами, що порушують просторові та функціональні взаємозв'язки між інертними, мобільними й активними компонентами ландшафту. Навіть застосування сучасних технологій, наприклад спорудження швидкокомтованих будівель із дотриманням високих екологічних стандартів, все ж таки призводить до певних змін у натуральних складових — літогенній основі, атмосферних масах, водних ресурсах, ґрунтах і біоті. Будь-яка будівельна діяльність супроводжується порушенням рельєфу та ґрунтового покриву, викидами в атмосферу від роботи техніки й механізмів, а також впливом на водне

середовище та гідрологічний режим. Сукупність цих чинників спричиняє стійке порушення взаємозв'язків між компонентами ландшафту, що, у свою чергу, веде до втрати екосистемних послуг ландшафтів різного рівня [91].

Отже, ландшафт складається з природних (основних, або географічних) та специфічних компонентів. До природних географічних компонентів належать вода, повітря, гірські породи, ґрунти та живі організми, тоді як специфічними виступають клімат і рельєф (рис. 3.1.). З огляду на їхню функціональну роль у геосистемі, компоненти ландшафту доцільно класифікувати на три групи:

- *інертні* – мінеральна частина та рельєф, які становлять фіксовану основу геосистеми;
- *мобільні* – повітряні й водні маси, що виконують транзитні та обмінні функції;
- *активні* – біота, яка забезпечує саморегуляцію, відновлення та стабілізацію геосистеми.

Структура ландшафту певної території постає як складна система, що включає різнорангові ландшафтні комплекси. Інформація про ландшафти та їх просторову диференціацію має ключове значення для здійснення ландшафтного районування, адже саме вона забезпечує наукове обґрунтування виділення територіальних одиниць та визначення їхніх меж.

Досить поширеним і перевіреним методом оцінки впливу людської діяльності на ландшафти є визначення вмісту хімічних елементів у ґрунтах. Систематичні дослідження концентрацій хімічних елементів у земній корі розпочалися наприкінці XIX століття, коли американський учений Ф. Кларк уперше встановив кількісні показники поширеності елементів у її верхній частині. Саме тому середній вміст елемента в земній корі отримав назву «кларк» [18]. Аналіз хімічного складу гірських порід, ґрунтів, а також підземних і поверхневих вод у межах різних природно-територіальних комплексів дає змогу виявляти геохімічні аномалії — ділянки, що істотно відрізняються рівнем

концентрацій хімічних елементів чи їхніх сполук порівняно з фоновими показниками сусідніх територій. Такі відхилення можуть слугувати індикаторами як природних рудоносних структур чи потенційних родовищ корисних копалин, так і зон техногенного порушення, що формуються під впливом хімічних виробництв, транспортної інфраструктури та інших джерел антропогенного забруднення. Їхнє виявлення має важливе значення для геоекологічного моніторингу, адже дозволяє не лише оцінити рівень антропогенного навантаження, а й визначити потенційні ризики для функціонування природно-територіальних комплексів.

Поширення хімічних елементів у межах ландшафтних комплексів визначається їхньою здатністю до міграції, яка залежить від сукупності внутрішніх та зовнішніх чинників. До внутрішніх чинників належить здатність елементів утворювати хімічні сполуки з різним рівнем розчинності. Ті елементи, що активно вступають у хімічні реакції та формують значну кількість сполук, відзначаються високою мобільністю у гірських породах, ґрунтах, рослинності, а також у підземних і поверхневих водах. Саме вони визначають характерні риси хімічної будови природно-територіальних комплексів і класифікуються як типоморфні елементи. До основних типоморфних елементів належать Si, Al, H, Na, Ca, Cl, Mg [11].

Типоморфність окремого елемента визначається специфічними властивостями природно-територіального комплексу. У степових ПТК провідним типоморфним елементом виступає кальцій, що забезпечує нейтральну або слабколужну реакцію ґрунтових розчинів. У лісових та залісених комплексах головну роль відіграє гідроген, який зумовлює формування кислого середовища та дефіцит кальцію в ґрунтах. Для південно-степових і східно-степових ПТК України характерними типоморфними елементами є натрій і хлор. Залежно від домінування певного елемента виокремлюють відповідні типи ПТК: кислі (H) та кислі глейові (H–Fe) у

хвойних лісах; кальцієві (Ca) та кальцій-натрієві (Ca–Na) у степовій зоні; натрієві (Na) та хлоридно-натрієві (Cl–Na) у південно-степових і східно-степових комплексах [11].

Неактивні хімічні елементи, серед яких цирконій, гафній, ніобій, тантал, метали платинової групи та інертні гази, майже не залучаються до хімічних реакцій і чинять мінімальний вплив на властивості ґрунтів у межах природно-територіальних комплексів. Їхня присутність у ґрунтовому середовищі здебільшого не визначає функціональні характеристики екосистем і не формує суттєвих геохімічних особливостей.

Міграційна здатність хімічних елементів у межах ландшафтних комплексів визначається поєднанням зовнішніх і внутрішніх чинників. Серед зовнішніх вирішальне значення мають фізико-географічні умови — температурний режим, рівень зволоження, особливості рельєфу та інші параметри середовища. Температура безпосередньо впливає на швидкість перебігу хімічних реакцій, а отже й на інтенсивність переміщення елементів у водному середовищі. У регіонах із високими температурними показниками процеси міграції відбуваються значно активніше, ніж у тундрових зонах чи на територіях із багаторічною мерзлотою, де вони істотно уповільнені. Вода є ключовим чинником, що забезпечує перехід хімічних елементів у розчинну форму, адже саме у водному середовищі відбуваються процеси розчинення мінералів, гідролізу та іонного обміну, які визначають їхню подальшу міграцію. Вона виступає головним транспортним агентом у ґрунтово-геохімічних системах, контролюючи напрямок і швидкість переміщення речовин відповідно до термодинамічних та кінетичних характеристик взаємодії води з породами [129]. На рисунку 3.5 наведено узагальнену схему диференціації та зони акумуляції сполук у ґрунтах безстічної (А) та дренажної (Б) частини поверхні.

Важливим для нашого дослідження є також і те, що геохімічні особливості об'єктів дослідження дозволять зробити розлогу характеристику впливу

будівництва на ландшафти. Зокрема, крім впливу окремих виробничих операцій (скриш ґрунту, земляні роботи, спорудження фундаменту, зведення швидкозбірних металевих конструкцій каркасу, та ін.) важливим буде дослідити різноманітні аспекти впливу вже спорудженого об'єкту в режимі його нормальної роботи.

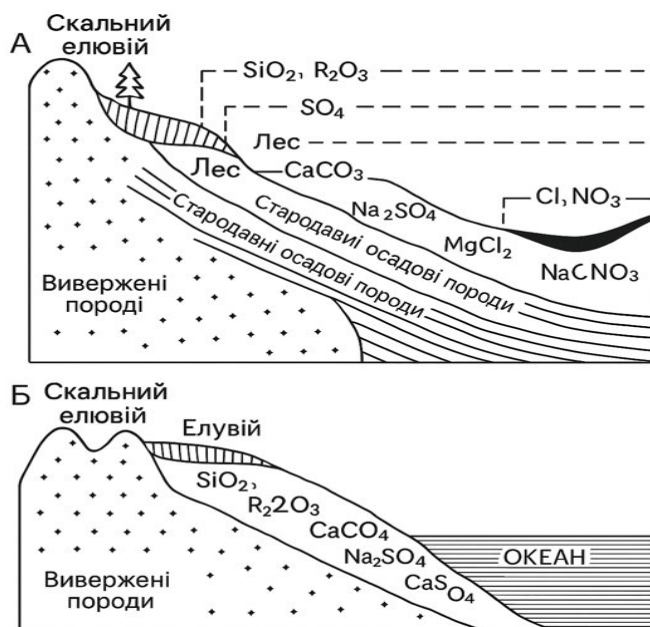


Рис.3.5. Типова схема диференціації та ареали акумуляції сполук у ґрунтах безстічній (А) та дренажній (Б) частині поверхні

Для вивчення геохімічних особливостей досліджуваних об'єктів було здійснено відбір зразків ґрунту для подальшого їх хімічного аналізу.

Методика відбору зразків ґрунту для проведення геохімічного аналізу.

Ґрунтові зразки відбирали відповідно до вимог ДСТУ 4287:2004 «Якість ґрунту. Відбір проб», ДСТУ ISO 10381-1:2004 «Якість ґрунту. Відбір. Частина 1. Настанови щодо програм відбору проб», а також Методичних рекомендацій Інституту ґрунтознавства та агрохімії ім. О. Н. Соколовського НАН України (2020) [22]. Відбір здійснювали з глибини 25–30 см, що відповідає орному горизонту, у межах якого зосереджена основна частка гумусованої речовини та

спостерігається максимальна концентрація рухомих сполук елементів живлення (рис. 3.6.). Для одержання репрезентативного матеріалу формували змішану об'єднану пробу з п'яти локальних прикопів, розташованих по діагоналі ділянки. Із кожного прикопу відбирали вертикальний зріз стінки ямки, охоплюючи шар від 0 до 25 см.



Рис.3.6. Відібраний ґрунтовий зразок(фото Івана Зеленчука, березень 2025р.)

Відібраний матеріал об'єднували в ємність, ретельно перемішували та відбирали приблизно 0,5 кг однорідної суміші для лабораторного аналізу. Проби маркували із зазначенням номера точки відбору, координат GPS-положення та умов відбору.

Після доставки до лабораторії зразки висушували до повітряно-сухого стану, подрібнювали й просіювали крізь сито з діаметром отворів 1 мм. Агрохімічні показники визначали згідно з Методикою агрохімічного обстеження ґрунтів України [59] із застосуванням стандартних фотометричних, потенціометричних і титриметричних методів. (Детальний геохімічний аналіз

грунтових проб у прив'язці до конкретних об'єктів дослідження буде надано в розділі 4).

Зважаючи на предметне поле наук про Землю, їхнє головне завдання полягає у дослідженні як окремих компонентів ландшафтів так і усього ландшафтного різноманіття. Відтак, *об'єктами дослідження* нами були обрані території активного техногенезу, пов'язаного з будівельною діяльністю. За результатами попередніх досліджень (розділ 1,2 та [37, 38, 39, 84, 87, 88, 89, 91]) найбільш активного техногенного впливу зазнають такі компоненти природніх ландшафтів як: гірські породи, ґрунти та вода.

Усі вибрані нами об'єкти розглядались через призму головних завдань нашого дослідження, зокрема серед цих завдань були:

- аналіз головних фізико-географічних умов будівельних майданчиків;
- аналіз віддаленості будівельних майданчиків від населених пунктів та елементів інфраструктури;
- систематичні дослідження (з відбором проб та проведенні хімічних аналізів) інертних компонентів ландшафту – ґрунтів та геологічної будови;
- оцінка впливу кожної із стадій будівельного процесу на ландшафтну оболонку;
- детальні дослідження реакції ландшафтних систем на будівельні роботи, зокрема із застосуванням геохімічного аналізу.

Для кількісної оцінки ступеня техногенного забруднення ґрунтового покриву на дослідній території використовується індекс загального забруднення ґрунту (Z_c), який ґрунтується на інтегральному врахуванні концентрацій хімічних елементів у верхньому шарі ґрунту відносно ГДК [38]. Використання індексу Z_c дає змогу здійснити комплексну оцінку сумарного геохімічного навантаження на ґрунти та порівняти рівні забруднення в різних частинах досліджуваної території.

Методика визначення індексу забруднення ґрунту (Z_c), включно з вибором хімічних елементів-індикаторів, наведена в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Методика обрахування індексу забруднення ґрунту (Z_c) на об'єктах дослідження

Етап дослідження	Вихідні дані	Зміст і методи виконання
<i>Етап 1</i> Вибір хімічних елементів-індикаторів техногенного навантаження	Відкриті дані агрохімічного аналізу ґрунтів сусідніх ділянок або території розташування досліджуваної ділянки	Співставлення показників вмісту важких металів (Cu, Zn, Co, Mo), як індикаторів забруднення верхнього ґрунтового шару
<i>Етап 2</i> Відбір ґрунтових проб	Верхній шар ґрунту (0–30 см), репрезентативні (контрольні та фонові) точки	Відбір зразка ґрунту із глибини 25–30 см; змішана об'єднана проба з п'яти локальних прикопів
<i>Етап 3</i> Розрахунок інтегрального індексу загального забруднення (Z_c)	Індекс Z_c обчислюють як суму коефіцієнтів концентрації з урахуванням кількості визначених елементів за формулою інтегрального перевищення	Індекс Z_c широко застосовується для кількісної оцінки техногенного навантаження на ґрунти та ландшафти [130] $Z_c = \sum \max \frac{C_{\text{факт}}}{C_{\text{ГДК}}} - 1$
<i>Етап 4</i> Інтерпретація результатів	Оцінка рівня інтегрального перевищення в ґрунті	З урахуванням отриманого значення індексу Z_c визначають ступінь інтегрального забруднення ґрунту за наступними критеріями [130]: $Z_c < 16$ – допустимий (низький); $16-32$ – помірно небезпечний; $32-128$ – небезпечний; >128 – надзвичайно небезпечний

Оцінювання рельєфу території планованої будівельної діяльності виконується з метою виявлення морфологічних особливостей поверхні, сучасних геоморфологічних процесів та інженерно-геологічних обмежень, що визначають стійкість і функціональну придатність території для забудови. Методичний підхід ґрунтується на комплексному використанні матеріалів

детального планування територій, картографічних і дистанційних даних, результатів топографо-геодезичних робіт та інженерно-геологічних вишукувань.

Поетапний методичний аналіз передбачає збір і систематизацію вихідних даних про рельєф ділянки потенційного будівництва, виявлення природних і антропогенних чинників його формування та трансформації, оцінку стійкості поверхні території і схилів, а також функціональне зонування за складністю геологічних умов [3]. Завершальним етапом є бальна оцінка придатності рельєфу та визначення доцільних видів будівельної діяльності з урахуванням морфометричних параметрів і ступеня трансформованості рельєфу. Деталізований опис етапів, напрямів аналізу та методів виконання подано в таблиці 3.2.

Оцінка рівня порушення ландшафту, виконана за розробленою методикою автора, представлена у таблиці 3.3.

Оцінювання рівня порушення ландшафтів ґрунтується на положеннях класичного ландшафтознавства та ландшафтної екології, які розглядають ландшафт як цілісну систему взаємопов'язаних інертних, живих і мобільних компонентів [70]. Бальна оцінка трансформації ландшафту забезпечує уніфіковану кількісну інтерпретацію ступеня антропогенного впливу шляхом порівняння змін рельєфу, ґрунтів, рослинного покриву та водного режиму [32]. Запропонована методика орієнтована на комплексну геоекологічну інтерпретацію ландшафтних порушень у межах різних типів територій України [32].

Таблиця 3.2

Етапи та методи оцінювання рельєфу території планованої будівельної діяльності

Етап дослідження	Напрямок аналізу	Зміст і методи виконання
<i>Етап 1</i> Збір вихідних даних про рельєф	Аналіз планів детального планування території (ДПТ) та інших загальнодоступних картографічних матеріалів	Карти місцевих громад з детального планування територій; карти ухилу поверхні; карти ерозійного розчленування рельєфу; карти четвертинних відкладів.
	Аналіз матеріалів дистанційного зондування землі (ДЗЗ)	Відкриті дані аерофототопографічного і космічного знімання; результати зйомки за допомогою БПЛА.
	Аналіз топографо-геодезичних даних та інших матеріалів інженерних вишукувань	Результати топографічного знімання території майбутнього розташування будівельного майданчика
<i>Етап 2.</i> Виявлення сучасних геоморфологічних процесів та чинників	Аналіз природних геоморфологічних чинників формування рельєфу території	Оцінювання природних геоморфологічних чинників.
	Аналіз антропогенних чинників трансформації рельєфу	Оцінювання антропогенно зумовлених змін рельєфу.
	Комплексне оцінювання сукупного впливу природних і антропогенних чинників на стан рельєфу досліджуваної території	Загальна оцінка чинників з визначенням рівня порушення рельєфу на ділянці будівельної діяльності та у прилеглій до неї зоні; після завершення БМР виокремлення оціночних ділянок за ступенем трансформованості (умовно трансформовані, трансформовані, значно трансформовані).
<i>Етап 3.</i> Інженерно-геологічна характеристика території	Аналіз інженерно-геологічних даних з метою оцінювання стійкості території та схилів	Визначення ступеня загальної стійкості території будівельної діяльності в результаті виконання робіт з планування земельної ділянки та під'їзних доріг
	Функціональне зонування	Поділ території дослідження на сектори за складністю геологічних умов для будівництва (прості, середні, складні) з урахуванням даних інженерно-геологічних профілів.
<i>Етап 4.</i> Оцінка придатності рельєфу	Бальна оцінка рельєфу (за перепадом висот)	Оцінка рельєфу за критерієм придатності / непридатності: придатний (4 бали), умовно придатний (3 бали), умовно непридатний (2 бали), непридатний (1 бал) [2].
	Напрями використання	Будівництво виробничих та логістичних комплексів; промислове та високотехнологічне будівництво; житлове будівництво.

Таблиця 3.3

Покомпонентна методика бального оцінювання рівня трансформації ландшафту

Компонент ландшафту	Критерій оцінювання	Бальна шкала оцінювання порушення			
		1 бал (незначне порушення)	2 бали (помірне порушення)	3 бали (значне порушення)	4 бали (критичне порушення)
Літогенна основа та рельєф	Ступінь морфоскульптурної трансформації	Природний рельєф збережений, техногенні форми відсутні	Локальні виїмки або насипи	Суттєве перепланування рельєфу	Повна перебудова рельєфу, формування техногенних форм
Ґрунтовий покрив	Збереженість ґрунтового профілю	Ґрунтовий профіль збережений, антропогенний вплив мінімальний	Часткове порушення родючого горизонту	Зняття або перемішування ґрунтових горизонтів	Повна втрата родючого покриву
Рослинний покрив	Ступінь трансформації фітоценозів	Природна рослинність збережена	Часткове порушення та фрагментація рослинного покриву	Заміна природних угруповань вторинною рослинністю	Повне знищення або відсутність рослинного покриву
Водний режим	Зміни поверхневого та ґрунтового стоку	Водний режим не порушений	Локальні зміни напрямів або інтенсивності стоку	Перепланування системи поверхневого водостоку	Кардинальна трансформація поверхневого водостоку
Функціонально-просторова структура	Цілісність та фрагментація	Просторова структура збережена	Часткова фрагментація ландшафту	Високий рівень просторового розчленування	Втрата цілісності територіального комплексу

Таким чином, застосування інтегрального індексу забруднення ґрунту (Z_c) у поєднанні з поетапною оцінкою рельєфу та бальною методикою аналізу

порушення ландшафту забезпечує комплексну кількісну характеристику техногенного навантаження на інертні та природні компоненти території об'єктів дослідження. Запропонований методичний підхід дозволяє узгоджено оцінювати геохімічний стан ґрунтового покриву, морфологічну трансформованість рельєфу та рівень порушення природно-територіальних комплексів на основі єдиної системи критеріїв. Отримані результати створюють науково обґрунтовану основу для просторового порівняння ступеня антропогенного впливу та прийняття рішень щодо функціональної придатності територій для подальшої будівельної діяльності.

3.2. Агрохімічні особливості ландшафтів, які можуть мати прояв на території об'єктів дослідження

Основним завданням агрохімічного² аналізу ґрунтів було виявлення закономірностей поширення окремих хімічних елементів на ранніх стадіях антропогенної трансформації ландшафтів. У працях [34, 52] зафіксовано низку характерних тенденцій у розподілі хімічних елементів та їхніх сполук у межах ландшафтної оболонки, що дозволяє простежити специфіку їхньої міграції та накопичення під впливом господарської діяльності.

Сірка рухома. Сірка належить до есенціальних макроелементів, що відіграють ключову роль у біохімічних процесах рослин і мікроорганізмів. У ґрунтовому середовищі її рухома форма переважно представлена сульфат-іонами [56]. Поповнення запасів сірки в ґрунті здійснюється як природними шляхами, так і антропогенними. Концентрація рухомої сірки у досліджуваних зразках в основному коливається від 0.9 мг/кг зі збільшенням у зоні відвалів і зростає аж до 1.8 мг/кг безпосередньо на будівельному майданчику.

² Термін «агрохімічні» в нашому випадку – свідчення не лише того, що аналізи виконувались в агрохімічних лабораторіях, а й того факту, що територія усіх будівельних майданчиків знаходилась на землях сільськогосподарського використання.

Підвищення концентрації пояснюється надходженням сульфатів із пилу цементних і гіпсових матеріалів ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). До додаткових джерел надходження сірки в ґрунтове середовище належать дорожній пил та відпрацьовані мастила транспортних засобів, що містять спеціальні сірковмісні присадки. Окремо слід відзначити внесення мінеральних добрив із вмістом сірки, яке виступає контрольованим і цілеспрямованим способом забезпечення ґрунту рухомими формами цього елемента в умовах сільськогосподарського виробництва.

Цинк (Zn). Вміст цинку у ґрунті формується під впливом природних геохімічних процесів та антропогенного впливу. Рівень цинку варіює від 6.19 мг/кг (на периферії) до 9.39 мг/кг (на будівельному майданчику), що нижче граничнодопустимих значень (≤ 23 мг/кг). Зростання концентрації Zn у напрямку до зони будівництва пояснюється складуванням та використанням в будівництві оцинкованих металоонструкцій, осіданням придорожного пилу та продуктів стирання шин і гальмівних колодок транспорту. За нейтрального рН ґрунту цинк має низьку міграційну здатність, тому його накопичення обмежується поверхневим шаром.

Мідь (Cu). Мідь є структурною складовою багатьох мінералів, зокрема сульфідів, силікатів, а також оксидів. У сільськогосподарській діяльності мідь вноситься у ґрунт як мікродобриво (наприклад, сульфат міді CuSO_4). В садівництві та виноградарстві значним джерелом було використання фунгіцидів на основі міді (наприклад, бордоська суміш) [56]. Як правило, в ґрунті мідь перебуває у межах природного фону (0.5–2.0 мг/кг). Незначне підвищення концентрації (до 1.10 мг/кг) спостерігається поблизу автодоріг, що пояснюється осіданням гальмівного пилу та аерозолів, які містять сполуки Cu. Мідь фіксується гумусовими речовинами, тому її рухомість низька, а токсичний ефект відсутній.

Кобальт (Co). Основна причина наявності кобальту в ґрунті полягає у його первинному вмісті у материнських породах у вигляді оксидів та сульфідів. Кобальт як мікроелемент є типовим для основних та ультраосновних магматичних порід (наприклад базальтів) [56]. В цілому концентрації кобальту відповідають природному фоновому рівню для ґрунтів Полісся (0.1–0.3 мг/кг). Техногенних джерел збагачення не виявлено. За деякими оцінками можливим джерелом надходження кобальту у ґрунти можуть бути лакофарбові покриття з металевих конструкцій або техніки. Виділення Co відбувається внаслідок спалювання твердого палива та утилізації промислових відходів [65]. Надходження відбувається через атмосферне осадження (пилу, аерозолів) на ґрунтовий покрив. При нейтральному рН рухомість елемента мінімальна.

Марганець (Mn). Марганець є другим за поширеністю перехідним металом у земній корі, поступаючись лише залізу, тому його вміст у ґрунті є природним і неминучим. Вміст марганцю в основному перебуває в межах природного фону для поліських алювіальних ґрунтів (40÷70 мг/кг). Підвищення у відвалах до 60.5 мг/кг пояснюється концентрацією дрібнодисперсних глинистих часток, багатих на MnO₂. Техногенного надходження марганцю не зафіксовано, однак у зоні складування відвалів спостерігається механічне фракційне збагачення ґрунту цим елементом. Воно зумовлене викидами дизельних двигунів, що містять каталізаторні присадки, а також проникненням у ґрунт синтетичних мастил. Водночас марганець є незамінним мікроелементом для функціонування рослин і ґрунтової мікрофлори. Основним шляхом його надходження до рослин є застосування марганцевмісних добрив. Після накопичення у вегетативних органах марганець повертається до ґрунтового середовища внаслідок мінералізації органічних решток, забезпечуючи кругообіг цього елемента в екосистемі.

Молібден (Mo). Молібден є одним із ключових мікроелементів для рослин, адже він забезпечує роботу ферментних систем, що беруть участь у метаболізмі

азоту. Зокрема, до таких систем належить нітратредуктаза — фермент, який каталізує процес відновлення нітратів до більш доступних форм, та нітрогеназа [124]. Саме тому молібден входить до складу органічних і біологічних добрив як необхідний мікроелемент. Окрім цього, дисульфід молібдену (MoS_2) широко використовується у транспортній та промисловій техніці як тверде мастило, переважно у вигляді добавки до основних мастильних матеріалів. У процесі експлуатації техніки частинки зношеного MoS_2 можуть потрапляти до ґрунтового середовища, особливо в зонах інтенсивного руху транспорту та поблизу промислових підприємств, формуючи локальні геохімічні аномалії [121]. Як правило, рівень молібдену стабільний у всіх точках дослідження (0.043–0.050 мг/кг) і відповідає фоновому рівню (0.03–0.06 мг/кг). Джерелом елемента є алювіально-делювіальні відклади, що містять молібденіт (MoS_2). При $\text{pH} < 7.5$ рухомість елемента низька, техногенного впливу не зафіксовано.

Бор (В). Бор входить до складу кристалічних ґраток силікатних мінералів, зокрема турмаліну, а також слюд і рогових обманок [123]. У ґрунтове середовище він надходить переважно у складі мікродобрив, наприклад борної кислоти, що застосовується для підтримання нормального росту та репродуктивної здатності культурних рослин [77]. Окрім агрохімічного значення, бор має широке промислове використання — його застосовують у виробництві скла, кераміки, мийних засобів та матеріалів із вогнезахисними властивостями. Концентрації бору типові для ґрунтів складають (0.5–2.0 мг/кг). Як правило спостерігається незначне зростання у відвалах (1.05 мг/кг), що пов'язане з сорбцією бору глинистими мінералами. Вміст елемента не перевищує природні рівні і не свідчить про техногенне збагачення.

3.3. Об'єкти та умови дослідження

Об'єкт дослідження №1 знаходиться в місті Збараж (географічні координати 49°39'53.6" пн. ш.; 25°48'27.4" сх. д.). Територія будівельної ділянки, з якої було відібрано зразки ґрунту для досліджень, розташована на східній околиці міста Збараж Тернопільської області, на території Збараської міської територіальної громади Тернопільського району. У фізико-географічному відношенні ділянка приурочена до східної частини Тернопільського плато, яке входить до складу Подільської височини, Західноподільської височинної області, Західноукраїнського краю, зони широколистих лісів України [60]. На рисунку 3.7. представлена удосконалена схема фізико-географічного районування за редакцією Українського ученого географа, дослідника проблем екологічної геоморфології П.Г. Шищенка [60]. Географічно м. Збараж розташоване поблизу південного відрогів зони мішаних лісів, але не входить до неї та повністю належить до лісостепової зони [28].

Рельєф будівельної ділянки має переважно вододільно-схилувий характер, відзначається слабкою розчленованістю та невеликою амплітудою висот (0,4–0,7 м) при ухилах до 2°. Геоморфологічну основу становлять лесові відклади пізнього плейстоцену, які формують вирівняну або слабкохвилясту поверхню з чітко окресленими лініями стоку. Така морфологія зумовлює особливості дренажу території та визначає потенційні умови для будівельних робіт і подальшого функціонування споруди.

За результатами інженерно-геологічних досліджень встановлено, що ґрунтовий покрив території представлений переважно чорноземами опідзоленими середньогумусними (тип Phaeozems), сформованими на лесовій основі з потужністю до 1,5 м. Гумусовий горизонт сягає 0,8–1,2 м, характеризується вмістом гумусу на рівні 3,5–4,5 % та ємністю катіонного обміну 26–32 ммоль*екв/100 г ґрунту [1].

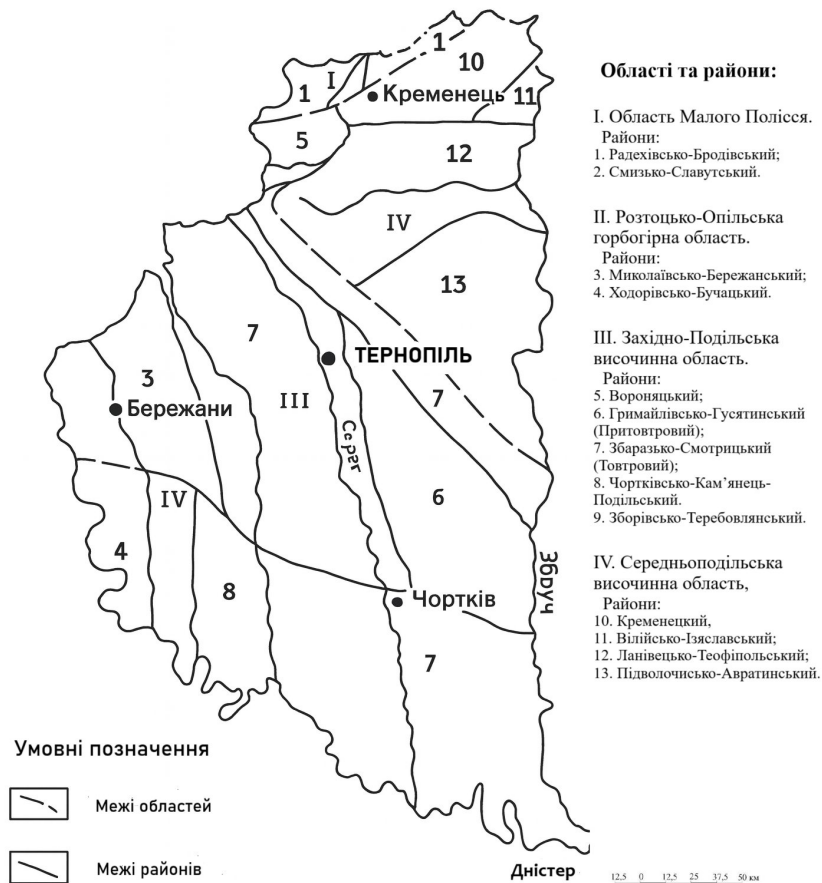


Рис. 3.7. Схема фізико-географічного районування Тернопільської області (Шищенко, Маринич, 2003) [60]

Чорноземи опідзолені, що залягають на лесовидних суглинках, відзначаються низькими пружно-деформаційними та фізико-механічними властивостями, зокрема коефіцієнтом просідання $\varepsilon_s \approx 0,01\text{--}0,02$. З огляду на такі характеристики, проведення земляних робіт, зокрема підготовка основи під фундаменти, потребує заміщення значних обсягів цих ґрунтів матеріалами з більш високими механічними показниками. Це необхідно для досягнення проектного коефіцієнта пошарового ущільнення основи, що, у свою чергу, призводить до трансформації структури та зміни водопроникності літогенної основи ландшафту.

Клімат території розміщення будівельного майданчика має помірно континентальний характер із достатнім рівнем зволоження та чіткою сезонною

ритмікою. Середньорічна температура становить $+8,4^{\circ}\text{C}$, при цьому середні показники січня сягають $-4,8^{\circ}\text{C}$, а липня — $+18,5^{\circ}\text{C}$. Річна кількість опадів коливається в межах 730–760 мм, середня швидкість вітру дорівнює 3,5 м/с. Тривалість безморозного періоду складає 200–210 діб [26]. Сукупність цих кліматичних параметрів є типовою для східної частини Тернопільської області та забезпечує стабільне функціонування широколистяних ландшафтів.

За результатами дешифрування супутникових знімків та польових обстежень, виконаних на східній околиці м. Збараж у вересні 2023 р., структура ландшафтів у межах буферної зони радіусом 2 км від будівельного майданчика є наступною – антропогенно змінені ландшафти (рілля, сади й городні ділянки, забудовані території, промислові й складські майданчики, транспортна інфраструктура) – $62\div 65\%$ площі та природні та відносно мало змінені ландшафти (фрагменти діброво-грабових насаджень, лучно-степові ділянки на схилах, заплавні й прибалкові луки) – $3\div 38\%$ площі. Це корелюється з опублікованими даними щодо високого рівня розораності та урбанізаційної трансформації ландшафтів північно-східної околиці м. Збараж й Тернопільського району, наведеними у працях М.В. Питуляка та М.Г. Мельничук, де для цих територій із переважанням чорноземних рівнин фіксується частка агроландшафтів понад 60 % [64, 75]. Таким чином, у межах досліджуваної зони переважають антропогенно модифіковані геосистеми, формування яких зумовлене сільськогосподарським використанням території та розвитком міської інфраструктури м. Збараж.

Територія будівельного майданчику належить до басейну річки Гнізна — правої притоки Серету (басейн Дністра). Ґрунтові води залягають на глибині 6–12 м та характеризуються слабкою мінералізацією з переважанням гідрокарбонатно-кальцієвого складу [81].

Рослинний покрив території будівельного майданчика сформований діброво-грабовими та лучно-степовими угрупованнями, що відповідають

типовим умовам лісостепової зони. Фауна сучасного стану представлена поширеними видами дрібних ссавців, зокрема їжаком європейським (*Erinaceus europaeus*) та полівкою рудою (*Myodes glareolus*), а також характерними для відкритих ландшафтів видами птахів — польовим жайворонком (*Alauda arvensis*) та великою синицею (*Parus major*) [60].

На відстані менше ніж 30 м від межі ділянки проходить автодорога державного значення Р-43 (Тернопіль – Ланівці – Шумськ – Острог) [82]. За результатами попередніх регіональних еколого-геохімічних досліджень [8, 24] придорожніх смуг Лісостепу України встановлено, що в межах першої 50-метрової смуги від полотна дороги можливе підвищення вмісту рухомих форм Pb, Zn і Cu у верхньому (0–25 см) горизонті ґрунту порівняно з фоновими ділянками у 1,5–2,2 рази [128].

Також у зоні геохімічного впливу функціонують промислові підприємства деревообробної, харчової й металообробної галузей. З огляду на це, під час подальшого будівельного освоєння території доцільним є контроль вмісту важких металів у верхньому ґрунтовому шарі та врахування придорожного геохімічного бар'єра [103].

На рисунку 3.8. представлено ситуаційний план будівельної ділянки із зазначенням точок відбору ґрунтових зразків. Відбір здійснювали у трьох просторово диференційованих точках, розташованих відповідно до їхнього положення щодо проїжджої частини автомобільної дороги та меж будівельного майданчика. Метою відбору було шляхом виконання агрохімічного аналізу здійснити порівняльну оцінку стану ґрунтів і рівня техногенного навантаження у межах досліджуваної території.



Рис. 3.8. Ситуаційна схема розміщення ділянки будівництва М 1:2000
 (об'єкт №1)

Об'єкт дослідження №2 знаходиться в селищі Велика Димерка, Київська область (географічні координати 50°37'10.3" пн. ш.; 30°51'51.3" сх. д.). Територія будівельної ділянки розташована у межах Великодимерської селищної територіальної громади, на відстані близько 5 км на північний-схід від м. Бровари та приблизно 40 км від північно-східної околиці м. Києва. Ділянка межує з автомобільною дорогою міжнародного значення E95 (М-01 Київ – Чернігів – Нові Яриловичі). З північної частини ділянка межує з охоронною зоною автозаправної станції (АЗС). Дана АЗС функціонує більше десяти років, окрім того в 2-ч кілометрові зоні функціонують ще дві АЗС.

Досліджувана ділянка розташована в зоні інтенсивного транспортного використання міжнародного коридору «північ – південь» і відзначається значним автотранспортним навантаженням. Це створює умови для накопичення у верхніх горизонтах ґрунту важких металів та інших атмосферних полютантів

[111]. Просторове положення території визначає її належність до північно-східної околиці Київського передмістя, у межах приміської агломерації, де поєднуються урбанізовані, агроландшафтні та виробничі комплекси. Така комбінація чинників формує специфічні екологічні умови, що потребують врахування при оцінці впливу будівництва на ландшафт.

У фізико-географічному плані досліджувана територія лежить на межі між Чернігівським Поліссям Поліського краю зони мішаних хвойно-широколистих лісів та Північнопридніпровською терасовою низовинною областю Лівобережнодніпровського краю Лісостепової зони.

Для цієї місцевості характерний слабо розчленований акумулятивний рельєф із невеликими абсолютними висотами, а також поширення флювіогляціальних і давньоалювіальних піщано-супіщаних відкладів, що формують специфічні умови ґрунтоутворення та ландшафтної структури.

Рельєф ділянки та прилеглої смуги завширшки до 1 км має вирівняний характер, із відносними висотами, що не перевищують 0,4–0,8 м. У структурі рельєфу трапляються локальні пониження, зайняті меліоративними каналами, а ухили поверхні не перевищують 2°. Ґрунотвірні породи представлені лесовидними суглинками та супіщаними алювіально-делювіальними відкладами, які забезпечують середній рівень водопроникності та характеризуються незначною просадковістю при зволоженні. Це визначає умови дренажу та стійкість основи для будівельних робіт. На рисунку 3.9. подано генеральний план ділянки.

Ґрунтовий покрив території представлений переважно дерново-підзолистими та дерновими ґрунтами.

Такі ґрунти характеризуються порівняно низькою ємністю катіонного обміну, що обмежує їхню здатність утримувати поживні елементи. У зв'язку з цим під час проведення будівельних робіт необхідним є організоване відведення

поверхневого стоку, аби запобігти надмірному зволоженню та деградації ґрунтової структури.



Рис. 3.9. Генеральний план ділянки будівництва М 1:500

Структура ландшафтів у зоні розміщення ділянки формується поєднанням поліських природних комплексів із інтенсивно освоєними агро- та урболандшафтами. У складі земель Великодимерської територіальної громади переважає сільськогосподарське використання — рілля, сіножаті та городні ділянки. Це відповідає високому рівню розораності лівобережної частини області, який сягає близько 60 % території. Така структура визначає специфіку антропогенного навантаження на природні комплекси та формує умови взаємодії між природними й господарськими компонентами ландшафту.

У межах безпосереднього розташування ділянки переважають антропогенно трансформовані ландшафти — забудовані, транспортні, промислові й складські майданчики, меліоративні канали, — які в сукупності формують більшу частину сучасного ландшафтного середовища громади.

Природні або умовно природні комплекси представлені сосново-березовими лісами Київського Полісся однак, їхня частка є суттєво меншою, ніж антропогенних агроландшафтів.

Транспортний чинник для цієї ділянки є визначальним: проходження магістралі М-01/Е95 на відстані менше ніж 20 м від межі будівельного майданчика створює зону підвищеного еколого-геохімічного навантаження, для якої у працях з еколого-геохімічної оцінки придорожніх територій Київського Полісся зафіксовано збільшення вмісту рухомих форм Pb, Zn, Cu у верхньому горизонті ґрунту порівняно з фоновими майданчиками [113]. Це свідчить про формування техногенно навантаженого геохімічного бар'єра в приузбічних смугах ландшафту.

У випадку розміщення нових виробничих чи складських об'єктів на цій території необхідно передбачити систематичний моніторинг ґрунтів і поверхневого стоку з метою контролю вмісту важких металів та нафтопродуктів.

Клімат території помірно континентальний із відносно теплим літом і помірно холодною зимою. Середньорічна температура повітря становить +7,4 °С, середня температура січня – мінус 5,8 °С, липня – +19,1 °С, середньорічна кількість опадів – 620–650 мм, безморозний період триває 175–190 діб [61]. Для території характерне чергування атмосферного зволоження й короткочасних періодів літньої посухи, що впливає на умови міграції сполук важких металів у ґрунтовому профілі.

Територія належить до басейну річки Трубіж — правої притоки Дніпра. Ґрунтові води залягають на глибині 2,5–4,0 м, мають гідрокарбонатно-кальцієвий склад і слабку мінералізацію (до 0,6 г/дм³) [45]. Поверхневі стоки спрямовані на південний схід, що забезпечує природне дренажування ділянки та мінімізує ризик застійного перезволоження.

Рослинність території представлена похідними угрупованнями березово-вільхових, грабово-дубових і лучно-болотних фітоценозів, типовими для перехідної смуги між Поліссям і Лісостепом. Серед фауни переважають види, адаптовані до урбанізованих біотопів – *Erinaceus europaeus*, *Lepus europaeus*, *Corvus cornix*, *Parus major*.

Об'єкт дослідження №3 знаходиться в с. Великий Житин, Рівненська область (географічні координати 50°39'21.4" пн. ш.; 26°18'48.0" сх. д.). Ділянка будівництва розташована в північній частині с. Великий Житин, Шпанівської об'єднаної територіальної громади, на північний-схід від міста Рівне. Ділянка межує з автомобільною дорогою державного значення Р-05 (Городище – Сарни – Рівне – Старокостянтинів), що обумовлює придорожний техногенний вплив на верхній (0–25 см) шар ґрунту.

Згідно з фізико-географічним районуванням територія ділянки належить до Волинської височинної області Західноукраїнського краю зони широколистих лісів України [60]. Ці положення зафіксовані в «екологічному паспорті Рівненської області за 2021 р.» та в узагальнених матеріалах щодо ґрунтового покриття області [42].

Рельєф ділянки та прилеглої території має вирівняно-хвилястий характер, із амплітудою відносних висот 0,8–1,2 м у західній частині. Геологічну основу становлять водно-льодовикові відклади верхнього плейстоцену, представлені делювіальними суглинками та пісками.

Ґрунтовий покрив у межах ділянки представлений малогумусними чорноземами, дерново-підзолистими та сірими лісовими ґрунтами (Albic Luvisols, Phaeozems). Вони сформовані на лесовидних суглинках та водно-льодовикових відкладах [1], що визначає їхні фізико-хімічні властивості, водний режим та потенціал для використання у господарських і будівельних цілях.

Потужність гумусового горизонту дерново-підзолистих ґрунтів становить 0,18–0,30 м (на окультурених землях – до 0,40–0,50 м), вміст гумусу – 2–3 %, ємність катіонного обміну – 5–15 ммоль*екв/100 г ґрунту, реакція ґрунтового розчину — кисла або слабкокисла (pH 3,5–5,5).

Такі ґрунти мають помірну просадковість ($\epsilon_{sl} \approx 0,008 \div 0,015$) та модуль загальної деформації на рівні 7–12 МПа, що вимагає виконання попереднього ущільнення основи під час виконання земляних робіт з улаштування основи під фундаменти. Кислотність ґрунтового розчину становить (pH < 4,8).

Клімат території має помірно континентальний характер із чітко вираженою сезонністю. Середньорічна температура становить +7,8 °С, середня температура січня — –3,9 °С, липня — +17,8 °С. Річна кількість опадів знаходиться в межах 650–700 мм, а тривалість безморозного періоду сягає 190–200 діб [26]. Сукупність цих показників визначає територію як сприятливу для проведення будівельно-монтажних робіт протягом більшої частини року, забезпечуючи стабільні умови для функціонування інженерних споруд.

Ландшафтна структура північно-східної околиці м. Рівне поєднує природні та антропогенно змінені геосистеми. Природні елементи представлені вільшняками у зниженнях, дубово-грабовими насадженнями, прибережно-заплавними луками вздовж річки Устя та окремими ставково-болотними ділянками. Антропогенні ландшафти охоплюють орні землі, сінокоси, пасовища, присадибні ділянки та території з транспортною, виробничою й соціально-побутовою інфраструктурою. Урболандшафти сформовані житловою та промисловою забудовою, а також складськими й логістичними комплексами у придорожніх смугах східної приміської зони.

У геоморфологічному відношенні досліджувана територія розташована в межах Волино-Подільської височини, саме в підобласті хвилясто-горбистої височини Рівненського плато. За результатами морфологічного аналізу топографічних планів і дешифрування матеріалів з відкритих картографічних

сервісів, природні ландшафти в межах буферної зони навколо ділянки займають орієнтовно 35–40 % площі, антропогенно змінені – 45–50 %, урбанізовані – 10–15 %. Співвідношення засвідчує поступову редукцію природних комплексів і фрагментацію зелених масивів під впливом розширення міської забудови, що відповідає загальній тенденції трансформації поліських рівнинних ландшафтів у зоні урбанізації північно-західної України [69].

Безпосередня близькість ділянки до автомобільної дороги Р-05 (20 м) спричиняє локальне техногенне навантаження, що проявляється у підвищенні вмісту рухомих форм Pb, Zn та Cu в поверхневому шарі ґрунту. Такі закономірності підтверджено результатами еколого-геохімічних досліджень придорожніх територій північно-західних областей України [82]. Схема відбору зразків ґрунту на ділянці представлена на рисунку 3.10.



Рис. 3.10. Схема відбору зразків ґрунту на ділянці будівництва в с. Великий Житин

Об'єкт дослідження №4 знаходиться в м. Надвірна, Івано-Франківська область (географічні координати 48°38'57.5" пн. ш.; 24°35'29.2" сх. д.). Ділянка

будівництва розташована на південно-західній околиці міста Надвірна Івано-Франківської області. На відстані близько 100 м від ділянки проходить автомобільна дорога територіального значення Т-09-06 Івано-Франківськ – Надвірна, що визначає транспортно-техногенний вплив на прилеглі ґрунтові горизонти. Територія будівництва розміщена у передгірній частині Українських Карпат, на правобережній терасі річки Бистриця Надвірнянська – правої притоки Дністра, довжина якої становить 94 км, а площа басейну – 1 580 км² [43].

За ландшафтно-географічними умовами Південно-західна околиця Надвірної належить до Передкарпатської височинної області Карпатсько-Українського гірсько-лучно-лісового краю Карпатської гірської країни, характерної хвилястим передгірним рельєфом, різноманітністю морфоскульптур та наявністю густої ерозійно-долинної мережі [60]. Ландшафт території формується терасованою долиною річки Бистриця Надвірнянська та прилеглими передгірними схилами, орієнтованими у напрямку масиву Горган. Передгірні схили складені флішовими відкладами та характеризуються зсувними процесами [34]. На лівому березі Бистриці розташовані приміські вершини Городище (522 м) та Скала (584 м). Урбанізована забудова південно-західної частини міста безпосередньо межує з правобережною терасою річки [38].

У південно-західній частині Надвірної схили вирізняються активним розвитком делювіальних процесів та значною вразливістю до надмірного зволоження. Тут зафіксовано ділянки зі схильністю до зсувів, що пояснюється глинисто-алевритовим складом флішових порід у поєднанні з великим обсягом річного стоку [37]. Морфометричні особливості місцевості — перепад висот між терасами та сусідніми вершинами понад 200 м — створюють умови для посиленого поверхневого стоку, утворення ерозійних форм і розвитку зсувних явищ.

Рельєф території формується нижньою та середньою терасами річкової системи разом із прилеглими передгірними схилами. Тераси складені піщано-гравійними алювіальними відкладами пізнього неоплейстоцену та голоцену. У межах ділянки рельєф має спокійний характер, а амплітуда відносних висот не перевищує 0,1–0,4 м [59].

Геологічно ділянка належить до Передкарпатського прогину – геоструктури, заповненої моласами та флішовими товщами палеоген-міоценового віку. Флішові товщі представлені пісковиками, алевролітами й аргілітами, що мають складчасто-насунуту будову [34].

Геофізичні дослідження вказують на наявність локальних розломів і зон розущільнення, що визначає підвищену сейсмогеодинамічну активність території [59]. Ґрунтовий покрив ділянки представлений бурими лісовими ґрунтами на схилах та алювіальними лучними ґрунтами на терасах річки. За регіональними даними, ступінь еродованості ґрунтів Передкарпаття досягає 10–40 %, залежно від рельєфу та антропогенного навантаження.

Бурі ґрунти розвиваються на глинисто-алевритових відкладах і відзначаються високою водопроникністю, через що вони легко піддаються перезволоженню. Алювіальні ґрунти, навпаки, мають значну частку піску та гравію, що робить їх нестійкими до гідродинамічних змін і зумовлює підвищену чутливість до впливу поверхневих та ґрунтових вод.

Гідрографічно ділянка належить до басейну річки Бистриця Надвірнянська, яка є правою притокою річки Дністер [43]. Річка має гірсько-рівнинний режим, різкі паводкові хвилі та значні сезонні коливання рівня води. Ґрунтові води залягають на глибині 4–6 м, мають слабомінералізований склад.

Рослинний покрив ділянки складається з фрагментів лучно-рудеральних та заплавних угруповань, властивих урбанізованим екотонам Передкарпаття. Основу флори становлять види рудерального та лучного типу, доповнені окремими чагарниковими формаціями, що трапляються на заплавах і терасах

річки Бистриця Надвірнянська. Фауна представлена комплексом видів, характерних для передміських і прибережно-річкових біотопів, серед яких домінують дрібні ссавці. Гідрогеологічні умови Надвірнянського району визначаються залежністю рівнів ґрунтових вод від кількості атмосферних опадів та інфільтраційного режиму, що є типовим для передгірських територій із пухкими алювіальними відкладами на річкових терасах [9].

Клімат території є помірно континентальним, із середньорічними температурними показниками від -5 до -1 °C у січні та від $+17$ до $+19$ °C у липні. Річна сума опадів перевищує 700 мм, при цьому їхній максимальний обсяг припадає на червень–серпень [26]. Значна кількість опадів у поєднанні з глинисто-алевритовими відкладами сприяє розвитку ерозійних і зсувних процесів та підвищенню рівнів підземних вод.

Будівельний майданчик розташований у межах території на якій техногенне навантаження формується викидами нафтопереробного заводу, діяльністю деревообробного комбінату та транспортними викидами автомобільної дороги Т-09-06 Івано-Франківськ – Надвірна, що пролягає на відстані близько 100 м від ділянки.

Комплексний вплив перелічених джерел призводить до потрапляння у ґрунтове середовище різноманітних забруднювальних компонентів. Серед них — вуглеводні, поліциклічні ароматичні сполуки (ПАВ), фенольні речовини, формальдегід, важкі метали, хлориди протиожеледних реагентів, техногенний пил, а також мікрочастинки шин і абразивних матеріалів.

Нафтопереробні підприємства є одним із провідних джерел забруднення ґрунтів нафтовими вуглеводнями та ПАВ у межах Карпатського регіону [74]. У зонах впливу НПЗ встановлено підвищені концентрації з вуглеводнів та інших ПАВ у горизонтах 0–10 см, а також накопичення важких металів – нікелю (Ni), ванадію (V), свинцю (Pb), цинку (Zn) та міді (Cu) [104]. Накопичення вуглеводнів та ПАВ призводить до зміни окисно-відновного режиму ґрунтів,

модифікації гумусового профілю та пригнічення мікробіологічної активності, а важкі метали здатні акумулюватися у тонкодисперсній фракції ґрунтів, формуючи стійкий техногенний геохімічний сигнал.

Вплив деревообробного підприємства проявляється у надходженні до ґрунтів формальдегіду, фенолів, смолистих речовин та дрібнодисперсного деревного пилу [54]. Фенольні та альдегідні сполуки легко адсорбуються у верхньому ґрунтовому горизонті та здатні пригнічувати ґрунтові мікроорганізми, знижувати ферментативну активність і порушувати процеси гуміфікації.

Автомобільна дорога є додатковим потужним джерелом впливу. За результатами досліджень придорожніх ґрунтів, у смузі 0–150 м від інтенсивних автошляхів фіксується підвищений вміст Pb, Zn, Cu, Cd, Cr, а також ПАВ і нафтопродуктів, що зумовлено зношуванням шин, гальмівних колодок, дорожнього полотна та неповним згорянням пального [46]. Таким чином, у межах досліджуваної території сформувались техногенно модифіковані ґрунти, для яких характерне комплексне забруднення нафтовими вуглеводнями, ПАВ, фенольними й альдегідними сполуками, важкими металами, хлоридними солями та техногенним пилом.

На рисунку 3.11 представлено ситуаційний план будівельної ділянки із зазначенням точок відбору зразків ґрунту. Відбір здійснювали у трьох просторово диференційованих точках, розташованих відповідно до їхнього положення щодо проїжджої частини автомобільної дороги та меж будівельного майданчика. Метою відбору було виконання агрохімічного аналізу для порівняльної оцінки стану ґрунтів і рівня техногенного навантаження у межах досліджуваної території.



Рис. 3.11. Генеральний план ділянки будівництва в м. Надвірна М 1:500

Об'єкт дослідження №5 знаходиться в с. Бенедиківці, Закарпатська область (географічні координати $48^{\circ}29'27.1''$ пн. ш.; $22^{\circ}34'14.0''$ сх. д.). Досліджувана територія розташована в адміністративній зоні села Бенедиківці, що входить до складу Великолучківської сільської територіальної громади Мукачівського району Закарпатської області. Село знаходиться у межах низинної частини південно-західного сектора району, приблизно за 15 км від міста Мукачево. За топографічними матеріалами й географічними довідниками абсолютні висоти району розміщення ділянки характерні в межах 105–130 м над рівнем моря [13].

Територія у фізико-географічному плані належить до Закарпатської низовинної області Карпатсько-Українського гірсько-лучно-лісового краю Карпатської гірської країни. Для цієї низовини характерне переважання акумулятивних рівнинних форм рельєфу, сформованих алювіальними відкладами річкових систем середнього Потисся [60]. Морфологічна структура місцевості не має ознак глибокої ерозійної розчленованості, властивої передгірним частинам Карпат, натомість вирізняється рівнинною поверхнею з мінімальними коливаннями відносних висот. У геоморфологічному відношенні

досліджувана ділянка приурочена до лівої надзаплавної тераси річки Уж. Поверхня ділянки рівна, абсолютні відмітки становлять 111,70–111,80 м.

Ґрунтотвірні породи околиць Бенедиківців структурно належать до алювіальних і делювіальних суглинків та супісків, що є типовими для Латорицької низовини. Аналогічна літогенетична характеристика зафіксована в межах сусіднього села Великі Лучки, де описано потужні алювіальні товщі суглинків четвертинного віку [51]. Подібність літологічної будови та геологічного фундаменту підтверджена регіональними схемами стратиграфії низинної частини Закарпаття.

Геологічний розріз ділянки будівництва представлений:

ІГЕ 1 – Насипний ґрунт;

ІГЕ 2 – Суглинок тугопластичний;

ІГЕ 3 – Глина тугопластична;

ІГЕ 4 – Суглинок м'якопластичний;

ІГЕ 5 – Пісок пилюватий.

Ґрунтовий покрив території представлений дерновими, слабогумусними суглинковими ґрунтами та їх лучними різновидами, поширеними в умовах низинного рельєфу та помірного зволоження Закарпатської рівнини. У знижених мікрорельєфних формах трапляються оглеєні горизонти, що відзначаються сезонними перепадами вологості. Територія ділянки – підтоплювана.

Агровиробниче групування ґрунтів Закарпатської області підтверджує поширеність саме цих типів ґрунтів у межах сільськогосподарсько освоєної частини Мукачівського району [68]. Механічний склад поверхневих горизонтів переважно супіщаний або легкосуглинковий.

Ландшафт території за типологічними ознаками належить до агроландшафтної підзони Закарпатської низовини. Основу землекористування становлять рілля, сіножаті, пасовища та присадибні ділянки, які утворюють

мозаїчну структуру сільськогосподарських угідь у межах сільської місцевості. Природні та напівприродні комплекси збереглися переважно у вигляді лучних і заплавних фітоценозів, що приурочені до невеликих водотоків та меліоративних каналів. Лісові насадження трапляються лише окремими фрагментами як на самій території, так і в суміжних зонах, не утворюючи суцільних масивів.

Клімат території відноситься до помірно теплого типу, що є характерним для Закарпатської низовини. Середньорічна температура повітря становить $+10...+11$ °С, річна кількість опадів коливається в межах 700–800 мм, а безморозний період триває понад 200 діб [26]. Сукупність цих параметрів визначає сезонні коливання вологості ґрунтів та інтенсивність водного режиму, що суттєво впливає на умови землекористування та природні процеси території.

Територія належить до басейну річки Латориця, притоки річки Тиса. У межах низинної частини Мукачівського району, включно з околицями Великих Лучок і Бенедиківців, рівень ґрунтових вод зазвичай знаходиться на глибині 2,5–3,5 м залежно від рельєфу та сезонних умов [105]. За даними гідрогеологічних описів Закарпатської низовини, ґрунтові води відзначаються гідрокарбонатно-кальцієвим складом і низькою мінералізацією. Дренаж поверхневих вод визначається локальними ухилами рельєфу та орієнтований у напрямку меліоративних каналів.

Транспортна структура території сформована автомобільними дорогами місцевого значення, що забезпечують транспортні зв'язки між Бенедиківцями, Великими Лучками та Мукачевом. Згідно з регіональними еколого-геохімічними дослідженнями придорожніх територій Закарпатської області, у верхніх горизонтах ґрунтів уздовж автошляхів фіксується накопичення мобільних форм важких металів порівняно з умовно фоновими ділянками [4]. Наведені дані підтверджують загальні закономірності техногенного навантаження транспортних зон низинного Закарпаття, не роблячи при цьому

жодних висновків про фактичний стан ґрунтів конкретної досліджуваної території без проведення аналітичних вимірювань.

Рослинний покрив території розвивається в межах агроландшафтного комплексу та представлений похідними лучними, лучно-болотними й синантропними фітоценозами. Деревно-чагарникові формації зосереджені переважно вздовж меліоративних каналів і в межах селитебної зони. Тваринний світ складається з антропоотолерантних видів, типовим для низинної частини Мукачівського району, що добре пристосовані до умов господарського освоєння та урбанізованого середовища.

На рисунку 3.12 представлено ситуаційний план будівельної ділянки із зазначенням ділянки будівництва.

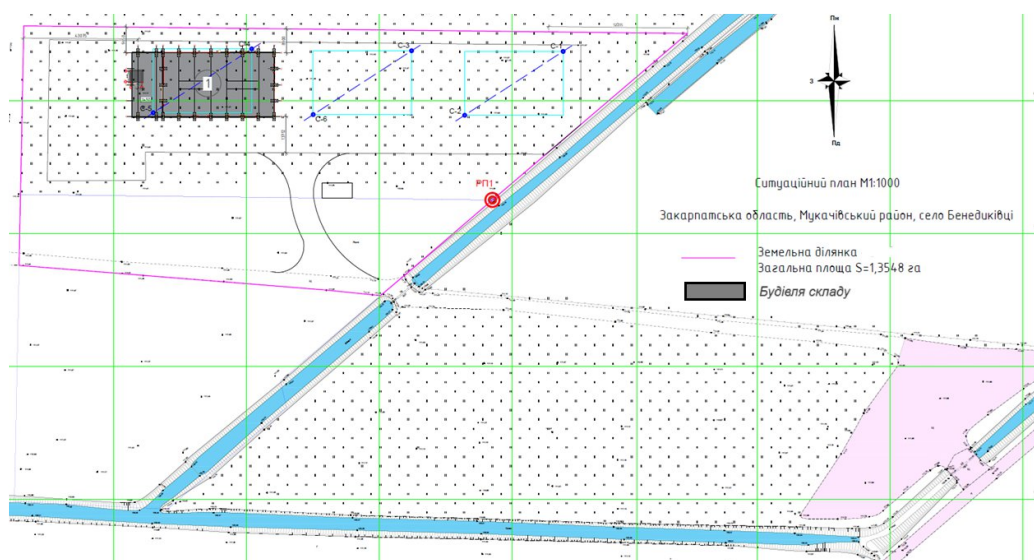


Рис. 3.12. Ситуаційний план території розміщення ділянки будівництва М 1:1000

Карта розміщення усіх п'яти об'єктів дослідження представлена на рисунку 3.13.

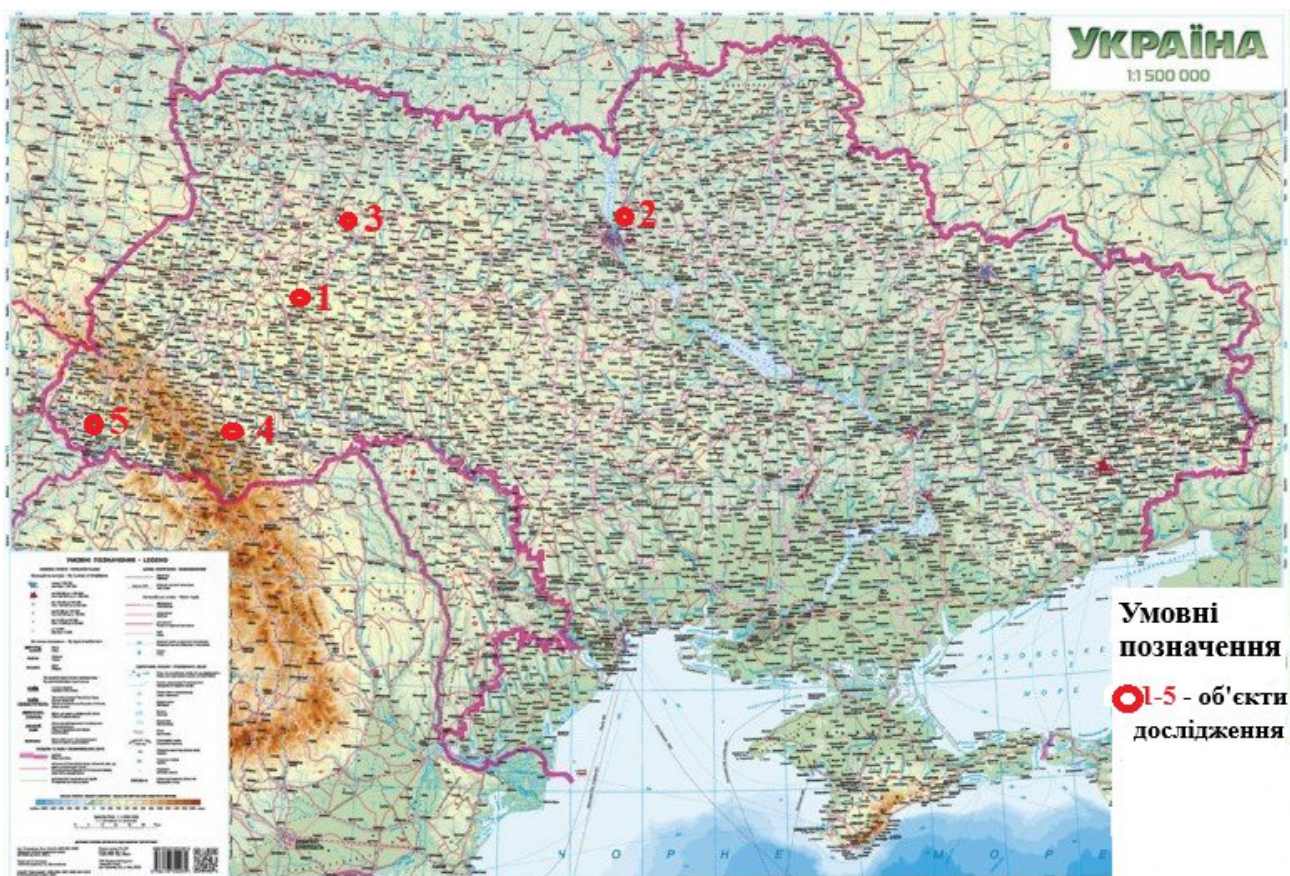


Рис. 3.13. Карта розташування об'єктів дослідження №1-5

Висновки до 3 розділу

1. Конструктивно-географічний підхід, орієнтований на практичне застосування базових положень ландшафтознавства, передбачає таку класифікацію компонентів ландшафту, яка дає змогу оцінити вплив будівельної діяльності на їхній стан та функціонування. З огляду на роль у геосистемі, компоненти доцільно поділяти на такі групи:

- *інертні* – мінеральна частина та рельєф, які становлять фіксовану основу геосистеми;
- *мобільні* – повітряні й водні маси, що виконують транзитні та обмінні функції;
- *активні* – біота, яка забезпечує саморегуляцію, відновлення та стабілізацію геосистеми.

Отже, для нашого дослідження, головною метою якого є зменшення екологічного впливу будівництва на ландшафти, важливим є екологічна оцінка впливу процесу будівництва на кожен з перелічених компонентів.

2. Зважаючи на предметне поле наук про Землю, їхнє головне завдання полягає у дослідженні як окремих компонентів ландшафтів так і усього ландшафтного різноманіття. Відтак, *об'єктами дослідження* нами були обрані території активного техногенезу, пов'язаного з будівельною діяльністю. За результатами досліджень найбільш активного техногенного впливу зазнають такі компоненти природніх ландшафтів як: геологічна будова, ґрунти та окремі елементи гідросфери.

Усі вибрані нами об'єкти розглядались через призму головних завдань нашого дослідження, зокрема серед цих завдань були:

- аналіз головних фізико-географічних умов будівельних майданчиків;
- аналіз віддаленості будівельних майданчиків від населених пунктів та елементів інфраструктури;
- систематичні дослідження (з відбором проб та проведенні хімічних аналізів) інертних компонентів ландшафту – гірської породи та ґрунтів;
- оцінка впливу кожної із стадій будівельного процесу на ландшафтну оболонку;
- детальні дослідження реакції ландшафтних систем на будівельні роботи, зокрема із застосуванням геохімічного аналізу.

3. Головною метою агрохімічного аналізу ґрунтів на обраних об'єктах було дослідження закономірностей розповсюдження окремих хімічних елементів на початкових етапах антропогенізації ландшафтів. Зокрема, в географічних роботах відмічені наступні геохімічні особливості надходження і накопичення в ландшафтах окремих хімічних елементів і сполук: *сірка рухома* (підвищення концентрації пояснюється надходженням сульфатів із пилу цементних і гіпсових матеріалів ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), додатковими джерелами є дорожній пил,

відпрацьовані мастила транспортних засобів, які містять сірковмісні присадки, внесення мінеральних сірковмісних добрив); цинк (Zn) (зростання концентрації Zn у напрямку до зони будівництва пояснюється складуванням та використанням в будівництві оцинкованих металоконструкцій, осіданням придорожного пилу та продуктів стирання шин і гальмівних колодок транспорту); мідь (Cu) (накопичення спостерігається поблизу автодоріг, що пояснюється осіданням гальмівного пилу та аерозолів, які містять сполуки Cu); кобальт (Co) (можливим джерелом надходження кобальту у ґрунти можуть бути лакофарбові покриття з металевих конструкцій або техніки, а також внаслідок спалювання твердого палива та утилізації промислових відходів); марганець (Mn) (накопичується у зоні складування відвалів за рахунок викидів від роботи дизельних двигунів та потрапляння синтетичних мастил в ґрунт); молібден (Mo) (є мікроелементом органічних та біологічних добрив, застосовується як тверде мастило у транспортній та промисловій техніці, а частинки його зношення можуть потрапляти до ґрунтового середовища, зокрема вздовж автомобільних шляхів та поблизу промислових об'єктів); бор (B) (вноситься у ґрунт у складі мікродобрив, використовується у виробництві скла, кераміки, миючих засобів та вогнезахисних матеріалів, спостерігається незначне зростання у відвалах).

4. Досліджувані об'єкти знаходяться в різних локаціях переважно правобережної України. Це - об'єкт №1 (місто Збараж, Тернопільська область); об'єкт №2 (селище Велика Димерка, Київська область); об'єкт №3 (село Великий Житин, Рівненська область); об'єкт №4 (місто Надвірна, Івано-Франківська область); об'єкт №5 (село Бенедиківці, Закарпатська область). Вибір названих об'єктів не мав на меті дотримання певних геопросторових закономірностей. Головна причина вибору регіону дослідження (Правобережна Україна) була обумовлена передусім необхідністю перенесення важливих народногосподарських об'єктів вглиб країни через можливість їх враження

російськими військами. Крім того в післявоєнний час потенціал для вкладення інвестицій в дану територію оцінюється як більш перспективний.

5. Усі об'єкти дослідження (будівельні майданчики №№ 1-5) знаходяться в безпосередній близькості від ядроутворюючих населених пунктів як регіонального так і державного значення (Тернопіль, Київ, Рівне, Івано-Франківськ, Мукачеве). Середній радіус транспортної доступності до об'єктів нашого дослідження, які після введення в експлуатацію виконують переважно інфраструктурні (по відношенню до ядроутворюючих центрів) функції не перевищує 10 км, що в зайве підтверджує дієздатність ротаційної моделі нооекосистем професора Сергія Сонька.

6. На кожному з досліджених об'єктів було здійснено відбір зразків ґрунту, результати хімічного аналізу яких допомогли виявити глибину і різноманітність впливу будівельної галузі на ландшафти даної території. Зокрема, на кожному об'єкті зразки ґрунту були відібрані в трьох точках: безпосередньо на місці споруджуваного об'єкту, в 50-ти метрах від будівельного майданчика та з ґрунтової скриші, яка вилучена під час риття котловану. Така локація відбору ґрунтових зразків дозволить встановити ступінь трансформації інертних компонентів ландшафту на різних стадіях його антропогенного перетворення. Крім цього сумісний геопросторовий аналіз будівельних об'єктів та їхнього оточення дасть змогу встановити головні закономірності переміщення і накопичення окремих поліутантів.

РОЗДІЛ 4. ОЦІНКА ПОРУШЕННЯ ВЗАЄМОДІЇ ІНЕРТНИХ ТА ЖИВИХ КОМПОНЕНТІВ ЛАНДШАФТУ ПРИ РОБОТІ БУДІВЕЛЬНОЇ ГАЛУЗІ

Відбір зразків ґрунту проводили відповідно до вимог ДСТУ 7948:2015 [35], (рис. 4.1.) а також Методичних рекомендацій з відбору та підготовки ґрунтових зразків, розроблених Інститутом ґрунтознавства та агрохімії ім. О. Н. Соколовського НАН України [22] [ДОДАТОК И].



Рис.4.1. Змішана об'єднана ґрунтова проба (фото Івана Зеленчука, березень 2025р.)

4.1. Зведені результати аналізів ґрунтів досліджуваних ділянок

Об'єкт №1. м.Збараж, Тернопільська область. Відбір здійснювали з глибини 25–30 см, що відповідає орному горизонту, у межах якого зосереджена основна частка гумусованої речовини та спостерігається максимальна концентрація рухомих сполук елементів живлення. Для одержання репрезентативного матеріалу формували змішану об'єднану пробу з п'яти локальних прикопів, розташованих по діагоналі ділянки. Із кожного прикопу

відбирали вертикальний зріз стінки ямки, охоплюючи шар від 0 до 25 см. Відібраний матеріал об'єднували в ємність, ретельно перемішували та відбирали приблизно 0,5 кг однорідної суміші для лабораторного аналізу. Проби маркували із зазначенням номера точки відбору, координат GPS-положення та умов відбору.

Після доставки до лабораторії зразки висушували до повітряно-сухого стану, подрібнювали й просіювали крізь сито з діаметром отворів 1 мм. Агрохімічні показники визначали згідно з [64] із застосуванням стандартних фотометричних, потенціометричних і титриметричних методів.

Результати агрохімічного аналізу наведено в зведеній таблиці 4.1., де подано узагальнені показники для трьох точок відбору: фоновій зони (50 м від будівельного майданчика), відвалу ґрунту та центральної частини будівельного майданчика. Графічне порівняння одержаних значень дало змогу оцінити просторову мінливість основних агрохімічних параметрів і встановити характер впливу будівельних робіт та транспортного навантаження на ґрунтове середовище, рисунок 4.2.

Згідно результатів агрохімічного аналізу ґрунту, що наведені таблиці 4.1., та на рис.4.2. спостерігаємо найвищий рівень марганцю, бору та молібдену зафіксовано у відвалі ґрунту, що спричинено роботою викидами димових газів від дизельних двигунів важкої автомобільної та тракторної техніки в процесі виконання земляних робіт для влаштування котлованів і планування території будівельного майданчика.

Найбільший вміст цинку кобальту та міді виявлено на будівельному майданчику, що пов'язано з зі складуванням та використанням на будівельному майданчику оцинкованих металоконструкцій основного та другорядного каркасів будівель, а також виконання робіт із підготовки армокаркасів з подальшими бетонними роботами.

Таблиця 4.1.

Зведені результати агрохімічного аналізу ґрунту по досліджуваній ділянці м. Збараж, Тернопільська область

Показник	Одиниця виміру	Локація відбору проби			Метод контролювання
		50 м. від будівельного майданчику	Відвал ґрунту	На будівельному майданчику	
Азот нітратний	мг/кг	15.1	16.2	13.2	ДСТУ 7863:2015
Азот лужногідролізований	мг/кг	110	98	112	ДСТУ 4729:2007
Фосфор рухомий (по Чірікову)	мг/кг	379	388	330	ДСТУ 4405:2005
Калій рухомий (по Чірікову)	мг/кг	246	236	245	ДСТУ 4405:2005
Органічна речовина	%	8.3	6.6	5.2	ДСТУ 8347:2015
pH водної витяжки		8.0	8.0	8.0	МВВ 14:2025
pH сольової витяжки		7.1	7.2	7.0	МВВ 14:2025
Засоленість загальна	мг/100г	54	57	64	ДСТУ 7632:2014
Питома електропровідність	мСм/см	0.08	0.11	0.09	ДСТУ 8348:2015
Гідролітична кислотність	ммоль*екв/100 г	0.35	0.37	0.55	МВВ 13:2025
Сума увібраних основ	ммоль*екв/100 г	24	30	26	ДСТУ 7627:2014
Сірка рухома	мг/кг	3.2	2.2	3.1	ДСТУ 8346:2015
Кальцій обмінний	ммоль*екв/100 г	16.3	17.0	13.5	ДСТУ 75-37:2014
Магній обмінний	ммоль*екв/100 г	1.1	0.75	1.0	ГОСТ 27821-8
Цинк	мг/кг	1.80	2.0	2.15	ДСТУ EN 16170:2022

Цинк	мг/кг	1.80	2.0	2.15	ДСТУ EN 16170:2022
Мідь	мг/кг	1.010	1.02	1.580	ДСТУ EN 16170:2022
Кобальт	мг/кг	0.48	0.57	1.04	ДСТУ EN 16170:2022
Марганець	мг/кг	14.23	64.31	19.320	ДСТУ EN 16170:2022
Молибден	мг/кг	0.025	0.05	0.047	ДСТУ EN 16170:2022
Бор	мг/кг	2.02	2.62	2.44	ДСТУ EN 16170:2022
Хлориди	ммоль*екв/100 г	0.12	0.20	0.14	ДСТУ 7908:2015
Карбонати	ммоль*екв/100 г	0	0	0	ДСТУ 7943:2015
Бікарбонати	ммоль*екв/100 г	0.4	0.42	0.3	ДСТУ 7943:2015
Сульфати	ммоль*екв/100 г	0.11	0.17	0.59	ДСТУ 7009:2015
Натрій	ммоль*екв/100 г	0.09	0.09	0.12	ДСТУ 7945:2015
Калій	ммоль*екв/100 г	0.05	0.05	0.06	ДСТУ 7944:2015
Кальцій	ммоль*екв/100	0.45	0.55	0.45	ДСТУ

Загальна тенденція розповсюдження основних хімічних елементів (рис. 4.2.), що спостерігається і на фоновій ділянці (50 м від майданчика) пояснюється нами тим фактом, що прилеглі території являють собою сільськогосподарські угіддя, на яких для обробітку ґрунту так само застосовувалась важка авто-тракторна техніка. Власне, саме тому графік наявності хімічних елементів у скирші (оранжева лінія) знаходиться посередині.

Об'єкт №2. Селище Велика Димерка, Київська область. Відбір здійснювали в весняно-літній період з горизонту глибиною 25–30 см у межах якого спостерігається максимальна концентрація рухомих сполук елементів живлення. Для одержання репрезентативного матеріалу формували змішану об'єднану пробу з п'яти локальних прикопів, розташованих по діагоналі ділянки. Із кожного прикопу відбирали вертикальний зріз стінки ямки, охоплюючи шар від 0 до 25 см.

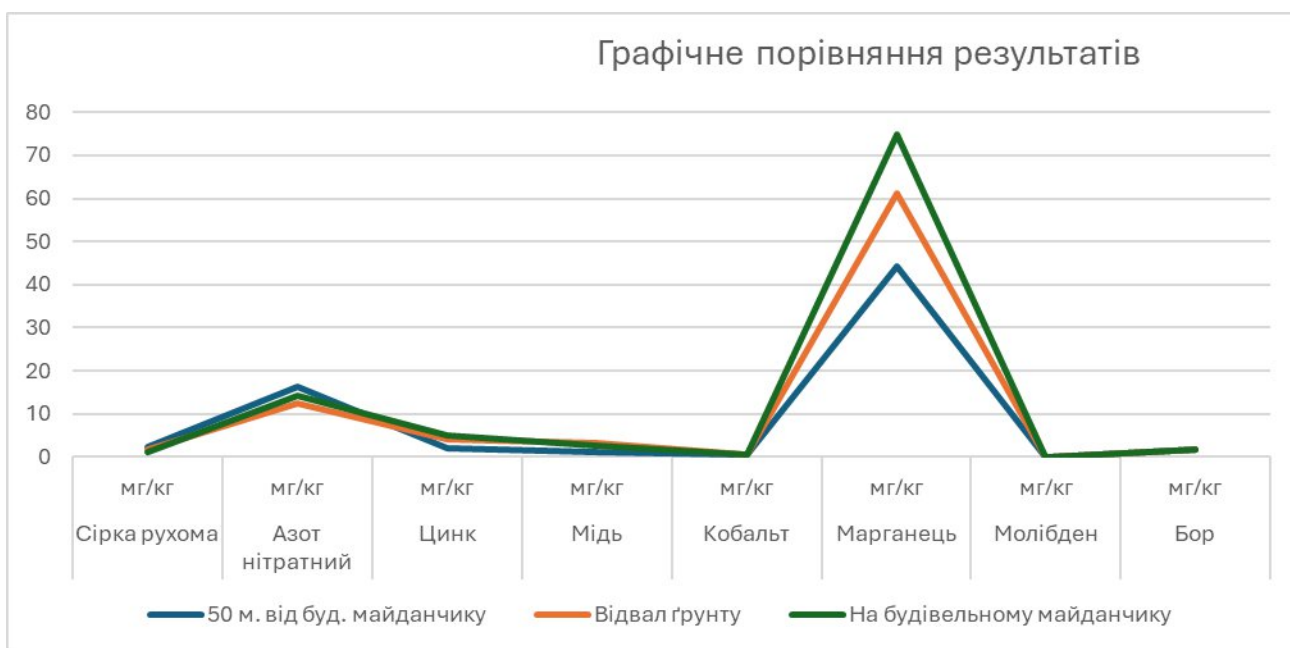


Рис.4.2. Зведений графік результатів агрохімічного аналізу ґрунту по будівельному майданчику м. Збараж

Відібраний матеріал об'єднували в ємність, ретельно перемішували та відбирали приблизно 0,5 кг однорідної суміші для лабораторного аналізу. Проби маркували із зазначенням номера точки відбору, координат GPS-положення та умов відбору.

Після доставки до лабораторії зразки висушували до повітряно-сухого стану, подрібнювали й просіювали крізь сито з діаметром отворів 1 мм. Агрохімічні показники визначали згідно з [35] із застосуванням стандартних фотометричних, потенціометричних і титриметричних методів.

Результати агрохімічного аналізу наведено в зведеній таблиці 4.2., де подано значення для трьох точок відбору, а саме: фоновій зони (50 м від будівельного майданчика), відвалу ґрунту та центральної частини будівельного майданчика.

Графічне порівняння (рисунок 4.3.), одержаних значень дало змогу оцінити просторову мінливість основних агрохімічних параметрів і встановити характер

впливу будівельних робіт та транспортного навантаження на ґрунтове середовище.

Таблиця 4.2.

Зведені результати агрохімічного аналізу ґрунту по досліджуваній ділянці в селищі Велика Димерка, Київська область

Показник	Одиниця виміру	Локація відбору проби			Метод контролювання
		50 м. від будівельного майданчику	Відвал ґрунту	На будівельному майданчику	
Азот нітратний	мг/кг	10.5	6.8	36.3	ДСТУ 7863:2015
Азот лужногідролізований	мг/кг	63	56	70	ДСТУ 4729:2007
Фосфор рухомий (по Чірікову)	мг/кг	139	165	211	ДСТУ 4405:2005
Калій рухомий (по Чірікову)	мг/кг	63	172	110	ДСТУ 4405:2005
Органічна речовина	%	0.9	2.6	1.9	ДСТУ 8347:2015
рН водної витяжки		5.5	8.2	4.7	МБВ 14:2025
рН сольової витяжки		4.5	7.7	3.7	МБВ 14:2025
Засоленість загальна	мг/100г	33	52	86	ДСТУ 7632:2014
Питома електропровідність	мСм/см	0.06	0.07	0.12	ДСТУ 8348:2015
Гідролітична кислотність	ммоль*екв/100 г	5.03	0.2	6.69	МБВ 13:2025
Сума увібраних основ	ммоль*екв/100 г	4	9	8	ДСТУ 7627:2014
Сірка рухома	мг/кг	1.0	2.5	1.9	ДСТУ 8346:2015
Кальцій обмінний	ммоль*екв/100 г	2.5	6.5	2.3	ДСТУ 75-37:2014
Магній обмінний	ммоль*екв/100 г	0.75	1.50	0.25	ГОСТ 27821-88
Цинк	мг/кг	0.930	0.46	1.930	ДСТУ EN 16170:2022
Мідь	мг/кг	1.020	0.410	1.590	ДСТУ EN

					16170:2022
Кобальт	мг/кг	0.570	0.150	1.080	ДСТУ EN 16170:2022
Марганець	мг/кг	20.550	24.330	19.780	ДСТУ EN 16170:2022
Молібден	мг/кг	0.030	0.020	0.0420	ДСТУ EN 16170:2022
Бор	мг/кг	1.160	0.360	1.740	ДСТУ EN 16170:2022
Хлориди	ммоль*екв/100 г	0.16	0.20	0.12	ДСТУ 7908:2015
Карбонати	ммоль*екв/100 г	0	0	0	ДСТУ 7943:2015
Бікарбонати	ммоль*екв/100 г	0.10	0.44	0.10	ДСТУ 7943:2015
Сульфати	ммоль*екв/100 г	0.01	0.48	0.53	ДСТУ 7009:2015
Натрій	ммоль*екв/100 г	0.10	0.05	0.13	ДСТУ 7945:2015
Калій	ммоль*екв/100 г	0.04	0.07	0.12	ДСТУ 7944:2015
Кальцій	ммоль*екв/100 г	0.10	0.55	0.30	ДСТУ 7945:2015
Магній	ммоль*екв/100 г	0.15	0.45	0.20	ДСТУ 7945:2015
Сума солей	%	0.02	0.08	0.05	-

Згідно результатів агрохімічного аналізу ґрунту, що наведені таблиці 4.2., та на рис.4.2. найвищий рівень марганцю, зафіксований у відвалі ґрунту, що спричинено роботою викидами димових газів від дизельних двигунів важкої автомобільної та тракторної техніки в процесі виконання земляних робіт для влаштування котлованів і планування території будівельного майданчика. Вміст решти хімічних елементів по усіх точках відбору проб наближається до нульових значень

Загальна тенденція розповсюдження основних хімічних елементів (рис. 4.3.), що спостерігається і на фоновій ділянці (50 м від майданчика) пояснюється нами тим фактом, що прилеглі території являють собою сільськогосподарські угіддя, на яких для обробітку ґрунту так само застосовувалась важка авто-тракторна техніка. Але вміст марганцю у скрипші

дещо перевищує як фонові значення так і вміст марганцю на будівельному майданчику.



Рис. 4.3 Зведений графік результатів агрохімічного аналізу ґрунту по будівельному майданчику в селищі В. Димерка

Таке перевищення ми пояснюємо застосуванням на сільгоспугіддях (до початку будівництва) інтенсивних систем землеробства, притаманних приміській спеціалізації сільського господарства (забезпечення м.Київ). Власне, саме тому графік наявності хімічних елементів у скриші (оранжева лінія) обіймає найвищі значення.

Об'єкт №3. с. Великий Житин, Рівненська область. Відбір здійснювали в весняно-літній період з горизонту глибиною 25–30 см у межах якого спостерігається максимальна концентрація рухомих сполук елементів живлення. Для одержання репрезентативного матеріалу формували змішану об'єднану пробу з п'яти локальних прикопів, розташованих по діагоналі ділянки. Із кожного прикопу відбирали вертикальний зріз стінки ямки, охоплюючи шар від 0 до 25 см. Відібраний матеріал об'єднували в ємність, ретельно перемішували та відбирали приблизно 0,5 кг однорідної суміші для

лабораторного аналізу. Проби маркували із зазначенням номера точки відбору, координат GPS-положення та умов відбору.

Після доставки до лабораторії зразки висушували до повітряно-сухого стану, подрібнювали й просіювали крізь сито з діаметром отворів 1 мм. Агрохімічні показники визначали згідно з [35] із застосуванням стандартних фотометричних, потенціометричних і титриметричних методів. Результати агрохімічного аналізу наведено в зведеній таблиці 4.3., де подано узагальнені показники для трьох точок відбору: фонові зони (50 м від будівельного майданчика), відвалу ґрунту та центральної частини будівельного майданчика. Графічне порівняння одержаних значень дало змогу оцінити просторову мінливість основних агрохімічних параметрів і встановити характер впливу будівельних робіт та транспортного навантаження на ґрунтове середовище, рисунок 4.4.

Таблиця 4.3.

Зведені результати агрохімічного аналізу ґрунту по досліджуваній ділянці в селі Великий Житин, Рівненська область

Показник	Одиниця виміру	Локація відбору проби			Метод контролювання
		50 м. від будівельного майданчика	Відвал ґрунту	На будівельному майданчику	
Азот нітратний	мг/кг	13.5	12.3	16.3	ДСТУ 7863:2015
Азот лужногідролізований	мг/кг	136	105	137	ДСТУ 4729:2007
Фосфор рухомий (по Чірікову)	мг/кг	392	384	398	ДСТУ 4405:2005
Калій рухомий (по Чірікову)	мг/кг	635	603	611	ДСТУ 4405:2005
Органічна речовина	%	8.6	7.5	9.9	ДСТУ 8347:2015
pH водної витяжки		7.5	7.7	7.4	МВВ 14:2025
pH сольової витяжки		7.4	6.9	6.7	МВВ 14:2025

Засоленість загальна	мг/100г	47	53	56	ДСТУ 7632:2014
Питома електропровідність	мСм/см	0.11	0.10	0.12	ДСТУ 8348:2015
Гідролітична кислотність	ммоль*екв/100 г	1.53	0.36	1.96	МВВ 13:2025
Сума увібраних основ	ммоль*екв/100 г	29	36	32	ДСТУ 7627:2014
Сірка рухома	мг/кг	1.3	0.9	1.8	ДСТУ 8346:2015
Кальцій обмінний	ммоль*екв/100 г	7.5	6.8	8.3	ДСТУ 75-37:2014
Магній обмінний	ммоль*екв/100 г	1.75	1.25	1.45	ГОСТ 27821-88
Цинк	мг/кг	6.190	8.130	9.390	ДСТУ EN 16170:2022
Мідь	мг/кг	1.010	0.710	1.095	ДСТУ EN 16170:2022
Кобальт	мг/кг	0.170	0.110	0.180	ДСТУ EN 16170:2022
Марганець	мг/кг	41.710	60.510	56.340	ДСТУ EN 16170:2022
Молібден	мг/кг	0.0430	0.050	0.0480	ДСТУ EN 16170:2022
Бор	мг/кг	0.860	1.050	1.010	ДСТУ EN 16170:2022
Хлориди	ммоль*екв/100 г	0.15	0.14	0.12	ДСТУ 7908:2015
Карбонати	ммоль*екв/100 г	0	0	0	ДСТУ 7943:2015
Бікарбонати	ммоль*екв/100 г	0.510	0.52	0.530	ДСТУ 7943:2015
Сульфати	ммоль*екв/100 г	0.31	0.52	0.53	ДСТУ 7009:2015
Натрій	ммоль*екв/100 г	0.12	0.16	0.13	ДСТУ 7945:2015
Калій	ммоль*екв/100 г	0.34	0.32	0.42	ДСТУ 7944:2015
Кальцій	ммоль*екв/100 г	0.40	0.50	0.50	ДСТУ 7945:2015
Магній	ммоль*екв/100 г	0.15	0.20	0.20	ДСТУ 7945:2015
Сума солей	%	0.06	0.09	0.07	-

Як бачимо з наведеної таблиці 4.3., ґрунтові проби відібрано у трьох точках досліджуваного майданчика будівництва в селі Великий Житин Шпанівської

територіальної громади, а саме: на відстані 50 м від будівельного майданчика; у зоні складування (відвал ґрунту); та безпосередньо на будівельному майданчику.

Згідно результатів агрохімічного аналізу ґрунту, що наведені таблиці 4.3., та на рис.4.3. найвищий рівень марганцю, зафіксований у відвалі ґрунту, що спричинено роботою викидами димових газів від дизельних двигунів важкої автомобільної та тракторної техніки в процесі виконання земляних робіт для влаштування котлованів і планування території будівельного майданчика. Вміст решти хімічних елементів по усіх точках відбору проб наближається до нульових значень, крім цинку, вміст якого виявляє тенденцію до невеликого збільшення по усіх трьох точках відбору проб.

Можливим поясненням цього є той факт, що будівельний майданчик розташований поблизу з автомобільною дорогою державного значення Р-05 (Городище – Сарни – Рівне – Старокостянтинів), що обумовлює придорожній техногенний вплив на верхній (0–25 см) шар ґрунту, зокрема, через надходження у ґрунт (у вигляді відповідних сполук) цинку, який застосовується для антикорозійного покриття кузовів сучасних авто.

Загальна тенденція розповсюдження основних хімічних елементів (рис. 4.3.), що спостерігається і на фоновій ділянці (50 м від майданчика) пояснюється нами тим фактом, що прилеглі території являють собою сільськогосподарські угіддя, на яких для обробітку ґрунту так само застосовувалась важка авто-тракторна техніка.

Але вміст марганцю у скриші дещо перевищує як фонові значення так і вміст марганцю на будівельному майданчику. Таке перевищення ми пояснюємо застосуванням на сільгоспугіддях (до початку будівництва) інтенсивних систем землеробства, притаманних приміській спеціалізації сільського господарства (забезпечення м.Рівне). Власне, саме тому графік наявності хімічних елементів у скриші (оранжева лінія) обіймає найвищі значення.

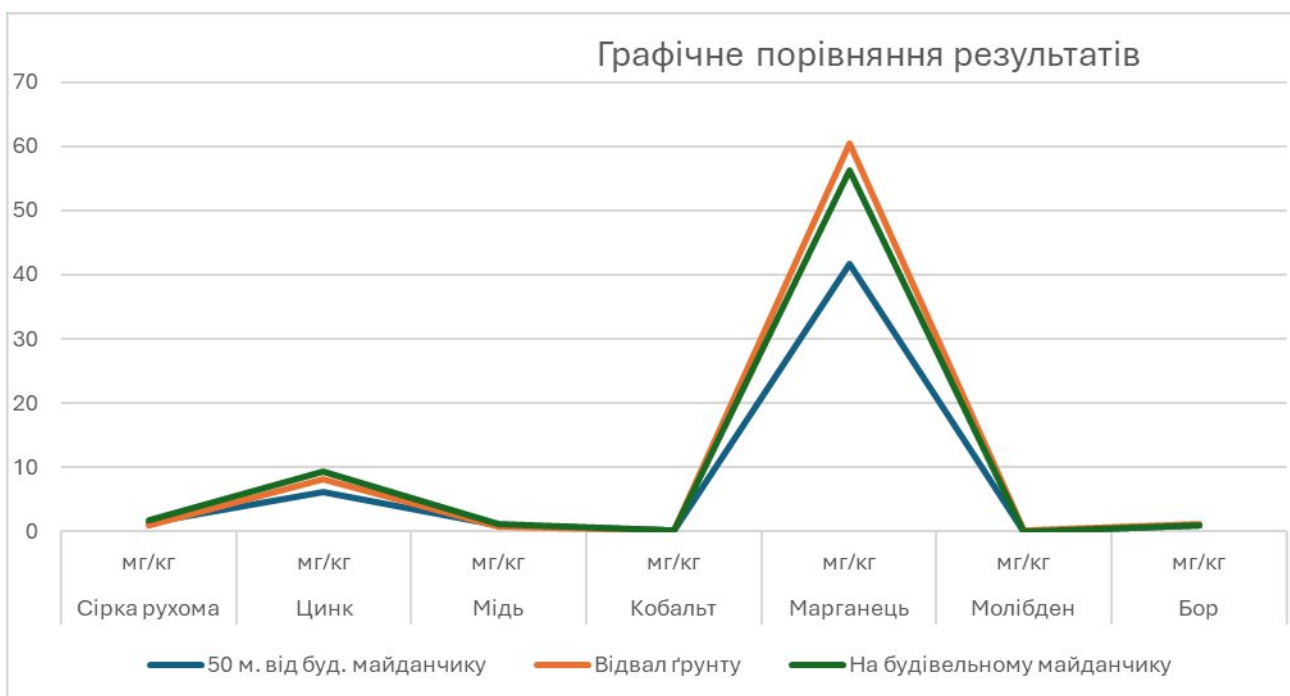


Рис. 4.4. Зведений графік результатів агрохімічного аналізу ґрунту по будівельному майданчику с. Великий Житин

Об'єкт №4. м. Надвірна, Івано-Франківська область. Ділянка будівництва розташована на південно-західній околиці міста Надвірна Івано-Франківської області. Будівельний майданчик розташований у межах території на якій техногенне навантаження формується викидами нафтопереробного заводу, діяльністю деревообробного комбінату та транспортними викидами автомобільної дороги Т-09-06 Івано-Франківськ – Надвірна, що пролягає на відстані близько 100 м від ділянки.

На рисунку 4.5. представлено ситуаційний план будівельної ділянки із зазначенням точок відбору зразків ґрунту. Відбір здійснювали у трьох просторово диференційованих точках, розташованих відповідно до їхнього положення щодо проїжджої частини автомобільної дороги та меж будівельного майданчика. Метою відбору було виконання агрохімічного аналізу для порівняльної оцінки стану ґрунтів і рівня техногенного навантаження у межах досліджуваної території.



Рис. 4.5 Ситуаційна схема розміщення ділянки будівництва М 1:2000

Відбір ґрунтових зразків здійснювали в весняно-літній період з горизонту глибиною 25–30 см у межах якого спостерігається максимальна концентрація рухомих сполук елементів живлення. Для одержання репрезентативного матеріалу формували змішану об'єднану пробу з п'яти локальних прикопів, розташованих по діагоналі ділянки. Із кожного прикопу відбирали вертикальний зріз стінки ямки, охоплюючи шар від 0 до 25 см. Відібраний матеріал об'єднували в ємність, ретельно перемішували та відбирали приблизно 0,5 кг однорідної суміші для лабораторного аналізу. Проби маркували із зазначенням номера точки відбору, координат GPS-положення та умов відбору.

Таблиця 4.4.

Зведені результати агрохімічного аналізу ґрунту по досліджуваній ділянці, що розташована в межах м. Надвірна, Івано-Франківська область

Показник	Одиниця виміру	Локація відбору проби			Метод контролювання
		50 м. від будівельного майданчику	Відвал ґрунту	На будівельному майданчику	

Азот нітратний	мг/кг	7.5	5.8	5.0	ДСТУ 7863:2015
Азот лужногідролізований	мг/кг	205	176	224	ДСТУ 4729:2007
Фосфор рухомий (по Чірікову)	мг/кг	59	65	67	ДСТУ 4405:2005
Калій рухомий (по Чірікову)	мг/кг	369	382	398	ДСТУ 4405:2005
Органічна речовина	%	13.9	10.2	12.6	ДСТУ 8347:2015
pH водної витяжки		7.4	7.4	7.4	MBB 14:2025
pH сольової витяжки		7.0	6.7	6.8	MBB 14:2025
Засоленість загальна	мг/100г	36	30	38	ДСТУ 7632:2014
Питома електропровідність	мСм/см	0.06	0.10	0.08	ДСТУ 8348:2015
Гідролітична кислотність	ммоль*екв/100 г	0.15	0.12	0.16	MBB 13:2025
Сума увібраних основ	ммоль*екв/100 г	11	19	14	ДСТУ 7627:2014
Сірка рухома	мг/кг	3.9	3.2	3.7	ДСТУ 8346:2015
Кальцій обмінний	ммоль*екв/100 г	18.5	12.5	15.3	ДСТУ 75-37:2014
Магній обмінний	ммоль*екв/100 г	4.5	2.75	3.50	ГОСТ 27821-88
Цинк	мг/кг	2.930	3.680	3.970	ДСТУ EN 16170:2022
Мідь	мг/кг	1.010	1.290	1.270	ДСТУ EN 16170:2022
Кобальт	мг/кг	0.370	0.550	0.690	ДСТУ EN 16170:2022
Марганець	мг/кг	52.550	83.430	74.780	ДСТУ EN 16170:2022
Молібден	мг/кг	0.055	0.075	0.060	ДСТУ EN 16170:2022
Бор	мг/кг	2.120	2.65	2.45	ДСТУ EN 16170:2022
Хлориди	ммоль*екв/100 г	0.14	0.17	0.16	ДСТУ 7908:2015
Карбонати	ммоль*екв/100 г	0.00	0.00	0.00	ДСТУ 7943:2015
Бікарбонати	ммоль*екв/100 г	0.30	0.40	0.34	ДСТУ 7943:2015

Сульфати	ммоль*екв/100 г	0.06	0.10	0.09	ДСТУ 7009:2015
Натрій	ммоль*екв/100 г	0.08	0.09	0.09	ДСТУ 7945:2015
Калій	ммоль*екв/100 г	0.05	0.07	0.08	ДСТУ 7944:2015
Кальцій	ммоль*екв/100 г	0.35	0.25	0.30	ДСТУ 7945:2015
Магній	ммоль*екв/100 г	0.20	0.25	0.20	ДСТУ 7945:2015
Сума солей	%	0.04	0.03	0.04	-

Після доставки до лабораторії зразки висушували до повітряно-сухого стану, подрібнювали й просіювали крізь сито з діаметром отворів 1 мм. Агрохімічні показники визначали згідно з [35] із застосуванням стандартних фотометричних, потенціометричних і титриметричних методів.

Результати агрохімічного аналізу наведено в зведеній таблиці 4.4., де подано значення для трьох точок відбору, а саме: фонові зони (50 м від будівельного майданчика), відвалу ґрунту та центральної частини будівельного майданчика.

Графічне порівняння (рисунок 4.6.), одержаних значень дало змогу оцінити просторову мінливість основних агрохімічних параметрів і встановити характер впливу будівельних робіт та транспортного навантаження на ґрунтовий компонент антропогенно зміненого ландшафту.

Загальна тенденція розповсюдження хімічних елементів на об'єкті №4 подібна до об'єкту №2 (Велика Димерка). Згідно результатів агрохімічного аналізу ґрунту, що наведені таблиці 4.4., та на рис.4.5. найвищий рівень марганцю, зафіксований у відвалі ґрунту, що спричинено роботою викидами димових газів від дизельних двигунів важкої автомобільної та тракторної техніки в процесі виконання земляних робіт для влаштування котлованів і планування території будівельного майданчика. Вміст решти хімічних елементів по усіх точках відбору проб наближається до нульових значень.

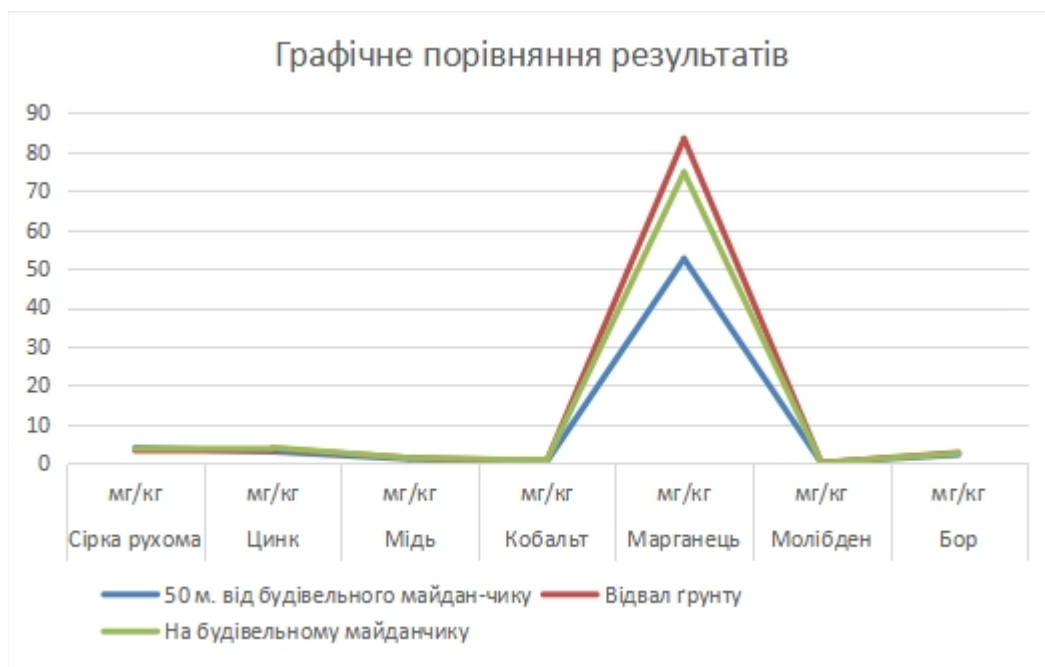


Рис. 4.6. Зведений графік результатів агрохімічного аналізу ґрунту по будівельному майданчику в м. Надвірна.

Загальна тенденція розповсюдження основних хімічних елементів (рис. 4.6.), що спостерігається і на фоновій ділянці (50 м від майданчика) пояснюється нами тим фактом, що прилеглі території являють собою сільськогосподарські угіддя, на яких для обробітку ґрунту так само застосовувалась важка авто-тракторна техніка. Але вміст марганцю у скриші дещо перевищує як фонові значення так і вміст марганцю на будівельному майданчику. Таке перевищення ми пояснюємо застосуванням на сільгоспугоддях (до початку будівництва) інтенсивних систем землеробства. Власне, саме тому графік наявності хімічних елементів у скриші (оранжева лінія) обіймає навищі значення.

Об'єкт №5. с. Бенедиківці, Великолучківська сільська територіальна громада Мукачівський район Закарпатська область. Відбір здійснювали у

весняно-літній період із горизонту 25–30 см, який відповідає орному шару, у межах якого характерне накопичення рухомих форм мікроелементів та основних елементів живлення [24]. З метою одержання репрезентативної проби формували об'єднану змішану вибірку із п'яти локальних прикопів, розміщених по діагоналі ділянки. Із кожного прикопу відбирали вертикальний зріз стінки ямки в інтервалі 0–25 см. Зібраний матеріал об'єднували в ємність, перемішували до однорідного складу та відбирали приблизно 0,5 кг зразка для лабораторних визначень.

Проби маркували із зазначенням індексу точки, координат GPS-фіксації та супровідних польових характеристик. Після доставки до лабораторії зразки висушували до повітряно-сухого стану, подрібнювали та просіювали крізь сито з діаметром комірок 1 мм відповідно до чинних методичних вимог.

Агрохімічні показники визначали згідно з [35] із застосуванням фотометричних, потенціометричних і титриметричних методів аналізу. Узагальнені результати подано у таблиці 4.5. для трьох локалізацій: фоновій зони (50 м від будівельного майданчика), відвалу ґрунту та центральної частини будівельного майданчика.

Порівняння концентрацій елементів між зазначеними локаціями дало можливість оцінити просторову варіабельність агрохімічних характеристик і встановити особливості впливу будівельної діяльності та транспортного навантаження на хімічний стан ґрунтового середовища (рис. 4.7.).

Таблиця 4.5.

Зведені результати агрохімічного аналізу ґрунту на досліджуваній ділянці, розташованій у межах села Бенедиківці Мукачівського району

Показник	Одиниця виміру	Локація відбору проби			Метод контролювання
		50 м. від будівельного майданчика	Відвал ґрунту	На будівельному майданчику	
Азот нітратний	мг/кг	1.7	1.4	1.5	ДСТУ

					7863:2015
Азот лужногідролізований	мг/кг	65	47	56	ДСТУ 4729:2007
Фосфор рухомий (по Чірікову)	мг/кг	49	41	33	ДСТУ 4405:2005
Калій рухомий (по Чірікову)	мг/кг	206	188	200	ДСТУ 4405:2005
Органічна речовина	%	9.9	8.0	7.2	ДСТУ 8347:2015
pH водної витяжки		7.7	7.7	7.7	MBV 14:2025
pH сольової витяжки		6.1	6.5	6.0	MBV 14:2025
Засоленість загальна	мг/100г	18	20	22	ДСТУ 7632:2014
Питома електропровідність	мСм/см	0.03	0.04	0.03	ДСТУ 8348:2015
Гідролітична кислотність	ммоль*екв/100г	1.15	1.50	1.70	MBV 13:2025
Сума увібраних основ	ммоль*екв/100г	8	11	9	ДСТУ 7627:2014
Сірка рухома	мг/кг	3.9	3.2	9.6	ДСТУ 8346:2015
Кальцій обмінний	ммоль*екв/100г	16.0	15.5	13.0	ДСТУ 75-37:2014
Магній обмінний	ммоль*екв/100г	1.95	2.45	2.75	ГОСТ 27821-88
Цинк	мг/кг	5.320	6.240	6.890	ДСТУ EN 16170:2022
Мідь	мг/кг	2.015	2.120	2.340	ДСТУ EN 16170:2022
Кобальт	мг/кг	0.900	1.010	1.300	ДСТУ EN 16170:2022
Марганець	мг/кг	10.050	11.530	11.930	ДСТУ EN 16170:2022
Молібден	мг/кг	0.040	0.055	0.050	ДСТУ EN 16170:2022
Бор	мг/кг	1.50	1.75	1.67	ДСТУ EN 16170:2022
Хлориди	ммоль*екв/100г	0.13	0.18	0.14	ДСТУ 7908:2015
Карбонати	ммоль*екв/100г	0.00	0.00	0.00	ДСТУ 7943:2015
Бікарбонати	ммоль*екв/100г	0.07	0.09	0.08	ДСТУ 7943:2015
Сульфати	ммоль*екв/100г	0.22	0.28	0.24	ДСТУ 7009:2015
Натрій	ммоль*екв/100г	0.22	0.20	0.25	ДСТУ 7945:2015

Калій	ммоль*екв/ 100г	0.01	0.01	0.01	ДСТУ 7944:2015
Кальцій	ммоль*екв/ 100г	0.20	0.25	0.20	ДСТУ 7945:2015
Магній	ммоль*екв/ 100г	0.05	0.05	0.00	ДСТУ 7945:2015
Сума солей	%	0.02	0.03	0.03	-

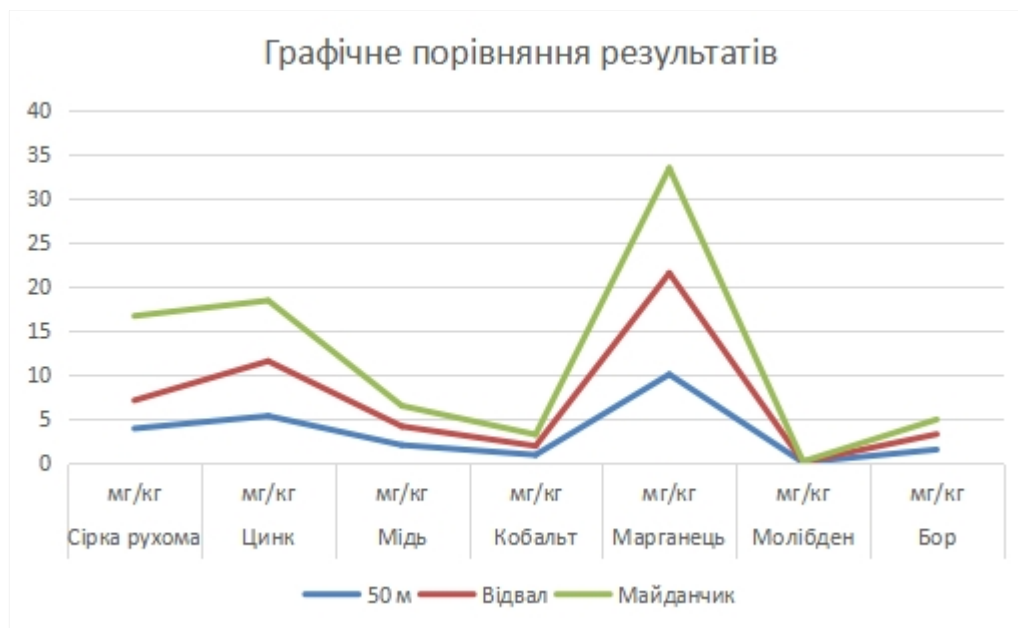


Рис. 4.7. Зведений графік результатів агрохімічного аналізу ґрунту по будівельному майданчику в с. Бенедиківці

Згідно результатів агрохімічного аналізу ґрунту, що наведені таблиці 4.5., та на рис.4.7. найвищий рівень марганцю, зафіксований у ґрунті з будівельного майданчика, що спричинено роботою викидами димових газів від дизельних двигунів важкої автомобільної та тракторної техніки в процесі виконання земляних робіт для влаштування котлованів і планування території будівельного майданчика. Вміст решти хімічних елементів по усіх точках відбору проб наближається до нульових значень, крім цинку, вміст якого виявляє тенденцію до невеликого збільшення по усіх трьох точках відбору проб. Можливим поясненням цього є той факт, що будівельний майданчик розташований поблизу з автомобільною дорогою державного значення Е-58

(Мукачеве - Ужгород), що обумовлює придорожній техногенний вплив на верхній (0–25 см) шар ґрунту, зокрема, через надходження у ґрунт (у вигляді відповідних сполук) цинку, який застосовується для антикорозійного покриття кузовів сучасних авто.

Загальна тенденція розповсюдження основних хімічних елементів (рис. 4.7.), відрізняється від інших об'єктів явним перевищенням концентрації хімічних елементів (особливо марганцю) у ґрунтах з будівельного майданчика. Таке перевищення пояснюємо особливостями фізико-географічних умов цього об'єкту, який знаходиться в зоні підтоплення річки Латориця, а отже, перебуває в промивному режимі, який не дає змоги накопичуватись хімічним елементам у високих концентраціях. Саме тому вміст основних хімічних елементів на фоновій ділянці і у скрипші значно менший, ніж у ґрунтах будівельного майданчика.

Аналіз розподілу концентрацій рухомої сірки дозволяє оцінити відмінності ґрунтових умов у межах різних функціональних зон об'єктів дослідження. Розподіл вмісту рухомої сірки (мг/кг) у ґрунтах об'єктів дослідження за окремими визначеними зонами дослідження, а саме – будівельний майданчик, відвал ґрунту та прилегла територія на відстані 50 м, наведено на рисунку 4.8.

Діаграма «Зведений розподіл вмісту рухомої сірки у ґрунтах об'єктів дослідження у межах різних функціональних зон» (рис. 4.8) показує просторову неоднорідність вмісту рухомої сірки в ґрунтах об'єктів дослідження.

Для більшості об'єктів значення концентрацій рухомої сірки в межах будівельного майданчика та на відстані 50 м є вищими або співмірними порівняно з показниками зони відвалу ґрунту, що свідчить про відмінності геохімічних умов ґрунтового покриття в зоні будівельного впливу. Мінімальні значення вмісту рухомої сірки встановлено на будівельному майданчику об'єкта №3 (0,6 мг/кг) Максимальні значення вмісту рухомої сірки зафіксовано

на будівельному майданчику об'єкта №5 (9,6 мг/кг), що обумовлює найбільш виражений просторовий контраст показника серед досліджуваних об'єктів.



Рис. 4.8. Діаграма зведеного розподілу вмісту рухомої сірки у ґрунтах об'єктів дослідження у межах різних функціональних зон

Відмінності у розподілі концентрації цинку в ґрунтах дослідних об'єктів характеризують зміну геохімічних умов ґрунтового покриття залежно від функціонального використання території. Узагальнені дані щодо концентрацій цинку (Zn, мг/кг) у ґрунтах будівельного майданчика, зони відвалу та прилеглої території на відстані 50 м відображені на зведеній діаграмі (рис. 4.9).

Аналіз представленої діаграми засвідчує нерівномірний розподіл концентрацій цинку між досліджуваними зонами. Для окремих об'єктів підвищені значення вмісту цинку фіксуються в межах будівельного майданчика, тоді як у відвальній зоні та на прилеглій території на відстані 50 м спостерігаються нижчі або співмірні концентрації. Найнижчі значення вмісту цинку зафіксовано у зразках ґрунтів, відібраних на об'єкті № 2: 50 м від будівельного майданчика – 0,93 мг/кг; відвал ґрунту – 0,46 мг/кг; на території будівельного майданчика – 1,93 мг/кг (табл. 4.2). Найбільші значення показника

встановлено для ґрунтів об'єктів №3 (табл. 4.3) та №5 (табл. 4.5), що зумовлює виразні просторові відмінності у розподілі цинку в межах досліджуваної сукупності об'єктів, що пов'язано із зовнішніми антропогенними чинниками.

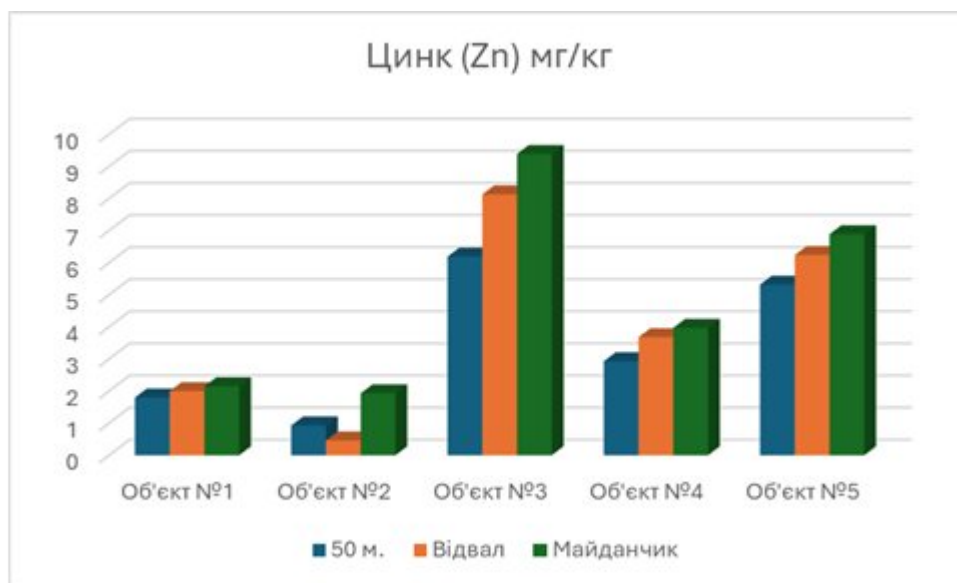


Рис. 4.9. Зведена діаграма розподілу концентрацій цинку (Zn) у ґрунтах дослідних об'єктів за функціональними зонами

Аналіз розподілу концентрацій міді в ґрунтах дослідних об'єктів відображають особливості просторового розподілу цього елементу в межах різних функціональних зон території об'єктів дослідження. Узагальнені значення вмісту міді (Cu, мг/кг) у ґрунтах будівельного майданчика, зони відвалу ґрунту і прилеглої території на відстані 50 м представлені на рисунку 4.10 «Діаграма просторового розподілу концентрацій міді (Cu) у ґрунтах дослідних об'єктів за функціональними зонами».

Аналіз діаграми (рис. 4.10.) вказує на варіабельність концентрацій міді між досліджуваними зонами та об'єктами. Для окремих ділянок підвищені значення вмісту міді зафіксовано в межах будівельного майданчика, тоді як у відвальній зоні та на прилеглій території на відстані 50 м концентрації мають нижчі або близькі за величиною значення. Найбільші концентрації міді характерні для

ґрунтів об'єкта №5 (табл. 4.5), що формує найбільш виражені просторові відмінності вмісту цього хімічного елементу серед об'єктів дослідження.

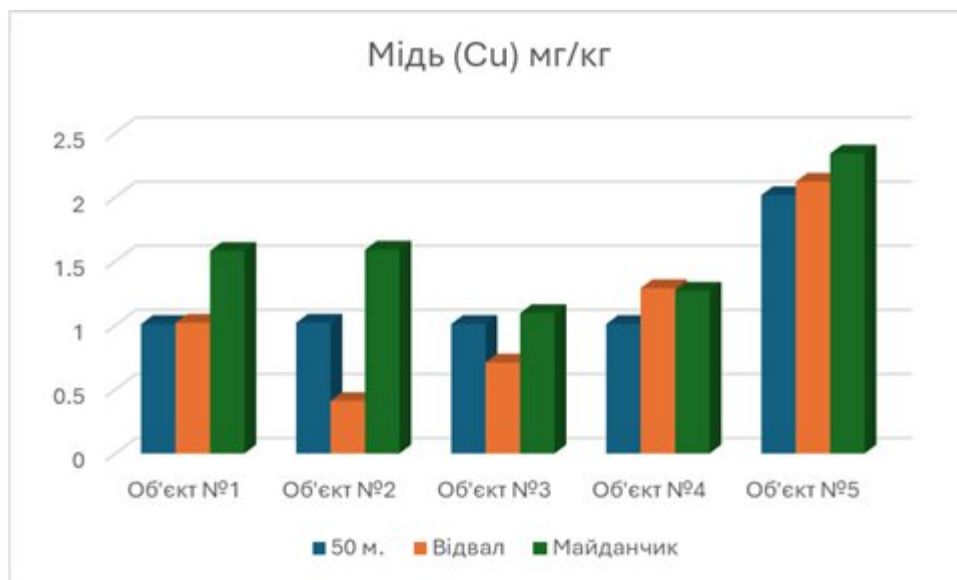


Рис. 4.10. Діаграма просторового розподілу концентрацій міді (Cu) у ґрунтах дослідних об'єктів за функціональними зонами

Розподіл концентрацій кобальту в ґрунтах об'єктів дослідження відображає особливості просторової мінливості цього елементу в межах різних функціональних зон території. Узагальнені значення вмісту кобальту (Co, мг/кг) у ґрунтах будівельного майданчика, зони відвалу та прилеглої території на відстані 50 м, наведено на зведеній діаграмі, рисунок 4.11.

Аналіз діаграми засвідчує виражену неоднорідність вмісту кобальту між досліджуваними об'єктами та зонами. Для більшості об'єктів максимальні концентрації кобальту зафіксовано в ґрунтах будівельного майданчика (об'єкт № 1 – 1,04 мг/кг; об'єкт № 2 – 1,08 мг/кг; об'єкт № 5 – 1,3 мг/кг), тоді як у відвальній зоні та на прилеглій території на відстані 50 м значення показника є нижчими або близькими за величиною. Найвищі концентрації кобальту характерні для об'єкта №5 (50 м від будівельного майданчика – 0,9 мг/кг; відвал ґрунту – 1,01 мг/кг; територія будівельного майданчика – 1,3 мг/кг), що формує

найбільш виражений просторовий контраст показника серед досліджуваних об'єктів.

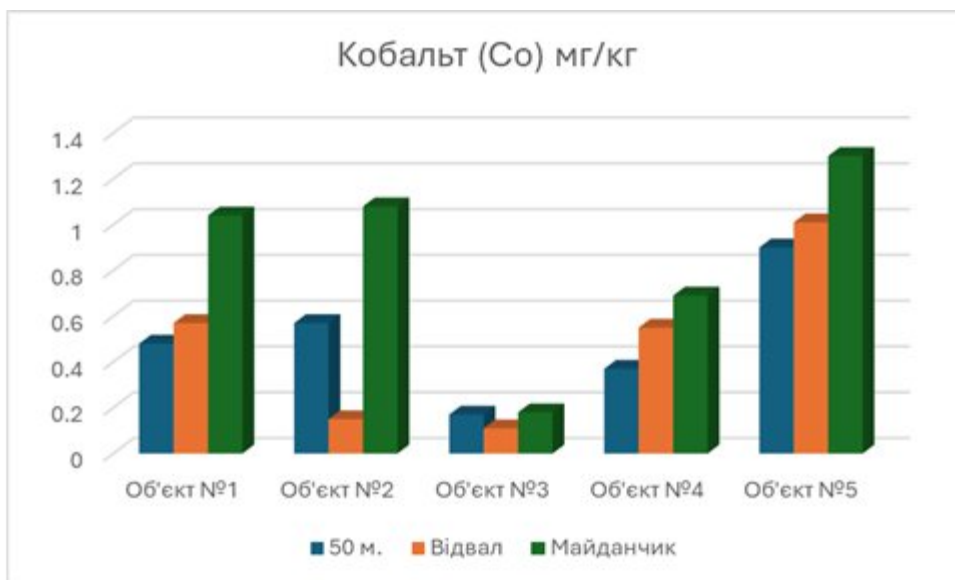


Рис. 4.11. Діаграма просторового розподілу концентрацій кобальту (Co) у ґрунтах об'єктів дослідження за функціональними зонами

Просторові варіації концентрацій марганцю в ґрунтах об'єкта дослідження відображають особливості його розподілу в межах різних функціональних зон території. Узагальнені значення вмісту марганцю (Mn, мг/кг) у ґрунтах будівельного майданчика, зони відвалу ґрунту та прилеглої території на відстані 50 м подано на рисунку 4.12 «Діаграма просторового розподілу концентрацій марганцю (Mn) у ґрунтах об'єктів дослідження за функціональними зонами».

Аналіз зведеної діаграми (рис. 4.12) засвідчує суттєву просторову неоднорідність вмісту марганцю між досліджуваними об'єктами та зонами. Для окремих об'єктів підвищені концентрації марганцю зафіксовано у відвальній зоні (об'єкт № 1 – 64,31 мг/кг; об'єкт № 3 – 60,51 мг/кг; об'єкт № 4 – 83,43 мг/кг) та в межах будівельного майданчика (об'єкт № 3 – 56,34 мг/кг, об'єкт № 4 – 74,78 мг/кг), тоді як на прилеглій території на відстані 50 м значення показника є нижчими.

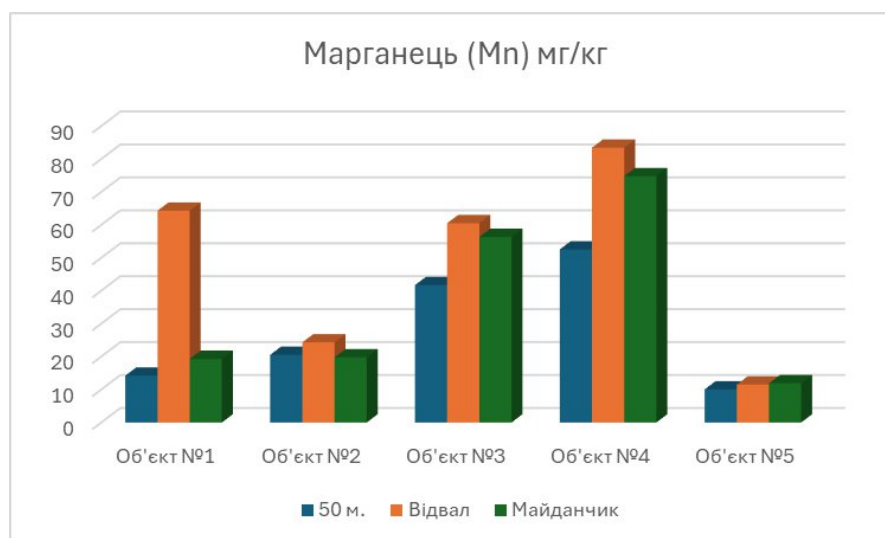


Рис. 4.12. Діаграма просторового розподілу концентрацій марганцю (Mn) у ґрунтах об'єктів дослідження за функціональними зонами

Найвищі концентрації марганцю характерні для об'єкта №4 (50 м від будівельного майданчика – 52,55 мг/кг; відвал ґрунту – 83,43 мг/кг; територія будівельного майданчика – 74,78 мг/кг).

Просторовий розподіл концентрацій молібдену в ґрунтах об'єктів дослідження характеризує варіабельність цього мікроелемента в межах різних функціональних зон території. Узагальнені значення вмісту молібдену (Mo, мг/кг) у ґрунтах будівельного майданчика, зони відвалу та прилеглої території на відстані 50 м подано в діаграмі (рис. 4.13).

Аналіз даних, показаних на рисунку 4.13, відображає нерівномірний розподіл концентрацій молібдену між об'єктами дослідження та функціональними зонами. Підвищені значення вмісту молібдену зафіксовано у зонах відвалів ґрунту та на будівельному майданчику окремих об'єктів, тоді як на прилеглій території на відстані 50 м концентрації є нижчими або співмірними. Максимальні значення показника характерні для об'єкта №4 (50 м від будівельного майданчика – 0,055 мг/кг; відвал ґрунту – 0,075 мг/кг;

територія будівельного майданчика – 0,06 мг/кг), що формує найбільш виражені просторові відмінності розподілу молібдену серед досліджуваних об'єктів.

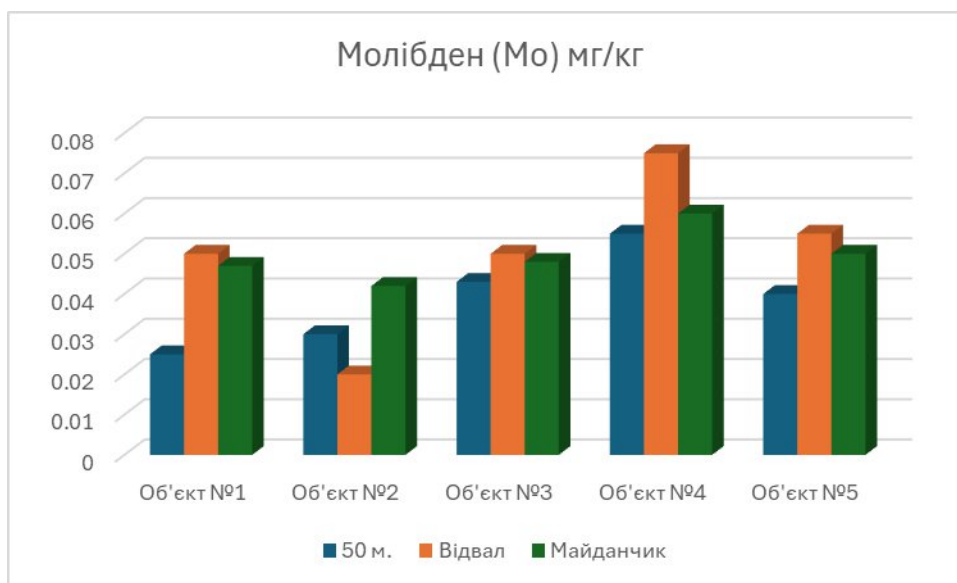


Рис. 4.13. Діаграма просторового розподілу концентрацій молібдену (Mo) у ґрунтах об'єктів дослідження за функціональними зонами

Аналіз просторового розподілу концентрацій бору в ґрунтах об'єктів дослідження відображає особливості варіабельності цього мікроелемента в межах різних функціональних зон території. Узагальнені значення вмісту бору (В, мг/кг) у ґрунтах будівельного майданчика, зони відвалу ґрунту і прилеглої території на відстані 50 м наведено на рисунку 4.14 «Діаграма просторового розподілу концентрацій бору (В) у ґрунтах об'єктів дослідження за функціональними зонами».

Аналіз діаграми (рис. 4.14) свідчить про просторову неоднорідність вмісту бору між досліджуваними об'єктами та функціональними зонами. Для більшості об'єктів вищі концентрації бору зафіксовано у зоні відвалу ґрунту та в межах будівельного майданчика, тоді як на прилеглої території на відстані 50 м значення показника є нижчими або співмірними.

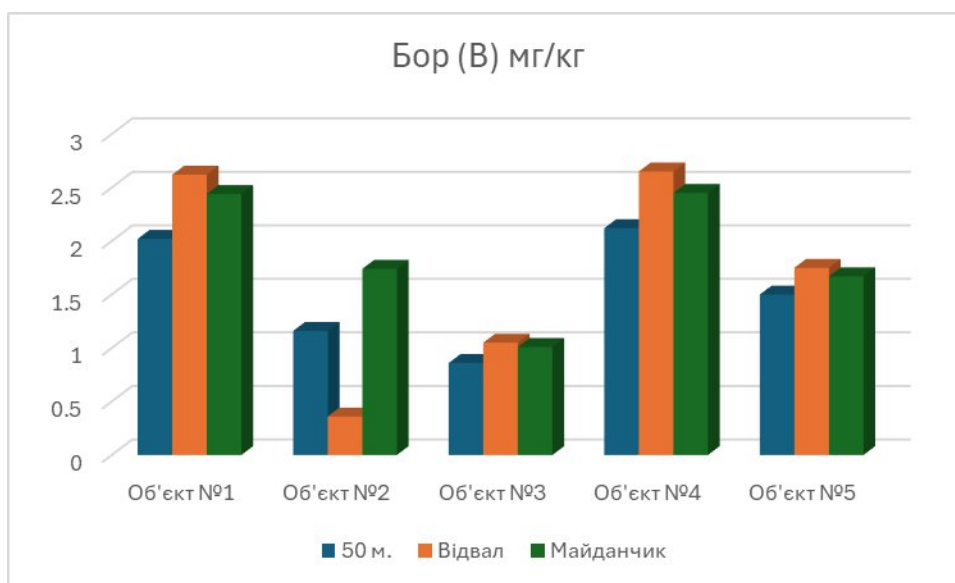


Рис. 4.14. Діаграма просторового розподілу концентрацій бору (В) у ґрунтах об'єктів дослідження за функціональними зонами

Найбільші значення вмісту бору характерні для об'єктів №1 (50 м від будівельного майданчика – 2,02 мг/кг; відвал ґрунту – 2,62 мг/кг; територія будівельного майданчика – 2,44 мг/кг) та №4 (50 м від будівельного майданчика – 2,12 мг/кг; відвал ґрунту – 2,65 мг/кг; територія будівельного майданчика – 2,45 мг/кг), що формує виражені просторові відмінності розподілу цього елементу серед досліджуваних об'єктів.

Таким чином, проведений аналіз просторового розподілу рухомої сірки, цинку, міді, кобальту, марганцю, молібдену та бору засвідчує виражену неоднорідність геохімічного стану ґрунтового покриття в межах різних функціональних зон об'єктів дослідження. Для більшості хімічних елементів підвищені або максимальні концентрації характерні для будівельних майданчиків і зон відвалів ґрунту, тоді як на прилеглих територіях на відстані 50 м значення показників, як правило, є нижчими або співмірними. Виявлені просторові відмінності концентрацій елементів відображають диференціацію геохімічних умов ґрунтів, зумовлену функціональним використанням територій та ступенем техногенного навантаження. Отримані результати підтверджують

доцільність комплексного використання просторового аналізу для оцінки змін ґрунтового покриву в зонах будівельної діяльності.

4.2. Фактори, що пояснюють вміст у ґрунті хімічних елементів та сполук

Об'єкт №1. м.Збараж, Тернопільська область. В результаті досліджень, виявлені відмінності, які відображають специфіку геохімічної трансформації ґрунтового покриву території розміщення ділянки під впливом механічних, техногенних та пилоутворювальних процесів, характерних для будівництва. Нижче подаємо обґрунтовуючи фактори, що можуть пояснювати появу та варіації вмісту кожного елемента в ґрунті.

Сірка рухома ($S-SO_4^{2-}$). Концентрації: 3.2 мг/кг (фон) \rightarrow 2.2 мг/кг (відвал) \rightarrow 3.1 мг/кг (майданчик). Рухома сірка у ґрунтах представлена легкорозчинними сульфатами. Її підвищений вміст на будівельному майданчику порівняно з відвалом пояснюється надходженням сульфатів із пилових викидів цементних та вапняних матеріалів, що супроводжують будівельні процеси. Цементний пил містить значну кількість сульфатних сполук ($CaSO_4$), які накопичуються у верхніх горизонтах і збільшують рухомість сірки. У фоновій зоні вищі показники можуть бути зумовлені природними ґрунтовими умовами та більшим вмістом органічної речовини в орних горизонтах, що сприяє мінералізації органічних сірковмісних сполук. Зменшення концентрацій на відвалі пов'язане з переміщенням малогумусного субстрату та його перемішуванням, що знижує частку легкорозчинних сульфатів. Визначення рухомої сірки здійснюється відповідно до вимог ДСТУ 8346:2015 «ґрунти. Методи визначання вмісту рухомих сірки та мікроелементів».

Цинк (Zn). Концентрації: 1.80 мг/кг (фон) \rightarrow 2.0 мг/кг (відвал) \rightarrow 2.15 мг/кг (майданчик). Вміст цинку дещо підвищується в напрямку до будівельного

майданчика, що зумовлено техногенним внеском від будівельної техніки, мастил, зношування шин і металевих елементів. Цинк входить до складу антифрикційних присадок і змащувальних матеріалів, а також потрапляє до ґрунту зі від оцинкованих будівельних конструкцій та інших металевих деталей в продовж будівельного періоду. Однак, зростання його вмісту відповідає типовим рівням локального техногенного забруднення на ділянках із низько- та середньоінтенсивним будівельним та транспортним навантаженням.

Мідь (Cu). Концентрації: 1.01 мг/кг (фон) → 1.02 мг/кг (відвал) → 1.58 мг/кг (майданчик). Підвищений вміст міді на будівельному майданчику (у 1,5 раза вище фонових значень) є показником техногенного надходження цього елемента. Джерелами виступають експлуатація дизельних двигунів, знос електрокабелів і контактних деталей, а також домішки в цементі та фарбових матеріалах. Мідь входить до складу мастил, олив, охолоджувальних рідин, електротехнічних компонентів та латунних деталей інженерного обладнання, а також виділяється у процесі роботи двигунів внутрішнього згоряння. Саме ці фактори пояснюють її підвищену концентрацію порівняно з відвалом і природним фоном.

Кобальт (Co). Концентрації: 0.48 мг/кг (фон) → 0.57 мг/кг (відвал) → 1.04 мг/кг (майданчик). Зростання концентрації кобальту вдвічі на будівельній ділянці порівняно з фоновією точкою вказує на вплив будівельної техніки та автомобільного транспорту. Кобальт входить до складу сплавів, металевих інструментів, акумуляторних елементів та присадок до пального і олив. Активне пересування спецтехніки, механічний знос деталей і локальні мікророзливи робочих рідин та олив формують додаткове джерело надходження Co у верхній ґрунтовий горизонт під час виконання БМР.

Марганець (Mn). Концентрації: 14.23 мг/кг (фон) → 64.31 мг/кг (відвал) → 19.32 мг/кг (майданчик). Аномально високий рівень марганцю у відвальних ґрунтах пояснюється природними властивостями переміщеного субстрату. У

складі відвалу часто присутні змішані горизонти, включно з підповерхневими шарами, де концентрація Mn є більшою завдяки його накопиченню у формах оксидів та гідроксидів. На будівельному майданчику спостерігається лише помірне зростання вмісту марганцю, що може бути наслідком механічного перемішування ґрунту, руйнування структурних агрегатів та оголення шарів, багатших на цей елемент. Водночас техногенний вплив території на рівень Mn виявляється менш значним порівняно з іншими мікроелементами.

Молибден (Mo). Концентрації: 0.025 мг/кг (фон) → 0.05 мг/кг (відвал) → 0.047 мг/кг (майданчик). Концентрації молибдену, зафіксовані на досліджуваній території, відповідають природному рівню. Незначне їх зростання у відвалі та на будівельному майданчику пояснюється переміщенням субстрату з включенням ґрунтових часток, які природно містять більше молибдену. Додатковим джерелом можуть бути пилові викиди металургійного походження та зношування сталевих деталей, що містять легуючі домішки цього елемента. Загалом вплив будівельних процесів на концентрацію Мо оцінюється як низькоінтенсивний і менш значущий порівняно з іншими техногенними мікроелементами.

Бор (B). Концентрації: 2.02 мг/кг (фон) → 2.62 мг/кг (відвал) → 2.44 мг/кг (майданчик).

Вміст бору у відвальних ґрунтах та на будівельному майданчику виявляється вищим порівняно з фоновими умовами. Це зумовлено переміщенням ґрунтових мас із залученням часток нижніх горизонтів, природно багатших на В. Оскільки бор є мобільним елементом, він легко накопичується у супіщаних і суглинкових ґрунтах, особливо за порушення їхньої структури та водного режиму під час земляних робіт. Додатковим джерелом можуть бути техногенні матеріали — ізоляційні будівельні продукти та скло з боросилікатними домішками, що підсилюють концентрацію цього елемента у верхніх горизонтах.

Отримані результати підтверджують, що будівельна діяльність та пов'язані з нею механічні, пилові та транспортні навантаження формують локальні зміни хімічного складу ґрунтів. Відхилення для марганцю, бору та молібдену пов'язані переважно з геологічними та петрографічними властивостями переміщених ґрунтових мас. Структурний аналіз показав, що елементи Cu, Co, Zn і S характеризуються переважно техногенним шляхом надходження, пов'язаним із роботою будівельної техніки та пилоутворенням. Елементи Mn, Mo, B, Ca та Mg формують геохімічний фон, змінений механічним переміщенням і змішуванням ґрунтової товщі під час будівельних робіт. Сукупність отриманих даних (рис.4.15.) відображає одночасний вплив природних літогенних властивостей та антропогенних чинників на формування хімічного складу ґрунтів.



Рис. 4.15. Діаграмне порівняння вмісту забруднювальних елементів у ґрунтовому покриві будівельного майданчика №1 та суміжних територій

Об'єкт №2. Селище Велика Димерка, Київська область. За результатами лабораторного аналізу отримані значення дозволяють встановити вплив переміщення ґрунтової маси та роботи будівельної техніки на зміну хімічного складу верхнього горизонту ґрунтів.

Рухома сірка ($S-SO_4^{2-}$). Концентрації: 1.0 мг/кг (фон) \rightarrow 2.5 мг/кг (відвал) \rightarrow 1.9 мг/кг (майданчик).

Підвищений уміст рухомої сірки у відвалі порівняно з фоновією пробою свідчить про залучення до складу переміщених ґрунтових мас шарів, де зосереджені водорозчинні сульфатні сполуки. При формуванні відвалу відбувається перемішування підповерхневих горизонтів, унаслідок чого у верхній частині відвалу накопичуються легкодоступні форми $S-SO_4^{2-}$. На будівельному майданчику надходження рухомої сірки до ґрунту забезпечують пил цементних, вапняних та гіпсових матеріалів, поверхнєве осідання аерозолів, а також мінералізація органічної речовини верхнього горизонту, інтенсивно порушеного рухом будівельної техніки.

Цинк (Zn). Концентрації: 0.930 мг/кг (фон) \rightarrow 0.46 мг/кг (відвал) \rightarrow 1.930 мг/кг (майданчик).

У відвалі значення Zn є нижчими, ніж у фоновому ґрунті, що відображає включення до переміщеного матеріалу частин профілю з меншим вмістом цинку в мінеральній та органо-мінеральній фракціях. На території будівельного майданчика суттєве зростання концентрацій Zn пов'язане з використанням сталюого оцинкованого швидкокомтованого каркасу будівлі та потраплянням цинку в ґрунт під час експлуатації будівельної техніки та механізмів, від стирання шин, гальмівних колодок, металевих деталей, а також зі складу мастильних матеріалів та технічних рідин, що містять цинкові добавки. Додатковим джерелом цинку є так звана біла корозія оцинкованих елементів металевих конструкцій, огорожень та іншого оцинкованого обладнання, розміщеного в межах майданчика.

Мідь (Cu). Концентрації: 1.020 мг/кг (фон) → 0.410 мг/кг (відвал) → 1.590 мг/кг (майданчик).

Зменшення концентрацій міді у відвалі порівняно з фоновим ґрунтом пов'язане з переміщенням шарів, у яких уміст мідьвмісних мінералів і органічних комплексів є нижчим. На будівельному майданчику мідь потрапляє до ґрунту з електротехнічних елементів (кабелі, з'єднання, клеми), деталей із мідних та латунних сплавів у будівельних машинах і механізмах, а також із продуктів спрацювання вузлів двигунів внутрішнього згоряння. До надходження Cu також залучені фарбові та лакофарбові матеріали, антикорозійні покриття, металевий пил, що утворюється під час монтажу та різання конструкцій, і осідає на ґрунтовій поверхні.

Кобальт (Co). Концентрації: 0.570 мг/кг (фон) → 0.150 мг/кг (відвал) → 1.080 мг/кг (майданчик).

Нижчі значення Co у відвалі порівняно з фоновим ґрунтом відображають участь у складі переміщених мас малозбагачених кобальтом горизонтів. На території будівельного майданчика кобальт надходить у ґрунт під час фарбувальних робіт. Певна кількість кобальту потрапляє із деталей та інструментів, виготовлених із твердих сплавів, що містять кобальт, зі шліфувального і металевого пилу, який утворюється при обробці металоконструкцій, а також з мастильних матеріалів і паливних присадок, що містять кобальтові компоненти. При інтенсивному русі важкої будівельної техніки сліди пального, моторних олив та мастил потрапляють в приповерхневий шар ґрунту будівельного майданчика.

Марганець (Mn). Концентрації: 20.550 мг/кг (фон) → 24.330 мг/кг (відвал) → 19.780 мг/кг (майданчик).

Підвищений уміст марганцю у відвалі порівняно з фоном пов'язаний із залученням до переміщених мас частин профілю, де марганець зосереджений у формі оксидів та гідроксидів на мінеральних поверхнях. Умови формування

відвалу – розкриття й перемішування глибших шарів – забезпечують перенесення цих сполук у верхній шар укосу. На будівельному майданчику надходження марганцю до ґрунту додатково відбувається через внесок мінеральної фракції зруйнованих порід, запилення від земляних робіт, а також з металевого пилу, який утворюється при різанні та зварюванні сталевих елементів конструкцій, що містять марганець як легувальний компонент металів.

Молібден (Mo). Концентрації: 0.030 мг/кг (фон) → 0.020 мг/кг (відвал) → 0.0420 мг/кг (майданчик).

Зниження вмісту молібдену у відвалі порівняно з фоновою пробою характеризує участь у його складі ґрунтових шарів із меншою часткою Мо у мінеральній матриці. На будівельному майданчику молібден надходить до ґрунту з частинок сталевих сплавів, що містять молібден як легувальний елемент, які утворюються під час різання, свердління та монтажу металоконструкцій. Додатковим шляхом надходження є мікрочастинки, що потрапляють із поверхонь зношених шестеренних деталей машин (шестерні, вали, підшипникові вузли), у складі яких використовують молібденвмісні сплави та покриття.

Бор (B). Концентрації: 1.160 мг/кг (фон) → 0.360 мг/кг (відвал) → 1.740 мг/кг (майданчик).

Менші значення бору у відвалі порівняно з фоновим ґрунтом відображають залучення до переміщеної маси шарів із нижчою сорбційною здатністю та іншим мінералогічним складом, що обмежує накопичення бору. На будівельному майданчику джерелами надходження бору до ґрунту є фрагменти та пил будівельного скла й теплоізоляційних матеріалів на основі боросилікатних компонентів, а також техногенний пил із поверхонь оздоблювальних і монтажних матеріалів. Порушення ґрунтової структури та

інтенсивне переуцільнення верхніх шарів будівельною технікою сприяють фіксації та утриманню бору в верхньому горизонті в зоні майданчика.

Отже, хімічний аналіз ґрунтів демонструє відмінності у концентраціях елементів між фоною територією, відвалом та будівельним майданчиком (рис. 4.16). Підвищені значення окремих показників у межах майданчика й відвалу свідчать про вплив будівельних матеріалів, технічних процесів та механічне порушення ґрунтової товщі, що формують склад верхнього горизонту. Виявлені розбіжності між точками відбору підтверджують трансформацію структури та мінерального складу ґрунтів під дією техногенного навантаження, характерного для будівельних робіт.

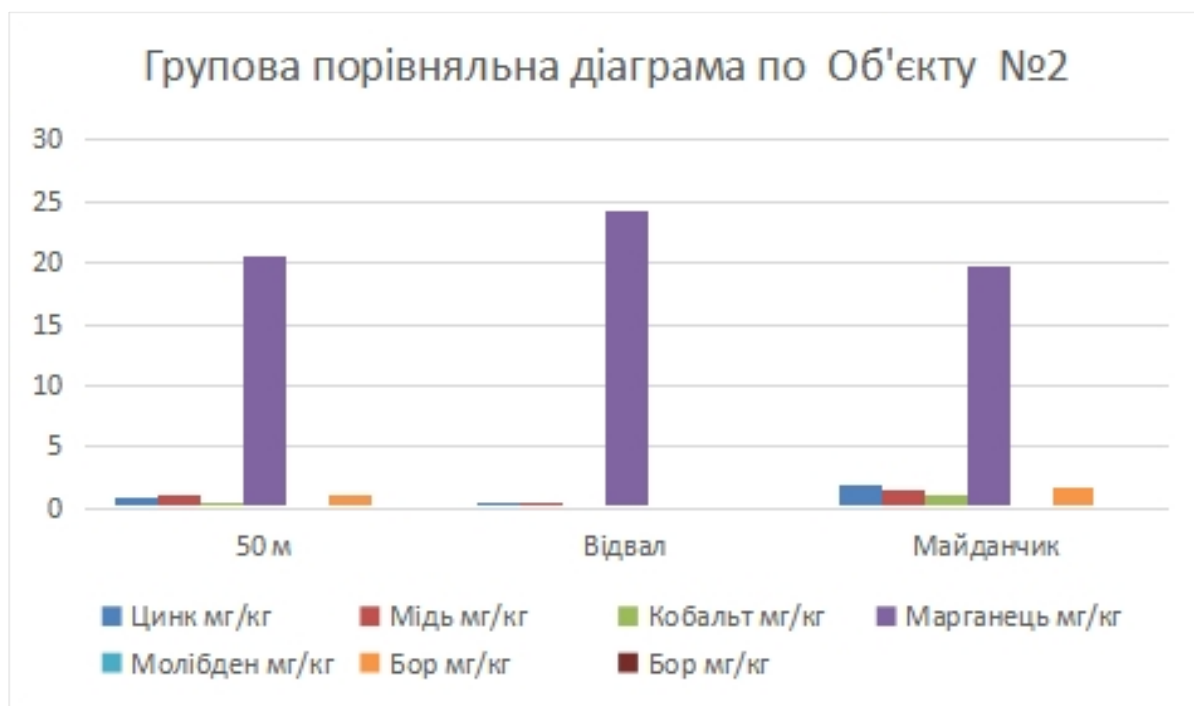


Рис. 4.16. Діаграмне порівняння вмісту забруднювальних елементів у ґрунтовому покритті будівельного майданчика №2 та суміжних територій

Об'єкт №3. с. Великий Житин, Рівненська область. Отримані результати відображають еколого-геохімічний стан ґрунтів зони розміщення ділянки, які характеризуються нейтральною реакцією, підвищеною буферністю та значним вмістом органічної речовини.

Рухома сірка ($S-SO_4^{2-}$) (0.9–1.8 мг/кг). Концентрація рухомої сірки у пробах коливається від 0.9 мг/кг у зоні відвалу до 1.8 мг/кг на будівельному майданчику. Підвищення концентрації пояснюється надходженням сульфатів із пилу цементних і гіпсових матеріалів ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$). Додатковими джерелами є дорожній пил та відпрацьовані мастила транспортних засобів, які містять сірковмісні присадки.

Цинк (Zn) (6.19–9.39 мг/кг). Вміст цинку варіює від 6.19 мг/кг (на периферії) до 9.39 мг/кг (на будівельному майданчику), що нижче граничнодопустимих значень (≤ 23 мг/кг). Зростання концентрації Zn у напрямку до зони будівництва пояснюється складуванням та використанням в будівництві оцинкованих металоонструкцій, осіданням придорожного пилу та продуктів стирання шин і гальмівних колодок транспорту. За нейтрального рН ґрунту цинк має низьку міграційну здатність, тому його накопичення обмежується поверхневим шаром.

Мідь (Cu) (0.71–1.10 мг/кг). Вміст міді перебуває у межах природного фону (0.5–2.0 мг/кг). Незначне підвищення концентрації (до 1.10 мг/кг) спостерігається поблизу автодороги, що пояснюється осіданням гальмівного пилу та аерозолів, які містять сполуки Cu. Мідь фіксується гумусовими речовинами, тому її рухомість низька, а токсичний ефект відсутній.

Кобальт (Co) (0.11–0.18 мг/кг). Концентрації кобальту відповідають природному фоновому рівню для ґрунтів Полісся (0.1–0.3 мг/кг). Техногенних джерел збагачення не виявлено. Основним джерелом є мінерали материнських порід, у яких кобальт присутній у вигляді оксидів та сульфідів. При нейтральному рН рухомість елемента мінімальна.

Марганець (Mn) (41.7–60.5 мг/кг). Вміст марганцю перебуває в межах природного фону для поліських алювіальних ґрунтів (40–70 мг/кг). Підвищення у відвалі до 60.5 мг/кг пояснюється концентрацією дрібнодисперсних глинистих часток, багатих на MnO_2 . Техногенного внеску не виявлено, проте у зоні складування відвалів відбувається механічне фракційне збагачення ґрунту марганцем за рахунок викидів від роботи дизельних двигунів та потрапляння мастил в ґрунт.

Молібден (Mo) (0.043–0.050 мг/кг). Рівень молібдену стабільний у всіх точках (0.043–0.050 мг/кг) і відповідає фоновому рівню (0.03–0.06 мг/кг). Джерелом елемента є алювіально-делювіальні відклади, що містять молібденіт (MoS_2). При $pH < 7.5$ рухомість елемента низька, техногенного впливу не зафіксовано.

Бор (B) (0.86–1.05 мг/кг). Концентрації бору типові для ґрунтів Полісся (0.5–2.0 мг/кг). Незначне зростання у відвалі (1.05 мг/кг) пов'язане з сорбцією бору глинистими мінералами. Вміст елемента не перевищує природні рівні і не свідчить про техногенне збагачення. Легке зростання у відвалі (1.05 мг/кг) пояснюється сорбцією борвмісних аерозолів на глинистих мінералах, що мають високу поверхневу активність

Узагальнені результати аналізу трьох ґрунтових проб показують, що майданчик має стабільний елементний склад і не демонструє ознак забруднення важкими металами чи порушення катіонного балансу [109]. Незначні коливання концентрацій цинку, сірки, кальцію та міді мають локальний характер і пояснюються близькістю автодороги та осіданням пилу будівельного походження на поверхню. Ґрунти зберігають природну буферність і екологічну стійкість, що є типовою рисою ландшафтів Волинського Полісся. Графічне зіставлення отриманих даних наведено на рисунку 4.17.

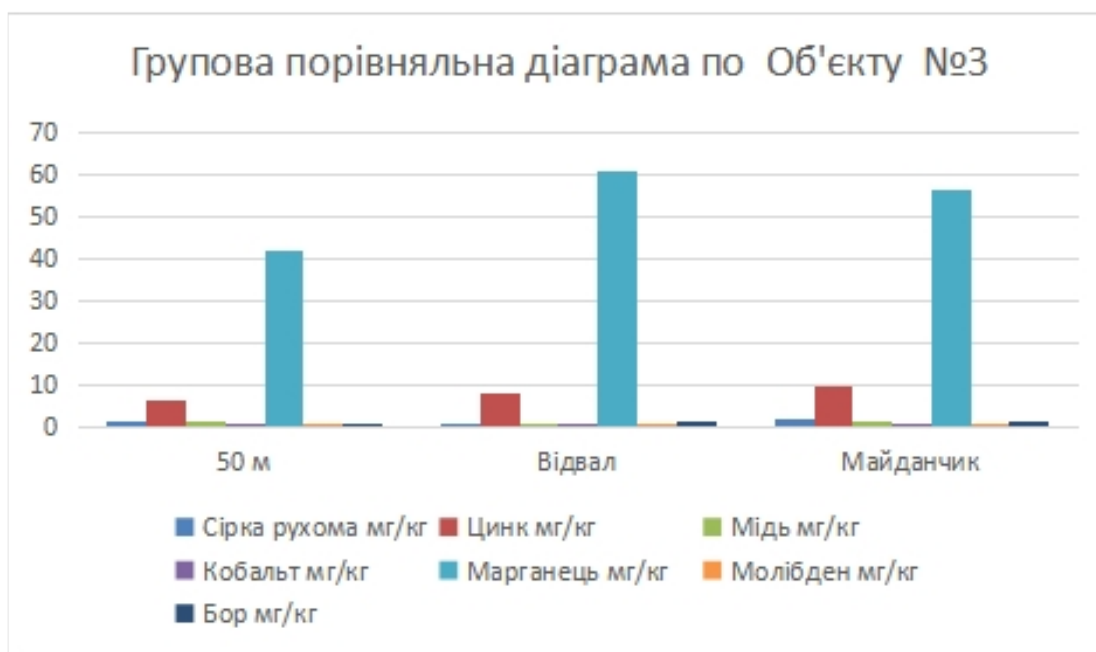


Рис. 4.17. Діаграмне порівняння вмісту забруднювальних елементів у ґрунтовому покриві будівельного майданчика №3 та суміжних територій.

Об'єкт №4. м. Надвірна, Івано-Франківська область. Отримані дані аналізу ґрунтових зразків характеризують зміни хімічного складу верхнього шару ґрунту в умовах поєднаного впливу будівельних робіт, переміщення ґрунтових мас, експлуатації будівельної техніки та автотранспортного руху в межах території будівництва.

Рухома сірка ($S-SO_4^{2-}$). Концентрації: 3.9 мг/кг (фон) → 3.2 мг/кг (відвал) → 3.7 мг/кг (майданчик). Рухома сірка у ґрунтах переважно існує у вигляді сульфатної форми ($S-SO_4^{2-}$), яка надходить як внаслідок мінералізації органічної речовини, так і з техногенних джерел. У будівельних зонах основним джерелом є цементний та мінеральний пил, багатий на сульфатні сполуки (зокрема $CaSO_4$), що утворюється під час приготування бетонних сумішей, різання й шліфування матеріалів. Осідання цього пилу на поверхню ґрунту сприяє накопиченню рухомих сульфатів у верхньому горизонті. У випадку формування відвалу додатковим чинником виступає включення шарів із різною

забезпеченістю сульфатами та зміна співвідношення гумусової й мінеральної фракцій, що впливає на рівень рухомої сірки.

Цинк (Zn). Концентрації: 2.930 мг/кг (фон) → 3.680 мг/кг (відвал) → 3.970 мг/кг (майданчик). У ґрунтах урбанізованих і придорожніх територій цинк виступає одним із найбільш поширених техногенних елементів. Його надходження зумовлене кількома основними процесами: знос автомобільних шин, у складі яких цинкові оксиди використовуються як компонент гуми; корозія оцинкованих металоконструкцій; осідання часток дорожнього та будівельного пилу. У межах будівельного майданчика додатковими джерелами є оцинковані елементи металевих конструкцій, а також пиління цементних і металевих матеріалів, що містять цинк. Підвищені концентрації цього елемента у відвалі та на майданчику пояснюються поєднанням природної мінеральної складової переміщених ґрунтових мас із техногенним внеском пилу, який утворюється під час складування та використання будівельних матеріалів.

Мідь (Cu). Концентрації: 1.010 мг/кг (фон) → 1.290 мг/кг (відвал) → 1.270 мг/кг (майданчик). Мідь у ґрунтах транспортних і будівельних територій є типовим техногенним елементом, що надходить із різних джерел. Основними каналами її потрапляння виступають продукти зношування гальмівних колодок, деталей двигунів, електротехнічних компонентів, а також мастильні матеріали й сплави, які містять Cu. У межах будівельного майданчика додатковими джерелами є мідні та латунні елементи інженерних систем, електромереж інструментів та інші комплектуючі інженерних мереж. Важливим чинником є також осідання аерозольних частинок, що переносяться повітряними потоками від автомобільних доріг.

У відвалі ґрунту мідь акумулюється як за рахунок природної складової з розкритих глибших горизонтів, так і через техногенне навантаження, пов'язане з переміщенням ґрунтової маси під дією будівельної техніки. Таким чином,

концентрація Cu у ґрунтах відображає поєднання природних процесів і антропогенних факторів, що формують специфічний хімічний фон території.

Кобальт (Co). Концентрації: 0.370 мг/кг (фон) $\rightarrow 0.550 \text{ мг/кг}$ (відвал) $\rightarrow 0.690 \text{ мг/кг}$ (майданчик). Підвищені концентрації кобальту у відвальних ґрунтах пояснюються включенням мінеральних часток із глибших горизонтів, де Co акумулюється у стійких формах оксидів і гідроксидів. На будівельному майданчику надходження кобальту пов'язане з техногенними джерелами — фрагментами твердосплавних деталей, металевим пилом та вузлами техніки, у складі яких цей елемент використовується як легуючий компонент. Додатково кобальт може потрапляти з фарбувальних майданчиків і продуктів зношування деталей автотранспорту, зокрема внаслідок роботи двигунів та гальмівних систем.

Марганець (Mn). Концентрації: 52.550 мг/кг (фон) $\rightarrow 83.430 \text{ мг/кг}$ (відвал) $\rightarrow 74.780 \text{ мг/кг}$ (майданчик). Марганець у ґрунтовому профілі переважно перебуває у формі оксидних та гідроксидних мінеральних фаз, які становлять основну частку його валового вмісту в мінеральній складовій ґрунтів. Концентрація цього елемента визначається часткою таких фаз у відповідних горизонтах, що переміщуються разом із ґрунтовими масами під час проведення земляних робіт. На урбанізованих територіях додаткове надходження марганцю відбувається з продуктів зношування сталі — марганцевих сплавів, рейкових та конструкційних матеріалів, а також із пилу придорожніх зон. У межах будівельного майданчика Mn потрапляє до ґрунту разом із дрібнодисперсними частками, що утворюються при руйнуванні та переміщенні гірських порід і будівельних матеріалів. Важливим джерелом є також металевий пил, який виникає під час монтажу й різання металоконструкцій та руху важкої техніки.

Молібден (Mo). Концентрації: 0.055 мг/кг (фон) $\rightarrow 0.075 \text{ мг/кг}$ (відвал) $\rightarrow 0.060 \text{ мг/кг}$ (майданчик). Молібден у ґрунтовому покриві має подвійне походження: природне й техногенне. У природних умовах він пов'язаний із

силікатними та оксидними мінералами, формуючи базовий мікроелементний фон ґрунтів. У техногенних потоках Мо виступає компонентом легованих сталей та промислових викидів.

На будівельних майданчиках молібден надходить до ґрунту переважно з пилом, що утворюється при різанні, свердлінні, зачищанні чи шліфуванні сталевих елементів, у яких він використовується для підвищення міцності та корозійної стійкості. Додатковим джерелом є будівельні суміші, що можуть містити молібденвмісні домішки. У відвалі ґрунту фіксується поєднання двох складових: природного фонового вмісту Мо з розкритих горизонтів та техногенної частки, яка акумулюється внаслідок переміщення ґрунтових мас у зоні дії будівельної техніки. Це створює специфічний хімічний фон, що відображає взаємодію природних процесів і техногенного навантаження.

Бор (В). Концентрації: 2.120 мг/кг (фон) → 2.650 мг/кг (відвал) → 2.450 мг/кг (майданчик). Бор у ґрунтах трапляється переважно у водорозчинних та адсорбованих формах, що пов'язані з мінеральною матрицею та органічною речовиною. У природних умовах він акумулюється завдяки сорбційним властивостям ґрунтових шарів, тоді як у техногенних потоках його надходження зумовлене будівельною та транспортною діяльністю. У зоні будівництва значним джерелом бору є пил, що утворюється при механічній обробці боросилікатного скла, теплоізоляційних матеріалів і цементних сумішей, де бор використовується як структурний чи функціональний компонент. Додатково бор надходить з атмосферними аерозолями, які формуються внаслідок абразивного зношування дорожнього покриття та роботи автотранспорту. Осідання пилу з вузлових деталей машин також сприяє його накопиченню у верхніх горизонтах ґрунту. У відвалі підвищений вміст бору пояснюється включенням ґрунтових шарів із більшою сорбційною здатністю, що забезпечує акумуляцію цього елемента. Таким чином, концентрація бору у

грунтах будівельних і придорожніх територій відображає поєднання природних процесів сорбції та техногенного надходження з різних джерел.

Отримані дані демонструють різноманітність хімічного складу ґрунтів між фоновою зоною, відвалом і територією будівельного майданчика. Варіації концентрацій елементів пов'язані з переміщенням ґрунтових мас, техногенним впливом будівельної техніки, внесенням часток металевих конструкцій і дією автотранспортного потоку. Характер розподілу хімічних елементів (рис.4.18.) відображає специфіку мінеральних та техногенних джерел, що формують склад верхнього горизонту ґрунту в умовах активної будівельної діяльності в межах зони будівельної діяльності.

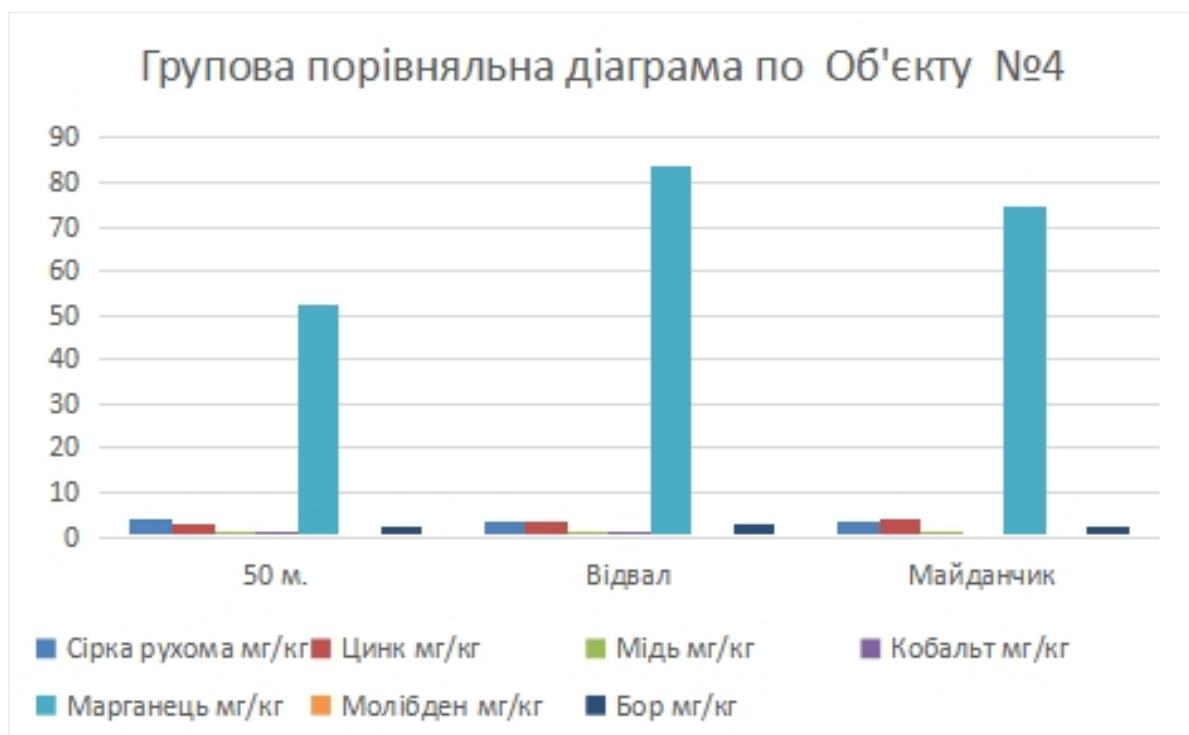


Рис. 4.18. Діаграмне порівняння вмісту забруднювальних елементів у ґрунтовому покритті будівельного майданчика №4 та суміжних територій

Об'єкт №5. с. Бенедиківці, Великолучківська сільська територіальна громада Мукачівський район Закарпатська область. Отримані результати аналізу відображають наступну просторову диференціацію хімічного складу верхнього шару ґрунту в умовах механічного переміщення ґрунтової маси, експлуатації будівельної техніки та впливу транспортного навантаження:

Рухома сірка ($S-SO_4^{2-}$). Концентрації: 3.9 мг/кг (фон) → 3.2 мг/кг (відвал) → 9.6 мг/кг (майданчик).

Підвищений вміст рухомої сірки на будівельному майданчику пояснюється надходженням сульфатних часток, що утворюються під час інтенсивної механічної обробки будівельних сумішей — змішування, різання, фрезерування та транспортування цементних матеріалів. Цементний пил містить значну кількість сульфатів, які після осідання переходять у рухомі форми й накопичуються у верхньому орному горизонті ґрунту.

Зниження концентрацій у відвалі відображає перемішування ґрунтових шарів із різним рівнем сульфатонасичення, що призводить до розбавлення та зменшення частки легкорозчинних форм. Таким чином, відмінності між майданчиком і відвалом демонструють різні механізми формування рухомої сірки: техногенне осідання пилу на поверхні та переміщення шарів із неоднорідною забезпеченістю сульфатами.

Цинк (Zn). Концентрації: 5.320 мг/кг (фон) → 6.240 мг/кг (відвал) → 6.890 мг/кг (майданчик).

Зростання концентрації Zn на відвалі та майданчику зумовлене надходженням часток, що утворюються при механічній обробці сталевих оцинкованих елементів та абразивному стиранні, гальмівних механізмів будівельних машин. Цинк у складі оксидів або металевих фрагментів входить до складу будівельно-технічного пилу, який акумулюється у верхньому шарі ґрунту в зонах виконання БМР.

Мідь (Cu). Концентрації: 2.015 мг/кг (фон) → 2.120 мг/кг (відвал) → 2.340 мг/кг (майданчик).

Підвищення вмісту Cu на будівельному майданчику зумовлене наявністю часток, що відокремлюються при роботі гальмівних систем, електроінструментів та під час розроблення та з'єднання електричних кабелів та проводів. Дрібнодисперсний металевий пил містить мідь у складі сплавів за яких виготовлені матеріали латунної запірної арматури для систем водопостачання.

Кобальт (Co). Концентрації: 0.900 мг/кг (фон) → 1.010 мг/кг (відвал) → 1.300 мг/кг (майданчик).

Кобальт надходить у ґрунт у вигляді частинок, що утворюються під час виконання фарбувальних робіт та в процесі використання твердосплавного ріжучого, у складі якого Co використовується як легувальний компонент. Зростання концентрацій у майданчикових зразках відображає накопичення кобальтовмісного пилу, що переноситься під час виконання будівельних процесів.

Марганець (Mn). Концентрації: 10.050 мг/кг (фон) → 11.530 мг/кг (відвал) → 11.930 мг/кг (майданчик).

Підвищення марганцю на відвалі та майданчику пов'язане з надходженням твердих частинок, що походять від експлуатації сталевих деталей машин, у яких марганець виконує конструкційну функцію. Крім того, переміщення ґрунтової маси та механічне стирання агрегатів сприяє включенню дрібномінеральних фракцій, збагачених оксидними марганцю.

Молібден (Mo). Концентрації: 0.040 мг/кг (фон) → 0.055 мг/кг (відвал) → 0.050 мг/кг (майданчик).

Молібден у ґрунтових зразках будівельного майданчика фіксується у складі дрібнодисперсних твердих часток, що утворюються під час механічної обробки високоміцних та корозійностійких сталей, легованих молібденом.

Концентрації, визначені у відвалі, характеризують хімічний склад переміщеної ґрунтової маси та включають техногенні домішки, що потрапляють до ґрунту в процесі виконання земляних і будівельно-монтажних робіт.

Бор (В). Концентрації: 1.50 мг/кг (фон) → 1.75 мг/кг (відвал) → 1.67 мг/кг (майданчик).

Встановлені концентрації бору у ґрунтових зразках будівельного майданчика свідчать про його надходження з дрібнодисперсними твердими частками, що утворюються під час механічної обробки будівельних матеріалів. До складу таких матеріалів входять боросилікатне скло, теплоізоляційні вироби та інші фасадні продукти з вмістом бору. Осідання цих часток на поверхню ґрунту призводить до формування рухомих форм бору у верхньому горизонті, особливо в зоні активного виконання будівельно-технологічних операцій (рис. 4.19.).

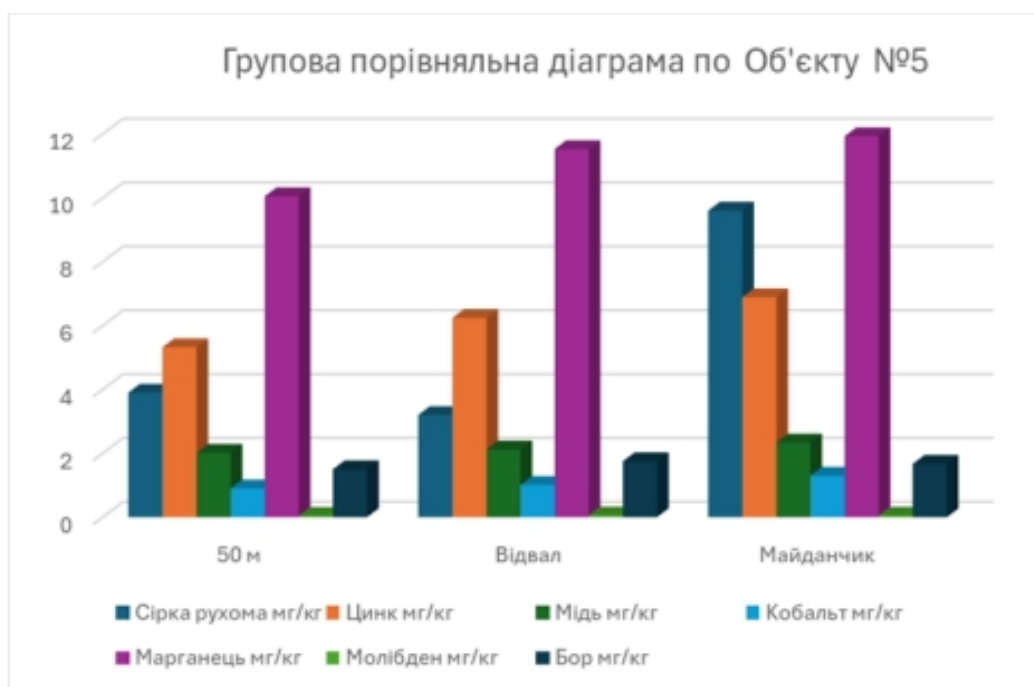


Рис. 4.19. Діаграмне порівняння вмісту забруднювальних елементів у ґрунтовому покриві будівельного майданчика №5 та суміжних територій.

4.3. Оцінка порушення взаємодії інертних та живих компонентів ландшафту при роботі будівельної галузі

Оцінка порушення взаємодії інертних і живих компонентів ландшафту в результаті проведення будівельних робіт виконана на прикладі п'яти об'єктів, які були побудовані в Тернопільській (дослідний об'єкт № 1), Київській (об'єкт № 2), Рівненській (дослідний об'єкт № 3), Івано-Франківській (дослідний об'єкт № 4) та Закарпатській (дослідний об'єкт № 5) областях.

Об'єкт будівництва № 1 знаходиться в м. Збараж Тернопільської області. Відповідно до технічних характеристик – це нове будівництво виробничого корпусу зі складом готової продукції (*призначення будівлі*). *Площа будівлі*: 11 000 м². *Висота будівлі*: 9 м. *Тип фундаментів*: пальовий з ростверками. *Об'єм фундаментів (заглиблена частина)*: 98 м³. *Тип каркасу*: металевий швиткомонтуємий каркас з багатопролітними рамами і фермами. *Тип стін*: сендвіч-панелі з наповнювачем PIR товщиною 100 мм. *Тип даху*: високопрофільований настил, два шари теплоізоляції та шар ПВХ мембрани. *Вага каркасу (наземна частина)*: 450 тон. *Період експлуатації будівлі*: 60 років.

На рисунку 4.20 зафіксовано окремий етап виконання будівельно-монтажних робіт, які безпосередньо впливають на інертні компоненти ландшафту на об'єкті №1.

Об'єкт № 2 знаходиться на лівобережжі Київської області (с. Велика Димерка). Це нове будівництво виробничого корпусу з холодильним складом готової продукції (*призначення будівлі*). *Площа будівлі*: 3 500 м². *Висота будівлі*: 8 м. *Тип фундаментів*: стрічковий залізобетонний з колонними оголовками.



Рис. 4.20. Трансформація інертних компонентів ландшафту в межах будівельного майданчика «Об'єкт №1» (фото Івана Зеленчука, вересень 2024р.)

Об'єм фундаментів (заглиблена частина): 18 м³. Тип каркасу: металевий швиткомонтуємий каркас з багатопролітними рамами і фермами. Тип стін: сендвіч-панелі з наповнювачем PIR товщиною 120 мм. Тип даху: високопрофільований настил, два шари теплоізоляції та шар ПВХ мембрани. Вага каркасу (наземна частина): 80 тон. Період експлуатації будівлі: 60 років.

На рисунку 4.21 зафіксовано окремий етап виконання робіт з улаштування фундаментів, які безпосередньо впливають на інертні компоненти ландшафту на об'єкті №2.



Рис. 4.21. Трансформація інертних компонентів ландшафту в процесі улаштування фундаментів «Об'єкт №2» (фото Івана Зеленчука, березень 2024р.)

Об'єкт будівництва № 3 розташований в с. Великий Житин, Рівненської області. Відповідно до технічних характеристик – це нове будівництво меблевої фабрики (*призначення будівлі*). *Площа будівлі*: 16 000 м². *Висота будівлі*: 6 м. *Тип фундаментів*: стрічковий залізобетонний з колонними оголовками. *Об'єм фундаментів (заглиблена частина)*: 53 м³. *Тип каркасу*: металевий швиткомонтуємий каркас з багатопролітними рамами і фермами. *Тип стін*: сендвіч-панелі з наповнювачем PIR товщиною 100 мм. *Тип даху*: високопрофільований настил, два шари теплоізоляції та шар ПВХ мембрани. *Вага каркасу (наземна частина)*: 480 тон. *Період експлуатації будівлі*: 60 років.

На рисунку 4.22 зафіксовано окремий етап виконання робіт з улаштування фундаментів, які безпосередньо впливають на інертні компоненти ландшафту на об'єкті №3.



Рис. 4.22. Трансформація інертних компонентів ландшафту в процесі улаштування фундаментів «Об'єкт №3» (фото Івана Зеленчука, серпень 2023р.)

Об'єкт будівництва № 4 розташований в м. Надвірна, Івано-Франківської області. Відповідно до технічних характеристик – це нове будівництво сервісу технічного обслуговування вантажного транспорту (*призначення будівлі*). *Площа будівлі*: 1100 м². *Висота будівлі*: 6 м. *Тип фундаментів*: стрічковий залізобетонний з колонними оголовками та стаканами. *Об'єм фундаментів*

(заглиблена частина): 11 м³. *Тип каркасу (гібридний)*: каркас металевий швиткомонтуємий каркас з багатопролітними рамами в поєднанні з залізобетонним каркасом з металевими фермами. *Тип стін*: сендвіч-панелі з наповнювачем PIR товщиною 120 мм. *Тип даху*: сендвіч-панелі з наповнювачем PIR товщиною 120 мм. *Вага металевого каркасу (наземна частина)*: 29 тон. *Період експлуатації будівлі*: 60 років.

На рисунку 4.23 зафіксовано окремий етап виконання будівельно-монтажних робіт, які безпосередньо впливають на інертні компоненти ландшафту на об'єкті №4.



Рис. 4.23. Трансформація інертних компонентів ландшафту в процесі улаштування фундаментів «Об'єкт №4» (фото Івана Зеленчука, жовтень 2023р.)

Об'єкт будівництва № 5 розташований знаходиться в с. Бенедиківці, Закарпатської області. Відповідно до технічних характеристик – це нове будівництво цеху первинної переробки горіха-фундука (*призначення будівлі*). *Площа будівлі*: 1200 м². *Висота будівлі*: 7 м. *Тип фундаментів*: стрічковий залізобетонний з колонними оголовками. *Об'єм фундаментів (заглиблена частина)*: 13 м³. *Тип каркасу*: металевий швиткомонтуємий каркас з

багатопролітними рамами і фермами. *Тип стін*: сендвіч-панелі з наповнювачем PIR товщиною 120 мм. *Тип даху*: сендвіч-панелі з наповнювачем PIR товщиною 120 мм. *Вага каркасу (наземна частина)*: 40 тон. *Період експлуатації будівлі*: 60 років.

На рисунку 4.24 зафіксовано окремий етап виконання робіт з улаштування фундаментів, які безпосередньо впливають на інертні компоненти ландшафту на об'єкті №5.



Рис. 4.24. Трансформація інертних компонентів ландшафту в процесі улаштування фундаментів «Об'єкт №5» (фото Івана Зеленчука, червень 2025р.)

Проаналізовані в межах цього дослідження типи еколого-геоморфологічних впливів будівельної діяльності на природні ландшафти узагальнено у таблиці 4.6. Зокрема, серед основних форм еколого-геоморфологічного впливу будівельної діяльності на ландшафти виокремлюють порушення рельєфу та гідрологічного режиму, розвиток ерозійних і акумулятивних процесів, зміну геохімічного складу поверхні, а також ущільнення ґрунтів. Усі ці фактори проявляються як антропогенно зумовлені геоморфологічні зміни, що формують різні типи трансформації ландшафтної структури (таблиця 4.6).

Рівень техногенного навантаження на досліджуваних територіях визначали із застосуванням індексу загального забруднення ґрунту (Z_c), який обчислювали за методикою інтегрального перевищення фонових концентрацій хімічних елементів в ґрунті. Розрахунок здійснювали за наступною формулою:

$$Z_c = \sum \max \frac{C_{\text{факт}}}{C_{\text{ГДК}}} - 1$$

де:

Таблиця 4.6.

Досліджені еколого-геоморфологічні типи антропогенного впливу та трансформовані форми ландшафтної структури		
Тип еколого-геоморфологічного впливу	Прояви антропогенно зумовлених геоморфологічних змін	Форма геоморфологічної трансформації ландшафтної структури
Порушення рельєфу	Зняття ґрунтового покриву, вирівнювання територій, насипи, виїмки	Зміна морфоструктури ділянки, поява нових форм рельєфу техногенного походження
Порушення гідрологічного режиму	Зниження рівня ґрунтових вод, зміна русел, порушення дренажу	Формування техногенних заболочувань, ерозійних форм, зміна морфогідрологічної мережі
Ерозійні процеси	Посилення лінійної і площинної ерозії після зняття рослинності та ґрунтів	Поглиблення ярів, утворення ерозійних борозен, активація денудаційних процесів
Акумулятивні процеси	Накопичення будівельного сміття, техногенних відкладів	Формування насипних морфогенетичних форм, зміна мікрорельєфу
Зміна геохімічного складу поверхні	Потрапляння у ґрунт бітуму, цементу, мастил, важких металів	Формування техногенно змінених геохімічних аномалій, забруднення літогенного шару
Ущільнення ґрунтів	Ущільнення ґрунту від роботи важкої будівельної техніки та механізмів, зменшення пористості і проникності ґрунту	Зниження інфільтраційної здатності, активізація поверхневого стоку

$C_{\text{факт}}$ – фактично встановлена концентрація елементу, мг/кг;

$C_{\text{ГДК}}$ – гранично допустима концентрація відповідного елементу.

У розрахунках було використано такі регламентовані значення ГДК:

- для міді (Cu) – 23 мг/кг,
- для цинку (Zn) – 85 мг/кг.

Отримані значення індексу Z_c підлягали просторовій інтерполяції методом зваженого оберненого відстаневого усереднення (Inverse Distance Weighting, IDW), що дозволило оцінити просторовий розподіл рівня забруднення в межах досліджуваних територій. Відповідно до результату аналізів вмісту хімічних речовин в ґрунті, було виявлено найбільші значення для досліджуваної території №5. Саме тому для найбільшої наочності нами було ухвалено рішення виконати розрахунок інтегрального індексу забруднення ґрунтів (Z_c) на прикладі об'єкту №5. Результати розрахунку (Z_c) наведені у таблиці 4.7. Також було розраховано цей показник і для інших об'єктів для порівняння просторових відмінностей рівня техногенного навантаження на ґрунтовий покрив решти об'єктів дослідження.

Таблиця 4.7

Показники індексу забруднення ґрунту (Z_c) на дослідній території №5

№ ділянки	Тип ділянки	Відстань до центру забудови, м	Cu, мг/кг	Zn, мг/кг	Ступінь забруднення, індекс, Z_c
1	Активний будівельний майданчик	5	11.200	8.010	Низький
2	Прилегла до майданчика зона	10	10.620	7.140	Низький
3	Зона середнього впливу	30	9.950	6.880	Низький
4	Контрольна точка	50	4.960	5.196	Низький

Згідно результатів, що наведені в таблиці 4.7, інтегральний індекс забруднення ґрунтів (Z_c) можемо охарактеризувати як – *незначний*, а рівень забруднення досліджуваної території в результаті впливу будівельної діяльності як – *низький*.

Дослідження з метою визначення значення індикаторних характеристик

рослинного покриву ми виконували на тих самих ділянках, де проводився відбір ґрунтових зразків. Фітоценотичні спостереження та збір фітоматеріалу здійснювали упродовж вегетаційного періоду в червні та липні 2024 року – за сприятливих погодних умов. На кожному з п'яти об'єктів відбір матеріалу проводили окремо для двох ярусів — трав'яного покриву та підліску (за його наявності). Значну увагу було приділено індикаторним видам, чутливим до забруднення важкими металами, зокрема *Trifolium repens* (конюшина повзуча), *Dactylis glomerata* (гусятниця збірна), а також інвазивним і рудеральним видам, таким як *Ambrosia artemisiifolia* (амброзія полинолиста), *Setaria viridis* (мишій зелений), *Chenopodium album* (лобода біла).

У таблиці 4.8 систематизовано техніко-економічні та об'ємно-планувальні показники, отримані на основі опрацювання генеральних планів будівельних майданчиків № 1–5. Наведені дані відображають ключові просторові та конструктивні параметри проєктованих об'єктів і слугують базою для подальшого аналізу інтенсивності техногенного впливу та масштабів ландшафтно-геоморфологічних змін на досліджуваних об'єктах.

Найбільш узагальнена і в той же час конкретизована оцінка порушення взаємодії інертних та живих компонентів ландшафту при роботі будівельної галузі наведена в таблиці 4.9. Зокрема, окремі параметри впливу будівельної галузі по окремих об'єктах виглядають наступним чином:

Об'єкт 1. Виробничий комплекс в м. Збараж. Будівництво розпочате на місці колишніх сільськогосподарських угідь (пасовища), з загальною площею забудови 2,2 га, об'ємом вилученого ґрунту 63900 м³. Рівень ландшафтної трансформації, зокрема, порушення лучно-пасовищних угідь оцінюється нами як *середній*.

Об'єкт 2. Холодильний комплекс в с. Велика Димерка. Будівництво розпочате на місці колишніх лісових угідь, з загальною площею забудови 0,9 га, об'ємом вилученого ґрунту 18400 м³. Рівень ландшафтної трансформації,

зокрема, вирубування лісових угідь і порушення ґрунтово-рослинного покриву оцінюється нами як *високий*.

Об'єкт 3. Виробничий комплекс в с. Великий Житин. Будівництво розпочате на місці колишніх сільськогосподарських угідь (рілля), з загальною площею забудови 1,8 га, об'ємом вилученого ґрунту 29700 м³. Рівень ландшафтної трансформації оцінений нами як середній/низький, оскільки земельна ділянка вже була аграрно трансформована.

Об'єкт 4. Виробничо-складський комплекс м. Надвірна. Будівництво розпочате на місці колишніх сільськогосподарських угідь (пасовища), з загальною площею забудови 0,65 га, об'ємом вилученого ґрунту 8050 м³. Рівень ландшафтної трансформації, зокрема, порушення лучних угідь оцінюється нами як *помірний*.

Об'єкт 5. Складський комплекс с. Бенедиківці. Будівництво розпочате на місці колишніх сільськогосподарських угідь (сад), з загальною площею забудови 0,3 га, об'ємом вилученого ґрунту 5600 м³. Рівень ландшафтної трансформації, зокрема, зміна антропогенно сформованого садового ландшафту оцінюється нами як *низький*.

Оцінка порушення інертних компонентів ландшафту, проведена з використанням індексу *Zc* свідчить про наступне:

Об'єкт 1. Виробничий комплекс в м. Збараж. Рівень порушення рельєфу оцінений нами як *середній* через значний обсяг виїмки ґрунту, зміни геохімічного складу ґрунту оцінені нами як *помірні* через змішування гумусового горизонту та утворення техногенного пилу.

Об'єкт 2. Холодильний комплекс в с. Велика Димерка. Рівень порушення рельєфу оцінений нами як *високий* через зміни мікрорельєфу та зрізання кореневих горизонтів, зміни геохімічного складу ґрунту оцінені нами як *високі* через руйнування лісового ґрунтового профілю та зміну кислотності.

Об'єкт 3. Виробничий комплекс в с. Великий Житин. Рівень порушення рельєфу оцінений нами як *помірний*, зокрема через те, що вихідний ґрунт уже трансформований, зміни геохімічного складу ґрунту оцінені нами як *помірно низькі*, оскільки первинним станом ґрунтів був агротехногенний.

Об'єкт 4. Виробничо-складський комплекс м. Надвірна. Рівень порушення рельєфу оцінений нами як *невеликий*, зокрема через незначні земляні роботи, зміни геохімічного складу ґрунту оцінені нами як *помірно низькі*, зокрема, через забруднення пилом та змішування ґрунтових горизонтів.

Об'єкт 5. Складський комплекс с. Бенедиківці. Рівень порушення рельєфу оцінений нами як *низький*, зокрема через мінімальні земляні роботи, зміни геохімічного складу ґрунту оцінені нами як *низькі*, зокрема, через те, що рослинність і гумусовий горизонт антропогенно змінені до будівництва.

4.4. Рекомендації щодо зменшення шкідливого впливу будівельної діяльності на інертні та живі компоненти ландшафту

Будівельна діяльність неминує створює навантаження як на інертні, так і на живі компоненти ландшафту. На початкових етапах виконання будівельно-монтажних робіт (БМР) найбільш відчутний «первинний» тиск спрямований на інертні елементи середовища. Він проявляється через проведення масштабних земляних робіт, ущільнення ґрунтів важкою технікою, виконання фундаментних і свайних операцій, що супроводжуються вібраційно-ударними впливами, а також через заходи з водопониження та перерозподіл поверхневого стоку. У сукупності ці процеси змінюють фізичну структуру ґрунтового покриву та гідрологічний баланс території, закладаючи основу для подальших трансформацій ландшафтної системи.

Таблиця 4.8

Порівняльна таблиця техніко-економічних показників досліджуваних ділянок за генеральним планом

№	Найменування	Об'єкт №1		Об'єкт №2		Об'єкт №3		Об'єкт №4		Об'єкт №5	
		Значення	Один. вим.	Значення	Один. вим.	Значення	Один. вим.	Значення	Один. вим.	Значення	Один. вим.
1	Адреса	м. Збараж, Тернопільська обл.		с. Велика Димерка, Київська область		с. Великий Житин, Рівненська область		м. Надвірна, Івано- Франківська область		с. Бенедиківці, Закарпатська область	
2	Площа відведеної ділянки	6,8	га	3,9	га	5,7	га	4,3	га	2,5	га
3	Площа забудови	2,2	га	0,9	га	1,8	га	0,65	га	0,3	га
4	Відсоток забудови	32,0	%	23,0	%	31,0	%	15,0	%	12,0	%
5	Площа озеленення	1,0	га	0,4	га	0,3	га	0,45	га	0,2	га
6	Площа твердого покриття (усіх доріг будмайданчика)	3,6	га	1,4	га	1,5	га	0,5	га	0,4	га
7	Площа перспективної забудови	-	га	1,2	га	2,1	га	2,7	га	1,6	га
8	Тип ґрунтів ділянки забудови	Чорнозем опідзолений		Дерново-підзолисті ґрунти		Темно-сірі опідзолені ґрунти		Дерново-підзолисті оглеєні		Лучно-болотні ґрунти	
9	Глибина виїмки ґрунту	1,0÷2,2	м	0,8÷1,5	м	0,7÷1,8	м	0,7÷1,1	м	0,8÷1,2	м
10	Тип фундаментів	Пальовий ростверком		Стрічковий залізобетонний неглибокого залягання		Стрічковий залізобетонний неглибокого залягання		Стрічковий залізобетонний неглибокого залягання		Стрічковий залізобетонний неглибокого залягання	
	Глибина (м) залягання палей/ фундаментів	18÷20 м (палі)		0,6÷1,1 м		0,6÷1,0 м		0,6÷1,0 м		0,7÷1,1 м	
12	Площа зняття родючого шару ґрунту	6,09	га	2,30	га	3,30	га	1,15	га	0,70	га
13	Відстань вивезення ґрунту на відвали	14	км	6	км	9	км	7	км	5	км

14	Об'єм вивезеного ґрунту	63 900	м³	18 400	м³	29 700	м³	8050	м³	5600	м³
----	-------------------------	--------	----	--------	----	--------	----	------	----	------	----

Таблиця 4.9

Оцінка порушення взаємодії інертних та живих компонентів ландшафту при роботі будівельної галузі

Назва об'єкту будівництва розташування	Первинне призначення ділянки	Рослинний покрив	Загальна площа відведеної ділянки, га	Площа забудови, га	Об'єм знятого ґрунту, м³	Визначення рівня трансформації		
						Оцінка рівня порушення рельєфу	Оцінка за індексом Zc зміни геохімічного складу ґрунту	Експертна оцінка порушення ландшафту
Об'єкт 1 Виробничий комплекс в м. Збарж	Пасовище	Конюшина лучна, м'ятлик луговий, гусятниця збірна	6,8	2,2	63 900	Середнє порушення – значний обсяг виїмки ґрунту	Помірні зміни – змішування гумусового горизонту, техногенний пил	Середній рівень ландшафтної трансформації; порушення лучно-пасовищних угідь
Об'єкт 2 Холодильний комплекс в с. Велика Димерка	Лісові угіддя	Сосна звичайна, брусниця, верес звичайний, костриця овеча, біловус	3,9	0,9	18 400	Високе порушення – зміна мікрорельєфу, зрізання корневих горизонтів	Високі зміни – руйнування лісового ґрунтового профілю, зміна кислотності	Високий рівень трансформації; вирубування лісових угідь і порушення ґрунтово-рослинного покриву
Об'єкт 3 Виробничий комплекс в с. Великий Житин	Рілля	Конюшина повзуча, амброзія полинолиста, костриця лучна, житняк	5,7	1,8	29 700	Помірне порушення – вихідний ґрунт уже трансформований	Низькі–помірні зміни – агротехногенний стан був первинний	Низький/середній рівень трансформації; земельна ділянка вже була аграрно трансформована
Об'єкт 4 Виробничо-складський комплекс м. Надвірна	Пасовище	Мишій зелений, лобода біла, борщівник Сосновського	4,3	0,65	8 050	Невелике порушення – незначні земляні роботи	Помірні зміни – забруднення пилом та змішування ґрунтових горизонтів	Помірна трансформація; часткове порушення лучних угідь

Об'єкт 5 Складський комплекс с. Бенедиківці	Сад	Фундуковий сад, кропива, шавлія, ромашка, амброзія полинолиста	2,5	0,3	5 600	Низьке порушення – мінімальні земляні роботи	Низькі зміни – рослинність і гумусовий горизонт антропогенно змінені до будівництва	Низький рівень трансформації; зміна антропогенно сформованого садового ландшафту
--	-----	--	-----	-----	-------	--	---	---

Для живих компонентів ландшафту найбільш критичними чинниками будівельної діяльності є видалення рослинного покриву, що призводить до втрати біорізноманіття та зниження екологічної стійкості, а також фрагментація біотопів, яка порушує цілісність природних угруповань. Додатковий негативний вплив створюють шумові та вібраційні навантаження, світлове забруднення, що змінює умови існування флори й фауни, а також вторинні ефекти — підвищена запиленість, забруднення ґрунтів і поверхневих стоків.

Виходячи з цього, рекомендації доцільно подавати як систему рішень, прив'язаних до життєвого циклу проєкту та «критичних технологічних вузлів». В таблиці 4.10 представлені ландшафтно-відповідальні етапи будівництва.

Заходи зі зниження впливу на інертні та живі компоненти ландшафту, можна розділити на п'ять основних етапів:

Етап 1. – Передпроектні рішення (оцінка технологій і конструктивних альтернатив).

Передпроектний етап має ключове значення для мінімізації екологічних і техногенних впливів, адже саме на цьому рівні визначаються технологічні та конструктивні рішення, що формують масштаб земляних робіт, потребу у водопониженні, інтенсивність шумових і вібраційних навантажень, а також обсяги утворення відходів. Для обґрунтованого вибору оптимальних варіантів доцільно застосовувати багатокритеріальний аналіз і спрощені методи оцінювання життєвого циклу матеріалів та процесів, що дозволяє врахувати комплексний вплив будівельної діяльності на довкілля та ландшафтну структуру.

Порівняння конструктивних рішень (мінімально необхідний перелік)

~ Несуча система: сталевий металокаркас; збірний залізобетон; монолітний залізобетон; комбіновані системи.

~ Ступінь заводської готовності: модульні/швидкокомонтовані рішення.

~ Огороджувальні конструкції: сендвіч-панелі/касетні системи.

~ Підлоги та покриття: полегшені рішення (настили, профільовані листи).

~ Планувальні рішення, що мінімізують перевезення ґрунтів: баланс виїмок/насипів, максимальне локальне повторне використання ґрунтів.

Вибір полегшених металокаркасів як інструмент оптимізації фундаментних навантажень

Таблиця 4.10.

Критичні операції будівництва та пріоритетні заходи мінімізації

Операція (етап БМР)	Вид впливу	Пріоритетні заходи по зниженні впливу
Земляні роботи	Зняття гумусного шару; зміна мікрорельєфу; ерозійний вплив	Поетапне розкриття; складування родючого шару; протиерозійні заходи; зволоження (організація водостоків)
Пальові роботи	Вібрація; ризик для гумусних ґрунтів; шумова вібрація	Порівняння альтернативних методів (<u>буронабивні/мікропалі/гвинтові</u>); <u>вібромоніторинг</u> ; часові обмеження
Організація водовідведення	Зміна рівнів ґрунтових вод; просідання; замулення стоків	Гідрогеологічне обґрунтування; локалізація; контроль осідань
Рух техніки, тимчасові дороги	Ущільнення ґрунту; <u>коліїстість</u> ; знищення насаджень; бар'єрний ефект	Оптимальне логістичне планування; <u>геосинтетики</u> ; обмеження швидкості; <u>біобезпека</u>
Бетонування; зварювання; фарбування	Стоки, викиди; аерозольний пил; локальне забруднення ґрунту	Конструкції максимальної заводської готовності; ізоляція зон; збір/нейтралізація стоків; контроль якості матеріалів
Відходи будівництва/демонтажу	Пил і дрібні фракції; забруднення ґрунтів	Сортування; повторне використання; контрольні точки

Полегшені каркасні системи, зокрема сталеві, здатні зменшувати конструктивне навантаження, що створює умови для оптимізації фундаментів і скорочення обсягів земляних робіт. На передпроектному етапі доцільно здійснювати порівняння альтернативних рішень за низкою параметрів: площею

та глибиною котлованів, кількістю необхідного бетону й арматури, потребою у водопониженні, прогнозованим рівнем шумових і вібраційних впливів, а також можливістю реверсивного демонтажу у випадку тимчасових споруд. Таке багатокритеріальне оцінювання дозволяє обрати найбільш екологічно та технологічно збалансований варіант.

Перевірка типів фундаментів щодо впливу на ландшафт

Для зменшення негативного впливу на ґрунти, рельєф та геологічне середовище фундаментні рішення варто оцінювати з позиції їхньої «ландшафтної чутливості». У практиці порівняння здійснюють між різними типами конструкцій — мілкозаглибленими плитами чи стрічками, буронабивними палями, мікропалями, гвинтовими палями та комбінованими системами. При цьому окремо враховують ризики активізації інженерно-геологічних процесів, можливість перетину водоносних горизонтів, а також масштаби технологічних викидів і стоків. Такий підхід дозволяє обрати варіант фундаменту, який найменше трансформує ландшафтну структуру та забезпечує екологічну збалансованість будівельних робіт.

Алгоритм дій під час оцінювання

~ Збір вихідних даних: інженерно-геологія, ґрунтове обстеження, біотичні обмеження/охоронні зони.

~ Формування альтернатив (конструктивна схема + фундаменти + мережі + логістика).

~ Розрахунок індикаторів впливу (земляні роботи, площа порушення ґрунтів, відходи, шум/вібрація, потреба у водопониженні).

~ Ранжування альтернатив (багатокритеріально) та вибір найкращого доступного рішення (ВАТ).

~ Фіксація вимог у технічному завданні (ТЗ) і контрактах: БМР, контрольні точки, відповідальні, звітність.

Етап 2 – Будівельна діяльність (операційне управління впливами)

Інертні компоненти: ґрунти, рельєф, геологічне середовище

Управління впливами на інертні компоненти базується на принципах мінімізації площі та тривалості порушення ґрунтів, запобігання ерозії, контролю стоків і виключення локальних джерел забруднення (паливно-мастильні матеріали, цементні стоки, дрібні фракції відходів) (таблиця 4.11), а саме:

~ Ґрунти: поетапне зняття родючого шару; окреме складування; захист від розмиву; заборона змішування з техногенними домішками.

~ Протиерозійні заходи: тимчасове укріплення схилів (геотекстиль, георешітки), регулювання поверхневого стоку, локальні відстійники.

~ Ущільнення: обмеження руху техніки поза коридорами; тимчасові дороги з геосинтетиками; контроль вологості при ущільненні.

~ Геологічне середовище: контроль водовідливу; очищення вод перед скидом; моніторинг осідань і вібрацій; аварійна готовність до розливів паливо-мастильних матеріалів ПММ.

Живі компоненти ландшафту:

Мінімізація впливів на біоту спрямована на збереження/компенсацію оселищ, зниження шумового й світлового навантаження та попередження вторинної деградації середовищ через пил і забруднення ґрунтів, а саме:

~ Буферні смуги та огороження для цінних біотопів; маркування «зон заборони» руху техніки.

~ Сезонні обмеження для робіт у періоди гніздування/розмноження (за наявності біотичного обґрунтування).

~ Світловий режим: спрямоване освітлення, екранування, мінімізація нічних робіт.

~ Зменшення запиленості: зволоження, накриття сипких матеріалів, миття коліс, швидкісні обмеження.

~ Озеленення та контроль стану зелених зон (у т.ч. фітоіндикаційні підходи для оцінки екологічної безпеки урбанізованих територій).

Етап 3 – Післябудівельний

Після завершення будівельних робіт пріоритетним завданням стає відновлення ґрунтового покриву та стабілізація рельєфу, що забезпечує повернення території до екологічно збалансованого стану. Важливим елементом є також відтворення зелених насаджень і відновлення природних екологічних зв'язків. Комплекс рекультиваційних заходів має включати повернення родючого шару ґрунту, його розушільнення для відновлення водопроникності та аерації, організацію системи водовідведення, проведення біологічної рекультивації з використанням рослинного покриву, а також подальший моніторинг стану ґрунтів і ландшафту. Такий підхід дозволяє не лише компенсувати наслідки будівельної діяльності, а й створити умови для стійкого функціонування екосистеми.

Таблиця 4.11.

Контрольні точки екологічного менеджменту на будмайданчику

Контрольна точка	Метод та періодичність
Площа відкритих ґрунтів та наявність протиерозійних заходів	Щотижнева інвентаризація + фото; позапланово після злив
Пил/запиленість при земляних роботах	Щоденний огляд у суху погоду; коригування зволоження
Шум/вібрація в чутливих точках	За графіком; додатково при скаргах
Якість стоків (мутність, рН)	Після опадів; щотижневий контроль відстійників
Відходи: сортування і передача на повторне використання/переробку	Щомісячні акти, журнали, цифровий облік
Стан зелених насаджень у буферних зонах	Щомісяця у вегетаційний період

Алгоритм післябудівельного контролю

~ Інвентаризація порушених ділянок і типів порушень.

~ Вибір цільових індикаторів: для ґрунтів (структура, ущільнення, забруднювачі), для біоти (відновлення покриву, стан насаджень).

~ Рекультивация (технічна + біологічна) і природоорієнтовані рішення (інфільтраційні смуги, біоканави).

~ Моніторинг і коригувальні дії за результатами оцінки.

Етап 4 – сучасні технології та підходи мінімального впливу

Сучасні технології знижують вплив на ландшафти завдяки скороченню обсягів земляних робіт, перенесенню «крупних» процесів у заводські умови та підвищення керованості матеріальних логістичних потоків.

3D-друк бетоном (адитивне будівництво). Результати оцінки життєвого циклу (Life Cycle Assessment) для технології 3D-друку бетоном демонструють її значний екологічний потенціал. Застосування цього методу дозволяє зменшити кількість відходів та оптимізувати матеріаломісткість, що, у свою чергу, скорочує логістичне навантаження й обсяги допоміжних процесів на будівельному майданчику. Важливою перевагою є мінімізація «мокрих» процесів, а деякі з них можуть бути повністю виключені. Додатковий екологічний ефект досягається при використанні низьковуглецевих в'язучих матеріалів, зокрема геополімерів, які знижують вуглецевий слід і підвищують стійкість будівельних технологій.

Безтраншейні методи прокладання мереж (прокол, горизонтально направлене буріння (ГНБ))

Порівняльні будівельно-екогеоморфологічні оцінки показують переваги безтраншейних методів у частині мінімізації розкриття ґрунтів і скорочення часу порушення територій, що є критичним як для ґрунтів, рельєфу та біоти.

Модульні та швидкокомонтовані будівлі (ШМБ) максимальної заводської готовності

Модульність зменшує частку зварювальних, лакофарбових та інших «мокрих» процесів на майданчику, скорочує тривалість будівництва та площі

тимчасових складів і кількість відходів, а отже – сукупний вплив на ґрунти й біоту. В таблиці 4.12. узагальнено екологічні ефекти від використання сучасних будівельних технологій.

Таблиця 4.12.

Сучасні технології та очікувані ефекти

Технологія	Ключовий ефект для інертних компонентів	Ключовий ефект для живих компонентів
3D-друк бетоном	Менше відходів і майданчикових процесів; оптимізація матеріаломісткості	Коротший час впливу; менше пилу/шуму допоміжних робіт
Безтраншейні мережі	Мінімізація порушення ґрунтів і рельєфу	Менша фрагментація біотопів; менше шуму/пилу
Модульність/заводська готовність	Менше стоків і забруднення ґрунтів; коротша фаза будівництва	Менше ЛОС/пилу; менший період стресу
BIM/IFC + управління відходами	Зниження ризиків потрапляння відходів у ґрунти; прозорий контроль	Опосередковано: збереження якості середовища
Електрична/гібридна техніка	Менше локального осадження викидів у ґрунтах	Менше шуму й викидів у зоні біоти

Висновки до 4 розділу

1. Віднесення нами ґрунтів і рельєфу до інертних компонентів ландшафту у межах дисертаційного дослідження зумовлене прагненням максимально реалізувати інженерний потенціал конструктивної географії, особливо при аналізі будівельної галузі. Саме ця сфера вирізняється масштабами трансформації ґрунтового шару та докорінною зміною рельєфу, що робить її унікальною серед інших видів діяльності. З огляду на це ґрунтам було приділено особливу увагу: проведено хімічні аналізи зразків, відібраних на різних ділянках будівельних майданчиків — безпосередньо на місці робіт (зона

активного техногенезу), на відстані 50 м від нього (геохімічний фон), а також зі скриші, яка являє собою повністю трансформовану та переміщену субстанцію.

2. Відбір проб проводили відповідно до вимог ДСТУ 7948:2015, а також Методичних рекомендацій з відбору та підготовки ґрунтових зразків, розроблених Інститутом ґрунтознавства та агрохімії ім. О. Н. Соколовського НАН України. Відбір здійснювали з глибини 25–30 см, що відповідає орному горизонту, у межах якого зосереджена основна частка гумусованої речовини та спостерігається максимальна концентрація рухомих сполук елементів живлення. Для одержання репрезентативного матеріалу формували змішану об'єднану пробу з п'яти локальних прикопів, розташованих по діагоналі ділянки. Проби маркували із зазначенням номера точки відбору, координат GPS-положення та умов відбору.

3. Вміст окремих хімічних елементів по окремих будівельних майданчиках було відображено у вигляді графіків, сумісний аналіз яких виявив як спільні так і поокремі закономірності по усіх п'яти об'єктах дослідження. Зокрема, на усіх 5-ти об'єктах зафіксоване значне перевищення марганцю, причому на усіх трьох локаціях відбору ґрунтових проб. Цей феномен має декілька причин, серед яких:

- пов'язаний із природними властивостями переміщеного субстрату;
- умови формування відвалу – розкриття й перемішування глибших шарів – забезпечують перенесення оксидів та гідроксидів марганцю у верхній шар укосу;
- через внесок мінеральної фракції зруйнованих порід, запилення від земляних робіт, а також з металевого пилу, який утворюється при різанні та зварюванні сталевих елементів конструкцій, що містять марганець як легувальний компонент металів.

- у зоні складування відвалів відбувається механічне фракційне збагачення ґрунту марганцем за рахунок викидів від роботи дизельних двигунів та потрапляння мастил в ґрунт.

- з продуктів зношування сталі (марганцеві сталі, рейкові, конструкційні та інші сплави), в тому числі і від експлуатації сталевих деталей будівельних машин.

4. Решта хімічних елементів не мають суттєвого перевищення, зокрема:

- по об'єкту №1 незначне перевищення азоту нітратного, наявність якого пояснюється нами типом попереднього екстенсивного землекористування (пасовище), в умовах якого відбувалась більш активна фіксація і накопичення азоту у ґрунті;

- по об'єктам №2 та №4 перевищення вмісту інших елементів не зафіксоване, що пояснюється екстенсивним типом попереднього землекористування (лісові угіддя та пасовище відповідно);

- по об'єкту №3 зафіксоване незначне перевищення цинку, що пояснюється складуванням та використанням в будівництві оцинкованих металоконструкцій, осіданням придорожного пилу та продуктів стирання шин і гальмівних колодок транспорту;

- по об'єкту №5 зафіксоване перевищення вмісту по цинку, з причин, подібних до об'єкту №3, та незначне по міді, яка відокремлюється при роботі гальмівних систем, електроінструментів та під час розроблення та з'єднання електричних кабелів та проводів. Крім того дрібнодисперсний металевий пил містить мідь у складі сплавів з яких виготовлені матеріали латунної запірної арматури для систем водопостачання.

5. Аналіз зразків ґрунту, проектно-технічної документації, знайомство з літературними джерелами та результати власних спостережень дозволили серед типів еколого-геоморфологічного впливу будівельної галузі на ландшафти виділити: *порушення рельєфу, порушення гідрологічного режиму, ерозійні*

процеси, акумулятивні процеси, зміну геохімічного складу поверхні, ущільнення ґрунтів з відповідними проявами антропогенно зумовлених геоморфологічних змін та формами геоморфологічної трансформації ландшафтної структури.

6. За допомогою розрахунку індексу загального забруднення ґрунту (Z_c), який обчислювали за методикою інтегрального перевищення фонових концентрацій хімічних елементів в ґрунті, оцінено рівень техногенного навантаження на досліджуваних територіях. На загальному тлі низьких значень коефіцієнту по всіх об'єктах, було виявлено найбільші значення для об'єкту №5, що пояснюється як геоморфологічними особливостями території (рівнинна ділянка приурочена до лівої надзаплавної тераси р. Уж), так і особливостями ґрунотвірних порід (алювіальні і делювіальні суглинки), які створюють підпір для поверхневих вод, виконуючи роль геохімічного бар'єру. Крім того, території притаманний промивний режим через регулярні повені р.Латориця, що сприяє привнесенню і осіданню хімічних елементів і сполук.

7. Виконана оцінка порушення взаємодії інертних та живих компонентів ландшафту при роботі будівельної галузі, зокрема:

- Об'єкт №1 - середній рівень ландшафтної трансформації; порушення лучно-пасовищних угідь;

- Об'єкт №2 - високий рівень трансформації; вирубування лісових угідь і порушення ґрунтово-рослинного покриву;

- Об'єкт №3 - низький/середній рівень трансформації; земельна ділянка вже була аграрно трансформована;

- Об'єкт №4 - помірна трансформація; часткове порушення лучних угідь;

- Об'єкт №5 - низький рівень трансформації; зміна антропогенно сформованого садового ландшафту.

8. Виконано аналіз техніко-економічних показників досліджуваних ділянок, результати якого можуть бути корисними для розробки подальшої стратегії освоєння території, в тому числі і для дотримання екологічних норм та

впровадження ощадливих форм господарського освоєння ландшафту
будівельною галуззю.

ВИСНОВКИ

Класичне ландшафтознавство й надалі зберігатиме статус фундаментального напрямку вітчизняної географії, однак у першій чверті ХХІ століття воно набуло більш виразного прикладного характеру. Це підтверджується зростанням кількості наукових праць, у яких активно обговорюються різні варіанти господарського використання ландшафтів та можливості їх практичного застосування.

1. У сучасних вітчизняних класифікаціях ландшафтів дедалі більше уваги приділяється антропогенно-зміненим типам, серед яких особливе місце займають дорожні та будівельні. Вони належать до найбільш трансформованих людиною, оскільки характеризуються докорінним впливом на літогенну основу. Віднесення ґрунтів і рельєфу до інертних компонентів ландшафту у межах дисертаційного дослідження зумовлене прагненням повніше реалізувати інженерний потенціал конструктивної географії, зокрема при аналізі будівельної галузі. З цією метою автором уточнено класифікацію антропогенно-змінених ландшафтів шляхом введення трьох груп компонентів — інертних, мобільних та активних. Таке уточнення є особливо важливим для будівельної сфери, яка на різних етапах робіт по-різному залучає ці компоненти: трансформує, деструктурує, відновлює чи ренатуралізує їх, формуючи специфічні прояви геоморфологічних змін.

2. Світова будівельна галузь щороку переміщує у геосфері планети величезні маси інертної речовини, що зумовлює потужний вплив на природні та антропогенно трансформовані ландшафти, співставний із «геологічною силою» В. Вернадського. Сучасна глобалізація виробництва реалізується через просторовий перерозподіл ресурсів на користь розвинутих країн, а в наукових дослідженнях ця концепція отримала продовження у вигляді аналізу «екологічного сліду людства». Тенденції просторового перерозподілу особливо

виразно проявляються у розвитку будівельної галузі. В Україні це відображається у переміщенні частини виробництв (зокрема виготовлення тари, меблів, віконних і дверних конструкцій, фасування сипучих будівельних сумішей) та інфраструктурних об'єктів (торговельних центрів, складських комплексів, станцій технічного обслуговування тощо) у приміські зони — індустріальні парки та виробничо-логістичні комплекси Київської, Львівської, Черкаської, Тернопільської, Житомирської та інших областей, а подекуди навіть у сільську місцевість.

3. Зважаючи на предметне поле наук про Землю, їхнє головне завдання полягає у дослідженні як окремих компонентів ландшафтів так і усього ландшафтного різноманіття. Відтак, *об'єктами дослідження* нами були обрані території активного техногенезу, пов'язаного з будівельною діяльністю. Усі вибрані нами об'єкти розглядались через призму головних завдань нашого дослідження, серед яких були:

- характеристика головних фізико-географічних умов будівельних майданчиків;
- аналіз віддаленості будівельних майданчиків від населених пунктів та елементів інфраструктури;
- систематичні дослідження (з відбором проб та проведенні хімічних аналізів) інертних компонентів ландшафту – ґрунтів та геологічної будови;
- оцінка впливу кожної із стадій будівельного процесу на ландшафтну оболонку;
- детальні дослідження реакції ландшафтних систем на будівельні роботи, зокрема із застосуванням геохімічного аналізу.

4. Досліджувані об'єкти знаходяться в різних локаціях правобережної України. Це - об'єкт №1 (місто Збараж, Тернопільська область); об'єкт №2 (селище Велика Димерка, Київська область); об'єкт №3 (село Великий Житин, Рівненська область); об'єкт №4 (місто Надвірна, Івано-Франківська область);

об'єкт №5 (село Бенедиківці, Закарпатська область). Вибір названих об'єктів не мав на меті дотримання певних геопросторових закономірностей. Головна причина вибору регіону дослідження (Правобережна Україна) була обумовлена передусім необхідністю перенесення важливих народногосподарських об'єктів вглиб країни через можливість їх враження російськими військами. Крім того в післявоєнний час потенціал для вкладення інвестицій в дану територію оцінюється як більш перспективний. Усі об'єкти дослідження (будівельні майданчики №№ 1-5) знаходяться в безпосередній близькості від ядроутворюючих населених пунктів як регіонального так і державного значення (Тернопіль, Київ, Рівне, Івано-Франківськ, Мукачеве). Середній радіус транспортної доступності до об'єктів нашого дослідження, які після введення в експлуатацію виконують переважно інфраструктурні (по відношенню до ядроутворюючих центрів) функції не перевищує 10 км.

Головні результати дисертаційного дослідження мають втілення у трьох взаємопов'язаних аспектах:

Методичний аспект:

- Сумісний аналіз зразків ґрунту, проектно-технічної документації, знайомство з літературними джерелами та результати власних спостережень дозволили серед типів еколого-геоморфологічного впливу будівельної галузі на ландшафти виділити: *порушення рельєфу, порушення гідрологічного режиму, ерозійні процеси, акумулятивні процеси, зміну геохімічного складу поверхні, ущільнення ґрунтів з відповідними проявами антропогенно зумовлених геоморфологічних змін та формами геоморфологічної трансформації ландшафтної структури.*

- За допомогою розрахунку індексу загального забруднення ґрунту (Z_c), який обчислювали за методикою інтегрального перевищення фонових концентрацій хімічних елементів в ґрунті, оцінено рівень техногенного навантаження на досліджуваних територіях. На загальному тлі низьких значень

коефіцієнту по всіх об'єктах, було виявлено найбільші значення для об'єкту №5, що пояснюється як геоморфологічними особливостями території (рівнинна ділянка приурочена до лівої надзаплавної тераси р. Уж), так і особливостями ґрунтотвірних порід (алювіальні і делювіальні суглинки), які створюють підпір для поверхневих вод, виконуючи роль геохімічного бар'єру. Крім того, території притаманний промивний режим через регулярні повені р.Латориця, що сприяє привнесенню і осіданню хімічних елементів і сполук.

- Виконано аналіз техніко-економічних показників досліджуваних ділянок, результати якого можуть бути корисними для розробки подальшої стратегії освоєння території, в тому числі і для дотримання екологічних норм та впровадження ощадливих форм господарського освоєння ландшафту будівельною галуззю.

- Розроблено практичні рекомендації, спрямовані на зниження негативного впливу будівельної діяльності на ландшафтні комплекси, зокрема на такі інертні компоненти ландшафту як ґрунт та гірські породи.

Екологічний та природокористувальницький аспект:

- Виконана оцінка порушення взаємодії інертних та живих компонентів ландшафту при роботі будівельної галузі, зокрема:

- Об'єкт №1 - середній рівень ландшафтної трансформації; порушення лучно-пасовищних угідь;

- Об'єкт №2 - високий рівень трансформації; вирубування лісових угідь і порушення ґрунтового-рослинного покриву;

- Об'єкт №3 - низький/середній рівень трансформації; земельна ділянка вже була аграрно трансформована;

- Об'єкт №4 - помірна трансформація; часткове порушення лучних угідь;

- Об'єкт №5 - низький рівень трансформації; зміна антропогенно сформованого садового ландшафту.

- На кожному з досліджених об'єктів було здійснено відбір зразків ґрунту, результати хімічного аналізу яких допомогли виявити глибину і різноманітність впливу будівельної галузі на ландшафти даної території. Вміст окремих хімічних елементів по окремих будівельних майданчиках було відображено у вигляді графіків, сумісний аналіз яких виявив як спільні так і поокремі закономірності по усіх п'яти об'єктах дослідження. Зокрема, на усіх 5-ти об'єктах зафіксоване значне перевищення марганцю, причому на усіх трьох локаціях відбору ґрунтових проб. Цей феномен має декілька причин, серед яких:

- пов'язаний із природними властивостями переміщеного субстрату;
- умови формування відвалу – розкриття й перемішування глибших шарів – забезпечують перенесення оксидів та гідроксидів марганцю у верхній шар укосу;
- через внесок мінеральної фракції зруйнованих порід, запилення від земляних робіт, а також з металевого пилу, який утворюється при різанні та зварюванні сталевих елементів конструкцій, що містять марганець як легувальний компонент металів.
- у зоні складування відвалів відбувається механічне фракційне збагачення ґрунту марганцем за рахунок викидів від роботи дизельних двигунів та потрапляння мастил в ґрунт.
- з продуктів зношування сталі (марганцеві сталі, рейкові, конструкційні та інші сплави), в тому числі і від експлуатації сталевих деталей будівельних машин.

Решта хімічних елементів не мають суттєвого перевищення, зокрема: по об'єкту №1 незначне перевищення азоту нітратного, наявність якого пояснюється нами типом попереднього екстенсивного землекористування (пасовище), в умовах якого відбувалась більш активна фіксація і накопичення азоту у ґрунті; по об'єктам №2 та №4 перевищення вмісту інших елементів не

зафіксоване, що пояснюється екстенсивним типом попереднього землекористування (лісові угіддя та пасовище відповідно); по об'єкту №3 зафіксоване незначне перевищення цинку, що пояснюється складуванням та використанням в будівництві оцинкованих металоконструкцій, осіданням придорожного пилю та продуктів стирання шин і гальмівних колодок транспорту; по об'єкту №5 зафіксоване перевищення вмісту по цинку, з причин, подібних до об'єкту №3, та незначне по міді, яка відокремлюється при роботі гальмівних систем, електроінструментів та під час розроблення та з'єднання електричних кабелів та проводів. Крім того дрібнодисперсний металевий пил містить мідь у складі сплавів з яких виготовлені матеріали латунної запірної арматури для систем водопостачання.

Головні *методологічні висновки* дисертаційного дослідження:

- Незважаючи на те, що ґрунти являють собою інертний, тобто, менш здатний до змін у часі компонент ландшафту, ми схилиємось до думки тих дослідників, які вважають ґрунти напівживою (біокосною) субстанцією. Адже процеси ґрунтоутворення якнайкраще підтверджують думку Володимира Вернадського про неперсичну роль у «будівництві» біосфери одночасно живої та неживої речовини. Саме такий погляд на роль ґрунтів у формуванні ландшафтної оболонки сформувався у природознавців ще наприкінці ХІХ століття у відомому вислові - «ґрунти – це дзеркало ландшафту». І не даремно вже в ХХІ столітті відомий український ландшафтознавець М.Д.Гродзинський на основі онтологічних висновків Ж.Дельоза та Ф.Гваттарі став вважати ризому нейронною мережею не лише ландшафтної оболонки, а й усієї біосфери планети. Відтак, порушення педосфери з високою імовірністю може спричинити непоправні наслідки (хоч і відстрочені у часі) для усієї біосфери.

- Концепція ноосферних екосистем професора Сергія Сонька може бути теоретичним фундаментом дослідження впливу будівельної галузі на ландшафти. Згідно з цією концепцією сучасне «інформаційне навантаження»

урбоекосистем полягає в зосередженні і концентрації інформаційних потоків в певних точках – полюсах (за В.Кристаллером та Ф.Перру) земної поверхні («світові міста»). При цьому кісна/техногенно перетворена або нежива речовина (за В.Вернадським) в процесі ноосферогенезу стає головним акумулятором і передавальною ланкою між природними і напівприродними екосистемами (агроекосистемами). Саме в ній (новобудови, знаряддя праці, споруди, шляхи сполучення та ін.) накопичується інформація про попередні якісні стани людської популяції. Отже, будівельна галузь, як «творець» перерахованих витворів людської діяльності має непересічне значення для усвідомлення ноосферного буття людства. Зокрема, констатуємо, що головний об'єкт нашого дослідження – будівельна галузь бере активну участь в формуванні урбоекосистем та інфраекосистем, які є невідомою частиною екологічної ніші *Homo Sapiens*.

- Сучасні процеси переносу певної частини виробництв (зокрема завдяки будівельній галузі) у приміські зони та сільську місцевість свідчать про дієздатність ротаційної моделі професора Сергія Сонька, згідно з якою з плином просторового розвитку людства відбувається зміна функцій і просторової природи різних типів ноосферних екосистем – агроекосистем, урбоекосистем та інфраекосистем.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Агрохімічна характеристика ґрунтів Лісостепу України. Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н. Соколовського НАН України. Харків, 2021. 98 с.
2. Байди́ков І. А. Обґрунтування методики оцінювання рельєфу в контексті просторового планування території з метою її господарського використання. *Ландшафтознавство*. 2024. № 6(2). С. 54–63. DOI: 10.31652/2786-5665-2024-6-54-63.
3. Баланецька Л. В., Войтович В. І. Агрохімічні аспекти застосування сірковмісних добрив. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2021. № 1. С. 3–9. URL: <http://journals.urau.ua/snau-v/article/view/229046>
4. Барабаш В. І., Куцик О. В. Еколого-геохімічна оцінка ґрунтів придорожніх смуг Закарпатської області. *Науковий вісник Ужгородського університету*. Серія : Геологія. 2020. Вип. 43. С. 5–10
5. Білецький І. П. Філософія і методологія наукового пізнання: *Конспект лекцій*. Харківський держ. економічний ун-т. Х. : ХДЕУ, 2001. 104 с.
6. Білик А. С. Екологічний та економічний аналіз життєвого циклу каркасів будівель : монографія. Київ : УЦСБ ; КНУБА ; 7БЦ, 2022. 263 с.
7. Боярин М. В., Максименко Н. В., Карпюк З. К. Ландшафтно-екологічне планування і формування екологічної мережі: навч. посіб. Луцьк : Вежа-друк, 2024. 356 с.
8. Василенко О. В., Балабак О. А., Балабак А. В., Нікітіна О. В., Гурський І. М. Оцінка стану міських ґрунтів як засіб збереження екологічної стабільності урбоєкосистеми. *Екологія довкілля та безпека життєдіяльності*. 2023. № 1. С. 46–53. DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2023.eco.1-46.23>
9. Вісник Уманського НУС. Ґрунтове різноманіття Передкарпаття. 2022. URL: <https://visnyk-unaus.udau.edu.ua> (дата звернення: 20.11.2025)
10. Воловик В. М. Каркасні ландшафти: етимологія та визначення. Каркасні (селитебні і дорожні) антропогенні ландшафти: теоретичні та прикладні аспекти: *матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції (з міжнародною участю)*, м. Вінниця, 24–25 квітня 2019 р. / відп. ред. Г. І. Денисик. Вінниця, 2019. С. 6–12
11. Воловик В. М. Ландшафтознавство. Курс лекцій : навч. посіб. для студ. географічних спеціальностей ВНЗ Вінниця : Твори, 2018. 254 с.

URL:https://repository.ldufk.edu.ua/bitstream/34606048/23344/1/Volovyk_landshaft_oznavstvo_2018.pdf

12. Волтер А. «Методи регіонального аналізу : вступ до регіональної науки. В. Айзард. Нью-Йорк : John Wiley & Sons, 1960. 784 с. URL: <https://archive.org/details/methodsofregiona00isar>

13. Географічна енциклопедія України : в 3 т. Т. 1. Київ : Українська енциклопедія, 1989. URL: <http://irbis-nbuv.gov.ua/ulib/item/UKR0001377>

14. Геоурбаністика : навч. посіб. О. Л. Дронова. К. : Видавничополіграфічний центр «Київський університет», 2014. 419 с.

15. Гіпотеза (метафора) Геї. Д. Шабанов, М. Кравченко. Екологія: біологія взаємодії. Онлайн-підручник. <https://batrachos.com/help-books-ecology>

16. Гірничий енциклопедичний словник, т. 2 За редакцією В.С.Білецького. Донецьк: Східний видавничий дім, 2002. 632 с.

17. Голубець М. А. Геосоціосистемологія. Львів: Компанія «Манускрипт», 2013. 264 с.

18. Голубець М.А., Екосистемологія.- Львів:Поллі,2000. - 178 с.

19. Голубцов, О. Г. Ландшафтне планування: основні положення та досвід реалізації в Україні. *Український географічний журнал*. 2021. 1(113), 63-72.

20. Гродзинський М.Д. Ландшафтна географія: стара назва нової науки чи відродження майже забутого? *Український географічний журнал* - 2017, № 2. С.С.59-64.

21. Гродзинський М.Д. Пізнання ландшафту: місце і простір. Київ: КНУ імені Тараса Шевченка, 2005. Том I. 431 с.

22. Ґрунтові проби. Затвердження Порядку відбору проб ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення, очищених від вибухонебезпечних предметів : постанова Кабінету Міністрів України від 14 липня 2025 р. № 844. – Київ. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/844-2025-%D0%BF#Text>

23. Гудзевич А.В., Любченко В.Є., Броннікова Л.Ф., Гудзевич Л.С. Ландшафтний підхід до врахування регіональних особливостей організації природокористування природоохоронної території. Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. серія «геологія. географія. екологія», випуск 52. С.С. 119-129. - <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2020-52-09>

24. Гуцол Г. В. Оцінка інтенсивності забруднення ґрунтів важкими металами та заходи щодо підвищення їх якості. *The Scientific Heritage*. 2020. Вип. 48 (48). С. 3–8.. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsinka-intensivnosti->

zabrudnennya-gruntiv-vazhkimi-metalami-ta-zahodi-schodo-pidvischennya-yih-yakosti

25. Гуцуляк В. М. Ландшафтна екологія : підручник для студентів вищих навчальних закладів В. М. Гуцуляк, Н. В. Максименко, Т. В. Дудар. Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2015. 284 с.

26. ДБН В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. К.: Мінрегіонбуд України, 2010. 123 с. URL: https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_b_v_1_1_27_2010/5-1-0-929

27. Денисик Г.І., Браславська О.В., Воловик В.М., Вальчук-Оркуша О.М., Буряк-Габрись І.О., Стефанков Л.Л. Каркасні антропогенні ландшафти: монографія [за редакцією Г.І. Денисика, О.В. Браславської]. Вінниця: ТОВ «Твори», 2021. 316 с. (серія «Антропогенні ландшафти Поділля»)

28. Денисик Г.І., Кравцова І.В., Воловик В.М., Канська В.В., Атаман Л.В., Денисик Б.Г. Гуманістичні антропогенні ландшафти: монографія. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2023. 346 с.

29. Денисик Г.І. Подільська височина: географічні особливості формування та розвитку природних ландшафтів. Вінниця : ВДПУ ім. М. Коцюбинського, 2012. 276 с.

30. Денисик, Г.І. Стиник, О.І., Чиж, О.П. (2020А). Міжзональні геоекотони України : монографія. Вінниця : ТОВ «Твори».

31. Денисик, Г.І., Ситник, О.І., Стефанков, Л.І. Кравцова, І.Л. (2020В). Регіональні зміни клімату у міжзональному геоекотоні України «Лісостеп-Степ». Наукові записки Тернопільського національного університету. серія : географія, 9(2), 36-47.

32. Дідух Я. П. Основи біоіндикації : монографія. Київ : Наукова думка, 2012. 344 с. URL: https://botany.kiev.ua/doc/osnovi_bioind.pdf

33. Долгопол, О., & Кузнецова, К. (2025). Містянин і урбанізація: психологічні трансформації та філософський пошук сенсу. *Науково-теоретичний альманах Грані*, 28(5), 188-196.

34. Доленко Г., Заяць Г., Мичак С. Сейсмічна активність Надвірнянського нафтогазового району Mineralogical Journal. 2019. URL: <https://mru-journal.com.ua/index.php/mru/article/view/259> (дата звернення: 20.11.2025)

35. ДСТУ 7948:2015 Якість ґрунту. Проведення аналізів. Загальні вимоги. Електронний ресурс: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=62862

36. Зеленчук І. Д. Будівництво дерев'яних житлових комплексів як спосіб збереження живих та інертних компонентів ландшафту в Швеції. *XVI International Scientific and Practical Conference. New ways of improving outdated methods and technologies. Copenhagen, Denmark, Desember 17. 20. 2024. P.100-104.* <http://dx.doi.org/10.46299/isg.2024.2.16>
37. Зеленчук І. Відновлення ґрунтів та екосистем після будівництва: Рекультивація як важливий інструмент відновлення взаємодії між інертними та живими компонентами ландшафту. *Norwegian Journal of development of the International Science.* 2024. No 134. С. 17–22. <https://doi.org/10.5281/zenodo.11639772>
38. Зеленчук, І. Д. (2025). Ландшафтно-геохімічна деструкція територій інтенсивного будівництва. *Acta Academiae Beregsasiensis: Geographica Et Recreatio*, (3), 28–40. <https://doi.org/10.32782/2786-5843/2025-3-3>.
39. Зеленчук І. Потенціал 3D-друкованого будівництва у післявоєнній відбудові України: Оцінка впливу на ландшафтні компоненти. *SWorldJournal.* 2024. No 27-02. С. 50–61. <https://doi.org/10.30888/2663-5712.2024-27-00-014>
40. Європейська ландшафтна конвенція від 20.10.2000 р. [Електронний ресурс]. URL: http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/994_154 (дата звернення: 28.11.2025).
41. Екологічні основи збалансованого природокористування у агросфері: навчальний посібник / за ред. С. П.Сонька та Н. В.Максименко. Харків : ХНУ імені В.Н.Каразіна, 2015. 568 с.
42. Екологічний паспорт Рівненської області за 2021 рік. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. Київ, 2022. 127 с.
43. Кагало О. О. Бистриця-Надвірнянська. Енциклопедія сучасної України. 2004. URL: <https://esu.com.ua/article-41828>
44. Кабінет Міністрів України. Про схвалення Стратегії розвитку індустріальних парків на 2023–2030 роки : розпорядження від 24 лютого 2023 р. № 176-р. Офіційний вісник України. 2023. URL:<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/176-2023-%D1%80>
45. Камзіст Ж. С., Шевченко О. Л. Гідрогеологія України : навч. посіб. для студентів геол., геогр. та екол. спец. вищ. навч. закл. Ж. С. Камзіст, О. Л. Шевченко ; М-во освіти і науки України. Київ : ІНКООС, 2009. 613 с. URL: <https://irbis-nbuv.gov.ua/ulib/item/ukr0000025143>

46. Кіщинська А. Оцінка забруднення важкими металами придорожніх ґрунтів залежно від інтенсивності транспортного навантаження. *Environmental Geochemistry and Health*. 2019. DOI: 10.1007/s10653-018-0143-0
47. Кириловець К. Дерново-підзолисті ґрунти Рівненської області та шляхи їх покращення. *Матеріали конкурсу НППЗ*, 2012. 4 с.
48. Космічні мільяртери: Ілон Маск, Тім Фернгольц, Джефф Безос та нові космічні перегони.; [пер. з англ. Г. Литвиненко ; голов. ред. А. А. Клімов] Харків : Ранок, 2019. 272 с.
49. Кравченко, К. (2022). Дослідження урбанізації та міських агломерацій: вітчизняний досвід, проблеми та перспективи. *Науковий вісник Чернівецького університету: Географія*, (838), 82-99.
50. Кравченко, К. (2021). Методичні особливості дослідження світових урбанізаційних процесів. *Проблеми безперервної географічної освіти і картографії*, (34), 7-12. <https://doi.org/10.26565/2075-1893-2021-34-01>
51. Крохмаль О. С. Дослідження літолого-стратиграфічної будови та фізико-механічних властивостей ґрунтів Закарпатської низовини. *Вісник Київського національного університету. Серія : Геологія*. 2019. № 84. С. 10–15.
52. Круглов І. Базова геоекосистема (Б-ГЕС) як інтегруючий об'єкт трансдисциплінарної геоекології. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: географія*. 2016. № 2 (випуск 41). С. 168–178.
53. Круглов І. Трансдисциплінарна геоекологія: монографія. Львів, ЛНУ імені Івана Франка, 2020. 292 С.
54. Кузьмина В.А. Ландшафтна екологія : конспект лекцій. Одеса: ОДЕКУ, 2017. 105 с. URL: <https://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi76/0056944.pdf>
55. Лаврик О. Д., Василенко Р. П. Основи геоурбаністики: навч. посіб. Житомир: Вид-во ЖДУ імені І. Франка, 2022. – 158 с.
56. Лактіонов М. І., Купчик В. С. та ін. Геохімія ландшафтів : навчальний посібник. Київ : ВПЦ «Київський університет», 2019. 238 с. Малишева Л.Л. Геохімія ландшафтів: Навч. посібник. – К.: Либідь, 2000. – 472 с.
57. Лісок О., Данилюк В. Викиди деревообробних підприємств та їхній вплив на ґрунтове середовище. *Forestry and Forest Ecology*. 2022. DOI: 10.31548/forest2022.02.
58. Максименко Н. В. (2017). Ландшафтно-екологічне планування: теорія і практика: монографія. Харків, ХНУ імені В. Н. Каразіна, 216.

59. Максимчук В., Максимчук Є. Density model of Kolomyia paleovalley along geotraverse SG-I-67 Journal of Geology and Geophysics. 2017. URL: <https://science.lpnu.ua/jgd/...> (дата звернення: 20.11.2025)
60. Маринич О.М., Пащенко В.М., Шищенко П.Г. Фізико-географічне районування України. Київ : Видавництво Київського університету, 2003. 64 с.
61. Мартазінова В. Ф., Іванова О. К. Сучасний клімат Київської області: монографія. Київ : АБЕРС, 2010. 70 с.
62. Марченко А. П., Парсаданов І. В., Строков О. П. Двигуни внутрішнього згоряння і навколишнє середовище Загальні проблеми двигунобудування. 2022. № 2. DOI: <https://doi.org/10.20998/0419-8719.2022.2.01>
63. Методи боротьби з шумовим забрудненням у зонах впливу великих міст. 2019. *Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві*, 12, 184-191. [https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2019-2\(12\)-22](https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2019-2(12)-22)
64. Методика проведення агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення: керівний нормативний документ. За ред. Яцука І. П., Балюка С. А. 2-ге вид., допов. Київ, 2019. 108 с. https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u391/metodika_provedennya_agrohimichnoyi_pasportizaciyi_2019.pdf
65. Надточий Г. П., Осіпчук Л. В. Надходження важких металів у ґрунти з промисловими викидами. Проблеми екології та охорони навколишнього середовища. 2016. Вип. 16. С. 156–161 <http://ecology.khnu.km.ua/visnik/vyp16/24.pdf>
66. Осипова А.О. Оцінка впливу технологічних процесів будівельного виробництва на стан довкілля. / Управління розвитком складних систем (34. 2018). – С.С.188-195
67. Павленко Ю. В. Історія світової цивілізації. Соціокультурний розвиток людства : навч. посіб. Київ : Либідь, 2001. 360 с.
68. Паляниця Б. О. Ґрунтовий покрив Закарпаття: типологічна характеристика та агроекологічна оцінка. Ґрунтознавство. 2021. Т. 22. № 1–2. С. 45–56.
69. Парфенюк О. С. Ландшафтно-екологічні умови південного Полісся та їх зміни під впливом урбанізації. *Наукові записки НУБіП*. Київ, 2021. Т. 12. С. 55–64. – DOI: 10.31548/nz2021.12.055.
70. Пащенко В.М. Дослідження ландшафтного різноманіття як інваріантності і варіантності ландшафтів. *Український Географічний журнал*. 2000. № 2. С. 3 – 10.

71. Петлін В.М. Ієрархії природних територіальних систем [монографія]. Луцьк: ПрАТ Волинська Обласна друкарня, 2018. 476 с.
72. Петлін, В. М., Міщенко, О. В. Прикладне ландшафтознавство: підручник. Луцьк, Вежа-Друк, 2021. 328 с.
73. Петлін В. М. Концепції сучасного ландшафтознавства. В. М. Петлін. – Л. : Видавн. центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2006. 351 с.
74. Петренко Н. В. Вплив нафтопереробних підприємств на забруднення ґрунтів Карпатського регіону. *Екологічна безпека*. 2020.
75. Питуляк М. Р. З історії дослідження ландшафтів Тернопільщини. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка*. Серія : Географія. 2015. № 2. С. 9-15. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/NZTNPUg_2015_2_4
76. Поліщук О. І., Антоняк Г. Л. Вплив транспортного навантаження на елементний склад ґрунту у приміській зоні м. Львова // *Екологічні науки*. 2021. № 5(38). doi: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2021.eco.5-38.14>
77. Польовий В. М., Косолап М. П. та ін. Агрохімія : підручник. Київ : Аграрна наука, 2010. 720 с. <https://www.taylorfrancis.com/books/trace-elements-soils-plants-anna-kabata-pendias/9781420042457>
78. Природа Закарпатської області. За ред. К.І. Геренчука. Львов: Вища школа. Вид-во при Львов. ун-ті, 1981. 156 с. URL: http://geoknigi.com/book_view.php?id=104
79. Про науковий світогляд; Філософські погляди натураліста; Декілька слів про ноосферу. В. Вернадський. *Тисяча років української філософської думки: антологія*. уклад. А. Р. Бурий. ДДПУ ім. І. Франка. Дрогобич, 2018. Т. 2. С. 411–417.
80. П'яткова А., Роскос Н., Ландшафтознавство: прикладні аспекти. Одеса: ОНУ імені І. І. Мечникова, 2020. 122с.
81. Селезньова Л. В., Балан Г. К. Гідрогеологія : конспект лекцій. Одеса : Екологія, 2008. 95 с. URL: http://eprints.library.odku.edu.ua/id/eprint/328/1/SeleznevaLV_BalanAK_Gidrogeologiya_KL_2008.PDF
82. Сеньковський Ю.М., Гаврилюк В.І. Еколого-геохімічні особливості забруднення ґрунтів поблизу автомагістралей Лісостепу України. *Геохімія ландшафтів і геоекологія*. Київ : ІГН НАН України, 2019. С. 85–96.

83. Сергієнко, Л. В., & Войціцька, К. М. (2019). Сутність, особливості та стадії розвитку урбанізації. *Економіка, управління та адміністрування*, (4 (90)), 207-213.

84. Сержантова Ю. Ю., Марченко О. І., Зеленчук І. Д. Використання новітніх технологій для моніторингу та збереження довкілля: Роль дронів, супутників та штучного інтелекту. *Екологічні науки. Науково-практичний журнал*. 2024. № 5(56). С. 182–188. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2024.eco.5-56.27>

85. Созінов А. А., Сонько С. П. Агроекосистема. Екологічна енциклопедія: В 3т. Редколегія: А. В.Толстоухов (гол.ред.) та ін. К.:ТОВ Центр екологічної освіти і інформації, 2006 Т.1 С.14.

86. Сонько С.П. Інвентаризація полігонів твердих побутових відходів за допомогою елементарної ГІС (на прикладі Черкаської області). *Матеріали III Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції «Економіка природокористування: стан, проблеми, перспективи»*, 13-20 березня 2017 р., м. Ірпінь. Університет ДФС України. С.С.48-52.

87. Сонько С., Зеленчук І. Відновлення втрачених природних ландшафтів та формування локальних непорушних екосистем на прикладі будівництва рекреаційних зон у м. Києві. *SWorldJournal*. 2024. No 28-02. С. 93–101. <https://doi.org/10.30888/2663-5712.2024-28-00-010>

88. Сонько, С., & Зеленчук, І. Використання новітніх технологій у будівництві для зменшення шкідливого впливу на інертні компоненти ландшафту. *Проблеми безперервної географічної освіти і картографії*. 2022. (35), 32-38. <https://doi.org/10.26565/2075-1893-2022-35-04>

89. Сонько С. П., Зеленчук І. Д. Вплив будівництва на ландшафти лісостепової зони України. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2024. №42. С. 24–34. <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2024-42-02>

90. Сонько С. П., Зеленчук І. Д. Дослідження антропогенної перетвореності ландшафтів в процесі розбудови індустріальних парків України. *XVIII International Scientific and Practical Conference «Modern challenges: trends, problems and prospects development»*, Copenhagen, Denmark. May 07-10, 2024, P.75-78. <http://dx.doi.org/10.46299/isg.2024.1.18>.

91. Сонько, С. П., Зеленчук, І. Д., Новікова, Т. П. Промислове будівництво, як чинник деструкції природних ландшафтів і втрати потенціалу екосистемних послуг. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2025. Вип. 43. С. 63-77. <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2025-43-05>

92. Сонько С.П., Максименко Н.В. Про «природність» та «антропогенність» ландшафтотворення. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології. Сучасні географічні та екологічні дослідження довкілля*. № 1-2 (25). Харків: Видавництво ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2016. С.9-13.

93. Сонько С.П., Мамчур Т.В., Огілько С.П., Неженцев А.С. Оцінка впливу узбіччя доріг на біорізноманіття (на прикладі автошляхів Черкаської області). *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. Херсонський державний аграрно-економічний університет. Одеса : Видавничий дім «Гельветика», 2025. Вип. 144. С.С. 340-348.

94. Сонько С.П. Теоретичні та прикладні напрямки вітчизняної географії в умовах воєнного часу. *Географічна наука : виклики, проблеми та інновації Електронний ресурс : матеріали Всеукраїнської науковопрактичної конференції, присвяченої пам'яті та 85-річчю з Дня народження професора О. Г. Топчієва (м. Одеса, 22 липня 2024 р.)*. відп. ред.: проф. В. Сич, доц. К. Коломієць. Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2024. 146 с. СС 105-112.

95. Сорокіна Л.Ю. Єдина класифікація природних і антропогенно змінених ландшафтних комплексів. Л.Ю. Сорокіна; Інститут географії НАН України. К.: Вид-во «Сталь», 2019. – 105.

96. Стабільність екосистеми. Словник-довідник з екології : навч.-метод. посіб. / уклад. О. Г. Лановенко, О. О. Остапішина. Херсон : ПП Вишемирський В. С., 2013. С. 163.

97. Тимуляк Л.М. Особливості методики дослідження передгірських урбанізованих ландшафтів. *Український географічний журнал*. 2010. №3. С.24-29.

98. Тойнбі, Арнольд. Дослідження історії. Том 2. Пер. з англ. В. Митрофанова, П. Тарашука. К.: Основи, 1995. 406 с.

99. Топчієв О.Г. Географія України : підручник. Київ : Академія, 2020. 472 с.

100. Топчієв О. Г. Суспільно-географічні дослідження: методологія, методи, методики: Навчальний посібник. Одеса: Астропринт, 2005. 632 с.

101. Удовиченко, В. В. Регіональне ландшафтне планування: теорія, методологія, практика: монографія. 2017. Київ, Прінт-Сервіс, 617.

102. Фаренюк Г. Г. Тишковець А. В. Світові тенденції підвищення енергоефективності будівель. *Наука та будівництво*. 2017. № 4. С. 4–10.

103. Фесенко П.Г., Білик І.М. Важкі метали у ґрунтах придорожніх територій Лісостепу та їхній розподіл за глибиною профілю. *Вісник НУБіП. Серія Агрономія*. 2020. Т. 293 (1). С. 97–104. DOI: 10.31548/agr2020.01.013.
104. Худов Г., Говоров П., Турчин А. Забруднення ґрунтів нафтопродуктами в районах функціонування нафтопереробних підприємств України. *Environmental Research*. 2021. DOI: 10.1016/j.envres.2021.112011
105. Шевчук Л. Й. Гідрогеологічні умови та ресурси підземних вод Закарпатської низовини. Науковий вісник Ужгородського університету. Серія : Геологія. 2017. Вип. 42. С. 25–30.
106. Шерстобоева О.В., Дем'янюк О.С., Чабанюк Я.В. Біодіагностика і біобезпека ґрунтів агроєкосистем *Agroecological journal*. - No. 2 - 2017
107. Шищенко, П. Г., & Гавриленко, О. П. (2016). Проектування ландшафтне. *Геоєкологія: термінологічно-тлумачний словник*. Київ, ПП «ДІРЕКТ ЛАЙН», 305.
108. Шищенко, П. Г., & Денисик, Г. І. (2024). Ландшафтний аналіз у сучасному регіональному проектуванні. *Landscape Science*, (5(1), 6–14. <https://doi.org/10.31652/2786-5665-2024-5-6-14>
109. Шматков Г. Г., Яковишина Т. Ф. Система показників комплексної оцінки поліелементного забруднення важкими металами ґрунтів урбоекосистеми. *Екологічні науки*. 2018. Вип. 1(20), Т. 2. С. 25-29. URL: http://ecoj.dea.kiev.ua/archives/2018/1/part_2/7.pdf
110. Шуйський, Ю. Д. (2025). Основні питання системної будови географічної оболонки Землі. *Вісник Одеського національного університету. Географічні та геологічні науки*, 29(2(45), 32–50. [https://doi.org/10.18524/2303-9914.2024.2\(45\).318030](https://doi.org/10.18524/2303-9914.2024.2(45).318030)
111. Яковишина Т. Ф. Особливості оцінювання забруднення сполуками Pb ґрунтів урбоекосистем: на прикладі м. Дніпро. *Екологічні науки*. 2023. № 2(47). С. 16–23. DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2023.eco.2-47.16>
112. Carlsson, Moa. "The UK landscape evaluation movement (1965–85)." *Rural history* 33.2 (2022): 137-155.
113. Chaika, O.G., Matskov, O.O., Stokalyuk, O.M. i Ruda, M.V. 2018. Дослідження вмісту важких металів у ґрунті на прилеглих територіях автозаправних станцій. *Scientific Bulletin of UNFU*. 28, 10 (Лис 2018), 62-65. DOI:<https://doi.org/10.15421/40281013>
114. Chemakina, O., & Dubyk, O. Сучасні виклики урбанізації та зміни в просторі міст. *Theory and practice of design*, (34), 146-153.

115. Chernonosova, T. (2025). The need to restore disturbed territories in modern cities. *International Science Journal of Engineering & Agriculture*, 4(2), 13–25. <https://doi.org/10.46299/j.isjea.20250402.02>
116. Doxiadis C. A. Texts, Design Drawings, Settlements. Ikaros, 2006. 501 p.
117. Deleuze G., Guattari F. A Thousand Plateaus : Capitalism and Schizophrenia. Translated by B. Massumi. London ; New York : Continuum, 2004.
118. Herenchuk K.I., Kukurudza S.I. (1977). Some fundamental issues on medium scale landscape researches methodology. Physical geography and geomorphology, 18. complex geographical researches, 18-24
119. Huxtable, Ada Louise (2008). Frank Lloyd Wright: A Life. Penguin. p. 5.
120. Impact of construction projects on sustainable landscape: a systematic review. (2024). *Bilad alrafidain journal for engineering science and technology*, 3(2), 47-58. <https://doi.org/10.56990/bajest/2024.030205>
121. Garg A., Singh N., Kumar N. et al. Environmental release of metal-based lubricant additives from wear processes. *Tribology International*. 2019. Vol. 131. P. 122–131. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.triboint.2018.10.037>.
122. Gorshkov, V., Makarieva, A. (2018). Time in life, technology and physics. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.35964.59528>
123. Kabata-Pendias A. Trace Elements in Soils and Plants. 4th ed. Boca Raton : CRC Press, 2011. 534 p. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10730164/>
124. Kaiser B. N., Gridley K. L., Ngaire N. N. et al. The role of molybdenum in agricultural plant production. *Annals of Botany*. 2005. Vol. 96. P. 745–754. DOI: <https://doi.org/10.1093/aob/mci226>.
125. Kaja, N., & Goyal, S. (2023). Impact of construction activities on environment. *International Journal of Engineering Technologies and Management Research*, 10(1), 17–24. <https://doi.org/10.29121/ijetmr.v10.i1.2023.1277>.
126. Kneen, Sarah Elizabeth (2014). [*Environmental Change and Human Impact during the Mesolithic-Neolithic Transition in North-West Europe*](#)
127. Krainiukov, O. M., & Timchenko, V. D. (2019). Methodological principles of the construction geography on the study of the state and protection of natural landscapes. *Man and environment. issues of neoecology*, 31(31), 6-15. <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2019-31-01>
128. Kravtsova, I., Sonko, S., Vasylenko, O., Gursky, I., & Ogilko, S. Formation of biocenoses in roadside landscapes of Cherkasy Region. / (2024). Visnyk

of V. N. Karazin Kharkiv National University, Series "Geology. Geography. Ecology", (61), 313-328. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2024-61-25>.

129. Landschaftspläne in Europa. Status quo und perspektiven konzeptioneller landschaftspläne im europäischen vergleich (2008). Erweiterter ergebnisbericht zum workshop vom 17. bis 20. september 2008 an der Insel Vilm. Ilke Marschall unter Mitwirkung von Adriana Gherzi, Gottfried Hage, Gerrit-Jan v. Herwaarden, Thomas Knoll, Christopher Smith, Rob Schröder, Rob le Rutte. Landschaftsplanung. Mit Beitr. von: Claus Bittner. Christina von Haaren (hrsg.) (2004). Stuttgart: utb, ulmer.

130. Les facteurs de la vie. 1907. Цит. за: Туровська Л. «Світлячи іншим, згораю сам». 180 років від дня народження Іллі Ілліча Мечнікова. Наука і суспільство. 2025. № 5. С. 36–39.

131. Liu, Yanxu, et al. "The response of geographical processes to landscape restoration: China's research progress." *Progress in physical geography: Earth and environment* 47.5 (2023): 792-807.

132. Piatkova, A., & Roskos, N., (2020). Landscape science: applied aspects. *Educational and methodological manual*. Odesa: ONU I. Mechnikov, 122.

133. Prescott, S.L.; Nusrat, A.; Scott, R.; Nelson, D.; Rogers, H.H.; El-Sherbini, M.S.; Bisram, K.; Vizina, Y.; Warber, S.L.; Webb, D. The Earthrise Community: Transforming Planetary Consciousness for a Flourishing Future. *Challenges* 2025, 16, <https://doi.org/10.3390/challe16020024>

134. Sandanayake, M.S. (2022). Environmental Impacts of Construction In Buildingindustry—A Review of Knowledge Advances, Gaps and Future Directions. *Knowledge*, 2(1), 139-156.<https://doi.org/10.3390/knowledge2010008>.

135. Sarma S. S. et al. Sulfur nutrition and its role in plant growth and development. *Frontiers in Plant Science*. 2023. Vol. 14. DOI: [10.3389/fpls.2023.1256428](https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1256428). URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10730164/>.

136. Sobolev O.I., Gutyj B.V., Sobolieva S.V., Borshch O.O., Kushnir I.M., Petryshak R.A., Naumyuk O.S., Kushnir V.I., Petryshak O.Y., Zhelavskiy M., Todoriuk V.B., Sus H.V., Levkivska N.D., Vysotskij A.O., Magrelo N.V. Review of germanium environmental distribution, migration and accumulation. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020, 10(2), 200-208. DOI: https://doi.org/10.15421/2020_86.

137. Sonko S. Man in Noosphere: Evolution and Further Development. *Philosophy and Cosmology*. 2019. Volume 22. P. 51-75.

138. Sonko S. P. The concept of spatial redistribution in modern subject field of social geography. *Часопис соціально-економічної географії: міжрегіон. зб. наук*.

- праць. Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2016. Вип. 21(2). С. 12–18. DOI: <https://doi.org/10.26565/2076-1333-2016-21-01>
139. Sonko, S. P., & Zelenchuk, I. D. (2024). Impact of construction on landscapes of the forest-step zone of Ukraine. *Man and Environment. Issues of Neoecology*, (42), 24-34. <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2024-42-02>
140. Sonko S. P., Zelenchuk I. D. Restoration of lost natural landscapes and formation of local undisturbed ecosystems: a case study of recreational zones construction in Kyiv. *SWorldJournal*. 2024. No. 28-02. P. 93–101. DOI: <https://doi.org/10.30888/2663-5712.2024-28-00-010>
141. Vizhutkin, A. (2025). Еволюційний зміст урбанізації як соціально-економічного процесу розвитку суспільства. *Європейський науковий журнал Економічних та Фінансових інновацій*, 3(17), 482-492.
142. Wang, Zhifang. "Evolving landscape-urbanization relationships in contemporary China." *Landscape and urban planning* 171 (2018): 30-41.
143. Zelenchuk I. D. Landscape-ecological approaches to restoring natural landscapes and developing urban ecosystems the case of recreational zone construction in Kyiv / *International scientific conference. Actual problems of natural sciences development amidst the evolution of artificial intelligence*. December 25–26, 2024. Riga, the Republic of Latvia. С. 55–57. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-521-1-13>.
144. Aujero M. et al. Biodiversité et aménagement : diagnostic écologique et approches méthodologiques. https://archiwebture.citedelarchitecture.fr/data/files/capa.diffusion/images/@pdf/FRA PN02_AUJRO_BIO.pdf
145. [Construction sector, biodiversity and wildlife conservation;](#)
146. http://css.snre.umich.edu/css_doc/CSS08-08.pdf
147. <https://fdgafrica.com/the-role-of-landscape-architecture-in-rwandas-construction-projects-a-key-to-sustainable-development/>
148. [How the Construction Industry Affects the Quality of Land and Water Resources / on September 15, 2020](#)
149. Nadvirna // *Karpaty.info*. URL: <https://www.karpaty.info/en/uk/if/nd/> (дата звернення: 20.11.2025)
150. [8 methods to reduce the environmental impacts of construction sites/](#) - May 15, 2025
151. <https://www.pathlightpro.com/9-ways-to-limit-the-impact-of-construction-on-the-environment/> November 12, 2024

152. <http://www.worldchanging.com/archives/006904.html>
153. Ways to Decrease Your Environmental Impact in the Construction Industry. /
<https://www.bing.com/ck/a>
154. Timbercrete. Environmentally sustainable masonry building product.
URL: <https://timbercrete.com.au/> (дата звернення: 28.11.2025).

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

Список публікацій здобувача

Статті у наукових фахових виданнях України

1. Sonko S., Zelenchuk I. Using the latest construction technologies to reduce the harmful effects on inert components of the landscape. *Problems of Continuous Geographic Education and Cartography*. / Сонько С., Зеленчук І. Використання новітніх технологій у будівництві для зменшення шкідливого впливу на інертні компоненти ландшафту. *Проблеми безперервної географічної освіти і картографії*. 2022. №35. С. 32–38. <https://doi.org/10.26565/2075-1893-2022-35-04> (0,26 у.д.а.)

2. Sonko S. P., Zelenchuk I. D. Impact of construction on landscapes of the forest-step zone of Ukraine. *Man and Environment. Issues of Neoeology*. / Сонько С. П., Зеленчук І. Д. Вплив будівництва на ландшафти лісостепової зони України. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2024. №42. С. 24–34. <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2024-42-02> (0,6 у.д.а.)

3. Serzhantova Y. Y., Marchenko O. I., Zelenchuk I. D. Using the latest technologies for monitoring and preserving the environment: The role of drones, satellites and artificial intelligence. *Ecological Sciences. Scientific and Practical Journal*. / Сержантова Ю. Ю., Марченко О. І., Зеленчук І. Д. Використання новітніх технологій для моніторингу та збереження довкілля: Роль дронів, супутників та штучного інтелекту. *Екологічні науки. Науково-практичний журнал*. 2024. № 5(56). С. 182–188. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2024.eco.5-56.27> (0,26 у.д.а.)

4. Sonko, S.P., & Zelenchuk, I.D., Industrial construction as a factor of destruction of natural landscapes and loss of ecosystem services potential. *Man and environment. Issues of neoeology*. / Сонько, С. П., Зеленчук, І. Д., Новікова, Т. П. Промислове будівництво, як чинник деструкції природних ландшафтів і втрати потенціалу екосистемних послуг. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*.

2025. Вип. 43. С. 63-77. <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2025-43-05> (0,75 у.д.а.)

5. Zelenchuk, I. D. landscape-geochemical degradation in areas of intensive construction. *Acta Academiae Beregsasiensis: Geographica et Recreatio*. / Зеленчук, І. Д. Ландшафтно-геохімічна деструкція територій інтенсивного будівництва. *Acta Academiae Beregsasiensis: Geographica et Recreatio*. 2025. Вип. 3. С. 28–40. <https://doi.org/10.32782/2786-5843/2025-3-3> (0,5 у.д.а.).

*Статті у наукових виданнях інших держав,
які входять до міжнародних наукометричних баз даних:*

6. Sonko S. P., Zelenchuk I. D. Restoration of lost natural landscapes and formation of local undisturbed ecosystems a case study of recreational zones construction in Kyiv / Відновлення втрачених природніх ландшафтів та формування локальних непорушних екосистем на прикладі будівництва рекреаційних зон у м. Києві. *SWorldJournal*. 2024. No 28-02. С. 93–101. <https://doi.org/10.30888/2663-5712.2024-28-00-010> (Index Copernicus). (0,4 у.д.а.)

7. Zelenchuk I. The potential of 3D-printed construction in the post-war rebuilding of Ukraine: Assessment of impact on landscape components. / Зеленчук І. Потенціал 3D-друкованого будівництва у післявоєнній відбудові України: Оцінка впливу на ландшафтні компоненти. *SWorldJournal*. 2024. No 27-02. С. 50–61. <https://doi.org/10.30888/2663-5712.2024-27-00-014> (Index Copernicus). (0,4 у.д.а.)

8. Zelenchuk I. Restoration of soils and ecosystems after construction: Reclamations an impotent tool for restoring the interaction between inert and living components of the landscape. / Зеленчук І. Відновлення ґрунтів та екосистем після будівництва: Рекультивація як важливий інструмент відновлення взаємодії між інертними та живими компонентами ландшафту. *Norwegian Journal of development of the International Science*. 2024. No 134. С. 17–22. <https://doi.org/10.5281/zenodo.11639772> (Index Copernicus). (0,3 у.д.а.)

Публікації, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

Тези наукових доповідей:

9. Zelenchuk I. D. Landscape and geochemical consequences of intensive construction in the urban environment of the city of Kyiv / *Ландшафтно-геохімічні наслідки інтенсивного будівництва в урбанізованому середовищі міста Києва. Міжнародна наукова конференція "Innovations and Prospects for the Development of Modern Science"* 19.11.2025. Науковий журнал «Advanced top technology», № 9. С.33–36. <https://doi.org/10.64076/iedc251119.10> ISBN 9789403839790. (0,2 у.д.а.)

10. Zelenchuk I. D. Sustainable development and coastal landscape management in Andalusia: an assessment of environmental conditions under urbanization pressure / *Сталий розвиток і управління прибережними ландшафтами Андалусії: оцінка екологічного стану в умовах урбанізаційного тиску. Науково-практична конференція «Новітні технології сучасного суспільства». Scientific and Practical Conference "Innovative Technologies of Modern Society"* 21-23.11.2025. Науковий журнал «Advanced top technology», № 9. С.75–76. ISSN 3041-1998 (online) <https://doi.org/10.61718/att>. (0,15 у.д.а.)

11. Zelenchuk I. D. Integration of innovative construction technologies for reducing anthropogenic pressure on abiotic and biotic components of the landscape / *Застосування інноваційних технологій у будівництві для мінімізації впливу на інертні та живі компоненти ландшафту. Науково-практична конференція «Новітні технології сучасного суспільства». Scientific and Practical Conference "Innovative Technologies of Modern Society"* 23-25.05.2025. Науковий журнал «Advanced top technology», № 9. С.75–76. ISSN 3041-1998 (online) <https://doi.org/10.61718/att> Publisher ID: 7886. (0,15 у.д.а.)

12. Zelenchuk I. D. The impact of construction on the inert and living components of the landscape during the development of the production and industrial infrastructure of Ukraine / *Вплив будівництва на інертні та живі компоненти*

ландшафту під час розбудови виробничо-промислової інфраструктури України. *International scientific conference*. Nature Conservation as an Essential Prerequisite for Preserving Humanity. March 19–20, 2025. Riga, Latvia: Baltija Publishing, 2025. 92 pages. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-541-9-17> (0,26 у.д.а.)

13. Sonko S. P., Zelenchuk I. D. Restoration of natural landscapes with subsequent ecosystems formation as case study of recreational zones construction in Kyiv: Landscape analysis / Відновлення ландшафтів з подальшим формування екосистем на прикладі будівництва рекреаційних зон у м. Києві: Ландшафтний аналіз. *Міжнародна конференція Sworld-Us Conference Proceedings, 1(usc27-00)*, 2024-11-30 С.59–65. <https://doi.org/10.30888/2709-2267.2024-27-00-003> (Index Copernicus). (0,3 у.д.а.)

14. Zelenchuk I. D. Landscape-ecological approaches to restoring natural landscapes and developing urban ecosystems the case of recreational zone construction in Kyiv / Ландшафтно-екологічні підходи до відновлення природних ландшафтів та формування міських екосистем на прикладі розбудови рекреаційних зон у Києві. *International scientific conference*. Actual problems of natural sciences development amidst the evolution of artificial intelligence. December 25–26, 2024. Riga, the Republic of Latvia. С. 55–57. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-521-1-13>. (0,15 у.д.а.)

15. Зеленчук І. Д. Будівництво дерев'яних житлових комплексів як спосіб збереження живих та інертних компонентів ландшафту в Швеції. *XVI International Scientific and Practical Conference*. New ways of improving outdated methods and technologies. Copenhagen, Denmark, Desember 17 – 20. 2024. Р.100-104. <http://dx.doi.org/10.46299/isg.2024.2.16> (0,20 у.д.а.)

16. Зеленчук І. Д. Оцінка впливу 3D-друкованого будівництва на ландшафтні компоненти в умовах післявоєнної відбудови України. *IV International scientific and practical conference* «Science, technology, innovation: global trends and regional aspect», Tallinn, Estonia, September 24-27, 2024. Р.61-65.

<http://dx.doi.org/10.46299/isg.2024.2.4> (0,26 у.д.а.)

17. Сонько С. П., Заленчук І. Д. Дослідження антропогенної перетвореності ландшафтів в процесі розбудови індустріальних парків України. *XVIII International Scientific and Practical Conference «Modern challenges: trends, problems and prospects development»*, Copenhagen, Denmark. May 07-10, 2024, P.75-78. <http://dx.doi.org/10.46299/isg.2024.1.18> (0,2 у.д.а.)

18. Зеленчук І. Д., Сонько С. П. Дослідження ступеню антропогенного навантаження на ландшафти в процесі розбудови індустріальних парків України. Охорона довкілля: Збірник наукових статей XIX Всеукраїнських наукових Таліївських читань Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. м. Харків, 27 жовт. 2023 р. С. 145–147. URL: https://repository.hneu.edu.ua/bitstream/123456789/32287/1/Konf_Bezsonnyi1_Talii_vski.pdf (0,15 у.д.а.)

19. Сонько С. П., Заленчук І. Д. Аналіз шкідливого впливу новітніх технологій в будівництві на інертні компоненти ландшафту. *Modern scientific trends and youth development*. матеріали XXIX Міжнародної науково-практичної конференції, м. Варшава, Польща. 25-28 липня 2023р. С.87-91 <http://dx.doi.org/10.46299/isg.2023.1.29> . (0,2 у.д.а.)

ДОДАТОК Б

ТОВ «АГРОПРОМИСЛОВА КОМПАНІЯ «ЕЛІТ ПРОДУКТ»
20001, Україна, Черкаська обл., Уманський р-н., м. Христинівка, вул. Стадіонна, буд. 2.,
код ЄДРПОУ 30856544

Акт

Про впровадження результатів дисертаційного дослідження аспіранта кафедри екології та безпеки життєдіяльності Уманського національного університету Зеленчука Івана Дмитровича на тему: «Оцінка порушення взаємодії інертних та живих компонентів ландшафту при роботі будівельної галузі».

Даний акт складено про те, що за результатами проведених експериментальних досліджень розроблено та впроваджено технологічні прийоми щодо оцінки порушеності земель сільськогосподарського призначення при вилученні їх з господарського обігу для проведення будівельних робіт в умовах ТОВ «Агропромислова компанія «Еліт продукт».

Директор
ТОВ «Агропромислова компанія
«Еліт продукт»

28.08.2025 р.



С. П. Пилипишин

ДОДАТОК В



№2025-079 від «11» грудня 2025 р.

АКТ

Про впровадження результатів дисертаційного дослідження аспіранта кафедри екології та безпеки життєдіяльності Уманського національного університету Зеленчука Івана Дмитровича на тему: «Оцінка порушення взаємодії інертних та живих компонентів ландшафту при роботі будівельної галузі».

Даний акт складено про те, що за результатами проведених у дисертації експериментальних досліджень було підготовлено та впроваджено інженерно-технічні заходи щодо зниження порушення інертних та живих компонентів ландшафту на всіх етапах виконання будівельно-монтажних робіт у зоні відповідальності ТОВ «ЛЛЕНТАБ УКРАЇНА».

Директор
ТОВ «ЛЛЕНТАБ УКРАЇНА»



ТОВ «ЛЛЕНТАБ Україна»
вул. Соборна, 114
с. Софіївська Борщагівка
08131, Київська обл.

Ідентифікаційний код 38851810 Тел.: +380 44 391 03 43 Іванов К. С.

ГОЛОВНИЙ ОФІС ЛЛЕНТАБ УКРАЇНА, ТОВ
вул. Соборна 114
08131, с. Софіївська Борщагівка
Київська обл., Україна

ТЕЛ. +380 44 391 03 43
E-MAIL info@lilentab.ua
WEB www.lilentab.ua
ІДЕНТИФІКАЦІЙНИЙ КОД 38851810

ДОДАТОК Г

№ 146 від «18» грудня 2025 р.

АКТ

Про впровадження результатів дисертаційного дослідження аспіранта кафедри екології та безпеки життєдіяльності Уманського національного університету Зеленчука Івана Дмитровича на тему: «Оцінка порушення взаємодії інертних та живих компонентів ландшафту при роботі будівельної галузі».

Даний акт складено про те, що за результатами проведених у дисертації експериментальних досліджень було розроблено та впроваджено інженерно-технічні заходи, спрямовані на зменшення порушення функціональної взаємодії інертних та живих компонентів ландшафту під час виконання будівельно-монтажних робіт ТОВ «Фірма «Аспект».


Директор

ТОВ «Фірма «Аспект»



Чернецький С.М.

ДОДАТОК Д



02121 м. Київ
вул. Харківське шосе, 201-203
корпус 1А, приміщення літера «Ю»


Вих. № 16/12-2025
Від 16 грудня 2025 року

АКТ

Про впровадження результатів дисертаційного дослідження аспіранта кафедри екології та безпеки життєдіяльності Уманського національного університету Зеленчука Івана Дмитровича на тему: «Оцінка порушення взаємодії інертних та живих компонентів ландшафту при роботі будівельної галузі».

Даний акт складено про те, що за результатами проведених у дисертації експериментальних досліджень було розроблено та впроваджено інженерно-технічні заходи, спрямовані на зменшення порушення функціональної взаємодії інертних та живих компонентів ландшафту під час виконання будівельно-монтажних робіт ТОВ «АРХІВОЛЬТ ПРОЕКТ».

Директор
ТОВ «АРХІВОЛЬТ ПРОЕКТ»

Писаревський Д. Ф.

ДОДАТОК Е



ТОВ "АРС ЛОНГА СТУДІО"

02121, м. Київ, Харківське шосе, 201-203, літера Ю; Код ЄДРПОУ 40820399, р/р
UA703003350000000026009556768 в АТ «Райффайзен Банк»; ІПН 408203926577Вих. №16/12-2025
від 16 грудня 2025 року.

АКТ

Про впровадження результатів дисертаційного дослідження аспіранта кафедри екології та безпеки життєдіяльності Уманського національного університету Зеленчука Івана Дмитровича на тему: «Оцінка порушення взаємодії інертних та живих компонентів ландшафту при роботі будівельної галузі».

Даний акт складено про те, що за результатами проведених у дисертації експериментальних досліджень було розроблено та впроваджено інженерно-технічні заходи, спрямовані на зменшення порушення функціональної взаємодії інертних та живих компонентів ландшафту під час виконання будівельно-монтажних робіт ТОВ «АРС ЛОНГА СТУДІО».

Директор
ТОВ «АРС ЛОНГА СТУДІО»

Григорій ЛИСЕНКО

ДОДАТОК Ж

«ПОГОДЖЕНО»

Проректор з наукової та інноваційної діяльності

професор

Віктор КАРПЕНКО

« 03 » 12 2025

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

В.О. Ректора Уманського національного університету

професор

Владилена СОКИРСЬКА

« 29 » 12 2025



впровадження результатів дисертаційної роботи у навчальний процес

Даним актом стверджується, що результати дисертаційної роботи Зеленчука Івана Дмитровича за темою: «Оцінка порушення взаємодії інертних та живих компонентів ландшафту при роботі будівельної галузі» впроваджені у навчальний процес кафедри екології та безпеки життєдіяльності факультету плодоовочівництва, екології та захисту рослин Уманського національного університету.

Вид впровадження - отримані результати використані при викладанні навчальних дисциплін: «Геологія з основами геоморфології і ландшафтної екології», «Геохімія ландшафтів» та «Екологія міських систем».

Новизна результатів науково-дослідницької роботи - досліджено антропогенно змінені ландшафти, які утворюються при роботі будівельної галузі. Зроблено оцінку порушення взаємодії інертних та живих компонентів ландшафту шляхом використання географічних, екологічних та геохімічних методів дослідження. Оцінку порушення ландшафтної будови будівельною галуззю здійснено на 5-ми об'єктах у різних природних зонах. Запропоновано шляхи зменшення техногенного навантаження на ландшафти в процесі роботи будівельної галузі.

Декан факультету плодоовочівництва,
екології та захисту рослин,
д. с.-г. наук, професор

Завідувач кафедри екології та безпеки
життєдіяльності,
к. с.-г. наук, доцент

Сергій ЩЕТИНА

Ольга ВАСИЛЕНКО

ДОДАТОК И



ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ "УКРХІМАНАЛІЗ"

IBAN: UA293052990000026007006807292, АТ КБ "ПРИВАТБАНК"

УКРХІМАНАЛІЗ

03028, м. Київ, пр-т Науки, буд. 41, оф. 328

код за ЄДРПОУ 39088305

Тел: (044) 238-20-26

E-mail: info@himanaliz.ua Web: www.himanaliz.ua

СЕРТИФІКАТ АНАЛІЗУ

№ 14341/2 від 14 серпня 2025 р.

Замовник: Зеленчук Іван Дмитрович

Зразок: ґрунт. Проба відібрана Замовником.

Місце відбору: 7,3

Результати агрохімічного аналізу ґрунту

	№	Показник	Одиниця виміру	Результат	Рівень забезпечення				
					Наднизький	Низький	Середній	Високий	Надвисокий
Макроел-ти	1	Азот нітратний	мг/кг	16,2					
	2	Азот лужногідролізований	мг/кг	98					
	3	Фосфор рухомий (по Чірікову)	мг/кг	388					
	4	Калій рухомий (по Чірікову)	мг/кг	236					
Загальні показники	5	Органічна речовина	%	6,6					
	6	pH водної витяжки		8,0	Лужна				
	7	pH сольової витяжки		7,2	Сильнолужна				
	8	Засоленість загальна	мг/100г	57	Незасолений ґрунт				
	9	Питома електропровідність	мСм/см	0,11	Незасолений ґрунт				
	10	Гідролітична кислотність	ммоль*екв/100г	0,37					
	11	Сума увібраних основ	ммоль*екв/100г	30					
Мезоел-ти	12	Сірка рухома	мг/кг	2,2					
	13	Кальцій обмінний	ммоль*екв/100г	17,0					
	14	Магній обмінний	ммоль*екв/100г	0,75					
	15	Цинк	мг/кг	2,000					
Мікроелементи	16	Мідь	мг/кг	1,020					
	17	Кобальт	мг/кг	0,570					
	18	Марганець	мг/кг	64,310					
	19	Молібден	мг/кг	0,050					
	20	Бор	мг/кг	2,620					
Водна витяжка	21	Хлориди	ммоль*екв/100г	0,20	Не перевищує поріг токсичності				
	22	Карбонати	ммоль*екв/100г	0,00	Не перевищує поріг токсичності				
	23	Бікарбонати	ммоль*екв/100г	0,42	Не перевищує поріг токсичності				
	24	Сульфати	ммоль*екв/100г	0,17	Не перевищує поріг токсичності				
	25	Натрій	ммоль*екв/100г	0,09	Не перевищує поріг токсичності				
	26	Калій	ммоль*екв/100г	0,05	Не перевищує поріг токсичності				
	27	Кальцій	ммоль*екв/100г	0,55	Не перевищує поріг токсичності				
	28	Магній	ммоль*екв/100г	0,35	Не перевищує поріг токсичності				
	29	Сума солей	%	0,06					

Виконав

Затвердив

Кунгурова О.В.



Аналіз проведено з науково-дослідною метою. Аналіз не носить характеру експертного дослідження у відповідності до законодавства України про судову експертизу. Тиражування, копіювання та використання документів у рекламних цілях без письмової згоди ТОВ «УкрХіманаліз» забороняється.



ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ "УКРХІМАНАЛІЗ"
IBAN: UA293052990000026007006807292, АТ КБ "ПРИВАТБАНК"

УКРХІМАНАЛІЗ

03028, м. Київ, пр-т Науки, буд. 41, оф. 328
код за ЄДРПОУ 39098305
Тел: (044) 238-20-26
E-mail: info@himanaliz.ua Web: www.himanaliz.ua

СЕРТИФІКАТ АНАЛІЗУ

№ 13848 від 14 квітня 2025 р.

Замовник: Зеленчук Іван Дмитрович

Зразок: Грунт. Проба відібрана Замовником.

Результати агрохімічного аналізу ґрунту

	№	Показник	Одиниця виміру	Результат	Рівень забезпечення				
					Наднизький	Низький	Середній	Високий	Надвисокий
Макроел-ти	1	Азот нітратний	мг/кг	24,6					
	2	Азот лужногідролізований	мг/кг	77					
	3	Фосфор рухомий (по Чірікову)	мг/кг	18					
	4	Калій рухомий (по Чірікову)	мг/кг	121					
Загальні	5	Органічна речовина	%	5,3					
	6	pH водної витяжки		8,3	Лужна				
	7	pH сольової витяжки		7,5	Сильнолужна				
	8	Засоленість загальна	мг/100г	101	Незасолений ґрунт				

Виконав

Затвердив

Кунгурова О.В.





ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ "УКРХІМАНАЛІЗ"

IBAN: UA293052990000026007006807292, АТ КБ "ПРИВАТБАНК"

УКРХІМАНАЛІЗ

03028, м. Київ, пр-т Науки, буд. 41, оф. 328

код за ЄДРПОУ 39098305

Тел: (044) 238-20-26

E-mail: info@himanaliz.ua Web: www.himanaliz.ua

СЕРТИФІКАТ АНАЛІЗУ

№ 14652/1 від 30 жовтня 2025 р.

Замовник: Зеленчук Іван Дмитрович

Зразок: ґрунт. Проба відібрана Замовником.

Місце відбору: Зразок № 1: 4. 3

Результати агрохімічного аналізу ґрунту

	№	Показник	Одиниця виміру	Результат	Рівень забезпечення				
					Наднизький	Низький	Середній	Високий	Надвисокий
Макроелементи	1	Азот нітратний	мг/кг	13,2					
	2	Азот лужногідролізований	мг/кг	112					
	3	Фосфор рухомий (по Чірікову)	мг/кг	330					
	4	Калій рухомий (по Чірікову)	мг/кг	245					
	5	Органічна речовина	%	5,2					
Загальні показники	6	pH водної витяжки		8,0					Лужна
	7	pH соляної витяжки		7,0					Слаболужна
	8	Засоленість загальна	мг/100г	64					Незасолений ґрунт
	9	Питома електропровідність	мСм/см	0,09					Незасолений ґрунт
	10	Гідролітична кислотність	ммоль*екв/100г	0,55					
Мезоелементи	11	Сума увібраних основ	ммоль*екв/100г	26					
	12	Сірка рухома	мг/кг	3,1					
	13	Кальцій обмінний	ммоль*екв/100г	13,5					
	14	Магній обмінний	ммоль*екв/100г	1,00					
	15	Цинк	мг/кг	2,150					
Мікроелементи	16	Мідь	мг/кг	1,580					
	17	Кобальт	мг/кг	1,040					
	18	Марганець	мг/кг	19,320					
	19	Молібден	мг/кг	0,047					
	20	Бор	мг/кг	2,440					
Водна витяжка	21	Хлориди	ммоль*екв/100г	0,14					Не перевищує поріг токсичності
	22	Карбонати	ммоль*екв/100г	0,00					Не перевищує поріг токсичності
	23	Бікарбонати	ммоль*екв/100г	0,30					Не перевищує поріг токсичності
	24	Сульфати	ммоль*екв/100г	0,59					Не перевищує поріг токсичності
	25	Натрій	ммоль*екв/100г	0,12					Не перевищує поріг токсичності
	26	Калій	ммоль*екв/100г	0,06					Не перевищує поріг токсичності
	27	Кальцій	ммоль*екв/100г	0,45					Не перевищує поріг токсичності
	28	Магній	ммоль*екв/100г	0,40					Не перевищує поріг токсичності
	29	Сума солей	%	0,07					Не перевищує поріг токсичності

Виконав

Затвердив

Кунгурова О.В.



Аналіз проведено з науково-дослідною метою. Аналіз не носить характеру експертного дослідження у відповідності до законодавства України про судову експертизу. Тиражування, копіювання та використання документу у рекламних цілях без письмової згоди ТОВ «УКРХІМАНАЛІЗ» забороняється.



ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ "УКРХІМАНАЛІЗ"

IBAN: UA293052990000026007006807292, АТ КБ "ПРИВАТБАНК"

УКРХІМАНАЛІЗ

03028, м. Київ, пр-т Науки, буд. 41, оф. 328

код за ЄДРПОУ 39098305

Тел: (044) 238-20-26

E-mail: info@himanaliz.ua Web: www.himanaliz.ua

СЕРТИФІКАТ АНАЛІЗУ

№ 13768/2 від 26 березня 2025 р.

Замовник: Зеленчук Іван Дмитрович

Зразок: ґрунт. Проба відібрана Замовником.

Місце відбору: Проба № 2: 6

Результати агрохімічного аналізу ґрунту

№	Показник	Одиниця виміру	Результат	Рівень забезпечення				
				Наднизький	Низький	Середній	Високий	Надвисокий
Макроел-ти	1 Азот нітратний	мг/кг	2,1					
	2 Азот лужногідролізований	мг/кг	175					
	3 Фосфор рухомий (по Чірікову)	мг/кг	655					
	4 Калій рухомий (по Чірікову)	мг/кг	449					
	5 Органічна речовина	%	7,8					
Загальні	6 рН водної витяжки		8,1					
	7 рН сольової витяжки		7,1					
	8 Засоленість загальна	мг/100г	88					

Виконав

Затвердив

Кунгурова О.В.





ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ "УКРХІМАНАЛІЗ"
IBAN: UA293052990000026007006807292, АТ КБ "ПРИВАТБАНК"

УКРХІМАНАЛІЗ

03028, м. Київ, пр-т Науки, буд. 41, оф. 328
код за ЄДРПОУ 39098305
Тел: (044) 238-20-26
E-mail: info@himanaliz.ua Web: www.himanaliz.ua

СЕРТИФІКАТ АНАЛІЗУ

№ 13768/1 від 26 березня 2025 р.

Замовник: Зеленчук Іван Дмитрович

Зразок: ґрунт. Проба відібрана Замовником.

Місце відбору: Проба № 1: 5

Результати агрохімічного аналізу ґрунту

№	Показник	Одиниця виміру	Результат	Рівень забезпечення				
				Наднизький	Низький	Середній	Високий	Надвисокий
Макроел-ти	1 Азот нітратний	мг/кг	2,3					
	2 Азот лужногідролізований	мг/кг	105					
	3 Фосфор рухомий (по Чірікову)	мг/кг	238					
	4 Калій рухомий (по Чірікову)	мг/кг	119					
Загальні	5 Органічна речовина	%	5,4					
	6 рН водної витяжки		8,4					
	7 рН сольової витяжки		7,3					
	8 Засоленість загальна	мг/100г	71					

Виконав

Затвердив

Кунгурова О.В.





ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ "УКРХІМАНАЛІЗ"
IBAN: UA293052990000026007006807292, АТ КБ "ПРИВАТБАНК"

УКРХІМАНАЛІЗ

03028, м. Київ, пр-т Науки, буд. 41, оф. 328
код за ЄДРПОУ 39098305
Тел: (044) 238-20-26
E-mail: info@himanaliz.ua Web: www.himanaliz.ua

СЕРТИФІКАТ АНАЛІЗУ

№ 13946/1 від 30 квітня 2025 р.

Замовник: Зеленчук Іван Дмитрович

Зразок: ґрунт. Проба відібрана Замовником.

Місце відбору: Проба № 1: 5

Результати агрохімічного аналізу ґрунту

№	Показник	Одиниця виміру	Результат	Рівень забезпечення				
				Наднизький	Низький	Середній	Високий	Надвисокий
Макроел-ти	1 Азот нітратний	мг/кг	1,2					
	2 Азот лужногідролізований	мг/кг	64					
	3 Фосфор рухомий (по Кірсанову)	мг/кг	106					
	4 Калій рухомий (по Кірсанову)	мг/кг	27					
Загальні	5 Органічна речовина	%	1,1					
	6 рН водної витяжки		5,0					
	7 рН сольової витяжки		3,9					
	8 Засоленість загальна	мг/100г	5					

Виконав

Затвердив

Кунгурова О.В.





ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ "УКРХІМАНАЛІЗ"

IBAN: UA293052990000026007006807292, АТ КБ "ПРИВАТБАНК"

УКРХІМАНАЛІЗ

03028, м. Київ, пр-т Науки, буд. 41, оф. 328

код за ЄДРПОУ 39098305

Тел: (044) 238-20-26

E-mail: info@himanaliz.ua Web: www.himanaliz.ua

СЕРТИФІКАТ АНАЛІЗУ

№ 14341/3 від 14 серпня 2025 р.

Замовник: Зеленчук Іван Дмитрович

Зразок: ґрунт. Проба відібрана Замовником.

Місце відбору: 8.Д

Результати агрохімічного аналізу ґрунту

	№	Показник	Одиниця виміру	Результат	Рівень забезпечення				
					Наднизький	Низький	Середній	Високий	Надвисокий
Макроелементи	1	Азот нітратний	мг/кг	10,5					
	2	Азот лужногідролізований	мг/кг	63					
	3	Фосфор рухомий (по Кірсанову)	мг/кг	139					
	4	Калій рухомий (по Кірсанову)	мг/кг	63					
Загальні показники	5	Органічна речовина	%	0,9					
	6	pH водної витяжки		5,5	Слабокисла				
	7	pH соляної витяжки		4,5	Середньокисла				
	8	Засоленість загальна	мг/100г	33	Незасолений ґрунт				
	9	Питома електропровідність	мСм/см	0,06	Незасолений ґрунт				
	10	Гідролітична кислотність	ммоль*екв/100г	5,03					
	11	Сума увібраних основ	ммоль*екв/100г	1					
Мезоелементи	12	Сірка рухома	мг/кг	1,0					
	13	Кальцій обмінний	ммоль*екв/100г	2,5					
	14	Магній обмінний	ммоль*екв/100г	0,75					
Мікроелементи	15	Цинк	мг/кг	0,930					
	16	Мідь	мг/кг	1,020					
	17	Кобальт	мг/кг	0,570					
	18	Марганець	мг/кг	20,550					
	19	Молибден	мг/кг	0,030					
	20	Бор	мг/кг	1,160					
Водна витяжка	21	Хлориди	ммоль*екв/100г	0,16	Не перевищує поріг токсичності				
	22	Карбонати	ммоль*екв/100г	0,00	Не перевищує поріг токсичності				
	23	Бікарбонати	ммоль*екв/100г	0,10	Не перевищує поріг токсичності				
	24	Сульфати	ммоль*екв/100г	0,01	Не перевищує поріг токсичності				
	25	Натрій	ммоль*екв/100г	0,10	Не перевищує поріг токсичності				
	26	Калій	ммоль*екв/100г	0,04	Не перевищує поріг токсичності				
	27	Кальцій	ммоль*екв/100г	0,10	Не перевищує поріг токсичності				
	28	Магній	ммоль*екв/100г	0,15	Не перевищує поріг токсичності				
	29	Сума солей	%	0,02					

Виконав

Затвердив

Кунгурова О.В.



Аналіз проведено з науково-дослідною метою. Аналіз не носить характеру експертного дослідження у відповідності до законодавства України про судову експертизу. Тиражування, копіювання та використання документу у рекламних цілях без письмової згоди ТОВ «УкрХіманаліз» забороняється.



ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ "УКРХІМАНАЛІЗ"
ІВАН: UA293052990000026007006807292, АТ КБ "ПРИВАТБАНК"

УКРХІМАНАЛІЗ

03028, м. Київ, пр-т Наук, буд. 41, оф. 328
код за ЄДРПОУ 39008305
Тел: (044) 238-20-26
E-mail: info@himanaliz.ua Web: www.himanaliz.ua

СЕРТИФІКАТ АНАЛІЗУ

№ 14151 від 27 червня 2025 р.

Замовник: Зеленчук Іван Дмитрович

Зразок: ґрунт. Проба відібрана Замовником.

Результати агрохімічного аналізу ґрунту

	№	Показник	Одиниця виміру	Результат	Рівень забезпечення				
					Наднизький	Низький	Середній	Високий	Надвисокий
Макроел-ти	1	Азот нітратний	мг/кг	6,8					
	2	Азот лужногідролізований	мг/кг	56					
	3	Фосфор рухомий (по Чірікову)	мг/кг	165					
	4	Калій рухомий (по Чірікову)	мг/кг	172					
	5	Органічна речовина	%	2,6					
Загальні показники	6	pH водної витяжки		8,2					Лужна
	7	pH сольової витяжки		7,7					Сильнолужна
	8	Засоленість загальна	мг/100г	52					Незасолений ґрунт
	9	Питома електропровідність	мСм/см	0,07					Незасолений ґрунт
	10	Гідролітична кислотність	ммоль*екв/100г	0,20					
	11	Сума увібраних основ	ммоль*екв/100г	9					
Мезоел-ти	12	Сірка рухома	мг/кг	2,5					
	13	Кальцій обмінний	ммоль*екв/100г	6,5					
	14	Магній обмінний	ммоль*екв/100г	1,50					
Мікроелементи	15	Цинк	мг/кг	0,460					
	16	Мідь	мг/кг	0,410					
	17	Кобальт	мг/кг	0,150					
	18	Марганець	мг/кг	24,330					
	19	Молібден	мг/кг	0,020					
	20	Бор	мг/кг	0,360					
Водна витяжка	21	Хлориди	ммоль*екв/100г	0,20					Не перевищує поріг токсичності
	22	Карбонати	ммоль*екв/100г	0,00					Не перевищує поріг токсичності
	23	Бікарбонати	ммоль*екв/100г	0,44					Не перевищує поріг токсичності
	24	Сульфати	ммоль*екв/100г	0,48					Не перевищує поріг токсичності
	25	Натрій	ммоль*екв/100г	0,05					Не перевищує поріг токсичності
	26	Калій	ммоль*екв/100г	0,07					Не перевищує поріг токсичності
	27	Кальцій	ммоль*екв/100г	0,55					Не перевищує поріг токсичності
	28	Магній	ммоль*екв/100г	0,45					Не перевищує поріг токсичності
	29	Сума солей	%	0,08					

Виконав

Затвердив
Кунгурова О.В.



Аналіз проведено з науково-дисциплінарним методом. Аналіз не носить характеру експертного дослідження у відповідності до законодавства України про судову експертизу. Тиражування, копіювання та використання документів у рекламних цілях без письмової згоди ТОВ «УКРХІМАНАЛІЗ» забороняється.



ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ "УКРХІМАНАЛІЗ"

IBAN: UA293052990000026007006807292, АТ КБ "ПРИВАТБАНК"

УКРХІМАНАЛІЗ

03028, м. Київ, пр-т Науки, буд. 41, оф. 328

код за ЄДРПОУ 39098305

Тел: (044) 238-20-26

E-mail: info@himanaliz.ua Web: www.himanaliz.ua

СЕРТИФІКАТ АНАЛІЗУ

№ 13946/2 від 30 квітня 2025 р.

Замовник: Зеленчук Іван Дмитрович

Зразок: ґрунт. Проба відібрана Замовником.

Місце відбору: Проба № 2: 6

Результати агрохімічного аналізу ґрунту

№	Показник	Одиниця виміру	Результат	Рівень забезпечення				
				Наднизький	Низький	Середній	Високий	Надвисокий
Макроел-ти	1 Азот нітратний	мг/кг	1,5					
	2 Азот лужногідролізований	мг/кг	64					
	3 Фосфор рухомий (по Кірсанову)	мг/кг	138					
	4 Калій рухомий (по Кірсанову)	мг/кг	78					
Загальні	5 Органічна речовина	%	1,8					
	6 рН водної витяжки		5,9					
	7 рН сольової витяжки		4,4					
	8 Засоленість загальна	мг/100г	10					

Виконав

Затвердив

Кунгурова О.В.





ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ "УКРХІМАНALІЗ"

IBAN: UA293052990000026007006807292, АТ КБ "ПРИВАТБАНК"

УКРХІМАНALІЗ

03028, м. Київ, пр-т Науки, буд. 41, оф. 328

код за ЄДРПОУ 39098305

Тел: (044) 238-20-26

E-mail: info@himanaliz.ua Web: www.himanaliz.ua

СЕРТИФІКАТ АНАЛІЗУ

№ 13946/3 від 30 квітня 2025 р.

Замовник: Зеленчук Іван Дмитрович

Зразок: ґрунт. Проба відібрана Замовником.

Місце відбору: Проба № 3: 7

Результати агрохімічного аналізу ґрунту

	№	Показник	Одиниця виміру	Результат	Рівень забезпечення				
					Наднизький	Низький	Середній	Високий	Надвисокий
Макроел-ти	1	Азот нітратний	мг/кг	1,3					
	2	Азот лужногідролізований	мг/кг	140					
	3	Фосфор рухомий (по Кірсанову)	мг/кг	197					
	4	Калій рухомий (по Кірсанову)	мг/кг	102					
Загальні	5	Органічна речовина	%	1,9					
	6	pH водної витяжки		5,4	Слабокисла				
	7	pH сольової витяжки		3,9	Сильнокисла				
	8	Засоленість загальна	мг/100г	9	Незасолений ґрунт				

Виконав

Затвердив

Кунгурова О.В.





ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ "УКРХІМАНАЛІЗ"
IBAN: UA293052990000026007006807292, АТ КБ "ПРИВАТБАНК"

УКРХІМАНАЛІЗ

03028, м. Київ, пр-т Науки, буд. 41, оф. 328
код за ЄДРПОУ 39098305
Тел: (044) 238-20-26

E-mail: info@himanaliz.ua Web: www.himanaliz.ua

СЕРТИФІКАТ АНАЛІЗУ

№ 13946/4 від 30 квітня 2025 р.

Замовник: Зеленчук Іван Дмитрович

Зразок: ґрунт. Проба відібрана Замовником.

Місце відбору: Проба № 4: 8

Результати агрохімічного аналізу ґрунту

№	Показник	Одиниця виміру	Результат	Рівень забезпечення				
				Наднизький	Низький	Середній	Високий	Надвисокий
Макроелементи	1 Азот нітратний	мг/кг	27,5					
	2 Азот лужногідролізований	мг/кг	123					
	3 Фосфор рухомий (по Кірсанову)	мг/кг	181					
	4 Калій рухомий (по Кірсанову)	мг/кг	99					
Загальні	5 Органічна речовина	%	2,0					
	6 рН водної витяжки		5,0	Слабокисла				
	7 рН сольової витяжки		3,6	Сильнокисла				
	8 Засоленість загальна	мг/100г	10	Незасолений ґрунт				

Виконав

Затвердив

Кунгурова О.В.





АГРОХІМІЧНА ЛАБОРАТОРІЯ ПП «ПОДІЛЛЯ-АГРОХІМСЕРВІС»

Юридична адреса: 24240, Вінницька обл., Тульчинський р-н, смт. Вапнярка, вул. Незалежності, 233.

Фактична адреса: 20300, Черкаська обл., м. Умань, вул. Європейська, 57и.

Тел.: (097) 389-09-92 E-mail: podillyaagrohimlab@gmail.com <http://www.podilagrohimservis.com.ua>

**Сертифікат визнання
вимірювальних можливостей
№ РЯ 0033/20 від 06.08.2020**

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідуючий «АГРОХІМІЧНА ЛАБОРАТОРІЯ»
ПП «ПОДІЛЛЯ-АГРОХІМСЕРВІС»

В.Ф. Валок

ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАННЯ № 316/3 від 11.06.2025 р.

Замовник: Зеленчук Іван Дмитрович

Телефон замовника: (067) 441-78-42

Зразок: ґрунт (3.3). Проба відібрана Замовником.

Найменування досліджень: Пакет «Розширений»

РЕЗУЛЬТАТИ ВИПРОБУВАННЯ

Ресстраційний код проби	Назва показника, одиниці виміру				
	Фізична глина, %	Електро- провідність, мкСм/см	Водневий показник, рН (водна витяжка)	Водневий показник, рН (сольова витяжка)	Органічна речовина, (гумус), %
		Середні значення			
		0-200 не засолені	6,5-7,0 (нейтральні)	6,1-7,0 (нейтральні)	2,1-3,0
316/3	5,4 пухкопіншаний	182,2 не засолені	8,5 середньолужні	7,5 слаболужні	1,2 низький

Ресстраційний код проби	Назва показника, одиниці виміру			
	Гідролізований азот, мг/кг (за методом Корифілда)	Мінеральний азот ($\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$), мг/кг	Нітратна форма азоту (NO_3^-), мг/кг	Амонійна форма азоту, (NH_4^+), мг/кг
	Середні значення			
	151,0-200,0	35,1-45,0	20,1-30,0	15,1-20,0
316/3	92,4 наднизький	25,8 низький	12,3 низький	13,5 низький

Регістраційний код проби	Назва показника, одиниці виміру				
	Фосфор рухомий (Мачигін),мг/кг	Калій рухомий (Мачигін),мг/кг	Рухома сірка, мг/кг	Обмінний магній, мг-екв/100г	Обмінний кальцій, мг-екв/100г
	Середні значення				
	16,0-30,0	101,0-200,0	6,0-9,0	1,1-2,0	5,1-10,0
316/3	35,3 підвищений	24,3 низький	11,7 підвищений	1,7 середній	10,3 середній

Регістраційний код проби	Назва показника, одиниці виміру			
	Бор рухомий, мг/кг	Цинк рухомий, мг/кг	Марганець рухомий, мг/кг	Мідь рухома, мг/кг
	Середні значення			
	0,4 – 1,5	2,1 – 5,0	31,0 – 70,0	1,6 – 3,3
316/3	0,5 середній	8,2 високий	31,3 середній	3,1 середній

Наднизький	Низький	Середній	Високий	Надвисокий
------------	---------	----------	---------	------------

МЕТОДИ ВИПРОБОВУВАННЯ

Пробопідготовка – ДСТУ ISO 11464:2007. Якість ґрунту. Попереднє оброблення зразків для фізико-хімічного аналізу. ДСТУ 4287:2004. Якість ґрунту. Відбирання проб.

Водневий показник рН (водна витяжка) – ДСТУ ISO 10390:2007. Якість ґрунту. Визначення рН.

Водневий показник рН (сольова витяжка) – ДСТУ 7910:2015. Якість ґрунту. Визначення обмінної кислотності.

Гідролітична кислотність – ДСТУ 7537:2014. Якість ґрунту. Визначення гідролітичної кислотності.

Нітратна і амонійна форма азоту – ДСТУ 4729:2007. Якість ґрунту. Визначення нітратного і амонійного азоту в модифікації ННЦ ІГА ім. О. Н. Соколовського.

Азот легкогідролізований – ДСТУ 7863:2015. Якість ґрунту. Визначення легкогідролізованого азоту методом Корніфільда.

Фосфор і калій рухомий – ДСТУ 4115-2002. згідно ДСТУ 4115-2002 Ґрунти. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Чирикова. ДСТУ 4114-2002 Ґрунти. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Мачигіна. ДСТУ 4405:2005. Якість ґрунту. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за методом Кірсанова в модифікації ННЦ ІГА.

Рухома сірка – ГОСТ 26490-85. Ґрунти. Визначення рухомої сірки за методом ЦІНАО.

Органічна речовина (гумус) – ДСТУ 4289:2004. Якість ґрунту. Методи визначення органічної речовини.

Обмінний натрій – ДСТУ 7912:2015. Якість ґрунту. Метод визначення обмінного натрію.

Обмінний кальцій і магній – ДСТУ 7945:2015. Якість ґрунту. Визначення іонів кальцію і магнію у водній витяжці.

Аналіз проведено з науково-дослідною метою. Аналіз не носить характеру експертного дослідження у відповідності законодавства України про судову експертизу. Протокол випробовування стосується тільки зразків, які представлені на випробовування. Без оригіналу відтиску печатки і підпису протокол випробовування не дійсний. Тиражування, копіювання та використання документа у рекламних цілях без письмової згоди ПП «ПОДІЛЛЯ-АГРОХІМСЕРВІС» забороняється.

«КІНЕЦЬ ДОКУМЕНТУ»



АГРОХІМІЧНА ЛАБОРАТОРІЯ ПП «ПОДІЛЛЯ-АГРОХІМСЕРВІС»

Юридична адреса: 24240, Вінницька обл., Тульчинський р-н, смт. Вапнярка, вул. Незалежності, 233

Фактична адреса: 20300, Черкаська обл., м. Умань, вул. Європейська, 57н

Тел.: (097) 389-09-92 E-mail: podillyaagrohimlab@gmail.com <http://www.podilagrohimservis.com.ua>

**Сертифікат визнання
вимірювальних можливостей
№ РЯ 0033/20 від 06.08.2020**

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідуючий «АГРОХІМІЧНА ЛАБОРАТОРІЯ»
ПП «ПОДІЛЛЯ-АГРОХІМСЕРВІС»



ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАННЯ № 316/1 від 11.06.2025 р.

Замовник: Зеленчук Іван Дмитрович

Телефон замовника: (067) 441-78-42

Зразок: Грунт (1.3). Проба відібрана Замовником.

Найменування досліджень: Пакет «Розширений»

РЕЗУЛЬТАТИ ВИПРОБУВАННЯ

Регістраційний код проби	Назва показника, одиниці виміру				
	Фізична глина, %	Електро- провідність, мкСм/см	Водневий показник, рН (водна витяжка)	Водневий показник, рН (сольова витяжка)	Органічна речовина, (гумус), %
		Середні значення			
		0-200 не засолені	6,5-7,0 (нейтральні)	6,1-7,0 (нейтральні)	2,1-3,0
316/1	9,5 зв'язано-піщаний	167,9 не засолені	8,5 середньолужні	7,6 слаболужні	1,4 низький

Регістраційний код проби	Назва показника, одиниці виміру			
	Гідролізований азот, мг/кг (за методом Корнфілда)	Мінеральний азот ($\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$), мг/кг	Нітратна форма азоту (NO_3^-), мг/кг	Амонійна форма азоту, (NH_4^+), мг/кг
	Середні значення			
	151,0-200,0	35,1-45,0	20,1-30,0	15,1-20,0
316/1	119,0 низький	30,8 низький	14,1 низький	16,7 середній

Регістраційний код проби	Назва показника, одиниці виміру				
	Фосфор рухомий (Мачигін),мг/кг	Калій рухомий (Мачигін),мг/кг	Рухома сірка, мг/кг	Обмінний магній, мг-екв/100г	Обмінний кальцій, мг-екв/100г
	Середні значення				
	16,0-30,0	101,0-200,0	6,0-9,0	1,1-2,0	5,1-10,0
316/1	35,9 підвищений	20,8 низький	10,2 підвищений	1,4 середній	10,0 середній

Регістраційний код проби	Назва показника, одиниці виміру			
	Бор рухомий, мг/кг	Цинк рухомий, мг/кг	Марганець рухомий, мг/кг	Мідь рухома, мг/кг
	Середні значення			
	0,4 – 1,5	2,1 – 5,0	31,0 – 70,0	1,6 – 3,3
316/1	0,52 середній	8,1 високий	24,0 низький	2,6 середній

Наднизький	Низький	Середній	Високий	Надвисокий
------------	---------	----------	---------	------------

МЕТОДИ ВИПРОБОВУВАННЯ

Пробопідготовка – ДСТУ ISO 11464:2007. Якість ґрунту. Попереднє оброблення зразків для фізико-хімічного аналізу. ДСТУ 4287:2004. Якість ґрунту. Відбирання проб.

Водневий показник рН (водна витяжка) – ДСТУ ISO 10390:2007. Якість ґрунту. Визначення рН.

Водневий показник рН (сольова витяжка) – ДСТУ 7910:2015. Якість ґрунту. Визначення обмінної кислотності.

Гідролітична кислотність – ДСТУ 7537:2014. Якість ґрунту. Визначення гідролітичної кислотності.

Нітратна і амонійна форма азоту – ДСТУ 4729:2007. Якість ґрунту. Визначення нітратного і амонійного азоту в модифікації ННЦ ІГА ім. О. Н. Соколовського.

Азот легкогідролізований – ДСТУ 7863:2015. Якість ґрунту. Визначення легкогідролізованого азоту методом Корнфілда.

Фосфор і калій рухомий – ДСТУ 4115-2002. згідно ДСТУ 4115-2002 Ґрунти. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Чирикова. ДСТУ 4114-2002 Ґрунти. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Мачигіна. ДСТУ 4405:2005. Якість ґрунту. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за методом Кірсанова в модифікації ННЦ ІГА.

Рухома сірка – ГОСТ 26490-85. Ґрунти. Визначення рухомої сірки за методом ЦІНАО.

Органічна речовина (гумус) – ДСТУ 4289:2004. Якість ґрунту. Методи визначення органічної речовини.

Обмінний натрій – ДСТУ 7912:2015. Якість ґрунту. Метод визначення обмінного натрію.

Обмінний кальцій і магній – ДСТУ 7945:2015. Якість ґрунту. Визначення іонів кальцію і магнію у водній витяжці.

Аналіз проведено з науково-дослідною метою. Аналіз не носить характеру експертного дослідження у відповідності законодавства України про судову експертизу. Протокол випробовування стосується тільки зразків, які представлені на випробовування. Без оригіналу відтиску печатки і підпису протокол випробовування не дійсний. Тиражування, копіювання та використання документа у рекламних цілях без письмової згоди ПП «ПОДІЛЛЯ-АГРОХІМСЕРВІС» забороняється.

«КІНЕЦЬ ДОКУМЕНТУ»



АГРОХІМІЧНА ЛАБОРАТОРІЯ ПП «ПОДІЛЛЯ-АГРОХІМСЕРВІС»

Юридична адреса: 24240, Вінницька обл., Тульчинський р-н, смт. Вапнярка, вул. Незалежності, 233

Фактична адреса: 20300, Черкаська обл., м. Умань, вул. Європейська, 57н

Тел.: (097) 389-09-92 E-mail: podillyaagrohimlab@gmail.com <http://www.podilagrohimservice.com.ua>

**Сертифікат визнання
вимірювальних можливостей
№ РЯ 0033/20 від 06.08.2020**

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідуючий «АГРОХІМІЧНА ЛАБОРАТОРІЯ»
ПП «ПОДІЛЛЯ-АГРОХІМСЕРВІС»

В.Ф. Валюк

ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАННЯ № 316/2 від 11.06.2025 р.

Замовник: Зеленчук Іван Дмитрович

Телефон замовника: (067) 441-78-42

Зразок: Грунт (2.Д). Проба відібрана Замовником.

Найменування досліджень: Пакет «Розширений»

РЕЗУЛЬТАТИ ВИПРОБУВАННЯ

Регістраційний код проби	Назва показника, одиниці виміру				
	Фізична глина, %	Електро- провідність, мкСм/см	Водневий показник, рН (водна витяжка)	Водневий показник, рН (сольова витяжка)	Органічна речовина, (гумус), %
		Середні значення			
		0-200 не засолені	6,5-7,0 (нейтральні)	6,1-7,0 (нейтральні)	2,1-3,0
316/2	6,8 зв'язано-попід- аний	66,7 не засолені	5,8 слабокислі	4,8 середньокислі	1,4 низький

Регістраційний код проби	Назва показника, одиниці виміру			
	Гідролізований азот, мг/кг (за методом Корнфілда)	Мінеральний азот ($\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$), мг/кг	Нітратна форма азоту (NO_3^-), мг/кг	Амонійна форма азоту, (NH_4^+), мг/кг
	Середні значення			
	151,0-200,0	35,1-45,0	20,1-30,0	15,1-20,0
316/2	137,2 низький	39,7 середній	20,6 середній	19,1 середній

Регістраційний код проби	Назва показника, одиниці виміру				
	Фосфор рухомий (Кірсанов), мг/кг	Калій рухомий (Кірсанов), мг/кг	Рухома сірка, мг/кг	Обмінний магній, мг-екв/100г	Обмінний кальцій, мг-екв/100г
	Середні значення				
	51,0-100,0	81,0-120,0	6,0-9,0	1,1-2,0	5,1-10,0
316/2	265,4 надвисокий	105,7 середній	8,9 середній	0,1 наднизький	3,7 низький

Регістраційний код проби	Назва показника, одиниці виміру			
	Бор рухомий, мг/кг	Цинк рухомий, мг/кг	Марганець рухомий, мг/кг	Мідь рухома, мг/кг
	Середні значення			
	0,4 – 1,5	2,1 – 5,0	31,0 – 70,0	1,6 – 3,3
316/2	0,53 середній	9,3 високий	52,7 середній	2,3 середній

Наднизький	Низький	Середній	Високий	Надвисокий
------------	---------	----------	---------	------------

МЕТОДИ ВИПРОБОВУВАННЯ

Пробопідготовка – ДСТУ ISO 11464:2007. Якість ґрунту. Попереднє оброблення зразків для фізико-хімічного аналізу. ДСТУ 4287:2004. Якість ґрунту. Відбирання проб.

Водневий показник рН (водна витяжка) – ДСТУ ISO 10390:2007. Якість ґрунту. Визначення рН.

Водневий показник рН (сольова витяжка) – ДСТУ 7910:2015. Якість ґрунту. Визначення обмінної кислотності.

Гідролітична кислотність – ДСТУ 7537:2014. Якість ґрунту. Визначення гідролітичної кислотності.

Нітратна і амонійна форма азоту – ДСТУ 4729:2007. Якість ґрунту. Визначення нітратного і амонійного азоту в модифікації ННЦ ПА ім. О. Н. Соколовського.

Азот легкогідролізований – ДСТУ 7863:2015. Якість ґрунту. Визначення легкогідролізованого азоту методом Корнфілда.

Фосфор і калій рухомий – ДСТУ 4115:2002. згідно ДСТУ 4115:2002 Ґрунти. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Чирикова. ДСТУ 4114:2002 Ґрунти. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Мачигіна. ДСТУ 4405:2005. Якість ґрунту. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за методом Кірсанова в модифікації ННЦ ПА.

Рухома сірка – ГОСТ 26490-85. Ґрунти. Визначення рухомої сірки за методом ЦІНАО.

Органічна речовина (гумус) – ДСТУ 4289:2004. Якість ґрунту. Методи визначення органічної речовини.

Обмінний натрій – ДСТУ 7912:2015. Якість ґрунту. Метод визначення обмінного натрію.

Обмінний кальцій і магній – ДСТУ 7945:2015. Якість ґрунту. Визначення іонів кальцію і магнію у водній витяжці.

Аналіз проведено з науково-дослідною метою. Аналіз не носить характеру експертного дослідження у відповідності законодавства України про судову експертизу. Протокол випробовування стосується тільки зразків, які представлені на випробовування. Без оригіналу відтиску печатки і підпису протокол випробовування не дійсний. Тиражування, копіювання та використання документа у рекламних цілях без письмової згоди ПП «ПОДІЛЛЯ-АГРОХІМСЕРВІС» забороняється.

«КІНЕЦЬ ДОКУМЕНТУ»