

Міністерство освіти і науки України
Київський національний університет імені Тараса Шевченка
Географічний факультет
Кафедра землезнавства та геоморфології

На правах рукопису
УДК 631.4(477.41-25)(045)

**АНТРОПОГЕННИЙ ВПЛИВ НА СТАН ТА ФУНКЦІОНУВАННЯ
ҐРУНТІВ ГОЛОСІЇВСЬКОГО РАЙОНУ МІСТА КИЄВА**

Галузь знань **10 – Природничі науки**
Спеціальність **103 – Науки про Землю**
Освітня програма **Ґрунтознавство, управління земельними, ресурсами
та територіальне планування**

Кваліфікаційна робота бакалавра
студента четвертого курсу
Конончука Владислава Володимировича

Науковий керівник –
кандидат географічних наук, доцент
Підкова Оксана Миколаївна

Київ-2025

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1. ОСНОВИ ВИВЧЕННЯ АНТРОПОГЕННОГО ВПЛИВУ НА ҐРУНТИ В МІСЬКОМУ СЕРЕДОВИЩІ	4
1.1. Поняття антропогенного впливу на ґрунти і ґрунтовий покрив	4
1.2. Основні типи джерел антропогенного навантаження у межах міського середовища	9
1.3. Зміни фізико-хімічних властивостей ґрунтів під впливом людської діяльності	11
1.4. Моніторинг стану та якості ґрунтів у зоні антропогенного пресингу.....	13
РОЗДІЛ 2. ГОЛОСІЇВСЬКИЙ РАЙОН М. КИЄВА ЯК ТЕРИТОРІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ	16
2.1. Географічне положення та загальна характеристика району	16
2.2. Основні види антропогенного навантаження у межах району	21
2.3. Особливості ґрунтового покритву Голосіївського району	23
РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ СТАНУ ҐРУНТІВ ГОЛОСІЇВСЬКОГО РАЙОНУ М. КИЄВА НА ДІЛЯНКАХ З РІЗНИМ АНТРОПОГЕННИМ НАВАНТАЖЕННЯМ	33
3.1. Методика проведення дослідження	33
3.2 Аналіз результатів дослідження ґрунтів у різних зонах антропогенного впливу	43
3.2.1 Житлова зона	47
3.2.2 Промислова зона	48
3.2.3 Неформальна зона.....	50
3.2.4 Рекреаційна зона	52
3.2.5 Транспортна зона	53
3.2.6 Природоохоронна зона	55
3.3 Вплив різних джерел антропогенного навантаження на стан ґрунтів.....	57
РОЗДІЛ 4. РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПОКРАЩЕННЯ СТАНУ ҐРУНТІВ ГОЛОСІЇВСЬКОГО РАЙОНУ М. КИЄВА.....	61
ВИСНОВКИ	65
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	67

ВСТУП

Тема дослідження є актуальною тому, що антропогенний вплив є одним з головних чинників порушення природної рівноваги ґрунтового покриву в межах міст. Саме ґрунти першими акумулюють забруднення від транспорту, промисловості й побутової діяльності, що напряду загрожує здоров'ю населення та міським екосистемам. У процесі урбанізації, господарської діяльності, транспорту, комунікацій і поводження з відходами відбуваються значні зміни у фізико-хімічних властивостях ґрунтів. Вивчення таких змін є важливим для забезпечення екологічної стабільності міст та прийнятті обґрунтованих рішень у сфері просторового планування. Особливої уваги потребують великі міста, зокрема Київ, де масштаби урбанізації зростають щороку, а ґрунтове середовище постійно змінюється. Голосіївський район - найбільший за площею та один з найбільш контрастних за функціональним використанням у Києві: тут поєднуються ділянки Національного природного парку «Голосіївський», житлова й громадська забудова, промислові квартали, транспортні коридори та сільськогосподарські угіддя приміської зони. Таке різноманіття створює унікальні умови для вивчення впливу людини на ґрунти й визначення, як ці впливи змінюють їх фізико-хімічні властивості та екологічні функції.

Метою роботи є проаналізувати антропогенний вплив на ґрунтовий покрив Голосіївського району м. Києва, дослідити його стан та особливості функціонування у межах зон різного антропогенного навантаження та розробити практичні рекомендації щодо покращення стану ґрунтів.

Для досягнення поставленої мети роботи були сформульовані такі основні завдання:

1. Розкрити суть і види антропогенного впливу на ґрунти в межах міського середовища.
2. Проаналізувати основні зміни, які відбуваються в ґрунтах під впливом людської діяльності.
3. Охарактеризувати географічні та соціально-економічні особливості Голосіївського району міста Києва.
4. Визначити основні джерела антропогенного навантаження в межах району.
5. Провести польове обстеження територій, відібрати зразки ґрунтів та зафіксувати координати місць відбору зразків.
6. Дослідити морфологічні та фізико-хімічні показники ґрунтів у домашній міні-лабораторії.

7. Порівняти стан ґрунтів територій з різною інтенсивністю антропогенного впливу.

8. Сформулювати практичні рекомендації щодо покращення стану ґрунтів Голосіївського району міста Києва.

Об'єктом дослідження у роботі є ґрунти Голосіївського району міста Києва, які зазнають впливу різних форм антропогенної діяльності.

Предметом дослідження є вплив антропогенних чинників на стан та функціонування ґрунтів Голосіївського району міста Києва у межах територій з різним ступенем антропогенного навантаження та дослідження поточного стану ґрунтового середовища.

У процесі дослідження були використані такі методи:

- польове обстеження територій та фотофіксація;
- відбір ґрунтових зразків із фіксацією координат GPS-навігатором;
- дослідження морфологічних та фізико-хімічних властивостей ґрунтів у домашніх умовах (визначення рН, вологості, вмісту солі);
- порівняльний аналіз отриманих показників залежно від характеру антропогенного навантаження;
- опрацювання наукової літератури за темою дослідження для обґрунтування методичного підходу та підтвердження результатів досліджень.

РОЗДІЛ 1. ОСНОВИ ВИВЧЕННЯ АНТРОПОГЕННОГО ВПЛИВУ НА ҐРУНТИ В МІСЬКОМУ СЕРЕДОВИЩІ

1.1. Поняття антропогенного впливу на ґрунти і ґрунтовий покрив

Ще у кінці XIX ст. В.В. Докучаєв назвав людину окремим «соціальним» фактором ґрунотворення, підкресливши, що діяльність людини здатна змінювати ґрунт швидше, ніж природні процеси [1]. У 1950-х роках у ґрунтознавчій літературі закріпився термін антропогенний ґрунотворний процес, а з 1980-х – ширше поняття антропогенний вплив на ґрунтовий покрив, що охоплює як прямі

(меліорація, будівництво, внесення агрохімікатів), так і непрямі дії (кислотні опади, урбанічне теплоострівне явище тощо).

Сучасні автори трактують антропогенний вплив як сукупність фізичних, хімічних і біологічних змін ґрунту, спричинених господарською діяльністю людини, які виражаються у деградаційних процесах різної інтенсивності [2]. А ґрунт в свою чергу, як об'єкт дослідження – це природно-історичне тіло, сформоване на поверхні літосфери під дією п'яти класичних факторів (материнська порода, клімат, рослинність і біота, рельєф, час) та шостого, антропогенного.

Як зазначає ІТРС (Міжурядова технічна трупa з ґрунтів), ґрунтовий покрив є інтегральною оболонкою, що забезпечує біопродуктивність, регуляцію водного обміну й біогеохімічні цикли [3]. За даними ФАО, сьогодні 33 % світових ґрунтів уже помірно або сильно деградовані внаслідок ерозії, ущільнення, засолення, кислотифікації та забруднення [4].

Окремо виділяють міські ґрунти, де швидкість антропогенного пресу у 10-100 разів перевищує природні темпи ґрунтоутворення. У ряді мегаполісів верхній 10-сантиметровий шар повністю трансформується за 30–50 років. До основних форм антропогенного впливу на ґрунти відносять: механічну трансформацію (зняття та переміщення ґрунту під час будівництва, прокладання комунікацій); хімічне забруднення (накопичення важких металів, нафтопродуктів, стійких органічних полютантів); фізичне ущільнення та герметизацію (ущільнення транспортом і суцільне покриття поверхні бетоном чи асфальтом); біологічну деградацію (зниження вмісту гумусу, порушення ґрунтової мікробіоти); а також гідрологічні зміни (порушення інфільтрації й ризик підтоплення через зміну дренажу) [5].

Урбанізація виступає головним каталізатором перерахованих форм впливу: через зростання населення й інфраструктури та безпосередньо через ущільнення, забудову й інтенсифікацію трафіку. Продовольча та сільськогосподарська організація ООН (ФАО) підкреслює, що ущільнення ґрунту веде до втрати 2,4 млн. гектарів родючих ґрунтів щороку в Європі, а глобально темп втрати сягає 0,5 % орних земель на рік. Таким чином міське середовище можна назвати полігоном для

вивчення найшвидших і найінтенсивніших змін ґрунтового покриву, це в свою чергу обґрунтовує вибір урбанізованої території як об'єкта наукового аналізу. Зважаючи на темпи урбанізації та тенденцію в щільній, високій забудові, звернемо увагу детальніше на процес урбанізації та її роль в Україні та світі.

Урбанізація – це процес, у межах якого відбувається збільшення ролі міста та зростання чисельності населення, що проживає в міських районах, а також розширення міських територій та інфраструктури. Цей процес супроводжується змінами в економічній, соціальній та екологічній сферах, включаючи перетворення сільських територій на міські, зміну способу життя населення та адаптацію суспільства до нових умов проживання.

Якщо дивитись з історичної та глобальної точки, то урбанізація відносно нове явище (рис. 1.1). До 1800 року більше 90 % населення світу проживало у сільській місцевості. Протягом наступних 200 років відбувся значний перехід населення до міст. Якщо в 1950 році у світі лише близько 30 % населення проживало в містах, то вже у 2020 році ця частка перевищила 56 %, і очікується, що до 2050 року вона зросте до 68 %. Вперше в історії кількість міських жителів перевищила сільських у 2007 році [6].

Share of the population living in urbanized areas, 0 to 2023

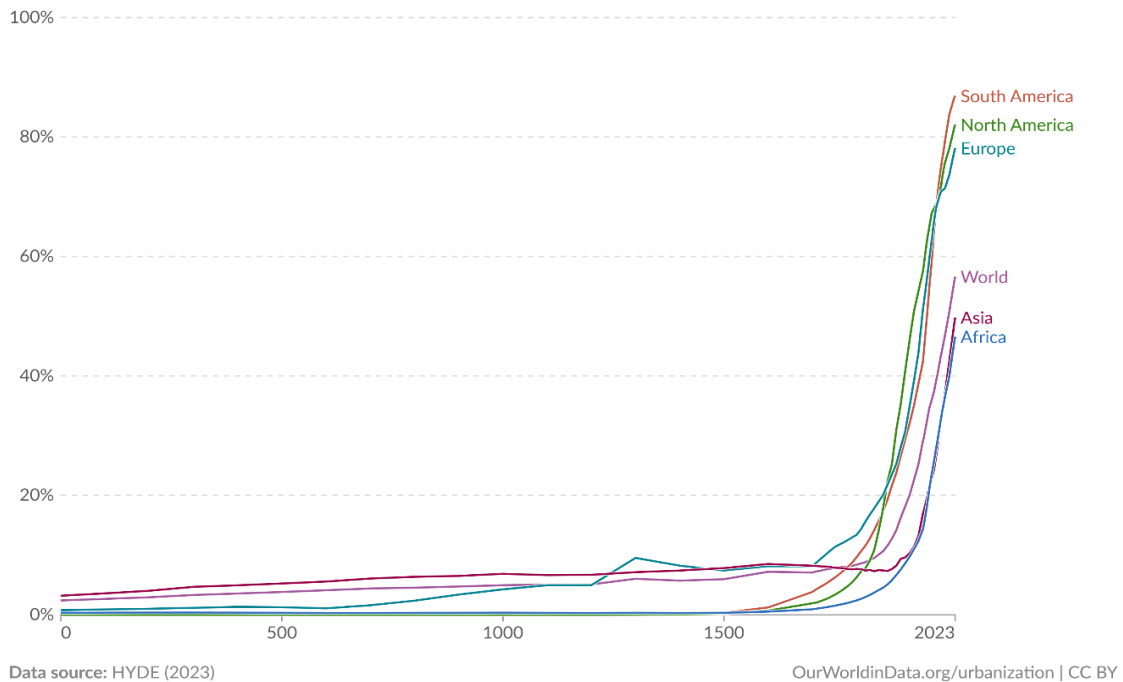


Рис. 1.1. Візуалізований графік динаміки міського населення за регіонами світу [6].

З графіку (рис. 1.1) помітно, що урбанізація – явище локальне та відбувається нерівномірно. У той час як у Європі та Північній Америці рівень урбанізації вже стабілізувався, в Азії та Африці він продовжує зростати. World Bank Group зауважує, що у 2018 р. понад 55 % населення світу вже проживало у міських районах, а до 2050 р. ця частка зросте приблизно до двох третин, тобто міські території залишатимуться головним «магнітом» для людей і господарської активності. Світовий банк, і Департамент з економічних і соціальних питань ООН (UNDESA) відносять урбанізацію до чотирьох глобальних демографічних мегатрендів поряд із зростанням чисельності населення, його старінням та міжнародною міграцією. Такий стрімкий приріст міського населення прямо пропорційний з посиленням антропогенного тиску на ґрунти: розширення забудови збільшує площу герметизованих поверхонь, інтенсифікує транспортні потоки й концентрацію відходів, а отже, підсилює механічну трансформацію, хімічне забруднення та біологічне виснаження ґрунтового покриву.

Рівень урбанізації України перевищує загальносвітовий з 1990-х та до сьогодні (рис. 1.2). У 1989 році частка міського населення досягла 66,7 %. Однак після здобуття незалежності темпи урбанізації уповільнилися, а в деяких регіонах спостерігалось навіть зменшення частки міського населення. За даними Державної служби статистики України, станом на 1 січня 2025 року міське населення становило 69,2 % від загальної чисельності населення країни [7]. Урбанізація як процес в Україні має добре помітну та виражену специфіку. Найбільший показник урбанізації мають східні та центральні райони в яких зосереджені великі промислові центри (Київ, Харків, Донецьк, Одеса та Дніпро). Натомість у західних регіонах зокрема в Закарпатській області, частка міського населення залишається нижчою, у 2021 році вона навіть скоротилась [9].

Share of the population living in urbanized areas, 0 to 2023

Our World
in Data

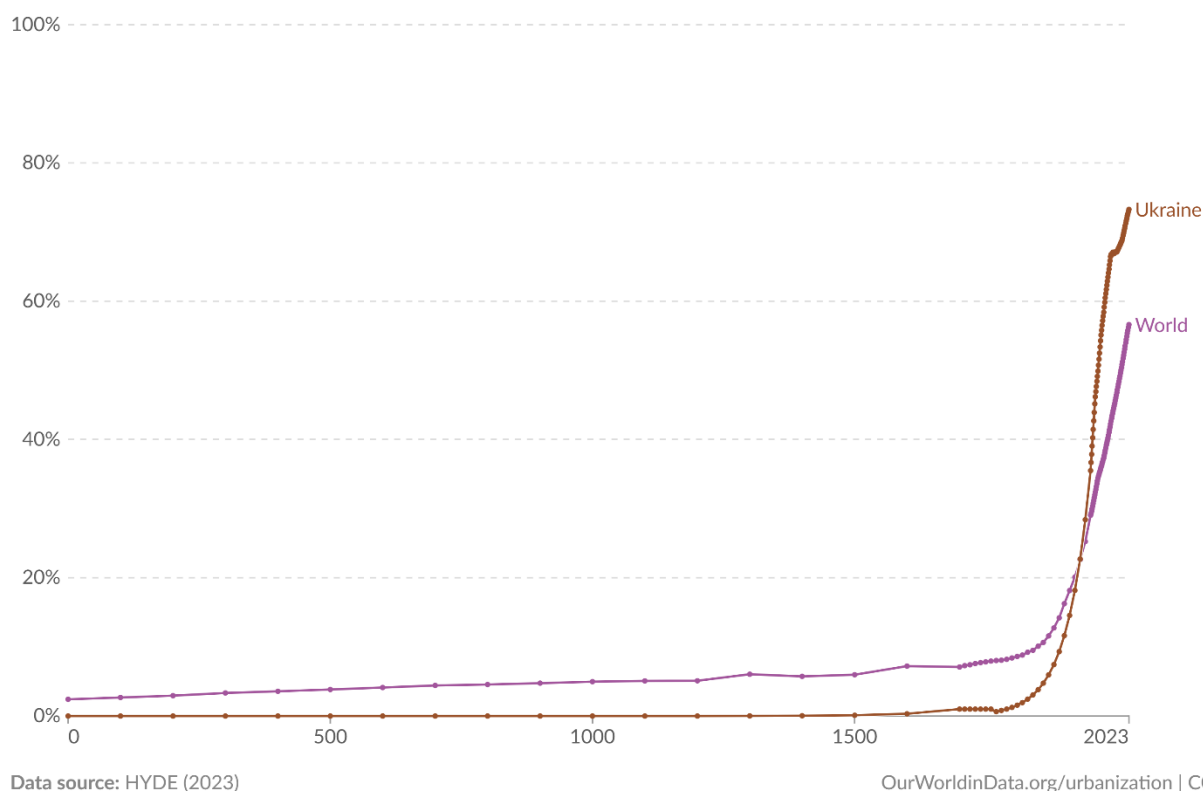


Рис. 1.2. Візуалізований графік динаміки міського населення в Україні та в світі [6].

Також не вперше World Bank Group оприлюднив дані, згідно з якими урбанізація в Україні продовжує відбуватися навіть незважаючи на зменшення

населення країни. Можна дійти висновку, що сільське населення скорочується швидше, ніж міське [8].

Загалом антропогенне навантаження – це будь-який вплив людини на ґрунтовий покрив, а його головним каталізатором у сучасну добу виступає урбанізація. Зростання ролі міста, інтенсивне освоєння територій та концентрація інфраструктури збільшують масштаб механічної трансформації, хімічного забруднення, фізичного ущільнення, біологічної деградації й гідрологічних змін ґрунтів. Сумарна дія цих процесів перевищує природні темпи ґрунтоутворення і за кілька десятиліть здатна кардинально змінити профіль, склад і функції ґрунту, знижуючи його екологічну та господарську цінність. Тому оцінка антропогенних факторів і розуміння їх механізмів перетворень є базовою передумовою для розробки систем моніторингу, стратегії рекультивації та інтеграції ґрунтового компонента в політику сталого міського планування.

1.2. Основні типи джерел антропогенного навантаження у межах міського середовища

Усі джерела антропогенного навантаження в місті логічно впорядковуються за функціональними зонами, які визначають інтенсивність і характер впливу на ґрунтовий покрив [10; 11]. Саме функціональне зонування задає «так звану» просторову карту ризиків: від житлових кварталів із переважно дифузним побутовим тиском до промислових і транспортних територій, де концентруються точкові високі викиди хімічних поллютантів.

Наймасовішим джерелом навантаження є житлова та громадська забудова. Тут домінує ущільнення та герметизація землі через фундаменти, підземні паркінги, тротуари й створення суцільної мережі інженерних комунікацій. Процес ущільнення супроводжується локальними змінами водного режиму, різким зниженням інфільтрації та накопиченням побутових забруднювачів (солі, важкі метали з атмосферного випадання) [5; 12]. У багатоповерхових житлових масивах Києва середній коефіцієнт покриття твердими поверхнями сягає 0,65–0,75, що підтверджується даними «Екологічного паспорта міста» [13].

Другим за масштабом виступають транспортні коридори та пов'язана інфраструктура: автомагістралі, залізничні вузли, трамвайні лінії, аеропорти. Тут ґрунт отримує безперервне хімічне навантаження від викидів двигунів, стирання шин і гальмівних колодок, а також фізичне переущільнення від вібрації й статичних навантажень [14; 15]. За результатами столичного екомоніторингу, у пришляхових смугах Києва вміст свинцю та цинку у верхньому горизонті ґрунту перевищує фонові значення в 4–7 разів, а щільність ґрунту зростає до 1,7 т/м³, що вже обмежує розвиток кореневих систем дерев і знижує інфільтраційну здатність ґрунту.

Промислові та енергетичні майданчики формують найпотужніше точкове навантаження. Металургійні, машинобудівні, нафтопереробні підприємства та ТЕЦ є джерелами важких металів (Cd, Pb, Cr, Ni), вуглеводнів і сполук сірки. У ґрунтах біля колишніх виробничих зон столиці фіксують акумуляцію Cu та Zn до 300–400 мг/кг, що перевищує санітарні норми у кілька разів [12]. Додатково складські нафтобази й трансформаторні підстанції насичують ґрунт вуглеводнями й поліхлорованими біфенілами, погіршуючи його біологічні функції [17].

Окрему групу становлять майданчики будівництва, реконструкції та тимчасової інженерії. Під час земляних робіт відбувається повне механічне руйнування профілю: зняття родючого шару, перемішування горизонтів, розпилення дрібнозему. На етапі зведення споруд застосовують бетон, асфальт і синтетичні мембрани, швидко герметизуючі поверхню. Системне нарощування таких «плям забудови» фіксується у Генеральному плані Києва та супутніх детальних планах територій [5; 18; 19].

За даними Urban Atlas, з 1990-х площа штучних покриттів столиці збільшилася більш ніж на 20 %, що корелює з ростом обсягів будівельних робіт [20]. Об'єкти поводження з відходами й комунальної інфраструктури, полігони ТПВ, станції компостування, мулові майданчики, очисні споруди – накладають комплексне хімічно-біологічне навантаження. Інфільтрати полігонів мігрують у підґрунтові води, при цьому вміст амонійного азоту та важких металів у підтіканні може перевищувати гранично допустимі концентрації у десятки разів [13; 16]. Руйнування герметизуючих екранів чи аварійні викиди з насосних станцій

призводять до локального засолення та евтрофікації ґрунтів у дельтах стічних колекторів.

Нарешті, рекреаційні зелені зони й міське садівництво теж генерують специфічне навантаження – фізичне ущільнення туристичними потоками, «суцільне підстригання» рослинності, використання мінеральних добрив і пестицидів. Дослідження мікоризної біоти Голосіївського НПП показало, що навіть помірна рекреація знижує різноманіття ектомікоризних грибів та погіршує агрегаційну структуру ґрунту [17; 21]. Такі дані підкреслюють необхідність обмежувати антропогенний тиск навіть у формально «зелених» територіях.

Загалом джерела антропогенного навантаження у межах міського середовища охоплюють широкий спектр фізичних, хімічних і біологічних впливів – від суцільного ущільнення житлових кварталів до локальних високих концентрацій забруднювачів на промислових вузлах. Їхнє поєднання визначає ступінь деградації ґрунтового покриву та пріоритети подальших заходів з його відновлення.

1.3. Зміни фізико-хімічних властивостей ґрунтів під впливом людської діяльності

Окрім того, що людська діяльність перетворює ґрунти швидше, ніж будь-які природні процеси, будівництво, транспорт, промисловість і сучасні агротехнології змінюють як їхню фізичну будову, так і хімічний склад, що безпосередньо позначається на екологічних функціях ґрунтового покриву міст. Механічні дії починаються зі зняття та переміщення верхнього горизонту, підмішування будівельних відходів і техногенного піску. У результаті порушується гранулометричний склад: частка грубих фракцій і уламкового матеріалу різко зростає, зменшуючи природну структурність й водоутримання ґрунту. Такі зміни вже зафіксовано на новобудовах Києва та інших великих міст України, де товщина «культурного шару» із домішками бетону та скла подекуди сягає 0,5 м [22].

Компактування поверхні колесами транспорту й важкою технікою збільшує щільність будови до 1,6–1,8 г/см³, тоді як для непорушених лісових ґрунтів

типовими є 1,1–1,3 г/см³. Зниження частки великих пор на 40–70 % погіршує аерацію, гальмує фільтрацію та підвищує поверхневий стік, що, у свою чергу, стимулює ерозійні процеси. Додатково, герметизація асфальтом і тротуарною плиткою щороку виводить з водного обігу тисячі гектарів міських ландшафтів; за оцінками FAO, такі території втрачають до 90 % природної інфільтраційної здатності [5].

Хімічний стан урбанізованих ґрунтів характеризується різноспрямованими зсувами рН. Поблизу промислових центрів і ТЕЦ домінує кислотування через випадіння сірчаних і азотних оксидів, тоді як біля автодоріг і будівельних майданчиків лужність зростає через цементний пил та протиожеледні реагенти. У межах Києва величини рН поверхневого горизонту коливаються від 5,5 у лісопаркових зонах до 8,2 на узбіччях автомагістралей.

Найбільш показовою ознакою техногенного пресингу є накопичення важких металів. Дослідження в паркових ландшафтах столиці (Маріїнський, КПІ, Нивки, Феофанія) засвідчили підвищені вмісти Pb, Zn і Cu у ґрунтовому шарі 0–20 см, причому максимальні концентрації фіксувалися у зонах, наближених до магістралей. У середньому вміст свинцю перевищував природний фон у 3–5 разів, а цинку – у 2–4 рази. В умовах воєнних дій 2022–2025 рр. локальні вибухи та спалення техніки спричинили додаткові спалахи Cd, Cu і Zn у верхньому горизонті ґрунтів центральної та східної України, формуючи осередки токсичності та пригнічення ґрунтової мікробіоти.

Не менш актуальною проблемою є органічне забруднення. Витоки пального, поліциклічні ароматичні вуглеводні (ПАВ) з вихлопів і побутові відходи збагачують ґрунт вуглеводнями, що знижують біодоступність поживних елементів і пригнічують ферментативну активність. Одночасно зі скороченням зелених площ і регулярним прибиранням опалого листя знижується повернення органічної речовини; вміст гумусу в міських чорноземах Києва за останні 70 років зменшився з 6–7 % до 3–4 %, що спричинило подальше ущільнення і втрату структури.

Солонцюватість і електропровідність зростають переважно через агрохімікати на приміських городах та застосування солей при зимовому утриманні

доріг. У придорожніх смугах електропровідність поверхневого шару інколи перевищує $0,8 \text{ дС} \cdot \text{м}^{-1}$, що є пороговим для багатьох чутливих видів газонних трав.

Тож, зміни фізико-хімічних параметрів невідворотно тягнуть за собою біологічні наслідки: трансформацію мікробних угруповань, зменшення видового різноманіття мезофауни та зниження здатності ґрунту до самоочищення. Комплексне управління міськими ґрунтами має охоплювати мінімізацію ущільнення, обмеження герметизації, рекультивацію забруднених ділянок, регулювання рН і повернення органічної речовини. Лише так можна зберегти екосистемні послуги ґрунтів – від фільтрації води до підтримки зелених насаджень – у просторі, що дедалі інтенсивніше освоює людина.

1.4. Моніторинг стану та якості ґрунтів у зоні антропогенного пресингу

Ґрунт у межах сучасного міста ми вже не можемо розглядати окремо від людини: будівлі, транспорт і комунікації формують суцільне поле техногенного тиску, а отже логічним продовженням попередніх розділів стає розмова про постійне спостереження за його станом. Таке спостереження, або моніторинг, – це систематичний, довгостроковий процес фіксації фізичних, хімічних і біологічних показників, який дозволяє виявляти зміни на ранніх етапах та своєчасно керувати ризиками деградації. Під антропогенним впливом розуміємо будь-яку пряму чи опосередковану дію людини, що змінює ґрунт: механічну трансформацію під час будівництва, ущільнення й герметизацію покриттями, хімічне забруднення важкими металами та органічними поллютантами, біологічне виснаження через втрату гумусу, а також порушення гідрологічного режиму. У міській практиці ці процеси рідко проявляються самостійно: наприклад, ущільнення дорожнім трафіком одночасно зменшує інфільтрацію, підсилює підтоплення й полегшує міграцію розчинних форм свинцю, кадмію чи цинку.

Масштаб проблеми зумовлений колосальним рівнем урбанізації: у більшості економічно розвинених регіонів понад 80 % населення мешкає в містах, що фактично перетворює навколишню поверхню на «культурний геобіохімічний реактор» [6]. Європейська оцінка стану ґрунтів свідчить, що близько 60–70 %

міських ґрунтів уже перебувають у не здоровому стані через втрату органічного вуглецю, ущільнення та забруднення [29]. Саме тому 10 квітня 2025 р. ЄС досяг політичної згоди щодо нової Директиви про моніторинг ґрунтів, яка вводить обов'язкову інвентаризацію здоров'я кожної ділянки до 2050 р. і встановлює граничні індикатори для вмісту органічного вуглецю, рівня ущільнення та концентрації важких металів [30].

Україна синхронізує свої підходи через постанову КМУ № 848 від 23 липня 2024 р., що закріпила трирівневу мережу національного, регіонального та локального моніторингу із періодичністю від одного до п'яти років. Обидві системи зшиваються з глобальною ініціативою FAO – GloSIS/SoilSTAT, яка надає відкритий доступ до сумісних метаданих та забезпечує порівнюваність між країнами [31]. Практична реалізація моніторингу спирається на міжнародний стандарт ISO 18400-102, що регламентує стратифіковане й систематичне відбирання зразків та рекомендовані глибини: 0–10 см для оперативного контролю забруднення та ≥ 1 м для оцінки герметизації й зміни гідрології [ISO 18400-102:2017][32].

З огляду на функціональну «мозаїчність» міста, типові сітки спостережень комбінують регулярну крокову схему в зелених зонах, більш густу – на промислових територіях і вибіркові точки фонового контролю поза межами агломерації. Лабораторна частина лежить на триєдиній групі показників. Фізичні параметри (коефіцієнт інфільтрації) відображають структурну цілісність профілю; хімічні (рН, сумарний вміст Pb, Cd, Zn, Cu) сигналізують про ймовірні токсичні навантаження; біологічні (активність дегідрогенази, уреаз, фосфатази, а також профіль мікробної біомаси) реагують найшвидше й показують, чи зберігаються життєві функції ґрунту.

У новій Європейській директиві саме цей набір визначено базовим для поняття інфраструктури геопросторових даних [30]. Місто дає змогу поєднати класичне ґрунтознавство з цифровими технологіями. Безпілотники з гіперспектральними камерами, що охоплюють діапазон 400-2500 нм, уже сьогодні відтворюють карту розподілу свинцю або цинку з просторовою роздільністю 1–5 м

на піксель, а багатоваріантні моделі Boruta-GBDT пояснюють понад 70 % лабораторної варіації концентрацій важких металів. Подібні дані одразу інтегруються у GloSIS з використанням стандарту SoilML, що прискорює обмін результатами між містами.

Моніторинг це не разова «паспортизація», а жива система, що поєднує традиційні бурові й аналітичні прийоми з дистанційними сенсорами, нормативними рамками та відкритими базами даних. Лише так можна своєчасно помічати негативні тенденції, планувати ремедіацію й підтримувати екологічну безпеку урбанізованих територій задля сталого розвитку міст.

РОЗДІЛ 2. ГОЛОСІЇВСЬКИЙ РАЙОН М. КИЄВА ЯК ТЕРИТОРІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Географічне положення та загальна характеристика району

Голосіївський район розташований у південно-західній частині Києва (рис. 2.1), між історичним центром і лісово-польовими околицями столиці. На півночі він межує з Шевченківським та Печерським районами, на заході – із Солом'янським, на сході через Дніпро контактує з Дарницьким, а з півдня підпирає аграрний пояс Бучанського й Обухівського районів Київщини, що робить його своєрідним «зелено-міським» коридором столиці [24].



Рис. 2.1. Карта районування міста Київ [25].

За площею – це найбільший адміністративний район Києва – 156 км² (15,62 тис. га), тобто близько 18 % території міста [18]. Офіційна статистика КМДА на середину 2024 р. фіксує тут 247,6 тис. постійних мешканців; показник істотно просів у 2022 р. через воєнну евакуацію, але вже відновився майже до довоєнних значень [26]. Середня густина населення становить приблизно 1,6 тис. осіб/км², однак різниться від понад 8 тис. у кварталах Деміївки до < 200 осіб/км² у лісопарковій смузі Теремків.

Територія лежить у межах Придніпровської височини, рельєф хвилястий, розчленований ярами й балками (рис. 2.2). Висоти коливаються від 86 м у долині Либеді до 208 м на Лисих горах, середня відмітка приблизно 128 м над р. м. [21].

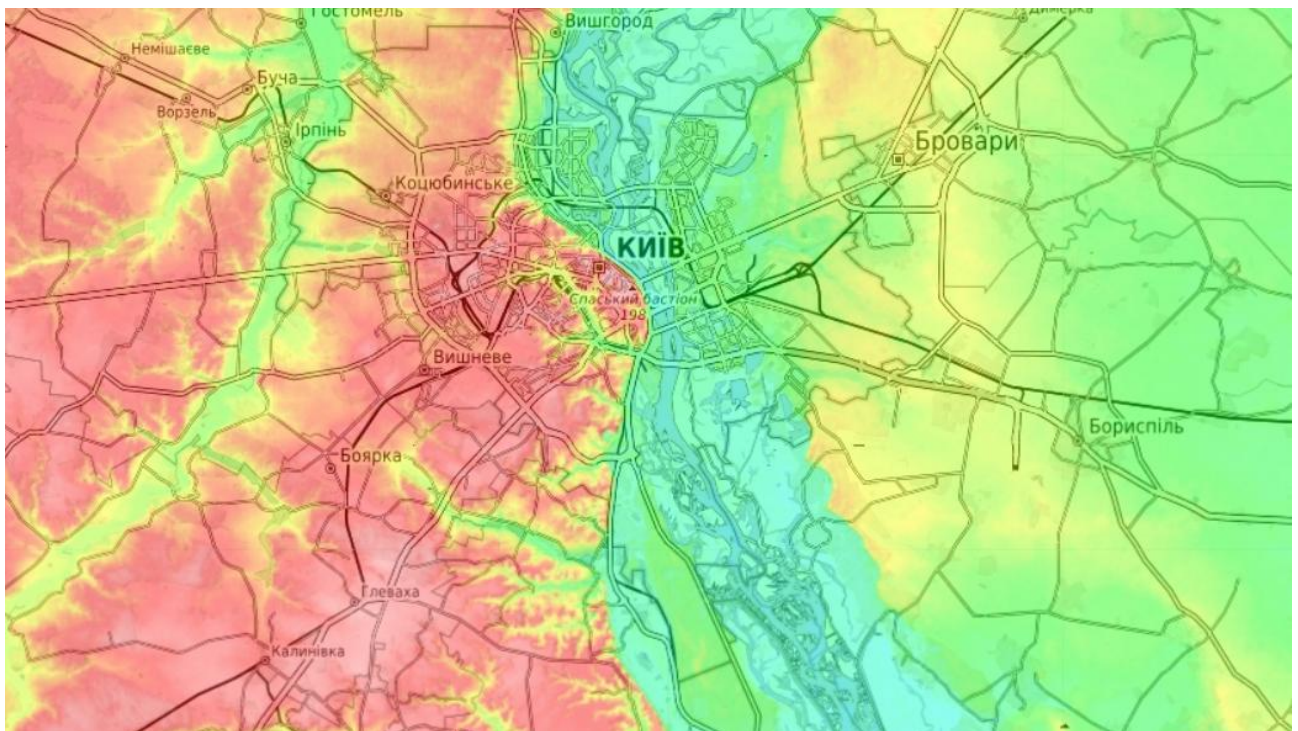


Рис. 2.2. Топографічна карта м. Києва і околиць [27].

Геологічну основу становлять лесово-глинисті відклади, що створюють схильність до зсувних процесів на крутих схилах; підстеляють їх палеоген-неогенові піски полтавського та бучацького водоносних горизонтів, важливих для локального водопостачання та стану ґрунтових вод [28].

Клімат помірно континентальний: середньорічна температура повітря +9,1°C, сумарна річна кількість опадів близько 650 мм, із максимумом у літні місяці. За даними обсерваторії імені Срезневського, останні три десятиліття Київ

теплішає в середньому на 0,3°C за 10 років, що збільшує кліматичний дефіцит вологи й інтенсивність зливових стоків.

Гідромережу району формують малі праві притоки Дніпра – річки Либідь і Віта та їх ставкові каскади (Голосіївські, Дідорівські, Теремківські озера). Вони виконують рекреаційну, дренажну та протипаводкову функції, але страждають від замулення й забруднення поверхневим стоком з автошляхів і будівельних майданчиків, що фіксується в щорічних екопаспортах міста. Біля 45 % площі вкрито лісами й іншою природною рослинністю, з яких основну частину займає Національний природний парк «Голосіївський» площею 10 988 га. Парк разом із заказниками «Феофанія» та «Лиса гора» створює осередок біорізноманіття прямо в межах мегаполіса, де виявлено понад 30 видів рослин, внесених до Червоної книги України [21].

За даними продукту Urban Atlas 2018 (таблиця. 2.1, рис. 2.3), у районі переважають три категорії землекористування: ліс та природні території – приблизно 45 %, житлова та змішана забудова – приблизно 30 %, промислово-комунальні зони й транспортна інфраструктура – приблизно 10 %; решта припадає на агроландшафти та відкриті ділянки під забудову.

Таблиця 2.1

Дані орієнтовних площ функціональних зон Голосіївського району м. Києва [20].

Функціональна зона	Площа, га	Частка території
Лісові та природні території (НПП, заказники)	≈ 7 000	45 %
Житлова та змішана забудова	≈ 4 700	30 %
Промислово-комунальна	≈ 1 550	10 %
Громадсько-ділова й навчальна	≈ 750	5 %
Сільськогосподарсько-дослідна	≈ 550	4 %
Транспортна й спеціальна (депо, кладовища)	≈ 450	3 %

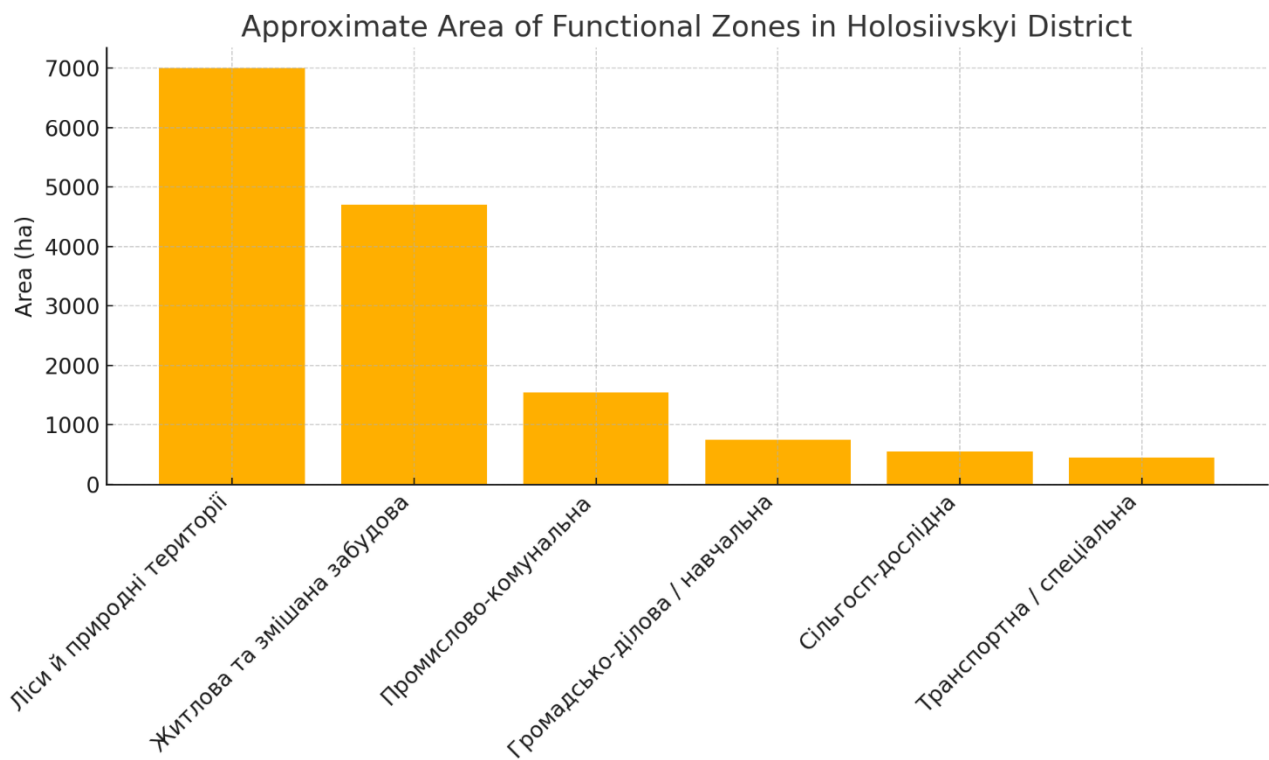


Рис. 2.3. Діаграма орієнтовних площ функціональних зон Голосіївського району м. Києва [20].

На діаграмі (рис. 2.3) відображено приблизний розподіл території Голосіївського району: близько половини площі займають ліси й інші природні масиви, тоді як житлова та змішана забудова охоплює приблизно 30 %, решту поділяють промислово-комунальні, громадсько-ділові, сільськогосподарські дослідні й транспортно-спеціальні зони; наведені цифри є демоверсією з поточної геобазису і можуть коригуватися після оновлення даних 2025 р. чи уточнення меж району. Ще близько 150-200 га припадає на водні дзеркала ставків і річкових заплав, які Urban Atlas враховує окремо.

Щодо історії району, то функціональна мозаїка Голосієва формувалася хвилями. До 1950-х рр. це був лісопарковий передміський пояс із дослідними агротериторіями Київського інституту. Хрущовська індустріалізація принесла промисловий «сірий пояс» уздовж залізниці, а розвиток метро («Деміївська», 1960 р.) закріпив житловий каркас уздовж теперішнього просп. Голосіївського. Генплан-1986 офіційно виділив промислово-комунальну дугу Телички, тоді як реформа

2001 р. включила до району Національний природний парк, що різко збільшило частку рекреаційних територій [36]. Таким чином, історія району – це послідовне нашарування житлово-транспортної мережі на лісовий масив, яке й зумовило сьогоденні контрасти в стані ґрунтів.

Високий відсоток зелені робить Голосіїв «легенями» Києва, проте швидке ущільнення житлової забудови на Деміївці, Теремках-II і у гаражних масивах посилює тиск на ґрунти, спричиняючи їхнє штучне ущільнення та зниження фільтраційної здатності [20]. Ґрунтовий покрив представлений переважно опідзоленими чорноземами й сірими лісовими ґрунтами на лесових відкладах; у заплавах трапляються лучні та торфово-болотні ґрунти. Дослідження у Голосіївському лісі показали локальні перевищення вмісту свинцю у верхньому горизонті до 2–3 ГДК, насамперед на вершинах пагорбів із високим пішохідним навантаженням. Попри це, у порівнянні з іншими промисловими частинами Києва район вважається відносно «чистим»; значний біомасив лісу та піщані горизонти зменшують міграцію кадмію й цинку в наземні екосистеми.

Адміністративно район оформлено 12 вересня 2001 р. у ході реформи, що об'єднала колишній Московський район із частинами Печерського та Святошинського. Перейменування й суттєве розширення меж сприяли включенню значних лісопаркових масивів до структури міста, але водночас створили нові виклики: необхідність балансувати житлову експансію, транспортні коридори та збереження цінних ґрунтових і ландшафтних ресурсів, які мають ключове значення для сталого післявоєнного розвитку столиці.

Таким чином, Голосіївський район поєднує функції міського ядра з високою щільністю населення та великого природо-рекреаційного резервату, формуючи унікальну модель взаємодії урбанізації й природного середовища, що безпосередньо впливає на фізико-хімічні властивості ґрунтів – предмет подальших розділів цієї роботи.

2.2. Основні види антропогенного навантаження у межах району

Як вже було зазначено, Голосіївський район – це найбільший за площею район у столиці (156,36 км²) і водночас найзеленіший: лише під опіку комунального підприємства з утримання зелених насаджень тут передано 1 010,8 га міських парків, скверів і бульварів, а ще 4 525,52 га припадає на Національний природний парк «Голосіївський», створений для збереження ділянок київського Полісся й лісостепу. Попри таку зелену «подушку» – понад третину районної території – ґрунтовий покрив відчуває комплексний тиск урбанізації, транспорту й рекреації [37].

Інформація про ґрунтовий покрив району буде детальніше описана у наступному підрозділі, але якщо коротко, то у межах лісових масивів переважають світло-сірі та темно-сірі лісові ґрунти з потужним гумусовим горизонтом 18-25 см, що формувались на лесових суглинках під дібровами. У долинах Либеді й Віти поширені торфово-болотні та лучно-болотні ґрунти, які регулюють місцевий дренаж. Усі ці типи ґрунтів мають високу водопроникність і буферність, а відтак швидко реагують на ущільнення, герметизацію та забруднення.

Щодо видів антропогенного навантаження на ґрунти у Голосіївському районі, то можна виділити чотири основні вектори – герметизація й механічна трансформація, фізичне ущільнення, хімічне забруднення важкими металами, гідрологічні зміни.

Одним із найяскравіших прикладів герметизації та механічної трансформації ґрунтів у Голосіївському районі є території вздовж проспекту Науки, Голосіївського проспекту та магістралі М-05, де частка запечатаних поверхонь, таких як асфальт, бетон та будівлі, становить 60–80 % площі кварталів. Це істотно знижує здатність ґрунту до інфільтрації, спричиняє посилення поверхневого стоку та підвищення температурного навантаження, що, за даними FAO, є однією з критичних форм деградації міських ґрунтів, оскільки такі зміни майже не піддаються природному відновленню без втручання людини. Характерним прикладом фізичного ущільнення виступає ситуація в районах з інтенсивним автомобільним рухом, зокрема на Деміївській розв'язці та в Теремках, де щорічний

тиск на узбічні ґрунти досягає 350–400 кПа — це вдвічі перевищує допустимі межі для лісових і дерново-підзолистих ґрунтів. Результати польових досліджень, проведених у 2023 р. студентами НУБіП, засвідчили, що пористість верхнього шару ґрунту поблизу проїзної частини зменшилася до 38 %, тоді як у контрольній ділянці лісу вона становила 52 % [5].

Ще однією суттєвою загрозою є хімічне забруднення ґрунтів важкими металами. Так, згідно з «Екологічним паспортом Києва», у 2022 р. вміст цинку у верхньому шарі ґрунту на посту спостережень № 5 (просп. Науки) сягав 321 мг/кг, що майже втричі перевищує фонові значення, тоді як концентрація свинцю у зонах інтенсивного трафіку досягала 92 мг/кг, тобто 2,9 рази перевищувала гранично допустимі концентрації. За результатами комплексного міського моніторингу, найвищі рівні забруднення свинцем, цинком і міддю спостерігаються вздовж транспортних артерій і промислових зон, де формуються локалізовані зони деградації ґрунтів на фоні відносно чистих лісових територій [13]. Нарешті, не менш важливою проблемою залишаються гідрологічні зміни, спричинені, зокрема, каналізуванням річки Либідь та частковим осушенням її заплави ще в 1960-х роках. У 2023 р. комунальне підприємство «Плесо» провело очищення підземної ділянки русла Либеді поблизу Саперно-Слобідської вулиці, що дозволило знизити ризик підтоплень та частково відновити природну фільтраційну функцію цієї ділянки [38].

Антропогенний тиск на ґрунти Голосіївського району безпосередньо впливає на їх функціонування, спричиняючи ланцюг деградаційних процесів, які взаємопов'язані між собою. Зокрема, ущільнення та герметизація поверхні – через активне дорожнє будівництво, мощення дворів і тротуарів суттєво знижують інфільтраційну здатність ґрунтів. Це, своєю чергою, порушує природний водообіг і підсилює ризик паводкових підтоплень у знижених частинах району, таких як Деміївська площа та вулиця Васильківська. Накопичення важких металів – передусім цинку та свинцю – у приповерхневому горизонті ґрунту додатково впливає на родючість і біологічну активність. Високі концентрації цих елементів інгібують мікоризоутворення та пригнічують діяльність ґрунтової мікрофлори, що

підтверджується дослідженнями в районі НУБіП, де зафіксоване зменшення вмісту гумусу майже на п'яту частину порівняно з умовно чистими територіями. Таке хімічне навантаження позбавляє ґрунт його основних екосистемних функцій – продукування, самоочищення та біологічної регенерації. Крім того, значна кількість урбанізованих ділянок формує контактну зону між асфальтованим покриттям і ґрунтом, де підвищення рН до лужних значень (до 8,0) через цементний пил порушує хімічний баланс. У результаті мікроелементи, необхідні для нормального росту рослин, зокрема залізо та марганець, стають недоступними, що викликає хлороз листя у зелених насаджень, особливо липи серцелистої та клена гостролистого.

Таким чином, фізичне ущільнення, хімічне забруднення та порушення кислотно-лужної рівноваги формують комплексну загрозу, яка веде до функціонального виснаження ґрунтів району, зменшуючи їх здатність до природного відновлення, водоутримання, фільтрації й підтримання міської рослинності.

2.3. Особливості ґрунтового покриття Голосіївського району

Голосіївський район розташований на піднятому правобережжі Києва, де 15-метрова товща лесових суглинків формує хвилястий плато-рельєф і поступово спускається до заплави Либеді та Віти. Під лесами залягають піщано-глинисті поклади бучацького ярусу палеогену, які разом із четвертинними відкладами утворюють перший водоносний комплекс: ґрунтові води зустрічаються вже на глибині 6–12 м, тоді як більш потужний бучацький горизонт лежить на 40–70 м і використовується для локального водопостачання приватних садиб [28].

Така стратиграфія забезпечує добру вологозабезпеченість профілю й сприяє накопиченню гумусу, тож на вододілах сформувалися опідзолені чорноземи з гумусовим горизонтом 40–45 см. У межах Києва ґрунтовий покрив відзначається мозаїчністю та складною просторовою організацією, зумовленою поєднанням природних геоморфологічних умов і багатовікової антропогенної діяльності. Ландшафтна структура столиці охоплює широке різноманіття ґрунтових типів, що

формується під впливом рельєфу, гідрології, типу рослинності та ступеня урбанізації. У центральних та схилових частинах спостерігається домінування чорноземів та їхніх деградованих форм, тоді як у заплавах і пониженнях накопичуються алювіальні й гідроморфні ґрунти. Водночас, території з щільною забудовою все частіше представлені техногенними утвореннями, які не лише мають змінену морфологію, а й демонструють нестабільність за водним і температурним режимами, що ускладнює екологічне планування та відновлення функцій ґрунтового покриву [45].

На більш зволжених схилах і площинах переважають сірі лісові ґрунти; саме ця парна комбінація є типовою для лісостепової зони Київщини [5]. В улоговинах та вузьких днищах балок лес переходить у алювіальні дрібнозем-піски, де під впливом періодичного перезволоження розвинулися лучні Fluvisols і дрібні плями торфово-болотних Histosols. Лесові суглинки містять до 35 % пилюватої фракції, тому оголені схили Лисої гори і північного узлісся НПП «Голосіївський» особливо чутливі до змиву: під час сильних злив втрати дрібнозему тут сягають 5–8 т/га на рік, а на стоптаних туристичних стежках подвоюються.

Поряд із високою родючістю (гумус 3,5–4 %) це робить місцеві ґрунти парадоксально вразливими: їхня висока пористість і частка мулу, з одного боку, покращують накопичення вологи й поживних речовин, а з іншого – полегшують ущільнення під колесами техніки та піших потоків, а також прискорюють ерозію при знятті рослинного покриву. Таким чином, геологічна будова й гідрогеологія району визначають унікальну родючість ґрунтів, але одночасно загострюють проблему їх деградації на відкритих схилах і в зонах інтенсивного антропогенного навантаження.

Оцифрована ґрунтова карта масштабу 1:50 000, зведена у QGIS із сервісом Soil Properties in Ukraine й шаром Soil Types in Ukraine (ArcGIS Hub), показує, що в межах Голосіївського району поширені п'ять домінантних таксонів WRB (таблиця. 2.2).

Таблиця 2.2

Домінуючі типи ґрунтів та їх властивості Голосіївського району м. Києва [33].

Тип ґрунту (WRB)	Площа, га	Гумус, %	pH (H ₂ O)	Щільність, г/см ³
Опідзолені чорноземи	4 500	3,5	6,2	1,35
Сірі лісові	2 500	2,8	5,6	1,40
Лучні алювіальні	1 000	3,0	6,8	1,30
Торфово-болотні	500	6,5	5,5	1,20
Урбано- і Техноземи	1 500	2,0	7,4	1,60

Значення площ та властивостей, які вказані у таблиці, узяті з оцифрованої ґрунтової карти 1:50 000, інтегрованої з набором Soil Properties in Ukraine (ArcGIS Hub) і зведеної у QGIS для меж району станом на 2024 р., округлення виконано з точністю ± 50 га.

- Опідзолені чорноземи (Chernozems) – приблизно 4 500 га, приблизно 29 % території (таблиця. 2.2). Вони утворюють суцільний пояс на вододілах Лисогірського плато й у центральній частині Національного природного парку (НПП); гумусовий горизонт сягає 40–45 см, а сума вбирних основ перевищує 30 ммоль(+) /100 г, що зумовлює їх високу природну родючість [33].

- Сірі лісові ґрунти (Luvisols) – приблизно 2 500 га (16 %). Розташовані на зволжених, вкритих листяними лісами схилах; мають підвищену кислотність (рН 5,5–5,8) і вміст гумусу 2,5–3 % (таблиця. 2.2) що робить їх чутливими до окультурення, але стійкішими до пересихання [34].
- Лучні алювіальні ґрунти (Fluvisols) – приблизно 1 000 га (6 %). Тягнуться вузькою смугою вздовж долин Либеді та Віти; відзначаються піщано-глинистою текстурою, слабколужною реакцією (рН \approx 6,8), (таблиця. 2.2) і великою водопровідністю, що підтримує заплавні екосистеми та ставкові каскади [35].
- Торфово-болотні ґрунти (Histosols) – приблизно 500 га (3 %). Формують «кишеньки» в пониженнях Горіхуватських і Дідорівських ставків; містять до 6–7 % (таблиця. 2.2) органічного вуглецю, але накопичують феноли й важкі метали з мулових відкладів [35].
- Урбаноземи і техноземи (Technosols/Anthrosols) – понад 1 500 га (приблизно 10 %). Це штучні субстрати, складені з будівельного піску, щебеню та завезених техноґрунтів у нових житлових кварталах Теремків-II, уздовж Кільцевої дороги та на промисловій дузі Телички; щільність верхнього шару досягає 1,6 г/см³, рН 7,2–7,6 [21].

Щодо хімічних властивостей, то усі п'ять домінуючих таксонів ґрунтів району суттєво відрізняються за вмістом органічної речовини, кислотністю, щільністю та здатністю накопичувати забруднювачі, що безпосередньо впливає на їх родючість і екологічну стійкість.

Опідзолені чорноземи (Chernozems) залишаються «золотим стандартом» родючості: у середньому 3,5 % гумусу (діапазон 3,2–3,9 %), рН 6,1–6,4 і сумарна ємність катіонного обміну (ЄКО) понад 30 ммоль(+)/100 г. Висока частка пилюватої фракції (25–30 %) зумовлює добру водоутримуючу здатність, але водночас робить ці ґрунти чутливими до ущільнення під колесами будівельної техніки: уже при навантаженні 200 кПа щільність верхнього горизонту зростає до 1,45 г/см³, що скорочує інфільтрацію опадів майже вдвічі [43; 44].

Сірі лісові ґрунти (Luvisols) мають менш потужний (25–30 см) гумусовий горизонт і вміст гумусу у середньому 2,8 %. Глибинний елювіальний шар, збагачений гідроксидами Fe і Al, підвищує кислотність до $\text{pH} \approx 5,6$, через що кальцій частково вимивається, а насиченість основами падає до 60–65 %. Ці ґрунти краще структуруються завдяки лісовій підстилці, але при знятті дернини швидко переходять у стан розпорошеного пилу, уразливий до водної ерозії на схилах НПП «Голосіївський» [3; 34].

У долинах Либеді та Віти переважають лучні алювіальні ґрунти. Вони важчі за гранулометрією (пилувато-піщані суглинки), мають гумусу 3,0 % і майже нейтральну до слабколужної реакцію ($\text{pH} \approx 6,8$). Висока водопровідність (коефіцієнт фільтрації 2–4 м/добу) робить ці ґрунти природними дренажними системами, але водночас – «точками входу» будівельних змивів: навіть 5-сантиметровий шар техногенного піску знижує капілярну підйомну здатність на 30 %, сприяючи просіданню при пересиханні [28; 35].

Найвищу органічну насиченість демонструють торфово-болотні Histosols поблизу Горіхуватських та Дідорівських ставків: 6,0–6,5 % гумусу й висока (до 80 %) водоемність. Однак торф неоднорідний і, акумулюючи стічні води, накопичує фенольні сполуки та важкі метали; зразки 2023 р. зафіксували 45–55 мг/кг Pb і 0,9–1,1 мг/кг Cd у верхніх 20 см, що у 1,5–2 рази перевищує фонові значення для природних лісових ґрунтів району [2; 35].

Урбанотехноземи (Technosols/Anthrosols) – найбільш трансформований тип ґрунтів. Їхній верхній шар формують будівельні суміші, пересипані тонким (5–10 см) штучним техноґрунтом із вторинним компостом. Тому вони мають найвищий pH 7,2–7,6, низький гумус – близько 2,0 %, а щільність будови стабільно тримається біля 1,60 г/см³. Внаслідок високої щільності коефіцієнт інфільтрації падає до 0,3–0,5 мм/хв (у чорноземів – 1,0–1,5 мм/хв), що збільшує поверхневий стік і ризик підтоплення під час інтенсивних дощів. Крім того, ці ґрунти акумулюють аерозольні полютанти: у Деміївці середній вміст Pb і Zn у 0–10 см шарі становить 65 мг/кг і 220 мг/кг відповідно; для порівняння, у Національному природному парку (НПП) – 35 мг/кг і 110 мг/кг. Показник електропровідності (ЕС) тут зростає до 1,6 мСм/см

через солі технологічного походження, що є вдвічі більше за природний фон [12; 13].

Порівняльний аналіз щільності показує, що природні ґрунти Голосієва (чорноземи, лісові) утримуються в діапазоні 1,20–1,40 г/см³, тоді як техногенні субстрати нової забудови майже на 20 % щільніші. Це критично для корневих систем молодих насаджень: при щільності > 1,55 г/см³ порушується газообмін, а гідравлічна провідність зменшується втричі. Висока щільність також стимулює стік забруднюючої дощової води у зниженні частини рельєфу, де накопичуються Histosols, підвищуючи в них концентрації важких металів та фенолів [12].

Таким чином, фізико-хімічний портрет ґрунтового покриву району характеризується градієнтом «родючість – ущільнення – забруднення», який різко посилюється від ядра НПП «Голосіївський» до транспортно-промислового пояса та нової житлової забудови. Усвідомлення цих контрастів є ключем до розробки диференційованих заходів: від зниження механічного навантаження на чорноземи схилів до біофільтраційних систем на урбанотехноземах, здатних зменшити об'єм поверхневого стоку й фіксувати важкі метали у верхньому шарі [12].

Долини річок Либідь і Віта утворюють у Голосіївському районі кількадесят гідроморфних «острівців» – комплексів лучних Fluvisols і торфово-болотних Histosols, що працюють як природні «губки»: під час паводків вони поглинають надлишкову воду, а в сухий період – підтримують рівень ґрунтових вод, запобігаючи пересиханню дубово-грабових лісів НПП «Голосіївський». Однак реконструкція Либідської набережної, під час якої у 2019-2023 рр. зрізали схили та проклали дренажні лотки, скоротила площу прибережних водно-болотних угідь майже удвічі порівняно з 1980-ми рр.; проектна документація КП «Плесо» фіксує розчистку понад 3,2 км русла і часткове засипання старих заплавлених проток. Внаслідок цього водоутримуюча ємність заплавлених зменшилася, і вже перша сильна злива літа 2023 р. спричинила локальні підтоплення приватних садиб у Мишоловці та Чапаєвці, які КМДА віднесла до «червоних точок» на карті паводкових ризиків [36].

Паралельно на крутих лесових схилах Лисих гір та урочища Голосіїв, де потужність лесової товщі сягає 15 м, ерозійна мережа залишається активною. Звіт «Екологічний паспорт м. Києва 2023» подає середньорічний виніс дрібнозему 5–8 т/га, а на відкритих, інтенсивно стоптаних туристичних стежках – до 12 т/га, що вже класифікується як «сильний змив». Ерозійні борозни глибиною 25–40 см особливо швидко розвиваються на південних експозиціях Лисих гір, де захисна дернина витоптана й ущільнена рекреантами; під час кожної зливи тут утворюються короткочасні, але енергійні водотоки, що зносять лесовий пил і перегній до підніжжя схилів [13; 35].

У долині р. Віта, ситуацію ускладнює каскад старих ставів: частина гребель втратила герметичність, і під час літніх «зливових піків» вода переливається через борти, розмиваючи заплавні лучні Fluvisols. Відповідно до розділу 4.5 «Відновлення та реконструкція водойм» Регіональної доповіді про стан довкілля Києва за 2021 р., у межах Голосіївського району зафіксовано чотири критичні ділянки підмивання гребель, зокрема ставок № 3 Горіхуватської системи, де щорічно втрачається до 800 м³ наносів [16].

Таким чином, гідроморфні системи низин і ерозійні схили утворюють єдиний водно-грунтовий континуум: осушення або забудова заплав зменшують затримання стоку, збільшують швидкість поверхневого потоку, а це, у свою чергу, посилює ерозію на схилах і переносить ще більше лесового пилу до річок та ставків. Для Голосіївського району це означає необхідність двоєдиного підходу: (1) відновлення прибережних смуг і шлюз-регуляторів у долині Либеді та Віти, і (2) протиерозійних заходів на туристичних трасах Лисих гір – облаштування дерев'яних настилів, водовідвідних лотків і посівів ґрунтозакріплювальних трав на відкритих схилах.

Відповідно до листа FAO «Urbanisation and Soil Sealing», щороку європейські міста втрачають 300–500 км² ґрунту під штучними покриттями, і Київ – не виключення [5]. Аналіз супутникових знімків Sentinel-2 (2018–2024 pp.) показує, що в Голосіївському районі площа недобудованого оголеного ґрунту скоротилася з 1 350 до 940 га, переважно за рахунок дворів-парковок та ТРЦ «Respublika».

Лабораторні вимірювання (Екопаспорт–2023) фіксують зростання щільності дерновопаркового шару газонів із 1,25 до 1,70 г/см³ упродовж перших трьох років експлуатації території ТЦ, що зменшує інфільтрацію дощових вод удвічі [13]. Дослідження Polish Journal of Soil Science (2020) встановило, що в межах зелених масивів Національного природного парку (НПП) середній вміст Pb у верхньому горизонті становить 32–38 мг/кг (таблиця. 2.3), тоді як за межею парку у житлових і транспортних зонах Деміївки концентрація сягає 60–70 мг/кг, а на промислових майданчиках Телички – понад 90 мг/кг, що дорівнює 1,8–2,2 ГДК для рекреаційних територій [5].

Співвідношення Cd/Pb зростає в урбанотехнозомах, сигналізуючи про свіжі техногенні надходження. У заплавах лучних Fluvisols навпаки спостерігається розбавлення важких металів внаслідок алювіального омолодження.

Таблиця 2.3

Показники вмісту свинцю і кадмію з вибірових зразків 0–10 см шару ґрунту за результатами дослідження 2020–2023 рр. [13].

Функціональна зона	Свинець (Pb), мг/кг	Кадмій (Cd), мг/кг
Житлова (Деміївка, Теремки-I)	65	0.8
Промислова / транспортна (Теличка, Саперно-Слобідська)	95	1.3
Рекреаційна — НПП «Голосіївський»	35	0.4
Аграрно-дослідна (поля НУБіП, Теремки-II)	22	0.3

У нових житлових кварталах Теремки-II та ЖК «Park Avenue» ґрунти фактично формуються заново з будівельного піщано-щебеневого дренажу, пересипаного тонким шаром техноґрунту. Такі урбанотехноземи

характеризуються різко лужною реакцією (рН 7,2-7,6) через домішки цементних матеріалів і зниженою біоактивністю (чисельність мезофауни < 1 тис. екз./м² проти 5–7 тис. у природних чорноземах). Вони погано утримують вологу, а їх коефіцієнт інфільтраційної здатності < 1 мм/хв, що збільшує поверхневий стік і тепловий «острів» міста.

Ґрунти Голосіївського району виконують три ключові екосистемні послуги: (1) фільтраційно-бар'єрну для стокових вод мегаполіса, (2) вуглецево-накопичувальну у лісових масивах парку й (3) рекреаційну, як субстрат для рослинності зелених зон. Основні ризики для їх збереження: ущільнення та запечатуння на житлових локаціях, локальна металізація техногенними аерозолями й ерозійні процеси на відкритих лесових схилах. За даними регіональної доповіді Міндовкілля 2021 р., питомий винос гумусу зі схилів Лисих гір може зрости до 10 т/га без впорядкування стежкової мережі та впровадження протиерозійних лотків [16].

Поєднання високогумусних опідзолених чорноземів і техногенно переформованих урбанотехноземів робить ґрунтовий покрив району строкатим і вразливим. Найпотужніше антропогенне навантаження припадає на:

- зону житлово-промислового стику Деміївки, де Рb перевищує фон у 2-2,5 рази;
- периметр нової забудови Теремків-II, де ущільнення знижує інфільтрацію;
- туристичні стежки НПП «Голосіївський», схильні до прискореної ерозії.

Для об'єктивного контролю пропонується дворівнева схема: щорічний скринінг Рb, Cd та Zn у 0–10 см шарі на сітці 500×500 м і трирічний цикл детальних розрізів із визначенням органічного вуглецю, щільності, водостійкості агрегатів. Результати слід інтегрувати з функціональним зонуванням (розд. 3.2), адже саме тип землекористування визначає темп і характер ґрунтових змін.

Загалом, ґрунтовий покрив Голосіївського району є неоднорідним і строкатим, де природні чорноземи й лісові ґрунти зберігають високий екологічний потенціал, тоді як урбанотехноземи та запечатані площі потребують термінових

заходів із пом'якшення ущільнення й рекультивації, щоб район міг і надалі виконувати роль «зелених легень» Києва.

РОЗДІЛ 3. РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ СТАНУ ҐРУНТІВ ГОЛОСІЇВСЬКОГО РАЙОНУ М. КИЄВА НА ДІЛЯНКАХ З РІЗНИМ АНТРОПОГЕННИМ НАВАНТАЖЕННЯМ

3.1. Методика проведення дослідження

Для оцінки впливу різних типів антропогенного навантаження на стан і функціонування ґрунту в Голосіївському районі м. Києва я обрав шість дослідних ділянок, (рис. 3.1). Кожна з них представляла окрему функціональну зону з характерними умовами антропогенного впливу: житлову, промислову, транспортну, рекреаційну, неформальну та природоохоронну. Такий підхід дозволив порівняти різні функціональні зони та виявити просторові відмінності деградаційних процесів ґрунтів.

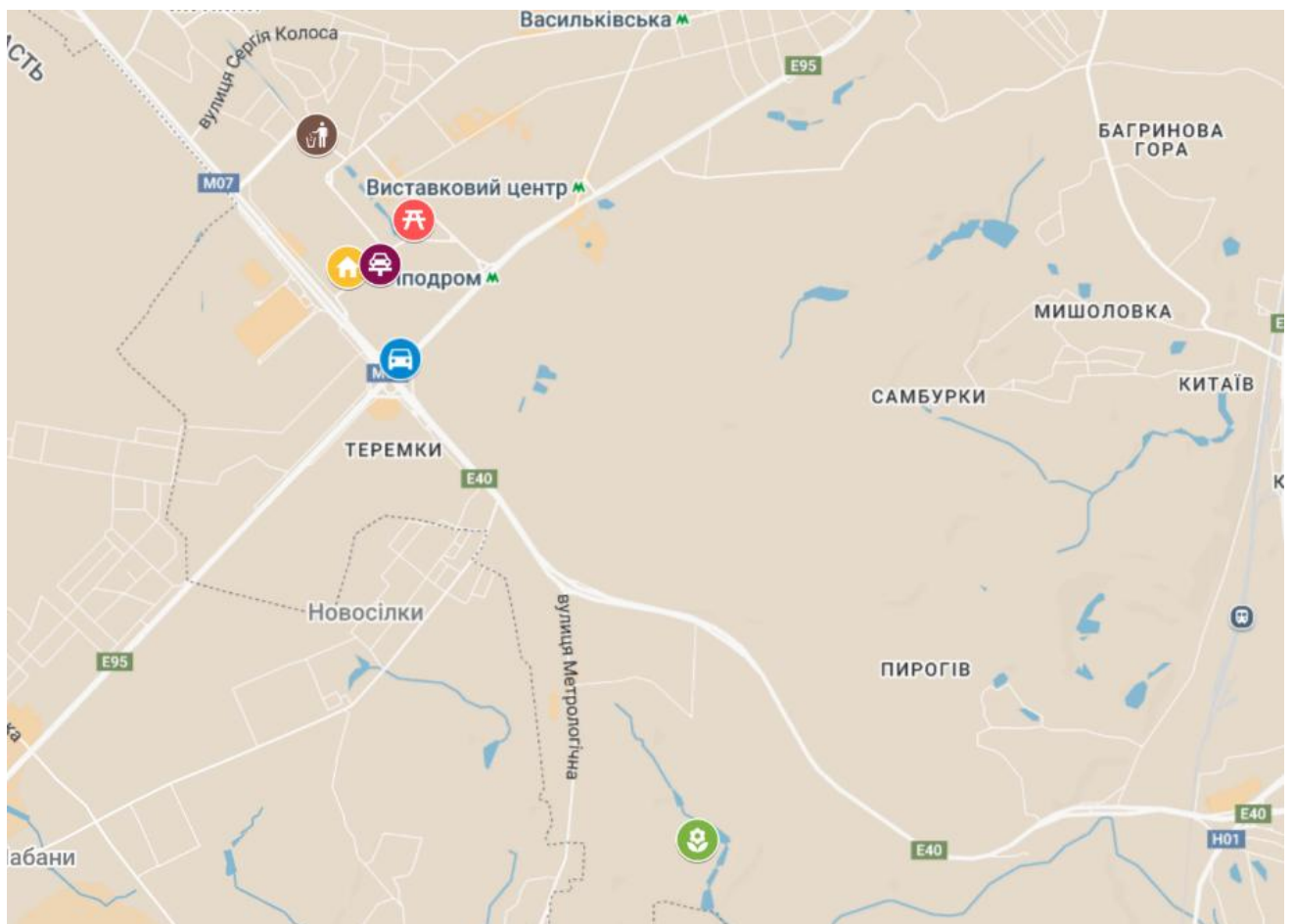


Рис. 3.1. Розташування пробовідбірних ділянок на території Голосіївського району м. Києва [42]. (Розроблена автором)

Вибір локацій я здійснював на основі попереднього польового обстеження території району з урахуванням ступеня урбанізованості, інтенсивності людської діяльності, наявності джерел техногенного або побутового навантаження.

Житлова зона, розташована за координатами (50.37718, 30.4540), обрана як одна з дослідних ділянок для оцінки стану ґрунтів у Голосіївському районі, знаходиться в типовому внутрішньо-квартальному дворі багатоповерхового житлового будинку (рис. 3.2).



Рис. 3.2. Фотофіксація місця відбору зразків ґрунту у житловій зоні Голосіївського району м. Києва (Фото зроблені автором)

Ця територія постійно використовується мешканцями для вигулу тварин, короткочасного відпочинку, проходу між будівлями, а також частково для паркування автомобілів. Верхній шар ґрунту тут значною мірою порушений і ущільнений через постійний рух людей та техніки, а рослинний покрив присутній лише фрагментарно. Зона була обрана для дослідження, оскільки вона відображає типовий набір факторів побутового урбанізованого навантаження, характерного для житлових кварталів у межах великого міста. Під час огляду території було зафіксовано велику кількість твердих побутових відходів, зокрема пластикове

пакування, скляні уламки, недопалки сигарет, а також небезпечні предмети - використані шприци, що вказує на можливу хімічну та біологічну контамінацію. Крім того, вигул собак у цій зоні є постійним, що створює додаткове біогенне навантаження на ґрунт.

Транспортна зона, розташована за координатами 50.37128, 30.45931, була обрана в межах зеленої смуги, що прилягає до Кільцевої дороги неподалік станції метро «Теремки» (рис. 3.3). Це одна з найбільш завантажених транспортних розв'язок південної частини Голосіївського району, через яку щодня проходить великий потік приватного та вантажного транспорту. Ділянка характеризується відкритим рельєфом, наявністю схилів, самосійною рослинністю та близькістю до шумозахисних бетонних конструкцій автодороги.



Рис. 3.3. Фотофіксація місця відбору зразків у транспортній зоні Голосіївського району м. Києва (Фото зроблені автором)

Зону я обрав з огляду на високу інтенсивність техногенного тиску, пов'язаного з постійним рухом автомобілів. Цей тип впливу включає викиди важких металів і згорілих частинок, пилоутворення, вібраційне навантаження, а також накопичення

полі-функціональних токсичних речовин у прикордонних до автошляхів ґрунтових горизонтах. Ці процеси відносяться до сталих форм урбаністичного пресу, які формуються навіть за відсутності прямого контакту ґрунту з асфальтовим покриттям. Вибір саме цієї локації зумовлений її репрезентативністю для типових транспортних вузлів Києва, де наявний комплексний вплив на ґрунт без прямого ущільнення або забудови, але з постійним фоновим забрудненням.

Рекреаційна зона, локалізована за координатами 50.38023, 30.46068, представлена ділянкою міського парку з наявністю приозерної екосистеми поблизу станції метро «Іподром» (рис. 3.4). Це один із найбільш популярних у Голосіївському районі рекреаційних об'єктів, що відіграє роль природного простору для масового відпочинку мешканців. Територія характеризується добре розвиненим деревним ярусом, наявністю відкритих зелених галявин, асфальтованих доріжок і близькістю до водного об'єкта. Зона була включена до дослідження з огляду на її функціональну особливість - інтенсивне сезонне використання без суттєвого техногенного навантаження, властивого промисловим чи транспортним територіям. У весняно-літній період тут фіксується висока щільність перебування людей, зокрема для пікніків, виходу тварин, занять спортом і прогулянок. Водночас простір має чітко виражений природний компонент, що дозволяє аналізувати вплив рекреаційного використання на стан поверхневого ґрунтового покриву.



Рис. 3.4. Фотофіксація місця відбору зразків у рекреаційній зоні Голосіївського району м. Києва (Фото зроблені автором)

Промислова зона, яка розташована за координатами 50.37741, 30.45716, визначена на території зосередження об'єктів малої техногенної інфраструктури (рис. 3.5). У межах цієї ділянки розміщено станцію технічного обслуговування автотранспорту, автомийку самообслуговування, а також функціонує пункт прийому та сортування вторинної сировини - зокрема металевих елементів, поліетиленової тари та електронних компонентів. Частина матеріалів, що потрапляють на цю територію, демонтується або обробляється безпосередньо на місці. Обрання цієї ділянки зумовлене наявністю комплексного техногенного навантаження, яке є характерним для зон з низькорівневою промисловою діяльністю в межах міської структури. Тут поєднуються різні типи впливів: хімічний (від мастил, паливно-мастильних матеріалів, побічних продуктів

розбирання електроніки), фізичний (переміщення транспорту, ущільнення поверхні) та органічне забруднення (від потрапляння побутових залишків).



Рис. 3.5. Фотофіксація місця відбору зразків у промисловій зоні Голосіївського району м. Києва (Фото зроблені автором)

Територія характеризується відсутністю сталого озеленення, фрагментарною наявністю ґрунтового покриву, імовірним надходженням важких металів та нафтопродуктів до верхнього шару ґрунту. Це створює умови для формування деградованого технозему - ґрунтів із зміненим профілем і властивостями під впливом виробничого середовища.

Ділянка промислового типу є ключовою для аналізу того, як малі виробничі осередки, що часто інтегровані в житлову забудову, впливають на ґрунтову оболонку міста. Її включення до дослідження дозволяє порівняти ступінь техногенного навантаження з більш "м'якими" режимами експлуатації міського простору, такими як рекреація чи житлове середовище.

Неформальна зона, яка знаходиться за координатами 50.3859, 30.45078, була обрана в межах території, що зазнала значного побутового забруднення внаслідок тривалого неконтрольованого скидання сміття мешканцями прилеглих будинків (рис. 3.6). Ділянка розташована поблизу житлового масиву, однак офіційно не віднесена до жодного з видів функціонального використання, а її просторовий статус можна окреслити як міжквартальну або буферну зону з ознаками деградації. Стихійне сміттєзвалище на цій території утворилося шляхом накопичення побутових відходів, включно з пластиком, склом, залишками меблів, будівельними матеріалами, органічним сміттям та небезпечними предметами (батареї, медичні, хімічні відходи). Візуально на поверхні можна виявити як свіжі, так і розкладені фрагменти вторинної сировини. Окремі елементи сміття мають сліди горіння, що свідчить про спроби самовільного підпалення.

Також у межах ділянки спостерігається часткова відсутність рослинного покриву, локальне ущільнення ґрунту й сліди витоуптування. Зона була включена до дослідження як приклад неформального, позакатегоріального навантаження на ґрунтове середовище, що не підпадає під класичні типи антропогенного впливу, однак є поширеним у багатьох містах України. Її значення в контексті аналізу полягає у фіксації впливу безконтрольної діяльності населення на якісний стан ґрунту за відсутності інженерної чи ландшафтної інфраструктури. Цей тип території потенційно несе підвищений ризик накопичення токсичних компонентів, утворення фітотоксичних зон, зміни кислотності, механічного ущільнення та локального хімічного навантаження, зокрема через можливу інфільтрацію розчинених сполук у ґрунтовий горизонт. Саме тому включення неформальної

зони до дослідження дозволяє порівняти її з більш регламентованими типами міського середовища й виявити приховані фактори деградації ґрунтів.



Рис. 3.6. Фотофіксація місця відбору зразків у неформальній зоні Голосіївського району м. Києва (Фото зроблені автором)

Природоохоронна зона, розташована за координатами 50.34006, 30.48948, локалізована в межах внутрішньої частини садово-паркового комплексу НАН України „Феофанія“. Це територія з регламентованим статусом охорони, що перебуває під контролем природоохоронних органів і має переважно лісопарковий характер. Ділянка була спеціально обрана в максимально віддаленій від забудови частині парку, щоб зафіксувати ґрунтові характеристики в умовах, наближених до природного або слабо порушеного середовища. Антропогенне навантаження на цю територію є мінімальним: тут немає інтенсивного руху транспорту, виробничих об'єктів або масштабного рекреаційного використання. Рельєф, рослинність та ґрунтові умови формуються під впливом природних факторів - типових для лісостепової зони Київського плато. Завдяки наявності суцільного деревного і трав'яного покриву, затінення, підвищеної вологості та незміненого профілю, ця зона використовується як умовно контрольна. Вибір саме цієї ділянки зумовлений необхідністю мати базовий рівень для порівняння з іншими зонами, де спостерігається різний рівень і характер антропогенного пресу. Природоохоронна

зона слугує еталоном для аналізу змін властивостей ґрунтів у результаті урбанізації, рекреації, техногенного чи побутового забруднення. Це дозволяє не лише простежити відносну динаміку показників, а й закласти основу для подальшого моніторингу змін у часі. Таким чином вважаю, що дана ділянка є ключовою в структурі дослідження як референтна точка для оцінки рівня змін функціонального стану ґрунтів під впливом людської діяльності.



Рис. 3.7. Фотофіксація місця відбору зразків у природоохоронній зоні Голосіївського району м. Києва (Фото зроблені автором)

Для кожної з вибраних ділянок я заклав прямокутну площу розміром 10×10 метрів, що дозволяє зберегти репрезентативність ґрунтових властивостей у межах функціонального мікроландшафту. З кожної ділянки методом п'ятиразового відбору було відібрано 5 точкових проб верхнього шару ґрунту (0–10 см), які

згодом було ретельно перемішано для формування композитного зразку ґрунту. Такий підхід дозволяє мінімізувати випадковість та забезпечити інтегральну характеристику ґрунту в межах дослідної зони. Загальна маса кожного композитного зразку становила приблизно 1 кг.

Вибір глибини 0–10 см обумовлений тим, що саме верхній шар ґрунту найбільше піддається антропогенному впливу, зокрема, забрудненню, механічному ущільненню, пересиханню та змінам у біоті. Цей шар є активною зоною взаємодії між природними процесами й людською діяльністю, тому саме він найчастіше використовується в екологічному ґрунтознавстві як індикатор змін.

Відбір проб я здійснював вручну лопатою, з попереднім очищенням поверхні від трави, сміття та органічних решток. Зібраний матеріал очищувався від коріння, камінців та сторонніх предметів. Для забезпечення точності просторової прив'язки кожної точки відбору було використано GPS-навігатор, а також мобільний телефон для фотофіксації та документування умов ділянки. Зразки зберігались у маркованих пластикових контейнерах із зазначенням коду ділянки, дати та часу відбору. Контейнери попередньо було очищено й підготовлено для запобігання перехресного забруднення.

Аналіз ґрунтів проводився у побутових умовах, але з дотриманням базових лабораторних процедур. Кожен зразок проходив етап сушіння в духовій шафі при температурі 105 °C протягом 18 годин, що відповідає стандартним методам визначення вологості та стабілізації зразка для подальшого аналізу. Зважування проводилось кухонними електронними вагами з похибкою ± 1 г.

Після сушіння було проведено візуальний та органолептичний аналіз:

- Колір визначався шляхом візуального порівняння з таблицями кольорів ґрунтів (у спрощеному вигляді).
- Запах фіксувався за допомогою органолептичної оцінки на наявність органіки, гнилі чи хімічного аромату.
- Морфологічні показники включали оцінку агрегатної структури, механічної щільності та гранулометричних особливостей.

- Кислотність (рН) визначалась за допомогою лакмусових папірців у ґрунтовій суспензії з дистильованою водою.
- Мінералізація (вміст солей) визначалась за допомогою TDS-метра.
- Вологість - за результатами зважування до та після сушіння, шляхом вирахування втрати маси.

Усі зразки ґрунту були зібрані в один день - 10 травня 2025 року у післяобідній період (16:00–20:00) при ясній погоді, без опадів і за помірної температури, що забезпечувало стабільні умови відбору. Одночасне проведення польових робіт на всіх ділянках дозволило зменшити похибки, пов'язані з погодною або сезонною варіацією.

Методика проведення досліджень була орієнтована на досягнення головної мети роботи - порівняти стан ґрунтів у зонах з різним рівнем і характером антропогенного навантаження, виявити закономірності зміни їх властивостей залежно від типу використання території та ступеня урбанізованості. Зібраний ґрунтовий матеріал і результати аналізу ляжуть в основу оцінки функціонального стану ґрунтів Голосіївського району, що буде представлено в наступних підрозділах дослідження.

3.2 Аналіз результатів дослідження ґрунтів у різних зонах антропогенного впливу

Результати дослідження ґрунтів дослідних ділянок, закладених у межах різних функціональних зон Голосіївського району м. Києва, представлено у вигляді таблиць (3.1, 3.2, 3.3, 3.4).

Таблиця 3.1

Показники вологості ґрунтів дослідних ділянок різних функціональних зон Голосіївського району м. Києва (за даними авторського дослідження).

Зона	Вологість ґрунту %
Житлова	19

Зона	Вологість ґрунту %
Промислова	31
Неформальна	9
Рекреаційна	9
Транспортна	6
Природоохоронна	12

Найвищий показник вологості ґрунтів зафіксовано на ділянці, що знаходиться у промисловій зоні (31 %), і найнижчий – у межах ділянки біля транспортної розв'язки (6 %).

Таблиця 3.2

Показники рН ґрунтів дослідних ділянок різних функціональних зон Голосіївського району м. Києва (за даними авторського дослідження).

Зона	Показник рН
Житлова	7.5
Промислова	9.0
Неформальна	8.0
Рекреаційна	10.0
Транспортна	9.0
Природоохоронна	6

Табл. 3.2.2. Показники рівня рН у відібраних зразках різних функціональних зонах різного антропогенного навантаження. (за даними авторського дослідження)

Слабо лужні умови ґрунтового розчину переважають у ґрунтах більшості зон; ґрунти рекреаційної ділянки демонструють максимальне значення величини рН (рН \approx 10), тоді як ґрунти у межах природоохоронної зони зберігають оптимальне слабо кисле середовище (рН \approx 6).

Показники мінералізації ґрунтового розчину дослідних ділянок різних функціональних зон Голосіївського району м. Києва (за даними авторського дослідження).

Зона	TDS, ppm
Житлова	289
Промислова	152
Неформальна	145
Рекреаційна	104
Транспортна	323
Природоохоронна	78

Загальна мінералізація ґрунтового розчину (ppm), що відображає сумарний вміст розчинених солей, виявляє чітку залежність від типу антропогенного навантаження: найвищі значення зафіксовано в транспортній зоні (323 ppm), що зумовлено накопиченням реагентів та абразивного пилу; натомість на контрольній ділянці природоохоронної території Національного природного парку (НПП) «Голосіївський» цей показник становить ≈ 78 ppm, що відповідає природному фоновому рівню.

Під час відбору зразків ґрунту на дослідних ділянках я фіксував морфологічні ознаки які подано у (таблиця. 3.4). Зокрема, звертав увагу на колір, запах, структуру, наявність включень, а також візуальну однорідність горизонту. Це дозволило краще зрозуміти стан ґрунтового профілю та вплив різних типів антропогенного навантаження.

**Морфологічні характеристики ґрунтів дослідних ділянок різних функціональних зон
Голосіївського району м. Києва (за даними авторського дослідження)**

Зона	Колір	Структура	Ущільнення/ пухкість	Характерні включення та коментарі
Житлова	Темно-коричневий з сіруватим відтінком	Дрібно- та середньогрудкувата	Помірне ущільнення, поверхня злегка запилена	Дрібні рослинні рештки, поодинокі уламки побутового сміття
Промислова	Сіро-коричневий	Неоднорідна, грудкувата, частково розсипчаста	Відсутнє ущільнення локально; місцями зволожений, липкуватий	Уламки бетону, частинки мастил/нафтопродуктів, дрібний металевий брухт
Неформальна	Темно-сіро-коричневий	Грудкувата з домішками органічних решток	Нерівномірна: пухка під шаром сміття, ущільнена на відкритих плямах	Фрагменти пластику, попіл, побутові відходи, запах органічного розкладу
Рекреаційна	Сірувато-бурий	Середньогрудкувата відносно рівномірна	Помірно ущільнена через витоптування, верхній шар зрідка розпушений	Сліди частинок попелу від мангалів, дрібне листове сміття
Транспортна	Темно-сірий із блиском пилу	Дрібно-грудкувата, пилувата	Сильно ущільнена та пересушена; поверхнева корка	Тонкий шар дорожнього пилу, абразив шин, сліди реагентів
Природоохоронна	Темно-коричневий, однорідний	Добре агрегована, пухка, гумусова	Пухкий, пружний, виражена пористість	Перегній листя, кореневі залишки,

Зона	Колір	Структура	Ущільнення/ пухкість	Характерні включення та коментарі відсутність техногенних домішок
------	-------	-----------	-------------------------	---

3.2.1 Житлова зона

Ґрунтовий зразок з житлової зони була відібраний у внутрішньо-квартальному просторі багатоповерхової забудови за координатами 50.37718, 30.45401. Ця ділянка активно використовується мешканцями для побутових потреб: вигулу тварин, короткочасного відпочинку, проходу між будинками та частково як стоянка. Територія зазнає сталого фізичного і біогенного навантаження. На основі візуального огляду зразку можемо сказати, що ґрунт має дрібно-грудкувату структуру з наявністю агрегатів середнього та великого розміру. Колір ґрунту - темно-коричневий із сіруватим відтінком, типовий для ґрунтів, які зазнають постійного механічного ущільнення, забруднення та часткового пересихання.

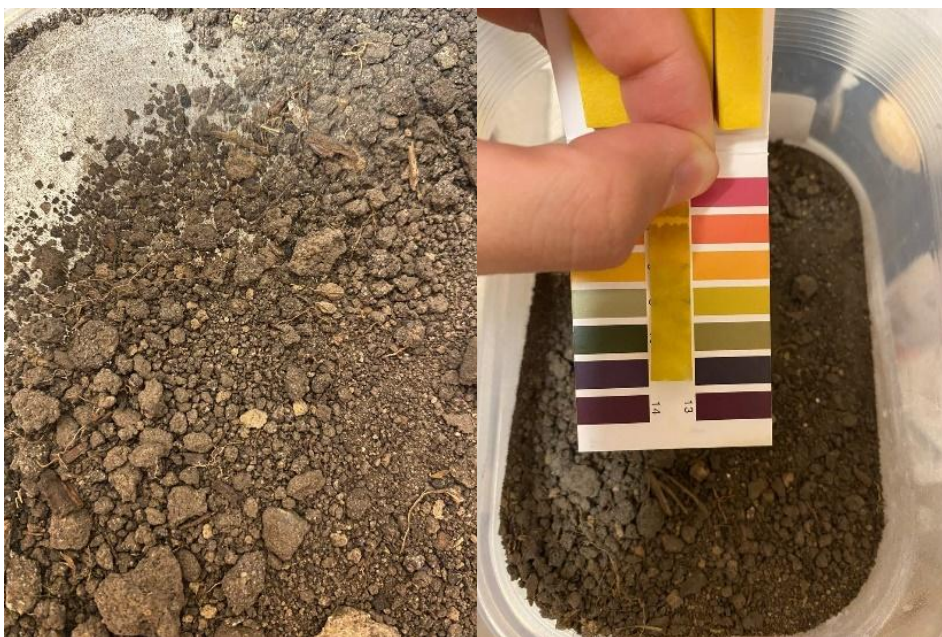


Рис. 3.8. Вимірювання рівня рН у висушеній пробі ґрунту з житлової функціональної зони за допомогою лакмусового папірця (фото зроблені автором)

Вологість ґрунту становила 19 %. Цей показник був визначений шляхом зважування зразку ґрунту до та після сушіння при температурі 105 °С. Рівень вологості є типовим для міських ущільнених ділянок, які не мають стабільного рослинного покриву, але мають доступ до атмосферної вологи. Таке значення вважається середнім і свідчить про відносно задовільний водний режим при відсутності стоку.

Кислотність композитної маси визначалась за допомогою лакмусового папірця в ґрунтовій суспензії, приготованій на основі дистильованої води. Вимірне значення кислотності становило 7.5, що відповідає нейтральному або лужному середовищу. Така реакція скоріше за все спричинена присутністю залишків будівельних матеріалів, зокрема цементного пилу, а також низькою біологічною активністю. У межах урбанізованого простору такі значення є досить поширеними.

Загальна мінералізація (вміст розчинних солей) становила 289 ppm за даними TDS-метра. Це свідчить про слабкий рівень засолення. Таке значення не перевищує гранично допустимих норм, однак свідчить про наявність побутових залишків, які можуть повільно впливати на сольовий режим ґрунтового середовища.

Загалом, ґрунт у межах житлової зони демонструє характерні ознаки антропогенного навантаження. Незначне засолення, помірна вологість, лужна реакція середовища та ущільнена структура вказують на вплив повсякденної діяльності мешканців. Цей зразок є репрезентативним для типового внутрішньо-квартального середовища у межах урбанізованої території.

3.2.2 Промислова зона

Ґрунтовий зразок з промислової зони я відібрав за координатами 50.37741, 30.45716, поблизу об'єктів малої індустріальної інфраструктури. Ділянка розташована між станцією технічного обслуговування, автомобільною мийкою самообслуговування та пунктом прийому вторинної сировини, зокрема металу, поліетилену та електронних плат. Це місце характеризується сталим техногенним

навантаженням, а також значною концентрацією транспортних потоків, що створює комплексну дію на ґрунтове середовище. Візуально зразок має неоднорідну грудкувату структуру зі слідами ущільнення. Колір ґрунту сіро-коричневий, із присутністю залишків органіки, дрібних уламків, ймовірно, штучного походження. У структурі також помітні уламки дрібного сміття та механічних домішок. Такий склад характерний для територій, що зазнають механічного і хімічного навантаження без регулярного догляду.

Показник вологості становить 31 %. Це порівняно високе значення, яке пов'язане з постійним зволоженням території через діяльність автомобільної мийки, витікання води та затримку вологи через ущільнення ґрунту. З одного боку, така вологість є сприятливою для тимчасового збереження біоти, проте, з іншого - створює умови для накопичення техногенних забруднювачів у верхньому горизонті. Кислотність ґрунтового розчину за результатами лакмусового тесту становила рН 9. Це свідчить про лужну реакцію середовища. Підвищення рН може бути зумовлене наявністю залишків мийних засобів, цементного пилу, вапнякових домішок та інших будівельних матеріалів, які часто зустрічаються у промислових осередках. Лужне середовище може пригнічувати біологічну активність ґрунту, змінювати розчинність мікроелементів і впливати на загальний хімічний баланс.



Рис. 3.9. Вимірювання рівня рН у висушеній пробі ґрунту з промислової функціональної зони за допомогою лакмусового папірця та визначення мінералізації за допомогою TDS-метра (фото зроблені автором)

Мінералізація, визначена за допомогою TDS-метра, становила 152 ppm. Це невисокий рівень загальної кількості розчинних солей, однак у поєднанні з високим рН може свідчити про специфічний склад домішок. На ділянці мають місце регулярні промивання поверхні, які не дозволяють солям накопичуватись у високій концентрації, але змінюють кислотно-лужну рівновагу.

Таким чином, ґрунт промислової ділянки демонструє яскраво виражену лужну реакцію, високу вологість та помірну мінералізацію. Це свідчить про наявність хімічного та гідрологічного навантаження з боку діяльності об'єктів малої промисловості. Такі умови є типовими для урбанізованих зон зі специфічною функцією і потребують подальшого моніторингу задля оцінки довготривалого впливу на ґрунт і довкілля загалом.

3.2.3 Неформальна зона

Ґрунтовий зразок з неформальної зони був відібраний в межах території, де сформувалося стихійне сміттєзвалище внаслідок тривалого побутового навантаження за координатами 50.3859, 30.45078,. Ділянка розташована поблизу житлового масиву, не має чітко визначеного функціонального призначення і не контролюється жодною комунальною службою. Протягом тривалого часу сюди здійснюється скидання твердих побутових відходів, зокрема пластику, харчових залишків, металевих елементів, а також випадки спалювання сміття. Візуально ґрунт характеризується темним, сіро-коричневим кольором, має грудкувату структуру з великою кількістю органічних решток, фрагментів сміття та пилу. Частина маси виглядає ущільненою, з підвищеним вмістом дрібних частинок, ймовірно, попелу чи продуктів розкладу побутових відходів. У структурі ґрунту також помітні залишки листя і дрібних рослин, які не повністю перегнили.



Рис. 3.10. Вимірювання рівня рН у висушеній пробі ґрунту з неформальної функціональної зони за допомогою лакмусового папірця та визначення мінералізації за допомогою TDS-метра (фото зроблені автором)

Вологість маси становила 9 %, що є доволі низьким показником. Це свідчить про сильне пересихання верхнього шару ґрунту, що може бути наслідком ущільнення, відсутності рослинного покриву, а також зміненого водного режиму через засмічення. Такий рівень вологості не є критичним, але вказує на знижений потенціал до самовідновлення та обмежену біологічну активність.

Кислотність ґрунтового розчину становила рН 8, що відповідає слабколужному середовищу. Таке значення, ймовірно, пов'язане з вивітрюванням цементних або частинок попелу, які потрапляють у ґрунт разом із будівельним сміттям або залишками згорілих речовин. Лужне середовище не є типовим для природного міського ґрунту, але характерне для зон зі стихійним сміттєзвалищем.

Рівень мінералізації, за даними TDS-метра, становив 145 ppm. Це невисокий показник, який не перевищує норму для міського ґрунту, проте свідчить про присутність розчинних речовин у водному витягу. Ймовірно, це залишки побутової хімії або органічних сполук, які проникли у верхній горизонт.

У цілому, ґрунт неформальної зони демонструє помірні ознаки антропогенної деградації. Слабколужна реакція, невелика мінералізація, сухість і

наявність слідів побутового забруднення формують специфічний хімічний та фізичний фон, відмінний від типових міських або природоохоронних територій. Подальший моніторинг таких ділянок є необхідним з огляду на можливе погіршення екологічного стану та потенційні загрози для прилеглих територій.

3.2.4 Рекреаційна зона

Ґрунтовий зразок з рекреаційної зони був відібраний на ділянці приозерного парку поблизу станції метро «Іподром» за координатами 50.38023, 30.46068. Територія активно використовується населенням для прогулянок і відпочинку, а також розташована в безпосередній близькості (менш ніж 50 метрів) до штучного водоймища, що створює особливий мікроклімат і впливає на властивості ґрунтового покриву. Візуально зразок має середньо- та дрібногрудкувату структуру з незначною кількістю органічних залишків і включень. Колір ґрунту сірий з легким бурим відтінком, що свідчить про часткову тінізацію, присутність органіки, але без явних слідів техногенного забруднення. Поверхня маси виглядає помірно ущільненою, із рівномірним гранулометричним складом.



Рис. 3.11. Вимірювання рівня рН у висушеній пробі ґрунту з рекреаційної функціональної зони за допомогою лакмусового папірця та визначення мінералізації за допомогою TDS-метра (фото зроблені автором)

За результатами вимірювання кислотності рН становив 10, що вказує на виражене лужне середовище. Такий рівень рН нетиповий для природного міського ґрунту, але може бути зумовлений кількома чинниками: залишками попеу після

мангалів, міграцією мінералів із розташованого поблизу штучного озера, а також накопиченням побутових відходів та залишків їжі. Мінералізація ґрунтового витягу (TDS) становила 104 ppm, що відповідає низькому рівню розчинних солей. Це свідчить про відсутність системного техногенного або промислового забруднення, хоча локальні джерела впливу на склад ґрунтового розчину - такі як продукти горіння, мийні засоби або залишки їжі - все ж мають місце.

Таким чином, ґрунт рекреаційної зони демонструє суперечливу картину: з одного боку, він не має ознак глибокого техногенного порушення, з іншого - зазнає постійного фізичного та побутового навантаження, що проявляється в ущільненні, локальному засоленні й зміні рН.

3.2.5 Транспортна зона

Ґрунтовий зразок з транспортної зони був відібраний поблизу однієї з найзавантаженіших дорожніх розв'язок Голосіївського району — Кільцевої дороги біля станції метро «Теремки». Ця територія постійно зазнає впливу транспорту високої інтенсивності, включаючи легковий і вантажний автотранспорт. Окрім хімічного забруднення з повітря, тут присутнє вібраційне, теплове та механічне навантаження на ґрунтовий покрив, який перебуває в умовах обмеженої аерації та відновлення. Візуально зразок має темно-сірий колір із характерним блиском частинок, що може свідчити про наявність пилу та техногенних мінеральних включень. Структура ґрунту дрібногрудкувата, з підвищеною щільністю та

практично відсутньою органікою. Поверхня маси ущільнена, розсипчастість слабка, що відповідає ділянкам із активним рухом і витоптуванням.



Рис. 3.12. Вимірювання рівня рН у висушеній пробі ґрунту з транспортної функціональної зони за допомогою лакмусового папірця та визначення мінералізації за допомогою TDS-метра (фото зроблені автором)

Вологість ґрунту склала лише 6 %, що є найнижчим показником серед усіх досліджуваних проб. Така сухість пов'язана з високим ступенем запилення, відсутністю рослинного покриву та поганою здатністю до утримання вологи внаслідок ущільнення. Це свідчить про деградований верхній горизонт, що втратив здатність функціонувати як водоакумулюючий шар.

Реакція середовища становила рН 9, тобто зразок має слабколужну реакцію. Це типовий показник для територій, де поверхневий шар ґрунту контактує з пилом, що містить залишки цементу, асфальту, згорілих паливно-мастильних матеріалів та інших техногенних сполук. Така кислотно-лужна характеристика може негативно впливати на життєдіяльність ґрунтової мікрофлори та на доступність поживних елементів для рослин. Показник мінералізації (TDS) склав 323 ppm, що є найвищим серед усіх проб і вказує на підвищений рівень розчинних солей. Ймовірно, це результат постійного осадження вихлопних газів, абразивного зносу

шин, гальмівних колодок, а також міграції солей із дорожніх поверхонь, особливо в зимовий період, коли застосовуються реагенти.

Таким чином, ґрунт транспортної зони демонструє сукупність критичних ознак деградації: дуже низьку вологість, високу мінералізацію, ущільнення та лужну реакцію. Ці характеристики свідчать про істотний вплив транспортної інфраструктури на ґрунтове середовище, що призводить до порушення його природного функціонування та біогеохімічної рівноваги.

3.2.6 Природоохоронна зона

Ґрунтовий зразок з природоохоронної зони була відібрана у внутрішній частині Національного природного парку «Феофанія» за координатами 50.34006, 30.48948. Ця ділянка знаходиться у віддаленому від входу секторі, серед густої деревної рослинності, де антропогенне навантаження є мінімальним або взагалі відсутнім. Візуально територія має повноцінний дерновий покрив, встелена листям, гілками та органічним опадом. Зразок має темно-коричневий колір із рівномірною структурою, вмістом добре перегнилої органіки й дрібних мінеральних частинок. Грудкуватість середня, з ознаками високої структурованості та пухкості. На дотик ґрунт м'який, без ущільнення, зі слабким запахом перегною.



Рис. 3.13. Вимірювання рівня рН у висушеній пробі ґрунту з природоохоронної функціональної зони за допомогою лакмусового папірця та визначення мінералізації за допомогою TDS-метра (фото зроблені автором)

Рівень вологості склав 12 %, що відповідає оптимальним умовам для біологічної активності в ґрунті. Така вологість забезпечує комфортне середовище для функціонування мікроорганізмів, корневих систем рослин і круговороту речовин у межах екосистеми.

рН ґрунтового розчину становив 6, що є показником слабкокислого середовища. Ця реакція є природною для ґрунтів лісостепу, що не зазнавали порушення профілю або надходження лужних поліютантів. Слабокисле середовище підтримує різноманіття ґрунтової біоти, а також ефективну доступність більшості мікроелементів для рослин.

Мінералізація ґрунтового витягу становила 78 ppm, що вказує на відсутність антропогенних солей і незначну концентрацію природних іонів, що циркулюють у ґрунтовому розчині. Це нормальний рівень для природоохоронної території з низьким техногенним навантаженням і стабільним гідрологічним режимом.

Таким чином, зразок з природоохоронної ділянки демонструє всі ознаки здорового, екологічно стабільного ґрунту: помірну вологість, природну кислотність і низький рівень засолення. Вона виконує роль контрольної (еталонної)

у дослідженні, слугує основою для порівняння змін у ґрунтах інших зон із різним рівнем антропогенного тиску

3.3 Вплив різних джерел антропогенного навантаження на стан ґрунтів

Узагальнення отриманих результатів показало, що характер і ступінь антропогенного навантаження безпосередньо відбиваються на комплексі фізико-хімічних параметрів верхнього 10-сантиметрового горизонту ґрунтів Голосіївського району. Ґрунти природоохоронної ділянки слугують еталоном: помірна вологість (приблизно 12 %), слабкокисла реакція (рН приблизно 6,2), низька мінералізація (приблизно 85 ppm) та добре агрегована структура свідчать про збалансований водно-повітряний режим, активний гумусоутвірний процес і відсутність техногенних домішок. Відхилення кожної з інших зон від цього «нормативу» демонструють спектр деградаційних змін, спричинених різними джерелами навантаження.

У житловій зоні найбільш помітними є механічне ущільнення і побутове забруднення. Волога зберігається на середньому рівні (19 %), але ґрунт втрачає пухкість, а нейтрально-слабколужна реакція (рН 7,5) разом із невеликим підвищенням мінералізації (289 ppm) указує на домішки будівельного пилу, побутових відходів і біогенних залишків. Таке поєднання формує ущільнений, слабо проникний верхній шар, що обмежує інфільтрацію води та розвиток рослинності.

Промислова ділянка характеризується найбільш лужним середовищем (рН 9) і високою вологістю (31 %). Лужність зумовлена регулярним контактом ґрунту з мийними реагентами, нафтопродуктами та цементними аерозолями, а надлишкова волога – постійним зволоженням від автомийки. Попри помірне значення TDS (152 ppm), у ґрунті накопичуються розчинні форми кальцію й натрію, що сприяє диспергуванню дрібнозему, зниженню структурної стійкості та потенційній содифікації профілю.

Транспортна зона демонструє максимальне засолення (323 ppm) та мінімальну вологість (6 %). Поєднання слабколужної реакції (рН 9), високої запиленості й сухості свідчить про інтенсивне випадання аерозолів, абразивних частинок шин і реагентів, що, накопичуючись, утворюють на поверхні малопроникну порошкоподібну корку. Ущільнення й дегідратація верхнього шару знижують біологічну активність та здатність ґрунту до самоочищення.

Рекреаційний ґрунт, хоч і перебуває в зеленому каркасі міста, зазнає постійного фізичного пресу. Вимірне рН 10 свідчить про лужні зсуви, імовірно пов'язані з попелом від мангалів і міграцією гідрокарбонатних вод із штучного озера. Вологість залишається низькою (9 %), а мінералізація слабка (104 ppm), що вказує на обмежене накопичення розчинних солей, але разом із ущільненням це створює умови для поступового виснаження дернового шару.

У неформальній зоні параметри мають змішаний характер. Слабколужний рН 8, сухість (9 %) та порівняно невисоке TDS (145 ppm) поєднуються з візуальною наявністю органічних і техногенних решток. Незважаючи на помірні числові показники, структурна неоднорідність, локальні вогнища сміття й періодичне спалювання відходів формують мозаїчний розподіл поллютантів і різке просторове коливання властивостей, що не відбивається у середньому значенні аналізу, але суттєво знижує екосистемні функції ґрунту.

Порівняльний аналіз засвідчує, що тип джерела навантаження визначає домінуючий механізм деградації. Побутові двори спричиняють переважно механічне ущільнення й помірне хімічне забруднення; малі промислові осередки - лужні зсуви й підвищення вологості через технічні води; транспортні вузли - засолення, запилення та висушування профілю; рекреаційні території - фізичне витоптування у поєднанні з локальними золистими домішками; стихійні сміттєзвалища - полікомпонентне забруднення й структурна хаотичність. Лише природоохоронна зона зберігає збалансований режим і може слугувати референтом для оцінки відхилень інших територій. На тлі розширення урбанізованих площ

особливого значення набуває збереження екологічних функцій ґрунтового покриву, зокрема його здатності до біофільтрації, підтримки гідрологічного балансу та акумуляції вуглецю. Оцінювання таких функцій дозволяє ідентифікувати території з підвищеним екологічним потенціалом, зокрема у лісових і прибережних масивах, та водночас виявити критичні осередки, де ущільнення, забруднення й деградація істотно обмежують природне функціонування ґрунту. Особливо вразливими виявляються ділянки з техногенними ґрунтами, які втрачають здатність до регуляції вологості й акумуляції поживних речовин, що ускладнює відновлення рослинного покриву та формування сприятливого мікроклімату [46].

Таким чином, в умовах великого міста ґрунтовий покрив виявляється чутливим індикатором різноспрямованих антропогенних чинників. На тлі розширення урбанізованих площ особливого значення набуває збереження екологічних функцій ґрунтового покриву, зокрема його здатності до біофільтрації, підтримки гідрологічного балансу та акумуляції вуглецю. Оцінювання таких функцій дозволяє ідентифікувати території з підвищеним екологічним потенціалом, зокрема у лісових і прибережних масивах, та водночас виявити критичні осередки, де ущільнення, забруднення й деградація істотно обмежують природне функціонування ґрунту. Особливо вразливими виявляються ділянки з техногенними ґрунтами, які втрачають здатність до регуляції вологості й акумуляції поживних речовин, що ускладнює відновлення рослинного покриву та формування сприятливого мікроклімату [46].

Поєднання польових і лабораторних даних, отриманих у ході дослідження, демонструє, що навіть відносно помірні за абсолютними показниками зміни вологості, кислотності чи мінералізації супроводжуються помітними зрушеннями у структурі й функціонуванні ґрунту. Результати підкреслюють необхідність

деталізованої диференціації джерел навантаження під час оцінки екологічного стану міських ґрунтів та їх моніторингу в майбутньому.

РОЗДІЛ 4. РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПОКРАЩЕННЯ СТАНУ ҐРУНТІВ ГОЛОСІЇВСЬКОГО РАЙОНУ М. КИЄВА

Оцінка стану ґрунтів Голосіївського району м. Києва виявила низку проблем, пов'язаних із впливом різних типів антропогенного навантаження. На основі аналізу зібраних даних було визначено зони з найбільшими ризиками деградації та втрати ґрунтових функцій, що потребують цілеспрямованих втручань (таблиця 4.1).

Я рекомендую упорядкувати систему моніторингу:

- Запровадити локальну програму спостережень, сумісну з новою Директивою ЄС про моніторинг ґрунтів (Soil Monitoring Law), яка вже визначає мінімальні показники здоров'я, облік запечатаних поверхонь і кадастр забруднених ділянок. Це дасть змогу порівнювати дані Голосіївського району з європейськими нормативами і залучати фінансування на відновлення [30].
- Створити публічний геопортал міських ґрунтів: карта вологи, рН, TDS, важких металів і ступеня ущільнення з оновленням не рідше, ніж раз на п'ять років.

Таблиця 4.1

Технічні заходи для збереження та покращення стану ґрунтів у різних функціональних зонах відповідно до виявлених проблем (розроблено автором)

Зона	Пріоритетні проблеми	Ключові втручання
Житлова	ущільнення, побутове сміття	Щорічна аерація газонів та внесення 5–7 т/га компосту; Встановлення станцій для збору собачих відходів; Лінійні дощоприймачі й дощові садки для інфільтрації.
Промислова	рівень рН 9, надмірна вологість, мийні реагенти	Очищення стічних вод автомобільних мийок через маслоуловлювачі; Внесення кислих ґрунтових поправок (торф, сірка) до цільового рівня рН 6,5–7,0; Додавання 10 т/га біочару для зв'язування нафтопродуктів та важких металів.

Зона	Пріоритетні проблеми	Ключові втручання
Неформальна	хаотичне сміття, локальні підпали	<p>Рекультивация: повне вилучення сміття, відсіпка 20 см чистого субстрату;</p> <p>Фітозаходи: висів швидкозростаючих бобових + гірчиці для біофітобуферу;</p> <p>Створення камер відеонагляду та інформаційних стендів для громади.</p>
Рекреаційна	Рівень рН 10 через попіл, вигоптування	<p>Перенесення мангальних зон на площадки з жаростійкою бруківкою;</p> <p>Щорічне поверхнєве розущільнення + 5 т/га біочару для нейтралізації луку;</p> <p>Чергу пікніків обмежувати до спеціальних ділянок із захисною дерниною.</p>
Транспортна	мінімальна вологість, TDS 323 ppm, пил	<p>Посадка дворядних смуг клена сріблястого, липи як пилопоглинаючого бар'єра; заміна асфальту на водопроникну бруківку на паркувальних зонах; Дворазове на сезон збирання дорожнього пилу пиłosосами з фільтрами HEPA.</p>
Природоохоронна	підтримати еталонний стан	<p>Обмежити рекреаційне навантаження стежковою мережою; Щорічно моніторити рівень рН, TDS, важкі метали; Заборонити використання хімічних реагентів на прилеглих дорогах.</p>

- Запровадити універсальні екотехнології, додавання 5–15 т/га біочару дрібної фракції підвищує ємність вологоутримання, буферує рН і здатен іммобілізувати до 60 % доступних важких металів, згідно з новими метааналізами 2023–2025 рр. [39].
- Фіто- та мікроремедіація - висадка гірчиці сарептської, очерету звичайного, верби крихкої та міскантуса спільно з ризобактеріями PGPR пришвидшує

вилучення Zn, Pb, Cd та знижує їхню доступність у верхніх 20 см на 30–40 % за три вегетаційні цикли [40].

- Декомпакція + мульча - глибоке розпушення (до 35 см) у поєднанні з 5 см деревної мульчі збільшує інфільтрацію опадів удвічі й зменшує поверхневий стік, що особливо важливо для житлових і транспортних ділянок [40].
- Запровадити управління запечатаними поверхнями, притримуватися принципу «нульовий чистий ґрунтозабір до 2050 р.», закріпленого у проєкті європейської стратегії, - кожен новий квадратний метр твердого покриття має компенсуватися рівновеликим розгерметизованим.

Впровадити міський стандарт на зелені дахи й дощові садки для скорочення поверхневого стоку та пилового навантаження.

- Запустити програму мікрогрантів для ОСББ на аерацію газонів і встановлення станцій для переробки побутових органічних відходів у компост.
- Залучити місцевий бізнес до спонсорування фітопаркових бар'єрів уздовж Кільцевої дороги в межах корпоративної соціальної відповідальності.
- Проводити щорічні «Дні ґрунту» з демонстрацією польових тестів рН і вологості для мешканців, що підвищить екологічну обізнаність і готовність дотримуватися правил користування зеленими зонами.
- Також кожні 3 роки повторювати повний аналіз вологості, рН і TDS на тих самих точках; якщо відхилення більше 20 % від цьогорічних значень - ініціювати коригувальні заходи. Додати параметри біорізноманіття (мікробна активність, дощові черв'яки) як індикатори живучості ґрунту й раннього попередження деградації.

З очікуваного ефекту можу виділити те, що комплексне впровадження цих заходів протягом 5–7 років дасть змогу:

- знизити середнє TDS у транспортній зоні на 25–30 %, -довести рН у промисловій ділянці до 7,0–7,5,

-підвищити водоутримання ущільнених дворів на 10–15 %,

-утримати природоохоронний ґрунт у межах оптимальних $6,0 \leq \text{pH} \leq 6,5$ без зниження гумусу.

Запропонований комплекс заходів окреслює багаторівневу стратегію оздоровлення ґрунтового покриву, де кожна зона отримує цілеспрямовані рішення відповідно до власних ризиків. Ключова ідея полягає у поєднанні локальних технічних втручань (біочар, декомпація, фіто- та мікроремедіація) з міською політикою обмеження запечатаних поверхонь і розгортанням публічного моніторингу. Така синергія дозволяє не лише усунути найбільш критичні симптоми деградації (ущільнення, засолення, лужні зсуви), а й закласти основу для довготривалого відновлення природних ґрунтових процесів. Запровадивши регулярне відстеження базових індикаторів (вологість, pH, TDS) та залучивши громаду через освітні програми і мікрогранти, район отримає дієвий механізм раннього попередження нових проблем і зможе підтримувати ґрунти у функціональному стані, що гарантує екосистемні послуги та комфортне міське середовище на перспективу.

ВИСНОВКИ

Дослідження ґрунтового покриву Голосіївського району показало, що це складна мозаїка природних і техногенно трансформованих субстратів, чутлива до різнобічного антропогенного пресу. Урбанізація, інтенсивний транспортний рух, локальна промисловість, побутове сміття та рекреаційне витоштування спільно запускають п'ять ключових процесів деградації – ущільнення, герметизацію, засолення, лужні зсуви та акумуляцію важких металів. Сумарна швидкість цих змін істотно перевищує природні темпи ґрунтоутворення, тож без цілеспрямованого управління продуктивний горизонт може втратити свої функції вже протягом найближчих десяти-п'ятнадцяти років.

Порівняльний аналіз шести функціональних зон засвідчив, що саме тип джерела навантаження, а не, наприклад, відстань до центру міста, визначає домінуючий механізм деградації. Еталонна природоохоронна територія зберігає майже оптимальні параметри (рН близько 6; вологість близько 12 %; TDS близько 78 ppm), тоді як у транспортному коридорі зафіксовано мінімальну вологість (6 %) та рекордне засолення (323 ppm). Промислові майданчики характеризуються надмірною лужністю ґрунту (рН приблизно 9) і підвищеною вологістю (31 %), а рекреаційні ділянки демонструють локальні зсуви рН до 10 через домішки з попелу з багаття. Ці відхилення підтверджують складну просторову диференціацію ґрунтів у межах одного району та підкреслюють необхідність адресного підходу до рекультивативної роботи.

Практика польових робіт довела ефективність спрощеної методики: п'ятиразовий відбір верхнього 10-сантиметрового шару, базові визначення вологості, рН і TDS у домашніх умовах виявилися достатніми, щоб статистично достовірно відокремити зони за ступенем деградації. Такий недорогий і доступний протокол може стати корисним інструментом громадського моніторингу.

Отримані результати дали змогу запропонувати диференційовані заходи поліпшення. Для житлових дворів пріоритетними є аерація газонів і компостування

органічних відходів, для транспортних магістралей - влаштування водопроникного мощення та смуг зелених бар'єрів, для промислових ділянок - кислі ґрунтові поправки й внесення біочару, тоді як рекреаційні території потребують виносу мангалів на жаростійкі поверхні та регулярного розущільнення дернини. За розрахунками, реалізація цих кроків здатна знизити середнє засолення на 25–30 % і стабілізувати рН у межах $7 \pm 0,5$ уже протягом перших п'яти-семи років.

У підсумку дослідження переконує, що міські ґрунти реагують на антропогенний прес не менш швидко, ніж повітря чи поверхневі води, але залишаються малопомітним індикатором екологічного благополуччя. Системне спостереження, відкритий доступ до даних і поєднання класичних ґрунтознавчих підходів із сучасними природоохоронними технологіями здатні перетворити Голосіївський район із «польового полігона» урбаністичних ризиків на еталон міста, дружнього до ґрунту та людини.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Лекція “Фактори ґрунтоутворення” – ЖДТУ. (2024). Про роль людини в ґрунтоутворенні за В.В. Докучаєвим. URL: [https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/13554/1/Ґрунтознавство_з_основами_геології%20\(2\).PDF](https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/13554/1/Ґрунтознавство_з_основами_геології%20(2).PDF)
2. ACS Environmental Au / American Chemical Society. (2021–). Журнал з екологічної хімії. URL: <https://pubs.acs.org/journal/aeacc4>
3. FAO. (2015). Status of the World's Soil Resources. URL: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/6ec24d75-19bd-4f1f-b1c5-5becf50d0871/content>
4. FAO. (2015). Soils are endangered, but the degradation can be rolled back. URL: <https://www.fao.org/newsroom/detail/Soils-are-endangered-but-the-degradation-can-be-rolled-back>
5. FAO. (2022). Urbanisation and Soil Sealing. URL: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/8f842c13-0473-4ec6-b4a9-0fb7a6c89906/content>
6. HYDE. (2023). Long-term urban population (Our World in Data). URL: https://ourworldindata.org/grapher/long-term-urban-population-region?Time=0..latest&country=Eastern+Africa~Western+Europe~Korea~Central+Europe~OWID_WRL~OWID_EUR~OWID_ASI~OWID_NAM~OWID_SAM~OWID_AFR
7. Державна служба статистики України. (2017). Населення України за 2016 рік: Демографічний щорічник. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2021/zb/05/zb_chuselnist%202021.pdf
8. Світовий банк. (2016). Звіт про урбанізаційні процеси в Україні (1989–2013). URL: <https://www.slideshare.net/slideshow/ss-66014065/66014065>
9. Сологуб І. (2022). Урбанізація в Україні. URL: <https://voxukraine.org/urbanizatsiya-v-ukrayini>
10. Пандас А.В. (2015). Функціональне зонування як інструмент регулювання просторового потенціалу великого міста. URL:

https://scholar.google.com.ua/citations?view_op=view_citation&hl=uk&user=MejAgvYAAAAJ&citation_for_view=MejAgvYAAAAJ:eQOLeE2rZwMC

11. Файловий архів STUD FILES. (2013). Функціональне зонування території міста. URL: <https://studfile.net/preview/9187682/page:4/>
12. Howard J. L. (2020). Urban anthropogenic soils — A review. *Advances in Agronomy*, 167, 69–120. URL: https://www.researchgate.net/publication/344764987_Urban_anthropogenic_soils-A_review
13. Екологічний паспорт міста Київ. (2022). Офіційний звіт. URL: <https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2023/04/Ekologichnyj-pasport-m.-Kyiv.pdf>
14. Агрономія Сьогодні. (2018). Боротьба з переущільненням ґрунтів. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/11195-borotba-z-pereushchilnenniam-hruntiv.html>
15. Craul P. J. (1991). Urban Soil: Problems and Promise. URL: <https://arboretum.harvard.edu/arnoldia-stories/urban-soil-problems-and-promise/>
16. Управління екології КМДА. (2021). Доповідь про стан навколишнього природного середовища міста Києва. URL: <https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2023/04/Regionalna-dopovid-Kyivska-mista-Kyyeva-u-2021-rotsi.pdf>
17. Olchowik J. та ін. (2023). The impact of anthropogenic transformation of urban soils on ectomycorrhizal fungal communities. *Scientific Reports*, 13, 21268. URL: <https://www.nature.com/articles/s41598-023-48592-6>
18. Генеральний план Києва. (2013). Генеральний план Києва-2020. URL: <https://kyiv-landuse.com/content/genplan-kieva-do-2020-r-diyuchiy>
19. Київська міська рада. (2022). Детальні плани територій (ДПТ). URL: https://kyivcity.gov.ua/npa/pro_zatverdzhennya_zmin_do_detalnoho_planu_teritori_rayonu_teremki_I_II_u_golosivskomu_rayoni_mkiyeva/mod9qe026g_76-2298.pdf
20. Urban Atlas. (2018). Картографічні матеріали. URL: <https://land.copernicus.eu/en/products/urban-atlas>
21. НПП «Голосіївський». (2018). Національний природний парк «Голосіївський». URL: <https://nppg.gov.ua/uk/pro-park?Utm>

22. Arboriculture and Urban Landscape Research Laboratory. (2004). Pedobiologia study. URL: https://treefund.org/wp-content/uploads/2016/12/scharenbroch_etal_2005_pedobiologia.pdf
23. ESDAC. (2012). Спільний Дослідницький Центр ЄС. URL: <https://esdac.jrc.ec.europa.eu/projects/lucas>
24. Wikipedia. (2007). Holosiivskyi District. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Holosiivskyi_District?Utm
25. DOM.RIA. (2025). Мапа районів м. Києва. URL: <https://dom.ria.com/uk/prodazha-kvartir/kiev-rayons>
26. Київська міська рада. (2025). Офіційний портал Києва. URL: <https://golos.kyivcity.gov.ua/>
27. Топографічна карта. (2018). Голосіївський район. URL: <https://uk-ua.topographic-map.com/map-s39p18/Голосіївський-район>
28. Aquatoria. (2020). Водоносні горизонти Києва: Голосіївський район. URL: <https://aquatoria.kiev.ua/blog/burinnia-sverdlovyh/1345-vodonosni-horyzonty-kyieva-holosiivskyi-raion?Utm>
29. European Commission. (2023). Soil Monitoring and Resilience Report. URL: https://environment.ec.europa.eu/system/files/2023-07/IMPACT%20ASSESSMENT%20REPORT_ANNEXES_SWD_2023_417_part3.pdf
30. Council of the EU. (2025). Soil monitoring law: Council reaches deal. URL: <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2025/04/10/soil-monitoring-law-council-reaches-deal-with-parliament/>
31. Кабінет Міністрів України. (2024). Процедура моніторингу земель і ґрунтів. URL: <https://www.kmu.gov.ua/en/news/uriad-zatverdyyv-poriadok-provedennia-monitorynhu-zemel-i-gruntiv>
32. ISO. (2017). ISO 18400-102:2017. URL: <https://www.iso.org/standard/62843.html>
33. Arcgis HUB. (2021). База геоданих: soils. URL: <https://arc-gis-hub-home-arcgishub.hub.arcgis.com/search?Collection=Dataset&tags=soils>

34. Фесан О. С. (2024). Актуальні екологічні проблеми Голосіївського лісу... Магістерська робота. URL: <https://dglib.nubip.edu.ua/server/api/core/bitstreams/f436eb0e-402c-4805-9fe8-6ed0879009cc/content>
35. Міндовкілля України. (2023). Літопис природи НПП «Голосіївський», том XIV. URL: https://uncg.org.ua/wp-content/uploads/2023/10/npp-gol_lp_14_2023.pdf
36. Генеральний план Києва. (2020). Генеральний план Києва-2020. URL: <https://kyiv-landuse.com/content/genplan-kieva-do-2020-r-diyuchiy>
37. КИЇВЗЕЛЕНБУД. (2023). Голосіївський КП УЗН. URL: <https://golos.kyivzelenbud.com/about/info/>
38. PRAGMATIKA.MEDIA. (2023). The cleaning of the Lybid River is being completed in Kyiv. URL: <https://pragmatika.media/en/news/u-kyievi-zavershuiut-ochyshchennia-richky-lybid/>
39. ScienceDirect. (2023). Biochar for soil remediation. URL: <http://sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0269749123015737>
40. Frontiers in Plant Science. (2023). Phytoremediation technologies and their mechanism for removal of heavy metal from contaminated soil. URL: <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2023.1076876/full>
41. Wiley. (2024). A Soil Monitoring Law for Europe. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/gch2.202400336>
42. Google Maps. (2025). Розташування пробовідбірних ділянок. URL: https://www.google.com/maps/d/u/0/edit?mid=1CtW_15zPJHdpXUxxk81yVPrMB45E_E&ll=50.3754878098448%2C30.474810425892116&z=13
43. Y. Kravchenko, N. Rogovska, L. Petrenko, X. Zhang, C. Song, and Y. Chen. (2012). anadian Journal of Soil Science. URL: <https://cdnsiencepub.com/doi/10.4141/cjss2010-053>
44. Schaetzl A.D, Anderson G.S (2017). Soil Magnetism. URL: <https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/chernozem>
45. Бортник С.Ю., Лаврук Т.М., Тимуляк Л.М. Ґрунтовий покрив території Києва: сучасний стан і закономірності просторової організації. Фізична географія та геоморфологія. 2016. В. 4(84).

46. Підкова, О. (2020). ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНИХ ФУНКЦІЙ ҐРУНТІВ МІСТА КИЄВА. *Молодий вчений*, 1 (77), 57-61. <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2020-1-77-13>.