

РІВНЕНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ГУМАНІТАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

На правах рукопису

СТЕРНІК ВІТА МИКОЛАЇВНА

УДК 57:502.521(477. 81)

БІОТИЧНА АКТИВНІСТЬ УРБОВЕДАННЯ ФЛОРИ МІСТА РІВНЕ

Спеціальність 03.00.16 – екологія

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук

Науковий керівник
Мельник Віра Йосипівна
кандидат географічних наук
доцент

Рівне – 2017

Вступ	4
РОЗДІЛ 1. СУЧАСНИЙ СТАН ДОСЛІДЖЕНЬ ҐРУНТІВ У МІСТАХ	11
1.1. Аналіз класифікацій «міських ґрунтів»	11
1.2. Вплив антропогенних чинників на забруднення ґрунтів	16
1.2.1. Забруднення ґрунтового покриву важкими металами	19
1.3. Моніторинг стану ґрунтів	25
1.3.1. Біоіндикація стану ґрунтів	31
1.3.2. Існуючі підходи до оцінки рівня забруднення ґрунтів	35
РОЗДІЛ 2. ЗАГАЛЬНА ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА	
м. РІВНЕ	41
2.1. Фізико-географічне положення і структура міста	41
2.2. Кліматичні умови.....	45
2.3. Ґрунтовий покрив	52
РОЗДІЛ 3. ОБ’ЄКТИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ	57
3.1. Об’єкт і методи досліджень	57
3.2. Послідовність напрямів досліджень	60
3.3. Методики досліджень	63
3.3.1. Визначення целюлозолітичної активності ґрунту	63
3.3.2. Визначення активності каталази в ґрунті	64
3.3.3. Визначення сумарного показника забруднення ґрунту	65
3.3.4. Визначення морфометричних показників та цитогенетичне	
дослідження дощових черв’яків	66
3.4. Аналітичні дослідження	68
3.5. Математична обробка матеріалів	69
РОЗДІЛ 4. ОСНОВНІ ЗАБРУДНЮВАЧІ НАВКОЛИШНЬОГО	
СЕРЕДОВИЩА м. РІВНЕ	71
4.1. Промисловий комплекс	71
4.1.1. Стаціонарні джерела забруднення атмосферного повітря	75
4.1.2. Пересувні джерела забруднення атмосферного повітря	87

4.2. Забруднення ґрунтів важкими металами та їх розподіл на території міста	90
РОЗДІЛ 5. ОЦІНКА БІОТИЧНОЇ АКТИВНОСТІ УРБОЕДАФОТОПІВ	
м. РІВНЕ ТА БІОІНДИКАЦІЯ СТАНУ ЇХ ЗАБРУДНЕННЯ	103
5.1. Аналіз біотичних функцій ґрунту	103
5.1.1. Аналіз целюлозолітичної активності	104
5.1.2. Аналіз активності ферменту каталази	110
5.2. Біоіндикація стану забруднення урбоедафотопів	113
5.2.1. Морфометричні показники дощових черв'яків	116
5.2.2. Цитогенетичне обстеження дощових черв'яків	119
5.3. Залежність між фактором забруднення та показниками біотичних функцій ґрунту	125
РОЗДІЛ 6. ПЕРСПЕКТИВИ ЗМЕНШЕННЯ ЗАБРУДНЕННЯ	
УРБОЕДАФОТОПІВ МІСТА РІВНЕ	131
6.1. Пропозиції до проекту Регіональної програми розвитку земельних відносин у місті Рівному на 2016 – 2025 рр.	133
ВИСНОВКИ	138
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	141
ДОДАТКИ	
ДОДАТОК 1. Межі зон м. Рівне	
ДОДАТОК 2. Обґрунтування точок відбору зразків ґрунту	
ДОДАТОК 3. Перелік методик визначення важких металів	
ДОДАТОК 4. Коефіцієнти концентрації валової та рухомої форми ВМ	
ДОДАТОК 5. Вміст ВМ у ґрунтах м. Рівне	
ДОДАТОК 6. Показники активності каталази в ґрунті	
ДОДАТОК 7. Рівняння ліній тренда	
ДОДАТОК 8. Акти впровадження	

Вступ

Актуальність теми. Спроби вирішення проблеми охорони навколишнього середовища привели до нового осмислення ролі ґрунтового покриву у підтримуванні комфорту й безпечної життєдіяльності людини в місті. Населення Землі в XXI столітті (за даними ООН) досягнуло понад 6 млрд. чоловік, причому понад 50% людей проживає в містах. Показник урбанізації в Україні станом на 1 січня 2013 року становить 68,9%), тобто кожні два жителі з трьох проживають в містах [31, 79].

За гостротою різних екологічних проблем урбанізовані території займають особливе місце і є складними багатофункціональними природно-антропогенними системами з зміненими природними ландшафтами, які концентрують максимальну різноманітність видів впливу людини на ґрунтовий покрив [76].

Першою урбанізованою країною в 1900 році стала Великобританія. До середини XX ст. практично всі індустріальні країни стали урбанізованими. Швидкі темпи урбанізації пов'язані із збільшенням енергетичних потреб, розвитком транспорту, покращенням системи комунальних послуг, високим рівнем комфорту життя та інтелектуального спілкування, тобто процес урбанізації набув глобального характеру [119].

Внаслідок високої господарської освоєності земельною фонду держави й екстенсивного використання угідь посилюється деградація земель, ґрунти втрачають свою родючість і виснажуються.

Щорічно деградація ґрунтів збільшується на 90-100 тис. га, а вміст гумусу значно зменшується. Нині тільки один з кожних десяти гектарів продуктивних земель, або 10% охарактеризований нормальним екологічним станом [135].

Аналіз стану навколишнього середовища показує, що за останні 30 років площа еродованих земель збільшилася майже в 1,5 рази, насамперед, за

рахунок засолених, закислених, підтоплених, техногенно забруднених земель, сільськогосподарських угідь [135].

Деградація та забруднення навколишнього природного середовища – це наслідки надмірного використання земельних ресурсів в аграрній сфері, збільшення антропо–техногенних навантажень на них до критичної межі, захоплення природо-перетворювальною діяльністю.

Управління земельними ресурсами не може бути ефективним без моніторингу земель – системи постійного спостереження за станом земельного фонду з метою своєчасного виявлення змін, їхніх оцінок, попередження й усунення наслідків негативних процесів і явищ [42].

В моніторингових дослідженнях ґрунтів необхідно розрізняти дві основні фази роботи, а саме: безпосередні, або дистанційні спостереження при вивченні стану земель і систематизація отриманих даних й прийняття рішень [10,34].

Вважаємо, цю здатність земельних ресурсів виробляти продовольчу продукцію є їх головною функцією, здатністю репрезентувати власне себе та певною мірою інші ресурси, виступати інтегральним ресурсом їх якості. Отже, дослідженню ґрунтового покриття урбанізованих територій та оцінці їх стану приділяють велику увагу [34].

Останніми роками в Рівненській області спостерігається тенденція до зменшення запасів гумусу, інших поживних речовин і підвищення кислотності ґрунтів, що є наслідком ведення землеробства при низькому рівні внесення органічних та мінеральних добрив, скороченні обсягів вапнування кислих ґрунтів [89].

Питанню забруднення ґрунтів великих міст важкими металами та оцінкою їх впливу на різноманітні ґрунтові процеси і параметри присвячено цілу низку досліджень [9, 85, 97, 110, 111]. Основні поняття про мікроелементи та їх функції було розкрито в працях Д. А. Hiller, Г. В. Добровольського та ін. [165,183]. Накопичення й міграція мікроелементів у

грунтах і рослинах викладені у працях Ю.В. Олексієва, Г. В. Мотузової, Т. М. Мисливої та ін. [4, 96, 94, 25,170].

Проте, поза увагою дослідників залишаються питання забруднення земель особистих підсобних господарств, присадибних земельних ділянок, дитячих садків, шкіл, місць організованого відпочинку (парки, сквери тощо). Повністю відсутня інформація про рівень забруднення небезпечними речовинами придорожніх смуг, ділянок біля залізнодорожніх полотен, санітарно–захисних зон промислових підприємств міста, що, в свою чергу, не дає змоги комплексно оцінити забруднення ґрунтового покриву урбоекосистеми.

Питання комплексної оцінки стану ґрунтів урбоекосистем розроблялись багатьма вченими не тільки в Україні [3, 14, 16, 18, 21, 47, 70, 83], а і за кордоном [163, 165, 168]. Незважаючи на те, що кількість запропонованих методів оцінок стану ґрунтів досить велика, це питання до цього часу є проблемним і потребує одночасного вивчення різних властивостей ґрунтового покриву. Про масштаби труднощів рішення цього питання свідчить той факт, що в Україні немає ні одного юридичного документа, який законодавчо затверджує той, чи інший спосіб оцінки стану ґрунтового покриву урбоекосистем і рекомендує до загального використання в роботі.

З метою реалізації Положень постанов Кабінету Міністрів України від 30.03.98р. № 391 "Про затвердження Положення про державну систему моніторингу довкілля", від 22.02.2006р. №182 "Про затвердження Порядку проведення державного соціально–гігієнічного моніторингу" та інших нормативно–правових актів з питань моніторингу довкілля та стану здоров'я населення виникла необхідність комплексного дослідження та оцінки стану ґрунтового покриву урбоекосистеми Рівне.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Наукові дослідження проводились в рамках планових науково–дослідних тем кафедри біології Рівненського державного гуманітарного університету «Біоіндикаційні дослідження довкілля» та комплексної теми «Теоретичні і

прикладні аспекти розвитку біологічних наук», номер державної реєстрації 0116 и 002990. Дана дисертаційна робота відповідає науковим планам і затверджена вченою радою Рівненського державного гуманітарного університету (протокол №3 від 31 жовтня 2014 року).

Мета і завдання досліджень

Метою роботи було дати оцінку стану забруднення урбоедафотопів м. Рівне та з'ясувати його вплив на біотичні процеси.

Для досягнення цієї мети визначені основні завдання досліджень:

1. Провести науковий пошук пріоритетних методик оцінки стану ґрунтового покриву м. Рівне, визначити перелік можливих показників моніторингу ґрунтів, обґрунтувати доцільність їх застосування.
2. Дослідити антропогенну складову, зокрема стаціонарних і пересувних джерел, у забрудненні ґрунтів, а також з'ясувати його вплив на біотичні процеси в урбоедафотопах м. Рівне.
3. Провести дослідження стану ґрунтового покриву території м. Рівне методами біоіндикації з використанням показників активності каталази та целюлози й морфометричних і цитогенетичних показників дощових черв'яків.
4. Встановити рівень забруднення ґрунтів міста важкими металами та елементами забруднювачами за критеріями: коефіцієнт концентрації хімічної речовини K_c і сумарний показник забруднення.
5. Оцінити рівень впливу антропогенного навантаження на біотичні функції урбоедафотопів м. Рівне.
6. Запропонувати заходи щодо зменшення забруднення урбоедафотопів на території м. Рівне.

Об'єкт дослідження: урбоедафотопи міста Рівне.

Предмет дослідження: стан забруднення урбоедафотопів м. Рівне та оцінка їхньої біотичної активності з використанням методу біоіндикації.

Методи дослідження. У процесі дослідження використовувалися теоретичні (аналіз, синтез, системний аналіз), та прикладні (польові, лабораторні, натурні спостереження) методи досліджень. Біоіндикаційні дослідження виконували за допомогою морфометричних, цитологічних і біохімічних методів. Обробка та аналіз отриманих даних здійснювалися методами математичної статистики (кореляційний та регресійний аналіз) з використанням сучасних комп'ютерних програм.

Наукова новизна отриманих результатів:

- уперше визначено перелік доцільних показників моніторингу та обґрунтовані основні критерії комплексної оцінки стану забруднення урбоедафотопів на території м. Рівне;
- встановлена роль стаціонарних і пересувних джерел забруднення у погіршенні стану урбоедафотопів;
- уперше здійснено дослідження впливу забруднення урбоедафотопів на біотичну складову на території м. Рівне;
- уперше виявлені тест-полігони з високим рівнем коефіцієнта концентрації та сумарного забруднення важкими металами міської території та доведено залежність між забрудненням ґрунту та показниками біотичної активності;
- уперше проведено морфометричне та цитогенетичне дослідження дощових черв'яків ґрунту на території міста та показана небезпека забруднення урбоедафотопів для ґрунтової біоти;
- розроблені рекомендації щодо зменшення забруднення урбоедафотопів м. Рівне, які включені до програми моніторингових спостережень за станом ґрунтів в системі регіональних екологічних служб.

Практичне значення отриманих результатів.

Отримані результати досліджень використані для доповнення банку даних «Регіон», необхідних для розробки екологічної карти за показниками, що характеризують забруднення ґрунтового покриву міста Рівне та

доповнення до проекту Регіональної програми розвитку земельних відносин у місті Рівному на 2016 – 2025 роки.

Основні положення дисертаційних досліджень використовуються як навчально–методичні матеріали в навчальному процесі Рівненського державного гуманітарного університету та Рівненському медичному коледжі при викладанні біологічних та екологічних дисциплін «Біологія», «Біоіндикація», «Екологія міських систем», «Загальна екологія та (неоекологія)», «Моніторинг довкілля», студентам напрямів підготовки «Біологія» та «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування».

Особистий внесок здобувача.

Дисертаційна робота є завершеним результатом самостійного наукового дослідження. Автору дисертаційної роботи належать основні ідеї, розробка теоретичних положень і методів досліджень, збір і аналіз фактичного матеріалу, його опрацювання, аналіз та узагальнення. Дисертантом особисто виконано оформлення роботи, підготовку публікацій за результатами досліджень, представлення їх на наукових конференціях. Відбір матеріалу для досліджень здійснювався особисто автором. Поглиблений аналіз й оцінка численних результатів лабораторних досліджень ґрунтів, що виконані природоохоронними службами та гідрометслужбою міст Рівне та Києва за десятирічний період (2002-2012 рр.), формулювання завдань і висновків, аналіз та обговорення результатів дослідження проведено спільно з науковим керівником.

Опубліковані наукові праці містять положення, висновки та пропозиції, сформульовані особисто здобувачем. Вони відображають конкретний особистий внесок дисертанта у розвиток моніторингових досліджень ґрунтів.

Апробація результатів дисертації. Наукові положення результатів

дослідження та основні положення дисертаційної роботи апробовані на II Міжнародній науково–практичній Інтернет–конференції «Екологія і природокористування в системі оптимізації відносин природи і суспільства» (м. Тернопіль, 2015), II Міжнародній науково–практичній Інтернет–конференції «Іноваційні технології та інтенсифікація розвитку національного виробництва» (м. Тернопіль, 2015), наукових конференціях в Харківському національному педагогічному університеті (Харків, 2015, 2016 рр.), науковій конференції Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки (Луцьк, 2015р.), науковій конференції молодих учених м. Львова «Наукові основи збереження біотичної різноманітності» в Інституті екології Карпат НАН України (Львів, 2015), Міжнародному науковому симпозіумі «Неділя еколога–2015», (м. Дніпродзержинськ, 2015), I Всеукраїнській науково-технічній конференції «Актуальні проблеми науково–промислового комплексу регіонів», (м. Рубіжне, 2015), Обласному науково – практичному семінарі «Біолого–екологічні аспекти охорони біорізноманіття» (Рівне, 2014), I Всеукраїнській науково–практичній конференції з міжнародною участю «Теоретичні та прикладні аспекти розвитку біологічних наук» (Рівне, 2015).

Обсяг і структура дисертації. Дисертація складається зі вступу, шести розділів, висновків та списку використаних літературних джерел із 186 найменувань (з них 29 латиницею) та 8 додатків. Загальний обсяг дисертації 179 сторінок. Текстова частина містить 41 таблицю, 28 рисунків, 4 карто-схеми.

Публікації. За матеріалами дисертації опубліковано 10 статей, з них 5 – у наукових виданнях, що відповідають вимогам ВАКУ (1 – міжнародна, 2 – фахові з індексом цитування «Копернікус», 2 – у фахових журналах), і 5 – в збірниках, матеріалах та тезах конференцій, з яких 2 з індексом цитування РІНЦ.

РОЗДІЛ 1. СУЧАСНИЙ СТАН ДОСЛІДЖЕНЬ ҐРУНТІВ У МІСТАХ

1.1. Аналіз класифікацій «міських ґрунтів»

Обґрунтована тривога за сучасний стан навколишнього природного середовища зумовлена численними екологічними, санітарно-гігієнічними та інші проблемами, а питанню оцінки ґрунтового покриву відводиться значну увагу [3, 15, 19].

Кожне місто формується на основі природних екосистем. Поняття «міські ґрунти» вперше введено Бокгеймом (США) у 1974 році і представляли собою шар перемішаного ґрунту несільськогосподарського походження потужністю понад 50см, в результаті заповнення або забруднення поверхні землі на міських і приміських територіях. Таке визначення отримало широке визнання і з незначними поправками та доповненнями використовується у багатьох країнах світу [77]. Загалом, міським ґрунтом вважається будь – який ґрунт, що функціонує в міському навколишньому середовищі.

Вперше роботи, присвячені вивченню міських ґрунтів, появились в 60-і роки (Зеліков, 1964; Земляницький та ін. 1962). Однією із перших фундаментальних робіт, в яких розглядається роль ґрунтів в міських екосистемах – це монографія голандського вченого Вінка «Ландшафтная экология и землепользование» (Vink, 1983) і монографія Ф. Кроула «Городские почвы в городском ландшафте» (Craul, 1992).

Однак ряд дослідників вважає міським тільки антропогенно-перетворений ґрунт, що має створений в результаті людської діяльності поверхневий шар потужністю більше 50 см, утворений перемішуванням, насипанням, захороненням або забрудненням матеріалу урбаногенного походження, у тому числі і будівельно-побутовим сміттям [53].

Аналіз вивчених літературних джерел свідчить про наявність різноманітних точок зору щодо класифікації міських ґрунтів [100, 112].

Сьогодні в світі не існує прийнятої узгодженої процедури порівняння ґрунтів, яку можна було б рекомендувати для практичного використання. Різні ґрунтові класифікації погано порівнюються одна з одною через розбіжність принципів побудови, структури тощо [100].

Антропогенні перетворення міських ґрунтів внаслідок забруднення основної частини урболандшафту (поверхневого шару ґрунту) та проблеми негативних наслідків внаслідок цього забруднення турбують більшу частину дослідників [4, 18, 47, 81, 96, 108, 110, 147]. Питання проблем трансформації властивостей міських ґрунтів в процесі їх еволюції висвітлені в роботах російських вчених Строганової М.М. та співавторів [135].

Дослідження літературних джерел свідчать про різні підходи щодо класифікації ґрунтів, розроблені відомими ґрунтознавцями світу та національні класифікації конкретних країн: Росії, США, Німеччини, Франції, Канади, Великобританії, Китаю, Японії, Індії тощо [138,152,166,167,174,175]. Проте, у жодній із них, на наш погляд, міським ґрунтам не приділено належної уваги.

Уперше цій проблемі особливу увагу приділила російська вчена, професор М. М. Строганова, яка розробила оригінальну класифікацію ґрунтів і ґрунтоподібних тіл міських територій Росії. На підставі даної розробки міські ґрунти доповнено такими показниками, як закритість поверхні ґрунту асфальтом, будівлями та іншими тілами мало проникними для світла, газообміну і дренажу води [137].

За класифікацією М. М. Строганової [135], досліджувані ґрунти за ступенем виразності антропогенного впливу віднесені до таких типів:

урбаноземи – ґрунти селітебної частини міста; ґрунтовий профіль складається з діагностичного горизонту «урбік» та серії діагностичних підгоризонтів, утворених пилювато-гумусним субстратом різної потужності та якості з домішками сміття; можуть застилатися непроникним матеріалом – асфальтом, фундаментом, бетонними плитами, комунікаціями. Характеризуються відсутністю генетичних горизонтів до глибини 50 см

і більше [79, 179];

плантоземи – (від англ. plant – завод), ґрунти промислової зони, промислово-комунальних зон, техногенно забруднені важкими металами та іншими забруднюючими речовинами. Ґрунти даної групи, в основному, надмірно ущільнені, безструктурні, із включеннями токсичного неґрунтового матеріалу, що становить понад 20 %;

природні порушені – ґрунти рекреаційної зони, містять діагностичний горизонт «урбік» потужністю менше 50 см і непорушену нижню частину профілю;

ристокземи – (від англ. restore), ґрунти лівобережжя намивні, техногенні поверхневі ґрунтоподібні утворення, ґрунтоподібні тіла, що складаються з малопотужного гумусового шару, шару торфо–компостної суміші або шару органо–мінеральної речовини, нанесених на поверхню ґрунтоподібного субстрату.

У фундаментальних дослідженнях генезису міських ґрунтів, вітчизняний учений В.А. Кучерявий виділяє такі групи: лісові природні, паркові природні; природно-штучних парків, садів, бульварів і внутрішньо кварталних посадок; штучні вуличних посадок і площ [79]. В американській класифікації FAO UNESCO антропогенно змінені ґрунти поділяються на **ентисолі** й **інсептисолі** з такими діагностичними горизонтами: охрік, камбік, гарбік, скальпік, урбік, сполік [174].

Ґрунтознавча Служба Англії та Уельсу серед всіх різновидів порушених ґрунтів урбосистем виділила окрему ґрунтову групу, створену людиною (man made soils).

Польські вчені в класифікації ґрунтів виділяють три основні категорії: механічно трансформовані; пухкі шари, які покривають природну поверхню; хімічно трансформовані. В основі класифікації лежать зміни біологічних, фізичних, хімічних властивостей урболандшафтів [162,168].

Німецькі ґрунтознавці у запропонованій авторами класифікації велике значення надають денусолі – ґрунтам, із зрізаною верхівкою, і інтрусолі –

грунтам, просоченим олійно-бензиновими рідинами і газами близько АЗС та автомобільних стоянок і пропонується нова таксономічна одиниця – **урбікові антросолі** – субстрати, утворені в результаті людської діяльності [79].

Югославський дослідник Г. Антонович (1926) виділив кілька класифікацій, в основі яких лежать територіальні особливості ґрунтоутворення (**аеросолі** – забруднення ґрунтів різними речовинами без фізичного порушення).

В одній із найбільш популярних міжнародній реферативній базі ґрунтових ресурсів (WRB) міські й індустріальні ґрунти не є центральним об'єктом класифікації. У ній виділяється окрема реферативна група Антросолі, що включає в себе ґрунти, створені людиною [174].

Найбільший вклад в розвиток вчення про міські ґрунти в Росії (систематику, властивості, екологічні функції) внесли вчені МДУ, особливо професор М. Н. Строганова з співавторами [135, 177], де головною відмінною рисою міських ґрунтів є наявність діагностичного горизонту «урбік», що відрізняє їх від природних. «Урбік» представляє собою поверхневий, насипний, перемішаний горизонт з домішками будівельно-побутового сміття, промислових відходів тощо. Міські ґрунти поділені на групи: природні непорушені, природно–антропогенні поверхнево-перетворені, антропогенні глибоко перетворені урбаноземи і урботехноземи (ґрунти техногенних поверхневих ґрунтоподібних утворень) [79].

Урбаноземи поділяються на дві підгрупи:

- фізично перетворені ґрунти (урбанозем, культурозем, некрозем, екранозем);
- хімічно перетворені ґрунти (індустрізем, інтрузем).

Серед урботехноземів виділяють підтипи: реплантозем, конструктозем.

Проблема класифікації ґрунтів, в тому числі і міських є надзвичайно складною і актуальною, адже вона ніколи не буде раз і назавжди вирішеною, зате завжди є важливою і пріоритетною.

У вирішенні проблеми класифікації ґрунтів є два шляхи:

- створення «універсальної» класифікації ґрунтів, з її комплексним використанням в різних галузях науки та в практиці (США);
- створення двох різних класифікацій – окремо для наукового і для виробничого використання (Австралія).

Спроби створення першої моделі належать Польщі, Росії, Білорусії, Молдові, які створили декілька варіантів класифікації, постійно розвиваючи та вдосконалюючи їх.

Багато країн, усвідомлюючи складність і безперспективність універсального варіанту класифікації ґрунтів для одночасного й ефективного вирішення наукових і практичних завдань застосовують різні підходи щодо класифікацій як для наукового так і для виробничого використання.

Давно визріла необхідність створення нової класифікації ґрунтів України, яка б відповідала рівню сучасних наукових знань і могла мати практичне застосування. Володіючи потужним науковим, експериментальним і виробничим потенціалом науковці України ще однозначно не визначились вирішенням проблеми класифікації ґрунтів. Проте, в основі концепції розробки класифікації ґрунтів України закладений раціоналізм (підходи до класифікації ґрунтів російських ґрунтознавців з максимальним наближенням класифікації ґрунтів України до світової реферативної бази) та максимальне збереження набутої десятиліттями ґрунтової інформації [164].

Слід відзначити, що в останні роки в українських фахових виданнях було немало публікацій на тему шляхів вирішення проблеми класифікації ґрунтів: (Полупан, 2005; Тихоненко, 2005; Канівець, 2007).

Окремим класом виділяються антропогенно-перетворені, або сильно забруднені ґрунти. Ці ґрунти об'єднують у дві асоціації: антропоземи і техноземи.

До антропоземів відносяться ґрунти, які зазнали значних змін у результаті антропогенної діяльності, а саме: акваземи, агроземи, хемоземи, радіоземи .

Техноземами називаємо штучно створені техногенні поверхневі утворення [79].

На відміну від природних екосистем едафотопи міста характеризуються строкатістю та неоднорідністю умов через особливості їх формування і являють собою штучно, цілеспрямовано створені ґрунтоподібні тіла, що складаються із серії шарів різного гранулометричного складу та походження, а також насипного гумусованого шару. Тому найбільш переконлива класифікація антропогенно перетворених ґрунтів та ґрунтоподібних поверхневих утворень у спільній системі з природними ґрунтами, адже ґрунтовий покрив міста формується протягом тривалого часу, тому міські ґрунти як успадковують деякі характеристики зональних природних ґрунтів, так і відображають тривалість і характер промислового розвитку міста.

1.1. Вплив антропогенних чинників на забруднення ґрунтів

Зростання кількості міст як і науково-технічного прогресу зумовили значний вплив на геологічне середовище, яке має тенденцію до кумуляції забруднень [176]. Для більшості міських урбоекосистем характерне порушення природних зв'язків між її різними компонентами, що призводить до зміни як морфологічної будови ґрунтового профілю, так і до змін хімічного складу [91,180].

Розширення процесів урбанізації й індустріалізації, відведення сільськогосподарських земель під забудови, щораз інтенсивніше впливає на властивості ґрунтів через запечатування, розкопки, забруднення і поховання різних відходів.

Ґрунти в місті утворюються під впливом тих же факторів ґрунтоутворення, що і природні ґрунти, але під впливом антропогенних факторів (Федорець, Медведєва, 2009; Козлова та ін., 2006) і різко відрізняються від природних за морфологічними ознаками і фізико-хімічними властивостями.

Ґрунти урбанізованих територій в результаті нестабільних природних і антропогенних навантажень представляють собою складні, швидко створені природно-антропогенні утворення (Гладков, 2007) з характерними порушеннями природних генетичних горизонтів, відсутністю важливого органогенного екранного шару лісної підстилки, лужністю середовища тощо (Кухарук, Бульмага, 2011).

Ґрунтовий покрив охороняє суміжні середовища від техногенного впливу, представляючи собою геохімічний бар'єр на шляху міграції забруднюючих речовин. Проте можливості ґрунту як буферної системи не безмежні. Акумуляція забруднюючих речовин та продуктів їх перетворення в ґрунті призводить до зміни їх хімічного, фізичного і біологічного стану, деградації і, в кінцевому підсумку, руйнування [134]. Негативні зміни в ґрунтах можуть супроводжуватися токсичним впливом ґрунтів на біоту (в першу чергу, видове різноманіття, продуктивність і стійкість фітоценозів), поверхневі і ґрунтові води, приземні шари атмосфери [34].

Антропогенний фактор ґрунтоутворення в урбоєкосистемах, в основному, домінує над природним, що викликає формування специфічних типів ґрунтів. Ґрунтовий покрив в тій чи іншій мірі піддається деградації, ускладнюється виконання ґрунтових функцій через запечатування, розкопки, забруднення і поховання різних відходів [135].

На урбанізованих територіях характерні техноземи – ґрунти створені людиною в процесі рекультивації чи освоєння земель, які успадковують властивості зональних ґрунтів і гірських порід. Для них характерна відсутність чітко виражених горизонтів, мозаїчне забарвлення, велика щільність.

Сучасні дослідження свідчать, що під впливом діяльності людини міські ґрунти сильно змінюються, набувають низки специфічних особливостей, а їх основні групи – природні та штучні насипні ґрунти кардинально відрізняються один від одного як за фізико-хімічними показниками, так і за особливостями акумуляції забруднюючих речовин [139, 145, 150].

Антропогенний вплив на ґрунтоутворення був визнаний вже давно (Edelman, 1954; Yaalon и Yaron, 1966), проте ранні класифікації не враховували ґрунти, які систематично підлягають цьому впливові. Однією з причин цього було значне різноманіття видів людського втручання в утворення та еволюцію ґрунтів. Як наслідок у різних країнах виникли різноманітні одиниці антропогенно перетворених ґрунтів: Agrozems, Anthrepts, Anthrosols, Anthrozems, Hortisols, Kultizems, Quasizems, Rigosols, Treposols, Urbanozems тощо.

Міське будівництво, підземні комунікаційні мережі, діяльність людини створюють ефект «теплого острова», що приводить до змін температурного і водного режиму ґрунту.

Викиди в атмосферу від промислових підприємств і автотранспорту, зрошення земель забрудненими водами, порушень технологічних вимог при видобутку, переробці та використанні нафтопродуктів, численні аварії на нафтопроводах, незбалансоване застосування мінеральних добрив і пестицидів призводять до забруднення ґрунтів, погіршення їх фізичного стану і в результаті втрати родючості і нездатності виконувати свої екологічні функції [143, 147].

У зонах механічного впливу транспортних магістралей відбувається значна (а в деяких випадках і повна) перебудова ландшафтно-геохімічної структури території. Ширина таких зон становить 2–3 м від меж полотна транспортної магістралі [86,136].

Якщо порівняти вплив стаціонарних і пересувних джерел забруднення повітря, то для міського середовища всі види транспорту стають більш вагомими, а найвагомим з них – автомобільний [136]. За останні 10–15 років автомобілізація країни привела до необхідності врахування її впливу на навколишнє середовище в цілому. Тому значна увага приділяється дослідженню автотранспортного навантаження на ґрунт і його мешканців [84, 136].

Використання ґрунтів у містах має не сільськогосподарський характер: створення парків, скверів, газонів, покриття для спортивних споруд. Дернина використовується для закріплення відвалів, суглинки і глини використовують як будівельні матеріали. Завдяки високій поглинальній здатності, ґрунти використовують для механічної очистки стічних вод (поля фільтрації, септики тощо).

Великий екологічний потенціал ґрунтів, який може забезпечити зростання широкого спектру видів рослин, був засвідчений дослідженнями, проведеними ґрунтознавцями і ботаніками у рамках проекту "Екополіс" [4, 171, 182].

Імовірна поява нових нестандартних підходів до можливостей ґрунтів у міському середовищі, прикладом слугують експерименти з використання міських дахів новобудов для вирощування овочів.

Ґрунти в урбоекосистемах виконують певні регуляторні, фітосанітарні, екологічні функції [130, 139, 178].

1.2.1. Забруднення ґрунтового покриву важкими металами

Одним із наслідків антропогенного впливу є потрапляння у природні кругообіги хімічних елементів, у тому числі важких металів, де ґрунт став незамінною ланкою в ланцюгах міграції, індикатором стійкості екосистем.

Форми знаходження хімічних елементів вивчалися А. Е. Ферсманом, А. П. Виноградовим, О.І.Перельманом, А. А. Сауковим, В. В. Щербиною та ін. У 60–70-х роках дослідженню розподілу рухомих форм елементів у різних регіонах України присвячені роботи П. А. Власюка, Н. К. Крупського, А. М. Александрової, Р.Н.Бендерського, А. М. Білана, Ю. М. Лабія. У 80–90-х роках вивчення форм знаходження важких металів у ґрунтах України проводяться науковцями під керівництвом Е. Я Жовинського, А. І. Самчука, Г. М. Белоненка, В. І. Почтаренка, Н. М. Городній та ін.

Вивчення біогеохімічних циклів хімічних елементів (М.А.Глазовська, О.І.Перельман, М.С.Касимов, Л.Л.Малишева, А.І.Фатєєв, М.О.Горін, М.М.Мірошніченко) підтверджує порушення стійкості, а значить необхідність першочергового дослідження визначальної підсистеми – ґрунту.

Ґрунти є природними накопичувачами важких металів у навколишньому середовищі і основним джерелом забруднення суміжних середовищ, включаючи вищі рослини. Ґрунт – індикатор багаторічних природних процесів, і його стан це результат тривалого впливу різноманітних джерел забруднення.

Близько 90% важких металів, що потрапили в довкілля, акумулюються саме ґрунтами [47]. Термін «важкі метали» може застосовується у разі, коли вони зустрічаються в екзогенному середовищі в підвищених концентраціях і мають токсичний вплив на рослини та тварини (Титова В.І., 2002).

Особливості накопичення й міграції мікроелементів у ґрунті розкриті у працях як закордонних, так і вітчизняних вчених. Дослідження присвячені і оцінці забруднення ґрунтів великих міст [110, 149, 159, 163, 170]. Одним із найпоширеніших забруднень ґрунтового покриву є важкі метали, що надходять до ґрунту в результаті дії антропогенних факторів.

Важкі метали відносяться до забруднюючих речовин, спостереження за якими обов'язкове у всіх середовищах. У різних наукових і прикладних роботах автори по-різному трактують значення цього питання [165].

Важкі метали в ґрунтах почали вивчати одними з перших. Вони надходять у ґрунт переважно з атмосфери з викидами промислових підприємств і транспорту, стічними водами, відходами промисловості, побутовим сміттям, мінеральними добривами і пестицидами.

З атмосфери у ґрунт важкі метали потрапляють найчастіше у формі оксидів, де поступово розчиняються, переходячи в гідроксиди, карбонати або у форму обмінних катіонів [124, 125]. Ґрунти піщані, малогумусні, стійкі до забруднення, це значить, що вони слабо пов'язують важкі метали, легко віддають їх рослинам або пропускають через себе з фільтраційними водами.

У роботах, присвячених проблемам забруднення навколишнього природного середовища та екологічного моніторингу, на сьогоднішній день до важких металів відносять більше 40 металів періодичної системи з атомною масою понад 50 атомних одиниць: Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Mo, Cd, Sn, Hg, Pb та ін. При цьому важливу роль у категоріюванні важких металів відіграє їх висока токсичність для живих організмів (табл.1.1) у відносно низьких концентраціях [36].

Практично всі метали, які потрапляють під це визначення (за винятком свинцю, ртуті, кадмію та вісмуту, біологічна роль яких на даний момент невідома), активно беруть участь у біологічних процесах, входять до складу багатьох ферментів [54, 141, 144].

Таблиця 1.1

Біогеохімічні властивості важких металів

Властивості	Cd	Co	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
Біохімічна активність	В	В	В	В	В	В	В
Токсичність	В	П	П	В	П	В	П
Канцерогенність	-	В	-	В	В	-	-
Збагачення аерозолів	В	Н	В	В	Н	В	В
Мінеральна форма розповсюдження	В	В	Н	В	Н	В	Н
Органічна форма розповсюдження	В	В	В	В	В	В	В
Рухомість	В	Н	П	В	Н	В	П
Тенденція до біоконценрування	В	В	П	В	В	В	П
Ефективність накопичення	В	П	В	В	П	В	В
Комплексоутворююча спроможність	П	Н	В	П	Н	Н	В
Схильність до гідролізу	П	Н	В	П	П	П	В
Розчинність сполук	В	Н	В	В	Н	В	В

Примітка: В – висока, П – помірна, Н – низька.

Перш за все представляють інтерес ті метали, які найбільш широко й у значних обсягах використовуються у виробничій діяльності і в результаті накопичення їх в природному середовищі становлять серйозну небезпеку з точки зору їх біологічної активності і токсичних властивостей. До них

відносять свинець, ртуть, кадмій, цинк, вісмут, кобальт, нікель, мідь, олово, сурму, ванадій, марганець, хром, молібден і миш'як [36, 97].

Важкі метали характеризуються низькою міграційною активністю в ґрунтах, добре депонуються, акумулюються у поверхневому шарі. Як правило, значна забрудненість ґрунтів спостерігається в межах промислових зон, звалищ побутового сміття, автомобільних доріг. Самоочищення ґрунтів практично не відбувається, або відбувається дуже повільно. Токсичні речовини накопичуються в ґрунті, що призводить до поступових змін хімічного складу ґрунту. Це означає, що забрудненими ділянки залишатимуться протягом десятків років [82, 94].

Розподіл важких металів та елементів–забруднювачів у ґрунтах дуже складний процес, обумовлений цілою низкою чинників, серед яких найважливіша роль належить типам ґрунтів, їх окисно-відновним і кислотно-основним властивостям, вмісту в них органічних речовин, гранулометричному складу, і навіть водно-тепловому режиму і геохімічному фону регіону [85, 101].

Важкі метали накопичуються в ґрунтовій товщі, особливо у верхньому шарі, поволі видаляються при вилюговуванні, споживанні рослинами і ерозійних процесах. Вони зв'язуються алюмосилікатами, несилікатними мінералами, органічними речовинами з допомогою різних реакцій взаємодії. Частина їх утримується цими компонентами міцно і не приймає участі у міграції по ґрунтовому профілю та становить небезпеку живим організмам ґрунту [47].

Карбонатні горизонти з високими буферними властивостями фіксують до 99% важких металів в шарі 10–20 см. У слабокислих ґрунтах метали можуть мігрувати до глибини 40 см. У малобуферних ґрунтах проникнення екзогенних важких металів може сягати до 60–80 см, але основна їх частка сорбується в шарі 0–10 см (цілина) і 0–20 см (рілля) [47].

Негативні екологічні наслідки забруднення ґрунтів пов'язані з рухомими сполуками металів і металоїдів. Їх наявність у ґрунті зумовлена

концентруванням цих елементів на поверхні твердих фаз ґрунтів з допомогою реакції сорбції–десорбції, осадження–розчинення, іонного обміну, комплексних сполук. Збільшення кислотності ґрунту супроводжується підвищенням розчинності сполук металів, але обмеженням розчинності сполук металоїдів [44].

Важкі метали діють на ґрунт як прямо, так і опосередковано, шляхом включення у біологічні цикли і в живих організмах відіграють двояку роль. У малих кількостях вони входять до складу біологічно активних речовин, які регулюють нормальний перебіг життєдіяльності організмів і в кількості менше 0,01% є життєво необхідні для рослин як мікродобрива [4].

Рілля забруднюється такими елементами як ртуть, миш'як, свинець, бор, мідь, олово, вісмут, які поступають у ґрунт у складі отрутохімікатів, біоцидів, стимуляторів росту рослин тощо. Нетрадиційні добрива, виготовлені із різних відходів часто містять великий набір забруднюючих речовин з високими концентраціями. З традиційних мінеральних добрив фосфорні добрива містять найчастіше домішки Sr, F, оскільки вони виробляються із фосфоритів і апатитів, які є сировиною для виготовлення різних видів фосфорних добрив.

Важкі метали відносяться до найнебезпечніших для природного середовища хімічних забруднюючих речовин. Значна частка важких металів, які забруднюють довкілля, потрапляє у ґрунт, який служить потужним їх акумулятором та практично не втрачається згодом.

Серед сполук металів у ґрунті можна виокремити декілька груп, які різняться по міграційній здатності та за рівнем доступності рослинам. Даних лише про валовий вміст металів у ґрунтах з метою оцінки ступеня забруднення ґрунтів недостатньо. Необхідні аналітичні дані про рухомі форми важких металів, оскільки вони характеризують здатність забруднюючих речовин мігрувати в інші середовища.

Важкі метали фіксуються в поверхневому (0-20 см) шарі ґрунту, який є найбільш родючим і визначає врожай та склад сільськогосподарських

культур, кормів і продуктів. Інтенсивне забруднення ґрунтів веде до зменшення врожаю, загибелі чи неможливості використовувати продукти та корми через високі токсичні концентрації елементів в рослинах, не дозволяє використовувати територію поблизу джерела забруднення для вирощування сільськогосподарської продукції.

Питання негативного впливу надлишку важких металів на ґрунтові мікробоценози та їх функціонування – найбільш вивчений напрям досліджень [52, 54, 141]. Важкі метали подавляють процеси мінералізації і синтезу різних речовин у ґрунті. Вченими встановлено зменшення чисельності прокаріотних мікроорганізмів, олігонітрофільних і амоніфікуючих бактерій, актиноміцетів, стійкими до впливу важких металів целюлозолітичні бактерії і мікроскопічні гриби.

Важкі метали, будучи антагоністами низки елементів харчування, обмежують їх поступання у рослини. Так, розчинний кадмій знижує доступність рослинам фосфору, кальцію, магнію, заліза, цинку; свинець обмежує надходження фосфору, кальцію, заліза, міді, цинку. Важкі метали порушують нормальний перебіг біохімічних процесів, впливають на синтез і функції багатьох активних сполук: ферментів, вітамінів, пігментів. При високих концентраціях важких металів (кадмій, свинець, цинк, мідь) відбувається зменшення кількості хлорофілу, внаслідок подавлення синтезу магній-порфірина. Під впливом важких металів знижується вміст фосфору, калію, магнію в рослинах.

Визначення ступеня забруднення важкими металами досить складне завдання. У ґрунтах важкі метали є у формі різноманітних сполук, які можуть трансформуватися і переходити з одних форм до інших. При здійсненні моніторингу визначають валовий вміст важких металів, доступні (кислоторозчинні) форми сполук, що характеризує потенційний запас елемента в ґрунті та лабільні (рухомі) форми важких металів, що переходять у буферний розчин (актуальний запас елемента).

Визначення важких металів насамперед проводять у ґрунтах, розміщених у зонах екологічного лиха, на сільськогосподарських угіддях, що прилягають до об'єктів – забруднювачів ґрунтів важкими металами, і полях (ділянках), виділених для вирощування екологічно чистою продукції. Ступінь забруднення ґрунтів важкими металами виявляють шляхом перевірки гранично-допустимої концентрацією (ГДК чи ОДК) відповідного елемента у ґрунті або його фонового вмісту [107].

Контроль за забрудненням ґрунтів важкими металами, в основному, здійснюється за 3 елементами першого класу токсичності (свинець, кадмій, цинк) і 4 металами другого класу токсичності (нікель, хром, кобальт, мідь).

1.3. Моніторинг стану ґрунтів

Постійне посилення антропогенного впливу на урбосистеми підвищує інтерес до моніторингових досліджень, комплексу заходів, направлених на контроль стану навколишнього середовища. Принято розрізняти природний (еволюційно створений) і порушений стани навколишнього середовища.

Багато потреб людини пов'язані з експлуатацією природного середовища, що як наслідок впливу людини приводить до змін його якості, тобто з однієї сторони людина хоче жити в непорушеному, чистому навколишньому середовищі, а з другої – не може відказатися від своєї діяльності. Контроль стану природного середовища дозволяє аналізувати і прогнозувати такі способи і масштаби природокористування, при яких відбуваються мінімальні зміни, або їх відсутність для навколишнього середовища, що і є головним завданням екологічного моніторингу.

Під біологічним моніторингом розуміють таку форму екологічного моніторингу, при якій для контролю якості стану навколишнього середовища використовуються окремі живі організми або їх біосистеми .

Специфіка ґрунтів як об'єкта моніторингу визначається їх місцем та функціями в біосфері [38]. Ґрунтовий покрив служить кінцевим приймачем більшості техногенних хімічних речовин, що поступають в біосферу.

Володіючи високою ємністю поглинання, ґрунт є головним акумулятором, сорбентом і руйнівником токсикантів.

Термін «моніторинг» вперше з'явився в рекомендаціях спеціальної комісії при ЮНЕСКО в 1971 році, а в 1972 році вже з'явилися перші пропозиції по Глобальній системі моніторингу навколишнього середовища (Стокгольмська конференція ООН з навколишнього середовища).

Законом України „Про охорону навколишнього природного середовища" (ст. 20, 22) передбачено створення державної системи моніторингу довкілля та проведення спостережень за станом навколишнього природного середовища, рівнем його забруднення [50, 113, 114].

Першими результатами дослідження ґрунтів були відомості про рівні вмісту окремих хімічних елементів у ґрунтах на окремих територіях інтенсивної антропогенної дії, які давали точкові оцінки стану ґрунтів на певний час обстеження, без прив'язки до простору і часу [5, 17, 35, 54, 66, 84, 86, 98, 172].

З 1991 р. в межах України виконується програма екологічного моніторингу СЕМ «Україна», функції і задачі спостережень та інформаційного забезпечення виконують 8 суб'єктів системи моніторингу. В межах підсистеми та згідно постанов Кабінету Міністрів України [113, 114] моніторинг ґрунтів виконують:

- державна гідрометеорологічна служба здійснює моніторинг забруднення ґрунтів сільськогосподарських земель пестицидами та важкими металами у населених пунктах. Проби відбираються раз у п'ять років;
- державна екологічна інспекція (Мінприроди) здійснює відбір проб на промислових майданчиках в межах країни. Загальна кількість параметрів, що вимірюються 27;
- установи МОЗ здійснюють моніторинг стану ґрунтів на територіях їх можливого негативного впливу на здоров'я населення. Найбільше охоплені території вирощення сільськогосподарської продукції, території в місцях застосування пестицидів, ґрунти в зоні житлових масивів, дитячих

майданчиків та закладів. Досліджуються проби ґрунту в місцях зберігання токсичних відходів на території підприємств та поза територією підприємств у місцях їх складування або захоронення;

– мінагрополітики здійснює спостереження за станом ґрунтів сільськогосподарського використання. Здійснюються радіологічні, агрохімічні та токсикологічні визначення, залишкова кількість пестицидів, агрохімікатів і важких металів.

Кожний суб'єкт моніторингової діяльності має створювати свою локальну систему моніторингу, в Рівненській області – це СЕМ «Полісся». Проте негаразди сьогодення дають невтішну картину виконання моніторингових досліджень стану довкілля взагалі і ґрунтів конкретно.

Моніторинг ґрунтів в межах функціональних повноважень суб'єктів моніторингової діяльності, в основному, проводиться частково тільки на землях сільськогосподарського призначення для агрономічної паспортизації ґрунтів.

Організація моніторингу ґрунтів ставить перед собою більш складні завдання, ніж моніторингу водних і повітряних середовищ з наступних причин:

- ґрунт як біокосне тіло є складним об'єктом дослідження, який розвивається за законами як живої, так і неживої природи;
- ґрунтові процеси відбуваються за участю твердих фаз, ґрунтового розчину, ґрунтового повітря, коренів рослин, живих організмів при постійному впливі антропогенних факторів;
- неможливості виділення антропогенної складової, так як забруднюючі хімічні елементи Zn, Cd, Pb, Fe, Си, Mn та ін. є як природними складовими гірських порід і ґрунтів, так і поступають в ґрунт від антропогенних джерел;
- труднощі при встановленні ступеня перевищення рівня вмісту забруднюючих речовин в ґрунті через недосконалість нормативної бази ГДК забруднюючих речовин, а саме: для одних речовин ГДК представлені для

валових форм вмісту металів, для інших – ГДК для рухомих форм, або повна відсутність ГДК для тих, чи інших забруднюючих речовин.

– відсутності узаконених або запропонованих єдиних підходів до оцінки екологічного стану ґрунтового покриву урбоекосистеми.

Багато методичних питань моніторингу ґрунтів до цього часу не вирішені. Остаточно не визначено поняття «фон», часто сучасний стан ґрунтів оцінюють, порівнюючи його з минулим станом шляхом ретроспективної екстраполяції сучасних даних, зіставленням з відомостями в колишніх публікаціях тощо [184]. Всі ці методи мають ті чи інші недоліки.

Для оцінки локального забруднення найбільш ефективним є порівняння забруднених ґрунтів з незабрудненими, а при фоновому моніторингу оцінювання динаміки стану фонових ґрунтів в часі.

Роботи з наукового моніторингу земель, включені в кадастр наукових досліджень, повинні користуватися рівноправною державною підтримкою і фінансуванням поряд з іншими видами моніторингу.

Найважливішим питанням є вибір показників моніторингу ґрунтів, періодичності спостережень і методів вимірювання. Перелік показників повинен бути оптимальним, що забезпечує реальність виконання поставлених завдань і не викликає втрати наявної аналітичної інформації. Система показників повинна включати обов'язкові для всіх видів ґрунтів і специфічні для ґрунтів одного або декількох типів параметри, а також показники, обумовлені природою забруднюючих речовин.

Для моніторингу показники повинні бути по можливості прості, а методи доступні, в тому числі для виконання в порівняно невеликих лабораторіях з обмеженим обладнанням. Крім того, необхідно відзначити, якщо при контролі повітря або вод основна увага звертається на шкідливі і токсичні домішки, то при ґрунтовому моніторингу доводиться контролювати багато параметрів, які характеризують систему в цілому, виявляти ознаки, що вказують на виникнення несприятливих тенденцій або зменшення ґрунтової родючості.

За результатами багаторічної практики при розробці програм моніторингу ґрунтів пропонують розділити показники екологічного моніторингу на показники ранньої, коротко – і довгострокової діагностики екологічного стану ґрунтів [99, 109].

Показники ранньої діагностики негативних змін властивостей ґрунтів, дозволяють виявити і зупинити несприятливі процеси на початкових стадіях їх розвитку. Це, перш за все, показники біологічної активності ґрунтів – чисельність і видовий склад мікроорганізмів і безхребетних тварин, їх біомаса, ферментативна активність ґрунтів, інтенсивність виділення вуглекислого газу ґрунтом, активність азотфіксації та денітрифікації, нітрифікаційна здатність ґрунтів тощо.

Їх використання для моніторингу промислового забруднення ґрунтів дозволяє виявити тенденції та швидкість змін, які відбуваються в ґрунті, судити про ступінь небезпеки забруднюючих речовин.

Інтегральний характер цих показників, їх сезонна динаміка, неоднозначність реакцій і велика пристосованість живих організмів до дії токсикантів роблять необхідним одночасні прямі визначення інших властивостей ґрунтів для зазначення причин неблагополуччя.

Показники середньої діагностики, що характеризують короткострокові зміни властивостей ґрунтів і забезпечують поточний контроль за їх станом. З цією метою доцільно використовувати катіонно–обмінні властивості ґрунтів, зміст доступних для рослин форм елементів живлення, кислоторозчинних форм сполук кальцію, магнію, заліза і алюмінію, рухомих форм сполук важких металів, швидкість деструкційних процесів, потужність і запаси підстилки, фракційний склад гумусу. Виміри повинні проводитися через 2–5 років.

Показники довгострокової діагностики порушень ґрунтоутворення при промисловому забрудненні. Це показники валового складу ґрунтів, включаючи вміст важких металів, склад ґрунтових мінералів, вміст і запаси гумусу, морфологічні і фізичні властивості ґрунтів (щільність, структурний

стан, водопроникність, гранулометричний склад), тобто фундаментальні властивості ґрунтів. Оцінка їх необхідна як точка відліку, як вихідна характеристика ґрунтів на попередньому етапі моніторингу. Ці властивості формуються в результаті відносно тривалих односпрямованих процесів і тому вимагають вимірювань через 10 років і більше [30].

На особливу увагу заслуговує біологічний моніторинг ґрунтів, в основі якого є вивчення біологічної активності ґрунту, яка пов'язана практично зі всіма ґрунтовими режимами, а оптимальні її показники свідчать про загальне покращення або погіршення екологічного стану ґрунтів [43].

Останніми роками біологічна наука посідає важливе місце у системі поглядів на моніторинг стану ґрунтів [10]. Багато розділів біології, й у першу чергу екологія і фізіологія тощо, розробляють теоретичні та практичні основи контролю стану біологічної компоненти ґрунтів. Вчені різних біологічних спеціальностей спрямовують розробки в русло організаційних, просторових і тимчасових зв'язків головних підсистем структури біологічного моніторингу як частини комплексної інформаційно–оперативної служби.

Розвиток біологічного моніторингу в Україні проходить у рамках двох тісно пов'язаних напрямів – діагностики і прогнозу. Відповідно до цілей і завдань біологічного моніторингу збір даних про рівень забруднення біоти входить до компетенції діагностичного моніторингу, проте експериментальні дослідження здійснюються у рамках прогностичного моніторингу.

Однак, на нашу думку, на даний час існує недосконалість системи моніторингу земельних ресурсів, що полягає у самій концепції розуміння ґрунту як єдиної системи, як біосферного тіла, який розглядають винятково в споживчих цілях як засіб для одержання сільськогосподарської продукції. Це виражається у контролі агрохімічних показників стану земельних ресурсів. Про екологічні функції ґрунтів, взагалі відомо мало.

Подальший розвиток теоретичних і методологічних питань моніторингу ґрунтів диктується необхідністю істотно підвищити рівень практичної

значимості наявних та практично отриманих результатів в процесі реалізації програм фонового та біологічного моніторингу [118].

1.3.1. Біоіндикація стану ґрунтів

В останні десятиліття людина стала причиною швидкої деградації ґрунтів, хоча втрати ґрунтів мали місце впродовж всієї людської історії.

Традиційні аналітичні методи спостереження за станом ґрунтового покриву міст в зв'язку з об'єктивними та суб'єктивними причинами сьогодення стали практично неможливими. Так як в урбоєкосистемах діють різноманітні негативні процеси, які мало досліджені, то біологічну індикацію стали широко використовувати для оцінки забруднення ґрунтів.

Найбільш швидку реакцію при антропогенному впливі на ґрунти проявляють живі організми, які використовують у моніторингу як біологічні індикатори. Важливим є не тільки швидкість відповідних змін, але і те, що вони реагують на весь комплекс забруднень, це робить інформацію більш представницькою [52].

За допомогою методів біоіндикації вимірюється сумарний ефект зовнішнього впливу, можна вивчати вплив забруднення на рослини і тварини у просторі і часі та застосовувати профілактичні засоби.

Користуючись інструментальними методами дослідження, можна визначити характеристики повітря, води і ґрунту, але лише на момент відбору проб. Тому, відстежуючи процеси їх накопичення (або відсутності), можна оцінити рівень забруднення середовища.

Виокремлюють статичні і динамічні індикаційні ознаки. Наприклад, присутність певного індикатора, його форма – це статичні ознаки, а швидкість росту або інші зміни, що відбуваються в часі, належать до динамічних. Рослинність може бути використана не лише як індикатор окремих факторів середовища, а також як показник сумарних умов: типів ґрунту чи клімату, гірських порід, сільськогосподарських угідь. Біоіндикаторами можуть бути не лише ті рослини, які помітно реагують на

аномалії. Зовнішні подразники впливають на кислотність середовища, щільність коріння тощо.

Значення індикатора в екологічних дослідженнях визначають дві величини: екологічна спряженість індикатора (V) і зустріч індикатора на обсязі індикації (F). Загальну значущість індикатора можна виразити у вигляді індексу V/F (у відсотках).

Біоіндикація має певні переваги як метод отримання безпосередньої інформації про зміни стану біоти в умовах забруднення, але він повинен поєднуватись з хімічними й геофізичними дослідженнями для отримання не лише якісних, а й кількісних відомостей [65].

Одним з найбільш чутливих методів діагностики можливих негативних процесів в ґрунтах, є рівень ферментативної активності. Багаторічними дослідженнями показана висока ефективність застосування ферментативної активності ґрунтів в якості діагностичного показника (Галстян, 1974, 1978, 1982; Хазиєв, 1976, 1982; Звягінцев, 1978; Гончарова, 1991; Абрамян, 1992; Казі і др., 2003, 2004, 1996; Личко, 1998; Burns, 1977; Badiane, 2001).

У зв'язку з потребою проведення комплексного моніторингу, використання індикаційних можливостей біологічних об'єктів набуває все більшого значення.

Один зі специфічних методів моніторингу забруднення ґрунтів є біоіндикація – оцінка якості природного середовища по стану її біоти, яка заснована на спостереженні за складом, властивостями і чисельністю індикаторів і використовується в екологічних дослідженнях, як метод виявлення антропогенного навантаження [185, 186]. В основі методу біоіндикації лежить дослідження мінливості різних характеристик біологічних об'єктів і систем на вплив екологічних факторів. У якості біоіндикаторів вибирають найбільш чутливі до досліджуваних антропогенних факторів біологічні системи або організми [72, 131]. Зміни в поведженні тест-об'єкта оцінюють у порівнянні з контрольними ситуаціями.

В останні роки методологія ґрунтових досліджень отримала розвиток у зв'язку з необхідністю оцінки стану ґрунтів, розробки містобудівної документації і практики проведення оцінки впливу на навколишнє середовище.

Важливою особливістю розроблюваних нормативних документів фактично став екосистемний підхід [68, 69, 89, 123], що відображено в екологічній класифікації ґрунтів і «екологічних функціях міських ґрунтів».

Біологічний моніторинг – важлива та невід’ємна частина екологічного моніторингу. З однієї сторони біологічний моніторинг оцінює стан біоти екосистем різного рівня, з другої сторони деякі зміни в навколишньому середовищі неможливо оцінити по іншому, як з допомогою високочутливих організмів. Застосування біологічних об’єктів моніторингу дозволяє робити комплексний аналіз і давати комплексні оцінки змін в навколишньому середовищі, що неможливо при хімічному або геофізичному моніторингу навколишнього середовища.

Біоіндикація стану ґрунтів є головним методом біологічного моніторингу і має ряд переваг перед інструментальними методами дослідження, а саме:

- висока чутливість до надслабких антропогенних змін в ґрунтах, які не фіксуються хімічними та фізико–хімічними методами дослідження;
- швидкість виявлення антропогенних змін в ґрунтах;
- оцінка рівня забруднення обмеженим числом характеристик;
- універсальність при вирішенні поставлених завдань;
- виявлення і характеристика ретроспективних, разових і прогнозованих впливів;
- малозатратність досліджень.

В основі принципу біологічної діагностики ґрунту лежить уявлення про те, що ґрунт (як середовище існування) становить єдину систему, в якій мешкають популяції різних організмів.

Дослідження з вивчення індикаторів ґрунтового біорізноманіття проводились українськими та європейськими вченими, зокрема таких держав, як Франція, Німеччина, Нідерланди. Визначено понад 90 можливих індикаторів біорізноманіття ґрунту, які умовно розподілені на групи відповідно до основних розділів класичної екології ґрунту: біологічного різноманіття (чисельності) та біологічних функцій ґрунту. До індикаторів біологічного різноманіття ґрунту відносять представників макрофауни, мезофауни, мікрофауни, мікрофлори та рослини. До індикаторів біологічних функцій ґрунту належить: біологічна активність ґрунту, токсичність ґрунту, активність ґрунтової фауни, ферментативна активність ґрунту [90].

Мікрофауна включає в себе багатоклітинні мікроскопічні тварини (коловоротки, нематоди) і в силу своїх малих розмірів не впливають активно на фізичні властивості ґрунту.

Мезофауна об'єднує значну та багаточисельну частину ґрунтового різноманіття. В основному до мезофауни відносять дрібних комах, окремих багатоніжок, мокриць, павуків, енхітреїд.

Макрофауна відіграє основну роль у функціонуванні ґрунту, включаючи мікробну активність, кругообіг поживних речовин, складання ґрунту, формування гумусу та органічної речовини. Так, за рахунок дощових черв'яків у ґрунтах проходить:

- перемішування ґрунту, відповідно зменшення небезпеки виникнення захворювань та поглиблення розміщення органічної речовини;
- поліпшення інфільтрації води та сприянням росту коренів внаслідок формування каналів у ґрунті, викладених поживними речовинами;
- продукування агрегатів, багатих азотом, фосфором та калієм, а також іншими мікроелементами;
- поліпшення стабільності ґрунту, пористості та вологоутримуючої здатності за рахунок створення ходів та «склеювання» частинок ґрунту;
- подрібнення рослинних залишків, стимулювання розпаду біомаси та вивільнення поживних речовин.

В даний час в Європі та Америці загальноприйнятою є практика дослідження токсичності забрудненого ґрунту на популяціях дощових черв'яків. Забруднюючі речовини із ґрунту попадають в організм черв'яка двома шляхами:

- через епітелій шляхом пасивної дифузії забруднюючих речовин із ґрунтового розчину. Процес проходить під дією різниці концентрації забруднюючих речовин між водою ґрунтових пор і тканин черв'яка та є прямо пропорціональним між забрудненням ґрунту і кумуляцією черв'яками;
- через кишечник шляхом проходження ґрунтових частинок шлунково–кишковим трактом черв'яка.

Найбільш розповсюджені представники макрофауни – гризуни, комахоїдні, комахи, двопарноногі, кліщі, молюски, багатоніжки, павуки та кільчасті черви [73, 102]. Проте, порівнюючи діяльність двох представників ґрунтових безхребетних – дощових черв'яків і мокриць встановлено, що їхній вплив на ґрунт істотно відрізняються один від одного, а саме: дощові черв'яки значно активніші в гумідних і вологих ґрунтах, а мокриці найбільш ефективними виявилися в ґрунтах з аридними екологічними умовами. Використання цих даних в комплексі з іншими важливими показниками, необхідними для диференційованої оцінки їх участі в ґрунтоутворюючому процесі.

Мікрофлора відіграє критичну роль серед ґрунтових функцій: вона підтримує біогеохімічний цикл і ріст рослин.

1.3.2. Існуючі підходи до оцінки рівня забруднення ґрунтів

На даний час існують різні підходи до оцінки рівня забруднення ґрунту.

Основним критерієм гігієнічної оцінки небезпеки забруднення ґрунту шкідливими речовинами є гранично допустима концентрація (ГДК) хімічних речовин в ґрунті [107]. Встановлення ГДК забруднюючих речовин у ґрунті

знаходиться в початковій стадії, тому до теперішнього часу встановлено ГДК лише для кількох десятків шкідливих речовин, переважно отрутохімікатів.

ГДК є комплексним показником нешкідливого для людини вмісту хімічних речовин в ґрунті, так як критерії відображають всі можливі шляхи опосередкованого впливу забруднювача на всі контактуючі з ґрунтом середовища, біологічну активність ґрунту і процеси його самоочищення. Тому при нормуванні хімічних речовин у ґрунті враховується не тільки та небезпека, яку представляє ґрунт при безпосередньому контакті з нею, але й наслідки вторинного забруднення контактуючих з ґрунтом середовищ. При цьому кожен із шляхів впливу оцінюється кількісно з обґрунтуванням допустимого рівня вмісту речовин по кожному показнику шкідливості (табл. 1.2).

Таблиця 1.2

ГДК важких металів та елементів – забруднювачів в ґрунті та допустимі рівні їх вмісту по показниках шкідливості [157]

Назва речовини	ГДК речовини ґрунту з врахуванням фону, мг/кг		Рівні показників шкідливості, мг/кг				Клас шкідливості
			Транс-локаційний	Міграційний		Загально-санітарний	
	Валова форма	Рухома форма		Водний	Повітряний		
Cu	фон+35,0	3,0	3,5	72	-	3	2
Cr	0,05	6,0	6	6	6	6	2
Ni	фон+45,0	4,0	6,7	14	-	4	2
Zn	фон+50,0	23,0	23	200	-	37	1
Co	фон	5,0	25	>1000	-	5	2
Mn	1500,0	фон	3500	15000	-	1500	3
Cd	3,0	0,7					1
Pb	фон+20,0	6,0	35	260	-	32	1

Результати гігієнічних досліджень забруднених ґрунтів дозволяють оцінювати ступінь небезпеки забруднення шкідливими речовинами за рівнем їх можливого впливу на системи «ґрунт–рослина», «ґрунт–ґрунтові води», «ґрунт – атмосферне повітря» і опосередковано – здоров'я людини.

Якщо немає можливості врахувати весь комплекс хімічних речовин, що забруднюють ґрунт, оцінку проводять за найбільш токсичними речовинами,

тобто, які відносяться до найбільш високого класу небезпеки, його ГДК і максимального значення допустимого рівня вмісту елемента ($K_{\max}$) по одному із градацій шкідливості (табл. 1.3 – 1.4).

Таблиця 1.3

Клас та ступінь безпеки забруднюючих речовин ґрунту [39]

Клас небезпеки	Ступінь екологічної безпеки	Хімічна речовина
1	високонебезпечні	Миш'як, кадмій, ртуть, селен, свинець, цинк, фтор, бенз(а)пірен
2	середньонебезпечні	Бор, кобальт, нікель, молібден, мідь, сурьма, хром
3	малонебезпечні	Барій, ванадій, вольфрам, марганець, стронцій, ацетофенон

Таблиця 1.4

Критерії оцінки ступеня забруднення ґрунтів неорганічними речовинами

Вміст в ґрунті, (мг/кг)	Категорія забруднення ґрунту		
Клас небезпеки речовини	1 клас	2 клас	3 клас
$> K_{\max}$	Дуже сильна	Сильна	Сильна
Від ГДК до $K_{\max}$	Дуже сильна	Сильна	Середня
Від 2 фонових значень до ГДК	Слабка	Слабка	Слабка

Так як основою для кількісного аналізу забруднення ґрунтів є показник шкідливості, який характеризує здатність речовин переходити із родючого шару ґрунту через кореневу систему в рослини і накопичуватися в зеленій масі та урожаї, тому пропонується використовувати коефіцієнт k_i , який враховує показники шкідливості для кожного забруднювача (табл. 1.5).

Для органічних забруднюючих речовин поділ ґрунтів по категоріях (класах) забруднення проводять з врахуванням класу небезпеки речовини і кратності перевищення його ГДК в ґрунті.

Визначення коефіцієнта за показником шкідливості

Характеристика забруднювача	Коефіцієнт за показником шкідливості
Вміст хімічних речовин в ґрунті перевищує фонові, але не вищі ГДК	k=1
Вміст хімічних речовин в ґрунті перевищує їх ГДК по лімітуючому загальносанітарному, міграційному водному і міграційному повітряному показниках шкідливості, але нижче допустимого рівня по транслокаційному показнику	k=1,1
Вміст хімічних речовин в ґрунті перевищує їх ГДК при лімітуючому транслокаційному показнику шкідливості	k=1,2
Вміст хімічних речовин перевищують ГДК в ґрунті по всіх показниках шкідливості	k=1,3

За санітарно-гігієнічним станом ґрунтів сільськогосподарського призначення вміст хімічних речовин в ґрунті поділяють на допустимий, помірно небезпечний, високо небезпечний і дуже небезпечний, причому дуже важливим є ГДК за транслокаційною ознакою шкідливості.

Оцінюючи екотоксикологічний стан ґрунтів за вмістом важких металів, слід зважити на ту обставину, що тепер проектно-розвідувальні станції хімізації сільського господарства України мають дані лише щодо шести токсичних елементів – Zn, Cd, Pb, Cu, Cr, Hg, визначаються як валові так і рухомі їхні форми в ґрунті та у рослинних зразках (табл. 1.6).

Таблиця 1.6

Максимально допустимий рівень вмісту важких металів у ґрунтах і рослинній продукції (за даними В.І.Кісіля, 1997)

Метал	МДР рухомих форм у ґрунті, мг/кг	МДР валового вмісту в рослинній продукції, мг/кг сухої речовини
Цинк (Zn)	≤23	≤10
Кадмій (Cd)	≤0, 7	≤0, 003
Свинець (Pb)	≤2	≤0, 5
Мідь (Cu)	≤3	≤5
Хром (Cr)	≤6	≤0, 3
Ртуть (Hg)	0	≤0, 02

Підвищення концентрації металів у ґрунтових розчинах збільшує кількість форм міграції їх у вигляді вільних катіонів. У розчинах чорнозему звичайного вона становить, %: нікель – 59,1; кобальт – 76,3; мідь – 24,3; цинк – 94,3 [46].

Забруднення ґрунтів, як правило, поліелементне і рівень його забруднення характеризується величиною коефіцієнта концентрації (K_c), який визначають як відношення реального вмісту елемента в ґрунті до фонового. При відсутності фонових значень для порівняння забруднення ландшафтів замість них беруть кларк елемента або ГДК.

Оцінка рівня забруднення ґрунтів як несприятливого впливу на здоров'я населення проводиться за сумарним показником забруднення Z_c , який дорівнює сумі коефіцієнтів концентрацій хімічних елементів [140].

Зважаючи на науково-технічний прогрес, удосконалення методичних підходів дослідження ґрунтів та нормативно-правової бази у сфері охорони ґрунтів, була приведена у відповідність до сучасних вимог «Методика проведення агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення», яка широко використовується при моніторингу земель сільськогосподарського призначення (табл. 1.7) [157].

Спектр методів інтегральних показників біологічної активності ґрунтів постійно розширюється і залежить від цілей, які ставляться перед дослідниками. Однак, як показує практика, частіше використовують комплексний підхід при аналізі біоти, що найбільш адекватно відображає екологічний стан ґрунтів.

Згідно еко-токсикологічних нормативів рівень впливу забруднення на біологічні процеси необхідно визначати за відхиленням активності позаклітинних біопроцесів як: <10% – мало небезпечний; 10–25 – помірно небезпечний; 25–30 – небезпечний; > 50 – дуже небезпечний рівень впливу.

Таблиця 1.7

**Групування ґрунтів за вмістом рухомих форм елементів-забруднювачів,
що вилучаються ацетатно-амонійним буферним розчином (рН 4,8)**

Елемент	Фон: 0	Номер групи і відповідний їй рівень забруднення					
		1 – слабкий	2 – помірний	3 – середній	4 – підвище ний	5 – високий	6 – дуже високий
Марганець	< 50	50 - 99	100-149	150 - 199	200 - 249	250- 299	300
Хром < 10	< 10	10 - 19	20 - 29	30 - 39	40 - 49	50 - 59	60
Ванадій	< 10	10 - 19	20 - 29	30 - 39	40 - 49	50 - 59	60
Цинк	< 5	5 - 9	10 - 14	15 - 19	20 - 24	25 - 29	30
Нікель	< 2	2 - 3	4 - 5	6 - 7	8 - 9	10 - 11	12
Мідь	< 1	1 - 1,9	2 - 2,9	3-3,9	4 - 4,9	5 - 5,9	6,0
Свинець	<0,8	0,8 - 1,4	1,5 - 2,2	2,3 - 3,1	3,2 - 3,9	4 - 4,9	5,0
Кобальт	<0,5	0,5 - 0,9	1 - 1,4	1,5 - 1,9	2,0 - 2,4	2,5 - 2,9	3,0
Молибден ¹	<0,3	0,3 - 0,4	0,5 - 0,9	1 - 1,4	1,5 - 1,9	2 - 2,4	2,5
Кадмій	<0,1	0,1	0,2	0,5	1,0	1,5	2,0

Молибден¹ – визначається в оксалатній витяжці по Грігу.

Не дивлячись на те, що існує велика кількість методик оцінки екологічного стану ґрунтів, виникає потреба розробки нових комплексних підходів до методів оцінки, які б реалізувалися через моніторинг ґрунтів.

Об’єктивний комплексний аналіз та оцінку екологічного стану ґрунту міста можна дати на основі біологічного моніторингу, поєднуючи класичні фізико–хімічні методи досліджень з біоіндикаційними дослідженнями ґрунтів, як акумуляторів сумарного забруднення. Біотична складова ґрунту розглядається у цілісності взаємодій і впливів, є сенсором всіх ґрунтових процесів, тому її стан дає змогу отримати оцінку фізичного, хімічного та біологічного стану ґрунту. Біоіндикаційні дослідження стану ґрунтів є головним методом біологічного моніторингу.

РОЗДІЛ 2. ЗАГАЛЬНА ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА м. РІВНЕ

2.1. Фізико–географічне положення і структура міста

Рівне — місто обласного значення в Україні, адміністративний, економічний та культурний центр Рівненської області, яке належить до міст Північно–Західного економічного району, розташоване в центральній частині області. Географічні координати: 50°37' пн. ш. 26°15' сх.д.

Чисельність населення міста становить 247,6 тис. осіб (станом на 01.01. 2016 р.), щільність населення – 42,21 осіб/км² [124].

Місто Рівне розташоване на Рівненському лесовому плато, у межах Волино-Подільської височини, характеризується горбисто–хвилястим рельєфом. Через місто з півдня на північ протікає р. Устя, яка розділяє місто на дві частини. В межах міста р. Устя приймає ліву притоку – струмок Тинний та декілька струмків без назви.

Особливістю рельєфу міста є те, що найвищі абсолютні висоти в західній, східній і північній частинах збільшуються і досягають максимуму на околицях міста, або за його межами у приміській зоні, що зумовлює несприятливе географічне розташування більшості житлових масивів, у першу чергу, центральної частини міста [124].

Площа земель м. Рівне за даними міського управління архітектури та містобудування станом на 01.01.16 р. становить 5824 га, з них: 2149 га або 36 відсотків сільськогосподарські угіддя (для ведення особистого селянського господарства, для ведення товарного сільськогосподарського виробництва, ведення садівництва, індивідуального городництва та сінокосіння), 3344 га або 57 відсотків – забудовані землі, 154 га або 3 відсотки - відкриті заболочені землі; 36 га або 1 відсоток – землі з незначним рослинним покривом; 138 га або 3 відсотки – землі водного фонду.

Із загальної площі міста в державній власності перебуває 3275 га (56%) земель, у приватній – 2299 га (39%), у комунальній власності 250 га (5%) (табл. 2.1).

Згідно даних Управління Держкомзему м. Рівне, загальна площа ріллі в м. Рівне становить 1675,0356 га.

Таблиця 2.1

Наявність та розподіл землі між землекористувачами, угіддями та видами економічної діяльності в м. Рівне

Власники землі, землекористувачі та землі державної власності, не надані у власність або користування	Сільськогосподарські угіддя				
	Всього, га	Рілля, га	Багаторічні насадження		
			Всього	В тому числі	
				Сади	Інші насадження
Землі які входять до адміністративно-територіальних одиниць	1	2	3	4	5
1. Сільськогосподарські підприємства (всього земель у власності і користуванні)	194,2938	182,6544	5,3146	4,7446	0,5700
1.1. Недержавні сільськогосподарські підприємства	158,563	157,993	0,5700	-	0,5700
у тому числі резервний фонд	14,8000	14,8000	-	-	-
Сільськогосподарські товариства	158,5693	157,9993	0,5700	-	0,5700
1.2. Державні сільськогосподарські підприємства	35,7245	24,6551	4,7446	4,1446	-
Сільськогосподарські науково-дослідні установи і навчальні заклади	5,0000	3,0000	2,0000	2,0000	-
Підсобні сільські господарства державних підприємств, установ, організацій	8,8645	2,6651	2,5846	2,5846	-
у тому числі частини підприємства, установ, організацій оборони	8,8645	2,6651	2,5846	2,5846	-
Інші державні сільськогосподарські підприємства	21,8600	18,9900	0,1600	0,1600	-
2. Громадяни, яким надані землі у власність та користування	1593,1422	1364,1917	148,7622	145,2322	3,5300
Сільські (фермерське господарство)	3,8265	1,3031	-	-	-
Ділянки для ведення тваринного сільськогосподарського виробництва	126,4080	80,1357	12,6797	9,1497	3,5300
у тому числі на земельних частках (полях)	38,9210	35,7234	-	-	-
Особисті підсобні господарства	520,1169	520,1169	-	-	-
Ділянки для будівництва та обслуговування житлового будинку, господарських будівель (присадибні ділянки)	629,8123	494,3541	135,4582	135,4582	-
Ділянки для садівництва	0,8443	0,2200	0,6243	0,6243	-
Індивідуальне садівництво	0,8443	0,2200	0,6243	0,6243	-
Ділянки для городництва	268,0619	268,0619	-	-	-
Колективне господарство	257,3380	257,3380	-	-	-

Індивідуальне господарство	10,7239	10,7239	-	-	-
3.Заклади,установи,організації	134,1080	113,1895	13,2878	-	13,2878
Заклади торгівлі	2,1266	2,1266	-	-	-
Інші заклади,установи,організації	131,9814	11,0629	13,2878	-	13,2878
4.Частини,підприємства,організації, установи, навчальні заклади	2,8000	2,8000	-	-	-
Міністерство оборони	2,8000	2,8000	-	-	-
5.Землі запасу та землі,не надані у власність та постійне користування в межах населених пунктів(які не надані у тимчасове користування)	105,7279	12,200	-	-	-
Землі,не на дані в власність або постійне користування в межах населених пунктів	105,7279	12,200	-	-	-
Крім того,землі запасу та землі, не надані у власність та постійне користування в межах населених пунктів (які надані у тимчасове використання)	275,8523	272,9445	1,9123	1,9123	-
6.Всього земель	2031,4621	1675,0356	167,3646	149,978	17,3878

Чітко простежується тенденція до незначного збільшення загальної площі міста. Розростаючись місто асимілювало прилеглі села (Дворець, Тинне, Боярка, Золотіїв, Новий Двір). Інтенсивність процесу збільшення житлово-промислової агломерації Рівного прямо пропорційна збільшенню земельних ділянок під забудову та для виробничої діяльності. Ймовірно, що вже в найближчі десятиріччя Рівне до території міста будуть приєднані села Колоденка, Бармаки, Біла Криниця, Шпанів, Великий та Малий Олексин, Обарів. Площа агломерації при цьому збільшиться до 70–80 км² [124].

Забудова міста являє собою компактну планувальну структуру, що розтинається навпіл магістральною залізницею. Промислові підприємства, які здебільшого зосереджуються в північній частині міста, майже не впливають на житлову забудову. Місто є значним залізничним і автодорожним транспортним вузлом і пронизане сіткою автошляхів різної категорії (табл.2.2).

За даними управління земельних ресурсів на території м. Рівне визначені землі різного функціонально призначення, а саме:

– землі житлової забудови, транспорту, зв'язку;

- землі промисловості;
- землі комерційного використання;
- землі громадського призначення;
- землі технічної інфраструктури;
- землі рекреаційного призначення та інші вкриті землі;
- землі сільськогосподарського використання.

Таблиця 2.2

Площа забудованих земель міста Рівне

(станом на 01.01.16 р. – дані управління земельних ресурсів)

Разом земель в проектних межах, га	5824,0
збудовані землі (крім смуги відводу залізниці)	3105,2
присадибні ділянки	475,9
сільськогосподарські землі без урахування присадибних ділянок для сільськогосподарського використання	1749,8
смуга відводу залізниці	72,8
ліси та інші лісовкриті площі	87,3
води	137,8
інші вільні землі	195,1

На території міста розташовані об'єкти електромагнітних полів, санітарні розриви від трансформаторних підстанцій і ЛЕП знаходяться в нормативних межах. Електромагнітне забруднення, що розташоване в північно–східній частині міста, в районі промислової забудови не виходить за межі СЗЗ і не має впливу на існуючі забудови. Зона електромагнітного забруднення в західній частині міста частково розповсюджується на житлову забудову мікрорайону «Тинне».

Основним джерелом шуму у місті є залізниця, автодороги державного та регіонального значення, головні вулиці міста, трансформаторні підстанції. Розрахований еквівалентний рівень шуму від залізниці сягає вище 80 дБА, при допустимому рівні в житлових забудовах 55 дБА.

Освоєння та облаштування території м. Рівне представлено в табл. 2.3.

Таблиця 2.3

Освоєння та облаштування території м. Рівне
(станом на 01.01.16 р. – дані управління земельних ресурсів)

Назва показників	натуральний показник
Благоустрій та озеленення: озеленення, улаштування доріжок, га кладовища, га	244,54 38,58
Вулично-дорожня мережа: магістральні вулиці регульованого прямування, км житлові та промислові вулиці, км міські мости, км площі, га підземні переходи, одиниць	35,2 192 0,739 4,6 6

Рівні шумового забруднення, що створюються транспортними потоками на вулицях міста високі і досягають 73-75 дБА.

2.2. Кліматичні умови

Важливими факторами, що впливають на формування клімату даної місцевості є географічна широта, від якої залежить приток сонячної радіації, циркуляція атмосфери, яка визначає умови температури і зволоження і частково характер підстилаючої поверхні.

Щоденно Рівненським обласним центром з гідрометеорології на метеостанції Рівне ведуться спостереження за температурним режимом, опадами, небезпечними та стихійними явищами погоди – грозами, градом, шквальним вітром, снігопадами, ожеледдю, туманами тощо.

Рівне розташоване в зоні помірно-континентального клімату, формування якого проходить під впливом повітряних мас, що надходять з півночі [41]. Восени і взимку великий вплив має поширення із сходу високого тиску, що формується в холодних повітряних масах, і вторгнення холодних мас повітря з північних широт. Взимку панують південно – західні

і південні вітри, значну повторюваність мають і південно – східні вітри. Зимові місяці характеризуються великою хмарністю.

В літній період, відчувається вплив південних степів України, звідки надходить дуже прогріте континентальне повітря. Переважаючими вітрами влітку є західні і північно – західні вітри, вони приносять вологе морське повітря і тому літо в Рівному не дуже жарке.

Опади

Середня річна сума опадів у межах міста коливається від 570 до 690 мм. Велика кількість опадів викликається циклічною діяльністю і частково впливом Волино – Подільської височини.

В теплу половину року (квітень – жовтень) випадає 430 – 470 мм (70 % річної суми), а в зимові місяці суми атмосферних опадів в два рази менші, ніж в літом. Влітку випадають дощі зливного характеру, які викликають ерозію ґрунту. Максимум опадів припадає на червень – липень (70 – 108 мм за місяць). Найбільш сухим періодом є січень – березень, коли за 3 місяці випадає лише від 70 до 90 мм опадів. Середня тривалість бездощових періодів становить 3 – 4 дні, в теплий період року буває 2 – 3 періоди без атмосферних опадів більше 10 днів. Бездощові періоди тривалістю більше 20 днів відмічаються не кожний рік, а тривалістю більше 30 днів – раз в десять років.

Так, за 2015 рік випало 433–479 мм (69-74 % від середніх значень базового періоду). Максимальну кількість опадів зафіксовано в вересні – за даними метеостанції Рівне випало 112 мм (179 % від середніх значень базового періоду). Великою кількістю опадів відзначився листопад, коли випало на більшій частині території 76–84 мм (190-200% від середніх значень базового періоду). Мінімум опадів зафіксовано в серпні – 2 мм (3 % від середніх значень базового періоду), – що є найменшою кількістю опадів у цьому місяці за повоєнний період. Великим дефіцитом опадів відзначився і жовтень – 15–18 мм (30- 43 % від середніх значень базового періоду), липень

– 30–54 мм (29–47 %) та червень – 17–29 мм (21–35 %). Недостача опадів відмічалась також у лютому – 15–18 мм (49–59%).

Вологість повітря

Для міста характерна досить висока вологість повітря. Найбільш висока відносна вологість повітря спостерігається в осінньо – зимовий період: в жовтні – близько 83 %, грудні – лютому – 89–85 %. У весняно – літні місяці вологість повітря менша (67 – 77 %). Протягом доби відносна вологість має найбільші значення в нічні години, а найменші в денні.

Формування клімату проходить під впливом як загальних, так і місцевих кліматоутворюючих чинників, важливим серед яких є атмосферна циркуляція. Потужність і повторюваність наземних і припіднятих інверсій залежить як від пори року, так і від періоду доби. Так, середня річна повторюваність наземних інверсій міста становить: в ранкові години – 18%, в денні години – 7%, у вечірні години – 28%, а у нічні години – 47%.

Важливим чинником формування клімату є атмосферна циркуляція, де головна роль належить атлантичним повітряним масам, а характер та інтенсивність їх відрізняється за сезонами року. Впродовж зимового, літнього та осіннього періодів розвиваються, руйнуються та активізуються циклони та антициклони, які і формують погодні умови.

Вітер

Протягом року на території панують південно – західні і західні вітри. Велику повторюваність мають і південно – східні, які досить часті в осінньо-зимовий і весняний періоди . Влітку переважають вітри із західної половини горизонту, причому в липні до 19 – 25 % повторюваності складають вітри північно–західного напрямку (рис.2.1). Середня швидкість вітру по місяцях змінюється від 3,2 – 3,6 м/с влітку до 4,0 – 4,7 м/с взимку рис.2.2.

З року в рік збільшується кількість днів з швидкістю вітру 15 м/с, а в 5 % вітер із швидкістю 10 м/с повторюється. Інверсійні процеси залежать, в

основному, від періоду доби, а не від пори року. Так, середня річна повторюваність наземних інверсій становить: в ранкові години – 18%, в денні години – 7%, у вечірні години – 28%, а в нічні години – 47%.

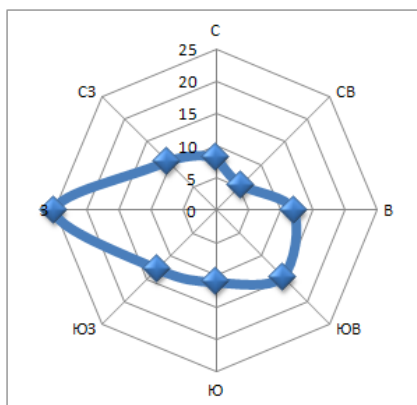


Рис. 2.1. Повторюваність напрямку вітру на території м. Рівне по румбах за 2015 р., %

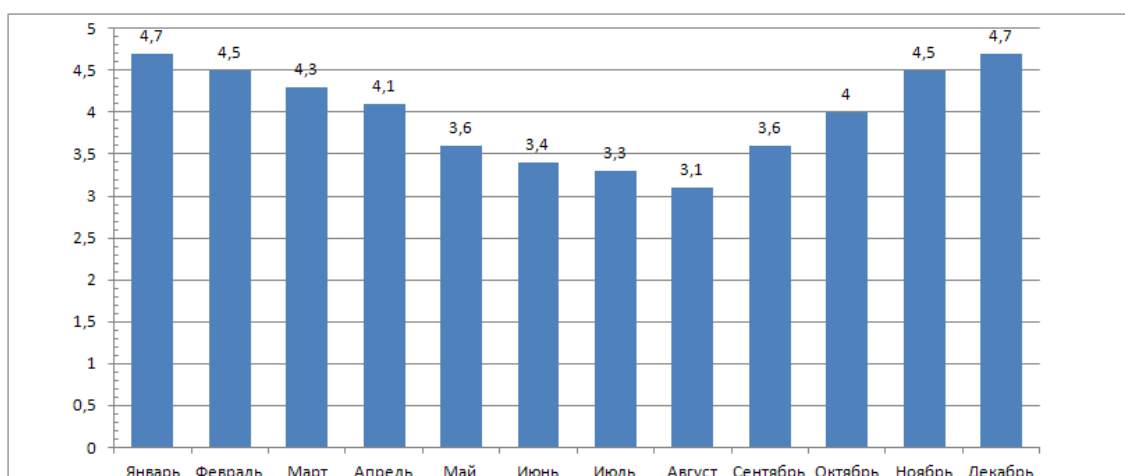


Рис.2.2. Середня швидкість вітру в м. Рівне за 2015 р., м/с

Температура повітря

Атмосферна циркуляція впливає і на температурний режим, в якому основним показником є середня місячна температура. Температурні умови Рівного можна охарактеризувати так: середньорічна температура повітря підвищується з півночі на південь, але зміна її по території невелика і

характеризує більш помірну континентальність клімату Рівного. Зима м'яка. Вона настає в середині третьої декади листопада і триває 3,5 місяців. Змінність середньомісячних температур в зимовий період невелика.

Незважаючи на м'якість зими, спостерігаються й сильні похолодання, які обумовлюються вторгненням арктичного повітря. Протягом усієї зими часто спостерігаються відлиги. Число днів з відлигою в грудні – лютому становить в середньому 48 – 51. Найхолоднішим місяцем був лютий, із середньою температурою 0–1° морозу, з абсолютним мінімумом -20,7° морозу, який зафіксований 7 січня 2015 р.

Слід відмітити, що протягом останніх десятиріч середньодобова температура повітря зросла на 0,8–1,0°C. Загалом, якщо говорити про зміну температури, то найбільше підвищення її відбувається в холодний період року. Це значить, що суттєво скорочується імовірність дуже тривалих і холодних періодів, проте не зменшується імовірність короткочасних сильних похолодань. Те саме стосується літнього періоду, коли суттєво зростає імовірність підвищення температури до 30°C і більше.

В березні розвиток атмосферних процесів набуває весняного характеру. В середині цього місяця, середньодобова температура повітря переходить через 0 °C, що прийнято вважати за початок весни. Позитивні середньодобові температури нерідко змінюються негативними, але в середньому за місяць температура досягає позитивного значення. Тенденцією є те, що в останні роки весняне тепло настає із запізненням, а вересень стає майже літнім місяцем.

Літо триває з кінця травня по вересень. Це період найвищих температур повітря і ґрунту. В теплий період відмічаються сильна спека, надзвичайна пожежна небезпека, а також явища, пов'язані з хмарами вертикального розвитку (інтенсивні дощі, грози, град, шквали). Ці явища спостерігаються з певною повторюваністю та інтенсивністю і носять досить часто локальний характер. В цілому 2015 рік видався найтеплішим за повоєнний період

спостережень і на 2° теплішим середніх значень базового періоду (1981-2010 рр.) – середня температура повітря становила 10° тепла.

Найтеплішим був серпень, з середньою температурою +22° тепла, однак абсолютний максимум року +36,4° тепла був зафіксований 1 вересня на АМЦС Рівне. Рік, як і його попередник, характеризується позитивною аномалією температури, з середніми місячними температурами на 1–3° вищими за норму (в серпні на 4–6° вище значення базового періоду). Винятком стали квітень, травень та жовтень, коли середня температура була близькою до середніх значень базового періоду.

Найхолоднішим місяцем є січень з середньою температурою -5,5°, а найтеплішим – липень з середньою температурою 18,5°. Максимальна температура повітря в м. Рівне сягає +35,2°, а мінімальна –(-34,5°).

Інформація про метеорологічні умови на території м. Рівне підтверджена даними центру по гідрометеорології (табл. 2.4).

Оскільки місто займає доволі значну територію зі специфічним характером поєднання компонентів природного середовища та форм і масштабів його господарського освоєння, в межах нього можна виділити окремі частини, для яких характерні певні відмінності метеорологічних компонентів– мікрокліматичні зони [41].

Зокрема, можна виділити зону заплави р. Усті, яка характеризується відносно нижчою порівняно з оточуючою територією температурою і вищою вологістю. Тут місцева вітрова циркуляція зберігається майже без змін, так як заплавні території використовуються під створення зон рекреації, несанкціонованих городів, під самовільні звалища сміття та вторинну заболочуваність. Тобто, найменш комфортними є метеоумови заплави.

В районах новобудов метеорологічні умови менш сприятливі, що пов'язано з перерозподілом тепла на різних рівнях підстилаючої поверхні і формуванням ефекту «аеродинамічної труби». Швидкість руху повітря тут

значно вища, а температура нижча. Зазначені особливості створюють іноді дискомфортні умови.

Найоптимальніші умови характерні для рівнинних та злегка горбистих районів з раціональною продуманою забудованістю.

Таблиця 2.4

Аналіз кліматичних умов міста Рівне (1959 – 2011рр.)

Показник	Місяці року												Рік
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Абсолютний максимум, °C	11,2	16,7	23,0	26,2	33,0	32,6	34,4	35,2	33,1	25,8	21,0	14,3	35,2
Середній максимум, °C	-1,3	-0,2	5,3	13,2	19,5	22,1	23,9	23,5	18,2	12,0	4,9	0,1	11,8
Середня температура, °C	-3,7	-3,1	1,3	8,2	14,2	17,0	18,6	17,9	13,2	7,8	2,1	-2	7,7
Середній мінімум, °C	-6,5	-6,2	-2,4	3,2	8,4	11,5	13,2	12,3	8,3	3,7	-0,6	-4,6	3,4
Абсолютний мінімум, °C	-34,5	-27	-25,5	-11,5	-3,3	1,0	5,7	0,1	-3,5	-10	-19	-24,8	-34,5
Норма опадів, мм	22,4	30,5	24,3	39,0	68,4	98,3	96,1	52,3	56,5	40,9	33,4	36,2	598,3
Кількість днів з опадами	21,2	19,5	16,9	12,5	10,1	11,2	10,4	8,2	10,4	12,1	14,6	21,2	168,3
Вологість повітря, %	87,4	85,3	79,0	66,7	67,1	72,0	74,5	73,2	77,1	81,2	87,6	89,0	78,3

В межах таких районів забудовані ділянки поєднуються із відкритими територіями, що позитивно впливає на амплітуду коливання температури та її значення, сприяє вентиляції території.

Тут підвищена температура, знижена швидкість вітру, найбільша густота забудови і населення.

Перша спроба проаналізувати мікроклімат м. Рівне на основі забудованості та рельєфу без урахування рослинності була здійснена С. Чистяковою (1988). Автор виділяла 3 типи мікрокліматичних умов із різною сприятливістю для людини.

2.3. Ґрунтовий покрив

Для переважної частини території м. Рівного основними ґрунтоутворюючими породами є леси. Ґрунти тераси р. Устя розвивались на алювіально–делювіальних та флювіогляціальних відкладах [41]. Тому дуже чітко простежується зв'язок розміщення певних типів ґрунтів із рельєфом та геологічними особливостями міста. Зокрема, в межах вододільних ділянок ґрунти представлені чорноземами звичайними карбонатними малогумусними, чорноземами лучними середньосуглинистими глейовими, темно–сірими деградованими, дерново–карбонатними ґрунтами.

З першого погляду на розподіл ґрунтів по території видно, що окремі різновиди ґрунтів розташовані строкато, мають острівну локалізацію. В першу чергу це зумовлено рельєфом міста, який є досить пересіченим і різноманітним. Це впливає на особливості акумуляції в ґрунтах поживних і забруднюючих речовин, характер промивного, повітряного і водного режимів, особливості господарського освоєння. Тому в різних частинах міста утворювались різні ґрунти.

Правий берег р. Усті колись був вкритий лісами, тут утворилися типові лісові ґрунти – сірі та чорноземи опідзолені. На лівому березі були поширені степи, тому тут розвинулись вилужені чорноземи. Ще однією особливістю ґрунтів м. Рівне є їх висока змитість внаслідок інтенсивної водної ерозії. Розмивання ґрунтів спричинене значною річною сумою опадів і розчленованістю території.

Ґрунти запlavної частини території міста менш різноманітні і представлені в південній його частині мулуvато–болотними карбонатними, а в північній – торфово–болотними. Менша різноманітність ґрунтів заплави

порівняно із терасами зумовлена азональним характером місцевих ґрунтів, а також відносною одноманітністю умов ґрунтоутворення. Ґрунти заплави є менш потужними, менш стійкими до антропогенного впливу, мають інтенсивніший промивний режим і, за відсутності геохімічних бар'єрів, більш сприяють міграції забруднюючих речовин.

Природний ґрунтовий покрив території м. Рівне представлений лучним чорноземом або чорноземом неглибоким малогумусним карбонатним.

Низинні болота заплави чітко виділяються на північній та південно-східній околиці міста, а також локально у центральній частині.

Ґрунти у природному стані в межах урбоєкосистем трапляються рідко. За довгу історію міста вони неодноразово і трансформувались, штучно насипались, осушувались. Як свідчать дослідження [88], в окремих місцях в м. Рівне природні ґрунти заплави і надзаплавної тераси перекриті шаром штучних насипних ґрунтів потужністю до 4,5 м. Окрім того, територія міста протягом століть заселена та інтенсивно використовується. Тому ґрунти містять багато сміття (будівельного і побутового) та забруднюючих речовин і є об'єктом наукового інтересу не лише фахівців-ґрунтознавців, географів, геологів, екологів, будівельників, але й істориків та краєзнавців.

Для урбоєкосистеми Рівне виділяють наступні категорії ґрунтів:

- паркові природні;
- природно-штучні скверів та бульварів, внутрішньоквартальних посадок;
- штучні вуличних посадок.

Паркові ґрунти м. Рівне характеризуються невисоким вмістом гумусу (2,15-2,57%), переущільненнями, слаболужною реакцією.

Ґрунти скверів і бульварів міста ще більш ущільнені (твердість – до 44 кг/см², більш лужні (рН = 7,4-8,0), тобто перебувають в гіршому екологічному стані.

Серед ґрунтів штучних вуличних посадок і площ найменший вміст гумусу, найбільшу твердість, щільність, фільтраційну здатність мають

масиви новобудов (насичені будівельним сміттям) і місця масового скупчення населення.

Рослинний покрив. У межах території м. Рівного виділяються такі зональні типи природної рослинності:

1) рослинність низинних боліт і болотистих заплавних лук— поширені у північній частині міста, а також південно—східній і окремими острівцями в центрі;

2) різнотравно—злакові надзаплавні луки;

3) чагарникові низинні болота — займають днища балок, які поширені по всій території міста і становлять приблизно 5% площі міста;

4) вторинні осиково—березові ліси на місці дубово-грабових лісів раніше були представлені такими видами — переважають синантропні види.

Сучасний рослинний покрив міста суттєво відрізняється від "корінного" типу рослинності. Територія міста і його околиць характеризується обмеженим поширенням лісів і широким розвитком лісопаркових зон. У цих зонах і вздовж доріг у деревостані переважають: тополя, верба, клен, акація, горобина, береза, ясен, явір, дуб, каштан, липа, рідше — ялина звичайна і голуба. Широко поширені культурні насадження: плодові дерева на присадибних ділянках, дачних ділянках, городах у передмісті та на околицях міста.

Екологічний стан і розвиток території значною мірою визначаються геологічним середовищем — верхньою частиною літосфери і підземної гідросфери, які активно взаємодіють з елементами ландшафту і включені в сферу техногенної дії. Основною рисою геологічної будови Рівного є те, що місто розташоване в межах Волинської лесової височини, яка знаходиться в межах Волино—Подільської плити [41].

Найбільш поширеними на території міста є горбисто-хвилясті межиріччя. Схили межирічч лівобережжя похилі, поверхневий шар ґрунту представлений чорноземами неглибокими слабогумусними, під якими

розташовані потужні шари лесовидних порід. Грунтові води залягають на глибині від 10 до 20 метрів і більше.

У минулому на території даних пагорбів була поширена лучно-степова рослинність лучних степів, яка була представлена формаціями *Cariceta humilis* та *Poeta angustifoliae*. У складі формацій зустрічалися такі види рослин: *Leucanthemum vulgare*, *Trifolium repens*, *Trifolium platensis*, *Adonis vernalis*, *Trifolium montanum*, *Salvia pratensis*. Залишки даної рослинності збереглися у межах ПТК неподалік міста, а саме на вершині Вишневої гори на площі 6–8 га. Зараз дані території використані під забудову, сільськогосподарські угіддя, рекреаційні простори.

На забудованих ділянках природний ґрунт замінено на штучний, а серед трав'яної рослинності переважають синантропні види: *Elytrigia repens*, *Capsella bursa-pastoris*, *Lonium perenne* тощо.

Сімсотлітня активна діяльність людини в місті не могла не вплинути на його ґрунти. На урбанізованих територіях людина стала головним, фактором ґрунтоутворення. Для ґрунтів міста характерні так звані техноземи – ґрунти, що створені людиною в процесі або рекультивації порушених ділянок або при активній господарській діяльності – будівництві житла, промислових будівель, систем комунікацій, інших споруд. Техноземи частково отримують у "спадок" властивості зональних порушених ґрунтів та гірських порід, частково формуються під впливом потужної техніки, яка використовується при будівництві. Для них характерна відсутність чітких горизонтів, мозаїчність окрасу, підвищена щільність та, відповідно, менша пористість.

Використання ґрунтів в м. Рівне, як правило, несільськогосподарське. Важливий напрямок їх використання – укладання парків, скверів, газонів, покриттів для спортивних споруд. Дерновий шар ґрунтового профілю використовують для закріплення схилів, при будівництві автодоріг. Неродючі ґрунти разом із суглинками та іншими ґрунтовими матеріалами застосовують для основ при будівництві будинків.

Специфічною особливістю ґрунтів міста є наявність забруднення будівельним сміттям (бетон, цегла, скло, кераміка тощо), що дуже впливає на механічні та фізичні властивості ґрунтів, які визначають в значній мірі їх родючість. Ґрунти районів новобудов Рівне характеризуються інтенсивним забрудненням залишками будівельних матеріалів. Частка залишків будівельних матеріалів в ґрунтах досягає 50 %.

РОЗДІЛ 3. ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Об'єкти і методи досліджень

Об'єктом дослідження дисертаційної роботи були урбоедафотопи м. Рівне. Екологічні особливості урбоедафотопів Рівне обумовлені: віком міста; великою протяжністю берегової лінії р.Устя, магістральною залізницею, яка навіпіл розтинає забудову міста, сіткою автошляхів різної категорії, несприятливим географічним розташуванням більшості житлових масивів, у першу чергу, центральної частини міста та негативним впливом промислових підприємств.

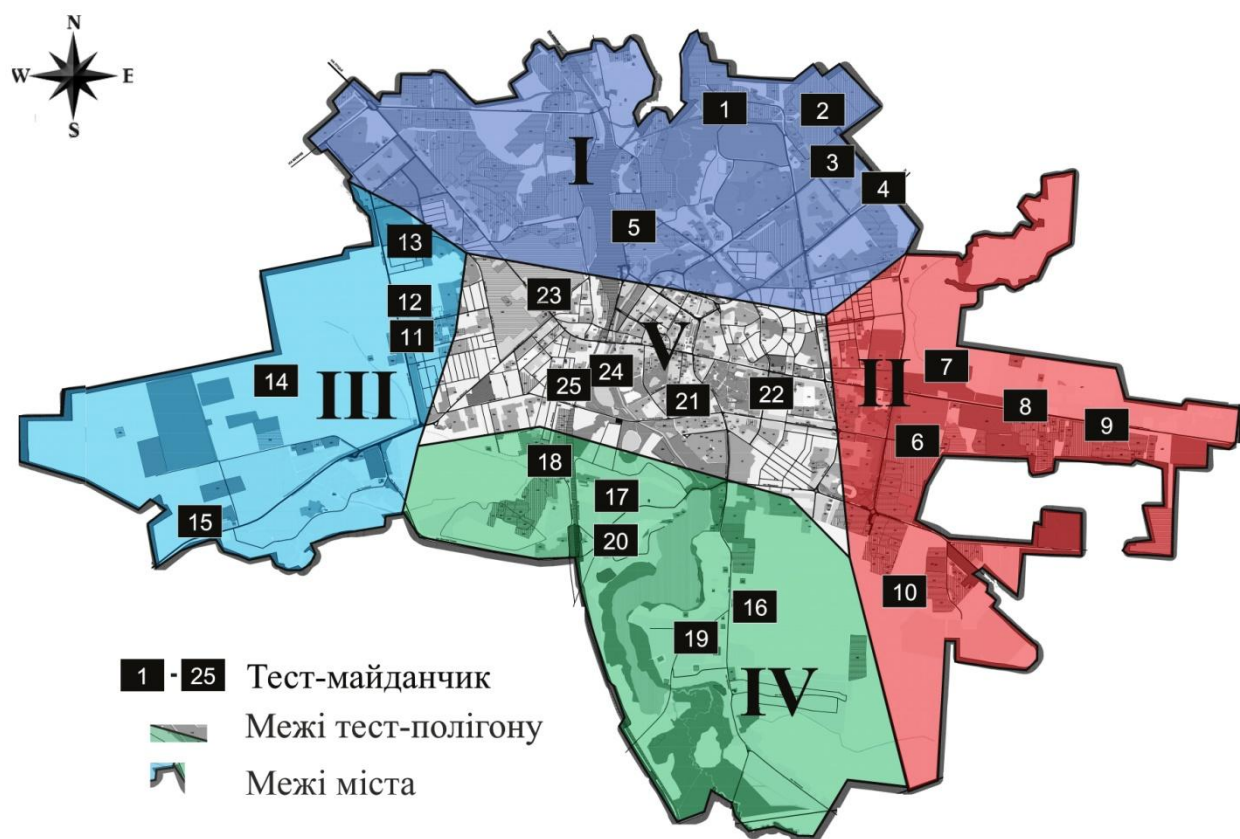
В результаті в місті сформовані ґрунти з різними просторовим властивостями та втратою родючості. Як показали наші власні дослідження, методологічною основою виконання роботи є системний підхід при аналізі урбоедафотопів [89]. При розбивці ґрунтів на тест–полігони були враховані такі категорії землекористування:

- землі міської та приватної забудови – житлова частина (внутрішньо-дворовий простір, сквери, дитячі садки і школи, газони вздовж транспортних магістралей);
- землі загального користування –промислова зона (санітарно–захисні зони підприємств, ЛЕП, АЗС, автомагістралі, залізниця);
- землі природно–рекреаційної зони (парки, гідропарк, сквери);
- землі сільськогосподарського призначення (рілля);
- землі запасу.

Саме такий підхід дозволяє, з одного боку, більш повно вивчити проблему, з іншого, інтерпретувати отримані результати, а значить, давати правильні рекомендації по проведенню заходів щодо покращення ґрунтів міста.

Для проведення біологічного моніторингу ґрунтів на території м. Рівне та його околиць було вибрано 5 ключових ділянок (тест–полігонів), які розташовані в різних районах міста, а їхні площі знаходяться на різній

відстані від основних джерел забруднення [91] . На кожному тест–полігоні виділені по 5 пунктів спостережень (тест–майданчиків) залежно від рівня антропогенного навантаження (карта–схема 1), зразки ґрунту відбирались за ГОСТ 12071-2000 [33].



Карта-схема 1. Тест полігони території міста Рівне

Відбір зразків ґрунту для біологічних досліджень був проведений в суху погоду, зразки відбирали пошарово з глибини 0-20 см та 21-40 см. Для визначення важких металів об'єднані зразки ґрунту формувались із 5 зразків ґрунту, які відібрані з глибини 0-20 см. Навколо підприємств-забруднювачів обстеження земель проводилось в межах санітарно–захисної зони, з урахуванням рози вітрів. При відборі зразків ґрунту з ділянок уздовж дорожніх смуг відстань від дороги була 20-30м. Таким чином нами були досліджені найбільш небезпечні та техногенно–навантажені райони міста.

Дослідження дисертаційної роботи були виконані на базі кафедри біології Рівненського державного гуманітарного університету. Визначення видового складу та дослідження морфометричних показників дощових черв'яків проведені на кафедрі зоології Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки, а мікроскопія мазків епітелію дощових черв'яків в дослідній станції епізоотології інституту ветеринарної медицини НААН. Важкі метали та елементи–забруднювачі визначались в акредитованому відділі інструментально–лабораторного контролю Державної екологічної інспекції у Рівненській області.

У процесі дослідження використовувалися такі методи: польові, лабораторні, аналітичні, розрахункові, графічні. Біоіндикаційні дослідження виконували за допомогою морфометричних, цитологічних і біохімічних методів. Обробка та аналіз отриманих даних здійснювалися методами математичної статистики (кореляційний та регресійний аналіз) з використанням сучасних комп'ютерних програм.

3.2. Послідовність напрямів досліджень

Недостатня вивченість екологічного стану ґрунтів та обґрунтована доцільність проведення моніторингу ґрунтів території міста Рівне, діючий базовий банк даних «Регіон», де зберігаються дані про результати аналітичного контролю на мережі спостережень за станом ґрунтів в Департаменті екології та природних ресурсів Рівненської облдержадміністрації, стали передумовою для вироблення раціональної послідовності виконання робіт.

Аналіз проведення моніторингових спостережень за станом ґрунтів в місті свідчить, що останні 5-6 років зведені нанівець моніторингові дослідження ґрунтів усіх суб'єктів моніторингу. Дослідженням наявних даних стану ґрунтів території міста Рівне встановлено, що спостереження здійснювалися, в основному, відділом інструментально-лабораторного контролю Державної екологічної інспекції у Рівненській області, які на даний

час повністю відмінені планами робіт, відповідно до функціональних завдань та лабораторією державної гідрометеорологічної служби раз в п'ять років. Загальної міжвідомчої програми екологічного моніторингу як на державному, так і на обласному рівні на даний час не розроблено.

Так, як в урбоекосистемах діють різноманітні негативні процеси, які мало досліджені, нами обґрунтована доцільність використання біологічної індикації для оцінки забруднення ґрунтів як один із специфічних методів моніторингу по стану біоти, який ґрунтується на дослідженні складу, властивостей і чисельності індикаторів і використовується в екологічних дослідженнях, як метод виявлення антропогенних змін.

Подальший розвиток методологічних питань моніторингу ґрунтів диктувався необхідністю істотно підвищити рівень практичної значимості наявних та практично уже отриманих аналітичних результатів суб'єктами моніторингової діяльності області та долучення даних методів біоіндикації.

Комплексне використання результатів як аналітичних, так і біологічних досліджень дасть змогу розширити можливості для виявлення причинно-наслідкових зв'язків стану ґрунтів та факторів впливу на них, підвищити рівень ефективності системи оцінки стану ґрунтів [89].

Наявність аналітичних даних регіонального моніторингу дали можливість встановити пріоритетні майданчики контролю, при виборі яких дотримувались наступних принципів:

- максимально використати наявний цінний інформативний матеріал;
- майданчики спостережень повинні бути, по можливості одними й тими ж, для визначення всіх показників моніторингу, а в разі неможливості дотримання цієї вимоги, найближчими між собою, тобто в межах одного досліджуваного тест-полігону;
- досліджувані тест-полігони повинні охопити всю територію міста, тобто кожний тест-майданчик буде характеризувати максимальне антропогенне навантаження на ґрунти урбоекосистеми в межах того, чи іншого тест – полігону.

- відбір зразків здійснювати як в промислових зонах, так і в межах житлових масивів, школах, дитячих садках;
- провести комплексне дослідження стану ґрунтів з використанням біологічних методів (біоіндикації ґрунтів).

Найбільш важливим питанням був вибір показників моніторингу ґрунтів, періодичності спостережень і методів дослідження. Перелік показників повинен бути оптимальним, забезпечувати реальність виконання поставлених завдань і не викликати втрати наявної аналітичної інформації.

Система показників повинна включати обов'язкові для всіх видів ґрунтів і специфічні для ґрунтів одного або декількох типів параметри, а також показники, обумовлені природою забруднюючих речовин. Показники повинні бути, по можливості, прості, а методи доступні, в тому числі для виконання в порівняно невеликих лабораторіях з обмеженим обладнанням.

Крім того, необхідно відзначити, якщо при контролі повітря або води основна увага звертається на шкідливі і токсичні домішки, то при моніторингу ґрунтів доводиться контролювати багато параметрів, які характеризують систему в цілому, виявляти ознаки, що вказують на появу несприятливих тенденцій або зменшення ґрунтової родючості.

Нами був вибраний, на наш погляд, оптимальний набір показників, які є репрезентативними для проведення моніторингових досліджень із визначення екологічного стану ґрунтів м. Рівне.

Вибір показників для моніторингу ґрунтів м. Рівне здійснювався за такими критеріями:

- інформативність показника (кореляція між показником і антропогенним фактором;
- висока чутливість показника та добра відтворюваність результатів;
- невелика помилка дослідів;
- простота, незначні трудовитрати та висока швидкість визначення;
- поширеність методів дослідження в країні і за кордоном, відповідність стандартам.

Практика показала, що немає необхідності визначати необґрунтовано велику кількість показників біологічного стану ґрунтів, а достатньо визначити найбільш інформативні показники, які характеризують біологічну активність ґрунту та його токсичність.

На наш погляд, такими показниками є: активність каталази, целюлозолітична активність, морфометричні та цитологічні показники дощових черв'яків та визначення токсичності ґрунту. В моніторингових дослідженнях ґрунтів вони доповнюють один одного. В кінцевому рахунку для виконання поставлених завдань були використані дані комплексного біологічного моніторингу, проведеного на двадцяти п'яти тест-майданчиках, які розташовані в межах п'яти тест-полігонів міста.

Вихідними даними для комплексної оцінки стану урбоедафотопів Рівне були дослідження біологічної активності ґрунту, вмісту важких металів в ґрунтах на території міста Рівне в сучасний період та ближній ретроспективі за наявними аналітичними даними відділу інструментально-лабораторного контролю Державної екологічної інспекції у Рівненській області та Гідрометцентру України (м. Київ), лабораторією якого в 2013 р. був проведений контроль 60 зразків ґрунту, відібраних на території міста Рівне (додаток 5).

Для більш детального вивчення окремих питань при оцінці стану ґрунтів була використана вся наявна аналітична інформація моніторингових спостережень лабораторії Рівненського Гідрометцентру щодо вмісту важких металів в ґрунтах на території м. Рівне, що є дуже важливим для об'єктивності досліджень. На жаль, моніторингові дослідження ґрунтового покриву міста проводилися не в повному обсязі, а останні 2010 – 2015 рр. взагалі не проводяться.

Слід зауважити, що багато методичних питань моніторингу ґрунтів на даний час не вирішені. Відсутність єдиної методичної бази аналітичних досліджень різних відомств має своє відображення в результатах досліджень. Так, як окремі служби, які здійснюють спостереження, виконують різні

завдання, а їх методики визначення вмісту забруднюючих речовин регламентуються переліком атестованих на даний вид робіт, дуже важко порівняти дані досліджень різних відомств. Вони інколи виявляються незіставимими, що є недопустимим для адекватної оцінки стану ґрунтів.

Таблиця 3.1

Кількісна характеристика вихідної інформації

Роки досліджень	Характеристика вихідної інформації, шт.							
	Важкі метали		Каталаза		Целюлоза		Дощові черв'яки	
	Зразків	Визначень	Зразків	Визначень	Зразків	Визначень	Зразків	Визначень
2016	-	-	-	-	-	-	10	50
2015	-	-	50	600	25	75	25	175
2014	25	184	42	504	21	63	-	-
2013	60	480	-	-	-	-	-	-
2009	10	66	-	-	-	-	-	-
2008	20	180	-	-	-	-	-	-
2006	14	126	-	-	-	-	-	-
2005	16	144	-	-	-	-	-	-
2004	15	123	-	-	-	-	-	-
2003	14	114	-	-	-	-	-	-
2002	28	252	-	-	-	-	-	-
2001	28	224	-	-	-	-	-	-

Примітка: 2007, 2010-2012 рр. не включені в зв'язку з відсутністю інформації

3.3. Методики досліджень

У цілому всі організми ґрунту та функції, що виконує ґрунт, відображають стан ґрунтової екосистеми й заслуговують на оцінку та вивчення.

3.3.1. Визначення целюлозолітичної активності ґрунту

Інтенсивність целюлозолітичної активності ґрунту визначали за відсотком втрати лоскута лляної тканини, що була розміщена за профілем ґрунту за типовою методикою [140].

Визначення целюлозолітичної властивості ґрунту проведено в трьохкратній повторюваності на кожному тест-майданчику. Ступінь розкладу лляного полотна в досліджуваних зразках визначався через 30 діб, оцінка інтенсивності процесу розкладання встановлена за табл. 3.2.

Для перевірки допустимих значень похибок досліду нами був застосований t-критерій Стюдента.

Таблиця 3.2

Шкала інтенсивності розкладання целюлази (%)

Вираженість процесу розкладання целюлози	Оцінка
< 10	Дуже слабка
10–30	Слабка
30–50	Середня
50–80	Сильна
> 80	Дуже сильна

3.3.2. Визначення активності каталази ґрунту

Зміна активності ферменту каталази–універсальний індикатор прихованого впливу екзогенних чинників на розвиток мікробіоценозу [142, 147, 148].

Метод визначення каталазної активності ґрунту полягає у встановленні кількості молекулярного кисню, який виділяється при розпаді перекису водню у процесі взаємодії його з ґрунтом [140]. Визначається каталазна активність газометричним методом. Прилад збирається в лабораторії і складається з двох бюреток, які з'єднуються через трійник резиновим шлангом. Окремо збирається каталазник. Визначення активності каталази проводили за типовою методикою [140]. Кисень, що виділяється, витісняє з бюретки воду, рівень якої відмічають через 0,5; 1; 1,5 та 2 хв. Активність каталази виражають в мілілітрах O₂, що виділився за 1 хвилину на 1 г ґрунту [140].

Про ступінь збагаченості ґрунту ферментом каталаза судять за оціночною шкалою (табл. 3. 3).

Таблиця 3.3

Шкала для оцінки ступені збагаченості ґрунтів ферментами

Ступінь збагаченості ґрунтів	Каталаза, мл O ₂ /г за хв.
Дуже бідна	менше 1
Бідна	1 – 3
Середня збагаченість	3 – 10
Збагачена	10 – 30
Дуже збагачена	більше 30

3.3.3. Визначення сумарного показника забруднення ґрунту

Достовірна аналітична інформація про склад і властивості природних та техногенно порушених ґрунтів в сучасний період одержана, в основному, у відділі інструментально-лабораторного контролю Державної екологічної інспекції у Рівненській області та лабораторії Рівненського Гідрометцентру.

Оцінка забруднення ґрунтів території міста була проведена за методикою оцінки ступеня небезпечності забруднення ґрунтів хімічними речовинами [140]. Рівень забруднення ґрунтів важкими металами визначався за критеріями: коефіцієнт концентрації хімічної речовини K_c і сумарний показник забруднення Z_c . Коефіцієнт концентрації хімічної речовини K_c визначений відношенням фактичного вмісту забруднюючої речовини в ґрунті до її фонового вмісту:

$$K_{Ci}=C_i/C_{\Phi i},$$

де C_i – фактичний вміст забруднюючої речовини в ґрунті, мг/кг;

$C_{\Phi i}$ – фоновий вміст забруднюючої речовини в ґрунті, мг/кг.

Сумарний показник забруднення визначався за формулою:

$$Z_c=\sum_{i=1}^n K_{Ci},$$

де n – число забруднюючих речовин;

K_{Ci} – коефіцієнт концентрації i -го компонента забруднення.

Оцінка ступеня небезпеки забруднення ґрунтів комплексом металів по показнику Z_c проводиться по оціночній шкалі, яка наведена в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

Орієнтовна шкала оцінки небезпеки забруднення ґрунтів за сумарним показником забруднення Z_c

Категорія забруднення ґрунтів	Значення Z_c	Зміни показників здоров'я населення в осередках забруднення
Допустима	Менше 16	Найбільш низький рівень захворювання дітей і мінімальна частота виявлення функціональних відхилень
Помірно небезпечна	16 - 32	Збільшення рівня загальної захворюваності
Небезпечна	32 - 128	Збільшення рівня загальної захворюваності, числа часто хворіючих дітей, дітей з хронічними захворюваннями, порушеннями функціонального стану серцево-судинної системи
Надзвичайно небезпечна	Понад 128	Збільшення рівня загальної захворюваності дитячого населення, жінок з порушенням репродуктивної функції (збільшення числа токсикозів, передчасних пологів, мертвонароджених тощо)

3.3.4. Визначення морфометричних показників та цитогенетичне дослідження дощових черв'яків

Особин дощових черв'яків відбирали методом ручного збору з площі 1 м^2 глибиною 0–30 см в трьохкратній повторюваності для кожного майданчика. Дощові черв'яки двічі промивались проточною водою, промокались фільтрувальним папером, підсушувались на повітрі та підраховувалась їх кількість, визначалась довжина, вага. Визначення видової приналежності проводилось під мікроскопом з використанням визначників [105]. Чисельність дощових черв'яків визначали як кількість особин на 1 м^2 ґрунтового покриву, довжину особин в мм, а масу в г.

Дослідження видового складу, морфометричних показників дощових черв'яків, виготовлення мазків їх епітелію та фіксація мазків етиловим спиртом були проведені на базі кафедри зоології Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. Для дослідження використано власні збори дощових черв'яків.

Так як дощові черв'яки є найбільш чутливими до несприятливого впливу зовнішніх факторів, ми вважали за доцільне провести цитогенетичне обстеження їх епітелію для оцінки екологічної ситуації за загальним мутагенним фоном.

В зв'язку з відсутністю методики цитогенетичного обстеження епітелію дощових черв'яків нами був набутий свій досвід виготовлення мазків епітелію відібраних дощових черв'яків. Мазки для дослідження були приготовлені таким чином: тіло дощового черв'яка ретельно промивалось у проточній воді, фільтрувальним папером обережно, щоб не залишити ворсинок, забиралась волога і поверхнею предметного скла, притискаючи її до тіла черв'яка, проводили вздовж тіла. Мазки приготовлені в трьохкратному повторі висихали, проводилась їх фіксація етиловим спиртом, фарбування мазків проводилась за класичною методикою [Романовського-Гімзи].

При визначенні наявності клітин з мікроядрами враховували їхню кількість і відносили до загального числа переглянутих клітин. Аналіз мазків проводився за допомогою мікроскопу Nikon Eclipse E200 при збільшенні від 40 до 1500 разів. У кожному мазку аналізували не менше 200 клітин.

МЯ-індекс розраховували за формулою:

$$MY = n/m \quad \text{де:}$$

n – число виявлених клітин з мікроядрами;

m – загальна кількість проаналізованих клітин.

Чисельність клітин з мікроядрами характеризує ступінь забруднення ґрунту мутагенами.

3.4. Аналітичні дослідження

Достовірною інформацією про склад і властивості природних та техногенно порушених ґрунтів одержана, в основному, у відділі інструментально-лабораторного контролю Державної екологічної інспекції в Рівненській області. Для визначення широкого спектру хімічних елементів ґрунту у відділі, який атестований на виконання даних робіт, використовували атомно-абсорбційний метод. Відділ атестований на виконання даних робіт, Свідоцтво про атестацію № РТ- 0038/2014 видане 28.05.2014 р.–чинне до 28.05.2019 р.

Достовірність результатів забезпечувалась внутрішньо-лабораторним контролем визначення похибок складу зразків ґрунту, впровадженням програмного обчислення результатів досліджень та побудови калібрувальних графіків на комп'ютері, неодноразовою участю в міжлабораторних та міжнародній інтеркалібраціях контролю якості вимірювань, широким застосуванням в роботі методів атомної абсорбції на приладах С-115М-1 з програмним обчисленням результатів вимірювання.

Результати досліджень характеризують валову та рухому форми елементів. Розмірності вмісту забруднюючих у воді речовин були зведені до одної одиниці – мг/кг ґрунту.

Контрольні зразки ґрунту для визначення всіх показників відбирались в 2014-2015 рр. на одних і тих же майданчиках, згідно визначеної нами моніторингової програми. Відбір зразків проводився дисертантом. На місці відбору зразки ґрунту кватрувались, відбиралась необхідна кількість для визначень. Консервування дощових черв'яків не практикувалось в зв'язку з тим, що морфометричні визначення проводились в основному на другий день після відбору зразків. Мазки епітелію дощових черв'яків виготовлялись і фіксувались в лабораторних умовах.

Методики, згідно яких проводились визначення важких металів та елементів-забруднювачів в зразках ґрунту відповідали регламентованим «Переліком методик виконання вимірювань (визначень) складу та

властивостей проб об'єктів довкілля, тимчасово допущених до використання Держекоінспекцією України», затвердженим Головою Державної екологічної інспекції України - Головним державним інспектором України з охорони навколишнього природного середовища від 01.03.2013 р. (додаток 3).

При визначенні каталази та целюлози в ґрунті було допущено ряд відхилень від "Методики..."[140], а саме:

- при визначенні целюлозної активності використовували лоскут лляного полотна розміром 10х30 см;
- визначення каталази проводили в умовах, наближених до природних (в пробу при титруванні не добавляли CaCO_3).

При аналізі забруднення ґрунту на тому, чи іншому тест - полігоні для вербального опису були використані результати додаткових досліджень по окремих ділянках міста;

3.5. Математична обробка матеріалів

У відповідності до завдань, які вирішувались, формувались вибірки показників вмісту важких металів, згрупованих у просторі, часі, визначались мінімальні та максимальні значення по кожному показнику, розраховувались фонові показники, проводились переведення всіх одиниць вимірювань до однієї (мг/кг). Зокрема, проаналізовані вибірки досліджуваних показників ґрунту за періоди 2001-2014 рр.

Розрахунки на постійній мережі спостережень були реалізовані на персональному комп'ютері Pentium при допомозі програмних пакетів MS Excel, MS Acces.

При виконанні хімічних аналізів зразків ґрунту, відібраних на майданчиках мережі спостережень, операції обчислення розрахункових формул були автоматизовані із застосуванням функцій програмного пакету MS Excel.

Підготовка вихідних даних для екологічної оцінки була виконана засобами комп'ютерного екологічного банку даних "Регіон", створеного у

програмному середовищі MS Access 97. В банк даних "Регіон", де зберігаються дані про результати аналітичного контролю на мережі постійних спостережень за станом ґрунтів Рівненщини з 2001р., були додатково внесені дані аналітичних досліджень ґрунтів м. Рівне за 2013р. (480 визначень в 60 зразках ґрунту) та 2014р. (184 визначення в 25 зразках ґрунту).

У відповідності до завдань, які вирішувались, формувались вибірки значень показників ґрунту, згрупованих по тест-майданчиках, визначались середньоарифметичні, мінімальні та максимальні значення по кожному показнику, проводились переведення всіх одиниць вимірювань до однієї (мг/кг). Зокрема, були підготовлені і проаналізовані вибірки значень показників зразків ґрунту по кожному тест-майданчику за періоди 2001-2014 рр.

Проведений кореляційно-регресійний аналіз отриманих даних. Встановлені кореляційні зв'язки між забрудненням ґрунту важкими металами та біотичними показниками ґрунту, визначені коефіцієнти кореляції і детермінації.

Процедура екологічної оцінки була реалізована у вигляді електронних таблиць, карт-схем із застосуванням математичних, статистичних, логічних функцій.

При розрахунках по системі перевідних функцій округлення абсолютних значень показників проведено до величин кратних кроку, згідно відповідних показників.

РОЗДІЛ 4. ОСНОВНІ ЗАБРУДНЮВАЧІ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА м. РІВНЕ

4.1. Промисловий комплекс

Ґрунтовий покрив міста Рівне формувався тривалий час, ґрунти успадкували як певні характеристики природних ґрунтів, так і відображають характер та інтенсивність промислового розвитку міста. Ґрунти виконують роль природного геохімічного бар'єру, тому в них накопичуються забруднюючі речовини, які надходять з атмосферного повітря, талих і дощових вод. На санітарно-гігієнічні показники ґрунтів впливають також такі чинники, як наявність звалищ побутових і промислових відходів, прориви каналізаційної мережі міста та відсутність централізованого відводу каналізаційних стоків від приватної забудови.

Основними джерелами забруднення повітряного простору м. Рівне є промислові, транспортні і побутові викиди. Різний метеорологічний режим в розрізі місяців формує різний рівень забруднення атмосферного повітря, особливо щільність викидів забруднюючих речовин на один квадратний кілометр.

Нами проведений аналіз промисловості міста і встановлені наступні закономірності:

- промислові підприємства з токсичними викидами розташовуються на околицях міста;
- підприємства розміщуються групами, створюючи промислові зони;
- санітарно-захисні зони із дерево-чагарникової рослинності створені не навколо всіх підприємств IV і V класу шкідливості;
- промислові підприємства оточуються комунально-складською забудовою, яка виконувала і виконує санітарно-захисну функцію, відділяючи промислові підприємства від житлових масивів;

– процес урбанізації здійснювався стихійно, не були встановлені чіткі межі і напрями розростання міста, у зв'язку з чим промислові підприємства IV і V класу шкідливості опинилися у межах житлових масивів.

Рівень антропогенного навантаження на ґрунти урбоекосистеми Рівне, в основному, визначений як стаціонарними, так і пересувними джерелами забруднення.

Підприємства в межах Рівного розташовані більш–менш компактно, утворюючи п'ять промислових зон.

Перша зона є найбільшою із промислових зон, розміщена на північній частині території міста, яку називають «Рівненська промислова агломерація». Тут розташовуються наступні підприємства: ВАТ «Рівнелъон», ВАТ «Рівненська фабрика нетканих матеріалів», ЗАТ «Рівненський домобудівний комбінат», ТОВ «Захід-Риба», ВАТ «Рівнегаз», ТзОВ «РівнеЕкоБетон», ВАТ «Газотрон», склади «Сільгоспхімії», високовольтна лінія електропередач, сама потужна котельня та очисні споруди м. Рівне, АЗС і ряд дрібних підприємств. Санітарно–захисні зони промислових підприємств накладаються одна на одну та простягаються по масивах промислово–складської забудови.

Друга зона розташована на **східній** частині території міста, зона енергетичної та транспортної спеціалізації. ВАТ «Рівнерадіозавод», ТОВ «Прометей–А», Державне підприємство «Бурштин», ЗАТ «Рівнеенерго», КТП «Комуненергія», ВАТ «Камазтранссервіс», ВАТ «Рівнеавто», АТП-1728, АЗС тощо. Зона суттєво менша за розмірами та потенціалом впливу підприємств. В центральній частині зони розташовані крупні житлові масиви, міський спортивний комплекс, середні школи, лікарні, зелені насадження представлені зоологічним парком та садовими масивами. СЗЗ промислових підприємств витримані. В межах зони розташована транспортна розв'язка на Київ та Остріг.

Третя зона розміщена в **західній** частині міста. В цій зоні незначна кількість промислових підприємств, які працюють на даний час з

потужністю не більше 50%. Це Рівненський цегельний завод №1, Ремзавод, ТОВ «Рівнепобутприлад», ПП «Патар», ПП фірма «Система Мрія», НВФ «Продокологія», ВАТ «Поліссяхліб» та невеликі організації.

Значну частину території займають сільськогосподарські угіддя, які простягаються до аеропорту. Територія характеризується щільною забудовою і розчленована великою сіткою автомобільних доріг із значною кількістю АЗС. Зелена зона території представлена парком культури і відпочинку «Хімік».

Четверта зона розташована в **південній** частині території міста, яка охоплює райони Дворець та Басів Кут. Тут розташовані ВАТ «Рівненський завод будматеріалів», ВАТ «Рівнекамінь», ТОВ "Західресурси", КП "Рівнеоблводоканал", ремонтні управління, об'їзна автодорожня магістраль та частина залізничного полотна, яке поділяє місто навпіл і простягається з півдня на північ.

Центральна та східна частини зони зайняті щільною житловою забудовою, масиви зелених насаджень відсутні. СЗЗ, особливо для дрібніших підприємств, практично скрізь не витримані.

П'ята зона займає центральну частину території міста. Конфігурація зони зумовлена протяжністю вздовж вулиць Соборної, Степана Бандери та Чорновола. В межах зони розташовані ВАТ «Укртелеком», ЗАТ «Рівнеборошно», ВАТ РЗВА, ВАТ «Рівень», ВАТ «Рівненська кондитерська фабрика», обслуговуючі виробництва станції Рівне Львівської залізниці. Підприємства, в основному, обслуговуючої та харчової промисловості, крім РЗВА. Територія характеризується найгустішою в місті забудовою, найбільшими просторами об'єктів парку культури і відпочинку ім. Т. Г. Шевченка, гідропарком, частково забудованою заплавою р. Усті. СЗЗ практично скрізь не витримані.

Спостереження за рівнем забруднення компонентів екосистеми міста, що здійснюється впродовж 2005 -2015 рр., свідчать про те, що, незважаючи на спад виробництва, стан навколишнього середовища погіршився. Навіть

при значному скороченні виробництва природоохоронні засоби не справляються із суттєво меншим екологічним навантаженням.

Стабільно зростаюча кількість транспорту зумовлює збільшення забруднення довкілля, так як переважна його більшість використовує паливе з тетраетилсвинцем і лише 2,5% - газ.

При експлуатації транспорту відбувається підвищене споживання атмосферного повітря, яке необхідне для роботи двигунів внутрішнього згорання, нафтопродуктів і природного газу, які є паливом для двигунів, води для системи охолодження двигунів і мийки транспортних засобів, виробничих і побутових потреб підприємств транспорту, земельних ресурсів, відчужених під будівництво автомобільних доріг, залізниць тощо.

Низькоякісне покриття мережі автодоріг різної категорії сприяє підвищенню загазованості повітря і забруднення смуг біля доріг шириною до 100 м. Найбільшою проблемою міського транспортного комплексу є відсутність об'їзних доріг, перевантаженість вулиць внаслідок їх низької пропускної спроможності.

Поєднання викидів двох джерел забруднення (промисловості та автотранспорту) створює загрозливу ситуацію для міського середовища і для життя людини. Значна частина викидів осідає на узбіччі автошляхів, в санітарно-захисних зонах навколо промислових підприємств, забруднюючи ґрунтовий покрив, решта розсіюється на значні відстані.

Індикатором стану навколишнього природного середовища є стан ґрунтово-рослинного покриву. Ступінь збагачення ґрунтів токсичними елементами і металами визначає концентрацію токсичних забруднюючих речовин у вдихуваному людиною повітрі [143].

4.1.1. Стаціонарні джерела забруднення атмосферного повітря

Зростання викидів шкідливих речовин у атмосферу в результаті процесів індустріалізації і урбанізації призводить до збільшення вмісту домішок й до значних змін у складі атмосфери та ґрунтового покриву на значній відстані

від джерел забруднення. Кількість підприємств з стаціонарними джерелами викидів, що розташовані в межах міста Рівне станом на початок 2016р. становить 61 [41], які розділяються за такими галузями (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

**Викиди забруднюючих речовин підприємствами в атмосферне повітря
м. Рівне**

(дані статистичної звітності 2 ТП «Повітря»)

№ з/п	Галузь виробництва	Підприємства	Викиди забруднюючих речовин по галузі	
			т/рік	% від загально го обся- гу вики- ду
1	Хімічна про- мисловість	ТОВ «Лелека-Колор»	6,7678	0,56
2	Виробництво електричного та електрон- ного устатку- вання	ВАТ «РЗВА», ТОВ «Прометей-А», ТОВ ВП «Акватон», ВАТ «Рівненський завод «Газотрон»», ТОВ «Газотрон-Люкс», ВАТ "Рівнерадіозавод"	33,06137	2,75
3	Металургія та обробка металу	Рівненське обласне підприємство «Втормет», ЗАТ «Вентиляційник», ТОВ "Рівнепобутприлад", ПП фірма "Систе- ма Мрія"	0,14528	0,01
4	Виробництво, експлуатація та ремонт машин та устаткування	ВАТ «Рівненська СТОА-15697», АТЗТ «Мехбудсервіс», ВП «Станція Рівне» ДТГО «Львівська залізниця», КАТП- 1728, ЗАТ «Агроресурс», Адміністра- тивно-виробнича база Рівненського лінійно-виробничого управління магістральних трубопроводів, МН «Дружба» ВАТ «Укртранснафта», ТОВ «Авіком»: склад нафтопродуктів	25,62747	2,13
5	Текстильна промисло- вість	ТОВ «Фірма Либідь», ВАТ «Рівненська фабрика нетканих матеріалів», Рівненський льнокомбінат	26,0705	2,17
6	Виробництво будматеріалів і конструкцій	ВАТ «Рембуд», ВАТ «Рівненський за- вод будівельних матеріалів», ТОВ «Рів- ненський комбінат будівельних матеріа- лів», ЗАТ «Рівненський домобудівний комбінат», ВАТ «Рівненський завод	114,39996	9,5

		залізобетонних виробів і конструкцій», ВАТ «Завод залізобетонних виробів», Асфальтобетонний завод Комунального Рівненського ШЕУ автомобільних доріг, Асфальтобетонний завод ВАТ «Рембуд», ТОВ «РівнеЕкоБетон», МПП «Арсен», ВАТ «Адінол»		
7	Харчова промисловість	Хлібзавод №2, ДП «Рівнехліб» ВАТ «Концерн Хлібпром», АВКТВТ «Рівненська кондитерська фабрика», ТОВ «Захід-Риба», Хлібокомбінат Рівненської районної спілки споживчих товариств, ВАТ «Рівнехолод», ВАТ «Рівень», ТОВ ВТП «Агропереробка», ТОВ «Хлібодар», ВАТ «Поліссяхліб»	127,31027	10,6
8	Виробництво та розподіл енергоносіїв	КТП «Комуненергія», РОВКП ВГК «Рівнеоблводоканал», КП «Теплотранс-сервіс»	858,7711	71,4
9	Деревообробка на промисловість	ТОВ «Фірма Столяр», Столярний цех ПП Одарчука В.І., НВП УТОГ, ТзОВ ВКФ "СВД"	10,83614	0,9

Кількість викидів забруднюючих речовин, що поступають в атмосферу від підприємств не залишається сталою. Промисловими підприємствами щорічно викидається значна кількість забруднюючих речовин, котрі належать до різних класів шкідливості, і різним чином впливають на властивості ґрунтів та організм людини. Основні забруднюючі речовини, які викидаються у атмосферне повітря м. Рівне стаціонарними джерелами забруднення промислових підприємств наведені у табл.4.2.

За даними Головного управління статистики області в 2015 році в атмосферне повітря надійшло загалом 14,9 тис. тонн забруднюючих речовин, з них 24,8 % від стаціонарних джерел викидів підприємств і 75,2% від пересувних джерел забруднення.

Обсяг викидів забруднюючих речовин від стаціонарних джерел в 2015 р. становив 3,7 тис. т, а щільність викидів в розрахунку на 1 км² території – 63,99 кг, що відображається на забрудненні ґрунту міста (табл.4.3).

Аналіз динаміки викидів забруднюючих речовин від стаціонарних джерел забруднення міста засвідчує, що в атмосферне повітря поступало від

2,1 тис.т до 4,42 тис.т, а обсяги викидів впродовж десяти років змінюються хвилюподібно.

Таблиця 4.2

Викиди в атмосферне повітря м. Рівне основних забруднюючих речовин стаціонарними джерелами забруднення
(дані статистичної звітності 2 ТП «Повітря»)

№ з/п	Назва забруднюючої речовини	Кількість джерел	Потенційна маса викиду, т/рік	ГДК м.р., ОБРВ, мг/м ³	ГДК с.д., мг/м ³	Клас небезпеки
1	Оксид азоту		731,92155	0,085	3	2
2	Оксид вуглецю	454	242,66074	5,0	0,04	4
3	Сірчистий ангідрид	146	23,5894	0,5	-	3
4	Аміак	47	2,3531	0,2	0,04	4
5	Бенза(а)пірен		0,15·10 ⁻⁵	-	0,1мкг/100м ³	1
6	Бензин	165	5,2048	5,0	1,5	4
7	Бутилацетат	45	1,5769	0,1	0,1	4
8	Вуглеводні насичені C ₁₅ – C ₁₉		3,473541	1,0	-	4
9	Заліза оксид	201	1,77676	-	0,04	3
10	Кислота оцтова	102	10,9627	0,06	0,06	3
11	Ксилол	128	16,36948	0,2	0,2	3
12	Пил бавовни		25,1692	0,2	0,2	3
13	Пил борошна	16	1,5685	0,06	0,06	-
14	Пил деревини	106	4,6856	0,1 (ОБРВ)	-	-
15	Пил зерновий	26	1,1617	0,2	0,03	3
16	Пил крохмалю		1,074	-	-	-
17	Пил неорганічний (SiO ₂ 20-70%)	30	3,1971	0,3	0,1	3
18	Сольвент нафти		3,3197	0,2	-	-
19	Спирт етиловий	80	5,58811	5,0	5,0	4
20	Толуол	101	1,57832	0,6	0,6	3
21	Уайт-спірит	56	6,14795	1,0 (ОБРВ)	-	-
22	Формальдегід	60	1,1614	0,035	0,035	2
23	Фурфурол	35	1,657	0,05	0,05	3

Ці викиди описані трендовою моделлю (рис. 4.1), яка має вигляд полінома 5-го порядку з коефіцієнтом детермінації $R^2 = 0,4993$.

Таблиця 4.3

Динаміка викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря на території м. Рівне [41].

Викиди ЗР	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Всього	19,3	19,6	15,3	13,3	15,6	7,9	16,9	15,8	17,1	14,9
Стационарні джерела, тис.т	3,9	4,4	3,5	2,1	4,5	5,9	4,7	4,04	4,42	3,7
Пересувні джерела, тис.т	15,4	15,2	11,8	11,2	11,1	12,1	12,2	11,8	12,7	11,2
Щільність викидів, т/км ²	66,67	76,64	60,13	35,59	78,32	101,5	80,90	69,66	76,15	63,99
Викиди на душу населення, кг	15,6	17,9	14,0	8,3	18,2	23,6	18,8	16,2	17,7	14,9

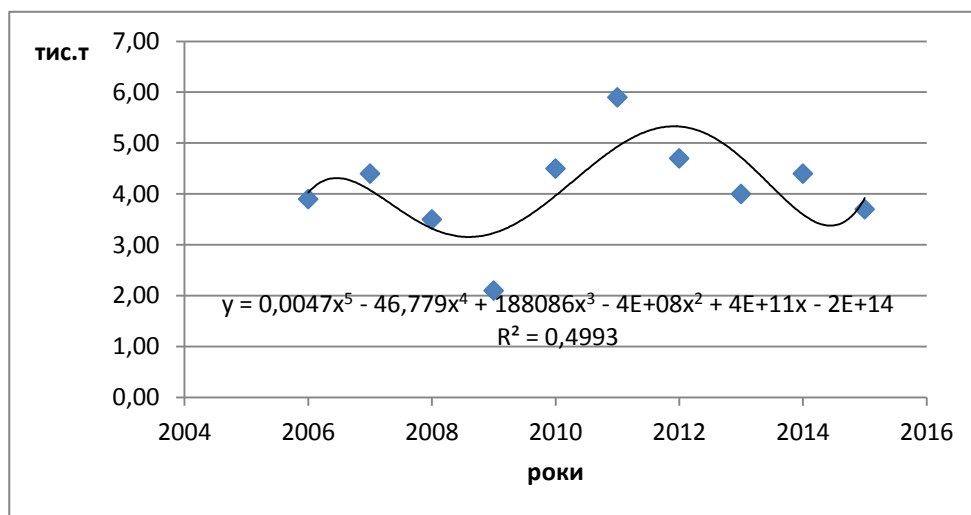


Рис. 4.1. Трендова модель динаміки викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря м. Рівне від стаціонарних джерел

Встановлено, що сумарні викиди забруднюючих речовин від стаціонарних та пересувних джерел забруднення в атмосферне повітря в 2015 р. зменшились на 2,2 тис. т. Трендова модель має вигляд полінома 5-го ступеня з коефіцієнтом детермінації $R^2 = 0,7171$ (рис. 4.2).

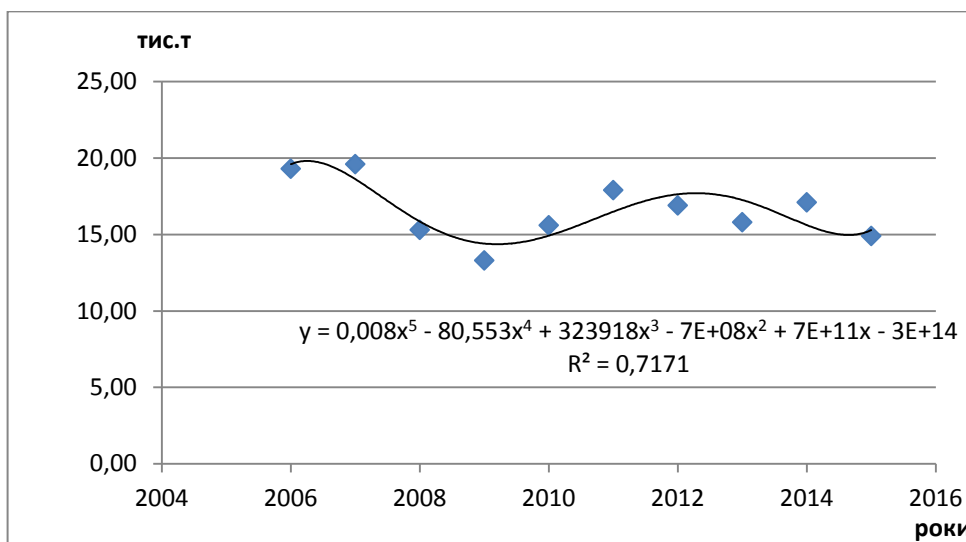


Рис. 4.2. Трендова модель динаміки сумарних викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря м. Рівне

За даними спостережень впродовж 2015 року екстремально високих рівнів забруднення атмосферного повітря в м. Рівне не спостерігалось. Рівень забруднення атмосферного повітря, згідно індексу забруднення, зменшився в порівнянні з минулими роками і дорівнював 6,7 проти 7,4; 8,62; 10,9 і 14,2 в 2014 р.; 2013 р.; 2012 р. і у 2011 р. відповідно. Загальний рівень забруднення атмосферного повітря в м. Рівне оцінюється як підвищений (табл. 4.4).

На території міста щорічно задіяні 30 котелень, які обладнані котлоагрегатами середньої та малої теплової потужності і викидають в атмосферне повітря значну кількість забруднюючих речовин. Перехід роботи котелень з газу на альтернативні види палива значно погіршує стан атмосферного повітря.

Рівень забруднення атмосферного повітря м. Рівне за значеннями ІЗА

Рік	Значення ІЗА	Забруднюючі речовини, що визначають рівень забруднення атмосферного повітря
2006	5,55	Фенол, аміак, діоксид азоту, пил, формальдегід
2007	5,35	Фенол, аміак, діоксид азоту, пил, формальдегід
2008	6,13	Фенол, аміак, діоксид азоту, пил, формальдегід
2009	7,05	Фенол, фтористий водень, формальдегід, діоксид азоту, пил
2010	11,80	Фенол, фтористий водень, формальдегід, діоксид азоту, пил
2011	14,20	формальдегід, фенол, фтористий водень, пил, діоксид азоту
2012	10,90	формальдегід, фенол, фтористий водень, пил, оксид вуглецю
2013	8,62	формальдегід, фенол, фтористий водень, пил, оксид вуглецю
2014	7,40	формальдегід, фенол, фтористий водень, діоксид азоту, оксид вуглецю
2015	6,70	формальдегід, фенол, фтористий водень, діоксид азоту, оксид вуглецю

Діюча в Рівне мережа спостережень за забрудненням атмосферного повітря охоплює пости ручного відбору проб повітря й автоматизовані системи спостережень та контролю оточуючого середовища (АСКОС).

В м. Рівне встановлені 3 стаціонарні пости спостереження, які обладнані пристроями для безперервного автоматичного відбору та аналізу проб повітря в заданому режимі:

пост №1 – м. Рівне, вул. Кіквідзе, площа залізничного вокзалу;

пост №4 – м. Рівне, вул. Грушевського, 1;

пост №5 – м. Рівне, вул. Млинівська, 28.

Всі пости спостереження розташовані у частинах міста з максимальним антропогенним навантаженням та інтенсивним рухом транспорту. В пробах вимірювались концентрації 12 пріоритетних забруднюючих речовин, які найбільше впливають на організм людини і навколишнє середовище, а саме: пил, діоксид сірки, діоксид азоту, оксид азоту, оксид вуглецю, сірководень, фенол, фтористий та хлористий водень, аміак, формальдегід, бенз(а)пірен та важкі метали – залізо, кадмій, марганець, мідь, нікель, свинець, хром і цинк.

Оцінка ступеня забрудненості атмосферного повітря в м. Рівне проводилась за матеріалами Рівненського обласного центру гідрометеорології.

У повітрі важкі метали присутні у формі органічних і неорганічних сполук у вигляді пилу і аерозолів. При цьому аерозолі свинцю, кадмію, міді та цинку складаються переважно їх субмікронних частинок діаметром 0,5-1 мкм, а аерозолі нікелю і кобальту з крупнодисперсних часток (більше 1 мкм), які утворюються в основному при спалюванні дизельного палива.

Головним джерелом надходження важких металів в атмосферне повітря є викиди промислових виробництв та транспортних засобів.

Так, як в викидах в атмосферне повітря наявна значна кількість важких металів, то для м. Рівне характерне забруднення ґрунтів саме важкими металами, які порівняно швидко накопичуються у поверхневому шарі ґрунту і вкрай повільно з нього виводяться.

Концентрації важких металів в атмосферному повітрі міста не перевищували встановлених нормативів (табл. 4.5). Середньорічні концентрації важких металів дещо збільшились в порівнянні з минулим роком, проте не перевищували ГДК. У річному ході підвищення рівня середньомісячних концентрацій важких металів спостерігалось у осінньо-зимовий період. За останні 5 років зафіксована тенденція до збільшення середньорічних концентрацій кадмію, марганцю, нікелю, та до зменшення середньорічних концентрацій міді, хрому, свинцю та цинку в атмосферному повітрі.

Серед усього комплексу забруднюючих речовин ґрунту самими шкідливими і найнебезпечнішими є важкі метали (Pb, Zn, Cu, Ni) та їх сполуки. Важкі метали характеризуються низькою міграційною активністю в ґрунтах, добре депонуються, акумулюються у поверхневому шарі.

Викиди важких металів в атмосферне повітря м. Рівне
(за даними гідрометцентру) [41].

Назва забруднюючої речовини	Концентрація, мг/м ³						ГДК ₃ мг/м ³
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
Кадмій	0,0009	0,0005	0,0005	0,0024	0,0036	0,0060	0,3
Залізо	0,6400	0,8000	0,5600	8,8000	1,0000	0,8000	40,0
Марганець	0,0180	0,0180	0,0100	0,0190	0,0120	0,0180	1,0
Мідь	0,0420	0,0220	0,0100	0,0220	0,0120	0,0320	2,0
Нікель	0,0200	0,0230	0,0220	0,0280	0,0230	0,0270	1,0
Свинець	0,0234	0,0264	0,0144	0,0249	0,0138	0,0186	0,3
Хром	0,0270	0,0255	0,0210	0,0360	0,0150	0,0250	1,5
Цинк	0,0250	0,0550	0,1000	0,0365	0,0250	0,0360	50,0

Свинець належить забруднюючих речовин I класу небезпеки. Сполуки свинцю, значна кількість яких виділяється при згоранні етилового бензину, надзвичайно токсичні. Забруднення території міста свинцем зумовлено, перш за все, викидами автомобільного транспорту, в другу чергу – викидами стаціонарних джерел промислових підприємств. ГДК свинцю в атмосферному повітрі становить 0,3 мг/м³, а динаміка концентрації показника в межах норми. Динаміка забруднення повітря представлена трендовою моделлю, яка має вигляд полінома 4-го ступеня з коефіцієнтом детермінації $R^2 = 0,2855$ (рис. 4.3).

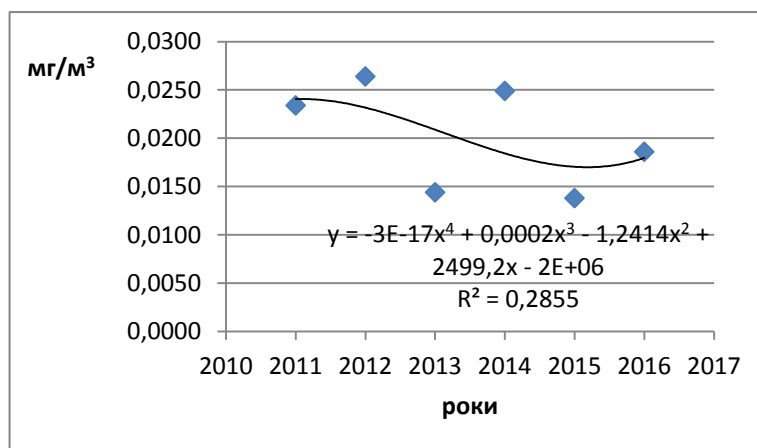


Рис. 4.3. Трендова модель динаміки викидів свинцю в атмосферне повітря м. Рівне

Цинк належить до забруднюючих речовин I класу небезпеки. Надходження цинку в довкілля пов'язане із роботою металообробних, машинобудівних підприємств, пунктів прийому металолому. ГДК цинку в атмосферному повітрі становить $50,0 \text{ мг/м}^3$, показники концентрації в динаміці значно нижчі ГДК. Динаміка забруднення атмосферного повітря цинком має хвилеподібний характер і описана цифровою моделлю, яка має вид полінома 3-го ступеня з коефіцієнтом детермінації $R^2 = 0,7033$ (рис. 4.4).

Нікель – елемент другого класу небезпеки. Викиди нікелю в атмосферне повітря пов'язані з гальванічним та металозварювальним виробництвом. Забруднення атмосфери міста нікелем межах $0,020\text{-}0,027 \text{ мг/м}^3$, при ГДК $1,0 \text{ мг/м}^3$.

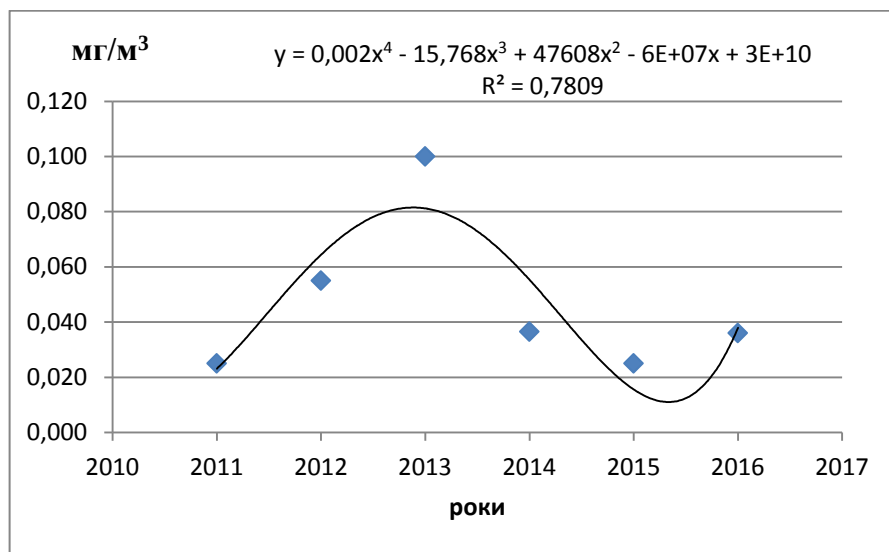


Рис. 4.4. Трендова модель динаміки викидів цинку в атмосферне повітря м. Рівне

Динаміка забруднення атмосферного повітря нікелем описана цифровою моделлю, яка має вид полінома 2-го ступеня з коефіцієнтом детермінації $R^2 = 0,5435$ (рис. 4.5).

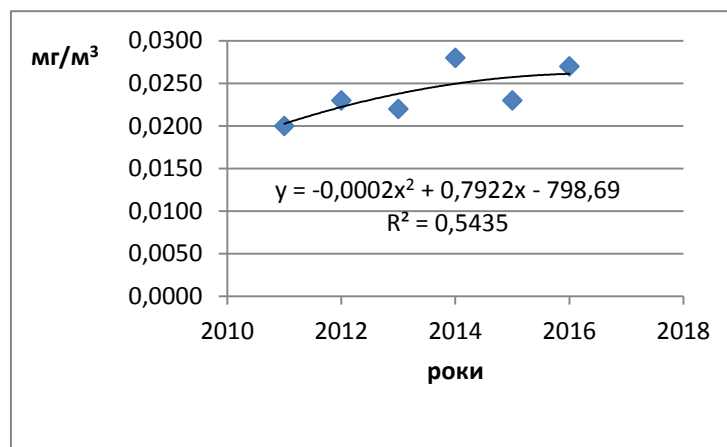


Рис. 4.5. Трендова модель динаміки викидів нікелю в атмосферне повітря м. Рівне

Мідь – елемент, який належить до II класу небезпеки. Мідь надходить в атмосферне повітря від промислових викидів та гальванічного виробництва. Концентрація міді в атмосферному повітрі міста в межах 0,0100–0,042 мг/м³, при ГДК 2,0 мг/м³. Динаміка забруднення атмосферного повітря міддю описана цифровою моделлю, яка має вид полінома 2-го ступеня з коефіцієнтом детермінації $R^2 = 0,9841$ (рис. 4.6).

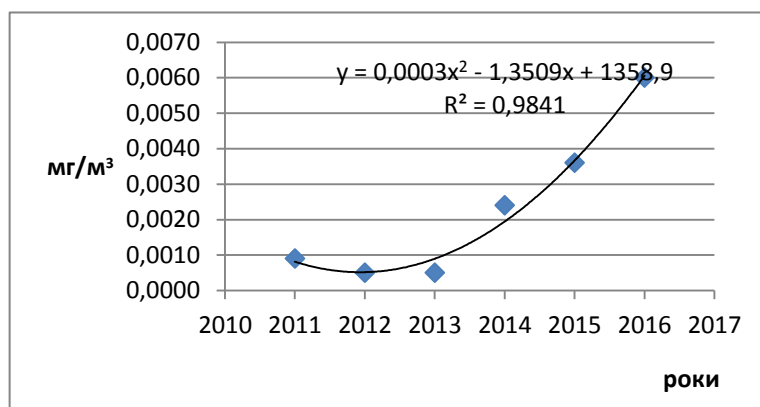


Рис. 4.6. Трендова модель динаміки викидів міді в атмосферне повітря м. Рівне

Манган – елемент, який належить до III класу небезпеки, надходить в атмосферу від зварювання й різки металів, менше від викидів транспортних засобів із бензиновими двигунами. Концентрація мангану в атмосферному

повітрі міста визначена в межах 0,0100-0,0180 мг/м³, при ГДК 1,0 мг/м³. Динаміка забруднення атмосферного повітря манганом описана цифровою моделлю, яка має вид полінома 2-го ступеня з коефіцієнтом детермінації $R^2 = 0,2048$ (рис. 4.7).

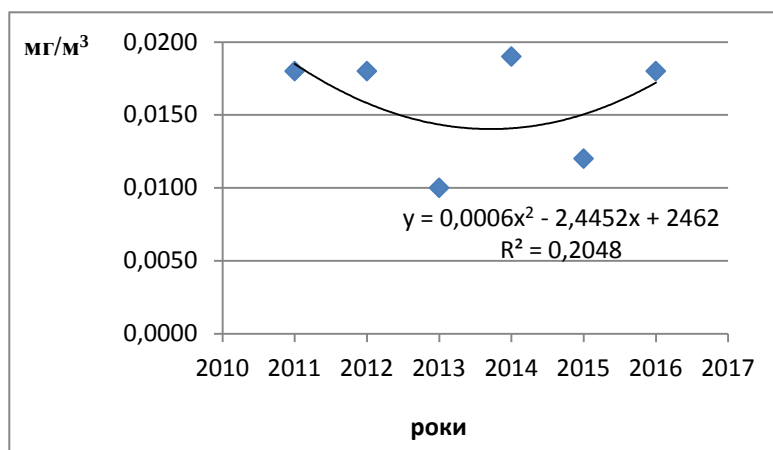


Рис. 4.7. Трендова модель динаміки викидів мангану в атмосферне повітря м. Рівне

Кадмій — елемент, який належить до I класу небезпеки. Територія промислових зон і транспортних розв’язок характеризується вмістом кадмію. Джерело забруднення — в основному вихлоп автотранспорту і зливовий стік з автошляхів, який містить кадмій, що входить до складу шин.

Концентрація кадмію в атмосферному повітрі міста в межах 0,0005 – 0,0060 мг/м³, при ГДК 0,3 мг/м³. Динаміка забруднення атмосферного повітря кадмієм описана цифровою моделлю, яка має вид полінома 2-го ступеня з коефіцієнтом детермінації $R^2 = 0,9841$ (рис. 4.8).

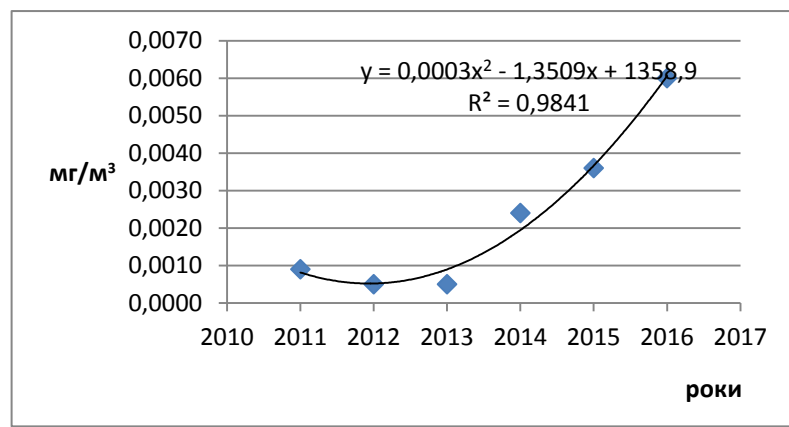


Рис. 4.8. Трендова модель динаміки викидів кадмію в атмосферне повітря м. Рівне

Хром – елемент, який належить до II класу небезпеки. В атмосферне повітря хром поступає з промисловими викидами. Вміст в атмосферному повітрі міста визначений в межах 0,0150-0,0360 мг/м³, при ГДК 1,5 мг/м³.

Динаміка забруднення атмосферного повітря хромом має хвилеподібний характер і описана цифровою моделлю, яка має вид полінома 2-го ступеня з коефіцієнтом детермінації $R^2 = 0,3386$ (рис. 4.9).

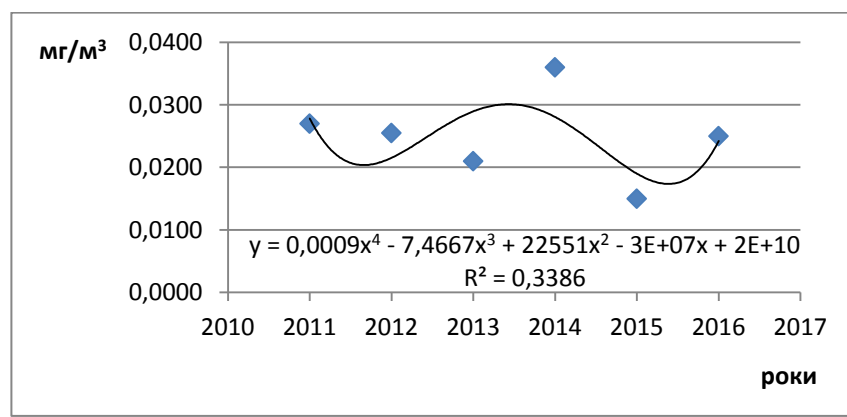


Рис. 4.9. Трендова модель динаміки викидів хрому в атмосферне повітря м. Рівне

4.1.2. Пересувні джерела забруднення атмосферного повітря

Основними пересувними джерелами забруднення атмосферного повітря м. Рівне є викиди автомобільного транспорту. У автомобілів існує три види викидів забруднюючих речовин: відпрацьовані гази двигунів, картерні гази, паливні випаровування. Найбільш об'ємними з них є відпрацьовані гази.

Пальним для двигунів внутрішнього згоряння в основному служить бензин та дизельне паливо. Хімічний склад продуктів згоряння і ступінь забруднення ними атмосфери залежить від якості пального (наявності в ньому токсичних домішок), технічної досконалості двигунів (систем запалювання), наявності очисних пристроїв (каталізаторів), а також від рівня технічної експлуатації техніки. Основні інгредієнти відпрацьованих газів: оксиди вуглецю, азоту, вуглеводні, свинець та ряд інших речовин, у тому числі й канцерогенних.

Відпрацьовані гази двигунів поряд з продуктами повного згоряння (пари води, діоксиду вуглецю) містять продукти неповного згоряння пального (оксид вуглецю, оксиди азоту, вуглеводні, бенз(а)пірен), а також речовини, що залежать від типу пального (сірчаний газ, свинець, сажа). Найбільшу небезпеку для навколишнього природного середовища становлять оксид вуглецю, оксиди азоту, вуглеводні, бенз(а)пірен та аерозоль свинцю.

Вміст основних забруднюючих речовин у відпрацьованих газах двигунів наведений в табл. 4.6.

Таблиця 4.6

Вміст основних забруднюючих речовин у відпрацьованих двигунах

Основні забруднюючі речовини	Кількість викидів для двигунів	
	бензинового	дизельного
Оксид вуглецю	0,5 – 12%	0,01 – 0,5%
Оксид азоту	до 0,8%	до 0,5%
Вуглеводні	0,2 – 3,0%	0,01 – 0,65%
Сажа	до 0,4 г/м ³	0,01 – 1,1 г/м ³
Бенз(а)пірен	до 0,02 мг/м ³	до 0,01 мг/м ³

Слід зауважити, що з кожним роком у м. Рівне збільшується кількість автомобілів, а разом із цим збільшується і кількість автозаправних станцій, розміщення яких не завжди відповідає встановленим вимогам.

На даний момент у місті функціонує 35 діючих АЗС (табл.4.7), які розміщуються по всій території міста в районах житлової забудови, проїздах, всередині кварталів та пішохідних вулиць і становлять загрозу забруднення ґрунтовому покриву території їх розміщення. Найбільше АЗС на вул. Курчатова (6), вул. Київській (4), вул. Соборній (3), вул. Млинівській (3) та вул. Пухова (3).

Основними небезпечними неорганізованими джерелами забруднення атмосферного повітря на автозаправних станціях є резервуари з нафтопродуктами та бензозаправочні колонки. У повітря забруднюючі речовини виділяються та поступають при загрузці і вивгрузці палива в резервуари та безпосередньо при заправці автомобілів.

Токсичність відпрацьованих газів дизельних двигунів залежить від вмісту в них сажі, продуктів неповного згоряння дизельного палива і надзвичайно небезпечного для організму людини бенз(а)пірену [3].

Таблиця 4. 7

Перелік діючих автозаправних станцій м. Рівне

№	Назва автозаправної станції	Місце розташування
1.	ДП «Авіком-Рівне»	вул. Пирогова, 7
2.	Олас, №1	вул. Київська, 108 а
3.	Олас, №10	вул. Соборна, 370
4.	Олас, №16	вул. Макарова, 44
5.	Олас, №2	вул. Млинівська, 18
6.	«АНР» №14	вул. Пухова, 85
7.	ТзОВ «Альфа-Нафта» №14	вул. Курчатова, 9а
8.	ТзОВ «Річ Ойл» №45	вул. Відінська, 9а
9.	WOG	вул. Менделєєва, 26
10.	«Авіас»	вул. Пухова, 85а
11.	«ОККО» №1	вул. Київська, 84
12.	«ОККО» №2	вул. Гагаріна, 18
13.	«ОККО» №3	вул. Дубенська, 74
14.	«ОККО» №4	вул. В'ячесла Чорновола, 92

15.	«ОККО» №5	вул. Романа Шухевича, 18а
16.	«ОККО» №6	Комплекс будівель і споруд №1
17.	«ОККО» №9	вул. Курчатова, 15
18.	ТзВО «АЗС-сервіс» №1	вул. Курчатова, 32б
19.	ВАТ «Укрнафта» №17/001	вул. Млинівська, 29в
20.	ВАТ «Укрнафта» №17/001	вул. Князя Володимира, 108а
21.	ВАТ «Укрнафта» №17/002	вул. Черняка, 17
22.	ВАТ «Укрнафта» №17/022	вул. Чернишова, 11
23.	ПП ТД «Укр-Петроль» №4	вул. Млинівська, 30б
24.	ТзОВ ВТФ «Авіас» №43	вул. Набережна, 11
25.	ТзОВ «Річ Ойл» №44	вул. Пухова, 85а
26.	ТзОВ «Річ Ойл» №46	вул. Будівельників, 11
27.	ТзВО ВТФ «Авіас Плюс» №49	вул. Курчатова, 3б
28.	ТзОВ ВТФ «Авіас Плюс» №50	вул. Курчатова, 12а
29.	ТзОВ «Ойл-Тренд» №8	вул. Київська, 100б
30.	WOG	вул. Дубенська, 163а
31.	АЗС-сервіс, ТзОВ	вул. Курчатова, 32б
32.	Газовик, Новоград-Волинська філія ТзОВ	вул. Київська, 117а
33.	Екогаз, АГНКС	вул. Костромська, 42
34.	СВ Трансгаз, ТзОВ	вул. Енергетиків, 1а
35.	Укрнафта, ВАТ, Рівненське відділення	вул. Соборна, 442д

Аналіз динаміки викидів забруднюючих речовин від пересувних джерел забруднення міста засвідчує, що в атмосферне повітря поступало від 11,1 тис.т до 15,4 тис.т, а обсяги викидів впродовж десяти років змінюються хвилеподібно. Дані викиди описані трендовою моделлю (рис. 4.10), яка має вигляд полінома 5-го порядку з коефіцієнтом детермінації $R^2 = 0,8951$.

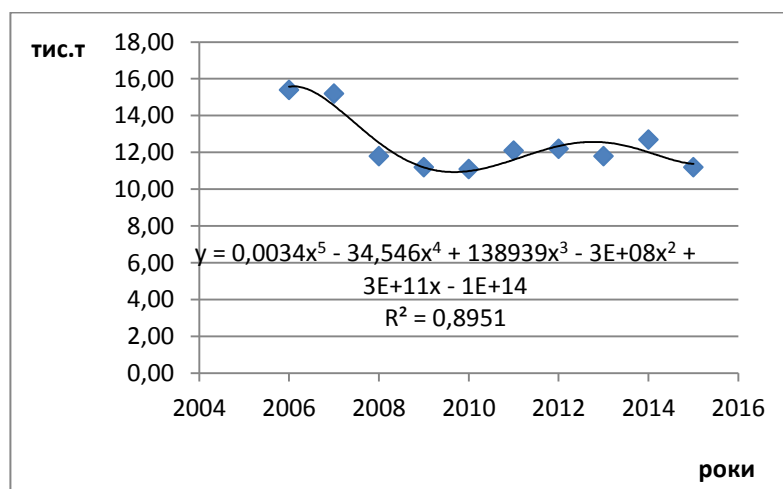


Рис. 4.10. Трендова модель динаміки викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від пересувних джерел

4.2. Забруднення ґрунтів важкими металами та їх розподіл на території міста

Ґрунти—найбільш інформативні в плані геоекологічного аналізу компоненти ландшафту. Просторовий розподіл техногенних потоків в умовах урбоекосистеми чітко фіксується за зміною хімічного складу ґрунтів, які надовго депонують забруднюючі речовини. Дослідження розподілу хімічних елементів у ґрунтах, що розташовані в зоні викидів різних промислових підприємств, дозволяє визначити характер і ступінь їх забруднення за рахунок випадання з атмосфери, інфільтрації з ґрунтовими водами після стоку прямого потрапляння твердих промислових і побутових відходів. Загальна картина розподілу хімічних елементів у ґрунтах ускладнюється відносною їх рухомістю, перерозподілу їх у ґрунтовому профілі та виносу частини елементів із сільськогосподарською продукцією.

Однак надходження хімічних речовин із промисловими викидами на поверхню ґрунту настільки значне, що відбувається помітне збільшення валового вмісту мікроелементів при тривалій дії джерел забруднення. Отже, ґрунт виступає депонатором забруднень [36, 44, 71, 75].

Оскільки вміст важких металів у досліджуваних пробах ґрунту має незначне перевищення над ГДК, для визначення рівня забрудненості ґрунтів важкими металами проведене зіставлення концентрацій металів із встановленими фоновими концентраціями. Зіставлення проводили як для валової, так і рухомої форми важких металів.

Слід зауважити, при аналізі середніх показників вмісту в ґрунті важких металів для рухомої їх форми відмічені перевищення фонових концентрацій майже на всіх полігонах по всіх показниках, окрім кадмію на 1,2 і 5 тест-полігоні та нікелю, цинку і хрому на тест-полігоні № 2. Високе забруднення ґрунту зафіксовано для таких елементів як свинець, цинк, мідь та хром, табл.4.8. В окремих пробах вміст рухомої форми цинку перевищує фонові показники в 15,5 разів, свинцю в 21,5 разів, міді в 18,5 разів, хрому в 18,9 (тест майданчик №16). Найменше забруднена досліджувана територія

кадмієм. Таким чином, у ґрунті відбувається інтенсивне накопичення важких металів у кількостях, які значно перевищують їх природний фон, що створює реальну загрозу існуванню живих організмів.

Таблиця 4.8

Середні значення показників вмісту рухомої форми важких металів і елементів забруднювачів в ґрунтах м. Рівне

№ тест – полігону	Вміст важких металів та елементів забруднювачів, мг/кг ґрунту							
	Cd	Co	Mn	Cu	Ni	Pb	Cr	Zn
1	0,18	1,44	83,04	1,70	1,16	3,02	2,10	7,62
2	0,20	0,80	63,65	0,44	0,78	3,65	0,81	2,15
3	0,38	1,34	60,66	1,43	1,77	2,81	1,79	3,05
4	0,47	2,21	114,7	8,19	4,63	13,21	6,80	16,72
5	0,25	1,51	67,80	1,99	2,74	4,34	3,08	3,73

Аналіз середніх показників вмісту в ґрунті важких металів для валової форми свідчить про те, що в урбоекосистемі Рівне зафіксовані значні перевищення фонових по всіх показниках, крім кадмію і кобальту. Так, середні значення показників Mn, Cu, Ni, Pb, Cr і Zn сягають таких величин: 332,8 мг/кг, 19,1 мг/кг, 12,3 мг/кг, 48,7 мг/кг, 12,0 мг/кг і 50,8 мг/кг відповідно при фонових 90,4 мг/кг, 1,2 мг/кг, 2,7 мг/кг, 2,8 мг/кг, 1,9 мг/кг і 3,0 мг/кг відповідно. Слід відмітити, що на окремих тест – майданчиках відмічені перевищення по окремих показниках (Cu, Pb, Zn) в десятки разів (табл. 4.9).

Високі концентрації валових форм важких металів та елементів–забруднювачів в 60 зразках, відібраних по всій території міста Рівне були зафіксовані у 2013 р. лабораторією Українського гідрометцентру м. Києва (додаток 5).

За даними моніторингових спостережень лабораторії гідрометцентру середній вміст важких металів був значно нижче рівня ГДК, крім свинцю, середня концентрація якого досягала 1,4 ГДК.

**Середні значення показників вмісту валової форми важких металів
і елементів забруднювачів в ґрунтах м. Рівне**

№ тест – полігону	Вміст важких металів та елементів забруднювачів, мг/кг ґрунту							
	Cd	Co	Mn	Cu	Ni	Pb	Cr	Zn
1	0,39	4,95	332,84	15,89	12,29	17,40	10,88	50,81
2	0,25	3,95	328,10	9,51	11,79	10,31	7,80	38,44
3	0,23	3,63	268,23	12,74	8,91	48,68	7,50	50,35
4	0,47	3,61	251,27	14,01	10,22	17,91	11,97	49,88
5	0,38	2,66	230,38	19,06	9,04	26,72	5,76	43,14

Максимальний вміст свинцю–36,6 ГДК (рівень високого забруднення) виявлено в ґрунтах в районі підприємства «Рівненський залізобетонний завод», міді – 3,3 ГДК в районі ВАТ "Завод залізобетонних виробів", цинку –2,4 ГДК в районі ТзОВ "Рівненський завод високовольтної апаратури". Максимальні концентрації кадмію, марганцю та нікелю були нижче рівня ГДК.

Дослідження зв'язку між сумарними викидами забруднюючих речовин в атмосферне повітря та викидами від стаціонарних і пересувних джерел забруднення підтверджені трендовими моделями. Визначені коефіцієнти детермінації, які становлять: для сумарних викидів $R^2 = 0,7171$; для викидів від стаціонарних джерел $R^2 = 0,4993$; для викидів від пересувних джерел $R^2 = 0,8951$. Отже, найбільший вплив на ґрунтовий покрив території міста Рівне мають пересувні джерела забруднення.

Розподіл важких металів (ВМ) у ґрунтах міста дуже складний процес, обумовлений цілою низкою чинників, а визначення ступеня забруднення ґрунтів важкими металами досить складне завдання. У ґрунтах важкі метали знаходяться у формі різноманітних сполук, які можуть трансформуватися і переходити з однієї форми до іншої [81, 82].

При проведенні моніторингу ґрунтів визначають потенційний запас елементів, тобто валовий вміст та їх актуальний запас (рухомі форми).

Залежно від ступеня зв'язування ВМ з органічною речовиною та мінеральними компонентами ґрунту в складі валової кількості мікроелементів та важких металів умовно виділяють міцно фіксовані та рухомі форми. Для оцінювання рівня забезпеченості ґрунту фізіологічно необхідними мікроелементами та накопичення їх у продовольчій сировині і міграції у водні джерела визначають вміст рухомих форм, а для оцінювання максимально можливої кількості, що може вивільнитися з ґрунту, визначають вміст міцно фіксованих (валових) форм.

Важкі метали діють на ґрунт як прямо, так і опосередковано, шляхом втручання у біологічні цикли і будучи антагоністами низки елементів харчування, обмежують їх доступ у рослини та порушують нормальний перебіг біохімічних процесів, впливають на синтез і функції багатьох активних сполук: ферментів, вітамінів, пігментів [87, 93, 101, 108].

Підвищений вміст у ґрунтах валових форм важких металів не є загрозою для живих організмів, реальну небезпеку демонструє вміст їх рухомих сполук, які здатні безпосередньо засвоюватися біотою.

Зазвичай, за необхідності контролю над техногенним забрудненням ґрунтів важкими металами та елементами забруднювачами, прийнято визначати їх валовий вміст. Проте, валовий вміст не завжди може характеризувати ступінь небезпеки забруднення, оскільки ґрунт здатний зв'язувати сполуки металів, переводячи їх в недоступний рослинам стан.

Визначення вмісту рухомих форм металів бажано здійснювати при високих значеннях їх валових концентрацій у ґрунті, і навіть, коли необхідно характеризувати міграцію металів забруднювачів з ґрунту в рослини. Отримані результати вмісту рухомих форм важких металів можуть бути використані для оцінки ступеня забруднення ґрунтів і виділення територій з підвищеним екологічним ризиком.

При вивченні екологічного стану ґрунтів м. Рівне були обстежені та проаналізовані території навколо семи найбільших промислових підприємств міста, 3-х АЗС, землі залізничних полотен та придорожніх смуг, території

місць громадського перебування та відпочинку (2 парки відпочинку, гідропарк, дитячий садок та 2 школи), приватні сільськогосподарські ділянки. Дані досліджувані об'єкти зазнають максимального антропогенного впливу [88, 130].

Кількісний аналіз забруднення ґрунту проведений за наступними показниками: Cu, Co, Mn, Cd, Pb, Ni, Cr, Zn. Визначення вмісту ВМ і елементів забруднювачів у ґрунті проводилось методом атомно-абсорбційної спектроскопії на приладі С 115 М-1 для валової і рухомої форми. Рухома форма ВМ вилучалися ацетатно-амонійним буферним розчином з рН 4,8.

Для оцінки локального забруднення ґрунтів найбільш ефективним є використання показників фонових забруднень та оцінювання динаміки стану фонових ґрунтів в часі, або порівняння забруднених ґрунтів з незабрудненими.

Для встановлення фонових вмісту важких металів в ґрунті території міста, були досліджені та проаналізовані зразки ґрунту міського парку ім. Т. Г. Шевченка, де, в основному, відсутній антропогенний вплив. Розраховані та встановлені середні фонові значення показників для валового та рухомого вмісту важких металів та елементів забруднювачів в ґрунтах території м. Рівне (табл.4.10).

Таблиця 4.10

Середні значення фонових вмісту важких металів та елементів забруднювачів в ґрунтах досліджуваних тест-полігонів м. Рівне, мг/кг

Форма вмісту	Cd	Co	Mn	Cu	Ni	Pb	Cr	Zn
Валова	0,32	3,00	90,41	1,18	2,71	2,81	1,86	3,02
Рухома	0,25	1,04	53,71	0,43	1,25	1,10	0,64	1,96

Для оцінки ступеня забруднення ґрунтів важкими металами та елементами забруднювачами порівнювали фактичні концентрації металів у досліджуваних зразках із ГДК та значеннями показників фонових вмісту.

Аналіз результатів дослідження свідчить, що середні значення показників фоновому вмісту як валової, так і рухомої форми елементів–забруднювачів на досліджуваній території значно нижчі за ГДК.

Оскільки вміст важких металів у досліджуваних зразках ґрунту не має перевищень ГДК, для визначення рівня забрудненості ґрунтів важкими металами проведено зіставлення концентрацій металів із фоновими концентраціями.

Середні значення показників вмісту валової форми важких металів та елементів забруднювачів в ґрунтах урбоекосистеми свідчать про незначне забруднення урбоекосистеми кадмієм та кобальтом. Проте, вміст Mn, Cu, Ni, Pb, Cr та Zn значно перевищують значення фонових показників валової форми (табл. 4.11).

Таблиця 4.11

Середні показники вмісту валової форми важких металів та елементів забруднювачів в ґрунтах м. Рівне

№ тест полігона	Вміст важких металів та елементів забруднювачів, мг/кг ґрунту							
	Cd	Co	Mn	Cu	Ni	Pb	Cr	Zn
1	0,39	4,95	332,84	15,89	12,29	17,40	10,88	50,81
2	0,25	3,95	328,10	9,51	11,79	10,31	7,80	38,44
3	0,23	3,63	268,23	12,74	8,91	48,68	7,50	50,35
4	0,46	3,61	251,27	14,01	10,22	17,91	11,97	49,88
5	0,38	2,66	230,38	19,06	9,04	26,72	5,76	43,14

Так, середні значення вмісту валової форми міді перевищують фонові в 8,1-16,2 рази, нікелю в 3,3-4,5 рази, свинцю в 3,7-17,3 рази, хрому в 3,1-6,4 рази, цинку в 12,7-16,8 рази, марганцю в 2,5-3,7 рази на всіх досліджуваних тест-полігонах урбоекосистеми Рівне.

Перевищення середніх значень вмісту рухомої форми металів та елементів-забруднювачів над фоновими спостерігалось для всіх показників на всіх тест-полігонах, окрім полігону № 2, де зафіксовані незначні перевищення по вмісту хрому та цинку і перевищення в 3,3 рази по свинцю. Найвищі середні значення показників зафіксовані на тест-полігоні № 4, де

встановлені перевищення над фоновими для міді в 19 разів, свинцю в 12 разів, хрому в 10,6 разів, цинку 8,5 разів (табл. 4.12).

Таблиця 4.12

Середні показники вмісту рухомої форми важких металів та елементів забруднювачів в ґрунтах м. Рівне

№ тест полігона	Вміст важких металів та елементів забруднювачів, мг/кг ґрунту							
	Cd	Co	Mn	Cu	Ni	Pb	Cr	Zn
1	0,18	1,44	83,04	1,70	1,16	3,02	2,10	7,62
2	0,20	0,80	63,65	0,44	0,78	3,65	0,81	2,15
3	0,38	1,34	60,66	1,43	1,77	2,81	1,79	6,51
4	0,47	2,21	114,7	8,19	4,63	13,21	6,80	16,72
5	0,25	1,55	67,80	1,99	2,74	4,34	3,08	3,73

Оцінка забруднення ґрунтів досліджуваної території була проведена за методикою оцінки ступеня небезпечності забруднення ґрунтів хімічними речовинами [140]. Рівень забруднення ґрунтів важкими металами та елементами забруднювачами визначався за критеріями: коефіцієнт концентрації хімічної речовини K_c і сумарний показник забруднення Z_c .

Нами були проаналізовані результати досліджень кожного досліджуваного тест – майданчика та розрахований коефіцієнт концентрації кожного металу в ґрунті урбоекосистеми Рівне як для валової, так і для рухомої форми їх вмісту та розрахований сумарний показник забруднення ґрунту досліджуваної території (додаток 4).

Результати досліджень вказують на розбіжність показників ступеня концентрування важких металів та елементів-забруднювачів у ґрунтах різних тест-майданчиків досліджуваної урбоекосистеми. Це пов'язано, на наш погляд, із специфікою виробництва промислових підприємств, яка притаманна для кожного з досліджуваних тест-майданчиків та густою сіткою автошляхів.

Найвищі показники коефіцієнта концентрації (K_c) ВМ та елементів забруднювачів для валової форми притаманні цинку і становлять від 6,27 до 25,08, окрім тест-майданчиків № 22 (фоновий) і № 24, де значення K_c

зафіксовані показниками 0,97 і 3,88 відповідно. 61,1% всіх досліджених майданчиків показники K_c цинку вище 9,0.

Високі значення K_c зафіксовані і для показника міді. Так, в 83,3% значення K_c для валового вмісту міді лежать в діапазоні 6,02-22,09, а найвищі значення показника відмічені навколо промислових підприємств.

За середніми значеннями K_c валової форми металів зафіксовані високі значення, які належить цинку та міді на всіх досліджуваних тест-полігонах (табл. 4.13).

Таблиця 4.13

Середні значення коефіцієнта концентрації важких металів та елементів забруднювачів на тест-полігонах м. Рівне (валова форма)

№ тест полігон и	Коефіцієнт концентрації, K_c							
	Cd	Co	Mn	Cu	Ni	Pb	Cr	Zn
1	1,22	4,76	2,67	11,34	3,66	6,19	6,71	11,64
2	1,01	3,80	2,66	6,99	3,16	3,59	3,66	10,34
3	0,72	1,21	2,97	8,91	3,29	4,54	4,03	8,40
4	1,44	1,20	2,78	11,87	3,77	6,37	3,79	16,52
5	1,22	0,91	1,78	8,92	2,13	4,26	2,62	7,83

Одночасно результати досліджень вказують на високі значення K_c показників свинцю (3,59-6,37) та хрому (2,62-6,71), що може бути небезпечним для біоти ґрунту.

Показники K_c рухомої форми ВМ та елементів забруднювачів свідчать про локальні плями забруднення на досліджуваній території. Найвищі значення K_c встановлені для міді, свинцю та цинку на тест-майданчиках №16 (об'їзна дорога на Басів Кут) і №20 (залізнодорожне полотно). Тут K_c ВМ становлять: для міді – 18,58 і 39,81; для свинцю – 20,98 і 18,90; для цинку – 28,74 відповідно. Високий рівень K_c зафіксований і для хрому на окремих тест-майданчиках, а саме: №№ 4, 15, 16, 18, 20, де показник K_c в межах 13,78;

13,78; 10,69; 9,83; 13,84 відповідно. Найнижчі значення показників K_c характерні для кадмію, кобальту та марганцю і становлять не більше 2,0.

Середні значення K_c рухомої форми ВМ та елементів забруднювачів ґрунтів міста Рівне характеризує кожний тест-полігон (табл. 4.14).

Таблиця 4.14

Середні значення коефіцієнта концентрації важких металів та елементів забруднювачів на тест-полігонах м. Рівне (рухома форма)

№ тест полігон у	Коефіцієнт концентрації, K_c							
	Cd	Co	Mn	Cu	Ni	Pb	Cr	Zn
1	0,72	1,38	1,55	3,95	0,93	2,75	3,25	7,19
2	0,80	0,77	1,19	1,02	0,62	3,32	1,27	2,03
3	1,50	1,29	1,13	3,33	1,42	2,55	2,74	6,14
4	1,86	2,12	2,14	19,06	3,70	11,90	10,63	15,77
5	1,00	1,49	1,26	4,63	2,19	3,95	4,81	3,52

Найвищі середні значення K_c по всіх досліджуваних показниках визначені для тест-полігону № 4, який оточений з усіх боків транспортною мережею, в тому числі залізною дорогою.

Оцінка ступеня небезпеки забруднення ґрунтів комплексом досліджуваних металів по сумарному показнику забруднення (Z_c) проводилась по оціночній шкалі методики [140], яка дозволяє визначити категорію забруднення ґрунту. За результатами досліджень було встановлено, що найвищі значення Z_c характеризують валову форму ВМ та елементів забруднювачів (табл.4.15; рис.5.1). Показники Z_c для валової форми визначені в межах 29,67-48,19 з перевагою забруднення ґрунту тест-полігонів № 4 і № 1 із значеннями 47,74 і 48,19 відповідно. Ступінь небезпеки ґрунту міста Рівне валовою формою ВМ та елементів забруднювачів охарактеризований від помірно-небезпечного до небезпечного (рис.4.11).

Середні значення сумарного показника забруднення ґрунту м. Рівне

Форма вмісту ВМ та елементів забруднювачів	Сумарний показник забруднення, Z_c				
	Тест - полігон № 1	Тест - полігон № 2	Тест - полігон № 3	Тест - полігон № 4	Тест - полігон № 5
Валова	48,19	35,21	34,07	47,74	29,67
Рухома	21,09	11,02	20,10	67,18	22,85

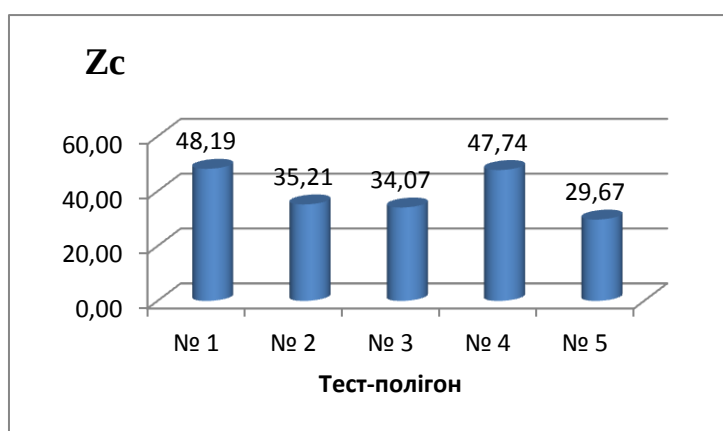


Рис. 4.11. Ступінь небезпеки забруднених ґрунтів м. Рівне
валовою формою ВМ та елементів забруднювачів

Встановлено, що з досліджуваних тест-майданчиків найвищий сумарний показник забруднення для рухомої форми зафіксований в ґрунті тест-полігону № 4, який становить 67,18 при допустимому 16, а найнижчий в ґрунті тест-полігону № 2, який дорівнює 11,02 (рис.4.12). Для рухомої форми ВМ та елементів забруднювачів в ґрунті міста чітко прослідковується мозаїчність забруднення окремих ділянок. Ступінь небезпеки ґрунту на території міста Рівне рухомою формою ВМ та елементів забруднювачів охарактеризований від допустимого до небезпечного (карта-схема 2).

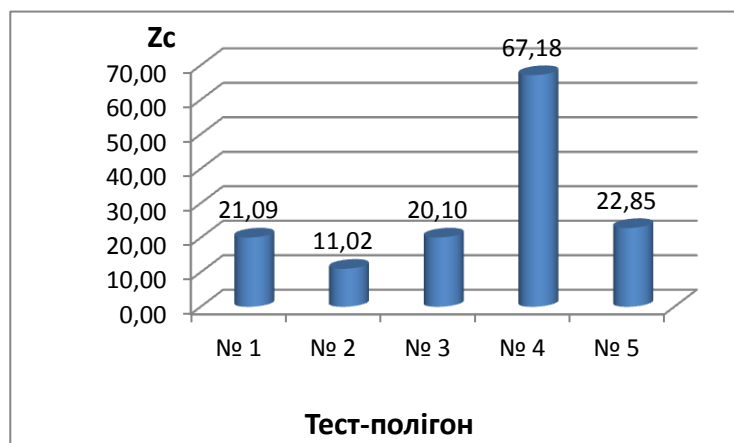
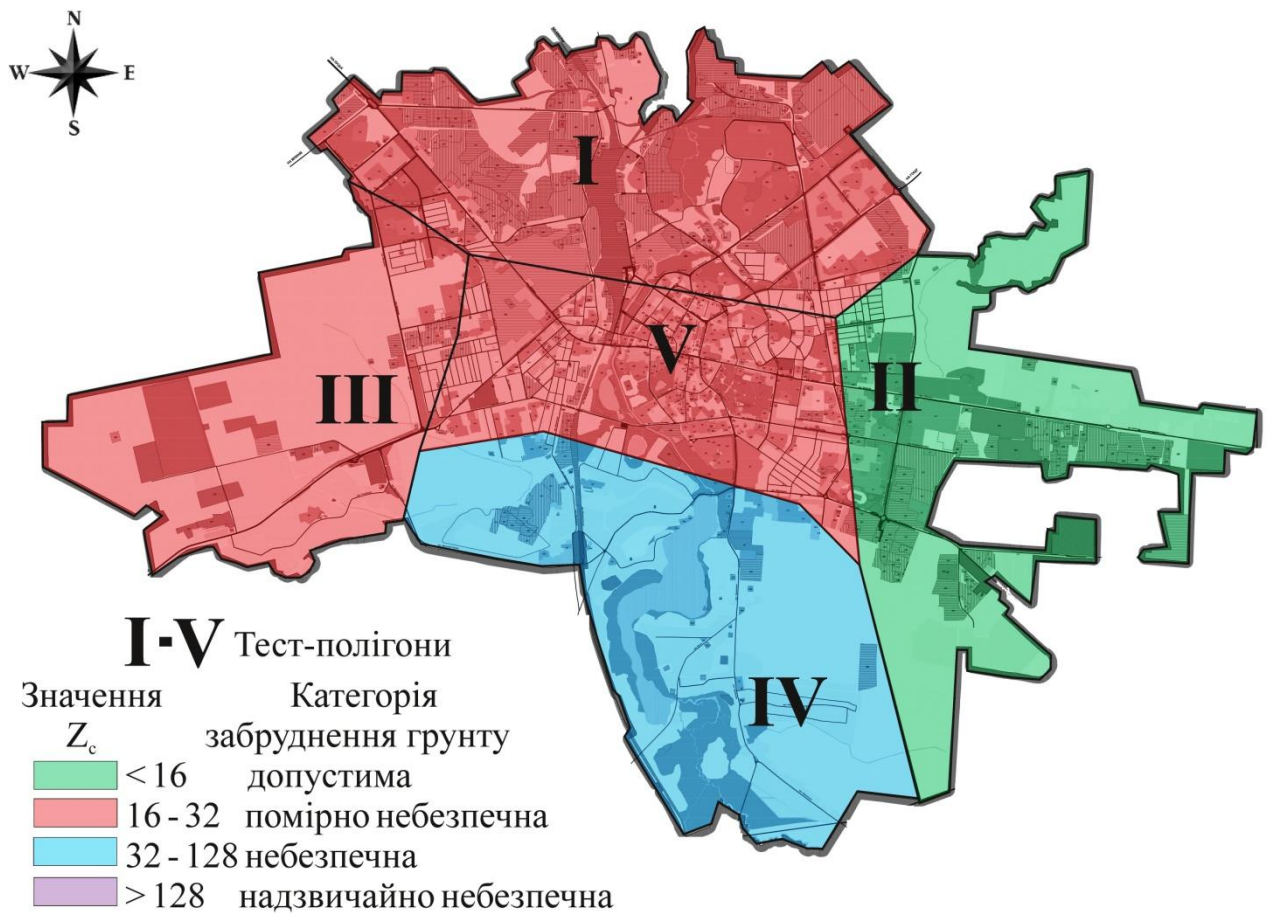


Рис. 4.12. Ступінь небезпеки забруднених ґрунтів м. Рівне рухомою формою ВМ та елементів забруднювачів

У забрудненні ґрунту міста ВМ та елементами забруднювачами проявляється наступне:

- найвищим ступенем забруднення охарактеризовані території північної та південної частини міста, а саме: тест-полігони № 1 та № 4. Північна промислова зона міста (льонокомбінат, домобудівний комбінат, залізо-бетонний комбінат, фабрика нетканих матеріалів, найбільша котельня міста, склади сільгоспхімії тощо) є закономірним наслідком забруднення ґрунту цього тест-полігону організованими джерелами промислових викидів [125, 126];

- територія південної частини міста чітко вказує на основну причину забруднення ґрунту неорганізованими викидами пересувних джерел забруднення, де основними забруднювачами є автомобільний (об'їзна дорога) та залізнодорожний транспорт. Значний вплив на забруднення ґрунту мають промислові викиди цегельного заводу та ряду дрібних підприємств;



Карта-схема 2. Категорія забруднення ґрунту м. Рівне

– значним ступенем забруднення відзначаються західна та центральна частина міста. Щільність висотної забудови у поєднанні з вузькими проїздами між будинками сприяють сповільненню аераційних процесів і осіданню важких металів у межах даних тест-полігонів. Взимку панують південно-західні і південні вітри, а влітку західні і північно-західні вітри. Основними забруднювачами ґрунту тут виступає автомобільний транспорт;

– центральний масив має щільну забудованість, понижене розташування та густу сітку автомобільних доріг. Разом з тим, спостерігається притік повітряних мас з околиць міста до центральної частини за рахунок різниці температурних градієнтів центральної та приміської території. Немаловажним є те, що майже центр міста пересікається залізнодорожним полотном, до нього примикає Рівненський завод високовольтної апаратури,

який є найбільшим в місті забруднювачем атмосферного повітря важкими металами;

– найменш забрудненою є східна частина міста. Практично непрацюючий впродовж останніх двадцяти років радіозавод, висока ступінь каталітичної очистки промислових викидів на підприємстві «Прометей», невелика кількість АЗС, сприятлива роза вітрів – все це зумовило тільки незначне забруднення ґрунту. Ступінь небезпеки забрудненого ґрунту на цьому тест-полігоні визначений як допустимий, сумарний показник забруднення 11,02.

За результатами досліджень нами проведено групування ґрунтів [157], на основі якого встановлені номер групи та рівень забруднення ґрунту на 25 тест-майданчиках за вмістом рухомих форм елементів-забруднювачів (табл. 4.16).

Таблиця 4.16

Групування ґрунтів м. Рівне за вмістом рухомих форм елементів-забруднювачів, мг/кг

Елемент-забруднювач	Номер групи, рівень забруднення /кількість тест-майданчиків						В межах фону
	1-слабкий	2-помірний	3-середній	4-підвищений	5- високий	6- дуже високий	
Марганець	4	2	6	-	-	-	13
Хром	1	-	-	-	-	-	24
Цинк	4	1	-	1	-	1	12
Нікель	1	1	4	-	-	-	16
Мідь	-	-	-	-	2	4	16
Свинець	6	1	2	-	-	10	6
Кобальт	5	9	2	-	4	2	2
Кадмій	4	13	4	-	-	-	4

Результати групування ґрунтів за вмістом рухомих форм ВМ та елементів-забруднювачів, що вилучаються ацетатно-амонійним буфером розчином (рН 4,8) засвідчують, що до 5 групи з «високим» та 6 групи з «дуже високим» рівнем забруднення ґрунту урбоекосистеми Рівне належать такі показники: мідь, свинець, кобальт та цинк, а 49,7% значень показників визначені в межах фону.

РОЗДІЛ 5. ОЦІНКА БІОТИЧНОЇ АКТИВНОСТІ УРБОЕДАФОТОПІВ м. РІВНЕ ТА БІОІНДИКАЦІЯ СТАНУ ЇХ ЗАБРУДНЕННЯ

5.1. Аналіз біотичних функцій ґрунту

Кожні 5 років невпинно розбудовуються приміські агроландшафти, під міську забудову відводиться 35-40 тис. га, з яких половина орних, а масштаби техногенних процесів, пов'язаних з функціонуванням урботериторій розширюються на 20%. Якість міських земель, включаючи приміську зелену зону, має тенденцію до погіршення, де основними причинами цього вважають:

- руйнування ґрунтового покриву під час будівельних робіт, в тому числі утворення похованих ґрунтів;
- створення штучного ґрунтового покриву із значним вмістом використаного будівельного сміття, так званих насипних ґрунтів;
- зміна властивостей ґрунтів рекреаційних зон у зв'язку з механічним впливом (витоптуванням);
- забруднення ґрунтів побутовим сміттям, та рідкими побутовими і промисловими відходами, викидами автотранспорту [3].

Ґрунт урбоєкосистем, накопичуючи токсичні сполуки, може стати джерелом вторинного забруднення довкілля. Саме тому при формуванні раціонального процесу урбанізації необхідно дотримуватись екологічно доцільного співвідношення природної та штучної підстилаючої поверхні.

Всі існуючі методи біоіндикації ґрунтів засновані на розумінні того, що ґрунт як середовище проживання становить єдину систему різних організмів та процесів, які в ній проходять [2, 6, 24, 45, 64, 122, 155].

Рання індикація на рівні біохімічних і фізіологічних реакцій заснована на зміні активності ферментів. Активність ґрунтових ферментів визначається комплексом чинників: температурою, реакцією ґрунтового розчину, особливостями органічного субстрату, гетерогенність ґрунтів тощо. Елементи, умовно відносяться до групи важких металів, найчастіше

виступають в якості інгібіторів ферментів, тому активність ґрунтових ферментів є найбільш інформативним показником антропогенної трансформації ґрунтового – біотичного комплексу в умовах урбопедогенеза.

Перевагою контролю стану ґрунтів урбоєкосистеми за допомогою біоіндикаторів є те, що завдяки ефекту кумуляції дози, вони реагують навіть на відносно слабкі навантаження [141, 142, 144, 146]. Сумуючи дію всіх без винятку біологічно важливих факторів антропогенного впливу, біоіндикатори відображають цей вплив в цілому та дозволяють контролювати стан ґрунтів без постійної реєстрації параметрів [7, 13, 40, 154].

Дослідженнями різних авторів встановлено, що активність ґрунтових ферментів може служити додатковим показником ґрунтової родючості і її змін в результаті антропогенної дії [1, 22, 23, 51, 52, 148].

Застосуванню ферментативної активності в якості діагностичного показника сприяє низька помилка дослідів (не більше 5 – 8%) і висока стійкість ферментів при зберіганні зразків [22, 23, 37].

5.2.1. Аналіз целюлозолітичної активності

Целюлозолітична активність ґрунтів є репрезентативним біоіндикатором для проведення моніторингових досліджень із визначення екологічного стану ґрунтів м. Рівне. Активність функціонування целюлозних мікроорганізмів, в основному, визначається наявністю в ґрунті доступних поживних речовин, передусім, азотних. Визначення целюлозолітичної властивості ґрунту методом аплікацій дає можливість прослідкувати стан живої складової ґрунту, яка зазнає антропогенного впливу, оцінити перетворення доступної фракції органічної речовини та визначити активність целюлозолітичного комплексу [120].

Рослинні рештки, які поступають у ґрунт на 40-70% складаються з целюлози, яка є стійкою до дії фізичних і хімічних факторів, але під дією

ферментів целюлозорозкладаючих мікроорганізмів, які забезпечують одну з ланок кругообігу речовин в біосфері, здійснює мінералізацію клітковини рослинних залишків.

Розкладання целюлози являє собою найбільший за масштабами природний деструкційний процес, в якому головну роль відіграють ґрунтові мікроорганізми, виконуючи ключову роль у формуванні родючості, трансформують органічні рештки та забезпечують синтез гумусних речовин ґрунту (Долгова Л. Г., 1999). Отже, інтенсивність розкладу клітковини є універсальним прямим показником діяльності ґрунтових організмів і висвітлює перебіг мікробіологічних процесів загалом та визначає зміни в ґрунтових функціях [148,153]. Величина розкладу тканини більша у родючих ґрунтах з невеликою кількістю забруднень.

Дослідження целюлозної активності ґрунту (інтенсивності процесу розкладання целюлози та ступеня збагаченості ґрунту ферментом) були проведені нами в кожному з 25 визначених тест – майданчиків дослідження за типовою методикою [140].

Інтенсивність целюлозолітичної активності ґрунтів ми визначали за відсотком втрати лоскута лляної тканини, що була розміщена за профілем ґрунту на 30 днів.

Результати досліджень свідчать про мозаїчність показників целюлозолітичної активності ґрунтів на визначених тест-полігонах території Рівне. Так, на майданчиках, де значний антропогенний вплив (тест-полігони № 1, 3, 4), показники целюлозної активності найнижчі і становлять менше 10%. Ступінь збагаченості ґрунтів ферментом целюлоза визначений як «дуже бідний» з «дуже слабкою» інтенсивністю процесу розкладання целюлози (табл. 5.1). На окремих майданчиках тест-полігонів № 4 і № 5 показники целюлозної активності визначені в межах $11,27 \pm 1,33$ - $15,57 \pm 1,35$ % і охарактеризовані «дуже бідною» ступінню збагаченості ґрунтів ферментом целюлоза з «слабкою» інтенсивністю процесу її розкладання.

Таблиця 5.1

Оцінка целюлозної активності ґрунту на території м. Рівне

Досліджувані майданчики	Целюлозна активність, %	Оцінка целюлозної активності ґрунту	
		ступінь збагаченості ґрунту ферментом	інтенсивність процесу розкладання целюлози
Тест - полігон № 1			
1	9,7 ± 2,03	Дуже бідний	Дуже слабка
2	12,4 ± 0,92	Дуже бідний	Слабка
3	22,23 ± 0,40	Дуже бідний	Слабка
4	22,57 ± 2,42	Дуже бідний	Слабка
5	8,37 ± 0,8	Дуже бідний	Дуже слабка
Тест - полігон № 2			
6	7,3 ± 0,66	Дуже бідний	Дуже слабка
7	31,6 ± 1,74	Бідний	Середня
8	19,97 ± 1,29	Дуже бідний	Слабка
9	25,93 ± 2,0	Дуже бідний	Слабка
10	31,87 ± 2,47	Бідний	Середня
Тест - полігон № 3			
11	6,87 ± 0,85	Дуже бідний	Дуже слабка
12	27,23 ± 2,17	Дуже бідний	Слабка
13	9,73 ± 0,51	Дуже бідний	Дуже слабка
14	34,87 ± 2,1	Бідний	Середня
15	7,97 ± 1,2	Дуже бідний	Дуже слабка
Тест - полігон № 4			
16	12,6 ± 0,7	Дуже бідний	Слабка
17	11,27 ± 1,33	Дуже бідний	Слабка
18	7,97 ± 1,2	Дуже бідний	Дуже слабка
19	45,8 ± 5,67*	Збагачений	Середня
20	12,47 ± 1,02	Дуже бідний	Слабка
Тест - полігон № 5			
21	28,03 ± 4,24	Дуже бідний	Слабка
22	42,6 ± 1,2	Середня збагаченість	Середня
23	15,57 ± 1,35	Дуже бідний	Слабка
24	32,13 ± 2,47	Бідний	Середня
25	14,47 ± 0,9	Дуже бідний	Слабка

Слід зауважити, що на майданчиках школа № 23 (тест-полігон № 3) та школи ліцею в районі Басів Кут (тест – полігон № 4), де відсутній будь-який антропогенний вплив, значення показників целюлозної активності ґрунту дуже низькі і становлять 6,87±0,85% та 11,27±1,33% відповідно.

Дослідженнями встановлено, що у 76 % ступінь збагачення ґрунту території м. Рівне ферментом целюлоза «дуже бідна» з «дуже слабкою» і «слабкою» інтенсивністю процесу розкладання целюлози. Так, у 28% досліджуваних проб інтенсивність розкладання целюлози визначена як «дуже слабка», 48% – «слабка» та в 24% – «середня».

На фоновій ділянці території парку Т. Г. Шевченка целюлозолітична активність становила $42,6 \pm 1,2\%$ і характеризувалася «середньою збагаченістю» ферментом.

Так як територія міста розтинається навпіл магістральною залізницею, відбір зразків ґрунту біля залізнодорожного полотна проводився на двох майданчиках різних тест-полігонів (№ 4 і № 5). Значення показників целюлозної активності ґрунту становить $12,47 \pm 1,02\%$ і $14,47 \pm 0,9\%$ відповідно, ступінь збагачення ґрунту ферментом визначена як «дуже бідна», інтенсивність процесу розкладання целюлази «слабка» (табл.5.1). Слід зауважити, що найнижчі показники целюлозної активності ґрунту зафіксовані на тест-майданчиках №№ 11,13,15 тест-полігону №3, де визначена «дуже бідна» ступінь збагачення ґрунту ферментом з «дуже слабкою» інтенсивністю процесу розкладання целюлази, а значення показників становлять $6,87 \pm 0,85\%$, $9,73 \pm 0,51\%$ та $7,97 \pm 1,2\%$ відповідно.

Аналізуючи отримані середні значення целюлозної активності ґрунту на кожному з п'яти полігонів території м. Рівне (рис.5.1), слід відмітити, що на тест-полігонах № 1 і № 4 ступінь розкладу лляного полотна становила тільки $10,05 \pm 3,4$ – $11,08 \pm 1,25\%$ відповідно, що свідчить про значний антропогенний вплив на досліджувані об'єкти промислових підприємств. Для тест-полігонів № 2 і 5 середні значення целюлозної активності ґрунту зафіксовані на рівні 23,3% і 22,55% відповідно, де інтенсивність розкладання целюлази визначена як «слабка», а ступінь збагаченості ґрунту ферментом як «бідна». Різниця основної і контрольної групи показників становила 2,776 і є статистично достовірною, при значенні похибки не більше 5% ($P \leq 0,05$).

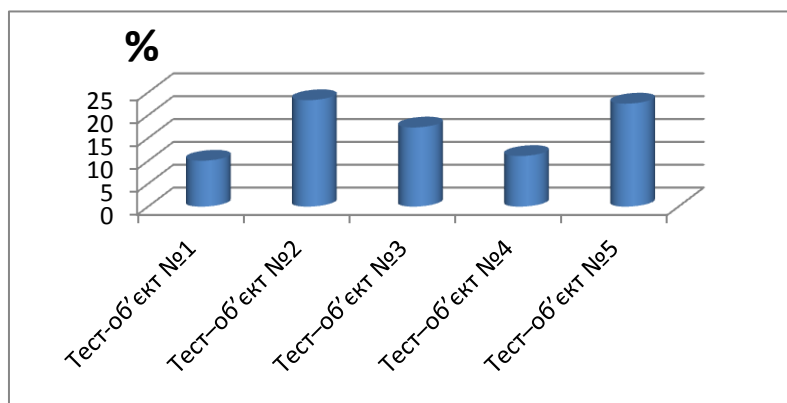


Рис. 5.1. Середні значення целюлозної активності ґрунту (%)
на тест – полігонах м. Рівне

На умовно фоновій контрольній території міста з показником $42,6 \pm 1,2\%$ целюлозної активності ґрунту, вираженість процесу розкладання целюлази оцінена як «середня», а ступінь збагаченості ґрунту ферментом – «збагачена» [127].

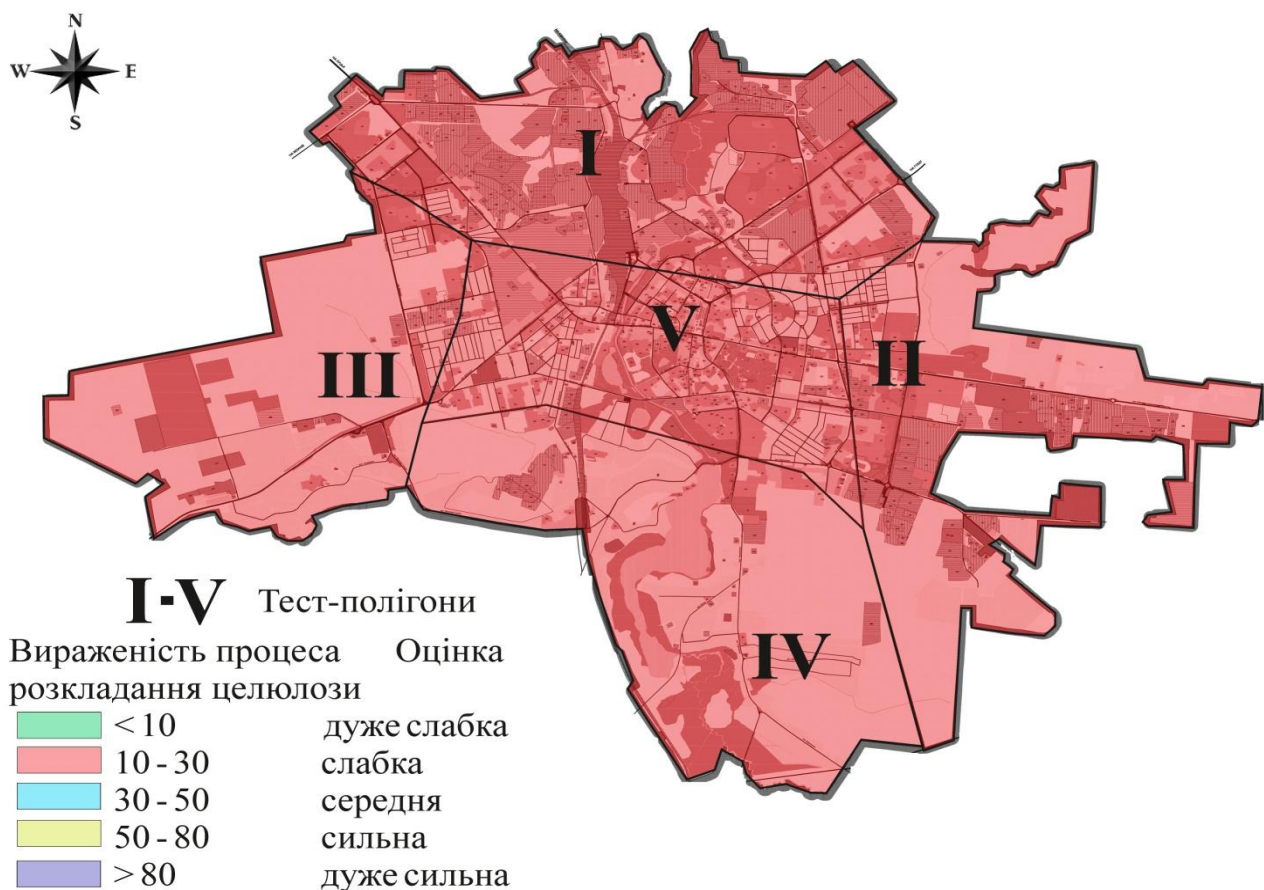
Згідно екоотоксикологічних нормативів рівень впливу забруднення на біологічні процеси необхідно визначати по відхиленню активності позаклітинних біологічних процесів [140].

На дослідженій території міста Рівне такі відхилення встановлені в межах 19,30-32,55% від фонових значень (табл.5.2).

Таблиця 5.2

**Оцінка рівня впливу антропогенного навантаження на
урбоедафотопи м. Рівне (за активністю целюлази)**

Досліджувана територія	Целюлозна активність ґрунту, %	Відхилення активності біологічних процесів, %	Рівень впливу антропогенного навантаження
Тест-полігон № 1	$10,05 \pm 3,4$	32,55	небезпечний
Тест-полігон № 2	$23,3 \pm 5,1$	19,30	помірно небезпечний
Тест-полігон № 3	$17,33 \pm 6,42$	25, 27	небезпечний
Тест-полігон № 4	$11,08 \pm 1,25$	31,52	небезпечний
Тест-полігон № 5	$22,55 \pm 5,12$	29,05	небезпечний



Карта-схема 3. Вираженість процесу розкладання целюлази
в урбоедафотопах Рівне

Отримані результати свідчать про значний антропогенний вплив промислових підприємств на активність целюлази в урбоедафотопах Рівне, рівень впливу антропогенного навантаження визначений в діапазоні «небезпечний» – «дуже небезпечний» (карта – схема 3).

Кореляційний зв'язок між значеннями показників целюлозолітичної активності ґрунту і коефіцієнтом концентрації валової та рухомої форми ВМ і елементів забруднювачів є тісний і становить $K = (-0,7568)$ та $K = (-0,808)$ відповідно.

Урбоедафотопи Рівне потребують проведення робіт по ліквідації причин дуже низької целюлозної активності ґрунту та прийняття заходів щодо поліпшення процесів їх гуміфікації.

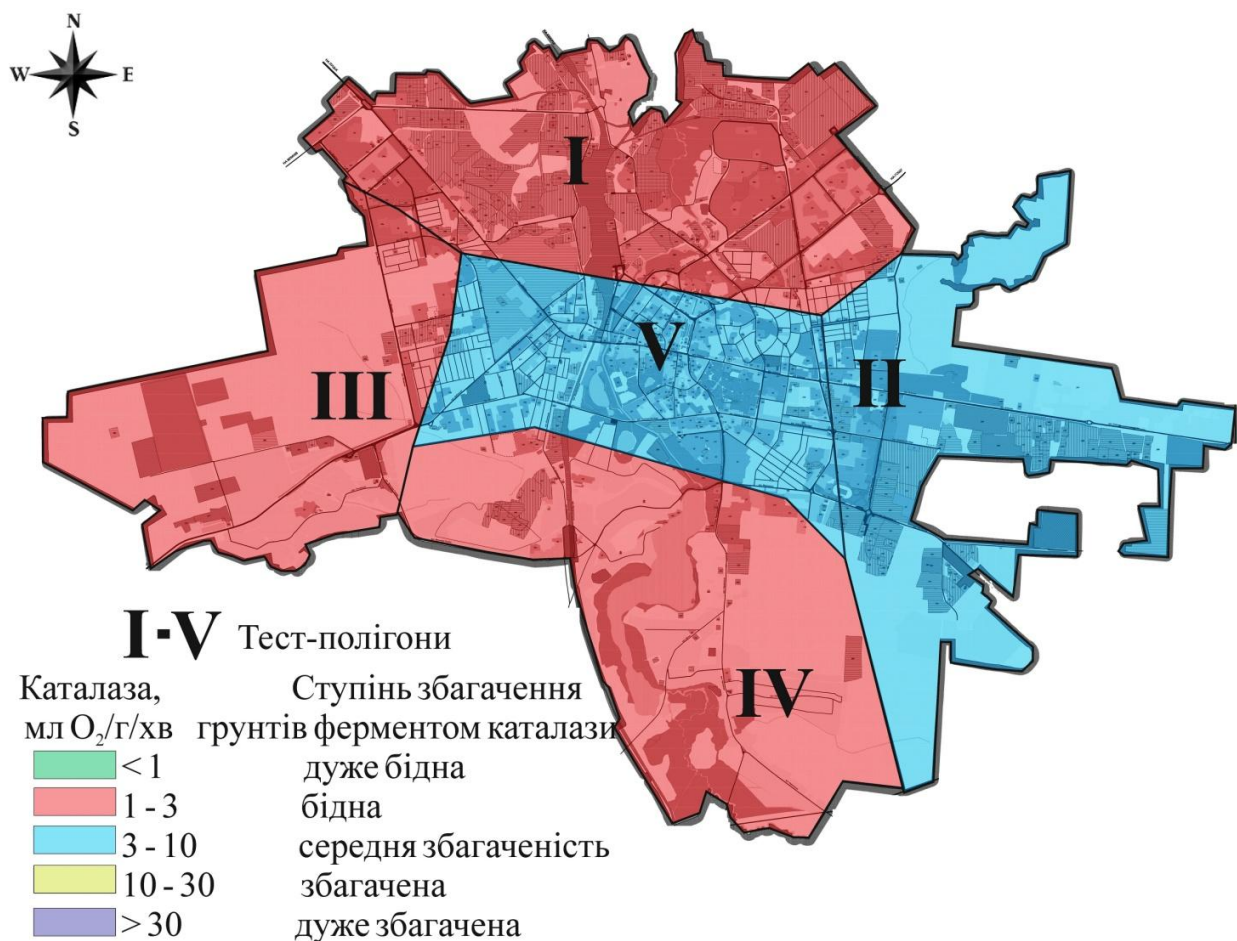
5.2.2. Аналіз активності ферменту каталази

Вельми інформативними є результати активності ґрунтової каталази різних ділянок дослідження (додаток 6). З усіх вивчених ферментів каталаза найбільш чутлива, тому її активність може бути використана в якості критерію оцінки відновлення функцій ґрунту. В результаті різних біохімічних реакцій окислення в ґрунті утворюється отруйний для організмів перекис водню, який здатний розкласти фермент каталаза. Каталаза – фермент класу оксидоредуктаз, який каталізує розщеплення пероксиду водню на воду та кисень і широко представлена в клітинах ґрунтових мікроорганізмів різного рівня складності, а високі її показники свідчать про підтримання рівня кисню у ґрунтовому повітрі, який необхідний для функціонування мікрофлори. Пригнічення активності ферменту каталази свідчить про токсичний вплив важких металів та їх сполук на мікрофлору ґрунту.

Біологічна роль ферменту каталази полягає у захисті організму від шкідливого впливу перекисних сполук, що утворюються при внутрішньоклітинному окисненні і залежить від хімічних та фізичних властивостей ґрунтів. Зміна властивостей ґрунту на фоні урбаністичного навантаження впливає на активність каталази [6]. Результати активності каталази ґрунту різних ділянок дослідження урбоекосистеми Рівне представлені на карті-схемі 4 і в додатку 6.

Так, активність каталази в шарі ґрунту 0-20 см на території міста в 60% становить від $1,33 \pm 0,14$ мл O_2 /г / хв. до $2,63 \pm 0,06$ мл O_2 /г/ хв., а ступінь збагачення ґрунту ферментом охарактеризована як «бідна», а в 40% – «середня» [128, 133].

В шарі ґрунту 21-40см тільки на окремих ділянках (20%) визначено середню ступінь збагачення ґрунту ферментом каталази в межах $3,37 \pm 0,06$ – $4,23 \pm 0,61$ мл O_2 /г/хв. Шар ґрунту 21-40 см, в основному, бідний на фермент каталази і в 76% становить не більше $3,0$ мл O_2 /г/хв.



Карта-схема 4. Активність ферменту каталази в ґрунтах м. Рівне

Середні мінімальні та максимальні значення активності каталази на п'яти тест-полігонах представлені в табл.5.3.

За результатами дослідження визначений рівень впливу антропогенного навантаження на урбодофотопи та розраховані відхилення біологічних процесів в ґрунті за середніми значеннями активності каталази (табл. 5.4).

Так, відхилення активності ферменту каталази в шарі ґрунту 0-20 см знаходиться в межах 47,9-58,0 %, а рівень впливу антропогенного навантаження визначений як «небезпечний» та «дуже небезпечний».

В шарі ґрунту 21-40 см відхилення активності каталази знаходиться в межах 30,5-54,2% з рівнем впливу від «небезпечного» до «дуже небезпечного».

Таблиця 5.3

Значення активності каталази на тест- полігонах м. Рівне

Досліджувана територія міста	Каталазна активність, мл O ₂ /г/хв				Ступінь збагачення ґрунтів
	0 – 20 см		21 – 40 см		
	Максимальні значення	Мінімальні значення	Максимальні значення	Мінімальні значення	
Тест-об’єкт №1	4,17 ± 0,06	1,60 ± 0,2	3,53 ± 0,06	1,00 ± 0,2	середня/бідна
Тест-об’єкт №2	2,33 ±0,49	1,63± 0,06	5,63 ± 0,21	2,33 ±0,49	середня/бідна
Тест-об’єкт №3	4,93 ± 0,61	1,53 ± 0,06	4,23 ± 0,06	0,90 ± 0,01	середня/бідна
Тест-об’єкт №4	4,27 ± 0,7	1,37 ± 0,15	2,77 ± 0,01	1,7 ± 0,10	середня/бідна
Тест-об’єкт №5	3,3 ± 0,03	1,57 ± 0,06	2,43 ± 0,15	1,33 ± 0,06	середня/бідна

Таблиця 5.4

Оцінка рівня впливу антропогенного навантаження на урбоседафотопи м. Рівне (за активністю каталази)

Досліджувана територія	Шар ґрунту, см	Активність каталази, мл O ₂ /г/хв	Відхилення активності біологічних процесів, %	Рівень впливу антропогенного навантаження
Тест-полігон № 1	0 – 20	2.62±0,18	56,8	дуже небезпечний небезпечний
	21 - 40	2.05±0,09	47,8	
Тест-полігон № 2	0 – 20	3,12±0,20	48,6	небезпечний небезпечний
	21 - 40	2,42±0,17	38,4	
Тест-полігон № 3	0 – 20	2,84±0,22	53,2	дуже небезпечний небезпечний
	21 - 40	2,73±0,07	30,5	
Тест-полігон № 4	0 – 20	2,55±0,33	58,0	дуже небезпечний дуже небезпечний
	21 - 40	1,80±0,14	54,2	
Тест-полігон № 5	0 – 20	3,16±0,18	47,9	небезпечний небезпечний
	21 - 40	2,25±0,11	42,7	

5.2. Біоіндикація стану забруднення урбоедафотопів

Перетворення органічної речовини відмираючих рослин, включають два взаємопов'язані, невід'ємні процеси – розклад та гуміфікацію, що відбуваються в результаті діяльності ґрунтових мікроорганізмів та безхребетних тварин [74,151,156]. Раніше основним фактором трансформації органічної речовини в ґрунті вважалися мікроорганізми.

Дослідження, проведені М. С. Гіляровим, Г. Ф. Курчевою, Є. М. Мішустіним, М. М. Кононовою та ін. [8, 26, 27, 28, 29, 158, 181], показали, що безхребетні тварини, які населяють ґрунт, мають не менше значення, ніж мікроорганізми.

При тривалому антропогенному впливі спостерігається глибока деградація ґрунтового біоценозу, а індикаційними ознаками є: зменшення загальної біомаси і видового різноманіття ґрунтового покриву. Представники ґрунтової фауни здатні впливати на акумуляцію і міграцію мікроелементів в ґрунті. В загальному процесі трансформації органічної речовини в ґрунті вони доповнюють один одного. Дощовий черв'як є найважливішим представником мезофауни, що бере найактивнішу участь у ґрунтоутворюючому процесі та відновленні родючості [117, 121, 129, 173].

Для визначення антропогенного впливу на екосистему в різних точках урболандшафту нами застосований метод фауністичної біоіндикації. Слід зазначити, що жоден з ґрунтових організмів, окрім черв'яків, не здатен ефективно здійснювати дві найважливіші функції, а саме: збагачувати ґрунт унікальними ферментами та забезпечувати аерацію ґрунту.

Дощові черв'яки найбільш чутливі до забруднення навколишнього середовища, так як знаходяться у постійному тісному контакті з часточками ґрунту. Абсолютно всі забруднюючі речовини ґрунту (важкі метали, пестициди, радіонукліди тощо) впливають як на покриви черв'яків, так і на їх внутрішні органи. Токсичні речовини потрапляють в тканини організму черв'яка, так як тіло їх практично не захищено і дихають вони через шкіру. Разом з рослинними рештками черв'яки заковтують забруднені часточки

грунту, тим самим найбільш повно відчують і характеризують перші стадії забруднення ґрунтів. Немаловажним є той факт, що найбільш чутливі до антропогенного впливу стадії їх життєвого циклу (кокон з яйцями, та ювенільні особини) також проходять свій розвиток у ґрунті.

Зменшення чисельності будь-якого виду, або його зникнення викликає незворотні зміни в структурі біоценозу, виникають екологічні проблеми зменшення біорізноманіття [104, 106].

Всі дощові черв'яки ведуть однаковий, нічний спосіб життя: вони все життя проводять у землі, риючи глибокі ходи та виходять на поверхню ґрунту лише вночі. Харчуються дощові черв'яки рослинними залишками, що розкладаються і ґрунтовими мікроорганізмами, удобрюють, розпушують і аерують ґрунт і сприяють утворенню перегною.

Широкий розвиток отримали дослідження дощових черв'яків, які пов'язані із новими теоріями флуктуацій, генетичними і біогенетичними особливостями розвитку популяцій та вивченням їх енергетичного потенціалу (Гиляров, Перель, 1970; Зражевский, 1957; Квавадзе, 1985; Перель, 1958, 1975, 1977; Bouche, 1972, 1977; Evans, 1948; Graff, 1953; Lavelle, 1977; Piarce, 1972).

В останні два десятиріччя просторовій структурі популяцій, динаміці чисельності, щільності дощових черв'яків та характеру і розміщенню організмів у популяціях присвятили роботи ряд науковців Л.В. Бусленко (2003, 2004, 2005), М. В. Гика (2000), В. В. Іванців (2000, 2004, 2005, 2007), О. Є. Пахомов, О. М. Кунах (2005, 2007), О. В. Жуков (2007), В. В. Попов (2008) [11, 12, 48, 56, 63, 103].

Поширення дощових черв'яків пов'язано з абіотичними факторами і типом ґрунту. Під 1м² поверхні ґрунту загальна довжина ходів черв'яків перевищує один км, а інколи досягає більше. Внутрішня поверхня ходів черв'яків покрита спеціальними виділеннями, які надають щільності ходам. При наявності ходів черв'яків корені рослин проникають значно глибше,

черв'яки переміщують ґрунт, виносячи частину його на поверхню із нижніх горизонтів і затягують в глибину рослинний матеріал із підстилки [57, 59].

Важливою умовою життєвого циклу дощових черв'яків є температурний фактор, рН ґрунту та вологість. Дощові черв'яки погано переносять як високі, так і низькі температури, а при засухах зазвичай вони масово гинуть. Так, дощові черв'яки нірнкової морфо-екологічної групи починають активно житися при температурі +3–5 °С, а підстилкові – при температурі +7 °С, +8 °С. Осіменіння, відкладання яйцевих коконів, ембріональний розвиток і ріст здійснюються при оптимальній для кожного виду температурі [58, 115].

Більшість видів люмбріцид є евріонні організми (*A. caliginosa*, *A. rosea*, *L. terrestris*, *L. castaneus*), які проявляють ацидофільні властивості та заселяють едафотопи з кислотністю рН від 4,2–4,5 до 6,8 [55, 62], що відповідає кислотності ґрунтового розчину досліджуваної території (додаток 5). Невелика група люмбріцид, в тому числі *Eisenia fetida* є типовими стеноіонними організмами, заселяють ґрунти з більш низькою кислотністю ґрунтового розчину [60, 61, 116].

Кожний етап життєвого циклу ґрунтових олігохет характеризується пристосуваннями до відповідних едафотопів і умов середовища [78, 160].

Вивчення морфометричних показників (чисельності, розмірів, біомаси) та видового складу дощових черв'яків дозволяє зрозуміти хід ґрунтоутворюючих процесів на досліджуваній території. Багаторічні дослідження вчених стверджують, що висока ступінь забруднення ґрунту приводить до збіднення видового складу та зменшення чисельності і біомаси дощових черв'яків, або навіть «випадіння» із ланки складу ґрунтової фауни [161, 169].

5.2.1. Морфометричні показники дощових черв'яків

Для нашого дослідження використано власні збори дощових черв'яків. В результаті проведених польових та лабораторних досліджень на території

Рівне було виявлено 5 видів ґрунтових олігохет, які належать до трьох родів (*Aporektoda*, *Lumbricus* і *Eisenia*) родини *Lumbricidae*: (*Aporrectodea caliginosa* (Savigny, 1826), *Aporrectodea rosea* (Savigny, 1826), *Lumbricus castaneus* (Savigny 1826), *Lumbricus terrestris* (Linnaeus, 1758), *Eisenia fetida* (Savigny 1826) (табл. 5,12).

В досліджуваних едафотопах Рівне чисельність та біомаса дощових черв'яків становлять в середньому 7,04 особ./м² і 2,34 г/м² відповідно. В загальному чисельність дощових черв'яків (*Lumbricidae*) в ґрунтах визначена в межах від 1 до 20 особин на 1м², найменша чисельність визначена на сільськогосподарських угіддях (рис.5.2, табл.5.5). Така відмінність чисельності дощових черв'яків сільськогосподарських ценозів, на наш погляд, зумовлена інтенсивним використанням земель і щорічним проведенням механічного обробітку ґрунту.

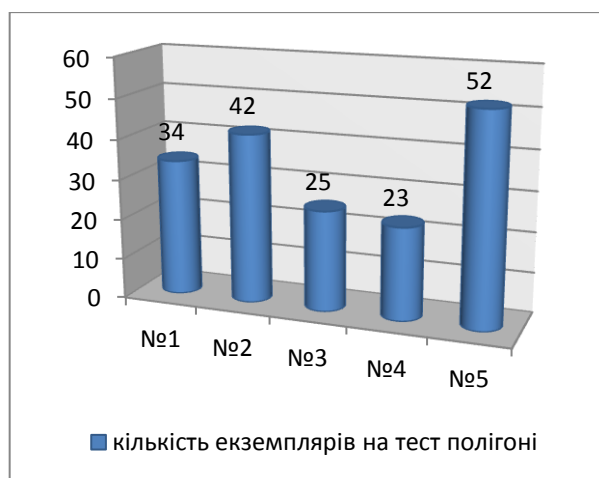


Рис. 5.2. Чисельність дощових черв'яків на тест-полігонах
м. Рівне, особин/м²

Домінантним видом є *Aporrectodea caliginosa*, індекс домінування якого становить 58,5% і *Aporrectodea rosea* – 34,1%. Найменший індекс домінування 2,8 % мають види, які належать до підстилкових і були знайдені лише в санітарно – захисній зоні льонокомбінату, де багаторічні зарослі і

постійно знаходиться велика кількість опалого листя та рослинних решток (рис. 5.3). Вид *Eisenia fetida* знайдений одинично на цій же території (майданчик № 2).

Таблиця 5.5

**Видове різноманіття дощових черв'яків на території м. Рівне
(середні дані 2014-2015 рр.)**

№ май- данчика	Вид	Кіль- кість ос./м ²	Маса, г	Вікові групи
1	Aporrectodea caliginosa	6	2,465	6 - ювенільні
	Aporrectodea rosea	8	0,710 0,413	6 – ювенільні 2 - статевозрілі
2	Lumbricus castaneus	4	0,032	4 – ювенільні
	Eisenia fetida	1	0,054	1- ювенільний
	Aporrectodea caliginosa	1	0, 362	1- статевозрілий
3	Aporrectodea caliginosa	11	0,981 0,679	9- ювенільні, 2- статевозрілі
4	Aporrectodea caliginosa	2	0, 368	2 - ювенільні
5	Aporrectodea caliginosa	1	0,289	1- статевозрілий
6	Aporrectodea caliginosa	4	1,154	4 - ювенільні
	Aporrectodea rosea	1	0,165	1- ювенільний
7	Aporrectodea caliginosa	9	2,578 1,281	7 - ювенільні 2- статевозрілі
	Aporrectodea rosea	7	1,011 0,330	6 - ювенільні 1статевозрілий
8	Aporrectodea caliginosa	2	0,220	2 - ювенільні
9	Aporrectodea caliginosa	7	2, 721 0, 612	6 - ювенільні 1статевозрілий
	Aporrectodea rosea	6	2, 022 0, 717	4 - ювенільні 2 - статевозрілі
	Lumbricus terrestris	2	1,156	2 - статевозрілі
10	Aporrectodea caliginosa	4	1,153	4 - ювенільні
11	Aporrectodea caliginosa	2	1,351	2 - статевозрілі
	Aporrectodea rosea	4	0,617 0,097	3 - статевозрілі 1- ювенільний
12	Aporrectodea caliginosa	10	3,985 1,020	9 - ювенільні 1- статевозрілий
13	Aporrectodea caliginosa	3	0, 296	3 - ювенільні
14	Aporrectodea caliginosa	2	1,452	2 - статевозрілі
	Aporrectodea rosea	2	0,285	2 - статевозрілі
15	Aporrectodea caliginosa	2	0,593	2 - статевозрілі
16	Aporrectodea caliginosa	2	1,017	2 - статевозрілі

	<i>Aporrectodea rosea</i>	3	0,547 0,083	2 –статевозрілі 1- ювенільний
17	<i>Aporrectodea caliginosa</i>	2	1,068	2 - статевозрілі
	<i>Aporrectodea rosea</i>	3	0,647 0,082	2 –статевозрілі 1- ювенільний
18	<i>Aporrectodea caliginosa</i>	2	0, 188	1- статевозрілий 1- ювенільний
19	<i>Lumbricus terrestris</i>	2	1,562	2 - статевозрілі
	<i>Aporrectodea caliginosa</i>	2	1,351	2 - статевозрілі
	<i>Aporrectodea rosea</i>	4	0,617 0,076	3 - статевозрілі 1- ювенільний
20	<i>Aporrectodea rosea</i>	1	0,690	1- ювенільний
	<i>Aporrectodea caliginosa</i>	2	0,165 0,591	1- ювенільний 1статевозрілий
21	<i>Aporrectodea caliginosa</i>	2	1,858	2 - статевозрілі
	<i>Aporrectodea rosea</i>	4	0,617 0,097	3 –статевозрілі 1- ювенільний
22	<i>Aporrectodea caliginosa</i>	9	1,369 1,978	6 – ювенільні 3 - статевозрілі
	<i>Aporrectodea rosea</i>	9	2,801 1,413	6-ювенільні 3-статевозрілі
	<i>Lumbricus terrestris</i>	2	0,956	2 - статевозрілі
23	<i>Aporrectodea caliginosa</i>	4	1, 672	4 - статевозрілі
24	<i>Aporrectodea caliginosa</i>	11	2,635 0,760	9 - ювенільні 2 - статевозрілі
	<i>Aporrectodea rosea</i>	1	0,305	1статевозрілий
	<i>Lumbricus terrestris</i>	2	1,238	2 - статевозрілі
25	<i>Aporrectodea rosea</i>	7	0,338 0,368	5 - ювенільні 2 - статевозрілі
	<i>Aporrectodea caliginosa</i>	1	0,360	1- ювенільний

Нами був проведений аналіз вікової структури дощових черв'яків досліджуваної урбоекосистеми. Встановлено, що в зібраному матеріалі статевозрілих особин – 61,9 % , ювенільних особин – 38,1%. Це пов'язано з тим, що осіменіння люмбріцид проходять два періоди, які припадають на кінець весни – початок літа і кінець літа – початок осені. Пристосування дощових черв'яків на різних стадіях їхнього розвитку забезпечує видову цілісність і збереження ґрунтової біоти.

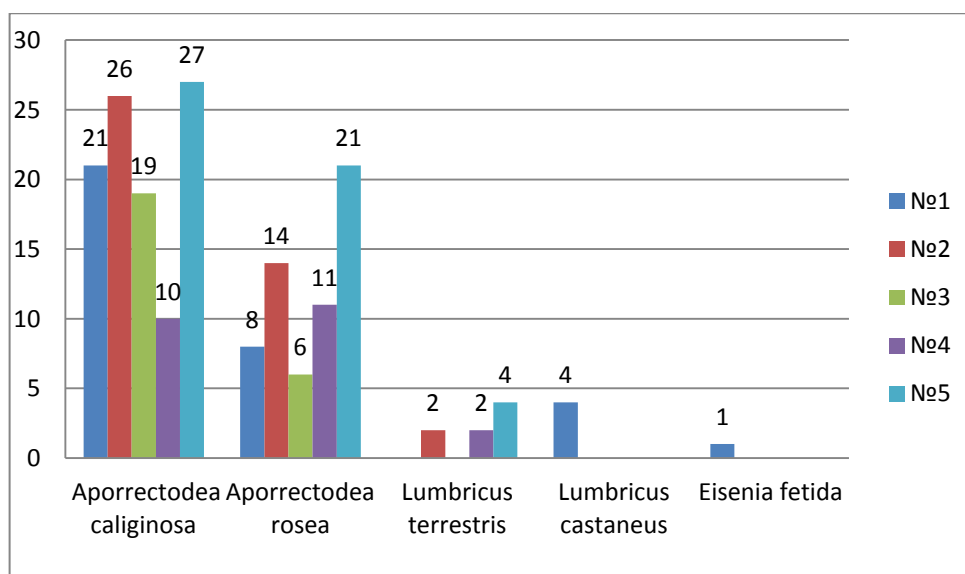


Рис. 5.3. Видове різноманіття дощових черв'яків на тест-полігонах м. Рівне

5.2.4. Цитогенетичне обстеження дощових черв'яків

У зв'язку з забрудненням навколишнього середовища речовинами, що мають мутагенні властивості і впливом несприятливої екологічної ситуації на здоров'я населення були розроблені методичні рекомендації «Обстеження та районування території за ступенем впливу антропогенних чинників на стан об'єктів довкілля з використанням цитогенетичних методів» для дослідження стану об'єктів довкілля за токсико – мутагенним фоном [91], які призначені для лікарів, співробітників науково-дослідних установ, що займаються контролем забруднення довкілля, джерелами техногенної дії на навколишнє природне середовище.

Методичні рекомендації розроблені з метою реалізації положень постанов Кабінету Міністрів України від 30.03.98 N 391 "Про затвердження Положення про державну систему моніторингу довкілля" та 22.02.2006 N 182 "Про затвердження Порядку проведення державного соціально-гігієнічного моніторингу" [113,114], які рекомендують процедуру оцінки токсико–мутагенної активності об'єктів довкілля, за результатами якої можуть бути

розроблені реабілітаційні заходи, спрямовані на поліпшення стану навколишнього середовища та здоров'я людини.

Методи дослідження, запропоновані в методичних рекомендаціях, дозволяють за допомогою цитогенетичних методів біотестування швидко оцінити сумарну дію всієї сукупності забруднювачів біосфери, які впливають на стан довкілля і на науковій основі спрогнозувати очікувані зміни в екосистемах та своєчасно прийняти управлінські рішення щодо покращення якості довкілля. За результатами досліджень можливо установити не тільки наслідки техногенезу, але й визначити ефективність заходів з екологізації технологій, які впроваджуються в промисловість та сільське господарство.

Визначення мікроядерного тесту полягає у визначенні частоти інтерфазних клітин з мікроядрами під дією мутагенної активності факторів зовнішнього середовища.

Вченими досліджено, що чутливим показником токсичної дії важких металів на живі організми є наявність і чисельність мікроядер (МЯ) в епітеліальних клітинах, так як саме вони виконують захисну функцію організмів, приймаючи на себе дію мутагенів [32, 49, 67, 80, 92]. Невеликі наночастинки, на яких адсорбовані частинки ВМ та елементів забруднювачів з атмосферного повітря поступають в ґрунт, який є середовищем проживання дощових черв'яків. Черв'яки загостреним кінцем тіла розсовують часточки ґрунту і протискаються між ними напруженням м'язів то звужуючи то розширюючи своє тіло. Крім цього в щільному ґрунті черв'як проковтує забруднений ґрунт і пропускає його крізь кишечник. відбувається постійний контакт черв'яків з забрудненим ґрунтом, що провокує виникнення додаткових патологічних мікроядер у соматичних клітинах.

МЯ – це вторинні ядра, які утворюються при порушеннях мітозу в соматичних клітинах в результаті токсичної дії тих чи інших негативних факторів довкілля та можуть бути показниками мутагенного фону довкілля.

Мутагенний фон – сукупність фізичних, хімічних та біологічних факторів природного чи антропогенного походження, сумарний вплив яких визначає рівень мутаційної мінливості організмів на даній території.

Фрагменти ядерного матеріалу були відкриті в еритроцитах кісткового мозку. Пізніше вченими було досліджено, що чутливим показником токсичної дії мутагенних факторів на організми є чисельність мікроядер у епітеліальних клітинах, так як вони виконують захисну функцію, приймаючи на себе дію мутагенів [68, 69].

Про ступінь мутагенної активності факторів зовнішнього середовища судять по мікроядерному аналізу епітеліоцитів, а збільшення кількості мікроядер в соматичних клітинах свідчить про порушення роботи ферментів генетичних процесів.

Мікроядра виникають під час телофази з хроматину, який затримався в анафазі в наслідок дисфункції веретена розподілу в результаті токсичної дії на організм черв'яка. Соматичні мутації, що відбуваються в організмі черв'яка, успадковуються тільки тими клітинами, які утворюються з мутантної клітини в результаті мітозу. Вони можуть впливати на той організм, в якому вони виникли, але зі смертю даної особини зникають з генофонду популяції, тобто патологічні мікроядра не успадковуються. І тому не у всіх особин вони виявляються, а у найчутливіших, які зазнали найбільшого впливу токсичних речовин [67, 68].

Біологічно допустиме відхилення процесу мітозу (рівень спонтанної мутації) для людей становить 0,5%, для риб – 4%, для дощових черв'яків – показник відсутній.

Так як дощові черв'яки є найбільш чутливими до несприятливого впливу зовнішніх факторів, ми вважали за доцільне провести цитогенетичне обстеження їх епітелію для оцінки екологічної ситуації за загальним мутагенним фоном.

В зв'язку з відсутністю методики цитогенетичного обстеження епітелію

дошових черв'яків нами був набутий свій досвід виготовлення мазків епітелію відібраних дошових черв'яків. Мазки виготовлені в трьохкратному повторі висихали на повітрі, проводилась їх фіксація етиловим спиртом та фарбування за класичною методикою Романовського - Гімзи. Цитогенетичні дослідження проводились в дослідній станції епізоотології інституту ветеринарної медицини НААН.

Аналіз мазків клітин проводився за допомогою мікроскопа Nikon Eclipse E200, при збільшенні від 40 до 1500 разів. У кожному мазку аналізували не менше 200 клітин і визначали наявність клітин з мікроядрами, враховували їхню кількість. Мікроядерний індекс розраховували за частотою зустрічання клітин з мікроядрами за формулою:

$$\text{МЯ} = n / m \quad \text{де:}$$

n – число виявлених клітин з мікроядрами;

m – загальна кількість досліджених клітин.

За результатами цитогенетичного обстеження клітин епітелію дошових черв'яків встановлено різну кількість мікроядер (від одного до трьох). Необхідно зазначити, що, в основному, мікроядра були зафіксовані в клітинах ювенільних вікових груп дошових черв'яків. На наш погляд, клітини епітелію ювенільних дошових черв'яків можуть служити показниками мутагенного фону ґрунтового покриття.

У результаті аналізу отриманих експериментальних даних встановлено, що найбільший індекс за МЯ-тестом зафіксовано на тест-полігонах №№ 1 і 4 з показниками 13,8 і 15,1% відповідно. Найменший індекс визначений на тест-полігоні № 5 – 3,9 %, з мікроядерним тестом 0,04 (табл.5.6).

Слід зауважити, що на окремих тест-майданчиках (№№ 25, 20) МЯ-індекс становить 30,0 -58,3% відповідно, а на тест- майданчиках №№ 10, 11, 25 в мазках зафіксована поліядерність.

Критерієм токсичності є відсоток зменшення показників величини мікроядерного індексу в меристематичних клітинах у дослідях порівняно з

контролем, тобто підвищення МЯ-індексу в порівнянні з контролем вважається результатом загальнотоксичної дії забруднювачів ґрунтів.

Таблиця 5.6

Показники величин мікроядерного індексу за МЯ тестом (м. Рівне)

№ тест - полігону	Кількість клітин			МЯ - тест	Індекс за МЯ- тестом, %
	Загальна кількість	Нормаль- них	З мікро- ядрами		
1	224	193	31	0,14	13,8
2	276	244	32	0,12	11,6
3	525	471	54	0,10	10,3
4	405	344	61	0,15	15,1
5	1152	1107	45	0,04	3,9

На рис. 5.4, 5.5 і 5.6 (фото) при збільшенні в 600 і 1500 разів відповідно зображені препаровані клітини епітелію дощового черв'яка.

Мазок зроблений з епітелію дощового червяка, який був знайдений на тест-майданчику № 20 (біля залізнодорожнього полотна).

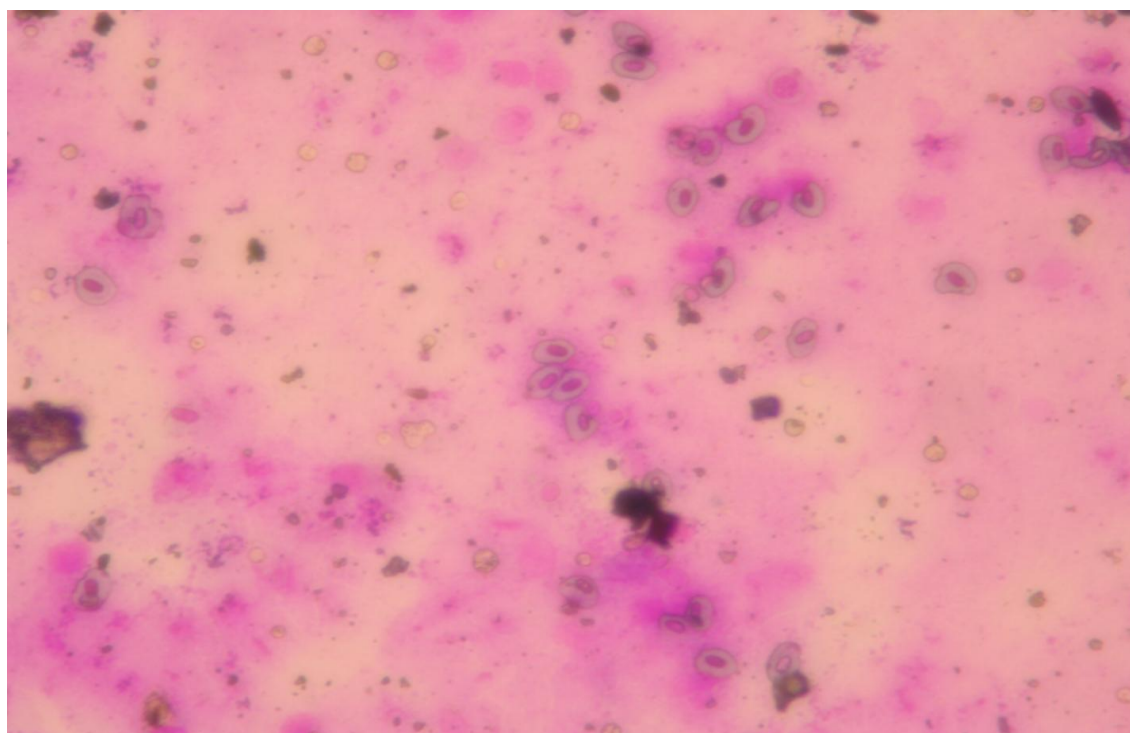


Рис. 5.4. Препаровані клітини епітелію дощового черв'яка *Aporrectodea caliginosa* (тест-майданчик № 20), збільшення 15*40

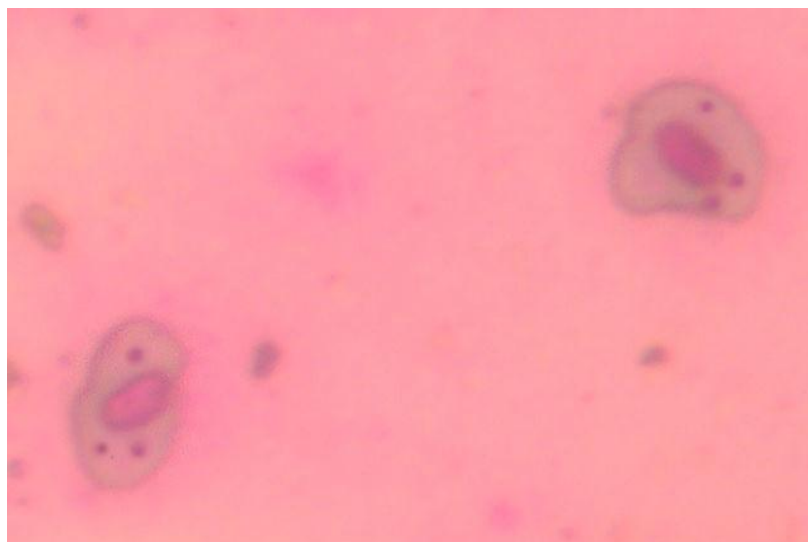


Рис. 5.5. Препаровані клітини епітелію дощового черв'яка *Aporrectodea caliginosa* (тест-майданчик № 20)

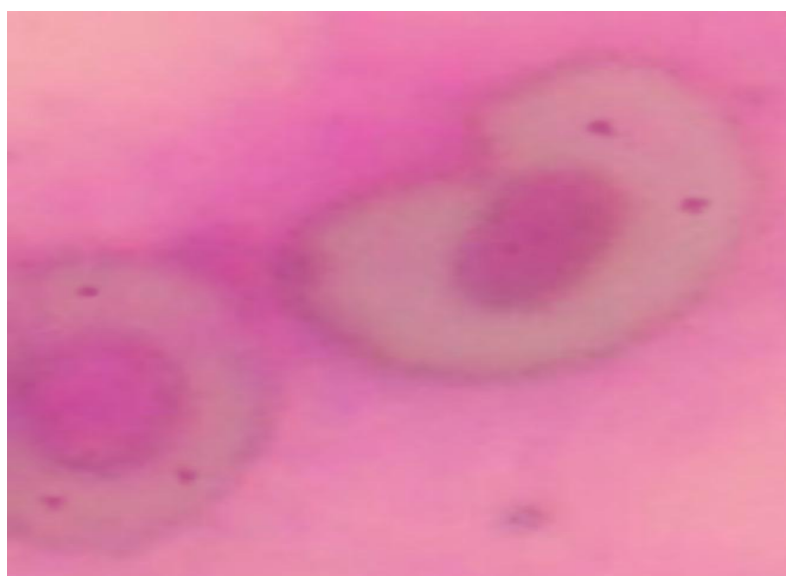


Рис. 5.6. Клітини епітелію дощового черв'яка *Aporrectodea caliginosa* (тест-майданчик № 16)

Залежність індекса за МЯ-тестом від коефіцієнта концентрації вмісту валової та рухомої форми ВМ та елементів-забруднювачів встановлена з індексом детермінації $R^2 = 0,9955$ та $R^2 = 0,7289$ відповідно.

5.3. Залежність між фактором забруднення та показниками біотичних функцій ґрунту

В екології ґрунт розглядають як середовище існування живих організмів, що визначає його видове різноманіття, чисельність, активність і продуктивність ґрунтової біоти, яка і є сенсором всіх ґрунтових процесів. Саме біологічна складова ґрунту, яка розглянута у цілісності взаємодій і впливів, дає змогу отримати інтегральну оцінку фізичного, хімічного та біологічного стану ґрунту.

Важливим і визначальним фактором є забруднення ґрунтів ВМ та елементами забруднювачами. Незаперечним залишається той факт, що між вмістом важких металів в ґрунтах і біологічними функціями ґрунту існує тісний кореляційний зв'язок. Нами проведений регресійний та кореляційний аналіз між показниками вмісту важких металів в ґрунті, коефіцієнтом їх концентрації, сумарним показником забруднення ґрунту і біологічними функціями ґрунту, а саме: целюлозолітичною активністю, каталазою активністю та індексом забруднення ґрунту за МЯ-тестом.

Однозначно, що показник целюлозної активності ґрунту залежить від його забруднення важкими металами. Проведений аналіз залежності свідчить про тісний кореляційний зв'язок між коефіцієнтом концентрації рухомої форми важких металів і целюлозолітичною активністю ґрунту, коефіцієнт кореляції становить $(-0,808)$. Залежність між показниками описується рівнянням полінома 3-го порядку з коефіцієнтом детермінації 0,8583 (рис.5.7).

Встановлено залежність показника целюлозолітичної активності і від коефіцієнта концентрації валової форми важких металів і елементів-забруднювачів ґрунту.

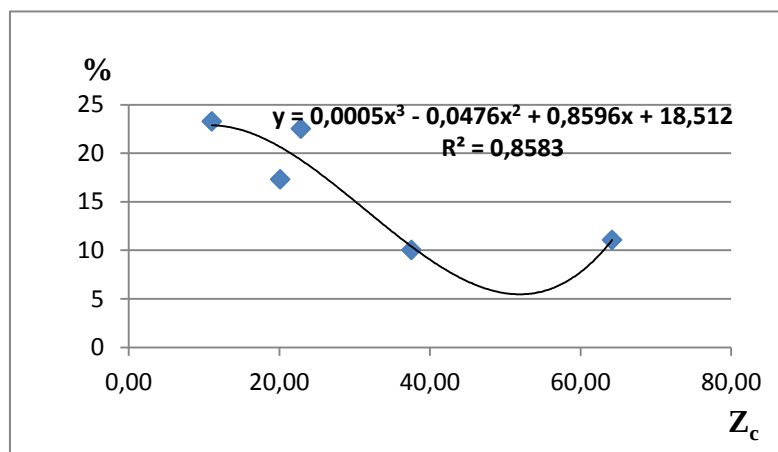


Рис. 5.7. Залежність показника целюлозолітичної активності від коефіцієнта концентрації рухомої форми важких металів

Залежність описана поліномом третього порядку з коефіцієнтом детермінації 0,9959 (рис. 5.8). Між значеннями показників існує тісний кореляційний зв'язок з коефіцієнтом (- 0,7953).

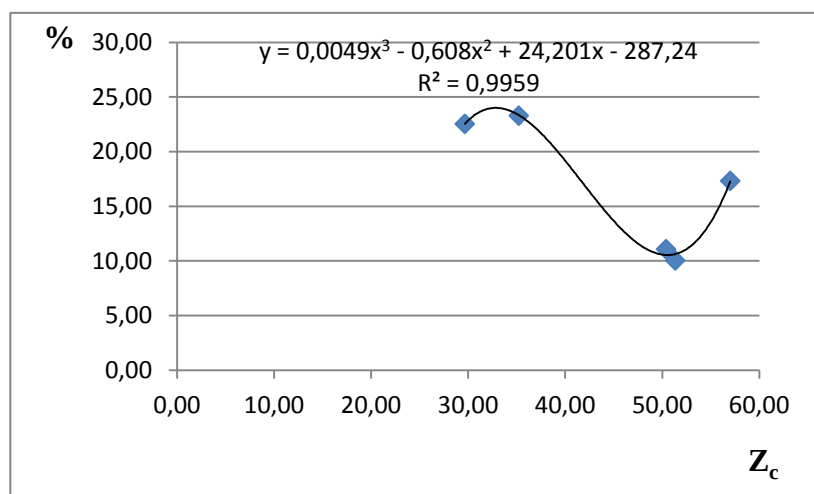


Рис. 5.8. Залежність показника целюлозолітичної активності від коефіцієнта концентрації валової форми важких металів

Токсична дія ВМ проявляється в інгібуванні активності ферментів, які знижувалася в порівнянні з фоном тест-майданчиком. Так, як активність ґрунтових ферментів, в основному, визначається життєдіяльністю мікробних угруповань, нами визначені кореляційні залежності між активністю каталази

в ґрунті 0-20 см і 21-40 см з коефіцієнтом концентрації рухомої та валової форм важких металів відповідно.

Для показника коефіцієнту концентрації рухомої форми важких металів коефіцієнт кореляції з активністю каталази в ґрунті 0-20 см і 21-40 см становить $K = (-0,799)$ і $K = (-0,753)$ відповідно, рис. 5.9 та 5.10.

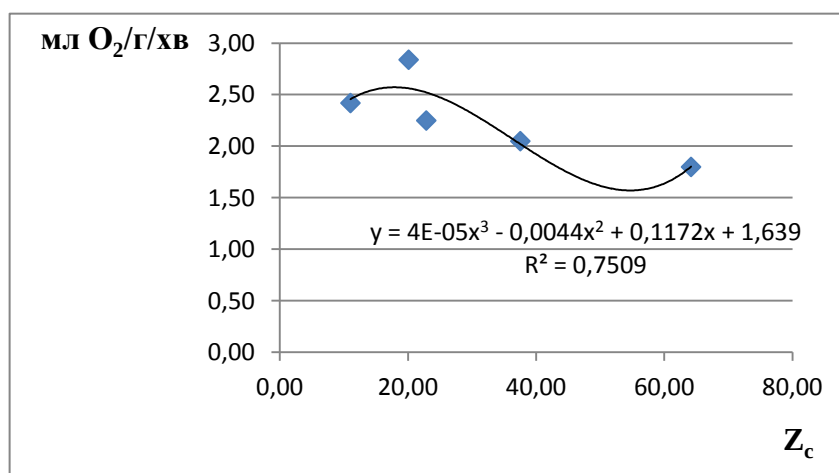


Рис. 5.9. Залежність показника активності каталази (0-20см) від коефіцієнта концентрації рухомої форми важких металів

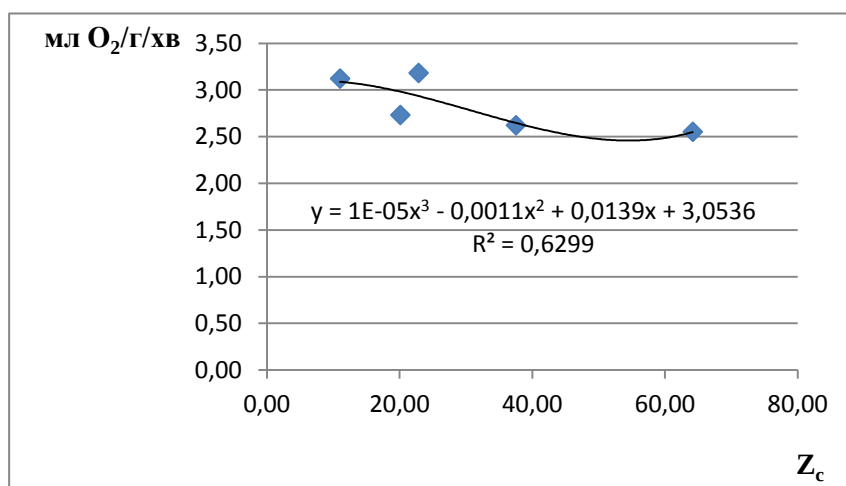


Рис. 5.10. Залежність показника активності каталази (21-40см) від коефіцієнта концентрації рухомої форми важких металів

Для показника коефіцієнту концентрації валової форми важких металів коефіцієнт кореляції з активністю каталази в ґрунті 0-20 см і 21-40 см становить $K = (-0,9060)$ і $K = (-0,9013)$ відповідно, 5.11 і 5.12.

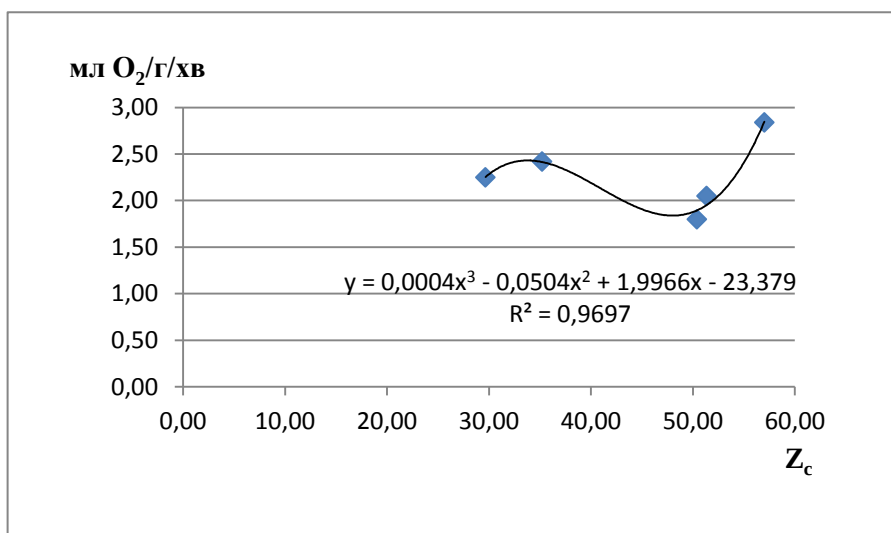


Рис. 5.11. Залежність показника активності каталази (0-20см) від коефіцієнта концентрації валової форми важких металів

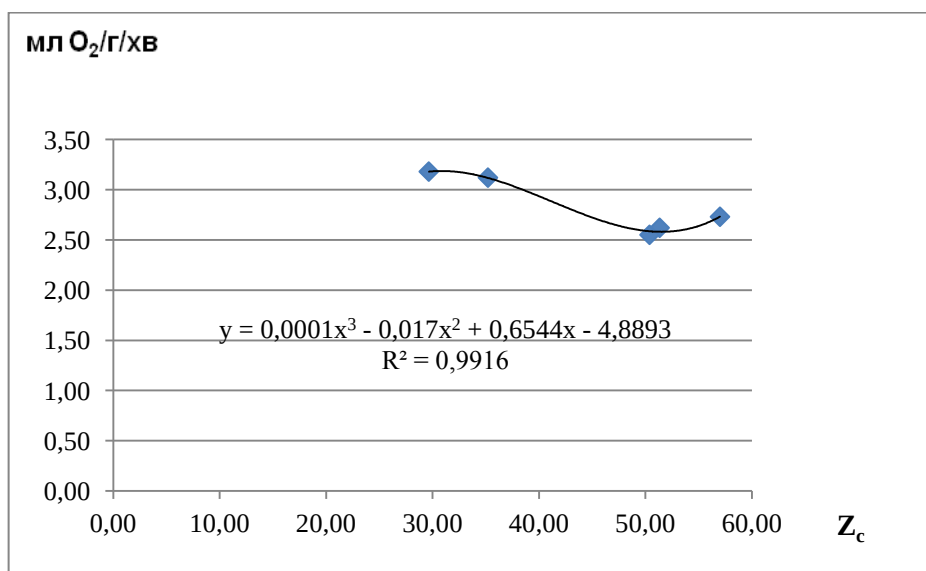


Рис. 5.12. Залежність показника активності каталази (21-40см) від коефіцієнта концентрації валової форми важких металів

Залежність індекса токсичності за МЯ-тестом від коефіцієнта концентрації вмісту рухомої та валової форм ВМ та елементів-забруднювачів встановлена з індексом детермінації $R^2 = 0,7289$ та $R^2 =$ відповідно, рис. 5.13 і 5.14.

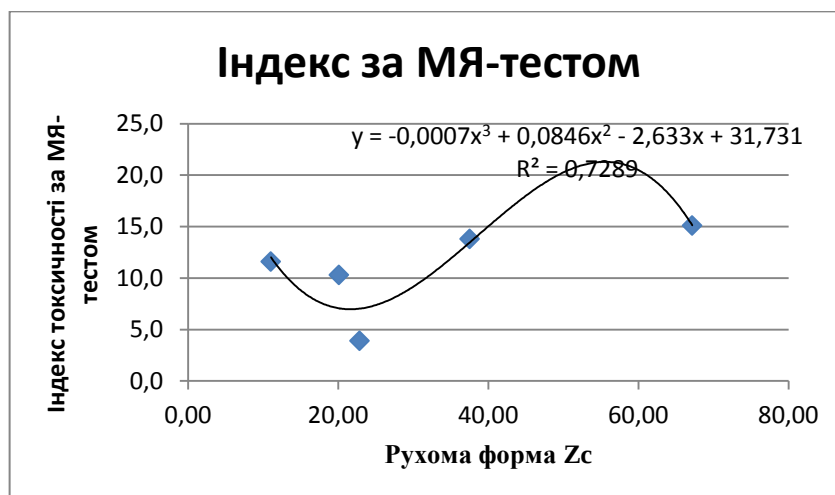


Рис. 5.13. Залежність індекса токсичності за МЯ-тестом від коефіцієнта концентрації вмісту рухомої форми важких металів та елементів-забруднювачів

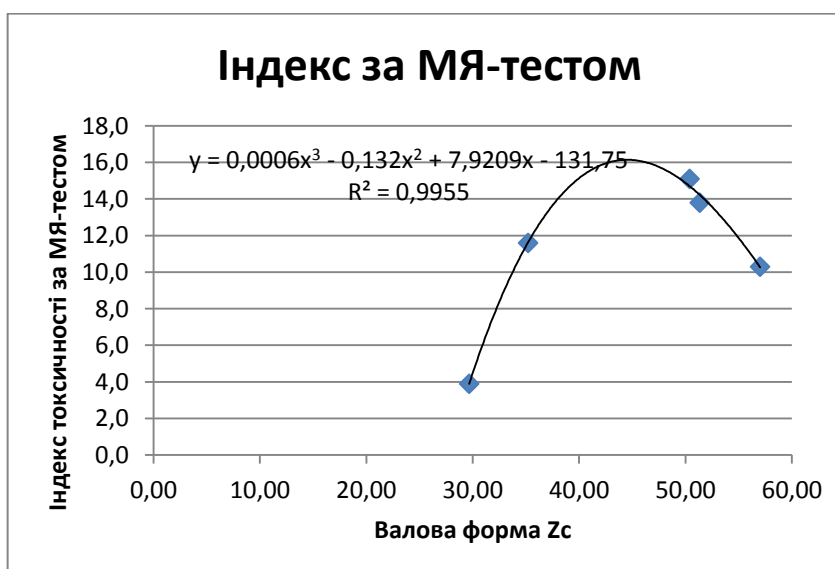


Рис. 5.14. Залежність індекса токсичності за МЯ-тестом від коефіцієнта концентрації вмісту валової форми важких металів та елементів-забруднювачів

На основі проведених моніторингових досліджень за наслідками забруднення ґрунтів ВМ та елементами забруднювачами розроблена класифікація ґрунтів території м. Рівне (табл. 5.6).

Таблиця 5. 6

Класифікація ґрунтів м. Рівне за наслідками забруднення ВМ та елементами-забруднювачами

Класи оцінки	Величина Z_c	Каталазна активність, $\text{млO}_2/\text{г/хв}$	Целюлозна активність, %	Рівень впливу на біологічні процеси, %	Оцінка рівня впливу та стану урбоедафотопів	Категорія забруднення ґрунту
I	>128	< 1	< 10	> 60	Катастрофічний рівень впливу, низька біологічна активність ґрунту	Катастрофічна
II	76 -128	1 - 3	11 – 30	31 - 60	Дуже небезпечний рівень впливу	Дуже небезпечна
III	33 -75	4 -10	31 – 50	26 - 30	Небезпечний рівень впливу	Небезпечна
IV	17-32	11 - 30	51 - 80	10 - 25	Помірно небезпечний рівень впливу	Помірно небезпечна
V	< 16	> 30	> 80	< 10%	Низький рівень впливу, біологічна активність ґрунту висока, незначне забруднення важкими металами	Допустима

РОЗДІЛ 6. ПЕРСПЕКТИВИ ЗМЕНШЕННЯ ЗАБРУДНЕННЯ УРБОВЕДАННЯ ФІЗИЧНОГО МІСТА РІВНЕ

Переваги міського життя та науково–технічна революція створили штучне міське середовище та повністю змінили відносини між людиною та природним середовищем. Людство розробило невідомі дотепер матеріали і технології, опанувало нові види енергії, проникло та підкорило водні і повітряні простори, сприяло негативним змінам земельних ресурсів. Природний стан ґрунтів в містах суттєво порушений, з року в рік збільшуються площі еродованих земель, зменшується вміст гумусу, продовжується забруднення та засмічення ґрунтів.

Кожне місто має свій природно–ресурсний потенціал та вирізняється ландшафтом різноманітним. Не винятком є і м. Рівне. Земельні ресурси міста потребують рекультивації, тобто відновлення родючості ґрунту, властивості якого були порушені господарською діяльністю, будівництвом тощо. Екстенсивне будівництво в м. Рівне призвело до розорювання лучних земель, на яких повинні рости чагарники і трави, аж до зрізів русла річки Усті. Деградація ґрунтового покриву приводить до погіршення властивостей ґрунтів, є джерелом забруднення підземних і поверхневих вод, призводить до загибелі зелених насаджень, відкриті ділянки забрудненого ґрунту є джерелом вторинного забруднення атмосферного повітря.

Невирішеною залишається проблема збирання, обробки, знешкодження та видалення побутових відходів, зростає засміченість території міста. Забруднення повітря за окремими показниками перевищує встановлені гранично – допустимі нормативи. Збільшується частка автотранспорту в загальному забрудненні атмосфери міста.

Натепер у м. Рівне відсутній системний підхід до покращення якості ґрунтового покриву, не регламентується та не компенсується вилучення ґрунтів з міського природного середовища в процесі будівельної та іншої

діяльності. Відсутні вимоги, що враховують специфіку використання земель для урбанізованих та промислових територій.

6.1. Розробка пропозицій до проекту Регіональної програми розвитку земельних відносин у місті Рівному на 2016-2025 рр.

Основними компенсаційними заходами в цій сфері може стати розробка та затвердження регіональної програми розвитку земельних відносин у м. Рівне. В основу розробки пропозицій до проекту Регіональної програми розвитку земельних відносин у місті Рівному на 2016-2025 рр. покладено Закон України «Про збереження ґрунтів та охорону їх родючості».

Метою Програми є визначення та сприяння у реалізації державної політики з подальшого розвитку ринкових земельних відносин, здійснення пріоритетних заходів у галузі використання та охорони земель міста, землеустрою, які б забезпечували гарантування прав на землю, запровадження цивілізованого земельного ринку. Питання вдосконалення земельних відносин мають бути тісно пов'язані з адміністративно-територіальною реформою, економічною, соціальною, екологічною політикою міста Рівне.

Основними пріоритетними завданнями щодо збереження ґрунтів та їх охорони, на наш погляд, є:

- розширення і вдосконалення нормативно-правового забезпечення;
- формування відповідних інституційних засад;
- посилення державної підтримки земельної реформи;
- впровадження заходів з охорони земель;
- забезпечення конституційного права власності та користування землею громадянами та юридичними особами, рівноправності в його реалізації.

Основними шляхами розвитку земельних відносин в м. Рівне є:

- повна персоніфікація власників та користувачів земельних ділянок, незалежно від цільового призначення;

- розмежування земель державної і комунальної власності, визначення механізму управління ними та порядку придбання земельних ділянок для державних потреб і потреб територіальної громади міста;
- приватизації громадянами і юридичними особами земельних ділянок різного функціонального призначення, за винятком тих, які відповідно до закону не можуть передаватися в приватну власність;
- забезпечення ефективного використання земельних ділянок, що перебувають у державній та комунальній власності, шляхом передачі цих ділянок у довгострокову оренду громадянам та юридичним особам;
- надання дозволів на зміни характеру використання земельних ділянок усіх форм власності, в тому числі тих, які надані в постійне користування або передані в оренду, відповідно до затвердженого в установленому порядку зонування земель міста з додержанням вимог землевпорядної і містобудівної документації;
- визначення принципів та запровадження порядку встановлення обмежень права власності на землю та права користування землею.
- запровадження ефективної системи охорони земель;
- запровадження системи моніторингу ґрунтів, проведення суцільної агрохімічної паспортизації земель;
- завершення інвентаризації земельного фонду міста;
- формування сучасної інфраструктури ведення державного земельного кадастру земель та реєстрації нерухомого майна;
- проведення коригування нормативної грошової оцінки земель;
- впровадження механізмів здійснення громадського контролю за ухваленням рішень щодо регулювання земельних відносин за використанням та охороною земель;
- проведення робіт щодо встановлення меж територій водного фонду, встановлення меж водоохоронних зон, прибережних захисних смуг, встановлення меж історико-культурного та рекреаційного призначення.

Здійснення реформування земельних відносин у рамках реалізації

Регіональної програми передбачає:

- удосконалення нормативно-правової бази землевпорядкування шляхом внесення пропозицій для створення нормативної бази з урахуванням регіональних особливостей, яка відповідає б сучасним вимогам ведення державного земельного кадастру;
- формування в межах державного земельного кадастру єдиної системи державної реєстрації земельних ділянок і документів, що посвідчують право власності на землю та право користування землею;
- розроблення та апробація системи передачі кадастрових даних на основі єдиних стандартів, форматів обміну даними, класифікаторів і технологічних процедур;
- здійснення межування земель з установленням на місцевості меж територій з особливим природоохоронним і рекреаційним режимами, меж земельних ділянок, які належать громадянам і юридичним особам.

В програмі необхідно передбачити:

- визначення додаткових територій рекреаційного призначення на території міста;
- визначення територій історико-культурного призначення;
- визначення та корегування нормативної грошової оцінки земель;
- встановлення (зміни) меж адміністративно-територіальних одиниць;
- встановлення розміру та меж водоохоронних зон та прибережних смуг водойм та р.Устя згідно вимог природоохоронного законодавства;

З цією метою передбачається розроблення і здійснення заходів щодо:

- формування резервних територій для розвитку міста;
- максимально можливого підвищення цінності земельних ділянок та створення належних умов для інвестування капітального будівництва, розвитку інженерної інфраструктури міста, упорядкування території;
- встановлення підвищених ставок земельного податку за використання наднормативних площ земельних ділянок;

– коригування грошової оцінки земель з метою регулювання продажу земель, встановлення ставок земельного податку.

В умовах економічного реформування значно зростає роль державного земельного кадастру, який є інформаційною базою для ефективного управління земельними ресурсами, ведення земельної статистики, землеустрою, регулювання земельних відносин, розвитку ринку землі, обґрунтування розмірів плати за землю.

Ведення державного земельного кадастру забезпечується проведенням топографо – геодезичних, картографічних, ґрунтових, геоботанічних, моніторингових та інших обстежень, обліком кількості та якості земель, бонітуванням ґрунтів, зонуванням територій населених пунктів, економічної і грошової оцінки.

Удосконалення механізмів ведення державного земельного кадастру здійснюється з метою об'єктивного визначення розміру плати за землю, вартості (цінності) земель, ведення контролю за використанням та охороною земель, проведення державної реєстрації земельних ділянок, а також забезпечення земельно– кадастровою інформацією органів державної влади та органів місцевого самоврядування, підприємств, установ, організацій і громадян.

Для покращення екологічного стану міста Рівне слід провести ряд заходів:

З метою зменшення забруднення атмосферного повітря необхідно:

- оптимізувати рух автотранспорту, розгрузити найбільш забруднені вулиці міста Соборну та Степана Бандери об'їзними дорогами;
- розробити та впровадити місті дорожні схеми руху, які побудовані на рівномірному, раціональному транспортному навантаженні вулиць;
- облаштувати вздовж доріг санітарні смуги належної ширини з дотриманням ландшафтних особливостей міста;
- проводити жорсткий контроль за якістю пального та недопущення використання етильованого бензину;

- проводити технічне переоснащення автопарку газовим обладнанням;
- контроль за роботою пило-газоочисного устаткування підприємств міста;
- впровадження екологічно безпечних технологій та сировини;
- переглянути встановлені санітарно - захисні зони підприємств міста;
- відновити проведення операцій «Чисте повітря» 1раз в півріччя;
- створити технічні незалежні лабораторії по замірах та регулюванню викидів автотранспорту;
- створити систему екологічного моніторингу за рівнем завантаженості транспортної мережі міста, інтенсивності руху та загальної екологічної ситуації вздовж маршрутів руху транспорту.

Зменшення забруднення ґрунтового покриву території м. Рівне за рахунок:

- збільшення площі зелених насаджень у місті шляхом розробки плану озеленення міста, в тому числі і земель запасу;
- підвищення біологічної активності ґрунту шляхом рекультивації;
- насадження на території міста спеціальних рослин-очищувачів (рожевий барвінок, соняшник, жовтий ірис, осока);
- закладання нових парків, ботанічного саду тощо;
- заборони вирубки дерев у межах промислових зон;
- обов'язковості проведення заходів з підвищення родючості ґрунтів та відтворення деградованих ґрунтів;
- участі громадськості та суспільства у прийнятті рішень у сфері озеленення, благоустрою територій та охорони ґрунтів;
- правової охорони ґрунтів як компонента природного середовища на всіх категоріях земель;
- державного контролю у сфері використання ґрунтів та охорони їх родючості;
- моніторингу стану ґрунтів з метою своєчасного виявлення змін стану та властивостей ґрунтів, оцінки здійснення заходів щодо охорони земель, збереження та відтворення родючості ґрунтів, попередження впливу

- негативних процесів і ліквідації наслідків цього впливу у процесі провадження господарської та іншої діяльності;
- відповідальності за порушення законодавства у сфері використання ґрунтів та охорони їх родючості.

Розвиток озеленення на території міста дасть можливість зменшити забруднення як атмосферного повітря, так і ґрунтів. Територію міста доцільно озеленювати шляхом насадження кущів та дерев, які стійкі до запиленості і загазованості. До таких рослин належать: тополя пірамідальна, виноград дикий, карпатська та звичайна бузина, багаторічні айстри, ірис тощо.

Реалізація завдань, передбачених Програмою, дасть змогу досягти позитивних результатів як у екологічній, так і в соціальній, правовій та нормативно-технічній сфері. Перш за все буде забезпечена екологічна безпека життєдіяльності людини і створено сприятливе навколишнє природне середовище в місті з дотриманням пріоритету вимог екологічної безпеки у використанні землі як природного ресурсу. Оптимізація державного управління та контроль за дотриманням усіма суб'єктами норм і правил у сфері раціонального використання земельних ділянок відповідно до проектів землеустрою дасть свої позитивні результати.

Проведення систематичної роботи з інформування населення через засоби масової інформації про сутність, обсяги та інші характеристики ґрунтового покриття міста, права та обов'язки громадян у цій сфері дозволить досягнути якісно нового рівня в розвитку земельних відносин. Реалізація регіональної Програми, на наш погляд, має забезпечити продовження земельної реформи органами місцевого самоврядування, а також створити ефективний механізм регулювання земельних відносин та державного управління земельними ресурсами на засадах сталого розвитку.

Висновки

В результаті досліджень встановлено:

1. Найбільш репрезентативними показниками для проведення комплексного моніторингу урбоедафотопів Рівне визначені: токсичність ґрунту, целюлозолітична активність, активність ферментів каталази, морфометричні та цитогенетичні показники дощових черв'яків.
2. Підтверджена залежність антропогенного впливу на формування властивостей ґрунту шляхом визначення коефіцієнтів детермінації, які становлять: для сумарних викидів забруднюючих речовин – $R^2 = 0,7171$; для викидів від стаціонарних джерел – $R^2 = 0,4993$; для викидів від пересувних джерел – $R^2 = 0,8951$.
3. Дослідження просторового вмісту важких металів в ґрунті на території м. Рівне показав локальні плями з різним ступенем забруднення. Найвищим ступенем забруднення ґрунтів ВМ та елементами-забруднювачами охарактеризовані території північної та південної частини міста, а саме: тест-полігони № 1 та № 4. Найменш забрудненою є східна частина міста (тест-полігон № 2). За середніми значеннями коефіцієнта концентрації (K_c) валової форми ВМ зафіксовані високі значення, які належить цинку, міді, свинцю та хрому на всіх досліджуваних тест-полігонах. Найвищі середні значення K_c для рухомої форми по всіх досліджуваних показниках визначені для тест-полігону № 4, який оточений з усіх боків транспортною мережею, в тому числі залізною дорогою.

Показники сумарного забруднення для валової форми ВМ визначені в межах 29,67-48,19 з перевагою забруднення ґрунту тест-полігонів № 4 і № 1 із значеннями 47,74 і 48,19 відповідно. Ступінь небезпеки ґрунту території м. Рівне валовою формою ВМ та елементів-забруднювачів охарактеризований від помірно-небезпечного до небезпечного.

Найвищий сумарний показник забруднення для рухомої форми зафіксований в ґрунті тест-полігону № 4, який становить 67,18, а найнижчий в ґрунті тест-полігону № 2, який дорівнює 11,02 при

допустимому 16. Категорія забруднення ґрунту визначена як «допустима» для тест-полігону №2, «помірно небезпечна» для тест-полігонів №№ 1,3,5 і небезпечна для тест-полігону №4.

Результати групування ґрунтів за вмістом рухомих форм ВМ та елементів -забруднювачів, що вилучаються ацетатно-амонійним буфером розчином (рН 4,8) засвідчують, що до 5 групи з «високим» та 6 групи з «дуже високим» рівнем забруднення урбоекотопів Рівне належать такі показники: мідь, свинець, кобальт та цинк, а 49,7% значень показників визначені в межах фону.

4. Вираженість процесу розкладання целюлази в ґрунтах на території м. Рівне лежить в межах 10-30% і оцінена як «слабка», у 76 % ступінь збагачення ґрунту ферментом целюлаза «дуже бідний» з «дуже слабкою» і «слабкою» інтенсивністю процесу розкладання, при фоновій $42,6 \pm 1,2$ % («середня збагаченість»). Відхилення активності біологічних процесів на дослідженій території урбоекосистеми Рівне встановлені в межах 19,30-32,55% від фонових значень. Кореляційний зв'язок між значеннями показників целюлозолітичної активності ґрунту і коефіцієнтом концентрації валової та рухомої форми ВМ і елементів забруднювачів є тісний і становить $K = (-0,7568)$ та $K = (-0,808)$ відповідно.
5. Активність каталази в шарі ґрунту 0-20 см на території міста в 60% становить від $1,33 \pm 0,14$ мл O_2 /г / хв. до $2,63 \pm 0,06$ мл O_2 /г/ хв., а ступінь збагачення ґрунту ферментом охарактеризована як «бідна», а в 40% - «середня». Шар ґрунту 21-40 см, в основному, бідний на фермент каталази і в 76% становить не більше 3,0 мл O_2 /г/хв. Відхилення активності ферменту каталази в шарі ґрунту 0-20 см знаходиться в межах 47,9-58,0 %, а рівень впливу антропогенного навантаження визначений як «небезпечний» та «дуже небезпечний». В шарі ґрунту 21-40 см відхилення активності каталази знаходиться в межах 30,5-54,2% з рівнем впливу від «небезпечного» до «дуже небезпечного». Кореляційний зв'язок між значеннями показників активності каталази (0-20см) і (21-40см)) і

коефіцієнтом концентрації рухомої форми ВМ і елементів забруднювачів тісний і становить $K = (-0,799)$ та $K = (-0,753)$, а для валової форми $K = (-0,9060)$ та $K = (-0,9013)$ відповідно.

6. На території урбоекосистеми Рівне було виявлено 5 видів ґрунтових олігохет, які належать до трьох родів (*Aporektoda*, *Lumbricus* і *Eisenia*) родини Lumbricidae: (*Aporrectodea caliginosa*, *Aporrectodea rosea*, *Lumbricus castaneus*, *Lumbricus terrestris*, *Eisenia fetida*). Чисельність та біомаса дощових черв'яків становлять в середньому 7,04 особ./м² і 2,34 г/м² відповідно про загальній чисельності від 1 до 20 особин на 1м². Домінантним видом є *Aporrectodea caliginosa*, індекс домінування якого становить 58,5% і *Aporrectodea rosea*–34,1%. В зібраному матеріалі статевозрілих особин – 61,9 % , ювенільних особин–38,1%.
7. Найвищий середній індекс токсичності за МЯ–тестом зафіксовано на тест - полігонах №№ 1 і 4 з показниками 13,8 і 15,1 відповідно. Найменша токсичність визначена на тест-полігоні № 5 з мікроядерним тестом 0, 04. На окремих тест-майданчиках (№№ 25, 20) індекс токсичності становить 30,0-58,3 % відповідно, а на тест-майданчиках №№ 10, 11, 25 в мазках зафіксована поліядерність. Залежність індекса токсичності за МЯ-тестом від коефіцієнта концентрації вмісту валової та рухомої форми ВМ та елементів-забруднювачів встановлена з індексом детермінації $R^2 = 0,9955$ та $R^2 = 0,7289$ відповідно.
8. За результатами моніторингових досліджень запропонована класифікація ґрунтів м. Рівне за наслідками забруднення ВМ та елементами забруднювачами, а розроблені рекомендації стали доповненням до проекту Регіональної програми розвитку земельних відносин у місті Рівному на 2016-2025 рр.

Список використаних літературних джерел

1. Абрамян С.А. Изменение ферментативной активности почв под влиянием естественных и антропогенных факторов / С.А. Абрамян // Почвоведение. 1992. № 7. С.70–82.
2. Агаркова М. Г. Биологическая активность почв урбанизированных территорий / М.Г. Агаркова, М.Н. Строганова, И.Н. Скворцова // Вестник Московского университета. Серия 17, Почвоведение. – 1994. – № 1.– С.45–49.
3. Адаменко Я. О. Оцінка впливів техногенно небезпечних об'єктів на навколишнє середовище: науково-теоретичні основи, практична реалізація / Я. О. Адаменко // Автореферат дисертації доктора технічних наук. – Івано-Франківськ, 2006. – 39 с.
4. Алексеев Ю. В. Тяжелые металлы в почвах и растениях / Ю. В. Алексеев // – Л.: Агропромиздат. Ленинградское отделение, 1987. – 142 с.
5. Аммосова Я.М. Охрана почв от химических загрязнений / Я.М.Аммосова, Д.С. Орлов, Л.К. Садовникова // М.: Изд-во МГУ, 1989. – 96 с.
6. Аристовская Т. В. Микробиология процессов почвообразования / Т.В. Аристовская // –Л.: Наука. Лен. отд., 1980, – 187с.
7. Аристовская Т. В. Экспресс–метод определения биологической активности почвы / Т.В. Аристовская, М.В. Чугунова // Почвоведение. 1989. № 11. С. 142–147.
8. Атлавините О. П. Влияние дождевых червей на агроценозы / О. П. Атлавините. – Вильнюс : Мокслас, 1990. – 179 с.
9. Ачасова А. Просторова неоднорідність вмісту важких металів у ґрунті / А. Ачасова // Вісник аграрної науки. – 2003. – № 3. – С.77–78.
10. Бурдин К.С. Основы биологического мониторинга / К.С. Бурдин // М.: Издательство Московского университета, 1985. – 158 с.
11. Бусленко Л. В. Люмбрициди біоценозів Західного Полісся / Л. В. Бусленко // Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету ім. В. Гнатюка. Сер. : Біологія. – 2003. – № 2 (21). – С. 9–14.

12. Бусленко Л. В. Дошові черви (*Lumbricidae*) агробіоценозів Волинського Полісся / Л. В. Бусленко, Л. В. Щепна // Природа Західного Полісся та прилеглих територій: Зб. наук. пр. – Луцьк: Волинський національний університет імені Лесі Українки. – 2011. – № 8. – С134 – 137.
13. Вагнер І.В. Ферментативна активність як індикатор біохімічних процесів в чорноземах звичайних Синельниковського району Дніпропетровської області / І.В Вагнер, В.І Чорна // Дніпропетровський державний аграрний університет м. Дніпропетровськ, 2013, с 30 - 31.
14. Васильев А. Современные подходы к решению проблемы загрязнения почв тяжелыми металлами / А. Васильев // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2000. – № 5 . – С. 47–52.
15. Васильева Л. И. Формы тяжелых металлов в почвах урбанизованных и заповедных территорий / Л. И., Васильева, В. Б. Кадацкий // Природопользование. Сборник научных трудов, 1996. Выпуск 1.– с. 139.
16. Вовк О.Б. Функціонування ґрунтів в умовах посиленого антропогенного впливу // Наук. вісн. УжНУ. Сер. біологія. – 2001. – Вип. 9. – С. 33–35.
17. Вовк О.Б. Деякі особливості та проблеми вивчення ґрунтового покриву урбоекосистем / О.Б. Вовк // Сучасна екологія і проблеми сталого розвитку суспільства: Збірник науково–технічних праць. – Львів: Укр ДЛТУ, 1999. – Вип. 9.8. – С. 19–23.
18. Вовк О.Б. Оцінка екологічного стану ґрунтів урботехноекосистем Розточчя та Опілля / О.Б. Вовк //Наукові записки Державного природознавчого музею. – Т.15.– Львів, 2000. – С. 139–146.
19. Вовк О.Б. Функціональна спроможність антропогенних ґрунтів / О.Б. Вовк // Агрохімія і ґрунтознавство.– Харків, 2002.– С. 26–29.
20. Всеволодова-Перель Т.С. Дождевые черви фауны России / Т.С. Всеволодова-Перель // Кадастр и определитель. – М.: Наука, 1997. –104 с.

21. Гаєвський В. Г. Рухомі форми важких металів у ґрунтах Львівської області / В. Г. Гаєвський, М. В. Пелипець // Геологія і геохімія горючих копалин. – 1999. – № 3. – С. 111–115.
22. Галстян А. Ш. Об устойчивости ферментов почв / А. Ш. Галстян // Почвоведение. 1982. №4. С. 108–110.
23. Галстян А. Ш. Унификация методов исследования активности ферментов почв / А. Ш. Галстян // Почвоведение. 1978. № 2 С. 107–114.
24. Гельдер Ю. Г. Биологическая диагностика почв / Ю.Г. Гельдер // М.: Издательство МГУ, 1986. 82с.
25. Генік Я. В. Нагромадження важких металів у ґрунтах та фітомасі комплексної зеленої зони міста Львова / Я. В. Генік // Автореферат дисертації кандидата с.-г. наук.– Львів, 1994. – 23 с.
26. Гиляров М. С. Жизнь в почве / М. С.Гиляров, Д. А. Криволицкий – М. : Молодая. гвардия, 1985. – 285 с.
27. Гиляров М. С. Зоологическая мелиорация почв / М. С. Гиляров // Природа. – 1976. – № 10. – С. 18–20.
28. Гиляров М. С. Учет крупных почвенных беспозвоночных (мезофауны) / М. С. Гиляров // Метод почвенно-зоологических исследований. – М. : Наука, 1975. – С. 12–29.
29. Гиляров М. С. Зоологический метод диагностики почв / Гиляров М. С. – М. : Наука, 1969. – 277 с.
30. Глазовська М. А. Ландшафтно-геохімічні основи фонових моніторингу природного середовища / М. А. Глазовська, Н. С. Касимов, Т. А. Теплицька и др. – М.: Наука, 1989. – 264 с.
31. Голубець М.А. Урбанізація, її соціальна суть та екологічні наслідки / М.А. Голубець. – Львів: Академ. експрес, 1994 – С.3 – 5.
32. Горовая А. И. Методологические аспекты оценки мутагенного фона и генетического риска для человека и биоты от действия мутагенных экологических факторов / А. И. Горовая, Л. Ф. Бобырь, Т. В. Скворцова и др. // Цитология и генетика. – 1996. – Т. 30, № 6. – С. 78 – 86.

33. ГОСТ 12071–2000 Ґрунти. Відбір, упаковування, транспортування і зберігання зразків.
34. Гришина Л. О. Організація та проведення ґрунтових досліджень для екологічного моніторингу // Л. О. Гришина, Г. М. Копцік, Л. В. Моргун – М.: Изд-во МГУ, 1991. – 82 с.
35. Гришко В. М. Вміст різних за рухомістю форм цинку в ґрунтах урбанізованих територій / В. М. Гришко // Біологічні системи. – 2012. – Т. 4, № 2. – С. 149–153.
36. Давыдова С.Л. О токсичности ионов металлов / С.Л. Давыдова // – М.: Знание, 1991. – 224с.
37. Даденко Е. В., Казеев К.Ш. Методические аспекты применения ферментативной активности при диагностике антропогенного воздействия / Е. В. Даденко, К. Ш. Казеев // Деградація ґрунтового покриву і проблеми агроландшафтного землеробства. Матеріали I міжнародної конференції. Ставрополь. 2001. С. 63–65.
38. Девятова Т. А. Біоекологічні принципи моніторингу і діагностики забруднення ґрунту / Т.А. Девятова // Вестник ВГУ, Серія: Хімія. С.36–38.
39. ДЕСТ 17.4.02–8.3 Важкі метали за ступенем екологічної безпеки для ґрунтів, рослин, тварин і людини.
40. Долгова Л. Г. Ферментативна активність та мікробіологічні процеси в едафотопіс техногенних регіонів / Л. Г. Долгова // Екологія та ноосферологія. – 1999. – Т. 8, № 4. – С. 18–23.
41. Довкілля Рівненщини. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Рівненській області у 2012, 2013, 2014 рр. – Рівне: 2013, 2014, 2015 рр. – 191, 310, 278 с.
42. Ёркина Н. В. Почвы как репрезентативный компонент экологического мониторинга урбосистемы / Н. В. Ёркина // Биологический вестник МГПУ имени Богдана Хмельницкого. – 2011. – Т. 1, № 3. – С. 6–12.
43. Ємець М.А. Сучасні системи екологічного моніторингу та ефективність їх функціонування / М.А. Эмець // Екологія і природокористування: збірник

- наукових праць ІППЕ НАН України. – Дніпропетровськ, 2008. - Вип. 11. – С. 159 – 169.
44. Жицька Л.І. Дослідження вмісту важких металів едафотопів урбосистем міста Черкаси / Л. І. Жицька, О. М. Байрак // Вісник Черкаського університету: Збірник наукових праць. Вип. 91. Серія: Біологічні науки. – Черкаси, 2006. – С.50–60.
45. Жицька Л.І. Дослідження хімічних та індикаційних показників едафотопів м. Черкас / Л.І.Жицька, В.В.Осипенко // Збірник наукових праць ПДПУ ім. В. Г. Короленка. – Вип.5(52). Серія: Екологія. Біологічні науки. – Полтава, 2006.
46. Жицька Л. І. Дослідження впливу важких металів на едафотопи урбосистем міста Черкаси / Л. І. Жицька // Матеріали міжрегіональної науково – практичної конференції «Еколого-економічні, правові та соціальні аспекти охорони навколишнього середовища». – Полтава, 2007. – С.98–100.
47. Жук Е. А. Особенности распределения тяжелых металлов в верхнем горизонте городских почв / Е. А. Жук // Мінералогічний Журнал. 2004. Вип. 26, №2. С. 61– 66.
48. Жуков О. В. Біологічне різноманіття України. Дніпропетровська область. Дощові черв'яки (Lumbricidae) / О. В. Жуков, О. Є. Пахомов, О. М. Кунах / Дніпропетровськ : Видавництво Дніпропетровського національного університету, 2007. – 372 с.
49. Заичкина С. И. Микроядра как показатель повреждения хромосомного аппарата клетки / С. И. Заичкина, О. М. Рязанова, А. Х. Ахмадиева // Цитология. – 2000. – Т. 42, № 3. – С. 281.
50. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища». – Відомості Верховної Ради, 1991, № 41.
51. Звягинцев Д. Г. Биология почв / Д. Г. Звягинцев, Г. М. Зенова. – М.: МГУ, – 2005. – 445 с.

52. Звягинцев Д.Г. Биология почв и их диагностика / Д. Г. Звягинцев // Изменения биологической активности почв при загрязнении тяжелыми металлами // Вестник Воронежского ун-та. – 2005. – № 1. – 45–52.
53. Землякова А. В. Городские почвы как неотъемлемый компонент урбоэкосистемы // А. В. Землякова / Науч. ведомости БелГУ. Серия: Естественные науки. – 2011. – № 21. – С. 102–107.
54. Зырин Н.Г. Действие тяжёлых металлов на ферментативную активность почв / Зырин Н.Г., Раськова Н.В., Платонов Г.В. // Мелиорация, использо вание и охрана почв нечернозёмной зоны. – М.: МГУ, 1980. – С. 186.
55. Іванців В. В. Активна кислотність ґрунтів як регулюючий фактор поширення люмбріцид (Annelida: Oligochaeta: Lumbricidae) / В. В. Іванців // Наукові записки Тернопільського педагогічного університету ім. В. Гнатюка. Сер. Біологія.– 2003.– № 3–4 (22).– С. 49–53.
56. Іванців В. В. Біорізноманіття олігохет (Lumbricidae, Enchytraeidae: Oligochaeta: Annelida) в ґрунтах західних областей України / В. В. Іванців, Л. В. Бусленко // Науковий вісник Волинського державного університету ім. Лесі Українки. – 2004.– №1. – С. 53–55.
57. Іванців В. В. Напрямки еволюційного процесу ґрунтових олігохет (Lumbricidae) /В. В. Іванців // Науковий вісник Волинського державного університету ім. Лесі Українки.– 1997.– № 1.– С. 19–22.
58. Іванців В. В. Особливості осіменіння ґрунтових олігохет (Annelida: Oligochaeta: Lumbricidae) західних областей України / В. В. Іванців // Наукові записки Тернопільського педагогічного університету ім. В. Гнатюка. Серія Біологія.– 2003.– № 2 (21).– С. 14–18.
59. Іванців В. В. Сезонна вертикальна міграція олігохет (Lumbricidae, Oligochaeta) в дерново-підзолистих ґрунтах Західного Полісся / В. В. Іванців // Наукові записки Тернопільського педагогічного університету ім. В. Гнатюка. Серія Біологія.– 2000.– № 3(10).– С. 50–53.

60. Іванців В. В. Структурно-функціональна організація комплексів ґрунтових олігохет західного регіону України / В. В. Іванців / Луцьк : Волинський Державний університет ім. Лесі Українки, 2007. – 400 с.
61. Іванців В. В. Біорізноманіття олігохет (Lumbricidae, Enchytraeidae: Oligochaeta: Annelada) в ґрунтах західних областей України / В. В. Іванців, Л. В. Бусленко // Науковий вісник Волинського державного університету ім. Лесі Українки.– 2004.– № 1.– С. 53–55.
62. Іванців В. В. Вплив актуальної кислотності ґрунтів Волинського Полісся на поширення люмбріцид / В. В. Іванців, Л. В. Бусленко // Науковий вісник Волинського державного університету ім. Лесі Українки.– 2006.– № 1.– С. 78–82.
63. Іванців В. В. Динаміка популяцій *Cognettia sphagnetorum* (Vejdovsk, 1888 [Enchytraeidae, Oligochaeta] у біоценозах західних областей України / В. В. Іванців, Л. В. Бусленко // Наукові записки Тернопільського педагогічного університету ім. В. Гнатюка. Серія Біологія.– 2002.– № 1 (16).– С. 87–91.
64. Казеев К.Ш. Проблемы и перспективы исследования биологии и экологии почв / К.Ш. Казеев, С.И. Колесников // Экология и биология почв юга России. Ростов на Дону: Издательство ЦВВР, 2001. С. 4–7.
65. Казеев К.Ш. Биологическая диагностика и индикация почв: методология и методы исследований / К.Ш. Казеев, С.И. Колесников, В.Ф. Вальков.- Ростов на Дону: Издательство РГУ, 2003. – С. 21, 33, 136, 156.
66. Калабеков А. Л. Проблемы экологии: Экологический мониторинг в оценке загрязнения городской среды / А. Л. Калабеков. – М.: – ИМИнформ, 2003. – 216 с.
67. Каськів М. В. Оцінка стану території г. Ровно за цитогенетическими показателями / М. В. Каськів // Оранддын гилим жаршысы: Научно-теоретический и практический журнал. – 2014. – Вып. 27 (75). – С. 58–65. – Серія: біологічні науки, екологія.

68. Каськів М.В. Биоиндикационные исследования оценки состояния урбоэкосистемы на примере города Ровно / М. В. Каськів // Веснік Брэсцкага Ўніверсітэта і «Вучоныя запіскі Брэсцкага Ўніверсітэта. – 2014. – № 1. – С. 18–24. – Серія: біологічні науки, екологія.
69. Каськів М. В. Біоіндикація урбанізованих територій на прикладі м. Рівне / М. В. Каськів, Д. В. Лико // Стан природних ресурсів, перспективи їх збереження та відновлення: тези доповідей на II Міжнародній науково-практичній конференції (Трускавець, 6–9 жовтня 2012 р.). – Трускавець: ДПУ, 2012. – С. 179–181.
70. Клименко Т. К. Особливості розповсюдження важких металів в ґрунтах урбоекосистем Придніпровського регіону (на прикладі м. Дніпродзержинська) / Т. К. Клименко // Вісник Дніпропетровського університету. Серія. Біологія, екологія. – 2004. – Випуск 12. – № 1. – С. 72–75.
71. Клименко Т. К. Розподіл рухомих і потенційно-рухомих форм важких металів у ґрунтах урболандшафтів м. Дніпродзержинська / Т. К. Клименко, В. В. Кармазіна // Екологія та інженерія. Стан, наслідки, шляхи створення екологічно чистих технологій : Матеріали. VI Всеукраїнської науково – методичної конференції, м. Дніпродзержинськ, 2006. – Дніпродзержинськ, 2006. – С. 78–79.
72. Ковда В. А. Екологічний моніторинг: концепція, принципи організації / В. А. Ковда, А. С. Керженцев // Регіональний екологічний моніторинг. – М.: Наука, 1983. – 264 с.
73. Козловський М. П. Вільноживучі нематоди як біоіндикатор якісного стану ґрунтів / М. П. Козловський // Науковий вісник Львівського університету. Серія географія. — Випуск 25. — Львів, 1999. — С. 130–131.
74. Козловський М. П. Особливості формування та збереження угруповань ґрунтових безхребетних тварин у міських екосистемах / М. П. Козловський // Науковий вісник: Проблеми урбоекології та фітомеліорації. – Львів: УкрДЛТУ. – 2003. – Випуск 13.5. – С. 153–157.

75. Колесников С. И. Биозкологические аспекты загрязнения почв тяжелыми металлами / С. И. Колесников, К. Ш. Казеев, В. Ф. Вальков // Научная мысль Кавказа. – 2000. – № 4. – С. 31–39.
76. Колодочка О. М. Еколого – гігієнічна оцінка забруднення ґрунту і суміжних об'єктів довкілля важкими металами та їх впливу на здоров'я населення в умовах техногенного навантаження / О. М. Колодочка // Автореферат кандидатської дисертації: К., 2005, 20с.
77. Криштоп Є. А. Міські ґрунти як невід'ємний елемент урбанізованих і техногенно забруднених територій / Є. А. Криштоп, В. В. Волощенко // Вісник ХНАУ ім. В.В. Докучаєва – Харків., 2013. – № 2, Екологія ґрунтів, С. 200 – 206.
78. Кунах О. Н. Анализ размерной структуры популяций дождевых червей г. Днепропетровска / О. Н. Кунах // Біорізноманіття та роль тварин в екосистемах. – IV Міжнародної наукової конференції – Д.: ДНУ. – 2007. – С. 204–207.
79. Кучерявий В. П. Урбоекологія // В. П. Кучерявий – Львів: Світ, 1999. – 360с.
80. Куцоконь Н. К. Кількість аберацій на аберантну клітину як параметр хромосомної нестабільності. Порівняльний аналіз впливу факторів різної природи / Н. К. Куцоконь, В. Р. Безруков, Л. М. Лазаренко // Цитологія і генетика. – 2004. – Т. 38, № 1. – С. 55 – 62.
81. Ладонин Д. Фракционный состав никеля, меди, цинка и свинца в почвах в зависимости от формы их поступления при техногенном загрязнении / Д. Ладонин, М. Карпухин // Проблемы биогеохимии и геохимической экологии. 2010. № 2. С. 86–93.
82. Макаренко Н. А. Рухомість свинцю у різних типах ґрунтів України під впливом природних та антропогенних чинників / Н. А. Макаренко, І. В. Паращенко // Агроєкологічний журнал. – 2007. – № 3. – С. 34–39.
83. Макаренко Н. Контроль за вмістом важких металів у ґрунті / Н. Макаренко // Вісник аграрної науки. – 2001. – № 4. – С. 55–57.

84. Маловічко О. В. Екологічний аналіз наслідків стану забруднення автомагістралей Києва / О. В. Маловічко, Ю. П. Головня // Вісник НАУ. – 2008. – Т. 37, № 4. – С. 89–92.
85. Малышева З. Г. Накопление тяжелых металлов в городских почвах (на примере города Новочеркасска) / З. Г. Малышева, Е. Г. Павлова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ, № 78 (04), 2012. – [Электронный ресурс].
86. Матвійчик Л.Ю. Особливості забруднення важкими металами приавтомобільних територій Волинської області : автореферат дисертації на здобуття наук, ступеня кандидата географічних наук : спец. 11.00.01 / Л.Ю. Матвійчик; Львівський національний університет ім. І.Франка. – Львів, 2008. – 22 с.
87. Марискевич О. Г. Вплив антропопресії на біотичну активність ґрунтів у екосистемах Українських Карпат // О. Г. Марискевич, І. М. Шпаківська / Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія Біологія. 2001– №9. С. 26 – 29.
88. Мельник В. Й. Забруднення ґрунтів території м. Рівне / В. Й. Мельник, Н. В. Цибульська / Вісник НУВГП, Збірник наукових праць. – випуск 4 (45). Частина 2. – м. Рівне, 2010., С. 86–91.
89. Мельник В.Й. Обґрунтування комплексних моніторингових досліджень урбоедафотопів міста Рівне // В. Й. Мельник, В. М. Стернік / Біологія і валеологія: збірник наукових праць. – Харків: ХНПУ, 2015. Випуск 17–. Б63, С.1291–37.
90. Мекіч М. З. Функціональне і прикладне значення біологічної активності ґрунту/ М.З. Мекіч, Н. М. Джура, О. І. Терек // Біологічні Студії / Studia Biologica. 2013. Том 7/ №3. С. 247–258 .
91. Методичні рекомендації «Обстеження та районування території за ступенем впливу антропогенних чинників на стан об'єктів довкілля з

використанням цитогенетичних методів» Наказ МОЗ України 13.03.2007, № 116, 26 с.

92. Миленька М. М. Цитогенетична оцінка стану ґрунтів Бурштинської урбоєкосистеми / М. М. Миленька // Вісн. Львів. ун-ту. Серія Біологія – Випуск 49. – 2009. – С. 128 – 137.
93. Мислива Т. М. Важкі метали в лісоаграрних ландшафтах Житомирського Полісся / Т. М. Мислива, В. А. Трембіцький, Л. Л. Довбиш // Агрохімія і ґрунтознавство. – 2006. – Спеціальний випуск – С. 260–263.
94. Мислива Т. М. Важкі метали в урбоєдафатопах і фітоценозах та території м. Житомира / Т. М. Мислива, Л. О. Онопрієнко // Вісник ХНАУ. – 2009. – №2. – С. 134–142.
95. Мотузова Г. В. Зміст, завдання і методи ґрунтово-екологічного моніторингу / Г. В. Мотузова // Ґрунтово-екологічний моніторинг і охорона ґрунтів. – М.: Издательство МГУ, 1994. – С. 801–04.
96. Мотузова Г. В. Сполуки мікроелементів у ґрунтах / Г. В. Мотузова // – М.: Едіторіал УРСС, 1999. – 168 с.
97. Обухов А. И. Биогеохимия тяжелых металлов в городской среде / А.И. Обухов, О. М. Лепнева // Почвоведение. – 1989. – № 5. – С. 65–74.
98. Оленчук Я. Ґрунти Львівської області / Я. Оленчук, А. Николин. – Львів : Каменярь, 1969. – 83 с.
99. Патика В.П. Біоіндикація стану різноманітності ґрунтової біоти в умовах Полтавської обл./ В. П. Патика, С. В.Тараненко, А. О.Тараненко // Вісник аграрної науки – 2013 – 12– С.57 – 60.
100. Папіш І.Я. Принципи і структура класифікації ґрунтів України / І. Я. Папіш, Г. С. Іванюк, С. П. Позняк, М. Г. Кіт // Ґрунтознавство. 2008. Т. 9, № 3–4 С.33 – 40.
101. Паньків З. Забруднення важкими металами ґрунтів міста Бурштин Івано-Франківської області / З. Паньків // Вісник Львівського університету. Серія географічна. – 2007. – Вип.34. – С. 189–192.

102. Пахомов А. Е. Пространственная организация экологической ниши почвенной мезофауны урбозема /А. Е. Пахомов, О. Н. Кунах, А. В. Жуков, Ю. А. Балюк // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. – 2013. 21(1). – С. 51–57.
103. Перель Т. С. Географические особенности размножения дождевых червей сем. Lumbricidae (Oligochaeta). // Т. С. Перель // Журнал общества биология – 1982. – Т. 43, № 5. – С. 649–658.
104. Перель Т. С. Жизненные формы Lumbricidae / Т. С. Перель // Журнал общества биология. – 1975 –Т. 36, № 2. – С. 189–202.
105. Перель Т. С. Распространение и закономерности распределения дождевых червей фауны СССР/ Т. С. Перель // – М.: Наука, 1979.– 272 с.
106. Перель Т. С. Количественная оценка участия дождевых червей Lumbricus terrestris Linne (Lumbricidae, Oligocheta) в переработке лесного опада. / Т. С. Перель, Д. Ф. Соколов // Зоологический журнал – 1964. – Т. 43, № 11. – С. 1618–1625.
107. Перечни предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно допустимых количеств (ОДК) химических веществ в почве / Утвержденные Заместителем Главного государственного санитарного врача СССР 19.11.91. № 6229–91. М., 1993. 14 с.
108. Пилипенко Ю. В. Оцінка рівня забруднення ґрунту важкими металами в межах міської системи (на прикладі м. Херсон) / Ю. В. Пилипенко, С. В. Скок. – Біологія і валеологія: збірник наукових праць. – Харків: ХНПУ, 2015. Випуск 17. – Б 63, С.138–145.
109. Писаренко П.В. Вибір, обґрунтування та характеристика індикаторів біологічного різноманіття ґрунту / П. В. Писаренко, С. В., Тараненко, А.О. Тараненко // Сільське господарство. Рослинництво. Вісник Полтавської державної аграрної академії. № 1., 2013. С.20 – 23.
110. Плеханова И.О. Содержание тяжелых металлов в почвах парков г. Москва / И.О. Плеханова // Почвоведение. 2000. № 6. С. 754–759.

111. Пляскина О. Загрязнение городских почв тяжелыми металлами / О. Пляскина, Д. Ладонин // Почвоведение. 2009. № 7. С. 877–885.
112. Полупан М. І. Класифікація ґрунтів України / М. І. Полупан, В. Б. Соловей, В. А. Величко. – К.: Аграрна наука, 2005. – 300 с.
113. Постанова Кабінету Міністрів України від 20.08.1993 № 661 «Про затвердження Положення про моніторинг земель»
114. Постанова Кабінету Міністрів України від 26.02.2004 № 51 «Про затвердження Положення про моніторинг ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення».
115. Попов В. В. Еколого-фауністичний огляд дощових черв'яків родів *Eiseniella*, *Octolasion*, *Dendrobaena* та *Dendrodrilus* Харківської області / В.В. Попов // Біологічний вісник Харківського державного університету. – Харків, 1998. – Т.2, № 2. – С. 98–99.
116. Попов В.В. Эколого-фаунистический обзор дождевых червей родов *Nicodrilus*, *Lumbricus* и *Eisenia* (*Oligochaeta*, *Lumbricidae*) Харьковской области / В. В. Попов // Известия Харьковского энтомологического общества. – Харьков, 1998. – Т.6, выпуск 1. – С. 120–124.
117. Попов В. В. Фауна и ландшафтное распределение амфибиотических люмбрицид (*Oligochaeta*, *Lumbricidae*) Левобережной Украины / В. В. Попов // Проблемы зооінженерії та ветеринарної медицини. – Харків, 2004. – Випуск 12 (36), Ч. 1. – С. 267–279.
118. Потапенко В. Г. Проблеми державної системи екологічного моніторингу в Україні та шляхи їх подолання / В. Г. Потапенко, І. В. Шевчук // Аналітична записка: Національний університет стратегічних досліджень при Президенті України – Київ, 2012. – 5 с.
119. Почва. Город. Экология / под общ. ред. Г. В. Добровольского. – М.: Фонд «За экономическую грамотность», 1997. – 320 с.
120. Пряженникова О. Г. Целлюлозолитическая активность почв в условиях городской среды / О. Г. Пряженникова // – Вестник КемГУ №3 (47) 2011, С.10 – 13.

121. Самедов П. А. Вплив дощових черв'яків і мокриць на фізико–хімічні та поверхневі властивості ґрунтів / П. А. Самедов, Ф. Т. Надир // Житомир, Ґрунтознавство, № 8, 1989, с.109–115.
122. Симочко Л. Ю. Біологічна активність ґрунту природних та антропогенних екосистем в умовах низинної частини Закарпаття / Л.Ю. Симочко // Науковий Вісник Ужгородського університету. Серія Біологія, 2008; 22: 152–154.
123. Сизов А. П. Мониторинг городских земель с элементами их охраны / А. П. Сизов // – М., 2000. – 156 с.
124. Статистичний щорічник Рівненської області за 2014рік / Головне управління статистики у Рівненській області. – Рівне, 2015. – 482 с.
125. Стернік В. М. Забруднення ґрунтів м. Рівне викидами в атмосферне повітря / В. М. Стернік // Матеріали II Міжнародної науково–практичної Інтернет–конференції «Екологія і природокористування в системі оптимізації відносин природи і суспільства». – Тернопіль, 2015. – С.134 – 135.
126. Стернік В. М. Забруднення атмосферного повітря м. Рівне / В. М. Стернік // Матеріали I Всеукраїнської науково–технічної конференції «Актуальні проблеми науково – промислового комплексу регіонів». - Рубіжне: 2015. – С.181 – 184.
127. Стернік В. М. Целюлозолітична активність ґрунтів урбоекосистеми м. Рівне / В.М. Стернік // Тематичний щорічник Інституту екології Карпат НАН України «Наукові основи збереження біотичної різноманітності», том 6 (13), № 1: Львів, 2015, С. 317 – 324.
128. Стернік В. М. Визначення каталазної активності ґрунту на території м. Рівне /В. М. Стернік // Матеріали I Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю «Теоретичні та прикладні аспекти розвитку біологічних наук». – Рівне: РДГУ, 2015. С.66 – 72.
129. Стернік В. М. Актуальність досліджень дощових черв'яків в біоіндикації стану урбоедафотопів Рівне / В. М. Стернік, В. Й. Мельник // Біологія і

валеологія: збірник наукових праць. –Харків: ХНПУ, 2015. Випуск 18, С.169–180.

130. Стернік В. М. Техногенно забруднені ґрунти міста Рівне та шляхи їх поліпшення / В. М. Стернік. – Матеріали Міжнародного наукового симпозиуму «Неділя еколога –2015». – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2015. с.197–199.
131. В. Н. Стерник Биологическая диагностика урбоэдафотопов Ровно / В.Н. Стерник, В.И.Мельник // Научно-теоретический журнал «Веснік Брэсцкага універсітэта», Серыя 5. Хімія. Біялогія. Навукі аб зямлі» – № 2, 2016 г., С. 46–51.
132. Стернік В. М. Біологічний моніторинг ґрунтів міста Рівне / В. М. Стернік. – Матеріали II Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції «Іноваційні технології та інтенсифікація розвитку національного виробництва». Тернопіль, 2015. – С.105 – 107.
133. Стернік В. М. Вміст ферменту каталази в ґрунті на території АЗС м. Рівне / В. М. Стернік, В. П. Марциновський, В. Й. Мельник // Науковий вісник Східноєвропейського національного університету ім. Лесі Українки, серія «Біологічні науки», №2 (302).–Луцьк: 2015, С. 115 – 120.
134. Стефурак В. П. и др. Биологическая активность почв в условиях антропогенного воздействия. АН МССР, Отделение Микробиологии. – Кишинев.: Штиинца, 1990, – 214 с. 19.
135. Строганова М. Н. Роль почв в городских экосистемах / М. Н. Строганова, А. Д. Мягкова, Т. В. Прокофьева // Почвоведение. – 1997. – № 1. – С. 96–101.
136. Теплицька Н. С. Автотранспорт - одна з причин забруднення атмосферного повітря міст / Н. С. Теплицька, Т. М. Праздникова // Наукові праці Донецького національного технічного університету. – 2009. – Випуск 13. – С. 160 –164.

137. Тихоненко Д. Г. Класифікація ґрунтів / Д. Г. Тихоненко. – Х. : Видавництво Харківського національного аграрного університету ім. В. В. Докучаєва, 2009. – 59 с.
138. Тихоненко Д. Г. Методологічні засади класифікації ґрунтів України / Д. Г. Тихоненко // Вісник Чернівецького університету. Сер. Біологія. – Чернівці: Рута, 2005. – Вип. 251. – С. 40-49.
139. Тітенко Г. В. Оцінка екологічного стану міських ґрунтів як засіб оптимізації території міста / Г. В. Тітенко // Вісник Сумського ДУ. – Суми, 2007. – № 275. – С. 149–152.
140. Федорец Н. Г. Методика исследования почв урбанизированных территорий / Н. Г. Федорец, Н. В. Медведева // Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2009. 84 с.
141. Філіна Т. В. Зміна активності деяких ферментів ґрунту під впливом металів / Т. В. Філіна // Вісник ДДУ. – Серія Біологія. Екологія. – 1999. – Випуск 6. – С. 114–118.
142. Філіна Т. В. Активність деяких гідролаз у промислових едафотопях/ Т. В. Філіна // Вісник ДДУ. – Серія Біологія. Екологія. – 2000. – Випуск 7. – С. 202–206.
143. Філіна Т. В. Вплив промислових викидів на активність ґрунтових ферментів / Т. В. Філіна, О. М. Вінниченко // Матеріали першої Міжнародної наукової конференції «Проблеми фундаментальної та прикладної екології», Кривий Ріг, 22–23 груд., 1999. – Кривий Ріг, 1999. – С. 54–55.
144. Филина Т. В. Влияние металлов на ферментативную активность промышленных эдафотопов / Т. В. Филина // Материалы третьей Российской биогеохимической школы „Геохимическая экология и биогеохимическое изучение таксонов биосферы", Горно–Алтайск, Россия, 4–8 сентября, 2000. – Новосибирск, 2000. – С. 183–184.
145. Філіна Т. В. Еколого-біохімічні особливості забруднення важкими металами урбоедафотопів в межах міста Дніпропетровська / Т. В. Філіна

// Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук. Дніпропетровськ., 2006. 21с.

146. Філіна Т. В. Зміна активності деяких ферментів ґрунту під впливом металів / Т. В. Філіна // Вісник ДДУ. – Серія Біологія. Екологія. – 1999. – Випуск 6. – С. 114–118.
147. Філіна Т.В. Вплив промислових викидів на активність ґрунтових ферментів /Т. В. Філіна, О. М. Вінниченко // Матеріали першої Міжнародної наукової конференції «Проблеми фундаментальної та прикладної екології», Кривий Ріг, 22–23 грудня, 1999. – Кривий Ріг, 1999. – С. 54–55.
148. Хазиев Ф.Х. Ферментативная активность почв /Ф.Х. Хазиев: Методическое пособие. М.: Наука, 1976, – 140 с.
149. Хакимов Ф. И. Почвы промышленного города: Трансформация и загрязнение / Ф. И. Хакимов, Н. Ф. Деева, А. О. Ильина // Екологія та ноосферологія. – 2006. – Т. 17, №. 1–2. – С. 24–40.
150. Хакимов Ф. И. Эколого-геохимическая характеристика почв промышленного города / Ф. И. Хакимов, Н. Ф. Деева, А. О. Ильина // Экология и почвы. – Пушино, 1998. – Том. II. – С. 182–205.
151. Хлус Л. М. Багатовидові угруповання молюсків та дощових червів як показник антропогенної трансформації ґрунтів / Л. М. Хлус, В.Ф. Череватов // Науковий вісник Чернівецького університету: Збірник наукових праць. Вип. 403–404: Біологія. – Чернівці: Рута, 2008. – С. 286–300.
152. Чорнобай Ю. Еколого-функціональна категоризація урбанізованих ґрунтів // Ю. Чорнобай, О. Вовк // Проблеми природокористування Карпатського регіону. – Коломия, 2000. – С.148–150.
153. Щербакова Т. А. Ферментативная активность почв и трансформация органического вещества (в естественных и искусственных фитоценозах) / Т.А. Щербакова // – М.: Наука и техника, 1983, –157 с.

154. Яковлев А.С. Биологическая диагностика и мониторинг состояния почв // А. С. Яковлев // Почвоведение. 2000. № 1. С. 70–79.
155. Яковишина Т. С. Система біотестування токсичності ґрунту, забрудненого важкими металами / Т. С. Яковишина // Вісник Сумського національного аграрного університету Серія «Агрономія і біологія», випуск 3 (27), 2014, С.70 – 73.
156. Якуба М. С. Біорізноманіття та роль тварин в екосистемах/ М. С. Якуба //: Матеріали V Міжнародної наукової конференції. – Дніпропетровськ: Ліра, 2009. – С. 34–35.
157. Яцук І. П. Методика проведення агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення / І. П. Яцук, С. А. Балюк // Київ, 2013. — 104 с.
158. Beyer L., Blume H.-P., Elsner D.-Ch., Willnow A. Soil organic matter composition and microbial activity in urban soils // The Science of the Total Environment. – 1995. – P. 267–278.
159. Burghardt W. Soils in urban and industrial environments // Z. Pflanzenernahr. Bodenk. – 1994. – Bd. 157. – S. 205–214.
160. Bouche M. B. Strategies lombriciennes // Lohm, U., Persson, T. (Eds.), Soil Organisms as Components of Ecosystems. Ecological Bulletins. – Stockholm, Sweden, 1977. – P. 122–132.
161. Bouche Â, A. Earthworm species and ecotoxicological studies. // Greig-Smith, P.W., Becker, H., Edwards, P.J., Heimbach, F. (Eds.), Ecotoxicology of earthworms. – Andover, UK: Intercept, 1992. – P. 20–35.
162. Czerwinski Z. Soil and water relation in suburban areas of Warsaw // Natural environment of suburban areas as a development factor of big cities. – Warszawa, 1988. – P. 23–44.
163. Domsch K.H. Principles of pesticide microbe interactions in soil // Soil Biol. and Conserw. Biosphere. – Budapest, 1984. – Vol. 1. – P. 179–184.
164. FAO-UNESCO, Soil Map of the World. Revised Legend. World Soil Resources, Report 60. – Rome, 1988. – 119 p.

165. Hiller D.A. Schadstoffeinträge in urbane Böden // Urbaner Bodenschutz. Red. W.Burghardt. – Berlin, 1996. – S. 45–56.
166. Hollis J. M. The classification of soils in urban areas // J. M. Hollis / Soils in Urban Environments. – Oxford, 1991. – P. 5–27.
167. Keys to Soil Taxonomy. – [Mode of access]: ftp://ftp-fc.sc.egov.usda.gov/NSSC/Soil_Taxonomy/keys/1994_Keys_to_Soil_Taxonomy.pdf – Date of access: 16.12.2013.
168. Komornicki Tomasz Gleby terytorium miasta Krakowa // Krakow - srodowisko geograficzne. – Warszawa–Krakow: PWN, 1974. – S. 145–151.
169. Lavelle Ch. Burrowing activity of *Aporrectodea rosea* // Pedobiologia. – 1998. – Vol. 42, № 2. – P. 97–101.
170. Lux W., Hintze B. Schwermetallverteilung in Böden und Pflanzen in städtischen Bereichen Hamburgs // Landwirt. Forsch.– 1983, Sonderh. Vol. 39. – P. 169–201.
171. Mills L.J., Parker G.R. Effect of Soil Cd Addition on Germination of Native Plant Species // Plant and Soil. – 1980. – Vol. 54, № 27. – P. 243 – 247.
172. Nowak J. Budowa geologiczna okolic Lwowa // Rozprawy I wiadomosci muzeum im. Dzieduszyckich. – 1915. – T. 1, zesz. 1–4. – S. 98–102.
173. Pearce T. G. The calcium relations of selected Lumbricidae // J. Anim. Ecol. – 1972. – Vol. 41. – P. 167–188.
174. Soil Map of the World FAO-UNESCO. Revised Legend with corrections and updates. – Published by ISRIC, Wageningen, 1997. – 140 p.
175. Soil Survey Staff. Soil Taxonomy. Agric. Washington D.C. – 1975. Hb. 436. – 503p.
176. Stolberg F.V. Urban ecology. – ffiev: Libra, 2000. – 464 p.
177. Stroganova M.N. City soils: genesis, classification, ecological value (the case of Moscow): synopsis of thesis submitted in partial satisfaction of the requirements for the degree of Doctor in Biological Sciences.–M.,1998.–71 p.
178. Urbanen Bodenschutz / Red. W. Burghardt. – Berlin, 1996. – 244 s.

179. Vovk Oksana. Anthropogenic soils of quarry ground compositions in Roztochia Region (Ukraine) // Soil anthropization VI. – Bratislava, 2001. – P. 97–101.
180. Vovk Oksana. Peculiarities of soil functioning in residential districts of a City, L'viv being a model (Ukraine) // First International Conference on Soils of Urban, Industrial, Traffic and Mining Areas. – Essen, 2000. – Vol. 1: The unknown urban soil, detection, Resources and Faces. – P. 289–292.
181. Weritz N., Schröder D. Mikrobielle Aktivität in Stadtböden unterschiedlicher Nutzung // Mitt. Dtsch. Bodenkundl. – 1988. – Ges. 56. – S. 399–404.
182. Zheveleva E. M. Soil and the problem of urban plant community formation in the «Ecopolis» / E. M. Zheveleva, M. E. Ignatjeva, D. N. Kavtaradze // Programme (town Poushchino), Moscow region. MAB–Mitteilungen, Deutsches Nationalkomitee. – MAB. 1989. – № 30. – P. 47–55.
183. Научная библиотека диссертаций и авторефератов disser Cat <http://www.dissercat.com/content/otsenka-i-normirovanie-ekologicheskogo-sostoyaniya-pochv-norilskogo-promyshlennogo-raiona#ixzz3eI8bYjT9>.
184. Научная библиотека диссертаций и авторефератов disser Cat <http://www.dissercat.com/content/otsenka-i-normirovanie-ekologicheskogo-sostoyaniya-pochv-norilskogo-promyshlennogo-raiona#ixzz3eI4oNhUg>.
185. Научная библиотека Кибер Ленинка: <http://cyberleninka.ru/article/n/pochvy-kak-reprezentativnyy-komponent-ekologicheskogo-monitoringa-urbosistemy#ixzz3f6JhvV6z>.
186. Научная библиотека Кибер Ленинка: <http://cyberleninka.ru/article/n/pochvy-kak-reprezentativnyy-komponent-ekologicheskogo-monitoringa-urbosistemy#ixzz3f6LPRvvn>.

Межі зон м. Рівне (дані управління земельних ресурсів)

№ зони	Опис меж
1	Вул. вул. Набережна – Кавказька – Соборна – Драгоманова – р. Устя – межа зони відводу залізниці
2	Вул. Кіквідзе – р. Устя – вул. кн. Володимира – вул. Соборна – вул. Кавказька – вул. Набережна
3	Вул. Здолбунівська – вул. Соборна – р. Устя – вул. Драгоманова – вул. Соборна – вул. кн. Ольги – вул. С. Бандери
4	Вул. С. Бандери – вул. кн. Ольги – вул. Соборна – вул. Київська – вул. Віденська – вул. Мірющенка – р. Устя
5	Вул. К. Савука – бульвар Хмельницького – вул. Костромська – вул. С. Бандери – вул. Віденська – вул. Київська – вул. Соборна – вул. кн. Володимира
6	Вул. Волинської дивізії – вул. Будівельників – вул. Льонокомбінатівська – вул. Гагаріна – вул. Черняка – вул. Шухевича – вул. Мельника
7	Промисловий вузол: домобудівний комбінат, фабрика нетканих матеріалів, «Рівнелъон»
8	Північно-західна межа міста - вул. вул. Соборна – вул. Вербова – вул. Макарова
9	Вул. Вербова – вул. О. Теліги – вул. Павлюченка – вул. Макарова
10	Вул. Тувинських добровольців – вул.. Дубенська – вул. Коцюбинського – межа зони відводу залізниці – струмок
11	Вул. Гагаріна – північно-східна межа міста – вул. Костромська – бульвар Б. Хмельницького – вул. кн. Володимира
12	Північна межа міста – межа промислового вузла – вул. Волинської дивізії
13	Вул. Віденська – вул. С. Бандери – східна межа міста – вул. Курчатова – вільні землі
14	р. Устя – вул. Мірющенка – вільні землі – вул. Зелена
15	Вул. Малоровенська – вул. С. Бандери – р. Устя – вул. Басівкутська
16	р. Устя – вул. Зелена – вільні землі – струмок
17	вул.. Костромська – східна межа міста – межа виробничих територій – східна межа міста – межа обласної лікарні – вул. Київська
18	вул.. кн. Володимира – струмок – межа Шпанівського бурякорадгоспу – вул. Коновальця – вул. Мельника – вул. Шухевича
19	Вул. Шухевича – вул. Черняка – вул. Гагаріна – вул. кн. Володимира
20	Межа відводу залізниці – північна межа міста – межа виробничих територій – вул. Москаленка – вул. кн. Володимира – пр. Миру

21	Північна межа міста – межа зони відводу залізниці – вул. Коцюбинська – вул. Соборна
22	Вільні землі – вул. Павлюченка – вул. О. Теліги – вул. Вербова – вул. Соборна – вул. Дубенська – вул. О. Теліги – вул. Тувинських добровольців
23	Вул. Радгоспна – вільні землі – струмок – південна межа міста
24	Південна межа міста – вул. Басівкутська – р. Устя – вільні землі
25	Дорога на Здолбунів – струмок – вільні землі – південно-східна межа міста
26	Вільні землі – вул. Курчатова – вул. Червоногірська – вул. Смотрицького – південно-східна межа міста
27	Вул. Енергетиків – межа кладовища – південно-східна межа міста
28	Межа виробничих територій – вул. Київська – східна межа міста
29	Район «Бармаки»
30	Межа зони відводу залізниці – північна межа міста
31	Вул. Радгоспна – вільні землі – західна межа міста
32	Вул. Радгоспна – вільні землі – західна межа міста
33	Вул. Гашека – струмок – вул. Дімітрова
34	Західна межа міста – вільні землі
35	Зона відводу залізниці

Обґрунтування точок відбору зразків ґрунту на території урбоекосистеми Рівне

№ тест - полігону	№ тест - майданчика	Досліджувані ділянки	Обґрунтування розміщення тест - майданчиків
1	1	Домобудівний комбінат вул.Будівельників, санітарно-захисна зона	Виробництво бетонних плит, вплив промислових викидів підприємства
	2	Льнокомбінат, санітарно-захисна зона	Обробка та переробка льону, вплив промислових викидів підприємства
	3	Високовольтна лінія електропередач (ЛЕП), вул. Фабрична	Вплив електромагнітного поля
	4	АЗС «ОККО» № 2, вул. Гагаріна ,18, виїзд на м. Сарни	Вплив неорганізованих викидів АЗС
	5	Залізо-бетонний завод, вул. Будівельників	Виробництво бетону, вплив неорганізованих викидів
2	6	Радіозавод, вул.Д.Галицького, 25, санітарно-захисна зона	Вплив промислових викидів підприємства
	7	Клумба в східній частині міста, район РЕГІ, вул.акад. С.Дем'янчука, 4	Вплив викидів автотранспорту
	8	АЗС «ОЛАС» № 1, вул. Київська,108	Вплив неорганізованих викидів АЗС
	9	Підприємство «Прометей», вул. Галицького Д., 25А санітарно-захисна зона,	Виробництво мідного емаль – дроту, вплив викидів підприємства
	10	Городи, вул. Відінська, в межах санітарно-захисної зони радіозаїоду	Вплив промислових викидів радіозаводу
3	11	Школа №23, територія, вул. Ювілейна	Територія школи, вплив викидів автотранспорту
	12	Парк «Хімік», вул. Князя Острозького	Рекреаційна територія, зона відпочинку людей
	13	АЗС «ОЛАС» № 2, вул. Млинівська, 18	Вплив неорганізованих викидів бензину
	14	Городи в районі вул. Макарова (селище Ювілейне)	Вплив викидів автотранспорту
	15	Узбіччя дороги, 20м від дороги, виїзд з міста на аеропорт	Вплив викидів автотранспорту

4	16	Об'їзна дорога на Басів Кут, 30 м від дороги	Вплив викидів автотранспорту
	17	ЗОШ № 14, вул. залізнична, 34; район Басів Кут	Територія школи
	18	Територія цегельного заводу №2, вул. Дворецька	Виробництво цегли, вплив промислових викидів
	19	Грядка житлового сектора, вул. Федіна	Територія власного господарства (грядка)
	20	Залізнодорожне полотно, вул. Здолбунівська	Вплив викидів залізно-дорожного транспорту
5	21	Садок № 3 «Сонечко», вул. 16-го Липня, 54	Територія дитячого садочка
	22	Парк Т.Г.Шевченка, зона тихого відпочинку	Рекреаційна територія, фонова ділянка, зона пасивного відпочинку людей
	23	Рівненський завод високовольтної апаратури, вул. Біла, 16, санітарно-захисна зона	Вплив промислових викидів підприємства
	24	Територія гідропарку, центр міста	Рекреаційна територія, зона відпочинку
	25	Залізнодорожне полотно, ж/д станція Дворецька	Вплив викидів залізно-дорожного транспорту

**Перелік методик визначення важких металів та елементів-забруднювачів
в урбоедафотоплах м. Рівне**

Назва показника об'єкта, що вимірюється	Гранично – допустима концентрація	Діапазон вимірювань та похибка	Назва та позначення МВВ*	Назва та умовне позначення	
				Засоби вимірювальної техніки	Стандартний зразок
Кадмій (валовий вміст), мг/кг	3,0	0,25-25,0 $\delta = \pm 40 \%$	МВВ 081/12-0010-01. Ґрунти. Методика виконання вимірювань масової частки кадмію методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії	C-115-M1	C3 CP іону кадмію ДСЗУ 022.42-96
Кадмій (рухомі форми), мг/кг	0,7	0,2-5000,0 $\delta = \pm 22 \%$	МВВ 081/12-0787-11. Ґрунти. Методика виконання вимірювань масової частки рухомих форм свинцю, міді, цинку, кадмію, хрому, кобальту, марганцю із однієї витяжки атомно-абсорбційним методом (полуменева атомізація)	C-115-M1	C3 CP іону кадмію ДСЗУ 022.42-96
Цинк (валовий вміст), мг/кг	фон	5 - 10000,0 $\delta = \pm 37 \%$	МВВ 081/12-0013-01. Ґрунти. Методика виконання вимірювань масової частки цинку методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії	C-115-M1	C3 CP іону цинку ДСЗУ 022.63-96
Цинк (рухомі форми), мг/кг	23,0	0,2-5000,0 $\delta = \pm 22 \%$	МВВ 081/12-0787-11. Ґрунти. Методика виконання вимірювань масової частки рухомих форм свинцю, міді, цинку, кадмію, хрому, кобальту, марганцю із однієї витяжки атомно-асорбційним методом (полуменева атомізація)	C-115-M1	C3 CP іону цинку ДСЗУ 022.63-96
Хром (валовий вміст), мг/кг	фон	0,5-100,0 $\delta = \pm 45 \%$	МВВ 081/12-0012-01. Ґрунти. Методика виконання вимірювань масової частки хрому методом атомно-абсорбційної	C-115-M1	C3 CP іону хрому ДСЗУ 022.84-98

			спектрофотометрії		
Хром (рухомі форми), мг/кг	6,0	0,4 -5000,0 $\delta = \pm 22 \%$	МВВ 081/12-0787-11. Ґрунти. Методика виконання вимірювань масової частки рухомих форм свинцю,, міді, цинку, кадмію, хрому, кобальту, марганцю із однієї витяжки атомно-асорбційним методом (полуменева атомізація)	C-115-M1	СЗ СР іону хрому ДСЗУ 022.84-98
Свинець (валовий вміст), мг/кг	фон	2 - 100,0 $\delta = \pm 40 \%$	МВВ 081/12-0009-01. Методика виконання вимірювань масової частки свинцю методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії	C-115-M1	СЗ СР іонів свинцю ДСЗУ 022.54-96
Свинець (рухомі форми), мг/кг	2,0	0,5 - 5000,0 $\delta = \pm 25 \%$	МВВ 081/12-0787-11. Ґрунти. Методика виконання вимірювань масової частки рухомих форм свинцю, міді, цинку, кадмію, хрому, кобальту, марганцю із однієї витяжки атомно-асорбційним методом (полуменева атомізація)	C-115-M1	СЗ СР іонів свинцю ДСЗУ 022.54-96
Нікель (валовий вміст), мг/кг	фон	4 - 200,0 $\delta = \pm 40 \%$	МВВ 081/12-0003-01. Ґрунти. Методика виконання вимірювань масової частки нікелю методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії	C-115-M1	СЗ СР іону нікелю ДСЗУ 022.83-98
Нікель (рухомі форми), мг/кг	4,0	1 - 100,0 $\delta = \pm 40 \%$	МВВ 081/12-0117-03. Ґрунти. Методика виконання вимірювань масової частки рухомих форм нікелю та кобальту атомно-абсорбційним методом	C-115-M1	СЗ СР іону нікелю ДСЗУ 022.83-98
Кобальт (валовий вміст), мг/кг	фон	2 - 100,0 $\delta = \pm 40 \%$	МВВ 081/12-0003-01. Ґрунти. Методика виконання вимірювань масової частки кобальту методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії	C-115-M1	СЗ СР іону кобальту ДСЗУ 022.78-98
Кобальт (рухомі форми), мг/кг	5,0	1 - 100,0 $\delta = \pm 40 \%$	МВВ 081/12-0117-03. Ґрунти. Методика виконання вимірювань масової частки рухомих форм нікелю та кобальту	C-115-M1	СЗ СР іону кобальту ДСЗУ 022.78-98

			атомно-абсорбційним методом		
Мідь (валовий вміст), мг/кг	фон	2,5-250,0 $\delta = \pm 40 \%$	МВВ 081/12-0002-01. Грунти. Методика виконання вимірювань масової частки міді методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії	C-115-M1	СЗ СР іону міді ДСЗУ 022.47-96
Мідь (рухомі форми), мг/кг	3,0	0,2 - 500,0 $\delta = \pm 27 \%$	МВВ 081/12-0577-08. Грунти. Методика виконання вимірювань масової частки рухомих форм міді та цинку атомно-абсорбційним методом	C-115-M1	СЗ СР іону міді ДСЗУ 022.47-96
Марганець (валовий вміст), мг/кг	1500,0	50 - 5000,0 $\delta = \pm 23 \%$	МВВ 081/12-0011-01. Грунти. Методика виконання вимірювань масової частки марганцю методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії	C-115-M1	СЗ СР іону марганцю ДСЗУ 022.45-96
Марганець (рухомі форми), мг/кг	фон	0,2-5000,0 $\delta = \pm 21 \%$	МВВ 081/12-0787-11. Грунти. Методика виконання вимірювань масової частки рухомих форм свинцю, міді, цинку, кадмію, хрому, кобальту, марганцю із однієї витяжки атомно-асорбційним методом (полуменева атомізація)	C-115-M1	СЗ СР іону марганцю ДСЗУ 022.45-96

* Позначення МВВ (шифри) наведені згідно з “Переліком методик виконання вимірювань (визначень) складу та властивостей проб об’єктів довкілля, тимчасово допущених до використання Держекоінспекцією України”, затвердженим Головою Державної екологічної інспекції України –Головним державним інспектором України з охорони навколишнього природного середовища від 01.03.2013 р.

Відділ інструментальн–олабораторного контролю Державної екологічної інспекції в Рівненській області
Свідоцтво про атестацію № РТ – 0038/2014 видане 28.05.2014 р. – чинне до 28.05.2019 р.

Результати розрахунку коефіцієнта концентрації валової форми важких металів та елементів-забруднювачів в ґрунтах на території Рівне

№ тест майдан- чика	Коефіцієнт концентрації, Кс							
	Cd	Co	Mn	Cu	Ni	Pb	Cr	Zn
1	1,53	6,17	2,67	15,86	4,61	8,33	6,23	16,14
2	1,13	5,28	2,75	12,43	4,12	7,47	5,38	15,52
3	2,13	4,36	2,93	10,53	4,29	4,63	11,76	-
4	1,75	3,65	2,39	6,69	3,54	3,99	6,77	6,27
5	0,01	4,35	2,59	11,17	1,73	9,67	3,39	8,63
6	0,63	4,53	2,98	8,15	3,18	3,11	5,56	13,67
7	0,56	4,12	2,66	8,75	3,34	3,30	4,32	9,23
8	0,91	1,92	2,17	6,02	2,29	4,23	0,04	-
9	2,13	3,88	2,92	5,45	3,42	4,77	4,06	-
10	0,81	4,57	2,57	6,60	3,57	2,56	4,33	8,13
11	1,69	0,92	2,15	13,22	3,47	7,24	3,71	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-
13	0,05	1,27	2,27	10,36	2,63	2,37	4,05	9,30
14	0,47	0,87	1,88	4,96	1,44	2,96	3,11	6,27
15	1,06	1,78	2,92	7,12	3,39	5,60	5,25	9,62
16	2,31	0,79	0,68	10,07	1,11	5,02	0,05	9,97
17	0,66	1,31	2,46	9,67	2,85	8,48	8,30	14,41
18	1,78	1,45	2,40	8,73	3,83	4,20	5,38	-
19	0,00	-	5,94	10,17	7,01	3,56	-	25,08
20	2,5	1,27	2,42	20,7	4,06	10,57	1,42	-
21	0,34	0,83	1,57	7,64	1,38	5,04	2,48	14,28
22	0,27	0,37	1,72	0,70	1,54	3,55	4,67	0,97
23	2,94	0,92	2,02	22,09	1,97	6,68	3,49	12,19
24	0,56	1,07	1,45	5,97	2,13	2,70	2,41	3,88
25	1,97	1,35	2,13	8,18	3,62	3,31	0,06	-

Результати розрахунку коефіцієнта концентрації рухомої форми важких металів та елементів-забруднювачів в ґрунтах на території Рівне

№ тест майдан-чика	Коефіцієнт концентрації, Кс							
	Cd	Co	Mn	Cu	Ni	Pb	Cr	Zn
1	0,48	0,88	0,41	1,95	1,30	1,02	1,02	8,12
2	0,12	1,36	1,85	1,77	0,90	1,19	0,24	5,90
3	0,08	1,15	0,67	1,51	0,50	1,97	0,73	1,92
4	1,56	2,56	2,82	12,86	-	7,13	13,78	12,52
5	1,28	1,00	1,98	1,67	0,98	2,40	0,50	7,47
6	0,76	1,11	0,52	1,26	1,00	1,09	0,42	3,92
7	0,52	-	3,13	-	-	5,89	-	-
8	0,96	1,35	1,53	1,63	1,41	8,59	2,22	0,99
9	0,24	0,55	0,43	0,72	0,02	0,59	0,53	1,95
10	1,56	0,09	0,31	0,51	0,06	0,42	0,27	1,25
11	1,04	0,82	0,68	0,72	0,46	0,08	0,33	5,82
12	1,08	1,02	0,50	0,88	1,18	0,56	1,00	2,14
13	3,20	0,94	0,65	0,74	0,17	1,03	1,36	2,44
14	1,24	0,05	0,39	0,65	0,14	0,30	0,33	1,09
15	0,96	3,61	3,44	13,67	5,15	10,03	10,69	19,19
16	0,60	2,64	2,90	18,58	4,34	20,98	9,83	28,74
17	2,24	1,59	1,67	-	1,67	11,41	-	-
18	1,56	2,93	2,83	16,77	5,80	7,51	10,94	-
19	2,68	0,89	0,43	1,07	0,54	0,72	0,81	2,81
20	2,24	2,56	2,85	39,81	6,16	18,9	13,84	-
21	0,003	1,68	1,85	-	-	9,39	-	-
22	1,08	1,02	0,50	0,88	1,18	0,56	1,00	2,14
23	0,88	1,03	0,46	0,98	1,11	2,84	0,51	6,58
24	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	5,03	1,85
25	1,76	2,73	2,51	15,72	5,49	5,92	7,23	-

**Вміст металів та інших показників в ґрунтах вибірково обстежених міст
України у 2013 році**

№ проби	Пункт відбору, віддаль, напрямок, GPS координати	Вміст металів та ін., млн ⁻¹							Механічний склад ґрунту
		pH	кадмій	марганець	мідь	нікель	свинець	цинк	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	ГДК								
		1,00	1500	55	85	32	115		
м. Рівне									
1	ТзОВ "Прометей", 50 м від підприємства, вул.Бандери, 48	6,1	0,00	492	13	15	14	43	л.суг
2	- " -, 100 м на ПнС від підприємства	6,0	0,25	565	11	16	9	38	с.суг.
3	- " -, 100 м на ПдС від підприємства	6,3	0,00	487	11	17	11	39	гл.
4	- " -, 300 м на Пд від підприємства, вул.Курчатова	6,0	0,25	599	11	20	11	36	в.суг.
5	- " -, 400 м на Пн від підприємства, вул.Данила Галицького, 40, парк	6,2	0,25	447	19	17	18	58	л.суг
6	ТзОВ "Акватон", 50 м на Пн від підприємства, бульвар Б. Хмельницького, 41	6,5	0,50	526	80	20	22	88	суп.
7	- " -, 20 м на ПнЗ від підприємства, бульвар Б.Хмельницького, 54	6,4	0,75	397	48	13	10	117	л.суг
8	- " -, на С від підприємства, вул.Гетьмана Виговського, 42	6,4	0,00	559	11	19	7	37	в.суг.
9	- " -, 30 м на З від підприємства, вул.Гетьмана Виговського	6,2	0,00	492	58	15	27	217	л.суг

10	- " - , 20 м на Пд від підприємства, вул.Буковинська, 20	6,3	0,25	425	29	17	33	147	с.суг.
11	- " - , 500 м на ПдС від підприємства, вул.Буковинська	6,3	0,25	492	11	18	7	73	гл.
12	ВАТ "Рівненський завод тракторних агрегатів" (с. Городок в 6 км від м. Рівне), 15 м на 3 від підприємства, 1 км від ПАТ "Рівнеазот	6,3	0,25	935	17	19	9	42	с.суг.
13	- " - , 30 м на ПдЗ від підприємства, 1,5 км від ПАТ "Рівнеазот"	6,4	0,00	565	11	24	9	31	в.суг.
14	- " - , 20 м на ПдС від підприємства, 1,7 км від ПАТ "Рівнеазот"	6,3	0,25	526	10	22	8	38	в.суг.
15	- " - , 25 м на С від підприємства, 1,2 км від ПАТ "Рівнеазот"	5,9	0,50	643	12	20	7	29	в.суг.
16	- " - , 15 м на ПнС від підприємства, 1,1 км від ПАТ "Рівнеазот"	5,5	0,50	694	12	22	10	37	в.суг.
17	- " - , 20 м на С від підприємства, 1,5 км від ПАТ "Рівнеазот"	7,1	0,00	453	9	19	6	32	л.суг
18	- " - , 15 м на Пн від підприємства	6,5	0,25	380	16	16	31	147	с.суг.
19	ВАТ "Фабрика нетканих матеріалів" 50 м на ПнЗ від фабрики, вул.Фабрична, 4	6,5	0,00	492	21	16	17	102	суп.
20	- " - , 50 м на 3 від фабрики, вул.Фабрична, 6	6,5	0,00	509	16	17	18	176	в.суг.
21	- " - , 600 м на ПдЗ від фабрики, вул. Фабрична, 10	5,9	0,00	475	10	18	12	65	суп.
22	- " - , 600 м на ПдС від фабрики, вул. Фабрична, 12	6,3	0,00	537	16	17	8	95	в.суг.

23	- " - , 30 м на С від фабрики, вул. Фабрична	6,3	0,75	543	46	19	18	124	в.суг.
24	ВАТ "Газотрон", 400 м на ПдЗ від підприємства, вул. Гагаріна, 8-а	6,4	0,25	666	20	15	33	102	л.суг
25	- " - , 50 м на З від підприємства вул. Гагаріна, 12	6,8	0,00	145	14	15	9	24	с.суг.
26	- " - , 200 м на Пд від підприємства, вул. Гагаріна, 6	7,0	0,00	554	16	16	28	106	л.суг
27	- " - , 300 м на С від підприємства, вул. Черняка, 6	6,5	0,00	380	14	13	14	158	л.суг
28	ПП "Екопласт", 100 м на З від підприємства, вул. Гагаріна, 34	6,6	0,00	531	13	16	7	80	в.суг.
29	- " - , 40 м на Пн від підприємства, вул. Красовського	6,4	0,25	464	22	28	44	124	с.суг.
30	- " - , 100 м на ПнС від підприємства, вул. Черняка, 12	6,5	0,50	397	20	15	30	169	с.суг.
31	- " - , 500 м на Пд від підприємства, вул. Гагаріна	6,4	0,00	537	12	19	10	76	в.суг.
32	ДП "Бурштин України", 20 м на З від підприємства, вул. Федорова, 22	6,5	0,00	481	13	20	9	69	л.суг
33	- " - , 50 м на Пд від підприємства	6,3	0,00	453	13	17	11	95	с.суг.
34	- " - , 500 м на ПдЗ від підприємства, вул. Федорова, 10	6,3	0,00	520	10	16	9	65	с.суг.
35	- " - , 200 м на С від підприємства, вул. Київська	6,3	0,00	705	17	22	16	106	в.суг.
36	- " - , 300 м на ПнС від підприємства, вул. Київська	6,6	0,00	425	13	15	19	76	л.суг
37	- " - , 600 м на Пн від підприємства, вул. Київська	6,5	0,00	615	12	20	18	36	с.суг.

38	- " - , 600 м на З від підприємства, вул.Київська	6,6	0,00	526	13	19	11	46	с.суг.
39	БАТ "Завод залізо-бетонних виробів", 50 м на С від заводу, вул.Федорова, 2	6,8	0,00	604	12	22	10	84	л.суг
40	- " - , 500 м на Пд від заводу	6,3	0,00	537	12	24	9	39	л.суг
41	- " - , 200 м на ПнЗ від заводу, вул.Київська, парк	6,5	0,00	587	13	22	10	44	л.суг
42	ТзОВ "Рівненський завод високовольтної апаратури", 50 м на ПдС від заводу, вул.Біла	6,1	0,50	543	102	24	81	272	суп.
43	- " - , 50 м на Пд від заводу, вул.Біла	6,4	0,00	459	25	19	35	128	л.суг
44	- " - , 30 м на ПнС від заводу, вул.Біла	6,4	0,50	1103	179	59	348	43	суп.
45	- " - , 20 м на Пд від заводу, вул.Біла	6,2	0,25	503	16	19	14	42	с.суг.
46	- " - , 200 м на З від заводу, вул.Біла,9	6,4	0,00	470	25	19	104	165	л.суг
47	- " - , 20 м на ПнЗ від заводу, вул.Біла, 10	6,7	0,00	498	29	17	21	113	с.суг.
48	- " - , 150 м на Пн від заводу	6,7	0,00	929	54	31	151	84	суп.
49	Рівненський залізо-бетонний завод,10 м на Пн від заводу, вул. Князя Володимира, 2	7,4	0,00	453	22	13	18	91	с.суг.
50	- " - , 10 м на С від заводу, вул.Бахарєва, 4	6,8	0,00	453	21	16	22	165	л.суг
51	- " - , 100 м на Пд від заводу, вул.Ніла Хасевича, 10	6,8	0,00	587	19	22	16	176	с.суг.
52	- " - , 50 м на ПдЗ від заводу, вул.Н.Хасевича	6,6	0,00	576	30	12	14	98	суп.
53	- " - , 50 м на ПнС від заводу, вул.Бахарєва	6,7	0,00	464	23	11	25	161	л.суг

54	- " - , 50 м на ПдС від заводу	6,3	0,50	503	10	10	1170	84	л.суг
55	- " - , 50 м на З від заводу	6,6	0,25	520	26	20	81	102	суп.
56	ТзОВ "Лінен Фор- ве", 600 м на З від підприємства, вул.Фабрична, 10	6,7	0,25	515	37	17	14	106	в.суг.
57	- " - , 100 м на Пд від підприємства, вул.Фабрична, 4-а	6,5	0,25	492	10	17	8	33	в.суг.
58	- " - , 50 м на Пд С від підприємства	6,4	0,00	727	43	24	15	46	с.суг.
59	- " - , 20 м на С від підприємства	6,6	0,00	711	13	20	11	35	л.суг
60	- " - , 50 м на Пн З від підприємства	6,0	0,00	627	10	19	9	31	л.суг

Середні значення активності каталази урбоедафотопів Рівне

№ майдан чика	Шар грунту, см	Каталазна активність, мг О ₂ /г/хв			Ступінь зба гачення грунту ферментом
		Мінімал.	Максимал.	Середня	
1	0 – 20	1,4	1,7	1,60 ± 0,20	Бідна
	21 - 40	1,0	1,6	1,27 ± 0,31	Бідна
2	0 – 20	4,1	4,2	4,17 ± 0,06	Середня
	21 - 40	3,5	3,6	3,53 ± 0,06	Середня
3	0 – 20	3,3	3,8	3,63 ± 0,29	Середня
	21 - 40	2,5	2,6	2,53 ± 0,06	Бідна
4	0 – 20	2,2	2,5	2,37 ± 0,21	Бідна
	21 - 40	1,9	2,1	2,00 ± 0,00	Бідна
5	0 – 20	1,2	1,5	1,33 ± 0,14	Бідна
	21 - 40	0,9	1,0	0,93 ± 0,01	Дуже бідна
6	0 – 20	1,4	1,8	1,67 ± 0,23	Бідна
	21 - 40	1,6	1,7	1,63 ± 0,06	Бідна
7	0 – 20	5,4	5,8	5,63 ± 0,21	Середня
	21 - 40	4,1	4,3	4,17 ± 0,06	Середня
8	0 – 20	1,6	2,5	2,07 ± 0,06	Бідна
	21 - 40	1,6	1,9	1,73 ± 0,15	Бідна
9	0 – 20	4,2	5,2	4,7 ± 0,46	Середня
	21 - 40	2,5	3,2	2,9 ± 0,36	Бідна
10	0 – 20	1,5	1,6	1,53 ± 0,06	Бідна
	21 - 40	1,6	1,7	1,67 ± 0,23	Бідна
11	0 – 20	2,6	2,7	2,63 ± 0,06	Бідна
	21 - 40	4,2	4,3	4,23 ± 0,06	Середня
12	0 – 20	4,4	5,6	4,93 ± 0,61	Середня
	21 - 40	3,3	3,4	3,37 ± 0,06	Середня
13	0 – 20	1,6	1,7	1,67 ± 0,23	Бідна
	21 - 40	2,0	2,1	2,07 ± 0,06	Бідна
14	0 – 20	2,3	2,6	2,53 ± 0,06	Бідна
	21 - 40	2,0	2,1	2,07 ± 0,06	Бідна
15	0 – 20	2,4	2,5	2,43 ± 0,15	Бідна
	21 - 40	1,9	2,0	1,93 ± 0,11	Бідна
16	0 – 20	1,3	1,4	1,33 ± 0,49	Бідна
	21 - 40	0,9	1,1	1,0 ± 0,20	Бідна
17	0 – 20	3,1	3,6	3,30 ± 0,03	Середня
	21 - 40	2,3	2,6	2,43 ± 0,15	Бідна
18	0 – 20	1,5	1,7	1,57 ± 0,06	Бідна
	21 - 40	1,6	1,8	1,67 ± 0,23	Бідна
19	0 – 20	3,6	5,0	4,27 ± 0,70	Середня
	21 - 40	1,8	2,0	1,90 ± 0,12	Бідна
20	0 – 20	2,1	2,4	2,27 ± 0,35	Бідна
	21 - 40	1,9	2,1	2,00 ± 0,00	Бідна
21	0 – 20	3,3	3,4	3,3 ± 0,03	Середня
	21 - 40	2,4	2,5	2,43 ± 0,15	Бідна
22	0 – 20	6,0	6,2	6,07 ± 0,25	Середня

	21 - 40	3,9	4,0	3,93±0,16	Средня
23	0 – 20	1,8	2,0	1,97 ± 0,15	Бідна
	21 - 40	1,6	1,7	1,63 ± 0,06	Бідна
24	0 – 20	2,8	3,4	3,10 ± 0,30	Середня
	21 - 40	1,5	1,6	1,57 ± 0,06	Бідна
25	0 – 20	1,2	1,5	1,37 ± 0,15	Бідна
	21 - 40	1,6	1,8	1,7 ± 0,10	Бідна

Залежність вмісту целюлази і каталази ґрунту від забруднення важкими металами та елементами-забруднювачами

Назва важких металів та елементів - забруднювачів	Рівняння лінії тренду (рухома форма)	Коефіцієнт детермінації R^2	Рівняння лінії тренду (валова форма)	Коефіцієнт детермінації R^2
Целюлозолітична активність ґрунту				
кобальт	$y = -74,909x^3 + 336,21x^2 - 474,45x + 226,13$	$R^2=0,5978$	$y = -26,261x^3 + 297,4x^2 - 1093,6x + 1321,5$	$R^2 = 0,8939$
нікель	$y = -3,8793x^3 + 29,559x^2 - 63,028x + 54,193$	$R^2=0,7322$	$y = -5,5326x^3 + 175,61x^2 - 1845,5x + 6436,8$	$R^2 = 0,7032$
мідь	$y = -2,0528x^3 + 21,894x^2 - 45,069x + 39,316$	$R^2=0,6521$	$y = 0,1067x^3 - 4,0797x^2 + 48,708x - 162,65$	$R^2 = 0,9793$
свинець	$y = 0,1719x^3 - 4,2397x^2 + 29,926x - 40,705$	$R^2=0,6462$	$y = -0,0062x^3 + 0,524x^2 - 12,683x + 105,11$	$R^2 = 0,9967$
хром	$y = -1,5354x^3 + 16,066x^2 - 43,909x + 49,563$	$R^2=0,8065$	$y = 0,1877x^3 - 4,9471x^2 + 39,805x - 78,706$	$R^2 = 0,8455$
цинк	$y = 0,0619x^3 - 1,4902x^2 + 7,4947x + 13,073$	$R^2=0,9712$	$y = 0,0057x^3 - 0,8498x^2 + 40,69x - 608,67$	$R^2 = 0,8005$
Каталазна активність ґрунту (0 – 20 см)				
кобальт	$y = -10,036x^3 + 45,095x^2 - 62,96x + 29,766$	$R^2=0,9983$	$y = -1,8633x^3 + 21,343x^2 - 79,285x + 98,111$	$R^2 = 0,9013$
нікель	$y = -0,3304x^3 + 2,6161x^2 - 5,8355x + 6,2826$	$R^2=0,9693$	$y = -0,1369x^3 + 4,298x^2 - 44,573x + 155,47$	$R^2 = 0,1451$
мідь	$y = -0,2415x^3 + 2,5478x^2 - 4,9432x + 4,8212$	$R^2=0,9983$	$y = -0,0052x^3 + 0,2513x^2 - 3,9056x + 21,953$	$R^2 = 0,9423$
свинець	$y = 0,0632x^3 - 1,3491x^2 + 7,7683x - 10,314$	$R^2=0,9961$	$y = -0,0003x^3 + 0,025x^2 - 0,5889x + 6,8709$	$R^2 = 0,9956$
хром	$y = -0,1246x^3 + 1,2969x^2 - 3,4326x + 5,098$	$R^2 = 0,916$	$y = -0,013x^3 + 0,3629x^2 - 3,3381x + 12,803$	$R^2 = 0,3374$
цинк	$y = 0,0007x^3 - 0,0079x^2 - 0,1221x + 3,4915$	$R^2=0,6982$	$y = 0,003x^3 - 0,4065x^2 + 18,113x - 263,65$	$R^2 = 0,8792$
Каталазна активність ґрунту (21 – 40 см)				
кобальт	$y = 3,6999x^3 - 16,895x^2 + 23,434x - 7,4041$	$R^2=0,7176$	$y = -0,5238x^3 + 5,8134x^2 - 20,891x + 26,544$	$R^2 = 0,1584$
нікель	$y = 0,0336x^3 - 0,3559x^2 + 0,9395x + 1,7327$	$R^2=0,5637$	$y = -0,291x^3 + 9,3776x^2 - 100,05x + 355,49$	$R^2 = 0,9506$
мідь	$y = 0,082x^3 - 0,8512x^2 + 1,4541x + 1,9515$	$R^2=0,6871$	$y = 0,0084x^3 - 0,352x^2 + 4,6845x - 17,522$	$R^2 = 0,4624$
свинець	$y = -0,0268x^3 + 0,5531x^2 - 3,0467x + 7,2958$	$R^2=0,5865$	$y = -0,0002x^3 + 0,0159x^2 - 0,407x + 5,1232$	$R^2 = 0,9402$
хром	$y = 0,0127x^3 - 0,1344x^2 + 0,2464x + 2,3372$	$R^2=0,5835$	$y = 0,0094x^3 - 0,2942x^2 + 2,8364x - 6,112$	$R^2 = 0,9056$
цинк	$y = 0,0017x^3 - 0,047x^2 + 0,3162x + 1,8534$	$R^2=0,5503$	$y = 0,0024x^3 - 0,3109x^2 + 13,453x - 190,29$	$R^2 = 0,1165$

Додаток 8

Директору
департаменту екології та природних
ресурсів Рівненської ОДА

Захарчуку В.В.

" ____ " грудня 2016р.

Довідка

про впровадження наукових результатів, отриманих Стернік В.М. в дисертаційній роботі

"Біотична активність урбоедафотопів в м. Рівне"

№ з/п	Назва впровадження	Місце впровадження	Форма впровадження	Результати впровадження
1	Біотична активність урбоедафотопів в м. Рівне	Департамент екології та природних ресурсів Рівненської ОДА	Звіт про стан навколишнього природного середовища в Рівненській області в 2016 р.	Виготовлені карти-схеми «Категорія забруднення ґрунту урбоєкосистеми Рівне» - 5 шт.
2	Рекомендації щодо оптимізації програми моніторингових спостережень за станом ґрунтів в межах Рівненської області	Департамент екології та природних ресурсів Рівненської ОДА	Проект Регіональної програми розвитку земельних відносин у місті Рівному на 2016 – 2025рр.	Розроблені рекомендації щодо впровадження в роботу єдиного уніфікованого переліку методик аналітичного контролю ґрунтів, обов'язкових до використання усіма суб'єктами системи моніторингової діяльності та оптимізації роботи шляхом співпраці регіональних суб'єктів моніторингової діяльності ґрунтів з науковими установами, що займаються дослідженнями в даній галузі;

Затверджую

Проректор з наукової роботи
Рівненського державного
гуманітарного університету
_____проф. Дейнега О.В.
_____ 2017 р.

А К Т

впровадження результатів дисертаційної роботи
у навчальний процес

Результати досліджень дисертаційної роботи здобувача кафедри біології та медичної фізіології Стернік Віти Миколаївни по темі «Біотична активність урбоедафотопів в м. Рівне» впроваджені в навчальний процес студентів психолого – природничого факультету Рівненського державного гуманітарного університету. Наукові положення дисертації використовуються при викладанні курсу лекцій та проведенні практичних занять із навчальних дисциплін «Біоіндикація», «Екологія».

Декан психолого-природничого
факультету, доцент

Павелків В. Р.

Завідувач кафедри біології та
медичної фізіології, професор

Марциновський В.П.