

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

На правах рукопису
УДК 631.4:(504.53+504.05)](477.411)

ЕКОЛОГІЧНІ ФУНКЦІЇ АНТРОПОГЕННИХ ҐРУНТІВ МІСТА КИЄВА

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Галузь знань **10 – Природничі науки**

Спеціальність **103 – Науки про Землю**

Освітня програма **Ґрунтознавство, управління земельними ресурсами та територіальне планування**

Кваліфікаційна робота бакалавра
студентки четвертого курсу
Уляни ЩЕРБАКОВОЇ

Науковий керівник:
кандидат географічних наук, доцент
Оксана ПІДКОВА

Київ – 2026

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1. АНТРОПОГЕННІ ҐРУНТИ МІСТА ТА ЇХ ЕКОЛОГІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ	6
1.1. Поняття про антропогенні ґрунти та їх місце в ґрунтовому покриві міста	6
1.2. Основні екологічні функції антропогенних ґрунтів у міському середовищі	11
1.3. Підходи до оцінки екологічних функцій антропогенних ґрунтів у місті	18
РОЗДІЛ 2. ФОРМУВАННЯ ТА СУЧАСНИЙ СТАН АНТРОПОГЕННИХ ҐРУНТІВ МІСТА КИЄВА	23
2.1. Природні умови ґрунтотворення міста Києва	23
2.2. Вплив урбанізації на трансформацію ґрунтового покриву міста Києва	27
2.3. Особливості поширення та стану антропогенних ґрунтів міста Києва	32
РОЗДІЛ 3. ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНИХ ФУНКЦІЙ АНТРОПОГЕННИХ ҐРУНТІВ МІСТА КИЄВА	37
3.1. Методика дослідження антропогенних ґрунтів міста Києва	37
3.2. Просторова характеристика місць відбору зразків ґрунту та антропогенних умов ґрунтотворення	46
3.3. Характеристика санітарно-геохімічної функції антропогенних ґрунтів міста Києва	51
3.4. Характеристика водорегулюючої, повітряно-газової та біотичної функцій антропогенних ґрунтів міста Києва	57
3.5. Функціонально-індикаторний підхід як основа визначення загальної оцінки екологічних функцій антропогенних ґрунтів міста Києва	63
РОЗДІЛ 4. ШЛЯХИ ЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ВІДНОВЛЕННЯ АНТРОПОГЕННИХ ҐРУНТІВ МІСТА КИЄВА	67
4.1. Основні напрями покращення стану антропогенних ґрунтів міста Києва	67
4.2. Природоорієнтовані та технічні заходи відновлення антропогенних ґрунтів міста Києва	70
4.3. Практичні рекомендації щодо охорони антропогенних ґрунтів міста Києва	75
ВИСНОВКИ	79
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	82
ДОДАТКИ	85

ВСТУП

Актуальність теми. У сучасних умовах глобальної урбанізації діяльність людини стала одним із провідних чинників перетворення педосфери. Природні ґрунти міських територій зазнають безперервного впливу: механічного руйнування, запечатування, перемішування, насипання нових субстратів та хімічного забруднення. Внаслідок цього формуються антропогенні ґрунти, які відрізняються від природних суттєво зміненими властивостями, насамперед фізико-хімічними, та мозаїчною просторовою структурою. Проте, навіть за умови значної трансформації профілю, ці ґрунти продовжують відігравати критично важливу роль у міських екосистемах, виконуючи низку середовищерегулювальних екологічних функцій: водорегулюючу, санітарно-бар'єрну, повітряно-газову та біотичну.

Місто Київ має складну природну основу, у якій поєднуються правобережні лесові височини і поліські піщані низовини, лівобережні піщані рівнини давньоалювіального походження, а також терасово-заплавні комплекси долини Дніпра. Разом із насипними й наливними техногенними відкладами та нерівномірним антропогенним навантаженням це ускладнює сучасний ґрунтовий покрив Києва. Така неоднорідність міського середовища, де щільна житлова та промислова забудова межує з рекреаційними зонами й транспортними коридорами, вимагає глибокого розуміння того, які саме властивості реально забезпечують або обмежують виконання екологічних функцій конкретними ґрунтами. Для забезпечення точності таких досліджень важливо чітко розрізняти моніторинг ґрунтів, який фіксує та оцінює параметри самого профілю (фізико-хімічні показники), та моніторинг ґрунтового покриття, що вивчає його просторову структуру.

Оцінка екологічних функцій антропогенних ґрунтів міста через призму конкретних показників останніх (рН, електропровідності, гранулометричного складу, вмісту органічної речовини) є актуальним науковим завданням, оскільки це дозволяє перейти від абстрактної констатації деградації ґрунтів до обґрунтування

природоорієнтованих та інженерно-технічних заходів відновлення і збереження ґрунтів, зокрема розущільнення, рекультивації, фітомеліорації, поліпшення водопроникності та обмеження подальшого забруднення ґрунтового покриву як найважливішого ресурсу міського середовища.

Об'єкт дослідження – антропогенні ґрунти міста Києва.

Предмет дослідження – екологічні функції антропогенних ґрунтів міста Києва, їхні фізико-хімічні властивості, просторові закономірності формування та зміни під впливом урбанізації.

Мета роботи – проаналізувати стан та екологічні функції антропогенних ґрунтів міста Києва у різних функціональних зонах міста для розроблення заходів їхнього збереження та відновлення.

Завдання:

1. Охарактеризувати поняття антропогенних ґрунтів та теоретико-методичні підходи до оцінки їх екологічних функцій у міському середовищі.

2. Проаналізувати природні умови ґрунтоутворення та вплив урбанізації на просторову трансформацію ґрунтового покриву міста Києва.

3. Дослідити просторове поширення та стан антропогенних ґрунтів міста Києва на основі власних польових досліджень, відібрати зразки ґрунту в різних функціональних зонах міста.

4. Визначити лабораторними методами основні індикаторні фізико-хімічні і фізичні характеристики поверхневого шару антропогенних ґрунтів (реакція середовища, електропровідність, карбонатність, вміст хлоридів, гранулометричний склад, вміст органічної речовини).

5. Охарактеризувати санітарно-геохімічну, водорегулюючу, повітряно-газову та біотичну функції досліджуваних ґрунтів.

6. Обґрунтувати природоорієнтовані та інженерно-технічні заходи з охорони, відновлення й покращення стану антропогенних ґрунтів міста Києва та надати відповідні практичні рекомендації.

Методи дослідження. Для досягнення поставленої мети використано комплекс методів. Серед загальнонаукових: аналіз і синтез, порівняння,

класифікація та узагальнення для опрацювання теоретичної бази та інтерпретації результатів дослідження. Із загальногеографічних: експедиційний (відбір 22 змішаних ґрунтових зразків методом «конверта») та просторовий аналіз для виявлення локальних особливостей антропогенних ґрунтів різних функціональних зон. З конкретнонаукових використано лабораторні методи аналізу ґрунтів: інструментальне визначення рН та електропровідності у водній витяжці, колориметричне визначення хлорид-іонів, якісна реакція на карбонати з використанням 10% розчину хлоридної кислоти, органолептичний метод визначення гранулометричного складу за Качинським та встановлення орієнтовного вмісту органічної речовини за втратами маси при прожарюванні.

Інформаційну базу дослідження складають наукові публікації, монографії, фондові матеріали, нормативні документи (ДСТУ, ISO), картографічні дані, а також первинні результати власних польових та лабораторних досліджень антропогенних ґрунтів, відібраних на територіях житлової забудови, рекреаційних, транспортно-інфраструктурних, лісопаркових, ритуально-меморіальних та промислових зон міста Києва.

Структура роботи. Кваліфікаційна робота бакалавра складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел, що налічує 28 найменувань, та 2 додатків. Основний зміст бакалаврської роботи викладено на 6-79 сторінках, загальний обсяг роботи – 92 сторінки.

РОЗДІЛ 1. АНТРОПОГЕННІ ҐРУНТИ МІСТА ТА ЇХ ЕКОЛОГІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ

1.1. Поняття про антропогенні ґрунти та їх місце в ґрунтовому покриві міста

Антропогенні ґрунти є одним із найбільш складних об'єктів сучасного ґрунтознавства, оскільки їх формування пов'язане з поєднанням природних процесів ґрунтоутворення та прямого або опосередкованого впливу діяльності людини. У класичному розумінні ґрунт формується внаслідок взаємодії материнської породи, клімату, рельєфу, живих організмів і часу, однак у сучасних умовах до цих чинників необхідно додавати антропогенний фактор. Його дія може проявлятися через обробіток, перемішування, насипання, ущільнення, забруднення, рекультивацію, зміну водного режиму, привнесення органічних і мінеральних матеріалів, будівельне освоєння території та інші форми трансформації ґрунтового тіла. Антропогенні ґрунти є закономірним результатом розвитку сучасних ландшафтів, у яких людина стала одним із провідних чинників перетворення педосфери.

У навчальному посібнику С. П. Позняка і О. Г. Телегуза «Антропогенні ґрунти» наголошено, що майже всі ґрунти Землі тією чи іншою мірою зазнають антропогенного впливу – від слабкого, пов'язаного з глобальними змінами атмосфери, до майже повного знищення ґрунтового профілю під час будівництва або добування корисних копалин [1]. Однак сам факт наявності людського впливу ще не означає, що кожний такий ґрунт слід називати антропогенним у строгому генетичному значенні.

Для термінологічної точності важливо розрізняти антропогенно-змінені та власне антропогенні ґрунти. Антропогенно-зміненими, або трансформованими чи модифікованими, є ґрунти, у яких результати діяльності людини проявляються морфологічно або аналітично в окремих властивостях, їх поєднаннях або навіть у формуванні нового горизонту. У таких ґрунтах природна генетична основа ще

може зберігатися, але окремі властивості, режими або частини профілю вже істотно змінені. Власне антропогенними ґрунтами, або антросолями, пропонують називати ґрунти, які зазнали значного впливу людини, що призвів до формування нового генетичного профілю. Прикладом таких ґрунтів є штучні або сконструйовані ґрунти [1].

Отже, ключовою діагностичною межею між антропогенно-зміненими й антропогенними ґрунтами є ступінь перебудови профілю. Якщо змінені лише окремі властивості або верхні горизонти, доцільніше говорити про антропогенно-змінені ґрунти, якщо ж унаслідок людської діяльності сформувався новий профіль або нова система горизонтів, такий ґрунт уже можна розглядати як антропогенний.

З цієї позиції антропогенні ґрунти утворюють частину ширшого генетичного ряду: від природних ґрунтів через слабозмінені й змінені до власне антропогенних. У цьому ряду можуть бути ґрунти з морфологічно незміненим профілем, але новими хімічними властивостями; ґрунти зі зміненими або перемішаними верхніми горизонтами; ґрунти з новими горизонтами, вмонтованими у вихідний природний профіль; ґрунти з наново створеною системою горизонтів; а також сконструйовані ґрунти, що формуються на новій материнській породі або спеціально створеному субстраті [1]. Такий підхід є особливо важливим для дослідження ґрунтів урбанізованих територій, тому що в місті часто трапляються не чітко відмежовані типи ґрунтів, а перехідні форми з різним співвідношенням природних і антропогенних ознак.

Окрему проблему становить межа між ґрунтом і техногенним поверхневим утворенням. Якщо відкладений або насипаний субстрат ще не перетворений процесами ґрунтоутворення через недостатній час, токсичність, грубий гранулометричний склад або несприятливість для біоти, його не можна автоматично вважати ґрунтом. У такому випадку доцільно говорити про техногенно-поверхнєве утворення, у якому відсутні генетичні горизонти, педогенні структури та виражені акумулятивні, ілювіальні або інші ґрунтові процеси. Водночас такі утворення можуть частково функціонувати як ґрунти: на них здатна поселятися рослинність, у них формуються певні водні й теплові режими, а з часом

можуть виникати ознаки ґрунтотворення [1]. Ґрунтом він стає тоді, коли починає виконувати ґрунтові функції та набуває хоча б початкових морфологічних ознак педогенезу.

У міжнародній класифікації WRB антропогенний вплив на ґрунти відображається через окремі реферативні групи ґрунтів і систему кваліфікаторів. У спрощеному переліку реферативних груп WRB ґрунти із сильним людським впливом поділяються на Anthrosols і Technosols. Anthrosols визначаються як ґрунти, сильно змінені тривалим та інтенсивним сільськогосподарським використанням, тоді як Technosols охоплюють ґрунти зі значною кількістю артефактів [2]. Міжнародний термін Anthrosols не повністю збігається з ширшим українським уживанням поняття «антропогенні ґрунти». У WRB Anthrosols переважно пов'язані з тривалим аграрним або садово-городнім перетворенням ґрунтів, зокрема з формуванням hortic, irrigric, plaggic, terric, anthraquic, hydragric або pretic горизонтів певної потужності. Натомість значна частина міських ґрунтів із будівельними домішками, техногенними матеріалами, перемішаними шарами та штучними субстратами у WRB ближча до Technosols або до інших реферативних груп із відповідними урбаногенними й техногенними кваліфікаторами.

Особливе значення у WRB має поняття артефактів. Артефактами вважаються рідкі або тверді речовини будь-якого розміру, створені, істотно змінені або винесені на поверхню людиною, які зберігають властивості, набуті під час виробництва, зміни чи переміщення. До них належать цегла, кераміка, скло, оброблений камінь, деревина, промислові відходи, пластик, сміття, бітум, шахтні відвали, нафтопродукти та інші матеріали техногенного походження [2]. Наявність таких включень часто відрізняє урбаногенні та техногенні ґрунти від природних і природно-антропогенних ґрунтів. Для діагностики міських ґрунтів у WRB можуть бути важливими кваліфікатори Urbic, Spolic, Garbic, Transportic, Relocatic, Ekranic, Linic та інші, які уточнюють характер антропогенного матеріалу, його походження, спосіб переміщення або наявність штучних поверхонь і технічних шарів.

Поняття «антропогенні ґрунти» не слід повністю ототожнювати з поняттям «міські ґрунти». Міські ґрунти – це передусім ґрунти, які функціонують у межах

урбанізованого середовища, у широкому розумінні до них можуть належати природні непорушені, природні порушені, антропогенно-змінені, власне антропогенні ґрунти, урбаноземи, техногенні ґрунтоподібні утворення та запечатані ґрунти під будівлями, дорогами й іншими штучними покриттями.

У монографії «Ґрунти міста Одеси» зазначено, що в загальному розумінні міськими є будь-які ґрунти, які функціонують у навколишньому середовищі міста, тоді як у точнішому трактуванні міські ґрунти розглядаються як специфічні ґрунти, сформовані внаслідок інтенсивної діяльності людини й такі, що розвиваються за іншими сценаріями, ніж природні [3].

У межах міста навіть відносно збережені ґрунти не функціонують у повністю природних умовах, оскільки урбанізоване середовище змінює геохімічний фон, міграцію речовин і фізико-хімічні параметри ґрунтового матеріалу [4]. Тому їхня природність є умовною: генетичні риси вихідного профілю можуть зберігатися, але сучасні властивості й режими вже значною мірою визначаються антропогенним впливом.

Уперше термін «міський ґрунт» був уведений Дж. Бокгеймом у 1974 р. і визначався як ґрунтовий матеріал, що містить антропогенний шар несільськогосподарського походження потужністю понад 50 см, утворений унаслідок перемішування поверхні землі в міських і приміських територіях [3]. У сучасному трактуванні близьким до цього поняттям є урбаноземи – антропогенно перетворені ґрунти, які мають створений у результаті людської діяльності поверхневий шар потужністю понад 50 см, сформований шляхом перемішування, насипання або захоронення матеріалу урбаногенного походження, зокрема будівельно-побутового сміття [3]. Отже, урбаноземи є не загальною назвою всіх міських ґрунтів, а однією з найбільш характерних груп антропогенно перетворених ґрунтів міського середовища.

Структура ґрунтового покриву урбанізованих територій має специфічні риси порівняно з природними ландшафтами. Для неї характерні фрагментарність, мозаїчність, різкі межі між ґрунтовими тілами, значна роль насипних і перемішаних матеріалів, наявність запечатаних поверхонь, техногенних включень

і ділянок із різним ступенем порушення. На відміну від природного ґрунтового покриву, де просторові межі ґрунтів значною мірою зумовлені рельєфом, материнськими породами, гідрологічними умовами та рослинністю, у місті ці межі часто визначаються функціональним зонуванням, історією забудови, інженерною підготовкою території, транспортною інфраструктурою, рекреаційним навантаженням і характером землекористування. Ґрунтовий покрив міста доцільно розглядати як складну природно-антропогенну систему, у якій поряд із залишками природних ґрунтів існують антропогенно-змінені, антропогенні, техногенні й ґрунтоподібні утворення.

З екологічного погляду міські та антропогенні ґрунти мають важливе значення, оскільки навіть за умов значної трансформації вони продовжують виконувати частину ґрунтових функцій. У дослідженнях міських ґрунтів підкреслюється, що вони можуть забезпечувати низку екосистемних послуг, зокрема регулювання стоку, накопичення органічного карбону, підтримання біорізноманіття, біомасопродукцію та рекреаційні переваги [5]. Водночас їхня здатність виконувати ці функції часто обмежується ущільненням, запечатуванням, забрудненням, дефіцитом органічної речовини, порушенням структури та наявністю техногенних домішок.

На основі розглянутих підходів у цій роботі поняття «антропогенні ґрунти міста» використовується у широкому генетико-функціональному значенні. Під антропогенними ґрунтами міського середовища розуміються ґрунтові тіла, у яких діяльність людини спричинила істотну зміну морфологічних, фізичних, хімічних, біологічних властивостей, будови профілю або умов функціонування. У такому трактуванні ця група охоплює ґрунти різного ступеня антропогенної трансформації: від антропогенно змінених природних ґрунтів до ґрунтів із новим або істотно перебудованим генетичним профілем, а також молоді ґрунти, що формуються на насипних, перемішаних, техногенних, наливних або сконструйованих субстратах. Водночас свіжі техногенні насипи, будівельні відходи, запечатані поверхні та інші утворення без ознак ґрунтоутворення не

розглядаються як повноцінні ґрунти, хоча можуть бути складовою міського ґрунтового покриву.

Таким чином, антропогенні ґрунти слід розглядати як ґрунти, у формуванні яких діяльність людини є істотним або визначальним чинником, що проявляється у морфологічних, фізичних, хімічних, біологічних властивостях і, в найбільш виражених випадках, у створенні нового генетичного профілю. У межах міського ґрунтового покриву антропогенні ґрунти утворюють широкий спектр трансформації – від істотно змінених природних ґрунтів до ґрунтів із новим або суттєво перебудованим профілем, що формуються на перемішаних, насипних, техногенних, наливних чи сконструйованих субстратах. Доцільно використовувати визначення: антропогенні ґрунти міського середовища – це ґрунтові тіла, у яких діяльність людини спричинила істотну зміну властивостей, будови або функціонування профілю, а в частині випадків – формування нового генетичного профілю на природній, перемішаній, насипній, техногенній або сконструйованій основі. Таке визначення дозволяє відмежувати антропогенні ґрунти від слабо змінених природних ґрунтів і від техногенних утворень, які ще не набули ознак ґрунтоутворення, та водночас врахувати різноманітність ґрунтового покриву урбанізованих територій.

1.2. Основні екологічні функції антропогенних ґрунтів у міському середовищі

Екологічні функції ґрунтів у науковій літературі розглядаються як сукупність процесів і властивостей, через які ґрунтове тіло бере участь у підтриманні функціонування екосистем. Ґрунт трактується як активний компонент біосфери, що забезпечує існування наземної біоти, регулює потоки речовини й енергії, бере участь у водному, газовому та біогеохімічному обміні [6]. Для аналізу антропогенних ґрунтів такий підхід має принципове значення, оскільки навіть за

істотної трансформації профілю ґрунт продовжує виконувати певні середовищерегулювальні ролі.

У вітчизняному ґрунтознавстві екологічні функції антропогенних ґрунтів найчастіше аналізуються через зв'язок між властивостями ґрунтового профілю та станом міського середовища. С. П. Позняк і О. Г. Телегуз серед основних функцій міських ґрунтів виділяють їхню придатність для зростання зелених насаджень, здатність сорбувати забруднювальні речовини, утримувати їх від проникнення у ґрунтово-підґрунтові води та перешкоджати надходженню мулувато-пилуватих часток у міське повітря [1]. Цей підхід є прикладним і добре пристосованим до оцінки ґрунтів урбанізованих територій, оскільки пов'язує екологічне значення ґрунту з конкретними ризиками міського середовища.

Водночас міжнародна література частіше описує роль міських ґрунтів через концепцію екосистемних послуг. У систематичному огляді R. O'Riordan et al. міські ґрунти розглядаються як джерело широкого спектра послуг, серед яких автори називають накопичення карбону, кліматичне регулювання, забезпечення біомаси, регулювання водних потоків і рекреаційні переваги [5]. При цьому дослідники спеціально розмежовують ґрунтові процеси, функції та екосистемні послуги: до підтримувальних процесів вони відносять кругообіг поживних речовин, водний цикл і біологічну активність ґрунту, а до регуляційних послуг – пом'якшення повеней, фільтрацію речовин, детоксикацію, накопичення карбону й регулювання викидів парникових газів [5].

Порівняння цих підходів показує, що українське ґрунтознавство більше зосереджено на ґрунті як природно-антропогенному тілі з певними морфологічними, фізичними й хімічними властивостями, тоді як міжнародні дослідження частіше переходять до оцінки користі, яку ґрунти створюють для міського планування, кліматичної адаптації та зеленої інфраструктури. Обидві логіки є сумісними, але для ґрунтознавчого дослідження первинними залишаються саме властивості ґрунту. Екосистемні послуги неможливо коректно оцінити без аналізу того, чи має ґрунт достатню шпаруватість, вологоємність, вміст органічної речовини, біологічну активність, сорбційну здатність і стабільну будову профілю.

Тому в межах цієї роботи екологічні функції антропогенних ґрунтів доцільно розглядати як наукову основу для подальшого аналізу їхнього внеску в підтримання міського середовища.

Однією з базових екологічних ролей антропогенних ґрунтів є забезпечення існування рослинного покриву. У міському середовищі ця роль набуває особливого значення, оскільки зелені насадження часто формуються на ґрунтах із порушеним профілем, насипними шарами, техногенними домішками або низькою природною родючістю. У працях, присвячених міським ґрунтам, підкреслюється, що їхня здатність підтримувати рослинність залежить не від самого факту озеленення території, а від властивостей кореневмісного шару: потужності, щільності складення, вмісту органічної речовини, структури, водного й повітряного режимів [1; 3].

У цьому контексті антропогенний ґрунт може бути як середовищем нормального розвитку рослин, так і обмежувальним фактором, якщо його профіль переущільнений, збіднений на органічну речовину або сформований із малоприсадного техногенного матеріалу. Особливість цієї функції полягає в тому, що вона пов'язує ґрунт із більшістю інших екологічних процесів. Рослинний покрив впливає на надходження органічних решток, формування структури, активність мікроорганізмів, поверхневий стік, пилотримання й мікрокліматичні умови. У монографії «Ґрунти міста Одеси» зазначається, що для міських ґрунтів характерними є низький вміст органічної речовини, деформація структури, порушення послідовності горизонтів, зменшення чисельності мікроорганізмів і безхребетних [3]. Ці ознаки безпосередньо впливають на здатність ґрунтів підтримувати стабільні рослинні угруповання.

Водорегуляційна функція антропогенних ґрунтів пов'язана зі здатністю приймати, утримувати, фільтрувати та поступово передавати воду вглиб профілю або до рослин. У природних умовах ґрунт є важливою ланкою водного циклу, але в місті ця роль змінюється через запечатування поверхні, ущільнення, штучне планування рельєфу, наявність техногенних прошарків і зміну дренажних умов. Водні екосистемні послуги міських ґрунтів досліджені слабше, ніж підтримувальні

процеси й регуляційні послуги загалом, хоча саме вони мають велике значення для пом'якшення поверхневого стоку і локальних підтоплень [5].

Для антропогенних ґрунтів водорегуляційна роль особливо залежить від фізичної будови профілю. Піщані, грубоуламкові або намівні субстрати можуть мати високу водопроникність, але слабку здатність до утримання вологи. Ущільнені горизонти, будівельні домішки, залишки асфальту, бетону або глинисті насипи можуть обмежувати інфільтрацію і сприяти застою води у верхній частині профілю. Запечатані поверхні різко збільшують поверхневий стік, тоді як збережені проникні ґрунтові ділянки, особливо під деревною рослинністю, можуть підвищувати інфільтрацію та пом'якшувати наслідки інтенсивних опадів [5]. Отже, водна функція антропогенних ґрунтів визначається конкретним поєднанням гранулометричного складу, щільності, структури, потужності відкритого профілю та ступеня запечатування.

Санітарно-бар'єрна функція є однією з найбільш важливих для ґрунтів урбанізованих територій. Її сутність полягає у здатності ґрунту затримувати, зв'язувати, трансформувати або частково нейтралізувати речовини, що надходять із транспортними викидами, промисловими джерелами, атмосферними випадіннями, побутовими відходами й поверхневим стоком. С. П. Позняк і О. Г. Телегуз прямо пов'язують екологічне значення міських ґрунтів із їхньою здатністю сорбувати забруднюючі речовини в товщі профілю та обмежувати їх проникнення у ґрунтово-підґрунтові води [1]. У міжнародних дослідженнях ця роль часто розглядається в межах детоксикації, фільтрації та повторного використання речовин у міських екосистемах [5].

Разом з тим санітарна роль антропогенних ґрунтів має суперечливий характер. У роботі Kumar et al. наголошується, що міські ґрунти часто є деградованими й забрудненими внаслідок антропогенної діяльності, особливо важкими металами та поліциклічними ароматичними вуглеводнями [7]. Автори зазначають, що через тривалий час перебування важких металів у ґрунті міські ґрунти можуть одночасно виступати і накопичувачем, і джерелом забруднення. Саме це положення є методологічно важливим: висока сорбційна здатність ґрунту

не завжди означає сприятливий екологічний стан. Вона може свідчити про бар'єрну роль ґрунту, але за надмірного накопичення токсикантів профіль перетворюється на потенційне джерело вторинного забруднення.

Здатність ґрунту утримувати забруднювачі залежить від вмісту органічної речовини, глинистих мінералів, карбонатів, оксидів заліза й марганцю, реакції середовища та ємності вбирання. У міських ґрунтах ці показники часто є просторово нестабільними через перемішування, насипання різнорідних матеріалів і нерівномірне надходження техногенних домішок. Тому санітарно-бар'єрну функцію антропогенних ґрунтів слід аналізувати як результат взаємодії складу ґрунту, профільної будови, джерел забруднення й умов міграції речовин. У цьому аспекті вітчизняний підхід С. П. Позняка й О. Г. Телегуза добре доповнюється міжнародними роботами, де підкреслюється потреба переходу від простої фіксації забруднення до оцінки того, наскільки ґрунт здатний зменшувати або, навпаки, посилювати екологічні ризики [5; 7].

Важливим проявом санітарної ролі є вплив ґрунтів на пилове навантаження. У міському середовищі відкритий ґрунтовий покрив може працювати у двох протилежних напрямках. За наявності дернини, структурного поверхневого шару й достатнього зволоження він закріплює дрібнодисперсний матеріал і зменшує його надходження у повітря. За умов оголення, механічного руйнування, пересушення або будівельного порушення поверхня стає джерелом пилу. С. П. Позняк і О. Г. Телегуз виділяють здатність міських ґрунтів перешкоджати надходженню мулувато-пиловатих часток у міське повітря як одну з основних екологічних функцій [1]. Отже, пилозатримуюче значення ґрунтів прямо залежить від стану верхнього горизонту, рослинного покриву й рівня механічного навантаження.

Окремої уваги потребує розгляд участі антропогенних ґрунтів у газовому режимі та регулюванні карбонового циклу. У міжнародній літературі цей напрям активно розглядається через поняття *carbon storage and climate regulation*. За O'Riordan et al., накопичення карбону та регулювання викидів парникових газів належать до важливих регуляційних послуг міських ґрунтів [5]. Проте автори також підкреслюють, що результати досліджень не дають однозначної картини: у

частині міст ґрунти зелених зон мають вищі запаси органічного карбону, ніж прилеглі агроландшафти, в інших випадках урбанізація пов'язана зі зменшенням його вмісту. Це означає, що роль антропогенних ґрунтів у карбоновому циклі залежить від історії землекористування, типу рослинності, ступеня запечатування, вмісту органічних решток і характеру насипних матеріалів.

Для антропогенних ґрунтів міста ця функція має особливу складність. З одного боку, міські зелені зони, старі парки, газони, сади й рекультивовані території можуть накопичувати органічну речовину й підтримувати активний біологічний обіг. З іншого боку, часте перемішування, зняття верхнього шару, ущільнення, дефіцит органічного опаду й запечатування поверхні обмежують гумусоутворення. O'Riordan et al. зазначають, що навіть запечатані ґрунти не завжди повністю втрачають запаси карбону, оскільки поховані горизонти й культурні шари можуть консервувати частину органічної речовини [5]. Для оцінки екологічних функцій це важливе уточнення: порушений або похований ґрунт може бути функціонально обмеженим у водному й біологічному відношенні, але зберігати певне значення як резервуар органічного карбону.

Біотична функція антропогенних ґрунтів полягає в забезпеченні умов для існування ґрунтових організмів і підтриманні біологічних процесів, пов'язаних із розкладанням органічних решток, гумусоутворенням, структуроутворенням і мобілізацією елементів живлення. У монографії «Ґрунти міста Одеси» підкреслюється, що урбанізовані ґрунти часто характеризуються зменшенням чисельності популяцій та активності мікроорганізмів і безхребетних, що пов'язано з дефіцитом органічної речовини та порушенням профілю [3]. С. П. Позняк і О. Г. Телегуз також відносять до негативних біологічних процесів виснаження органофілью, скорочення різноманіття ґрунтових організмів, зміну складу мікрофлори та можливе зараження патогенними мікроорганізмами [1].

У роботі O'Riordan et al. біологічна активність розглядається як підтримуючий процес, що лежить в основі інших екосистемних послуг [5]. Це положення дозволяє ширше інтерпретувати біотичну функцію антропогенних ґрунтів. Вона не обмежується наявністю ґрунтових організмів, а визначає здатність

грунту до саморегуляції, трансформації органічної речовини, підтримання структури та біогеохімічної активності. У добре розвинених міських ґрунтах із достатнім надходженням органіки біота може частково компенсувати наслідки попереднього порушення. У техногенних, забруднених або переущільнених субстратах біологічна активність знижується, через що послаблюються водна, продукційна й санітарна ролі ґрунту.

Аналіз праць показує, що сучасне розуміння екологічних функцій міських і антропогенних ґрунтів поступово зміщується від оцінки окремих властивостей до ідеї багатофункціональності. O’Riordan et al. звертають увагу, що менше 20 % кількісних досліджень одночасно аналізували понад дві екосистемні послуги міських ґрунтів, хоча саме багатофункціональність є найбільш перспективним напрямом для подальших досліджень [5]. Це зауваження є особливо важливим для антропогенних ґрунтів, оскільки в них окремі функції можуть поєднуватися неоднаково. Ґрунт може добре підтримувати рослинність, але мати низьку здатність до водоутримання; може накопичувати забруднювачі, але бути небезпечним за умов пилового перенесення; може мати значний запас похованого органічного карбону, але слабку сучасну біологічну активність.

Отже, екологічні функції антропогенних ґрунтів у міському середовищі доцільно розглядати як взаємопов’язану систему, що формується під впливом морфологічної будови профілю ґрунтів, їхніх фізичних властивостей, хімічного складу, вмісту органічної речовини, біологічної активності та характеру антропогенного навантаження на них. Вітчизняні джерела акцентують увагу на прикладних функціях міських ґрунтів – підтриманні зелених насаджень, сорбції забруднювачів, захисті підґрунтових вод і зменшенні пилового навантаження. Міжнародні дослідження розширюють цей підхід через концепцію екосистемних послуг, включаючи водну регуляцію, накопичення карбону, біологічну активність, кліматичне регулювання й рекреаційне значення. Для цієї роботи найбільш доцільним є поєднання обох підходів: екологічні функції антропогенних ґрунтів слід оцінювати через конкретні ґрунтові властивості, а їхнє значення інтерпретувати з погляду стабільності та якості міського середовища.

1.3. Підходи до оцінки екологічних функцій антропогенних ґрунтів у місті

Оцінка екологічних функцій антропогенних ґрунтів у міському середовищі потребує поєднання генетичного, морфологічного, фізико-хімічного та функціонального підходів. На відміну від природних ґрунтів, антропогенні ґрунти часто мають порушену послідовність генетичних горизонтів, насипні або перемішані шари, техногенні включення, змінену щільність, неоднорідний вміст органічної речовини, іншу реакцію середовища та специфічний сольовий режим. Тому їх не можна оцінювати лише через належність до певного типу чи підтипу, для міських ґрунтів важливо встановити, які властивості реально забезпечують або обмежують виконання екологічних функцій, зокрема водорегуляційної, санітарно-бар'єрної, продукційної, газорегуляційної та біотичної.

Екологічні функції ґрунтів розглядаються через їхній зв'язок із властивостями ґрунтового тіла. Функції ґрунтів формуються на основі фізичних, хімічних, фізико-хімічних і біологічних властивостей ґрунтів, а тому не можуть бути відірвані від реального стану профілю [6]. В умовах міста одна й та сама функція може бути як збереженою, так і різко обмеженою залежно від ступеня порушення профілю ґрунтів, їх ущільнення, засолення, гумусованості, карбонатності або забруднення.

У дослідженні О. М. Підкови, присвяченому оцінці екологічних функцій ґрунтів міста Києва, запропоновано бальну систему оцінювання, у якій різні ґрунти порівнювалися за рівнем виконання основних екологічних функцій [8]. Враховувалося адсорбція речовин, регулювання газового складу повітря, забезпечення життєвого простору для ґрунтової біоти, механічну опору для рослин, біохімічну активність, буферну й захисну роль, акумуляцію біогенних елементів, трансформацію токсичних сполук і санітарну функцію щодо патогенних організмів. Важливо, що в цій роботі функції оцінювалися не абстрактно, а з урахуванням морфогенетичних властивостей і сучасного стану ґрунтів. Перевагою такого підходу є можливість узагальнити складну функціональну роль ґрунту в

єдиній системі оцінювання, однак для подальших досліджень доцільним є посилення такого підходу параметричними показниками, які можна визначити польовими або лабораторними методами.

Найбільш придатним для оцінки екологічних функцій антропогенних ґрунтів є індикаторний підхід. Його сутність полягає в тому, що екологічні функції оцінюються через конкретні властивості, які відображають здатність ґрунту виконувати певну роль у міському середовищі. Наприклад, водорегуляційна функція пов'язана з гранулометричним складом, структурним станом, шпаруватістю, щільністю та вмістом органічної речовини; санітарно-бар'єрна – з реакцією середовища, гумусовим станом, карбонатністю, сорбційними властивостями й сольовим режимом; продукційна й біотична – з поєднанням кислотно-лужних умов, забезпеченості органічною речовиною, відсутності надмірного засолення та придатності субстрату для кореневих систем і ґрунтових організмів. Такий підхід дозволяє перейти від загального опису «екологічної ролі» до аналізу конкретних показників, які можна порівнювати між різними ділянками.

Доцільність використання індикаторного підходу підтверджується також положеннями ландшафтно-геохімічних досліджень. Л. Ю. Сорокіна та І. В. Рога розглядають антропогенний вплив як чинник зміни геохімічних параметрів ландшафтно-геохімічних систем, що проявляється у трансформації умов міграції, акумуляції та перерозподілу хімічних елементів. Особливо важливим є положення про те, що антропогенізація ландшафтно-геохімічних систем передусім призводить до змін ґрунтового-геохімічного фону, зокрема кислотно-лужних умов, вмісту органічної речовини, сольового складу, структури, щільності та гранулометричного складу ґрунтів [4]. Це безпосередньо обґрунтовує використання рН, електропровідності, хлоридів, органічної речовини та гранулометричного складу як індикаторів функціонального стану антропогенних ґрунтів у міському середовищі.

Близьким до цієї логіки є досвід дослідження техногенних ґрунтів, узагальнений у монографії «Technogenic Soils of Poland» за редакцією P. Charzyński, P. Hulisz i R. Bednarek [9]. У цій праці техногенні та міські ґрунти аналізуються

через поєднання морфологічного опису профілю, класифікаційної діагностики за WRB і фізико-хімічних показників. Зокрема, у дослідженнях ґрунтів урбанізованих територій використовувалися показники реакції середовища, електропровідності ґрунтової витяжки, вмісту карбонатів, органічного карбону, гранулометричного складу, а також окремі показники сольового режиму й техногенного забруднення. Значення цього джерела полягає в тому, що воно демонструє придатність саме таких базових фізико-хімічних показників для характеристики техногенно змінених ґрунтів.

Подібна методологічна логіка простежується у праці S. Tresch et al., присвяченій якості ґрунтів міських садів Цюриха [10]. Автори застосували багатопоказникову систему оцінки, яка поєднувала фізичні, хімічні та біологічні індикатори. Серед них використовувалися реакція середовища, електропровідність, гранулометричний склад, вміст органічного карбону, щільність, поживні елементи, мікробіологічні показники, показники ґрунтової фауни та вміст важких металів. Його цінність полягає в самому принципі: функціональний стан міського ґрунту не визначається одним показником, а формується через взаємодію фізичних, хімічних і біологічних властивостей.

В українській літературі близьким за змістом є підхід, представлений у монографії «Ґрунти міста Одеси» [3]. У ній властивості міських ґрунтів аналізуються через гумусовий стан, кислотно-лужні характеристики, карбонатність, засолення, гранулометричний склад, ущільнення, антропогенні включення, порушення профілю та функціональне використання території. Це джерело є важливим тому, що воно показує специфіку саме міського ґрунтового покриву в українських умовах, де природні ґрунти поєднуються з урбаноземами, культуроземами, техноземами, насипними й рекультивованими субстратами. У такому контексті фізико-хімічні показники виступають ознаками антропогенної трансформації та функціонального стану ґрунту.

У роботі Kumar et al. міські ґрунти розглядаються з позицій деградації, забруднення та можливостей відновлення їхньої якості [7]. Автори підкреслюють, що міські ґрунти часто характеризуються ущільненням, низьким вмістом

органічної речовини, забрудненням важкими металами та поліциклічними ароматичними вуглеводнями, але водночас можуть бути поліпшені через внесення органічних матеріалів, відновлення структури й підвищення біологічної активності. Для оцінки екологічних функцій це означає, що міський ґрунт слід розглядати як систему з певним функціональним потенціалом, бо навіть за наявності порушень окремі властивості можуть підтримувати певні екологічні ролі.

Важливою особливістю оцінки антропогенних ґрунтів є розмежування фактичного й потенційного виконання функцій. Фактичний стан відображає сучасну здатність ґрунту виконувати певну екологічну роль за наявних умов. Потенційний стан показує, які функції можуть бути посилені за умови зменшення антропогенного навантаження, поліпшення структури, підвищення вмісту органічної речовини, нормалізації сольового режиму або відновлення рослинного покриву. Такий підхід особливо доречний для міських ґрунтів, оскільки багато з них не є повністю «втраченими» з екологічного погляду, але їхня функціональність обмежена конкретними деградаційними чинниками.

Просторовий аспект також є необхідним елементом оцінки. Стан антропогенних ґрунтів у місті залежить від типу землекористування, щільності забудови, історії освоєння території, ступеня запечатування поверхні, транспортного навантаження, характеру озеленення та наявності техногенних матеріалів. Тому результати польових і лабораторних досліджень доцільно пов'язувати з просторовою структурою міста. ГІС-аналіз у цьому випадку не замінює ґрунтової діагностики, але дозволяє пояснити просторову неоднорідність показників і пов'язати функціональний стан ґрунтів із умовами їх формування та використання.

Отже, аналіз наукових джерел показує, що найбільш обґрунтованим для оцінки екологічних функцій антропогенних ґрунтів у місті є індикаторно-функціональний підхід. Його основою є встановлення зв'язку між конкретними властивостями ґрунту та його здатністю виконувати певні екологічні ролі. Оцінка екологічних функцій антропогенних ґрунтів має спиратися на комплекс морфологічних, фізичних і фізико-хімічних показників, які відображають водний

режим, кислотно-лужний стан, сольове навантаження, вміст органічної речовини, буферність і загальну придатність ґрунту до функціонування в міському середовищі.

РОЗДІЛ 2. ФОРМУВАННЯ ТА СУЧАСНИЙ СТАН АНТРОПОГЕННИХ ГРУНТІВ МІСТА КИЄВА

2.1. Природні умови ґрунтотворення міста Києва

Природні умови ґрунтотворення міста Києва характеризуються значною просторовою неоднорідністю, що пов'язано з положенням міста на межі різних фізико-географічних областей, складною будовою рельєфу, різноманітністю ґрунтотворних порід, розвиненою гідрографічною мережею та контрастністю умов зволоження. Територія міста займає близько 836 км² і простягається приблизно на 42 км як з півночі на південь, так і із заходу на схід [11; 12]. Такий розмір міської території зумовлює охоплення одразу кількох природних основ: північна частина Києва тяжіє до Поліської низовини, правобережна – до Придніпровської височини, зокрема Київського плато, а лівобережна – до Придніпровської низовини [11; 12]. Перехід між зоною мішаних лісів і лісостепом є однією з головних причин строкатості природного ґрунтового покриву міста.

Одним із провідних чинників ґрунтотворення в межах Києва є рельєф. Правобережна частина міста має підвищений, платоподібний і сильно розчленований характер. Тут поширені пагорби, останці, яри та балки, що створюють виразну диференціацію умов дренованості, зволоження, ерозійної активності й акумуляції делювіального матеріалу (рис. 2.1).

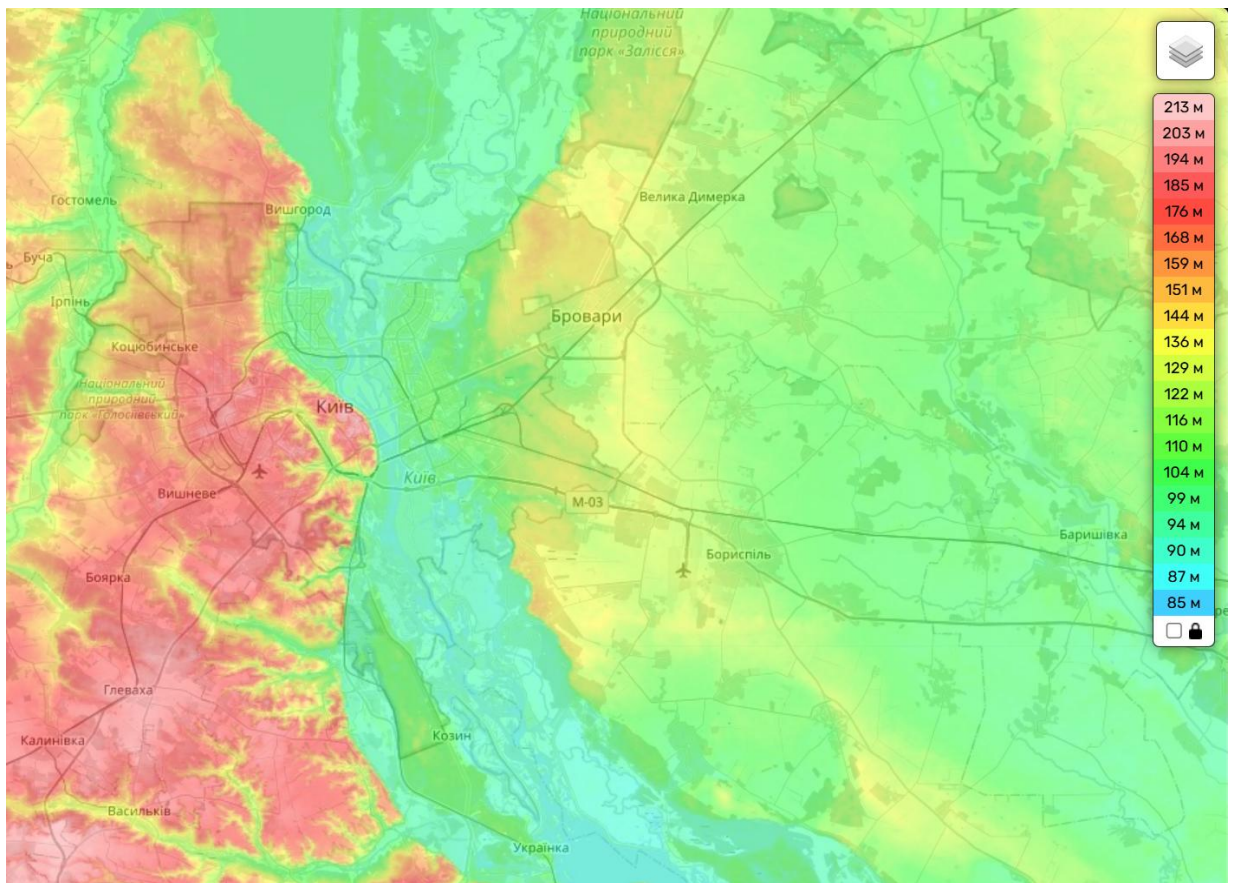


Рис. 2.1. Топографічна карта м. Києва [13]

Перепад висот у межах міста перевищує 100 м: найвищі ділянки приурочені до Печерського підняття, тоді як найнижчі відповідають рівню води у Дніпрі [12]. На правобережжі рельєф безпосередньо впливає на формування ґрунтових катен: на вододільних і слабкохвилястих поверхнях ґрунти мають відносно стабільніші умови розвитку, тоді як на схилах посилюються процеси змиву, переміщення ґрунтової маси та формування змито-намивних різновидів. Лівобережна частина, навпаки, є переважно низовинною рівниною з давньоалювіальними та піщаними відкладами, тому тут природно переважають легші за гранулометричним складом ґрунти з нижчою водоутримуючою та сорбційною здатністю [14].

Геологічна й літологічна будова території також визначає різноманіття ґрунтів Києва. Правобережна висока частина пов'язана переважно з лесовими та лесоподібними суглинками, які є сприятливими ґрунотворними породами завдяки пухкості, добрій аерації та відносно високій ємності вбирання. На таких породах у природних умовах формувалися сірі й темно-сірі лісові ґрунти, а на окремих

ділянках – чорноземні та чорноземоподібні ґрунти лісостепового типу [12; 14]. У північній частині міста, де відчутні поліські риси, значну роль відіграють водно-льодовикові, моренні та еолові піщані й супіщані відклади, на яких формувалися дерново-підзолисті ґрунти [12; 14]. Для лівобережжя характерні давньоалювіальні й еолові піски, що зумовили поширення дерново-слабопідзолистих та приховано-підзолистих ґрунтів [14]. Така залежність ґрунтового покриву від рельєфу й порід добре простежується у закономірностях просторової організації ґрунтів Києва, встановлених для правобережних лесових рівнин, північних моренно-водно-льодовикових рівнин, лівобережних давньоалювіальних піщаних рівнин і заплавних комплексів (рис. 2.2) [14].

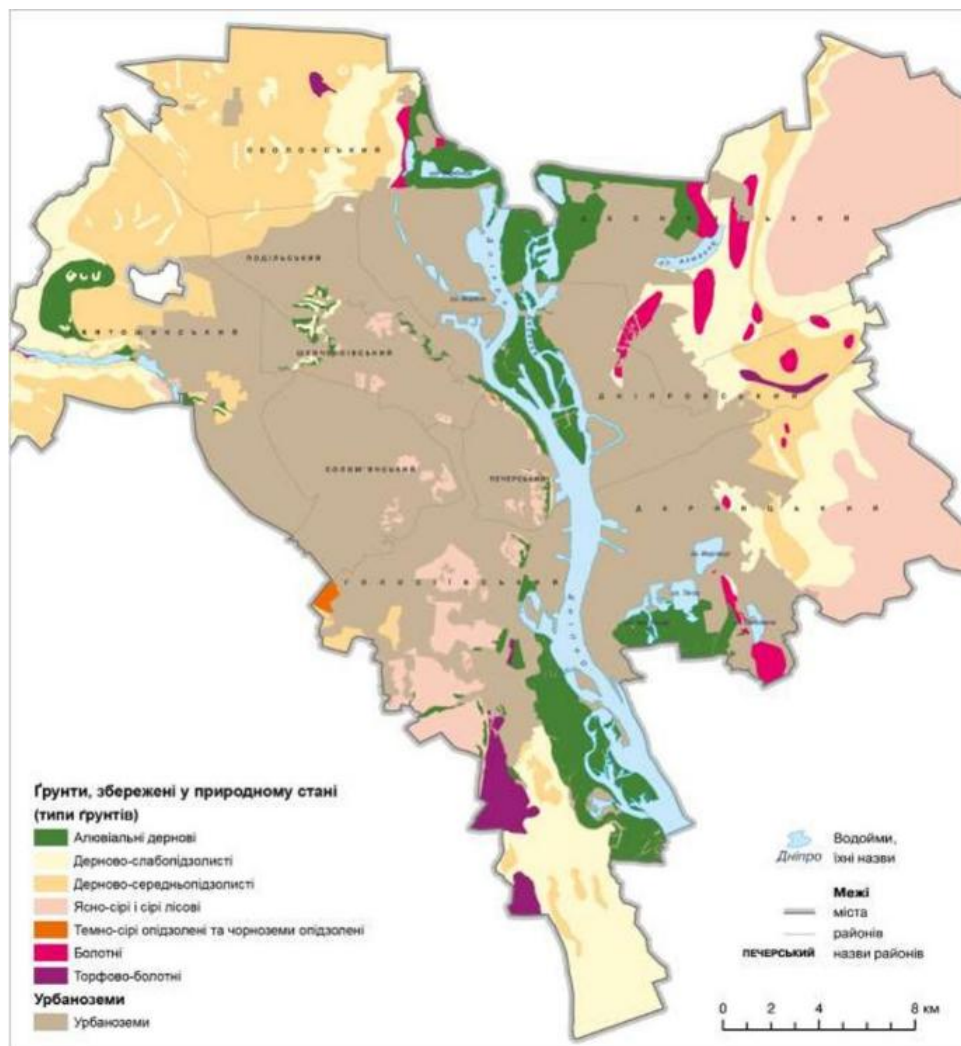


Рис. 2.2. Карта ґрунтів м. Києва [14]

Головною природною віссю Києва є долина Дніпра, яка поділяє місто на правобережну та лівобережну частини й формує широку систему заплавних, терасових і прибережних ландшафтів [11; 12]. Окрім Дніпра, гідрографічна мережа представлена Десною, Либіддю, Сирцем, Борщагівкою, Нивкою, Горенкою, Вітою, Котуркою, Любкою, Коником, численними озерами, ставками, болотами й каналами [12]. Для річок характерне змішане живлення з переважанням ґрунтового, весняна повінь, літня межень і певне підвищення рівнів восени внаслідок дощів [11; 12]. У ґрунтовому покриві це проявляється через поширення алювіальних, дернових, лучних, лучно-болотних, болотних і торфово-болотних ґрунтів у заплавах та пониженнях. На підвищених сегментно-гривистих ділянках заплав формуються дернові та дерново-опідзолені ґрунти, на вирівняних і перезволожених ділянках – слабооглеєні, глейові, лучно-болотні та болотні різновиди [14].

Клімат Києва є помірно континентальним, з теплим літом, відносно м'якою зимою та достатнім зволоженням. Для міста характерна річна кількість опадів близько 500–600 мм, причому основна їх частина припадає на теплий період року [11]. Таке співвідношення тепла й вологи загалом сприяє розвитку лісових і лісостепових типів ґрунотворення, однак у різних частинах міста воно реалізується по-різному через неоднакову літологічну основу та дренажність. На лесових суглинках правобережжя в умовах кращого вологоутримання формувалися більш гумусовані й текстурно диференційовані ґрунти, тоді як на піщаних відкладах північної та лівобережної частин переважали процеси опідзолення, промивання профілю та формування ґрунтів із нижчою природною родючістю [14]. Водночас сучасні кліматичні зміни вже впливають на функціонування ґрунтів: за довготривалими даними, температура повітря в Києві з кінця XIX ст. підвищилася приблизно на 3 °C, а кількість опадів за останні 30 років порівняно з попереднім кліматичним періодом дещо зменшилася, особливо влітку [12]. Це посилює ризики пересушування верхніх ґрунтових горизонтів, дегуміфікації, ущільнення та зниження біологічної активності ґрунтів, особливо в умовах міського теплового острова й порушеного водного режиму.

Рослинність як чинник ґрунтотворення в межах Києва також мала зонально й азонально диференційований характер. У північній частині, ближчій до Полісся, природний рослинний покрив був пов'язаний переважно з хвойними та мішаними лісами, під якими формувалися дерново-підзолисті ґрунти [12]. На правобережних лесових височинах значну роль відігравали широколистяні ліси, з якими пов'язане утворення сірих і темно-сірих лісових ґрунтів [12; 14]. У заплавах Дніпра та малих річок ґрунтотворення відбувалося під впливом лучної, болотної, заплавно-лісової рослинності, що сприяло накопиченню органічної речовини за умов періодичного або постійного перезволоження [14]. У сучасному місті природна рослинність значною мірою замінена зеленими насадженнями, парками, лісопарками, газонами та штучними насадженнями, однак саме залишки природних і напівприродних рослинних угруповань досі зберігають найкращі умови для підтримання ґрунтових функцій.

Отже, природний ґрунтовий покрив Києва сформувався на перетині поліських, лісостепових, заплавних і терасових ландшафтів. Його просторова неоднорідність зумовлена поєднанням трьох основних природних блоків: лесових розчленованих правобережних височин, піщаних і супіщаних поліських та лівобережних рівнин, а також алювіальних заплавних комплексів Дніпра й малих річок [12; 14]. Саме ця природна строкатість є базою, на якій у процесі урбанізації сформувалися сучасні антропогенні ґрунти міста Києва.

2.2. Вплив урбанізації на трансформацію ґрунтового покриття міста Києва

Урбанізація Києва стала головним чинником сучасної зміни ґрунтового покриття, природні ґрунти збереглися переважно фрагментарно – у лісопарках, зелених зонах, на окремих ділянках заплав і територіях природно-заповідного фонду. Основна ж частина ґрунтового покриття зазнала різного ступеня антропогенного перетворення: від часткового порушення верхніх горизонтів до

повного руйнування природного профілю та формування ґрунтів на насипних, намівних або техногенно перемішаних субстратах [12; 14].

Просторова трансформація ґрунтів Києва безпосередньо пов'язана з історією планувального розвитку міста. На ранніх етапах Київ мав розосереджену структуру, сформовану навколо Подолу, Верхнього міста, Печерська та прилеглих передмість. У ХІХ ст. відбувалося поступове об'єднання цих частин в єдину міську систему, освоєння Либідської долини, Шулявки, Лук'янівки, Куренівки та інших периферійних на той час територій [15]. У радянський період масштаби впливу на ґрунтовий покрив різко збільшилися через промислове будівництво, масову житлову забудову, розвиток транспортної мережі та активне освоєння Лівобережжя. У цей час Київ перетворився на великий промисловий і науково-виробничий центр, а найбільше зростання чисельності населення припало на період між 1959 і 1979 роками, коли в місті розміщувалася значна кількість промислових підприємств [16].

Особливо помітно урбанізація змінила ґрунтовий покрив у районах масової житлової забудови. Генеральний план 1967 р. передбачав активне освоєння лівобережної частини міста, зокрема розміщення житлових масивів у долині Дніпра після інженерної підготовки території [15]. Саме такі роботи стали одним із ключових механізмів перетворення природних заплавних і давньоалювіальних ґрунтів. На ділянках, де раніше ґрунтоутворення залежало від алювіальних процесів, високого рівня ґрунтових вод, лучної та болотної рослинності, були проведені намів, підсипання, вирівнювання поверхні, прокладання інженерних мереж і створення штучного рельєфу. У результаті природний ґрунтовий профіль був перекритий або повністю замінений новим субстратом. Для Києва це характерно для частини Оболоні та окремих районів Лівобережжя, де серед міських ґрунтів виділяються намівні ґрунти [14].

Масове будівництво спричиняє механічне руйнування ґрунтового профілю. Під час спорудження житлових будинків, доріг, промислових об'єктів, метро, підземних переходів і комунікацій верхні гумусові горизонти часто знімаються, переміщуються з підґрунтям або перекриваються привезеним матеріалом. У таких

умовах змінюється гранулометричний склад, знижується природна структурність, з'являються включення будівельних матеріалів. Через це навіть на територіях, де природно були поширені сірі лісові, дерново-підзолисті, алювіальні чи лучні ґрунти, сучасний ґрунтовий покрив часто вже не відповідає вихідному природному типу [14].

Одним із наймасштабніших наслідків урбанізації є запечатування ґрунтів. Асфальт, бетон, плитка, фундаменти будівель і дорожнє покриття фізично ізолюють ґрунт від атмосфери, опадів, рослинного опаду та нормального газообміну. У запечатаних ґрунтах різко знижується інфільтрація води, погіршується аерація, порушується температурний режим і пригнічується біологічна активність. У центральних районах, промислових зонах, на територіях щільної житлової забудови та вздовж магістралей це призводить до фрагментації ґрунтового покриву: замість суцільної природної оболонки залишаються окремі ізольовані ділянки газонів.

Забудова та транспортне навантаження також спричиняють ущільнення ґрунтів. Воно формується внаслідок роботи будівельної техніки, руху транспорту, паркування на газонах, витоптування та рекреаційного перевантаження зелених зон. Ущільнення зменшує шпаруватість, погіршує водопроникність і повітрообмін, ускладнює розвиток кореневих систем рослин. На правобережних схилах це може посилювати поверхневий стік і ерозійні процеси, а в понижених ділянках сприяти застою води та вторинному оглеєнню.

Суттєвих змін зазнав і водний режим ґрунтів. Природно Київ має розвинену гідрографічну мережу, представлену Дніпром, Десною, Либіддю, Сирцем, Нивкою, Горенкою, Вітою, озерами, болотами, ставками й каналами [11; 12]. Урбанізація змінила цю систему через регулювання русел, колекторизацію малих річок, осушення або підсипання перезволожених ділянок, налив територій, забудову заплавл і створення штучної системи водовідведення. Через це ґрунти в багатьох районах втратили зв'язок із природним режимом зволоження, частина територій стала більш сухою через швидке відведення поверхневого стоку, тоді як інші

ділянки залишаються проблемними через підтоплення, порушення дренажу або високий рівень ґрунтових вод.

Промислові центри міста стали джерелом локального, але інтенсивного хімічного забруднення ґрунтів. У Києві промислові об'єкти формувалися в різних частинах міста, зокрема на Подолі, Шулявці, у Дарниці, на Теличці, Березняках та інших територіях [15; 16]. Забруднення ґрунтів у таких зонах пов'язане з накопиченням важких металів, нафтопродуктів, залишків хімічної сировини, будівельних і виробничих відходів. Окремо виділяється район заводу «Радикал» на Дарниці, де забруднення пов'язане з використанням сполук ртуті, а також промислові ділянки Подолу й Шулявки, де вплив здійснювали підприємства електротехнічної, хімічної, машинобудівної та поліграфічної промисловості [14].

Транспортна інфраструктура впливає на ґрунти переважно лінійно, але дуже масштабно. Уздовж автомагістралей ґрунти накопичують важкі метали, пил, продукти стирання шин і дорожнього покриття, залишки паливно-мастильних матеріалів і протижеледні реагенти. Серед слабких сторін розвитку Києва зазначено перевантаженість транспортної мережі, затори, неупорядковане паркування та надмірне зростання автомобілізації як одну з міських загроз [17]. Це важливо для ґрунтового покриву, бо придорожні смуги, газони й насадження вздовж вулиць перебувають під постійним аеротехногенним і механічним навантаженням. У таких умовах ґрунти одночасно ущільнюються, забруднюються та втрачають здатність нормально підтримувати рослинність.

Сучасний етап урбанізації Києва пов'язаний із внутрішнім ущільненням уже сформованої міської забудови. У проектних матеріалах Генерального плану наголошується на використанні внутрішніх територіальних ресурсів, модернізації застарілого житлового фонду, реструктуризації деградованих промислово-складських територій і розвитку громадських просторів [17]. Такий підхід може зменшувати потребу в екстенсивному розростанні міста, однак для ґрунтів він створює нові ризики. Реконструкція і редевелопмент часто супроводжуються додатковими земляними роботами, демонтажем старих покриттів, переміщенням

грунтових мас, завезенням нових субстратів, повторним запечатуванням і скороченням залишкових незабудованих ділянок.

Озеленені території частково пом'якшують наслідки урбанізації, але не завжди означають збереження природних ґрунтів. Генеральний план визначає серед завдань розвитку зелених і ландшафтно-рекреаційних територій збереження природно-ландшафтного комплексу, розвиток рекреаційних територій і поліпшення їхнього потенціалу [17]. Водночас міські газони, сквери, прибудинкові насадження та частина парків часто створюються на перемішаних або привезених субстратах. Тому зелена ділянка в місті може мати різний ґрунтовий стан: від відносно збереженого природного профілю до повністю штучно сформованого шару на будівельному або намівному матеріалі.

Загалом урбанізація Києва призвела до формування дуже мозаїчного ґрунтового покриву. Майже половина території міста характеризується поширенням урбаноземів із порушеною будовою профілю та наявністю антропогенних горизонтів [14]. Найбільший ступінь трансформації характерний для центральної частини міста, промислових зон, територій масової житлової забудови, транспортних коридорів, намівних ділянок і зон активного будівництва. Менш порушені ґрунти зберігаються переважно в лісопаркових масивах, великих зелених зонах, на окремих ділянках заплавл і природоохоронних територіях.

Отже, вплив урбанізації на ґрунтовий покрив Києва проявляється через механічне руйнування профілю ґрунтів, намів і насипання субстратів, запечатування поверхні, ущільнення, зміну водного режиму, промислове й транспортне забруднення, а також формування сконструйованих ґрунтів і ґрунтоподібних субстратів у межах газонів, рекреаційних зон та декоративних насаджень. Сучасний стан ґрунтів міста визначається поєднанням природної основи, історії забудови та актуального функціонального використання території. Саме тому для подальшого аналізу екологічних функцій антропогенних ґрунтів Києва важливо враховувати, чи сформована ділянка на лесових відкладах правобережжя, давньоалювіальних і водно-льодовикових піщаних відкладах

лівобережжя, заплавних алювіальних відкладах або на повністю штучному намівному чи насипному субстраті.

2.3. Особливості поширення та стану антропогенних ґрунтів міста Києва

Сучасний ґрунтовий покрив Києва має складну мозаїчну будову, оскільки на його формування одночасно вплинули природна неоднорідність території та тривале урбанізаційне освоєння. У межах міста поєднуються залишки природних або відносно природних ґрунтів, характерних для правобережних лесових височин, поліських піщаних рівнин, заплав і терас Дніпра, та значно змінені антропогенні ґрунти. Поширення антропогенних ґрунтів у Києві залежить від історії освоєння конкретної території, її функціонального використання, ступеня запечатування поверхні, інженерної підготовки та рівня техногенного навантаження [14; 15; 17].

За характером поширення антропогенні ґрунти найбільш типові для центральної частини міста, зон щільної житлової забудови, промислових і комунально-складських територій, транспортних коридорів, територій масового будівництва та ділянок зі штучно зміненою поверхнею. Натомість менш трансформовані ґрунти зберігаються переважно у великих лісопаркових масивах, зелених зонах, на окремих ділянках природно-заповідного фонду, у заплавах та на островах Дніпра, хоча навіть у цих межах часто спостерігаються локальні порушення, пов'язані з рекреацією, благоустроєм, прокладанням доріжок, комунікацій або підсипанням ґрунту [12; 14; 15].

Найбільш поширеною групою антропогенних ґрунтів Києва є урбаноземи, які займають значну частину території міста й характеризуються порушенням природної будови профілю, наявністю перемішаних горизонтів і включеннями техногенного матеріалу [14]. У таких ґрунтах природна послідовність генетичних горизонтів часто частково або повністю втрачена. Верхній шар може бути представлений привезеним родючим ґрунтом, сумішшю гумусованого матеріалу з

піском, будівельним ґрунтом, щебенем, уламками цегли, бетону, скла, асфальту та іншими домішками. Їхні властивості визначаються не тільки вихідною природною основою, а й тим, як саме територія була освоєна: забудована, перекопана, засипана, озеленена, ущільнена або забруднена.

У центральній історичній частині Києва поширені найдавніше трансформовані урбаноземи. Для них характерне поєднання культурного шару, багаторазово перемішаного ґрунтового матеріалу, будівельних залишків і високого ступеня запечатуння поверхні. На таких територіях природний ґрунтовий профіль переважно знищений або похований під шарами забудови, дорожнього покриття, підсипок і техногенних відкладів. Це стосується насамперед Подолу, Печерська, Старокиївської частини, щільно забудованих кварталів Шевченківського району, центральних транспортних вузлів і прибудинкових територій старої забудови. Стан цих ґрунтів визначається не лише сучасним навантаженням, а й тривалою історією забудови, реконструкцій, прокладання підземних комунікацій і накопичення антропогенного матеріалу [15; 16].

У районах масової житлової забудови переважають насипно-перемішані урбаноземи прибудинкових територій, дворів, газонів, дитячих майданчиків, скверів і внутрішньоквартальних зелених ділянок. Такі ґрунти часто формувалися вже після завершення будівництва, коли поверхня вирівнювалася, засипалася технічним або привезеним матеріалом і вкривалася штучно створеним родючим шаром для озеленення. Для них характерні неоднорідність профілю, різкі зміни щільності, наявність будівельних домішок, локальне ущільнення та нерівномірний вміст органічної речовини. У районах Оболоні, Виноградаря, Теремків, Троєщини, Позняків, Осокорків та інших масивів стан таких ґрунтів значною мірою залежить від етапу забудови, інженерної підготовки території та подальшого благоустрою [14; 15; 17].

Окреме місце займають наживні та насипні ґрунти, поширені на територіях, де природна поверхня була суттєво змінена під час освоєння заплавної і прибережних ділянок. У Києві такі ґрунти характерні для частини Оболоні та окремих ділянок Лівобережжя, де будівництво житлових масивів здійснювалося

після інженерної підготовки, наміву піску, підвищення поверхні та вирівнювання рельєфу [14; 15]. Їхня специфіка полягає в тому, що вони часто не є результатом поступової трансформації природного профілю, а формуються на штучно створеному субстраті. Такі ґрунти зазвичай мають легкий гранулометричний склад, слабо виражену генетичну диференціацію, низький природний вміст гумусу, нестійкий водний режим і значну залежність від штучного озеленення та догляду.

Промислові території характеризуються поширенням техногенно порушених і забруднених урбаноземів. Їхній стан визначається тривалим впливом виробничої діяльності, складування матеріалів, руху техніки, ремонтних робіт, локальних аварійних викидів і накопичення промислових залишків. У таких ґрунтах часто трапляються включення шлаку, металу, скла, бетону, будівельного сміття, залишків паливно-мастильних матеріалів та інших техногенних компонентів. Найбільш проблемними є старі промислові райони, де забруднення накопичувалося десятиліттями. Для Києва це стосується окремих ділянок Подолу, Шулявки, Дарниці, Телички, Березняків та інших промислово-складських зон [14; 15; 16]. У таких умовах ґрунти можуть характеризуватися підвищеним вмістом важких металів, нафтопродуктів, залишків хімічної сировини та іншими ознаками техногенного забруднення.

Особливої уваги потребують території колишніх або діючих промислових підприємств із потенційно небезпечною історією використання. У Києві показовим прикладом є район заводу «Радикал» на Дарниці, де забруднення пов'язане з використанням сполук ртуті [14]. Ґрунт у промислових зонах часто виконує роль депо забруднюючих речовин: навіть після припинення роботи підприємства забруднення може залишатися в ґрунтовому профілі та впливати на стан довкілля, поверхневих і підземних вод, рослинності та здоров'я населення.

Транспортні зони формують окрему групу антропогенно трансформованих ґрунтів, поширених уздовж магістралей, залізничних ліній, транспортних розв'язок, автостоянок, гаражних масивів і ділянок неорганізованого паркування. Для придорожніх урбаноземів характерні ущільнення, зниження водопроникності,

накопичення дорожнього пилу, продуктів стирання шин і дорожнього покриття, паливно-мастильних матеріалів, протиожедних реагентів і важких металів.

Рекреаційні та зелені зони Києва мають неоднорідний ґрунтовий покрив. У великих лісопаркових масивах, зокрема на околицях міста, можуть зберігатися відносно природні дерново-підзолисті, сірі лісові, лучні, алювіальні або болотні ґрунти залежно від природної основи. Водночас у міських парках, скверах, на газонах, прибудинкових зелених ділянках і бульварах часто поширені штучно створені або суттєво змінені ґрунти. Вони можуть бути сформовані на привезеному родючому шарі, перемішаному будівельному субстраті або насипному матеріалі. Тому наявність рослинності в місті не завжди свідчить про збереження природного ґрунту. Зелена зона може бути як осередком відносно природного ґрунтового покриття, так і ділянкою повністю антропогенно сформованого ґрунтового тіла [14; 17].

Кладовища доцільно виділяти як окремий тип антропогенно трансформованих територій ритуально-меморіального використання. Їхні ґрунти відрізняються від ґрунтів житлових, промислових або транспортних зон, оскільки головним чинником трансформації тут є багаторазове локальне порушення профілю похованнями, підсипанням, переміщенням ґрунтового матеріалу, доглядом за могилами, створенням доріжок, озелененням і рекреаційним навантаженням. Для таких ґрунтів характерна мозаїчність: поряд можуть існувати ділянки ущільнених доріжок, насипів, клумб, деревних насаджень і локально перемішаного матеріалу. Вони можуть відзначатися неоднорідністю профілю, локальним збагаченням органічною речовиною, зміною кислотно-лужних умов і привнесенням сторонніх матеріалів. Тому ґрунти кладовищ є важливим об'єктом у дослідженні антропогенних ґрунтів міста, оскільки відображають специфічний соціально-побутовий, а не промисловий чи транспортний тип антропогенного впливу.

За функціонально-планувальною структурою міста можна простежити певну закономірність поширення різних груп антропогенних ґрунтів. У житлових районах переважають насипно-перемішані урбаноземи прибудинкових територій і

газонів; у промислових зонах – техногенно порушені й потенційно забруднені ґрунти; уздовж транспортних коридорів – ущільнені придорожні урбаноземи з ознаками аеротехногенного впливу; у рекреаційних зонах – поєднання відносно природних ґрунтів і штучно створених паркових субстратів; на кладовищах – локально перемішані й мозаїчно змінені ґрунти; на наливних територіях – ґрунти, сформовані на штучно створеній піщаній або насипній основі. Таке розмежування має практичне значення, оскільки дозволяє оцінювати ґрунти міста не лише за географічним положенням, а й за характером антропогенного процесу, який визначає їхній сучасний стан [14; 17].

Отже, антропогенні ґрунти Києва мають плямисто-мозаїчне поширення, яке визначається поєднанням природної основи, історії забудови та сучасного функціонального використання території. Найвищий ступінь трансформації ґрунтів характерний для центральної забудови, промислових зон, транспортних коридорів, масивів інтенсивного житлового будівництва та наливних ділянок. Відносно менш порушені ґрунти зберігаються у великих зелених масивах, лісопарках, окремих заплавах і природоохоронних територіях, хоча й там антропогенний вплив повністю не виключений. Така структура ґрунтового покриву обґрунтовує необхідність відбору зразків із різних функціональних зон міста – промислових, житлових, транспортних, рекреаційних, ритуально-меморіальних і наливних територій. Такий підхід дозволяє простежити, як різні типи функціонального використання території формують відмінні за будовою, властивостями та станом антропогенні ґрунти Києва.

РОЗДІЛ 3. ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНИХ ФУНКЦІЙ АНТРОПОГЕННИХ ГРУНТІВ МІСТА КИЄВА

3.1. Методика дослідження антропогенних ґрунтів міста Києва

Дослідження антропогенних ґрунтів Києва проводилося на основі поєднання польового відбору зразків ґрунту, просторової фіксації точок відбору та лабораторного визначення основних фізико-хімічних показників ґрунтового матеріалу. Практична частина роботи мала індикаторний характер, оскільки її метою було не повне морфолого-генетичне описання ґрунтових профілів, а порівняльна оцінка функціонального стану верхнього шару антропогенних ґрунтів у різних міських умовах. Верхній шар 0-10 см було обрано для дослідження, тому що він найбільш активно взаємодіє з атмосферними опадами, рослинністю, поверхневим стоком, дорожнім пилом, побутовими домішками та іншими чинниками урбаногенного впливу.

У межах міста було обрано 22 місця відбору зразків ґрунтів, які репрезентують різні типи міського середовища. До дослідження були включені ділянки житлової забудови, дворів та прибудинкові газони, території поблизу автомобільних доріг, рекреаційні зелені зони, лісові та умовно природні ділянки, кладовища, заплавні території, ділянки з техногенно зміненим або насипним субстратом, а також промислово трансформована територія. Вибір місць відбору здійснювався з урахуванням їх просторового положення в межах Києва, доступності для відбору зразків ґрунту, характеру антропогенного навантаження та можливості порівняти ґрунти, сформовані в різних умовах урбанізованого середовища. Для кожної місця відбору було зафіксовано номер зразка, координати, фото місця відбору та коротку характеристику локальних умов (рис. 3.1) (Додаток А).

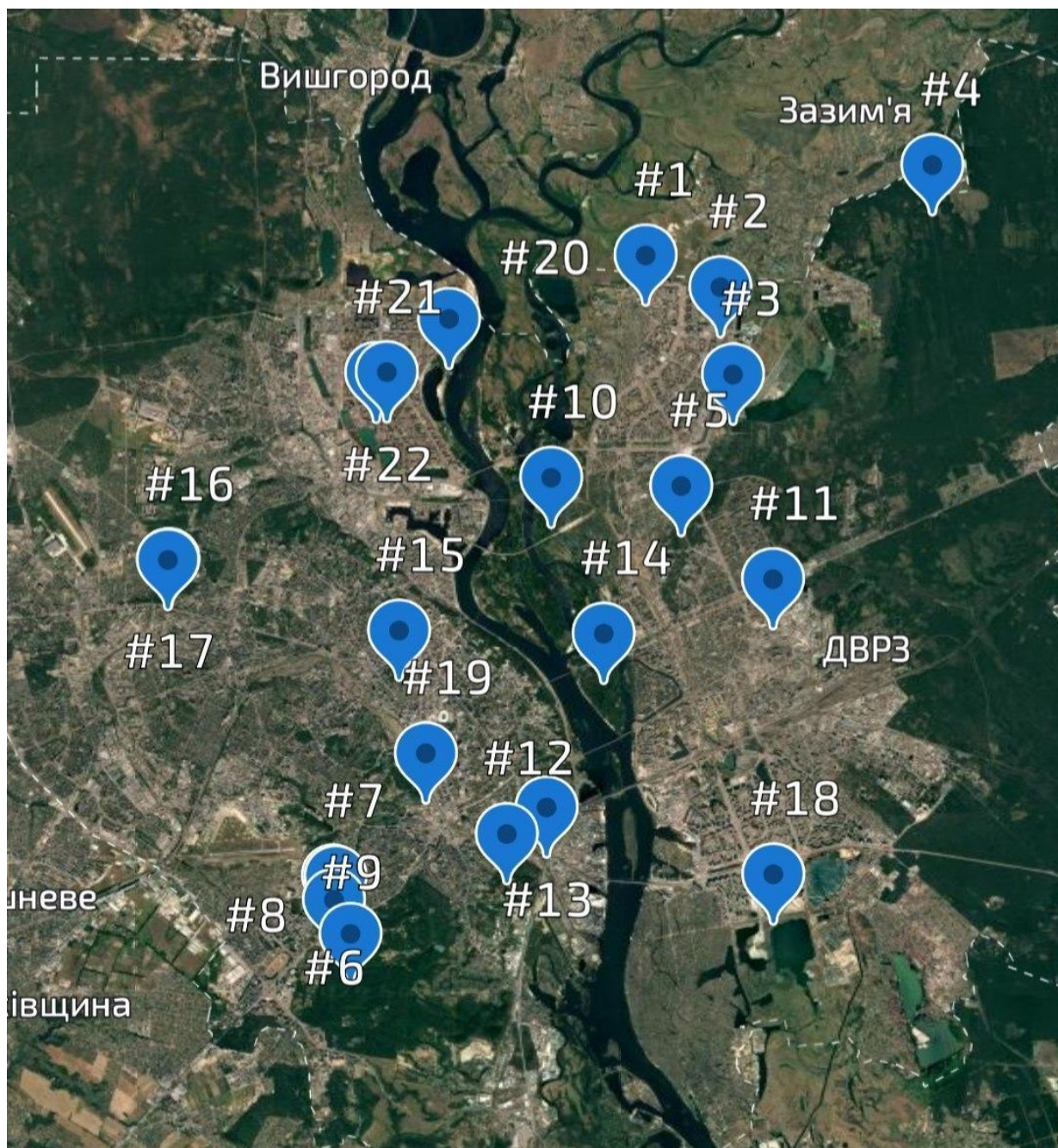


Рис. 3.1. Місця відбору зразків ґрунту, № 1-22 позначено номери зразків ґрунту (основа зображення: Google Earth)

Відбір зразків ґрунту здійснювався методом «конверта», що передбачає відбір кількох часткових зразків у межах однієї ділянки з подальшим їх об'єднанням в один змішаний зразок. Такий підхід дозволяє зменшити вплив випадкової неоднорідності ділянки й отримати узагальнену характеристику поверхневого шару ґрунту. Відбір ґрунтових зразків проводився з верхнього шару ґрунту на глибину 0–10 см. Маса кожного змішаного зразка становила близько 1

кг. Загальні принципи відбору ґрунтових зразків узгоджуються з вимогами ДСТУ 4287:2004 щодо відбору зразків ґрунту [18]. Водночас слід враховувати, що в умовах міста ґрунтовий покрив має високу просторову мозаїчність, тому навіть змішана проба не повністю усуває локальний вплив насипного матеріалу, будівельних домішок, витоптування, рекреаційного навантаження або дорожнього пилю.

Після відбору зразки ґрунту транспортувалися до лабораторії кафедри землезнавства та геоморфології географічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка, де висушувалися до повітряно-сухого стану. Підготовка зразків ґрунту до подальшого аналізу включала висушування, видалення великих включень, перемішування та відбір наважок для окремих визначень. Такий підхід відповідає загальним положенням ISO 11464:2006, у якому попередня підготовка ґрунтових проб для фізико-хімічного аналізу розглядається як сукупність операцій сушіння, подрібнення, просіювання, поділу та інших процедур, необхідних для отримання репрезентативного лабораторного зразка [19]. У межах цієї роботи підготовка зразків ґрунту була адаптована до навчально-лабораторних умов і характеру проведених визначень (рис. 3.2).



Рис 3.2. Підготовка зразків ґрунту до аналізу (фото автора)

Кислотність ґрунтів визначалася інструментальним методом у водній ґрунтовій витяжці. Для приготування витяжки використовували співвідношення 10 г повітряно-сухого ґрунту до 50 г води, тобто 1:5. Після відстоювання суспензії проводилося вимірювання показника кислотності ґрунтової витяжки (рН) портативним електронним аналізатором водних розчинів EZ-9909 у режимі вимірювання рН. Значення рН використовувалося як один із головних показників кислотно-лужного стану ґрунтового середовища, оскільки реакція середовища впливає на рухомість хімічних елементів, активність мікробіоти, доступність поживних речовин і загальну придатність ґрунту як середовища існування рослин. Методичний підхід до визначення рН у суспензії 1:5 відповідає положенню ISO 10390:2021, де передбачене інструментальне визначення рН у суспензії ґрунту у воді або сольових розчинах [20].

Електропровідність ґрунту визначалася у тій самій водній витяжці як показник загального вмісту водорозчинних іонів у ґрунтовому матеріалі. У роботі

цей показник використовувався не як пряме визначення конкретного забруднювача, а як індикатор мінералізації ґрунтової витяжки та можливого накопичення розчинних солей у верхньому шарі. Для антропогенних ґрунтів міста це має важливе значення, оскільки підвищена електропровідність може бути пов'язана з дорожнім пилом, протиожеледними матеріалами, будівельними домішками, поверхневим стоком або іншими локальними джерелами надходження іонів. Загальний підхід до використання електропровідності водної витяжки як індикатора водорозчинних електролітів відповідає ISO 11265:2025 [21].

Вміст хлорид-іонів визначався напівкількісним колориметричним методом із використанням тест-набору. Для цього ґрунтову витяжку вносили у дві пробірки, одна з яких використовувалася як контрольна, а до іншої додавали реагент для визначення хлоридів (рис. 3.3).

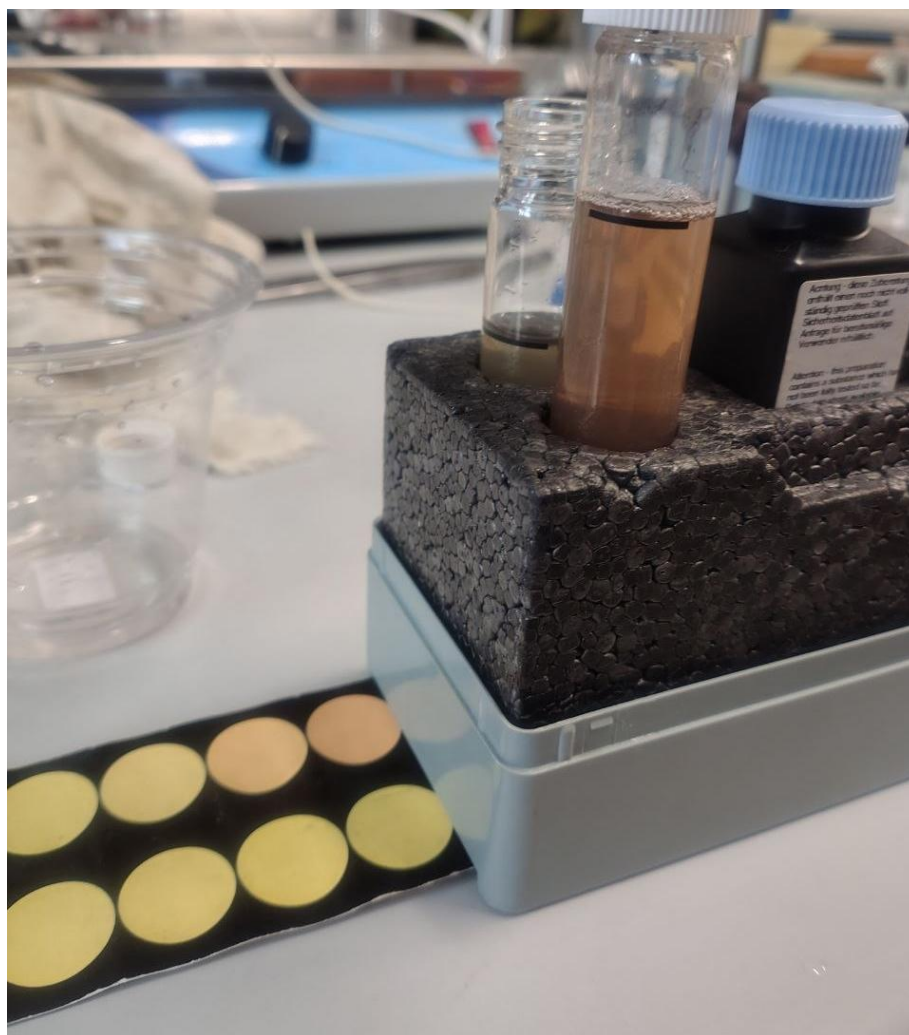


Рис 3.3. Визначення хлорид-іонів у ґрунті із використанням тест-набору (фото автора)

Після проходження реакції інтенсивність забарвлення порівнювали зі шкалою тест-набору, за якою орієнтовно визначали концентрацію хлорид-іонів. Отримані результати розглядалися як порівняльні, а не як високоточні кількісні дані, оскільки колориметричний тест-набір дає напівкількісну оцінку. У межах роботи хлориди використовувалися як індикатор локального сольового або побутово-рекреаційного впливу на верхній шар ґрунту [22].

Карбонатність ґрунтового матеріалу визначалася якісною реакцією з 10% розчином хлоридної кислоти. На зразок ґрунту наносили кілька крапель HCl , після чого візуально фіксували наявність або відсутність ефервесценції, тобто виділення бульбашок CO_2 . Поява реакції свідчила про наявність у ґрунтовому матеріалі вільних карбонатів, насамперед карбонатів кальцію або магнію. Метод мав якісний характер, тому в роботі карбонатність оцінювалася за фактом наявності або відсутності реакції, без кількісного визначення вмісту CaCO_3 . Водночас сама хімічна основа такого визначення відповідає принципу реакції карбонатів із кислотою, на якому базуються і кількісні методи визначення карбонатності, зокрема ISO 10693:1995 [23].

Гранулометричний склад ґрунту визначався орієнтовно органолептичним методом за Качинським. Для цього зволожений ґрунтовий матеріал розминався до пластичного стану, після чого оцінювалася його здатність формувати кульку, шнур і кільце, а також характер розтріскування або руйнування під час згинання. За цими ознаками зразки ґрунтів були віднесені до піщаних, супіщаних, легкосуглинкових, середньосуглинкових або глинистих різновидів. Оскільки в роботі не проводилося кількісне визначення фракцій піску, пилу та мулу методом просіювання і седиментації, отримані результати слід розглядати як орієнтовну польово-лабораторну характеристику гранулометричного складу ґрунтів. Для методичного обґрунтування важливості цього показника враховувалися загальні положення ISO 11277:2020, який регламентує кількісне визначення гранулометричного складу мінерального ґрунтового матеріалу [24]. У межах цієї роботи гранулометричний

склад використовувався як індикатор водопроникності, водоутримуючої здатності, аерації та потенційної придатності ґрунту як середовища існування біоти.

Орієнтовний вміст органічної речовини визначався за втратами маси при прожарюванні. Для цього повітряно-сухий ґрунт насипали у попередньо зважені фарфорові чашечки, після чого зважували чашечку з ґрунтом до прожарювання (рис. 3.4, рис. 3.5).



Рис. 3.4. Повітряно-сухий ґрунт, насипаний у попередньо зважені фарфорові чашечки (фото автора)

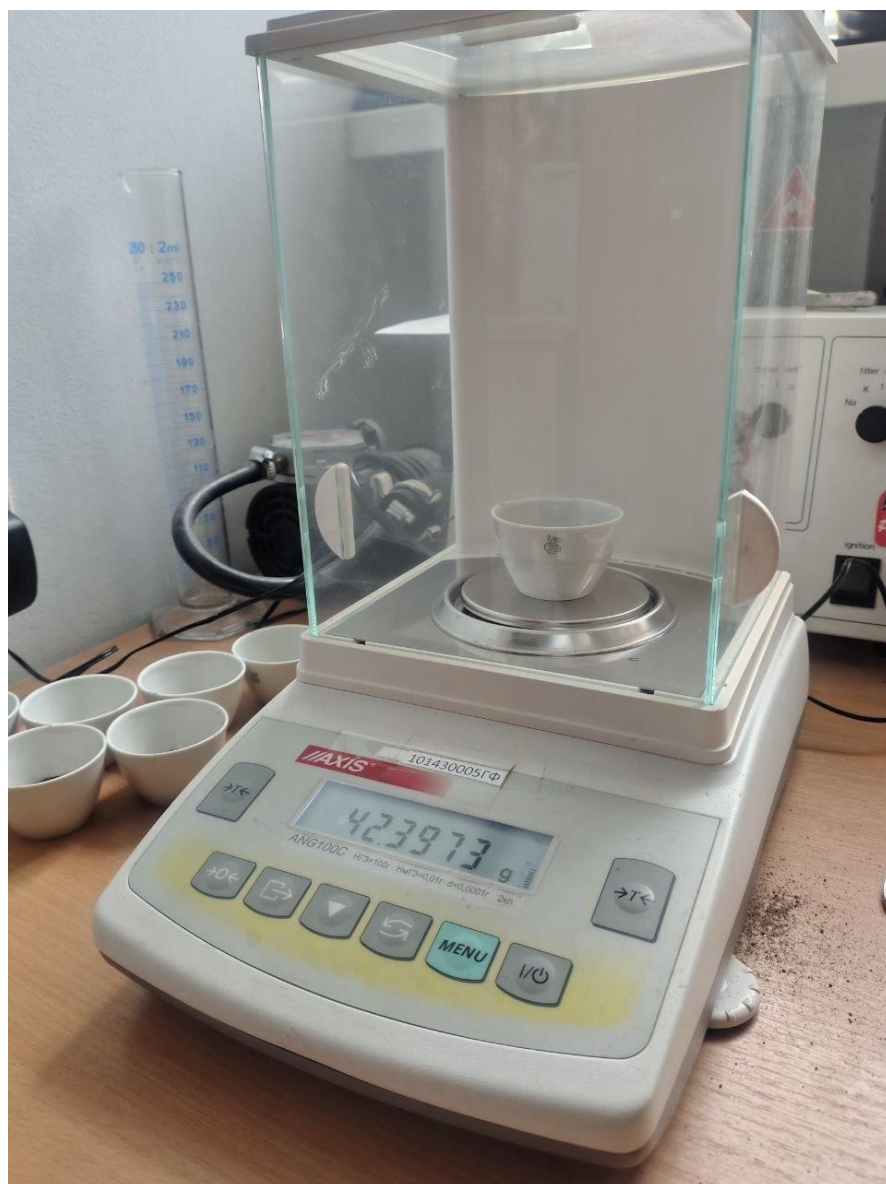


Рис 3.5. Зважування зразку ґрунту (фото автора)

Далі зразки ґрунту прожарювали у муфельній печі за температури 550 °С, охолоджували й повторно зважували. Втрати маси розраховували у відсотках від початкової маси ґрунту. Розрахунок втрат маси ґрунту при прожарюванні здійснювався за формулою:

$$\text{ВПП} = ((m_1 - m_2) / m_1) \times 100,$$

де ВПП – втрати при прожарюванні, %; m_1 – маса повітряно-сухого ґрунту до прожарювання, г; m_2 – маса ґрунту після прожарювання, г.

Отриманий показник використовувався для порівняння зразків між собою та для оцінки потенційної ролі органічної речовини у водоутриманні, сорбційній здатності, структуроутворенні та підтриманні біотичної функції ґрунту.

Отримані у результаті лабораторного дослідження показники для кожного зразка ґрунту було систематизовано у зведеній таблиці й представлено в додатку Б.

На основі отриманих лабораторних даних було проведено індикаторну оцінку екологічних функцій досліджуваних антропогенних ґрунтів Києва. Гранулометричний склад і втрати маси при прожарюванні використовувалися для оцінки водорегулювальної функції, оскільки вони пов'язані з водопроникністю, вологоємністю та здатністю ґрунту утримувати органічну речовину. рН, електропровідність, хлориди та карбонатність використовувалися для характеристики санітарно-геохімічного стану, оскільки ці показники відображають кислотно-лужні умови, вміст водорозчинних іонів, локальне сольове навантаження та наявність карбонатних домішок. Гранулометричний склад, органічна речовина та реакція середовища також розглядалися як непрямі індикатори умов газообміну та придатності ґрунтів як середовища існування біоти.

Таким чином, методика дослідження була спрямована на проведення порівняльної оцінки функціонального стану верхнього шару антропогенних ґрунтів Києва. Використані показники дозволяють оцінити ключові напрями їх прояву: водорегулювання, кислотно-лужну та сольову рівновагу, карбонатність, потенційну сорбційну здатність, умови аерації та біотичну придатність ґрунтового середовища. Результати дослідження доцільно інтерпретувати як індикаторну оцінку екологічних функцій антропогенних ґрунтів міста.

3.2. Просторова характеристика місць відбору зразків ґрунту та антропогенних умов ґрунотворення

Для оцінки екологічних функцій антропогенних ґрунтів міста Києва було відібрано 22 зразки ґрунту з різних за функціональним використанням ділянок урбанізованого середовища (рис. 3.6) (додаток А). Просторова схема відбору зразків ґрунту була побудована не за принципом рівномірної геометричної сітки, а за принципом представлення основних типів міських територій, у межах яких формується або трансформується верхній шар ґрунтового покриву, оскільки їхні властивості значною мірою визначаються не тільки природною основою, а й характером землекористування, ступенем техногенного перетворення, наявністю насипного матеріалу, будівельних домішок, дорожнього пилу, рекреаційного навантаження та історією використання конкретної ділянки [1; 5]. Такий принцип відбору узгоджується з ландшафтно-геохімічним підходом, за яким антропогенно змінені території доцільно аналізувати з урахуванням просторової неоднорідності умов надходження, міграції та акумуляції речовин [4].

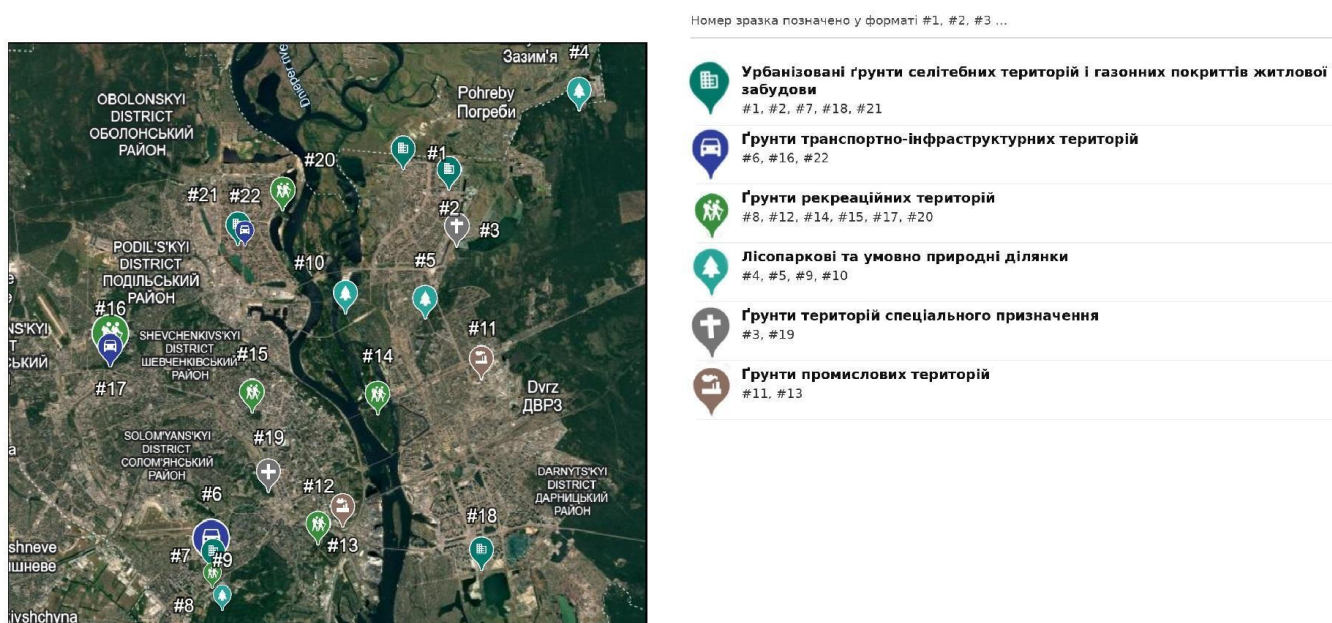


Рис. 3.6. Розташування місць відбору зразків ґрунту і їх розподіл за характером використання території міста Києва

Місця відбору охоплювали як правобережну, так і лівобережну частину Києва. До вибірки були включені ґрунти селітебних територій, газонних покриттів житлової забудови, транспортно-інфраструктурних територій, рекреаційних зелених зон, лісопаркових та умовно природних ділянок, територій спеціального призначення, промислово трансформованої території, а також ділянок із техногенно зміненим або насипним субстратом. Для кожного місця відбору було зафіксовано номер зразка, координати, фотофіксацію місця відбору та коротку характеристику локальних умов. Повна характеристика місць відбору, їхні координати, фотографії представлено в додатку А, тому в основному тексті аналіз проводиться за функціональними групами ділянок. Розташування місць відбору зразків ґрунту і їх розподіл за характером використання території наведено на рис. 3.6.

За характером використання території та умовами формування верхнього шару досліджувані зразки ґрунту доцільно об'єднати у кілька функціонально-планувальних груп. Таке групування не є генетичною класифікацією ґрунтів у строгому розумінні, однак воно дозволяє коректніше пояснити мозаїчність отриманих результатів. Для міських ґрунтів поділ за типом території є більш інформативним, ніж простий поділ за адміністративними районами, оскільки навіть у межах однієї частини міста можуть поєднуватися природні, рекреаційні, селітебні, транспортні, промислові та насипні ділянки.

До урбанізованих ґрунтів селітебних територій і газонних покриттів житлової забудови належать зразки ґрунту №1, №2, №7, №18 і №21. Зразок ґрунту №1 було відібрано на вул. Лісківській у межах самозарослої ділянки газонного типу; №2 – на вул. Олександри Екстер на території штучно сформованого газонного покриття у зеленій зоні житлового масиву; №7 – на Васильківській у межах прибудинкової території житлової забудови; №18 — на Позняках, де алювіальний субстрат заплавного походження поєднується з будівельними домішками у верхньому горизонті; №21 – на вул. Героїв Полку Азов у межах газонного покриття селітебної території. Для цієї групи характерне формування верхнього шару ґрунту під впливом благоустрою, підсипання ґрунтового

матеріалу, перемішування природного й привнесеного субстрату, а також можливого включення будівельних домішок. Такі ґрунти доцільно розглядати як урбаноземи або техногенно трансформовані ґрунтові тіла, оскільки їхній поверхневий шар сформований або істотно змінений унаслідок міського землекористування.

Ґрунти транспортно-інфраструктурних територій представлені зразками ґрунтів №6, №16 і №22. Зразок ґрунту №6 було відібрано на Васильківській поблизу автомобільної дороги, №16 – біля Берестейського проспекту, №22 – на Оболонському проспекті. Ці точки об'єднує близькість до автомобільної або інженерної інфраструктури, що створює умови для надходження дорожнього пилу, мінеральних частинок, продуктів зношування дорожнього покриття, протижеледних матеріалів, поверхневого стоку та будівельних домішок. Для цієї групи найбільш інформативними показниками є рН, електропровідність, хлориди та карбонатність, оскільки вони відображають зміну кислотно-лужного й сольового режиму поверхневого шару.

Ґрунти рекреаційних територій представлені зразками ґрунту №8, №12, №14, №15, №17 і №20. До цієї групи належать ВДНГ – зразок ґрунту №8, Лиса гора – №12, Гідропарк – №14, Ботанічний сад ім. акад. О. В. Фоміна – №15, Берестейський парк – №17, Оболонський парк – №20. Ці території мають розвинутий рослинний покрив і виконують важливі екологічні функції в межах міста, зокрема сприяють інфільтрації атмосферних опадів, підтриманню біоти, зменшенню поверхневого перегрівання та поліпшенню загального стану міського середовища. Водночас вони не є повністю природними, оскільки зазнають рекреаційного навантаження, витогування, догляду за зеленими насадженнями, локального побутового впливу та нерівномірного накопичення органічних або мінеральних домішок. Тому навіть у межах зелених зон окремі зразки ґрунтів можуть істотно відрізнятися між собою за фізико-хімічними властивостями. Зразок ґрунту №12 з Лисої гори доцільно розглядати окремо в межах рекреаційної групи. Ця територія поєднує риси умовно природного ландшафту, рекреаційного використання та складної історії антропогенного освоєння. Крім сучасного нерегульованого відвідування для Лисої

гори характерна історична мозаїчність використання, зокрема попереднє військове освоєння окремих ділянок. Тому окремі підвищені хімічні показники у цьому зразку не слід трактувати як характеристику всієї території. Вони радше відображають стан конкретної ділянки, де верхній шар ґрунту міг зазнавати локального побутового, рекреаційного або іншого поверхневого впливу.

Лісопаркові та умовно природні ділянки представлені зразками ґрунту №4, №5 і №9, №10. Зразок ґрунту №4 було відібрано на лісовій ділянці поблизу Лісової дороги, №5 – у парку біля лікарні на вул. Алішера Навої, №9 – у Голосіївському лісі, №10 – урочище Горбачиха. Ці місця важливі для порівняння з більш трансформованими міськими ґрунтами, оскільки вони зберегли більше ознак природного ґрунотворення. Водночас навіть ці ділянки не можна вважати повністю фоновими, оскільки вони розташовані в межах міста й зазнають рекреаційного, транспортного або локального механічного впливу. Особливо це стосується зразка №4, де на природні умови накладається вплив дороги, близького населеного пункту та періодичного порушення поверхні.

Окрему групу становлять ґрунти територій спеціального призначення, представлені зразками ґрунту №3 і №19. Зразок ґрунту №3 було відібрано на Лісовому кладовищі, №19 – на Байковому кладовищі. Такі території мають специфічний тип антропогенного використання, оскільки поєднують озеленення, тривале освоєння, механічне перемішування ґрунту, догляд за поверхнею, локальне ущільнення та нерівномірне накопичення органічної речовини. Ґрунти кладовищ займають проміжне положення між рекреаційними зеленими зонами та тривало антропогенно трансформованими ділянками. Саме тому їх доцільно аналізувати як окремий функціональний тип міського ґрунтового середовища, а не просто як різновид паркових або умовно природних ґрунтів.

Ґрунти промислових територій представлені зразком ґрунту №11, відібраним у промзоні Чернігівська та №13 – під мостом у районі Видубичів. Зразок ґрунту №13 має виразно техногенне походження, а його верхній шар формується в умовах постійного впливу міської інфраструктури. Місце відбору зразка ґрунту №11, попри розташування в межах промислового середовища, мало ознаки

окультуреного або частково озеленоного ґрунтового покриву. Це важливо для інтерпретації результатів, оскільки промислова територія в місті не завжди означає повністю деградований або оголений техногенний субстрат. Верхній шар таких ґрунтів може формуватися внаслідок поєднання техногенного впливу, самозаростання, благоустрою, підсипання ґрунтового матеріалу та локального накопичення органічних решток. Тому промислово трансформовані ґрунти також можуть мати певний потенціал для реалізації водорегулюючої та біотичної функцій, хоча їхній стан залишається залежним від характеру техногенного середовища.

Значна частина місць відбору зразків ґрунту знаходилася на територіях, природна основа яких пов'язана з піщаними, супіщаними або заплавними відкладами. Це особливо характерно для лівобережної частини Києва, заплавних і прибережних територій, а також окремих рекреаційних зон. Такі субстрати мають високу водопроникність, але часто нижчу водоутримуючу здатність і меншу буферність щодо хімічних впливів. У протилежність їм легкосуглинкові й середньосуглинкові зразки ґрунтів потенційно мають вищу здатність утримувати вологу, органічну речовину та водорозчинні сполуки. Проте в міських умовах гранулометричний склад не завжди прямо відображає природну основу території, оскільки поверхневий шар може бути насипним, перемішаним або штучно сформованим.

Особливе значення має поєднання природної основи з антропогенним перетворенням поверхневого шару. Наприклад, зразок ґрунту №18 з Позняків розташований у межах заплавної території, однак верхній горизонт у місці відбору мав ознаки будівельних домішок, тому цей зразок не можна трактувати як типовий заплашний ґрунт. Подібна ситуація характерна для багатьох міських ділянок: природна геоморфологічна позиція створює вихідні умови ґрунтоутворення, але фактичні властивості верхнього шару формуються під впливом насипання, благоустрою, перемішування та поточного використання території. Саме тому аналіз антропогенних ґрунтів Києва потребує врахування не тільки природної зони чи району міста, а й конкретного локального контексту місця відбору зразків.

Отже, досліджувані зразки ґрунту репрезентують не однорідний ґрунтовий покрив, а мозаїку антропогенних ґрунтів, сформованих у різних умовах урбанізованого середовища. Їхні властивості визначаються поєднанням природної основи, гранулометричного складу, рівня рекреаційного або транспортно-інфраструктурного навантаження, наявності техногенних карбонатних домішок, насипного матеріалу, догляду за зеленими насадженнями та історії використання території. Тому подальша оцінка екологічних функцій антропогенних ґрунтів має проводитися за функціональними групами міського середовища, тому що це дозволяє коректніше інтерпретувати мозаїчність отриманих результатів і пояснити відсутність простих лінійних залежностей між окремими показниками.

3.3. Характеристика санітарно-геохімічної функції антропогенних ґрунтів міста Києва

Санітарно-геохімічна функція ґрунту пов'язана зі здатністю ґрунтового матеріалу затримувати, трансформувати, нейтралізувати або, навпаки, переводити в рухомі форми різні хімічні сполуки. У межах міського середовища ця функція має особливе значення, оскільки антропогенні ґрунти безпосередньо взаємодіють із дорожнім пилом, атмосферними випадіннями, поверхневим стоком, протижеледними матеріалами, будівельними домішками, побутовими залишками та іншими джерелами урбаногенного впливу. У цьому дослідженні санітарно-геохімічний стан оцінювався за показниками рН, електропровідності водної витяжки, вмісту хлорид-іонів і якісної реакції на карбонати. Ці показники не дають повної характеристики забруднення ґрунтів, оскільки в роботі не проводилося визначення важких металів, нафтопродуктів або інших специфічних поллютантів. Проте вони дозволяють оцінити загальну спрямованість хімічного стану верхнього шару ґрунту та виявити ознаки кислотно-лужної, сольової й карбонатної трансформації.

Оцінка санітарно-геохімічної функції досліджуваних ґрунтів ґрунтується на уявленні про ґрунт як один із головних геохімічних бар'єрів урбанізованого середовища. У ландшафтно-геохімічному підході підкреслюється, що забруднюючі речовини, які надходять на поверхню ґрунту, значною мірою затримуються у верхньому горизонті, а характер їх акумуляції залежить від вмісту гумусу, мулистій фракції, кислотно-лужних умов, сорбційної здатності та інших властивостей ґрунтового матеріалу [4]. Тому показники рН, електропровідності, хлоридів, карбонатності та вмісту органічної речовини можуть розглядатися як непрямі індикатори санітарно-геохімічного стану антропогенних ґрунтів.

Одним із головних показників санітарно-геохімічного стану є реакція ґрунтового середовища. Значення рН впливає на рухомість хімічних елементів, доступність поживних речовин, активність мікроорганізмів, умови росту рослин і загальну буферність ґрунту. Реакція середовища, вміст органічної речовини, карбонатність і гранулометричний склад ґрунту належать до основних чинників, що контролюють поведінку хімічних елементів у системі «ґрунт – рослина» [25].

За результатами лабораторних визначень, які представлені в Додатку Б, значення рН досліджуваних зразків ґрунту змінювалися від 5,25 до 9,05, тобто охоплювали діапазон від кислої до різко лужної реакції середовища. Найнижчі значення рН були встановлені у зразках ґрунтів лісопаркових та умовно природних ділянок. Зразок ґрунту №4, відібраний на лісовій ділянці, мав рН 5,25; зразок ґрунту №5 з парку біля лікарні на вул. Алішера Навої – 5,35; зразок ґрунту №9 з Голосіївського лісу – 5,86. Такі значення є закономірними для ділянок із більш природним характером ґрунтотворення, особливо за умов піщаного або супіщаного складу, нижчої буферності й кращого промивного режиму. Відсутність реакції з HCl у цих зразках також підтверджує, що їхня кислотність не компенсується наявністю вільних карбонатів у поверхневому шарі.

Найвищі значення рН були характерні для зразків ґрунтів, пов'язаних із техногенно трансформованими або штучно сформованими ділянками. Зразок ґрунту №13, відібраний на Видубичах, мав рН 9,05; зразок ґрунту №7 з прибудинкової території житлової забудови на Васильківській – 8,60; зразок ґрунту

№1 з вул. Лісківської – 8,13. Саме ці зразки дали позитивну реакцію на карбонати. Такий збіг високих значень рН і карбонатності є одним із найвиразніших результатів дослідження, оскільки він свідчить про наявність у верхньому шарі ґрунтів вільних карбонатних сполук. Для антропогенних ґрунтів міста це може бути пов'язано з домішками будівельних матеріалів.

Особливо показовим є зразок ґрунту №13 з Видубичів. Його положення під мостом уже саме по собі вказує на формування ґрунтового матеріалу в умовах інженерно-техногенного впливу. Високе значення рН, позитивна реакція з HCl і підвищена електропровідність свідчать про наявність техногенно зміненого субстрату з карбонатним компонентом. Такий ґрунт може мати підвищену буферність щодо кислотних впливів, однак різко лужне середовище не слід автоматично оцінювати як позитивну ознаку. Надмірна лужність може змінювати умови існування ґрунтової біоти, обмежувати доступність окремих елементів для рослин і свідчити про порушення природної кислотно-лужної рівноваги поверхневого шару.

Електропровідність водної витяжки ґрунтів у досліджуваних зразках змінювалася від 6 до 178 мкСм/см. Цей показник відображає загальний вміст водорозчинних іонів у ґрунтовому розчині, тому в межах роботи він використовувався як індикатор відносної мінералізації поверхневого шару [21]. Найнижчі значення електропровідності були зафіксовані у зразках ґрунту №5, №4, №20, №15 і №18. Зразок ґрунту №5 з парку біля лікарні мав електропровідність 6 мкСм/см, зразок ґрунту №4 з лісової ділянки біля дороги – 8 мкСм/см, зразок ґрунту №20 з Оболонського парку – 12 мкСм/см, зразок ґрунту №15 з Ботанічного саду ім. акад. О. В. Фоміна – 16 мкСм/см, зразок ґрунту №18 з Позняків – 18 мкСм/см. Низькі значення електропровідності свідчать про незначний вміст водорозчинних солей у витяжці, що може бути пов'язано з легким гранулометричним складом, промивним режимом, меншою кількістю сольових домішок або локальними умовами конкретного місця відбору зразка ґрунту.

Найвища електропровідність була встановлена у зразку ґрунту №6, відібраному поблизу автомобільної дороги на Васильківській, – 178 мкСм/см.

Підвищені значення також мали зразок ґрунту №13 з Видубичів – 114 мкСм/см, зразок ґрунту №7 з прибудинкової території житлової забудови на Васильківській – 100 мкСм/см, зразок ґрунту №2 з вул. Олександри Екстер – 94 мкСм/см, зразок ґрунту №1 з вул. Лісківської – 92 мкСм/см, а також зразок ґрунту №16 біля Берестейського проспекту – 74 мкСм/см.

Отже, найвищі значення електропровідності переважно пов'язані з транспортно-інфраструктурними територіями, селітебними ділянками з газонним покриттям та техногенно трансформованими субстратами. Це дає підстави говорити не про сильне засолення, а про відносне підвищення вмісту водорозчинних іонів у ґрунтах, які зазнають впливу міської інфраструктури, благоустрою, дорожнього пилу або насипного матеріалу.

Зв'язок між електропровідністю та типом використання території не є абсолютно прямим, що типово для антропогенних ґрунтів. Наприклад, зразок ґрунту №18 з Позняків, попри наявність будівельних домішок у верхньому горизонті, мав низьку електропровідність – 18 мкСм/см. Це може пояснюватися супіщаним гранулометричним складом, промиванням водорозчинних сполук або тим, що будівельні включення не завжди безпосередньо підвищують мінералізацію водної витяжки. Натомість зразки ґрунту №1, №2 і №7 демонструють поєднання штучно сформованого або трансформованого газонного покриття з підвищеними значеннями електропровідності, що може бути наслідком підсипання ґрунтового матеріалу, догляду за зеленими насадженнями, локального накопичення солей або впливу прилеглої інфраструктури.

Вміст хлорид-іонів у досліджуваних зразках ґрунту змінювався від 0,03 до 0,35 мг/л. Порівняно з електропровідністю, цей показник мав менш чітку просторову закономірність. Найнижчі значення хлоридів були зафіксовані у зразках ґрунту №4 і №21 – 0,03 мг/л, а також у зразку ґрунту №8 – 0,045 мг/л. Низькі значення також мали зразки ґрунту №3 і №5 – 0,05 мг/л. У більшості інших місць концентрація перебувала в межах 0,06–0,15 мг/л. Найвище значення було встановлено у зразку ґрунту №12 з Лисої гори – 0,35 мг/л. Відносно підвищені значення також мали зразок ґрунту №16 біля Берестейського проспекту – 0,17 мг/л,

зразок ґрунту №2 з вул. Олександрі Екстер – 0,15 мг/л, зразок ґрунту №17 з Берестейського парку – 0,15 мг/л і зразок ґрунту №6 з Васильківської біля дороги – 0,15 мг/л.

Хлориди не продемонстрували прямої залежності лише від транспортно-інфраструктурного навантаження. Це важливо підкреслити, оскільки для міських ґрунтів характерне мікролокальне накопичення водорозчинних сполук. Їхній вміст може залежати від конкретного мікроположення місця відбору зразка ґрунту, поверхневого стоку, рекреаційного використання, побутового впливу, локального промивання, мікрорельєфу та випадкових джерел надходження. Крім того, хлорид-іони визначалися напівкількісним колориметричним методом, тому отримані значення доцільно використовувати для порівняння між зразками ґрунтів, але не як високоточну кількісну характеристику забруднення [22].

Зразок ґрунту №12 з Лисої гори є показовим прикладом такої мікролокальної неоднорідності. За своїм загальним положенням ця територія належить до рекреаційних і частково умовно природних ділянок, однак саме в цьому зразку було зафіксовано найвищий вміст хлорид-іонів. Це не слід трактувати як ознаку загального засолення Лисої гори. Більш імовірно, цей результат відображає стан конкретної мікроділянки, яка зазнає рекреаційного або побутового впливу. У межах міських зелених зон навіть локальні джерела надходження речовин можуть фіксуватися у верхньому шарі ґрунту, особливо якщо зразок відбирається з поверхневого горизонту.

Карбонатність була виявлена лише у трьох зразках ґрунтів: №1, №7 і №13. Усі вони одночасно характеризувалися лужною реакцією середовища. Зразок ґрунту №1 з вул. Лісківської мав рН 8,13 і позитивну реакцію з HCl; зразок ґрунту №7 з прибудинкової території житлової забудови на Васильківській – рН 8,60; зразок ґрунту №13 з Видубичів під мостом – рН 9,05. Така комбінація показників свідчить про наявність карбонатних домішок у верхньому шарі ґрунту. У природних умовах карбонатність може бути пов'язана з материнськими породами або ґрунтотворними процесами, однак у міському середовищі її часто слід розглядати як ознаку техногенного впливу.

Поєднання значень показників рН, електропровідності та карбонатності дозволяє виділити серед досліджуваних зразків ґрунтів групу техногенно-лужних ґрунтів. До неї належать насамперед зразки ґрунту №1, №7 і №13. Вони мають підвищені або високі значення рН, позитивну реакцію з HCl і, у більшості випадків, підвищену електропровідність. Ця група найчіткіше демонструє антропогенну зміну кислотно-лужного режиму. Такі ґрунти можуть виконувати буферну функцію щодо кислотних впливів, але водночас їхній стан є результатом порушення природної хімічної рівноваги поверхневого шару.

Іншу групу становлять кислі та слабкокислі ґрунти лісопаркових і умовно природних ділянок. До неї належать зразки ґрунту №4, №5 і №9, які мають нижчі значення рН і не реагують із хлоридною кислотою. Вони характеризуються відсутністю карбонатності та низькою або помірною електропровідністю. Їхній санітарно-геохімічний стан є ближчим до природного, хоча повністю фоновими ці зразки ґрунту вважати не можна через розташування в межах міста та наявність рекреаційного, транспортного або локального механічного впливу.

Третю групу можна визначити як нейтральні та близькі до нейтральних ґрунти рекреаційних територій, територій спеціального призначення, частини селітебних і промислових ділянок. До неї належить більшість зразків ґрунту, зокрема №3, №8, №10, №11, №14, №15, №17, №18, №19, №20, №21 і №22. Їхні значення рН переважно перебувають у межах від слабкокислих до нейтральних або слабколужних, а реакція на карбонати відсутня. Ці ґрунти не мають різко виражених ознак карбонатної техногенної трансформації, однак можуть відрізнятися за електропровідністю та вмістом хлоридів залежно від локальних умов.

Загалом отримані результати свідчать, що санітарно-геохімічна функція антропогенних ґрунтів Києва реалізується неоднаково в різних типах міського середовища. Найчіткіше антропогенна трансформація проявляється у зразках ґрунтів із лужною реакцією, позитивною реакцією на карбонати та підвищеною електропровідністю. Це насамперед техногенно трансформовані, селітебні та транспортно-інфраструктурні ділянки. Водночас лісопаркові й умовно природні

зразки ґрунтів відрізняються нижчими значеннями рН, відсутністю карбонатності та меншою електропровідністю. Хлориди не утворюють простої залежності від типу території, що підтверджує локальний характер їх накопичення у міському середовищі.

Таким чином, кислотно-лужний і сольовий стан досліджуваних ґрунтів визначається не лише природною основою території, а значною мірою поєднанням локальних урбаногенних чинників. Карбонатні домішки, дорожній пил, насипні субстрати, рекреаційне використання, благоустрій і поверхневий стік формують складну просторову мозаїку, у межах якої навіть близькі за загальним типом ділянки можуть істотно відрізнятися за фізико-хімічними властивостями. Це підтверджує, що антропогенні ґрунти міста Києва слід розглядати як неоднорідні ґрунтові тіла, санітарно-геохімічна функція яких залежить від конкретного локального контексту формування поверхневого шару.

3.4. Характеристика водорегулюючої, повітряно-газової та біотичної функцій антропогенних ґрунтів міста Києва

Водорегулююча, повітряно-газова та біотична функції ґрунту тісно пов'язані між собою, оскільки всі вони залежать від фізичного стану ґрунтового матеріалу, його гранулометричного складу, вмісту органічної речовини, реакції середовища та ступеня антропогенного перетворення. У міських умовах ці функції мають особливе значення, адже ґрунти не тільки забезпечують умови для росту рослин, а й беруть участь у регулюванні поверхневого стоку, інфільтрації атмосферних опадів, газообміні між ґрунтом і атмосферою, підтриманні ґрунтової біоти та загальному функціонуванні зелених зон міста [5]. У межах цього дослідження зазначені функції оцінювалися індикаторно, тобто не через пряме вимірювання водопроникності, щільності складення або біологічної активності, а на основі гранулометричного складу, втрат маси при прожарюванні, рН, електропровідності та якісних ознак карбонатності ґрунтів.

Гранулометричний склад є одним із головних чинників, що визначає водний режим ґрунту. Легкі за гранулометричним складом ґрунти, зокрема піски та супіски, мають високу водопроникність і здатні швидко пропускати атмосферні опади вглиб профілю. Водночас їхня водоутримуюча здатність є нижчою, тому такі ґрунти швидше пересихають і гірше утримують поживні речовини. Суглинкові ґрунти, особливо легкі та середні суглинки, зазвичай мають більш збалансоване співвідношення водопроникності й вологоємності, тому потенційно краще виконують водорегулюючу функцію. У міському середовищі ця закономірність ускладнюється насипанням і перемішуванням субстратів, однак гранулометричний склад залишається базовим індикатором потенційного водного режиму.

Відповідно до узагальнених лабораторних даних, представлених у додатку Б, серед досліджуваних зразків ґрунтів піщаний гранулометричний склад був встановлений у зразках ґрунту №3, №4 і №5. Зразок ґрунту №4 з лісової ділянки біля дороги та зразок ґрунту №5 з парку біля лікарні характеризуються кислою реакцією середовища, низькою електропровідністю та невисокими втратами маси при прожарюванні. Для таких ґрунтів можна припустити добру інфільтраційну здатність, але обмежену водоутримуючу функцію. Зразок ґрунту №3 з Лісового кладовища також має піщаний гранулометричний склад, однак відрізняється більш нейтральною реакцією середовища та дещо вищими втратами при прожарюванні, що може бути пов'язано зі специфікою тривалого антропогенного використання території спеціального призначення. Загалом піщані зразки є прикладом ґрунтів, у яких водний режим формується переважно за рахунок високої проникності, але їхня здатність утримувати вологу та забезпечувати стабільні умови для біоти є обмеженою.

Супіщані зразки ґрунту становлять значну частину вибірки й представлені як рекреаційними, так і селітебними та транспортно-інфраструктурними територіями. До них належать зразки ґрунту №1, №2, №10, №14, №16, №18, №22 і №8. Ця група є дуже неоднорідною. Наприклад, зразок ґрунту №18 з Позняків має дуже низькі втрати при прожарюванні – 1,28 %, що вказує на слабкий розвиток органічної складової поверхневого шару. За супіщаного гранулометричного складу це означає

обмежену водоутримуючу та біотичну функцію, попри те, що електропровідність у цьому зразку ґрунту невисока. Подібно зразок ґрунту №22 з Оболонського проспекту має невисокий вміст органічної речовини – 2,57 %, тому його функціональний потенціал також є обмеженим, особливо з погляду підтримання біоти й накопичення вологи.

Водночас частина супіщаних зразків ґрунту має значно вищі втрати при прожарюванні, що частково компенсує обмеження легкого гранулометричного складу. Найпоказовішим є зразок ґрунту №2 з вул. Олександри Екстер, де втрати при прожарюванні становили 13,98 %. Це найвище значення серед усіх досліджуваних зразків. Проте в умовах штучно сформованого газонного покриття цей показник не слід прямо ототожнювати з природним гумусовим станом. Ймовірніше, високі втрати маси при прожарюванні відображають наявність органічних домішок газонного субстрату, кореневих решток, торф'янистих або компостних компонентів. Такий ґрунт потенційно може краще утримувати вологу, ніж звичайний супіщаний субстрат, але його властивості мають антропогенне, а не природно сформоване походження.

Достатньо високі втрати при прожарюванні були також зафіксовані у зразку ґрунту №8 з ВДНГ – 9,62 %, зразку ґрунту №10 з урочища Горбачиха – 6,06 % та зразку ґрунту №6 з Васильківської біля дороги – 6,33 %. Це свідчить, що навіть легкі за гранулометричним складом ґрунти можуть мати помітний функціональний потенціал за умови наявності органічної речовини. Органічна речовина сприяє формуванню агрегатності, підвищує вологоємність, покращує умови живлення рослин і створює субстрат для ґрунтової біоти. Водночас для міських антропогенних ґрунтів цей показник потрібно трактувати обережно, оскільки втрати при прожарюванні можуть включати не лише стабільні гумусові речовини, а й свіжі рослинні рештки, корені, органічні домішки газонних субстратів та інші компоненти антропогенного походження.

Легкосуглинкові та середньосуглинкові зразки ґрунтів загалом мають кращі передумови для реалізації водорегулюючої функції, оскільки вони здатні краще утримувати вологу порівняно з пісками й супісками. До легких суглинків належать

зразки ґрунту №7, №11, №13, №17, №21 і №6, а до середніх суглинків – зразки ґрунту №9, №12, №19 і №20. Серед них особливо виділяються зразки ґрунту №21 з вул. Героїв Полку Азов, №11 з промзони Чернігівська та №12 з Лисої гори, де втрати при прожарюванні становили відповідно 12,26 %, 10,58 % і 9,11 %. За поєднанням суглинкового гранулометричного складу та високого вмісту органічної речовини ці зразки мають високий потенціал для утримання вологи, підтримання рослинності й розвитку ґрунтової біоти.

Зразок ґрунту №11 з промзони Чернігівська є показовим прикладом того, що промислова територія в межах міста не завжди має функціонально «мертвий» ґрунтовий покрив. Попри розташування в промисловій зоні, цей зразок ґрунту мав легкосуглинковий склад, близьку до нейтральної реакцію середовища та високі втрати при прожарюванні – 10,58 %. Таке поєднання показників свідчить про наявність певного біотичного й водорегулюючого потенціалу. Це не скасовує антропогенної трансформації території, але показує, що функціональний стан міського ґрунту не визначається лише формальним типом землекористування. Важливе значення має конкретний стан поверхневого шару, ступінь озеленення, накопичення органічних решток і локальні умови догляду або самозаростання.

Зразок ґрунту №21 з вул. Героїв Полку Азов також має високий потенціал з погляду водорегулюючої та біотичної функцій. Його легкосуглинковий гранулометричний склад поєднується з високими втратами при прожарюванні – 12,26 %, нейтральною або близькою до нейтральної реакцією середовища та низьким вмістом хлорид-іонів. Це створює відносно сприятливі умови для утримання вологи й розвитку рослинності. Водночас, оскільки зразок ґрунту відібрано в межах газонного покриття селітебної території, його органічна складова може бути пов'язана з антропогенним формуванням або доглядом за поверхневим шаром, а не лише з природним процесом гумусоутворення.

Зразок ґрунту №12 з Лисої гори має середньосуглинковий гранулометричний склад і високі втрати при прожарюванні – 9,11 %, що вказує на добрий потенціал водоутримання та підтримання біоти. Його рН є близьким до нейтрального, що загалом сприятливо для більшості ґрунтових організмів і рослин. Тому

функціонально цей ґрунт можна оцінити як такий, що має добрі природно-фізичні передумови, але водночас фіксує вплив рекреаційного або іншого поверхневого навантаження.

Повітряно-газова функція ґрунту визначається здатністю ґрунтового матеріалу забезпечувати газообмін між ґрунтовим повітрям і атмосферою, підтримувати надходження кисню до кореневих систем і ґрунтової біоти, а також виведення вуглекислого газу, що утворюється внаслідок дихання коренів і мікроорганізмів. Найкращі умови для газообміну потенційно мають піщані та супіщані зразки ґрунтів, однак за низького вмісту органічної речовини вони не завжди є сприятливими для біоти. Суглинкові зразки ґрунтів краще утримують вологу й органічну речовину, проте в міських умовах можуть втрачати аераційні властивості через ущільнення, витоптування або техногенне перемішування.

Найбільш проблемними з погляду поєднання водорегулювальної, повітряно-газової та біотичної функцій є зразки ґрунтів з низьким вмістом органічної речовини, легким гранулометричним складом або різко зміненою реакцією середовища. До таких належать зразок ґрунту №18 з Позняків, зразок ґрунту №7 з прибудинкової території на Васильківській, зразок ґрунту №4 з лісової ділянки біля Лісової дороги, зразок ґрунту №22 з Оболонського проспекту та частково зразок ґрунту №5 з парку біля лікарні. У зразку ґрунту №18 низькі втрати при прожарюванні поєднуються із супіщаним гранулометричним складом і наявністю будівельних домішок, що свідчить про слабо розвинений органічний компонент поверхневого шару. У зразку ґрунту №7, попри легкосуглинковий гранулометричний склад, дуже низькі втрати при прожарюванні поєднуються з лужною реакцією та карбонатністю, що вказує на техногенну зміну ґрунтового середовища. Зразки ґрунту №4 і №5 мають кислу реакцію та легкий гранулометричний склад, тому їхня біотична функція може обмежуватися нестачею вологи й органічної речовини.

Оцінюючи досліджувані ґрунти як середовище існування біоти, слід враховувати, що найбільш сприятливими є зразки ґрунту з близькою до нейтральної реакцією середовища, достатнім вмістом органічної речовини,

помірною електропровідністю та гранулометричним складом, який не обмежує водоутримання й аерацію. За цими ознаками кращі умови мають зразки ґрунту №11, №12, №15, №20, №21, частково №8, №9 і №10. Вони поєднують нейтральну або слабкокислу реакцію, середній або підвищений вміст органічної речовини та гранулометричний склад, що забезпечує відносно збалансовані умови водного й повітряного режиму. Саме такі ґрунти мають вищий потенціал для підтримання рослинності, ґрунтових безхребетних і мікробіоти.

Менш сприятливими як середовище існування біоти є зразки ґрунтів з різко кислою або різко лужною реакцією, низьким вмістом органічної речовини, високою електропровідністю або техногенними домішками. Зразки ґрунту №1, №7 і №13 мають ознаки техногенної карбонатної трансформації та лужну реакцію середовища. Це може підвищувати їхню буферність щодо кислотних впливів, але водночас створювати специфічні умови для біоти й рослинності. Зразки ґрунту №4, №5 і №18 обмежені переважно фізичними чинниками: легким гранулометричним складом, низькою водоутримуючою здатністю та невисоким вмістом органічної речовини. Отже, обмеження біотичної функції в різних групах ґрунтів мають різну природу: у техногенно-лужних зразках ґрунтів вони пов'язані з хімічною трансформацією, а в піщаних і слабоорганічних – із фізичними властивостями субстрату.

Загалом результати дослідження показують, що водорегулююча, повітряно-газова та біотична функції антропогенних ґрунтів Києва мають виразно мозаїчний характер. Найвищий функціональний потенціал мають зразки ґрунтів, де поєднуються суглинковий або близький до нього гранулометричний склад, достатній вміст органічної речовини та близька до нейтральної реакція середовища. Обмежений функціональний потенціал характерний для піщаних і супіщаних зразків ґрунтів із низькими втратами при прожарюванні, а також для техногенно-лужних ґрунтів із карбонатними домішками. Водночас навіть у межах однієї функціональної групи міських територій ґрунти можуть істотно відрізнятися за своїми властивостями, що підтверджує необхідність аналізу не лише типу землекористування, а й конкретного стану поверхневого шару. У міському

середовищі високий вміст органічної речовини може бути результатом як природного накопичення рослинних решток, так і штучного формування газонного субстрату, нейтральна реакція може поєднуватися з різним рівнем антропогенного впливу, а піщаний природний субстрат може мати гіршу водоутримуючу здатність, ніж окультурений суглинковий урбанозем. Саме тому екологічні функції антропогенних ґрунтів Києва слід розглядати як результат поєднання природної основи, гранулометричного складу, органічної речовини, хімічного стану та локального урбаногенного навантаження.

3.5. Функціонально-індикаторний підхід як основа визначення загальної оцінки екологічних функцій антропогенних ґрунтів міста Києва

Узагальнення результатів дослідження дозволяє розглядати антропогенні ґрунти Києва як систему локальних ґрунтів, у яких екологічні функції формуються через поєднання природної основи та конкретного урбаногенного впливу.

На основі отриманих даних можна виділити кілька функціональних типів досліджуваних ґрунтів. Перший тип становлять ґрунти зі збалансованим функціональним потенціалом, для яких характерне поєднання близької до нейтральної реакції середовища, достатнього вмісту органічної речовини, помірної електропровідності та гранулометричного складу, здатного забезпечувати відносно стійкий водний і повітряний режим. До цього типу належать зразки ґрунту №11, №12, №15, №20, №21, частково №8, №9 і №10. Їхня спільна риса полягає не в однаковому типі території, а у сприятливому поєднанні властивостей поверхневого шару. Функціонально близькими можуть виявлятися ґрунти різних міських середовищ – рекреаційних, лісопаркових, селітебних і навіть промислово трансформованих, якщо їхній поверхневий шар має достатню органічну складову та не демонструє різко вираженої хімічної трансформації.

Другий тип можна визначити як піщано-промивний, або ґрунти з високою водопроникністю, але обмеженою водоутримуючою й біотичною функцією. До

нього належать зразки ґрунту №4, №5, №18, №22 і частково №3. Для цих зразків ґрунтів характерні легкий гранулометричний склад, невисокі втрати маси при прожарюванні та, у більшості випадків, низька електропровідність. Такі ґрунти не демонструють вираженого сольового навантаження, однак їхня функціональна проблема полягає в іншому: вони слабше утримують вологу й органічну речовину. Отже, низькі значення електропровідності або відсутність карбонатності не завжди означають високий екологічний потенціал. Для міського середовища це важливий висновок, оскільки фізичні властивості субстрату можуть обмежувати екологічні функції не менше, ніж хімічне забруднення.

Третій тип становлять техногенно-лужні ґрунти з карбонатною трансформацією поверхневого шару. До нього належать зразки ґрунту №1, №7 і №13. Їх об'єднує поєднання підвищеного або високого рН із позитивною реакцією на карбонати. Саме ця комбінація є найбільш чітким діагностичним сигналом техногенного впливу в межах дослідження. Карбонатність у цих зразках пов'язана не стільки з природними процесами ґрунтоутворення, скільки з домішками будівельного матеріалу, цементного пилу, бетону, вапнякового щебеню або насипного субстрату. Такі ґрунти мають специфічний тип санітарно-геохімічної функції: вони здатні буферизувати кислотні впливи, але сама ця буферність є наслідком антропогенної зміни хімічного складу поверхневого шару. Тому лужна реакція в міських ґрунтах не може автоматично розглядатися як сприятлива ознака; її потрібно оцінювати разом із походженням карбонатного матеріалу та загальним контекстом ділянки.

Четвертий тип представлений ґрунтами з локальними ознаками підвищеного вмісту легкорозчинних солей або поверхневого антропогенного впливу. До нього належать зразки ґрунту №6, №12, №16, №17 і частково №2. Для цих зразків ґрунтів характерне підвищення електропровідності або вмісту хлорид-іонів, однак ці показники не утворюють простої залежності від одного чинника, наприклад лише від близькості до дороги. Зразок ґрунту №6 демонструє типовий вплив транспортно-інфраструктурної території через найвищу електропровідність, тоді як зразок ґрунту №12 з Лисої гори показує інший механізм – локальне накопичення

хлоридів у межах рекреаційної ділянки. Це підтверджує, що у міських ґрунтах сольові показники можуть бути пов'язані як із транспортом, так і з рекреаційним, побутовим або іншим локальним поверхневим впливом.

Важливим результатом дослідження є виявлення функціональної неоднозначності антропогенних ґрунтів. Один і той самий показник у різних умовах може мати різне екологічне значення. Високий вміст органічної речовини підвищує водоутримуючий і біотичний потенціал, але в міському середовищі він не завжди свідчить про природний гумусовий стан, оскільки може бути пов'язаний із газонним субстратом, рослинними рештками або проведеним благоустроєм. Низька електропровідність може вказувати на слабе накопичення водорозчинних солей, але не гарантує високої функціональності, якщо ґрунт піщаний і бідний на органічну речовину. Лужна реакція може підвищувати кислотну буферність, але у разі техногенного походження карбонатів вона водночас фіксує порушення природної хімічної рівноваги.

Отримані результати дозволяють запропонувати для досліджуваних ґрунтів Києва функціонально-індикаторний підхід до оцінки їх екологічних функцій. Його суть полягає в тому, що кожен зразок ґрунту оцінюється за поєднанням кількох індикаторів. Гранулометричний склад і втрати при прожарюванні найкраще відображають водорегулюючий та біотичний потенціал; рН і карбонатність – напрям кислотно-лужної трансформації; електропровідність і хлориди – локальне накопичення водорозчинних іонів. У такому підході на перший план виходить не пошук одного універсального критерію якості ґрунту, а визначення функціонального профілю конкретного міського ґрунтового тіла.

Практична новизна отриманих результатів полягає в тому, що для різних типів міського середовища Києва було показано різні механізми формування екологічних функцій верхнього шару ґрунту. Для лісопаркових і піщаних ділянок визначальним чинником є гранулометричний склад і низька водоутримуюча здатність ґрунтів. Для техногенно трансформованих ділянок ключовим є карбонатно-лужна рівновага, пов'язана із будівельними або насипними матеріалами. Для рекреаційних територій важливим виявляється мікролокальний

характер накопичення окремих водорозчинних сполук. Для газонних покриттів селітебних територій значну роль відіграє органічна складова, яка може формувати відносно високий потенціал підтримання рослинності навіть у штучно створених субстратах.

РОЗДІЛ 4. ШЛЯХИ ЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ВІДНОВЛЕННЯ АНТРОПОГЕННИХ ҐРУНТІВ МІСТА КИЄВА

4.1. Основні напрями покращення стану антропогенних ґрунтів міста Києва

Покращення стану антропогенних ґрунтів Києва має ґрунтуватися на оцінці їхньої фактичної функціональної спроможності. Основним завданням є не відтворення природного профілю, а визначення того, які екологічні функції конкретна ділянка ще здатна виконувати і які властивості обмежують цю здатність. Для міста найбільше значення мають водорегулююча, біопродукційна, сорбційно-буферна, санітарно-захисна, кліматорегулююча та рекреаційна функції ґрунтів [5; 8].

Результати проведеного дослідження показали, що антропогенні ґрунти Києва істотно відрізняються за ступенем антропогенного перетворення. У досліджених місцях і відібраних зразках ґрунту виявлено відмінності у морфологічному стані верхнього шару, наявності антропогенних включень, реакції середовища, органічній складовій, характері рослинного покриву та зв'язку ґрунту з функціональним використанням території. Частина з них зберігає здатність підтримувати рослинність і брати участь у водообміні, тоді як інші потребують суттєвого втручання через значне механічне або техногенне порушення. Отже, покращення їхнього стану має починатися з діагностики, а не з однакових благоустроєвих рішень для всіх ділянок [1; 26].

Першим загальним напрямом є збереження ґрунту як активного компонента міської екосистеми. Для Києва це означає, що відкриті ґрунтові поверхні не повинні розглядатися лише як резерв під забудову, дорожнє покриття або декоративне озеленення. Навіть порушений міський ґрунт може виконувати частину екологічних функцій, якщо він не ізольований від атмосфери, опадів, рослинності та біологічних процесів. За результатами дослідження найбільший потенціал мають ті ділянки, де зберігається зв'язок між ґрунтовим шаром і рослинним покривом. Тому одним із базових підходів має бути збереження функціонально

активних відкритих поверхонь, особливо у житлових масивах, зелених зонах, рекреаційних просторах і на територіях, де ґрунт бере участь у регулюванні поверхневого стоку [5; 27].

Другим напрямом є оцінка ступеня фізичного пошкодження ґрунтового шару. У досліджених зразках і польових описах важливе значення мають ознаки ущільнення, перемішування, порушення структури та неоднорідності верхнього шару. Такі властивості прямо обмежують водопроникність, повітряний режим, розвиток кореневих систем і біологічну активність. Це особливо характерно для територій з інтенсивним рухом людей, рекреаційним навантаженням, транспортним впливом і попередніми земляними роботами. Тому під час оцінювання антропогенних ґрунтів потрібно враховувати фізичний стан субстрату, оскільки саме він часто визначає, чи може ділянка підтримувати стабільний рослинний покрив і виконувати водорегулюючу функцію [5; 7].

Третім напрямом є врахування органічної речовини як показника функціональності ґрунту. У межах проведеного дослідження встановлено, що органічна складова в різних місцях є неоднорідною, що пов'язано з типом території, ступенем антропогенного перетворення та характером рослинності. Для міських ґрунтів органічна речовина має значення як чинник стійкості ґрунтового середовища. Вона впливає на структуру, вологоємність, біологічну активність і здатність ґрунту протистояти подальшій деградації. Тому ділянки з недостатньо сформованим або нестабільним гумусовим горизонтом мають розглядатися як пріоритетні для подальшого покращення, особливо якщо вони виконують рекреаційну, озеленувальну або санітарно-захисну функцію [1; 7].

Четвертим напрямом є оцінка хімічної реакції середовища в контексті походження ґрунтового матеріалу. Результати визначення реакції середовища мають використовуватися не ізольовано, а разом із морфологічним описом і характеристикою ділянки. Якщо ґрунт має ознаки техногенного перемішування або містить будівельні включення, його хімічні властивості можуть суттєво відрізнятися від очікуваних для природних ґрунтів відповідної частини Києва. Це

важливо для подальшого підбору способів покращення та оцінки придатності ділянки для озеленення [8; 26].

П'ятим напрямом є виділення територій потенційного екологічного ризику. Результати проведеного дослідження не дають підстав прямо оцінювати рівень забруднення важкими металами, нафтопродуктами чи іншими специфічними політантами, оскільки ці показники не визначалися. Проте морфологічні ознаки, наявність антропогенних включень і функціональне положення окремих місць відбору зразків ґрунту дозволяють встановити ділянки, де подальший контроль є доцільним. Насамперед це промислові території, придорожні смуги, ділянки з техногенним субстратом, пустирі та території з ознаками будівельного або іншого механічного пошкодження. Для таких ґрунтів важливо не робити необґрунтованих висновків про забруднення, але фіксувати необхідність розширеного моніторингу [27; 28].

Шостим напрямом є зональний підхід до управління антропогенними ґрунтами. Проведене дослідження показує, що різні функціональні зони Києва мають різний набір ґрунтово-екологічних проблем. Для промислових і транспортних територій головним є контроль техногенного впливу та потенційної небезпеки забруднення. Для рекреаційних зон важливішим є збереження фізичної якості верхнього шару і рослинного покриву. Для житлових територій актуальним є поєднання озеленення, відкритого ґрунту та зменшення локального механічного навантаження. Для кладовищ, насипних і наливних ділянок потрібно враховувати специфічне походження та режим використання ґрунтового матеріалу. Такий підхід дозволяє перейти від загальних природоохоронних тверджень до просторово диференційованого управління ґрунтовим покривом міста [1; 8].

Окреме значення має включення результатів подібних досліджень до системи міського моніторингу довкілля. Навіть базовий набір показників, використаний у роботі, дає змогу виявити відмінності між ділянками та встановити першочергові проблеми. Морфологічний опис, реакція середовища, органічна речовина, наявність антропогенних домішок, стан рослинності та характер землекористування можуть бути основою для початкової оцінки стану

антропогенних ґрунтів. Надалі таку систему доцільно доповнювати показниками щільності, гранулометричного складу, вмісту важких металів, нафтопродуктів та інших забруднювачів для ділянок підвищеного ризику. Це дозволить не лише описувати стан окремих точок, а й формувати базу для прийняття рішень у сфері міського планування, озеленення та охорони ґрунтів [27; 28].

Таким чином, основні напрями покращення стану антропогенних ґрунтів Києва мають визначатися через поєднання загальних принципів охорони міських ґрунтів і результатів конкретного польового та лабораторного дослідження. Найважливішими є збереження функціонально активного ґрунтового покриву, оцінка фізичного порушення, врахування органічної речовини та реакції середовища, виділення територій потенційного ризику, зональний підхід і впровадження моніторингу. Така логіка дозволяє обґрунтувати подальший вибір природоорієнтованих і технічних заходів відновлення антропогенних ґрунтів, які мають застосовуватися відповідно до фактичного стану конкретної ділянки.

4.2. Природоорієнтовані та технічні заходи відновлення антропогенних ґрунтів міста Києва

Відновлення антропогенних ґрунтів Києва має поєднувати природоорієнтовані та технічні заходи, оскільки в міських умовах простого озеленення часто недостатньо. Якщо верхній шар ущільнений, перемішаний, містить будівельні домішки або сформований на насипному субстраті, рослинність не зможе повноцінно стабілізувати ділянку без попереднього покращення ґрунтового середовища. Водночас суто технічне втручання без подальшого формування рослинного покриву також не дає стійкого результату. Тому найбільш доцільним є поєднання покращення фізичного стану верхнього шару, збагачення його органічною речовиною, стабілізації поверхні рослинністю та подальшого контролю стану ділянки [5; 7].

Для ділянок, де під час дослідження були виявлені ознаки ущільнення або порушення верхнього шару, першочерговим технічним заходом є зменшення ущільнення ґрунту шляхом механічного розпушування або аерації. Це особливо актуально для вибитих газонів, рекреаційних зон, дворів житлової забудови, придорожніх смуг і територій, де спостерігається інтенсивний пішохідний або транспортний вплив. Поліпшення фізичного стану верхнього шару сприяє кращому проникненню води, посиленню повітрообміну, розвитку кореневих систем і підвищенню біологічної активності. Проте такий захід не може бути ефективним сам по собі, якщо не змінити режим використання території. Якщо після механічного розпушування ділянка знову буде використовуватися як стихійна стежка, місце паркування або зона постійного вибиття, ґрунт швидко повернеться до деградованого стану.

Після покращення фізичного стану верхнього шару необхідно стабілізувати поверхню рослинним покривом. Для рекреаційних і житлових територій доцільним є не лише повторне засівання стандартної газонної трави, а формування стійкішого трав'яного покриву з видів, здатних витримувати міське навантаження, періодичне пересихання та механічний вплив. На ділянках із помірним рекреаційним навантаженням ефективнішими можуть бути лучні або різнотравні газони, які мають глибшу кореневу систему, краще закріплюють поверхню і потребують менш інтенсивного догляду. У місцях постійного руху людей доцільніше не щороку відновлювати траву на одній і тій самій вибитій смузі, а впорядкувати пішохідний рух через облаштування доріжки, залишивши поруч стабільний зелений покрив.

Для ґрунтів, у яких зафіксовано низький або нестабільний вміст органічної речовини, основним заходом має бути збагачення верхнього шару органічними матеріалами. У міських умовах це може здійснюватися через внесення якісного компосту, мульчування пристовбурних кіл, використання подрібненої деревної тріски, часткове залишення листяного опаду в парках і скверах, а також створення шару органічної мульчі на оголених або пересушених ділянках. Органічна речовина покращує структуру ґрунту, підвищує його вологоємність, активізує

мікробіологічні процеси і частково компенсує слабку сформованість ґрунтового профілю на насипних або перемішаних субстратах [1; 7]. Особливо актуальним цей захід є для дворів житлової забудови, молодих зелених насаджень, придорожніх смуг і техногенно змінених ділянок, де рослинність часто росте на збідненому або штучно сформованому субстраті.

На ділянках із будівельними домішками необхідне попереднє впорядкування верхнього шару. Якщо домішки є поодинокими і не створюють значного фізичного бар'єра, достатньо вилучення грубих фрагментів, досипання придатного ґрунтового матеріалу і стабілізації поверхні рослинністю. Якщо ж верхній шар містить значну кількість техногенного матеріалу, доцільним є часткове зняття, просіювання або заміна верхніх 0–20 см на більш придатну ґрунтову суміш. Для насипних територій повна заміна ґрунту не завжди є реалістичною, тому практичнішим є створення функціонального верхнього шару, здатного забезпечити водопроникність, розвиток коренів і накопичення органічної речовини.

Реакція середовища, визначена у досліджених зразках ґрунтів, також має враховуватися під час вибору відновлювальних заходів. Для міських ґрунтів характерним є зміщення рН у нейтральний або лужний бік через будівельний пил, уламки бетону, карбонатні включення та насипні матеріали. У таких умовах недоцільно застосовувати вапнування або інші хімічні прийоми без попередньої оцінки фактичного стану ґрунту. На ділянках із лужною або близькою до лужної реакцією краще підбирати рослини, стійкі до таких умов, а за потреби – покращувати субстрат органічною речовиною, яка поступово стабілізує водно-повітряний і біологічний режим. Якщо ж реакція середовища є близькою до оптимальної для більшості декоративних і газонних рослин, головну увагу варто приділяти не хімічній меліорації, а фізичному стану ґрунту, органічній речовині та режиму використання території [8; 26].

Для промислових і транспортно навантажених ділянок важливим природоорієнтованим заходом є фітостабілізація. Її суть полягає не в повному очищенні ґрунту рослинами, а в закріпленні поверхні, зменшенні пилового перенесення, обмеженні прямого контакту людини з потенційно забрудненим

субстратом і зниженні ризику поширення полютантів. Для цього доцільно використовувати щільний трав'яний покрив, чагарники, дерева та багаторічні рослини, стійкі до міських умов. Оскільки в межах цього дослідження ці показники не визначалися, для промислових і придорожніх точок доцільно говорити саме про потребу подальшого контролю, а не про встановлений факт хімічного забруднення [27; 28].

Для територій із підвищеним поверхневим стоком доцільним є використання природоорієнтованих водорегулюючих рішень. До них належать дощові сади, біодренажні смуги, локальні пониження рельєфу для тимчасового затримання опадів, озеленені канами, проникні покриття та інфільтраційні зони. Такі елементи особливо важливі в умовах щільної забудови, де значна частина поверхні є непроникною. Для Києва це має практичне значення, оскільки відкриті ґрунтові ділянки можуть зменшувати поверхневий стік, частково затримувати воду після злив і знижувати навантаження на міську дренажну систему. На антропогенних ґрунтах такі рішення потрібно застосовувати обережно: якщо субстрат сильно ущільнений або містить багато будівельних домішок, перед створенням інфільтраційної ділянки необхідне покращення фізичного стану верхнього шару, внесення структурного матеріалу та перевірка водопроникності [5; 27].

На рекреаційних територіях основним завданням є поєднання відновлення ґрунту з регулюванням навантаження. Для парків, скверів і зон відпочинку характерними є витоптування, локальне оголення поверхні, ущільнення та порушення трав'яного покриву. У таких умовах ефективними є аерація дернини, підсівання стійких трав, мульчування оголених ділянок, облаштування доріжок у місцях постійного руху, обмеження доступу до найбільш деградованих фрагментів на період відновлення та використання захисних покриттів навколо дерев. Якщо рекреаційна ділянка має відносно високий вміст органічної речовини, основним завданням є збереження існуючого потенціалу шляхом зменшення ущільнення і підтримання рослинного покриву.

Для житлових територій найважливішими є локальні заходи, які можна реалізувати без масштабної рекультивації. До них належать заборона паркування

на газонах, відновлення пристовбурних кіл дерев, заміна мертвого ущільненого шару біля під'їздів на структурний субстрат, мульчування, підсівання трав, створення невеликих квітників або кущових груп замість витоптаних ділянок. У дворах Києва проблема часто полягає не у повній втраті ґрунту, а в його постійному локальному руйнуванні. Тому ефективнішими є невеликі, але системні втручання: фізичний захист відкритого ґрунту, правильний водовідвід, догляд за зеленими насадженнями і поступове покращення верхнього шару.

Для кладовищ основним принципом має бути мінімізація механічного порушення і підтримання стабільного рослинного покриву. Такі території мають специфічний характер використання, тому заходи мають бути обережними і не повинні передбачати глибокого перемішування ґрунту без потреби. Доцільними є підтримання трав'яного покриву, висадження рослин із добре розвиненою кореневою системою, запобігання ерозії на схилах, локальне мульчування оголених ділянок і контроль засмічення. Якщо у зразках із таких територій спостерігаються ознаки порушення верхнього шару або зміна реакції середовища, втручання має бути спрямоване насамперед на стабілізацію поверхні, а не на радикальну заміну ґрунтового матеріалу.

Для насипних і наливних територій головним технічним завданням є створення придатного верхнього ґрунтового шару. На таких ділянках природний профіль часто відсутній або слабо виражений, тому класичне відновлення природного ґрунту є малореалістичним. Практично доцільніше формувати штучний функціональний шар із достатньою водопроникністю, помірною щільністю, органічною речовиною та придатною реакцією середовища. Для цього можна використовувати суміші мінерального ґрунтового матеріалу з компостом, структурні субстрати для дерев, мульчування і поетапне закріплення поверхні рослинністю. Якщо субстрат піщаний або бідний на органічну речовину, особливо важливим є підвищення вологоутримуючої здатності й формування стійкого рослинного покриву [1; 27].

Таким чином, природоорієнтовані та технічні заходи мають застосовуватися як взаємопов'язана система. Технічні дії – механічне розпушування, аерація,

вилучення грубих домішок, заміна або поліпшення верхнього шару, облаштування дренажу чи проникних покриттів – створюють фізичні умови для відновлення ґрунту. Природоорієнтовані рішення – фітостабілізація, мульчування, внесення органічної речовини, формування трав'яного, чагарникового й деревного покриву, дощові сади та зелені смуги – забезпечують довготривалу стабілізацію поверхні і поступове повернення основних екологічних функцій ґрунтів. Для Києва найбільш перспективним є саме поєднання цих підходів відповідно до типу території та результатів проведеного дослідження.

4.3. Практичні рекомендації щодо охорони антропогенних ґрунтів міста Києва

Практичні рекомендації щодо охорони антропогенних ґрунтів Києва мають ґрунтуватися на тому, що ці ґрунти є частиною природно-техногенної системи міста. Результати проведеного дослідження показали, що навіть у межах обмеженої кількості місць відбору зразків ґрунти суттєво відрізняються за морфологічним станом, реакцією середовища, органічною складовою, наявністю антропогенних включень і зв'язком із функціональним використанням території. Тому охорона таких ґрунтів не може зводитися лише до загального озеленення або благоустрою. Вона має включати облік, оцінювання, просторову диференціацію, контроль стану та врахування ґрунтових властивостей під час планування міських територій [5; 8].

Першочерговою рекомендацією є створення або оновлення міської бази даних про стан ґрунтів Києва. У такій базі доцільно фіксувати фактичні властивості ґрунтового покриву: характер верхнього шару, наявність техногенних домішок, реакцію середовища, вміст органічної речовини, стан рослинності та ознаки механічного порушення. Матеріали цього дослідження можуть бути використані як приклад первинного обстеження, коли навіть базові польові й лабораторні показники дозволяють відрізнити менш порушені ділянки від територій із вищим рівнем антропогенного перетворення. У перспективі такі дані доцільно інтегрувати

в GIS-середовище разом із шарами функціонального зонування, забудови, зелених насаджень, транспортної мережі, промислових територій, наливних і насипних ділянок [27; 28].

Важливо запровадити диференційований підхід до охорони ґрунтів залежно від функціональної зони. За результатами дослідження видно, що ґрунти різних міських територій мають неоднакові обмеження і потребують різної глибини контролю. Для рекреаційних зон пріоритетом має бути збереження їхньої здатності підтримувати рослинний покрив і витримувати навантаження від відвідувачів. Для житлових територій важливим є недопущення втрати відкритого ґрунту внаслідок стихійного паркування, надмірного мощення та хаотичного благоустрою. Для промислових і транспортно навантажених ділянок першочерговим має бути екологічний контроль, оскільки саме там вищий ризик накопичення забруднювачів. Для кладовищ, наливних і насипних територій охорона має враховувати специфіку походження та використання ґрунтового матеріалу, а не спиратися на уявлення про природний ґрунтовий профіль [1; 26].

Окремою рекомендацією є введення мінімального переліку показників для регулярного ґрунтового моніторингу. На першому етапі достатньо контролювати морфологічні ознаки антропогенного перетворення, рН, вміст органічної речовини, наявність техногенних включень, стан рослинного покриву та характер сучасного використання території. Для ділянок підвищеного ризику цей перелік потрібно доповнювати визначенням важких металів, нафтопродуктів, залишків будівельних матеріалів, засоленості та інших показників залежно від джерела впливу. Такий підхід дасть змогу своєчасно виділяти території, де потрібне детальніше лабораторне обстеження [27; 28].

Під час планування забудови та благоустрою необхідно враховувати ґрунтовий стан ділянки до початку робіт. Перед реконструкцією дворів, парків, скверів, громадських просторів або колишніх промислових ділянок доцільно проводити хоча б базове ґрунтове обстеження. Це дозволить уникнути ситуацій, коли на непридатному або сильно порушеному субстраті створюють озеленення,

яке швидко деградує, або навпаки – без потреби знімають ґрунтовий шар, який ще міг виконувати екологічні функції.

Для міського управління важливо встановити пріоритетність охорони відкритих ґрунтових ділянок. Насамперед потрібно зберігати ті території, де ґрунт безпосередньо пов'язаний із зеленими насадженнями, поглинанням атмосферних опадів і рекреаційним використанням. До таких ділянок належать парки, сквери, прибудинкові зелені зони, придорожні зелені смуги, схили, території поблизу водойм і фрагменти більш природного ґрунтового покриву, які ще збереглися в межах міста. Їхня цінність полягає не лише в наявності рослинності, а й у здатності ґрунту забезпечувати водорегулювання, підтримання біоти, акумуляцію органічної речовини та зменшення перегрівання міського середовища [5; 8].

Для територій, де за результатами ґрунтових обстежень виявлено значний рівень антропогенного перетворення, доцільно встановлювати обмеження щодо подальшого використання. Це особливо стосується промислових зон, придорожніх смуг, територій біля колишніх виробничих об'єктів, пустирів із будівельним сміттям і ділянок зі складною історією землекористування. У таких випадках безпечнішим є використання території під захисне озеленення, рекреаційні простори з обмеженим контактом із ґрунтом або технічні зелені зони після відповідної оцінки стану субстрату [7; 26].

Практичним кроком має бути запровадження ґрунтово-екологічного паспорта для ділянок, на яких проводяться масштабні роботи з благоустрою, озеленення або реконструкції. У такому паспорті можна фіксувати походження ґрунтового матеріалу, наявність насипного шару, основні лабораторні показники, ознаки забруднення або техногенних домішок, придатність для озеленення та рекомендований режим догляду. Це особливо актуально для нових житлових комплексів, реконструйованих парків, територій після демонтажу промислових об'єктів і наливних ділянок. Такий документ дозволить перейти від випадкового поводження з ґрунтом до відповідального управління ним як міським ресурсом.

Під час озеленення міста доцільно відмовитися від підходу, за якого рослини висаджуються без урахування властивостей ґрунту. Перед створенням нових

зелених зон потрібно оцінювати, чи відповідає субстрат потребам запланованої рослинності, чи має він достатній об'єм, чи не є надмірно ущільненим, лужним, засміченим або бідним на органічну речовину. Якщо ці умови не враховувати, зелені насадження швидко втрачають життєздатність, а місто отримує лише формальний благоустрій без реального екологічного ефекту. Тому ґрунтові показники мають бути обов'язковою частиною проектування озеленення, особливо в районах щільної забудови, на придорожніх територіях і в місцях із техногенно зміненим субстратом [5; 27].

Охорона антропогенних ґрунтів Києва також потребує обмеження дій, які погіршують їхній стан у процесі повсякденного використання міських територій. До таких дій належать стихійне паркування на газонах, зберігання будівельних матеріалів на відкритому ґрунті, засипання зелених зон інертними матеріалами, надмірне мощення дворів, зняття верхнього шару без подальшого відновлення, хаотичне прокладання стежок і відсутність догляду за оголеними ділянками.

Отже, практична охорона антропогенних ґрунтів Києва має будуватися на поєднанні обліку, моніторингу, просторового аналізу та врахування ґрунтових властивостей у міському плануванні. Результати дослідження показують, що навіть базова оцінка ґрунтів дає змогу виділити ділянки з різним рівнем порушення і різним потенціалом відновлення. Найдоцільнішими є створення міської бази ґрунтових даних, запровадження мінімального моніторингу, обмеження небезпечного або невідповідного використання техногенно змінених ділянок, врахування ґрунтів у проектах озеленення та визначення пріоритетних територій для подальшого обстеження. Такий підхід дозволить розглядати антропогенні ґрунти не як випадковий залишок незабудованої поверхні, а як важливий ресурс міського середовища, який потребує цілеспрямованої охорони та управління.

ВИСНОВКИ

Встановлено, що антропогенні ґрунти міського середовища представляють собою складні природно-техногенні тіла, у яких діяльність людини спричинила істотну зміну фізико-хімічних властивостей, морфологічної будови профілю або умов функціонування. Показано, що для комплексної оцінки їхніх екологічних функцій (водорегулюючої, санітарно-бар'єрної, повітряно-газової та біотичної) найбільш доцільним є використання індикаторно-функціонального підходу. Цей підхід базується не лише на генетичній класифікації ґрунтів, а й на аналізі конкретних показників властивостей ґрунтів (реакції середовища, електропровідності, вмісту органічної речовини, гранулометричного складу), які реально визначають здатність субстрату підтримувати стійкість міських екосистем.

З'ясовано, що сучасний ґрунтовий покрив Києва сформувався на строкатій природній основі (лесові правобережні височини, піщані поліські й лівобережні рівнини, алювіальні заплавні комплекси), яка зазнала глибокої урбанізаційної трансформації. Встановлено, що провідними чинниками антропогенного перетворення стали механічне руйнування профілю під час масової забудови, створення наливних територій, запечатування поверхонь, інтенсивне ущільнення та формування потужних урбаноземів із включенням будівельно-побутового сміття.

Виявлено значну просторову неоднорідність санітарно-геохімічної функції антропогенних ґрунтів міста за результатами лабораторного аналізу зразків із різних функціональних зон. Встановлено, що реакція ґрунтового середовища варіює від кислої (рН 5,25) у ґрунтах лісопаркових масивах до різко лужної (рН 9,05) у ґрунтах техногенно трансформованих територій. З'ясовано, що наявність карбонатних домішок будівельного походження різко зміщує рН у лужний бік, формуючи специфічну техногенну буферність ґрунтів транспортних і селітебних зон. Показано, що найвища мінералізація (електропровідність до 178 мкСм/см) характерна для придорожніх ділянок, тоді як накопичення хлорид-іонів (до 0,35

мг/л) має переважно мікролокальний характер, зумовлений точковим рекреаційним або побутовим навантаженням.

Обґрунтовано, що реалізація водорегулюючої, повітряно-газової та біотичної функцій критично залежить від поєднання гранулометричного складу ґрунту та вмісту органічної речовини у поверхневому шарі. Встановлено, що втрати маси ґрунту при прожарюванні (індикатор органічної складової) коливаються від 1,28 % на супіщаних субстратах із будівельними домішками до 13,98 % на штучно створених газонних покриттях. Показано, що високий вміст органічної речовини у місті часто є результатом цілеспрямованого антропогенного догляду (внесення компосту, торфу, газонних сумішей), що дозволяє частково покращити фізичні характеристики легких (піщаних і супіщаних) субстратів та підвищити їхній водоутримуючий і біопродукційний потенціал.

Обґрунтовано виділення чотирьох функціональних типів антропогенних ґрунтів міста Києва: 1) ґрунти зі збалансованим потенціалом (близька до нейтральної реакція ґрунтового розчину, достатній вміст органіки, гранулометрія – легкий або середній суглинок), які найкраще виконують функції; 2) піщано-промивні ґрунти з високою інфільтраційною здатністю, але обмеженою водоутримуючою й біотичною функцією; 3) техногенно-лузні ґрунти з карбонатною трансформацією, де хімічна рівновага порушена будівельними домішками; 4) ґрунти з локальними сольовими накопиченнями, що перебувають під інтенсивним впливом міської інфраструктури або рекреації.

Обґрунтовано, що стратегія збереження та відновлення антропогенних ґрунтів має базуватися на фактичній оцінці їхньої функціональної спроможності, а не на спробах повного повернення до природного стану. Охарактеризовано комплекс пріоритетних заходів: механічну аерацію ущільнених горизонтів, мульчування та збагачення збіднених субстратів органічною речовиною, фітостабілізацію техногенно навантажених ділянок стійким різнотрав'ям, а також впровадження природоорієнтованих інфільтраційних рішень (дощових садів, біодренажних смуг).

Запропоновано практичні рекомендації для міського управління щодо створення актуальної бази даних ґрунтів, впровадження ґрунтово-екологічної паспортизації об'єктів благоустрою та просторово-диференційованого підходу до зеленого будівництва. Для забезпечення наукової та практичної точності у системі моніторингу встановлено необхідність чіткого фактологічного розмежування між моніторингом ґрунтів, який фіксує та оцінює параметри самого ґрунтового профілю, та моніторингом ґрунтового покриття, що вивчає закономірності його просторової структури та мозаїчності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Позняк С. П., Телегуз О. Г. Антропогенні ґрунти: навчальний посібник. Львів, 2021. 200 с.
2. IUSS Working Group WRB. World Reference Base for Soil Resources. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. 4th ed. Vienna: International Union of Soil Sciences, 2022. 236 p.
3. Хохрякова А. І., Михайлюк В. І. Ґрунти міста Одеси: монографія. Одеса, 2021. 146 с.
4. Сорокіна Л. Ю., Рога І. В. Геопросторовий аналіз антропогенних змін ландшафтно-геохімічних умов території (теоретичний аспект). Український географічний журнал. 2011. № 1. С. 38–43.
5. O’Riordan R., Davies J., Stevens C., Quinton J. N., Boyko C. The ecosystem services of urban soils: A review. *Geoderma*. 2021. Vol. 395. Article 115076. DOI: 10.1016/j.geoderma.2021.115076.
6. Хохрякова А. І. Ґрунти міст: особливості генезису, класифікації та діагностики. Вісник Одеського національного університету. Серія: Географічні та геологічні науки. 2016. Т. 21. Вип. 1. С. 110–125.
7. Kumar K., Hundal L. S. Soil in the City: Sustainably Improving Urban Soils. *Journal of Environmental Quality*. 2016. Vol. 45. P. 2–8. DOI: 10.2134/jeq2015.11.0589.
8. Підкова О. М. Оцінка екологічних функцій ґрунтів міста Києва. Молодий вчений. 2020. № 1(77). С. 57–61. DOI: 10.32839/2304-5809/2020-1-77-13.
9. *Technogenic Soils of Poland* / ed. by P. Charzyński, P. Hulisz, R. Bednarek. Toruń, 2013. 358 p.
10. Tresch S., Moretti M., Le Bayon R.-C., Mäder P., Zanetta A., Frey D., Fliessbach A. A Gardener’s Influence on Urban Soil Quality. *Frontiers in Environmental Science*. 2018. Vol. 6. Article 25. DOI: 10.3389/fenvs.2018.00025.
11. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в місті Києві у 2021 році. Київ: Департамент захисту довкілля та адаптації до зміни клімату виконавчого органу Київської міської ради (КМДА), 2022.

12. Екологічний паспорт міста Києва за 2023 рік. Київ: Департамент захисту довкілля та адаптації до зміни клімату виконавчого органу Київської міської ради (КМДА), 2024.
13. Топографічна карта Київ. URL: <https://uk-ua.topographic-map.com/map-pkkwgt/%D0%9A%D0%B8%D0%B5%D0%B2/?center=50.40239%2C30.588>
14. Бортник С. Ю., Лаврук Т. М., Тимуляк Л. М. Ґрунтовий покрив території Києва: сучасний стан і закономірності просторової організації. Фізична географія та геоморфологія. 2016. Вип. 4(84). С. 44–49.
15. Стеблецька Ю. Планування розвитку м. Києва: історико-географічні аспекти. Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Географія. 2014. Вип. 1(62).
16. Палеха Ю. М. Географічні особливості планування розвитку міста Київ на сучасному етапі. Український географічний журнал. 2017. № 4(100). С. 39–48.
17. Генеральний план міста Києва на період до 2025 року. Київ: Київська міська державна адміністрація, 2016.
18. ДСТУ 4287:2004. Якість ґрунту. Відбирання проб. Київ: Держспоживстандарт України, 2005.
19. ISO 11464:2006. Soil quality – Pretreatment of samples for physico-chemical analysis. Geneva: International Organization for Standardization, 2006.
20. ISO 10390:2021. Soil, treated biowaste and sludge – Determination of pH. Geneva: International Organization for Standardization, 2021.
21. ISO 11265:2025. Environmental solid matrices – Determination of the specific electrical conductivity. Geneva: International Organization for Standardization, 2025.
22. Інструкція до тест-набору для напівкількісного визначення хлорид-іонів у ґрунтовій витяжці.
23. ISO 10693:1995. Soil quality – Determination of carbonate content – Volumetric method. Geneva: International Organization for Standardization, 1995.
24. ISO 11277:2020. Soil quality – Determination of particle size distribution in mineral soil material – Method by sieving and sedimentation. Geneva: International Organization for Standardization, 2020.

25. Kabata-Pendias A. Trace Elements in Soils and Plants. 4th ed. Boca Raton: CRC Press, 2010. 548 p.
26. Яковишина Т. Ф. Класифікація антропогенно перетворених ґрунтів урбоекосистеми м. Дніпропетровськ. Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. 2015. № 12(213). С. 65–70.
27. Poreba L., Glowienka E., Siebielec G. Soil ecosystem services in urban areas and methods for their assessment using remote sensing. *Frontiers in Environmental Science*. 2025. Vol. 13. Article 1734143. DOI: 10.3389/fenvs.2025.1734143.
28. Вовк О. Б., Чорнобай Ю. М. Становлення та перспективи досліджень екології антропогенізованих ґрунтів. Наукові записки Державного природознавчого музею. 2006. Вип. 22. С. 79–92.

ДОДАТКИ

Додаток А

№ зразка	Назва зразку	Координати місця відбору зразка ґрунту	Фотографія місця відбору зразка ґрунту	Адміністративне положення та місцевість	Функціонально-ландшафтна характеристика ділянки відбору
1	№1 вул. Лісківська	50°31'47.72"N 30°35'38.08"E		Деснянський район; житловий масив Троєщина	Селітебна зона багатоповерхової житлової забудови; прибудинкова газонна ділянка на намівних піщаних відкладах.
2	№2 вул. О. Екстер	50°31'21.07"N 30°37'16.42"E		Деснянський район; житловий масив Троєщина	Рекреаційна зелена зона житлового масиву; парковий газон на намівних піщаних відкладах, сформованих під час освоєння території.
3	№3 Лісове кладовище	50°30'07.92"N 30°37'32.79"E		Деснянський район; Лісове кладовище	Меморіальна територія спеціального призначення в межах лісового масиву; ґрунтовий покрив зазнає тривалого антропогенного перетворення, пов'язаного з похованнями та благоустроєм.

4	№4 Лісова дорога	50°33'03.10"N 30°41'55.33"E		Деснянський район; територія лісопаркового господарства	Лісопаркова ділянка мішаного лісу периферійної частини міста; зона поєднаного впливу автомобільної дороги, близької забудови та локальної інфраструктури.
5	№5 парк біля лікарні №3	50°28'34.63"N 30°36'24.67"E		Дніпровський район; житловий масив Воскресенка	Лісопаркова зелена зона з низьким рівнем благоустрою; ділянка мішаних насаджень у межах селітебної частини міста.
6	№6 вул. Васильківська (біля дороги)	50°23'08.67"N 30°28'48.17"E		Голосіївський район; вул. Васильківська	Придорожня газонна ділянка в межах магістральної вулично-дорожньої мережі; зона інтенсивного транспортного навантаження.
7	№7 вул. Васильківська (во дворах)	50°23'07.76"N 30°28'51.59"E		Голосіївський район; вул. Васильківська	Селітебна зона багатоповерхової забудови; прибудинкова ділянка з елементами самовільного озеленення та локального антропогенного перетворення ґрунтового покриву.
8	№8 ВДНГ	50°22'48.37"N 30°28'49.44"E		Голосіївський район; Національний комплекс «Експоцентр України» (ВДНГ)	Рекреаційна територія у межах лісопаркового масиву; газонна ділянка з регулярним благоустроєм і рекреаційним навантаженням.

9	№9 Голосіївський ліс	50°22'19.86"N 30°29'11.16"E		Голосіївський район; Голосіївський ліс	Лісова ділянка мішаних насаджень у межах лісостепової частини Києва; відносно малопорушений міський лісовий грунтовий покрив.
10	№10 урочище Горбачиха	50°28'41.59"N 30°33'33.89"E		Дніпровський район; урочище Горбачиха, Русанівські сади	Заплавна лісова ділянка лівобережної частини долини Дніпра; територія з переважанням алювіальних умов грунтоутворення та рекреаційно- садибним впливом.
11	№11 промзона метро Чернігівська	50°27'16.61"N 30°38'25.06"E		Деснянський район; промислова зона поблизу станції метро «Чернігівська »	Внутрішньоміська промислово- комунальна зона; окультурена газонна ділянка скверу з потенційним техногенним і транспортним впливом.
12	№12 Лиса гора	50°23'43.40"N 30°32'35.75"E		Голосіївський район; Лиса гора	Пагорбово-схилова ділянка лісостепової частини міста; територія з поєднанням природної морфологічної основи та рекреаційного антропогенного навантаження.

13	№13 метро Видубичі (під залізничним мостом)	50°24'05.65"N 30°33'27.87"E		Голосіївський район; транспортний вузол біля станції метро «Видубичі»	Озеленена ділянка транспортної інфраструктури під залізничним мостом; зелені насадження спеціального призначення в межах вулично- дорожньої мережі з високим техногенним навантаженням.
14	№14 Гідропарк	50°26'31.06"N 30°34'42.79"E		Дніпровський район; острівна територія Гідропарку	Острівна рекреаційна територія в руслово- заплавному комплексі Дніпра; грунтовий покрив формується за умов алювіальної основи та інтенсивного рекреаційного використання.
15	№15 Ботанічний сад ім. Фоміна	50°26'33.55"N 30°30'14.34"E		Шевченківськ ий район; Ботанічний сад ім. акад. О. В. Фоміна	Інтродукційно- рекреаційна зелена зона центральної частини міста; окультурений грунтовий покрив ботанічного саду з тривалим садово- парковим доглядом.
16	№16 проспект Берестейськи й (біля дороги)	50°27'32.28"N 30°25'11.20"E		Шевченківськ ий район; проспект Берестейський , район станції метро «Берестейська »	Придорожня газонна ділянка вздовж магістралі загальноміського значення; зона дуже інтенсивного транспортного навантаження і потенційного аеротехногенного забруднення.

17	№17 проспект Берестейський (парк Нивки)	50°27'33.12"N 30°25'12.17"E		Шевченківський район; парк «Нивки», район станції метро «Берестейська»	Лісопаркова рекреаційна територія; ґрунтовий покрив зазнає впливу рекреаційного використання та близькості транспортної магістралі.
18	№18 Позняки	50°23'09.52"N 30°38'24.99"E		Дарницький район; житловий масив Позняки	Заплавна ділянка лівобережної частини Києва, частково підготовлена до житлового будівництва; територія з порушеним ґрунтовим покривом і будівельним техногенним впливом.
19	№19 Байкове кладовище	50°24'50.88"N 30°30'49.55"E		Голосіївський район; Байкове кладовище	Меморіальна територія спеціального призначення у лісостеповій частині міста; ґрунтовий покрив тривало трансформований похованнями, плануванням території та доглядом за насадженнями.
20	№20 метро Оболонь (парк біля дніпра)	50°30'54.58"N 30°31'19.70"E		Оболонський район; правобережна заплава Дніпра, парк біля станції метро «Оболонь»	Заплавна рекреаційна зелена зона Правобережжя Дніпра; ділянка з алювіальною природною основою та помірним міським рекреаційним навантаженням.

21	№21 вул. Героїв полку Азов	50°30'09.40"N 30°29'43.96"E		Оболонський район; вул. Героїв полку «Азов»	Селітебна зона багатоповерхової житлової забудови; прибудинкова газонна ділянка, сформована на намівних піщаних відкладах.
22	№22 Оболонський проспект	50°30'09.94"N 30°29'57.91"E		Оболонський район; Оболонський проспект	Придорожня газонна ділянка на намівній основі в межах магістральної вулично-дорожньої мережі; зона інтенсивного транспортного навантаження.

№ зразка	Назва зразку	pH	Електропровідність, мкСм/см	Хлориди, мг/л	Втрати маси при прожарюванні, % (орієнтовний вміст органічної речовини)	Гранулометричний склад	Карбонатність
1	№1 вул. Лісківська	8,13	92	0,08	3,9	супісок	закипає
2	№2 вул. О. Екстер	7,08	94	0,15	13,98	супісок	кипіння відсутнє
3	№3 Лісове кладовище	6,36	28	0,05	3,78	пісок	не закипає
4	№4 Лісова дорога	5,25	8	0,03	1,86	пісок	не закипає
5	№5 парк біля лікарні №3	5,35	6	0,05	3,04	пісок	не закипає
6	№6 вул. Васильківська (біля дороги)	7,5	178	0,15	6,33	легкий суглинок	не закипає
7	№7 вул. Васильківська (во дворах)	8,6	100	0,13	1,83	легкий суглинок	закипає
8	№8 ВДНГ	6,44	46	0,045	9,62	супісок	не закипає
9	№9 Голосіївський ліс	5,86	30	0,06	5,29	середній суглинок	не закипає
10	№10 урочище Горбачиха	7,03	52	0,13	6,06	супісок	не закипає
11	№11 промзона метро Чернігівська	7,14	50	0,06	10,58	легкий суглинок	не закипає
12	№12 Лиса гора	6,82	30	0,35	9,11	середній суглинок	не закипає
13	№13 метро Видубичі (під залізничним)	9,05	114	0,06	4,68	легкий суглинок	закипає

	мостом)						
14	№14 Гідропарк	6,93	44	0,13	4,82	супісок	не закипає
15	№15 Ботанічний сад ім. Фоміна	6,51	16	0,06	8,12	легка глина	не закипає
16	№16 проспект Берестейський (біля дороги)	7,65	74	0,17	7,05	супісок	не закипає
17	№17 проспект Берестейський (парк Нивки)	6	64	0,15	4,82	легкий суглинок	кипіння відсутнє
18	№18 Позняки	7,04	18	0,08	1,28	супісок	не закипає
19	№19 Байкове кладовище	7,46	60	0,08	4,23	середній суглинок	не закипає
20	№20 метро Оболонь (парк біля дніпра)	6,36	12	0,06	5,33	середній суглинок	не закипає
21	№21 вул. Героїв полку Азов	6,66	28	0,03	12,26	легкий суглинок	не закипає
22	№22 Оболонський проспект	7,14	34	0,09	2,57	супісок	не закипає