

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА ІМЕНІ О. М. БЕКЕТОВА

Пояснювальна записка
до кваліфікаційної роботи
бакалавра
(освітньо-кваліфікаційний рівень)
на тему

Оцінка стану довкілля Ірпінської міської територіальної громади

Виконала: студентка 4 курсу, групи Еко 2022-1
спеціальності 101 Екологія
(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Воробйова С. К.

(прізвище та ініціали)

Керівник к.т.н., доц. Дядін Д.В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Сінна О. І.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

(підпис)

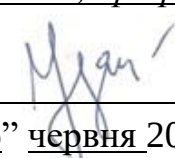
(підпис)

м. Харків – 2026 рік

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА ІМЕНІ О. М. БЕКЕТОВА

Інститут, факультет ІНІ будівництва, землеустрою та цивільної інженерії
Кафедра інженерної екології міст
Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр
Галузь знань 10 Природничі науки
(шифр і назва)
Спеціальність 101 Екологія
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
д.геол.н., проф. Удалов І. В.


"16" червня 2026 року

З А В Д А Н Н Я **на кваліфікаційну роботу бакалавра** **студента**

Воробйової Софії Костянтинівни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Оцінка стану довкілля Ірпінської міської територіальної громади

керівник проєкту (роботи) Дядін Д.В., канд. техн. наук, доцент,

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджена наказом Університету від "22" травня 2026 року № 441-03.

2. Строк подання студентом проєкту (роботи): 24.06.2026

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) документи державного планування громади; дані державного моніторингу довкілля; загальностатистичні дані; картографічні матеріали; літературні джерела; нормативно-методична документація, наукові публікації за темою роботи.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): теоретичні основи дослідження екологічного стану урбанізованих територій, характеристика об'єкта дослідження та стану довкілля м. Ірпінь, аналіз основних екологічних проблем та ризиків м. Ірпінь, шляхи покращення екологічного стану території

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Презентація – 20 слайдів

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1			
2			
3			
4			
5			

7. Дата видачі завдання 22.05.2026

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1.	Аналіз інформаційних і літературних джерел	22.05.26 – 28.05.26	
2.	Аналіз стану довкілля на території громади	28.05.26 – 03.06.26	
3.	Аналіз екологічних проблем і ризиків	04.06.26 – 08.06.26	
4.	Розробка шляхів покращення стану довкілля	09.06.26 – 15.06.26	
5.	Підготовка пояснювальної записки та презентації	16.06.26 – 19.06.26	

Студент

(підпис)

Воробйова С. К.
(прізвище та ініціали)

Керівник проєкту (роботи)

(підпис)

Дядін Д. В.

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 94 с., 20 табл., 96 рис., 44 джерела.

ДОВКІЛЛЯ, АНТРОПОГЕННІ ВПЛИВИ, ЗАБРУДНЕННЯ, ВОЄННІ ДІЇ, СТАЛИЙ РОЗВИТОК

Об'єкт дослідження – навколишнє середовище міста Ірпінь як урбанізованої території, що зазнала впливу комплексу антропогенних та воєнних чинників.

Мета роботи – комплексна оцінка стану довкілля міста Ірпінь з урахуванням антропогенного впливу, наслідків воєнних дій та визначення шляхів покращення екологічної ситуації на досліджуваній території.

У першому розділі дипломної роботи розглянуто теоретичні основи досліджень екологічного стану урбанізованих територій.

У другому розділі роботи охарактеризовано об'єкт досліджень та стан довкілля, включаючи аналіз стану атмосферного повітря, ґрунтів і водних ресурсів, шумового навантаження та впливу транспорту.

Третій розділ містить аналіз екологічних проблем та ризиків міста Ірпінь. Проаналізовано основні джерела забруднення довкілля, вплив екологічних факторів на здоров'я населення та вплив воєнних дій на екологічний стан території.

У четвертому розділі роботи наведено шляхи покращення екологічного стану території м. Ірпінь, які включили заходи щодо зменшення антропогенного навантаження, рекомендації щодо екологічного моніторингу та відновлення територій, а також перспективи сталого розвитку міста.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ	8
1.1 Сутність та значення екологічної оцінки міських територій.....	8
1.2 Основні фактори антропогенного впливу на довкілля міста.....	13
1.3 Методичні підходи до оцінки стану компонентів довкілля	20
1.4 Висновки до розділу 1	27
РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ ТА СТАНУ ДОВКІЛЛЯ М. ІРПІНЬ.....	29
2.1 Загальна характеристика території дослідження	29
2.2 Аналіз стану атмосферного повітря	35
2.3 Оцінка стану ґрунтів та водних ресурсів	42
2.4 Аналіз шумового навантаження та транспортного впливу.....	45
2.5 Висновки до розділу 2	49
РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ ТА РИЗИКІВ М. ІРПІНЬ.....	51
3.1 Основні джерела забруднення.....	51
3.2 Вплив екологічних факторів на здоров'я населення	56
3.3 Вплив воєнних дій на екологічний стан території.....	61
3.4 Висновки до розділу 3	68
РОЗДІЛ 4. ШЛЯХИ ПОКРАЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ТЕРИТОРІЇ.....	69
4.1 Заходи щодо зменшення антропогенного навантаження	69
4.2 Рекомендації щодо екологічного моніторингу та відновлення територій.....	75
4.3 Перспективи сталого розвитку м. Ірпінь	80
4.4 Висновки до розділу 4	85
ВИСНОВКИ.....	87
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	90

ВСТУП

Сучасні міста є осередками концентрації населення, промислового виробництва та транспортної інфраструктури, що зумовлює постійне зростання антропогенного навантаження на компоненти довкілля. Урбанізовані території зазнають комплексного впливу забруднення атмосферного повітря, ґрунтів і водних ресурсів, підвищеного рівня шумового навантаження та інших несприятливих екологічних чинників. У цьому контексті систематична оцінка стану довкілля населених пунктів набуває першочергового значення для забезпечення екологічної безпеки та здоров'я мешканців.

Актуальність теми. Питання оцінки стану довкілля урбанізованих територій набуває особливої гостроти в умовах постконфліктного відновлення України. Ірпінь є одним із міст, які найбільше постраждали від воєнних дій на Київщині у 2022 році та перебувають у процесі активного відновлення й реконструкції. Відсутність системного екологічного моніторингу в поєднанні зі значним антропогенним навантаженням, що обумовлене будівельною діяльністю, відновленням транспортної інфраструктури та поверненням населення, формує реальні ризики для здоров'я мешканців міста. Дослідження екологічного стану Ірпеня є необхідною науково-практичною основою для розроблення ефективних природоохоронних заходів та планування сталого розвитку міста.

Мета і завдання дослідження. Метою кваліфікаційної роботи є комплексна оцінка стану довкілля міста Ірпінь з урахуванням антропогенного впливу, наслідків воєнних дій та визначення шляхів покращення екологічної ситуації на досліджуваній території.

Для досягнення поставленої мети визначено такі завдання:

- розкрити теоретичні основи екологічної оцінки урбанізованих територій та охарактеризувати основні фактори антропогенного впливу на довкілля міста;
- проаналізувати методичні підходи до оцінки стану компонентів довкілля в межах населених пунктів;

- надати загальну фізико-географічну та соціально-економічну характеристику міста Ірпінь;
- оцінити стан атмосферного повітря, ґрунтів, водних ресурсів та рівень шумового навантаження на досліджуваній території;
- виявити основні джерела забруднення довкілля та оцінити їх вплив на здоров'я населення;
- проаналізувати екологічні наслідки воєнних дій для стану довкілля міста;
- розробити практичні рекомендації щодо зменшення антропогенного навантаження, організації екологічного моніторингу та відновлення порушених екосистем;
- окреслити перспективи сталого розвитку міста Ірпінь у контексті екологічної безпеки.

Об'єкт дослідження – навколишнє середовище міста Ірпінь як урбанізованої території, що зазнала впливу комплексу антропогенних та воєнних чинників.

Предмет дослідження – закономірності формування екологічної ситуації в межах міста Ірпінь, зміни якісних та кількісних показників стану атмосферного повітря, ґрунтового покриву, водних ресурсів та інших складових довкілля під впливом антропогенних та воєнних факторів.

Практична значущість. Результати дослідження можуть бути використані органами місцевого самоврядування міста Ірпінь при розробленні програм екологічного моніторингу та природоохоронних заходів, плануванні відновлювальних робіт на забруднених ділянках, а також при формуванні стратегії сталого розвитку міста. Отримані дані щодо стану компонентів довкілля можуть слугувати базовими показниками для подальших наукових досліджень у сфері урбоекології та екологічної безпеки постраждалих від воєнних дій населених пунктів України.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ

1.1 Сутність та значення екологічної оцінки міських територій

Сучасна урбанізація є одним із визначальних процесів цивілізаційного розвитку. За даними Організації Об'єднаних Націй, станом на 2023 рік у містах проживало понад 56 % населення Землі, а до 2050 року цей показник, за прогнозами, сягне 68 %. Концентрація населення, промислових підприємств і транспортної інфраструктури в межах населених пунктів закономірно супроводжується зростанням антропогенного навантаження на природні компоненти – атмосферне повітря, ґрунти, водні ресурси та акустичне середовище [1]. Інтенсифікація цих процесів зумовлює потребу в розробленні та застосуванні надійних інструментів контролю за станом міського довкілля.

Місто як складна соціально-екологічна система характеризується високим ступенем перетворення природного середовища. Природні ландшафти на урбанізованих територіях значною мірою заміщуються штучними – забудовою, дорожнім покриттям, інженерними мережами. Внаслідок цього порушуються природні цикли кругообігу речовин і енергії, змінюється мікроклімат, скорочується біологічне різноманіття. Усе це формує особливе середовище існування людини, якість якого безпосередньо впливає на її здоров'я та добробут [2].

Історично проблема забруднення міського середовища загострилася з розвитком промислової революції, коли концентрація виробничих потужностей у містах призвела до різкого погіршення якості повітря, води та ґрунтів. Протягом ХХ століття сформувалися наукові основи урбоекології – міждисциплінарної галузі, що вивчає закономірності функціонування міських екосистем та взаємодію людини з міським середовищем. Сьогодні урбоекологія інтегрує знання з екології, географії, санітарії, містобудування та низки інших дисциплін, що дозволяє розглядати місто як цілісну систему [1, 2].

Концепція сталого розвитку, сформульована наприкінці ХХ століття, надала екологічній оцінці міст нового стратегічного виміру. Згідно з нею,

розвиток міста має забезпечувати задоволення потреб нинішнього покоління без шкоди для можливостей майбутніх поколінь. Цілі сталого розвитку, ухвалені ООН у 2015 році, прямо передбачають створення безпечних, життєстійких та екологічно сталих міст (Ціль 11) [3]. У цьому контексті екологічна оцінка стає необхідним інструментом моніторингу прогресу в досягненні цілей сталого розвитку на місцевому рівні [4].

Екологічна оцінка міських територій – це комплекс науково-методичних підходів, спрямованих на визначення актуального стану компонентів довкілля в межах урбанізованого простору, виявлення джерел і масштабів їхнього забруднення, а також прогнозування подальших змін під впливом антропогенних чинників. Результати такої оцінки є науковою основою для прийняття управлінських рішень у сфері екологічної безпеки, містобудування та охорони здоров'я населення [2].

В Україні правову основу проведення екологічних оцінок становлять Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» [5] та Закон України «Про оцінку впливу на довкілля» [6]. Ці нормативні акти визначають принципи, порядок та обов'язковість здійснення екологічного контролю на всіх рівнях – від окремого промислового об'єкта до муніципального утворення в цілому. Окремо питання охорони повітряного басейну регулюється Законом України «Про охорону атмосферного повітря» [7], а водних ресурсів – Законом України «Про питну воду та питне водопостачання» [8].

Екологічна оцінка як наукова категорія включає декілька взаємопов'язаних складових: інвентаризацію джерел забруднення, моніторинг стану компонентів навколишнього середовища, нормативне оцінювання отриманих даних шляхом порівняння з гранично допустимими концентраціями (ГДК) та орієнтовно безпечними рівнями впливу (ОБРВ), а також аналіз ризиків для здоров'я населення [2]. Логічна послідовність цих етапів забезпечує отримання достовірної та порівнянної інформації, придатної для подальшого використання в управлінні якістю довкілля.

Принципово важливим є розмежування понять «оцінка стану довкілля» та «оцінка впливу на довкілля». Перше поняття стосується характеристики фактичного, наявного стану природних компонентів на певний момент часу. Друге, закріплене в Законі України «Про оцінку впливу на довкілля» [6], стосується прогнозування можливих наслідків запланованої господарської діяльності. У межах цієї роботи основну увагу зосереджено саме на оцінці фактичного стану довкілля міста Ірпінь.

Особливого значення екологічна оцінка набуває для міст, які зазнали впливу екстраординарних факторів – техногенних аварій, природних катастроф або воєнних дій. У таких випадках традиційні показники фонового забруднення суттєво змінюються, а для встановлення реального стану довкілля та розробки відновлювальних заходів необхідний комплексний підхід, що враховує специфіку завданої шкоди [9]. Саме така ситуація склалася в містах Київщини, зокрема в Ірпені, після подій 2022 року.

Відповідно до сучасних методологічних підходів, екологічна оцінка урбанізованих територій здійснюється за такими основними напрямками:

- оцінка стану атмосферного повітря (викиди стаціонарних і пересувних джерел, дисперсія забруднювачів, індекс забруднення атмосфери);
- оцінка стану ґрунтового покриву (хімічне, радіаційне забруднення, деградація структури);
- оцінка стану водних ресурсів (якість поверхневих і підземних вод, відповідність санітарно-гігієнічним нормам);
- оцінка акустичного забруднення (рівні шуму, транспортне та промислове навантаження);
- інтегральна оцінка ризиків для здоров'я населення.

Слід зазначити, що в українській науковій практиці використовується поняття «екологічний паспорт території» – офіційний документ, що відображає сукупність кількісних показників стану довкілля в межах адміністративної одиниці. Зокрема, Екологічний паспорт Київської області (2022) містить

детальні відомості щодо стану атмосферного повітря, водних об'єктів, ґрунтів та лісових ресурсів Київщини, у тому числі території Ірпінського муніципального утворення [10]. Такі документи є важливим джерелом первинної інформації для регіональних і локальних екологічних досліджень.

Важливим інструментом екологічної оцінки є система державного моніторингу навколишнього природного середовища, яка в Україні функціонує відповідно до положень Закону «Про охорону навколишнього природного середовища» [5]. Держава зобов'язана забезпечувати систематичне спостереження за станом довкілля і публікувати відповідні дані у формі національних [11] та регіональних доповідей [12]. Проте в умовах повномасштабної війни, що розпочалася в лютому 2022 року, функціонування значної частини мережі моніторингових постів було порушено, що ускладнює отримання повної картини екологічної ситуації [13]. У цих умовах зростає роль альтернативних джерел даних – громадських мереж моніторингу, відкритих державних реєстрів і дистанційного зондування Землі [14, 15].

Таким чином, екологічна оцінка міських територій є науково обґрунтованим і законодавчо закріпленим інструментом управління станом довкілля, що набуває особливої актуальності в контексті відновлення постраждалих від воєнних дій населених пунктів України. Її результати дозволяють не лише констатувати наявний стан компонентів довкілля, а й визначати пріоритетні напрями природоохоронної діяльності та обґрунтовувати стратегію сталого розвитку міста. Складові екологічної оцінки міських територій наведені у табл. 1.1.

Узагальнення складових екологічної оцінки, наведене в табл. , демонструє, що кожен компонент довкілля характеризується власним набором показників і нормативною базою. Це зумовлює необхідність застосування комплексного підходу, за якого окремі оцінки компонентів інтегруються в єдину характеристику екологічного стану території. Лише такий підхід дозволяє врахувати взаємозв'язки між компонентами та оцінити кумулятивний вплив антропогенних чинників.

Таблиця 1.1 – Ключові складові екологічної оцінки урбанізованих територій

Компонент довкілля	Основні показники	Нормативна база
Атмосферне повітря	ГДК пилу, SO ₂ , NO ₂ , CO, формальдегіду; ІЗА	Закон № 2707-XII [7]; ДСП-201-97
Ґрунти	Вміст важких металів (Pb, Cd, Zn, Cu), нафтопродуктів	ДСТУ 4288:2004; ГДК для ґрунтів
Водні ресурси	БСК ₅ , ХСК, нітрати, мікробіологічні показники	Закон № 2918-III [8]; ДержСанПіН
Акустичне середовище	Еквівалентний рівень шуму LA,eq, дБА	ДБН В.1.1-31:2013
Зелені зони	Площа зелених насаджень на 1 мешканця, м ²	ДБН Б.2.2-12:2019

У теорії урбоекології розрізняють декілька рівнів екологічної оцінки залежно від масштабу досліджуваного об'єкта. На локальному рівні оцінюється стан довкілля окремого мікрорайону, промислового майданчика або рекреаційної зони. На рівні населеного пункту здійснюється комплексна оцінка стану всіх компонентів довкілля в межах міста. На регіональному рівні аналізуються міжміські взаємозв'язки, транскордонне перенесення забруднювачів та сукупний вплив групи населених пунктів на природні системи. Дослідження стану довкілля міста Ірпінь належить до рівня населеного пункту, проте з обов'язковим урахуванням регіонального контексту Київської агломерації [1, 10].

Методологія екологічної оцінки спирається на низку наукових принципів. Принцип системності передбачає розгляд міського середовища як цілісної системи взаємопов'язаних компонентів. Принцип комплексності вимагає одночасного врахування всіх видів антропогенного впливу. Принцип динамічності орієнтує на аналіз змін стану довкілля в часі, а не лише на фіксацію статичної картини. Принцип нормативності забезпечує порівнянність результатів через використання єдиних гранично допустимих концентрацій і

рівнів. Принцип превентивності спрямований на завчасне виявлення та запобігання негативним екологічним наслідкам [2].

Окремо слід наголосити на ролі екологічної оцінки у забезпеченні права громадян на безпечне для життя і здоров'я довкілля, гарантованого статтею 50 Конституції України та закріпленого в Законі України «Про охорону навколишнього природного середовища» [5]. Доступ населення до достовірної екологічної інформації є невід'ємною складовою екологічної демократії та основою для участі громадськості у прийнятті рішень щодо охорони довкілля. У цьому контексті відкриті державні бази екологічних даних відіграють важливу роль у забезпеченні прозорості та підзвітності природоохоронної діяльності [14].

Центральним поняттям сучасної екологічної оцінки є категорія екологічного ризику – імовірності виникнення несприятливих наслідків для довкілля та здоров'я людини внаслідок дії природних і антропогенних чинників. Оцінка екологічного ризику передбачає ідентифікацію небезпек, аналіз імовірності їх реалізації та визначення можливих наслідків. Управління екологічними ризиками спрямоване на їх мінімізацію через систему превентивних і захисних заходів. Для урбанізованих територій характерним є поєднання хронічних ризиків (постійний вплив помірних концентрацій забруднювачів) та гострих ризиків (аварійні ситуації, надзвичайні події), що потребує диференційованого підходу до їх оцінки та управління [2, 16].

1.2 Основні фактори антропогенного впливу на довкілля міста

Міське середовище є унікальним геоекологічним утворенням, в якому природні та антропогенні чинники перебувають у постійній взаємодії. Антропогенний вплив на довкілля міста визначається сукупністю факторів, що діють одночасно і взаємообумовлюють один одного. Класифікація цих факторів є необхідним кроком для систематизації екологічних досліджень і розробки цілеспрямованих природоохоронних заходів [1].

За своєю природою основні антропогенні фактори впливу на міське довкілля поділяються на фізичні, хімічні та біологічні. Фізичні фактори включають шумове, вібраційне, теплове та електромагнітне забруднення. Хімічні передбачають надходження токсичних речовин у повітря, ґрунти та воду внаслідок промислової діяльності, функціонування транспорту та побутових процесів. Біологічні включають зміну видового складу флори і фауни, синантропізацію екосистем, поширення хвороботворних мікроорганізмів [2]. Кожна з цих груп факторів потребує специфічних методів виявлення та оцінки.

Вагомим чинником, що визначає екологічну якість міського середовища, є стан зелених насаджень. Зелені зони виконують низку важливих екологічних функцій: поглинають вуглекислий газ і виділяють кисень, затримують пил і аерозолі, знижують рівень шуму, регулюють мікроклімат, запобігаючи перегріву території. Згідно з містобудівними нормами, забезпеченість зеленими насадженнями загального користування є одним із ключових індикаторів екологічного благополуччя міста. Скорочення площі зелених зон унаслідок ущільнення забудови є негативною тенденцією, характерною для багатьох міст, що швидко зростають [17].

Антропогенний вплив на довкілля міста безпосередньо позначається на здоров'ї населення. Забруднення атмосферного повітря зумовлює зростання захворюваності на хвороби органів дихання та серцево-судинної системи. Забруднення води та ґрунтів важкими металами становить ризик хронічних отруєнь та онкологічних захворювань. Тривалий вплив підвищеного рівня шуму спричиняє розлади сну, нервової системи та зниження працездатності [18]. Саме тому інтегральна оцінка впливу екологічних факторів на здоров'я населення є невід'ємною складовою комплексного дослідження стану міського довкілля.

Транспортна інфраструктура є одним із провідних джерел антропогенного впливу в сучасних містах. Автомобільний транспорт генерує значні обсяги викидів оксидів азоту (NO_x), оксиду вуглецю (CO), твердих частинок (PM_{10} та

PM_{2,5}), вуглеводнів і формальдегіду. Окрім хімічного забруднення, транспортні потоки спричиняють суттєве акустичне навантаження: на жвавих вулицях рівні шуму можуть досягати 80–90 дБА, тоді як допустимий денний рівень для житлових зон становить 55 дБА [19, 20]. Частка автотранспорту в загальній структурі забруднення атмосферного повітря міст постійно зростає внаслідок збільшення кількості транспортних засобів.

Промислові підприємства є джерелами стаціонарних викидів забруднюючих речовин у повітря, скидів у водойми та забруднення ґрунтів. Особливу небезпеку становлять підприємства хімічної, металургійної та нафтопереробної промисловості, які можуть виділяти у навколишнє середовище важкі метали, стійкі органічні сполуки та інші токсичні речовини. У Київській області, відповідно до Екологічного паспорту за 2022 рік, провідними джерелами забруднення атмосферного повітря є підприємства енергетики та транспортний комплекс [10].

Розподіл основних джерел забруднення атмосферного повітря в Київській області наочно ілюструє рис. 1.1. Як видно з діаграми, найбільший внесок у забруднення повітряного басейну регіону робить автотранспорт, частка якого є визначальною. Це підтверджує загальну для урбанізованих територій тенденцію домінування мобільних джерел над стаціонарними в структурі викидів.

Структура джерел забруднення атмосферного повітря
у Київській області (2022 р.), %

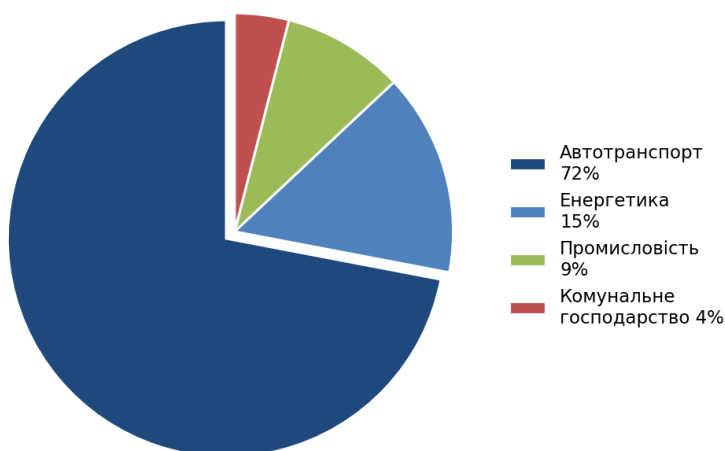


Рисунок 1.1 – Структура джерел забруднення атмосферного повітря у Київській області (2022 р.) [10, 21]

Комунально-побутова сфера також здійснює суттєвий вплив на стан міського довкілля. Скиди неочищених або недостатньо очищених стічних вод у водойми призводять до їх евтрофікації та мікробіологічного забруднення. Несанкціоновані сміттєзвалища є джерелами фільтрату, що містить важкі метали та органічні токсиканти, які поступово мігрують у ґрунтові води. Щільна забудова і скорочення площі зелених насаджень порушують природний теплообмін, спричиняючи ефект «теплового острова» [1].

Будівельна діяльність, особливо активна в містах, що швидко зростають, є джерелом пилового забруднення, шуму та вібрації. Для міст-супутників великих агломерацій, до яких належить Ірпінь, будівельний фактор має особливе значення з огляду на високі темпи житлового будівництва та, в повоєнний період, масштабні відновлювальні роботи. Переміщення значних обсягів ґрунтових мас при будівництві може спричинити вторинне забруднення прилеглих територій.

Окремої уваги заслуговує теплове забруднення міського середовища, відоме як ефект «острова тепла». Унаслідок щільної забудови, переважання штучних покриттів з високою теплоємністю та зменшення площі зелених насаджень температура повітря в центральних районах міст може бути на декілька градусів вищою, ніж на околицях. Цей феномен посилюється в умовах глобальної зміни клімату та негативно впливає на комфортність проживання, енергоспоживання та здоров'я населення. Інтеграція природоорієнтованих рішень – створення зелених дахів, відновлення зелених зон, збільшення площі водних об'єктів – розглядається як ефективний засіб пом'якшення цього ефекту.

Окремим і надзвичайно значущим фактором антропогенного впливу, що актуальний для ряду українських міст, є наслідки воєнних дій. Збройна агресія зумовлює специфічні форми забруднення довкілля: надходження до ґрунтів і водних об'єктів важких металів (свинцю, кадмію, міді, цинку) зі складу боєприпасів та знищеної техніки, масштабні пожежі з виділенням токсичних газів і аерозолів, руйнування очисних споруд і об'єктів водопостачання [22 – 24]. За даними наукових досліджень, на місцях розривів снарядів концентрація

окремих металів у ґрунті може перевищувати фонові показники в десятки й сотні разів [22].

Рівень антропогенного навантаження на міське довкілля залежить від таких чинників, як щільність населення, рівень розвитку промисловості, якість комунальної інфраструктури та ефективність природоохоронних заходів (табл. 1.2). Для малих і середніх міст-супутників великих агломерацій, до яких належить Ірпінь, характерне поєднання транспортного навантаження від транзитного руху, будівельної активності, пов'язаної з активним зростанням, та специфічного впливу, спричиненого близькістю до мегаполісу – Києва.

Таблиця 1.2 – Класифікація основних факторів антропогенного впливу на довкілля міста

Фактор	Джерела	Забруднювачі / наслідки	Компонент довкілля
Транспортний	Автомобілі, залізниця	NO _x , CO, PM _{2,5} , шум	Повітря, ґрунт, акустика
Промисловий	Підприємства різних галузей	Важкі метали, SO ₂ , леткі органіки	Повітря, ґрунт, вода
Комунально-побутовий	Стічні води, ТПВ	Нітрати, мікроорганізми, фільтрат	Вода, ґрунт
Будівельний	Зведення/знесення об'єктів	Пил, шум, вібрація	Повітря, акустика
Воєнний	Бойові дії, знищена техніка	Pb, Cd, Cu, вибухові речовини, пожежі	Ґрунт, вода, повітря
Рекреаційний	Масові заходи, туризм	ТПВ, витоптування ґрунту	Ґрунт, зелені зони

Джерело: складено автором на основі [1, 5, 13, 19, 22, 23]

Варто зазначити, що антропогенні фактори зрідка діють ізольовано. Синергетичний ефект їхньої одночасної дії може призводити до значно більшої шкоди для довкілля і здоров'я людей, ніж проста сума окремих впливів. Наприклад, поєднання підвищеного рівня шуму і хімічного забруднення повітря формує комбінований стрес-фактор, що підвищує ризики серцево-судинних і респіраторних захворювань серед міського населення [18]. Урахування таких комбінованих ефектів є одним із найскладніших завдань сучасної урбоекотології.

Аналіз багаторічної динаміки забруднення атмосферного повітря в Україні засвідчує загальну тенденцію до збереження підвищеного рівня забруднення. Середній індекс забруднення атмосфери (ІЗА) протягом 2020–2024 років залишався в межах підвищеного рівня з тенденцією до незначного зростання у 2024 році, не досягаючи, проте, межі високого рівня (значення 7,0) (рис. 1.2).

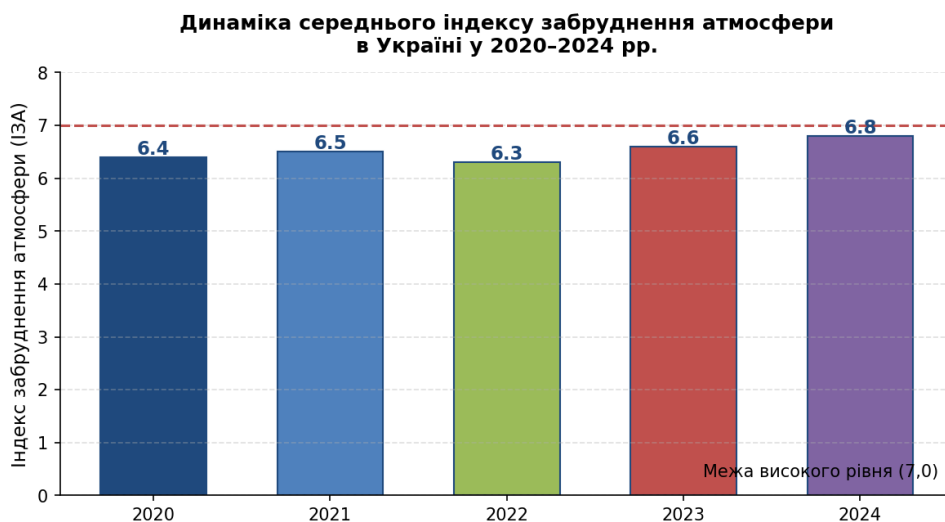


Рисунок 1.2 – Динаміка середнього індексу забруднення атмосфери в Україні у 2020–2024 рр. [25]

Наведена динаміка свідчить про сталість антропогенного навантаження на атмосферне повітря навіть в умовах воєнного часу, коли частина промислових потужностей припинила або скоротила роботу. Це пояснюється тим, що зниження промислових викидів частково компенсується зростанням забруднення від пожеж, роботи генераторів, переміщення великих обсягів транспорту та інших чинників, пов'язаних із воєнними діями.

Важливою характеристикою антропогенного впливу є його просторовий розподіл у межах міста. Зони максимального навантаження зазвичай концентруються вздовж транспортних магістралей, навколо промислових майданчиків та в районах щільної забудови. Натомість периферійні райони, зелені зони та рекреаційні території характеризуються нижчим рівнем антропогенного навантаження. Така просторова неоднорідність зумовлює необхідність диференційованого підходу до оцінки стану довкілля в різних

частинах міста та обґрунтування зонування території за рівнем екологічного ризику [1, 26].

Часовий аспект антропогенного впливу також має суттєве значення. Інтенсивність забруднення змінюється протягом доби (добові цикли транспортних потоків), тижня (робочі та вихідні дні) та року (сезонні коливання, опалювальний період). Урахування цих циклів є необхідним для коректної інтерпретації результатів моніторингу та планування заходів зі зниження навантаження. Зокрема, рівні шуму і забруднення повітря від транспорту досягають максимуму в години пік, тоді як у нічний час знижуються [18, 19].

Для систематизації уявлень про вплив окремих факторів на різні компоненти довкілля доцільно розглянути узагальнену характеристику ступеня їхнього впливу. У таблиці 1.3 наведено експертну оцінку інтенсивності впливу основних антропогенних факторів на компоненти міського довкілля за умовною трирівневою шкалою.

Таблиця 1.3 – Інтенсивність впливу антропогенних факторів на компоненти довкілля міста

Фактор	Повітря	Ґрунти	Вода	Акустика
Транспортний	високий	середній	низький	високий
Промисловий	високий	високий	високий	середній
Комунально-побутовий	низький	середній	високий	низький
Будівельний	середній	середній	низький	середній
Воєнний	високий	високий	високий	середній

Джерело: складено автором на основі [1, 18, 19, 22, 23]

Як видно з таблиці 1.3, найбільш універсальний негативний вплив на всі компоненти довкілля чинять промисловий та воєнний фактори, тоді як транспортний фактор найсильніше позначається на стані атмосферного повітря та акустичному середовищі. Така диференціація дозволяє визначати пріоритетні напрями природоохоронних заходів залежно від домінуючих джерел

навантаження на конкретній території. Для міста Ірпінь, що зазнало впливу воєнних дій, актуальним є комплексне врахування як традиційних урбаністичних факторів, так і специфічних наслідків бойових дій.

1.3 Методичні підходи до оцінки стану компонентів довкілля

Оцінка стану компонентів довкілля в межах урбанізованих територій здійснюється із застосуванням комплексу методів, що охоплюють інструментальні вимірювання, лабораторний аналіз, розрахункові методи та геоінформаційне моделювання. Вибір конкретних методів визначається метою дослідження, наявністю необхідного обладнання та ресурсів, а також особливостями досліджуваного об'єкта [2].

У загальному вигляді процес екологічної оцінки можна поділити на декілька послідовних етапів. Підготовчий етап охоплює визначення мети та завдань дослідження, збір наявної інформації про територію, формування програми спостережень. Польовий етап передбачає відбір проб, інструментальні вимірювання та натурні обстеження. Лабораторно-аналітичний етап включає визначення концентрацій забруднюючих речовин та інших показників. Камеральний етап охоплює обробку отриманих даних, їх порівняння з нормативами, статистичний аналіз і картографування. Заключний етап полягає у формулюванні висновків, оцінці ризиків та обґрунтуванні рекомендацій. Дотримання такої послідовності забезпечує системність і повноту екологічної оцінки [2].

Моніторинг атмосферного повітря здійснюється на основі мережі стаціонарних і пересувних постів спостереження. В Україні базова мережа державного моніторингу атмосферного повітря охоплює 39 міст та 129 постів. Визначення концентрацій забруднювачів виконується за стандартизованими методиками з подальшим розрахунком комплексного індексу забруднення атмосфери (ІЗА). Відповідно до даних Центральної геофізичної обсерваторії імені Бориса Срезневського, середній ІЗА по Україні у 2024 році склав 6,8, що відповідає підвищеному рівню [25].

Для оцінки якості атмосферного повітря використовується порівняння вимірних концентрацій з гранично допустимими концентраціями (ГДК), встановленими санітарним законодавством. Індекс забруднення атмосфери розраховується за формулою (1.1):

$$ІЗА = \sum (C_i / ГДК_i)^{\alpha_i} \quad (1.1)$$

де C_i – середньорічна концентрація i -тої речовини, $мг/м^3$; $ГДК_i$ – гранично допустима середньодобова концентрація i -тої речовини, $мг/м^3$; α_i – коефіцієнт, що залежить від класу небезпеки речовини (від 0,85 до 1,7).

Залежно від отриманого значення ІЗА рівень забруднення атмосферного повітря оцінюється як низький (менше 5,0), підвищений (від 5,0 до 7,0), високий (від 7,0 до 14,0) або дуже високий (понад 14,0). Така градація дозволяє об'єктивно порівнювати екологічну ситуацію в різних містах і відстежувати її динаміку в часі. Для розрахунку ІЗА зазвичай використовують концентрації п'яти речовин з найбільшими нормованими значеннями, що забезпечує репрезентативність комплексної оцінки [25].

Оцінка стану ґрунтів здійснюється методами хімічного аналізу з визначенням вмісту важких металів, нафтопродуктів, пестицидів та інших токсикантів. При цьому використовується показник сумарного забруднення (Z_c), що враховує перевищення фонових вмісту кожного металу. Вміст важких металів порівнюється з нормативними значеннями ГДК для відповідних типів ґрунтів [22, 27]. Відбір проб ґрунту виконується за стандартизованими методиками, що забезпечує репрезентативність і порівнянність результатів.

В умовах воєнного забруднення особливого значення набуває оцінка вмісту специфічних токсикантів – продуктів вибухових речовин, важких металів із боєприпасів (свинцю, кадмію, міді). Для цих цілей широко застосовуються методи атомно-абсорбційної спектроскопії, що забезпечують точне визначення мікроконцентрацій елементів у ґрунтових зразках [22]. Дослідження, проведені на територіях, що зазнали впливу бойових дій, засвідчують значні перевищення ГДК для свинцю, кадмію і міді в зонах розривів снарядів.

Оцінка якості водних ресурсів виконується відповідно до вимог Закону України «Про питну воду та питне водопостачання» [8] та ДержСанПіН 2.2.4-171-10. Контрольовані показники поділяються на органолептичні (кольоровість, каламутність, запах), фізико-хімічні (рН, жорсткість, вміст нітратів, фторидів, хлоридів), санітарно-токсикологічні (важкі метали, пестициди) та мікробіологічні (загальне мікробне число, колі-форми). Для оцінки стану поверхневих водних об'єктів визначають показники біохімічного споживання кисню (БСК_5), хімічного споживання кисню (ХСК), вміст завислих речовин та біогенних елементів [28, 29].

Особливе значення для оцінки якості води має визначення джерела водопостачання. Поверхневі води зазвичай характеризуються більшою мінливістю складу та вищою вразливістю до забруднення, тоді як підземні води відрізняються стабільнішим складом, проте можуть містити підвищені концентрації заліза, марганцю та солей жорсткості. Так, населені пункти Київщини, що використовують підземні води, у тому числі Ірпінь, нерідко стикаються з проблемою підвищеного вмісту заліза і марганцю та потребують відповідних технологій водопідготовки [30]. Оцінка якості води має враховувати специфіку конкретного джерела водопостачання.

Для поверхневих водних об'єктів застосовується також екологічна класифікація якості води за комплексом гідрохімічних, гідробіологічних та мікробіологічних показників. Природна здатність водойм до самоочищення є обмеженою, тому в умовах інтенсивного антропогенного навантаження можлива довготривала деградація водних екосистем. Це особливо актуально для малих річок у межах урбанізованих територій, які найбільш вразливі до забруднення [29].

Оцінка акустичного забруднення міського середовища здійснюється шляхом інструментальних вимірювань еквівалентного рівня звуку та розрахункових методів моделювання шумового поля. В Україні нормування шуму здійснюється відповідно до ДБН В.1.1-31:2013 «Захист територій, будинків і споруд від шуму». Допустимий рівень шуму у денний час у зоні

житлової забудови становить 55 дБА, у нічний – 45 дБА. Транспортний шум є провідним фактором акустичного навантаження в містах: за даними досліджень, на жвавих вулицях він перевищує нормативні значення на 25–30 % і більше [19, 20, 31].

Наочне уявлення про масштаби перевищення нормативних значень шуму в міському середовищі дає рисунок 1.3. Як видно з діаграми, рівні шуму на магістральних вулицях і транспортних вузлах значно перевищують гранично допустимий денний норматив у 55 дБА, що становить реальну загрозу для здоров'я мешканців прилеглих житлових кварталів.

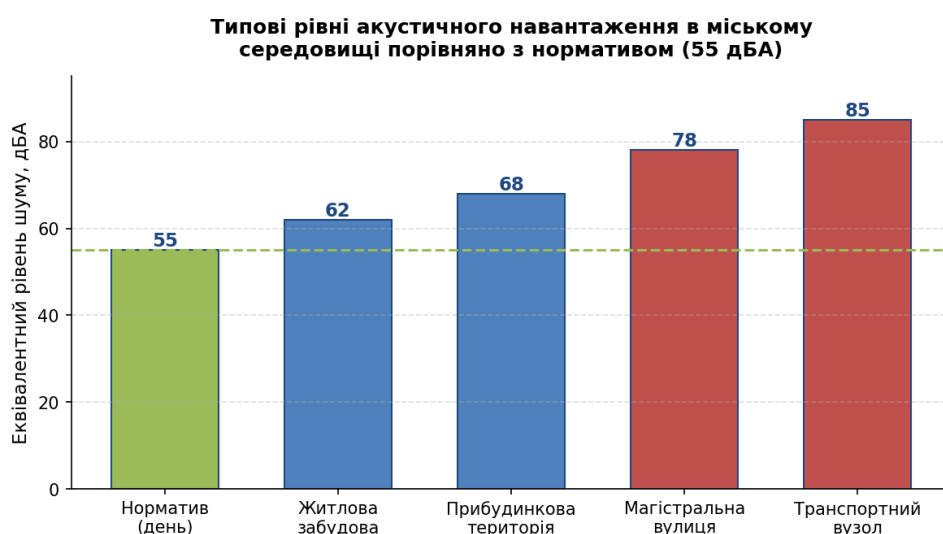


Рисунок 1.3 – Типові рівні акустичного навантаження в міському середовищі порівняно з нормативом

Джерело: побудовано автором за даними [19, 20, 32]

Останніми роками значного поширення набули методи дистанційного зондування Землі для оцінки стану міського довкілля. Аналіз супутникових знімків дозволяє відстежувати динаміку змін у стані зелених насаджень, виявляти теплові аномалії, зони затоплень і деградації ґрунтового покриву. Ці методи набули особливого значення для оцінки екологічних наслідків воєнних дій, коли проведення традиційних польових досліджень на окупованих або замінованих територіях є неможливим [23, 32].

Для комплексної оцінки екологічного стану міської території застосовуються також геоінформаційні системи (ГІС), що дозволяють

інтегрувати різноманітні дані – результати хімічного аналізу, дані моніторингових постів, топографічну інформацію – у єдину просторову модель. На основі ГІС-аналізу можна виявляти зони підвищеного екологічного ризику, будувати картосхеми розподілу забруднювачів та обґрунтовувати пріоритетні заходи з охорони довкілля [26].

Перевагою геоінформаційного підходу є можливість візуалізації екологічної інформації у вигляді тематичних карт, що значно полегшує її сприйняття та використання в управлінні. Накладання шарів даних про джерела забруднення, рози вітрів, гідрологічну мережу та розташування житлової забудови дозволяє моделювати поширення забруднювачів і прогнозувати зони потенційного ризику для населення. Сучасні ГІС-платформи інтегруються з даними дистанційного зондування та відкритими екологічними реєстрами, що розширює їхні аналітичні можливості [15, 26].

Важливим джерелом даних для екологічної оцінки в сучасних умовах є відкриті державні бази даних і громадські мережі моніторингу. Портал «Дія. Відкриті дані» забезпечує доступ до десятків реєстрів у сфері екології, зокрема даних про якість поверхневих вод, дозволи на викиди та користування надрами [14]. Громадські системи, такі як SaveEcoBot, агрегують показники з державних і муніципальних станцій моніторингу, надаючи оперативну інформацію про якість повітря та води [15]. Ці ресурси частково компенсують обмеження державної мережі моніторингу, що виникли в умовах воєнного стану.

Інтегральна оцінка ризику для здоров'я населення – один із сучасних підходів, що поєднує екологічні та медично-демографічні дані. Вона базується на концепції залежності «доза – відповідь» і дозволяє кількісно оцінити ймовірність негативних наслідків для здоров'я при тривалому впливі забруднюючих речовин у встановлених концентраціях. Саме цей підхід лежить в основі сучасного санітарно-гігієнічного нормування і планування заходів екологічної безпеки в Україні [11, 16].

Таблиця 1.4 – Методи оцінки стану компонентів довкілля урбанізованих територій

Компонент	Методи оцінки	Показники	Нормативи
Атмосферне повітря	Стаціонарний/пересувний моніторинг, розрахунок розсіювання	ГДК, ІЗА	РД 52.04.186-89; ДСП-201-97
Ґрунти	Хімічний аналіз (ААС, ІСР-MS), відбір проб за ДСТУ	Zc, ГДК важких металів	ДСТУ 4288:2004
Поверхневі води	Хімічний, мікробіологічний аналіз	БСК ₅ , ХСК, нітрати, колі-форми	ДержСанПіН 2.2.4-171-10
Питна вода	Санітарно-хімічний, мікробіологічний аналіз	pH, жорсткість, нітрати, важкі метали	ДСанПіН 2.2.4-171-10
Акустика	Інструментальні вимірювання, розрахункове моделювання	LA,eq, дБА	ДБН В.1.1-31:2013
Зелені насадження	Дистанційне зондування, польові обстеження	Площа, м ² на мешканця	ДБН Б.2.2-12:2019

Джерело: складено автором на основі [2, 7, 8, 19, 22, 29]

Порівняльний аналіз різних методів оцінки стану довкілля за рівнем інформативності наведено на рисунку 1.4. Найвищу інформативність забезпечують лабораторні методи хімічного аналізу та інструментальний моніторинг, що дають точні кількісні дані. Геоінформаційні та дистанційні методи поступаються їм за точністю окремих вимірювань, проте мають перевагу в просторовому охопленні та можливості аналізу важкодоступних територій.

Особливістю методичного забезпечення екологічних досліджень в умовах воєнного стану є необхідність комбінування різних джерел даних для компенсації обмежень кожного з них. Державний моніторинг, частково порушений внаслідок бойових дій, доповнюється даними громадських мереж спостереження, відкритих реєстрів і супутникового зондування. Такий інтегрований підхід дозволяє отримати достатньо повну картину екологічної ситуації навіть за умов обмеженого доступу до окремих територій та неповноти офіційної статистики [13, 14, 17].



Рисунок 1.4 – Порівняльна характеристика методів оцінки стану компонентів довкілля за рівнем інформативності

Джерело: складено автором на основі [2, 26]

Таким чином, сучасний арсенал методів оцінки стану довкілля урбанізованих територій є різноманітним і включає як традиційні лабораторно-інструментальні підходи, так і сучасні геоінформаційні та дистанційні технології. Вибір оптимального методичного комплексу для конкретного дослідження має базуватися на цілях роботи, специфіці досліджуваної території та наявних ресурсах. У контексті оцінки стану довкілля міста Ірпінь особливої уваги потребують методи, адаптовані до умов постконфліктного середовища – насамперед хімічний аналіз ґрунтів і вод на специфічні «воєнні» забруднювачі та дистанційне зондування для моніторингу відновлення екосистем.

Важливим методичним аспектом є забезпечення достовірності та порівнянності даних, отриманих з різних джерел. Дані державного моніторингу мають високий рівень надійності завдяки використанню стандартизованих методик і повіреного обладнання, проте можуть бути неповними за охопленням. Дані громадських мереж відрізняються широким просторовим охопленням і оперативністю, проте потребують верифікації. Результати наукових досліджень окремих авторів дають глибоку характеристику конкретних аспектів, але часто обмежені у просторі та часі. Поєднання цих джерел із критичним аналізом їхньої надійності є основою коректної екологічної оцінки [15, 25, 33].

Слід також враховувати, що методи оцінки стану довкілля постійно вдосконалюються відповідно до розвитку приладобудування, інформаційних технологій та гармонізації українського екологічного законодавства зі стандартами Європейського Союзу. Запровадження систем індикативного моніторингу атмосферного повітря, розширення мережі автоматичних станцій спостереження та інтеграція даних у єдині інформаційні платформи створюють передумови для підвищення якості екологічної оцінки міських територій у майбутньому [34]. Ці тенденції є особливо важливими в контексті післявоєнного відновлення, коли потреба в надійній екологічній інформації значно зростає.

1.4 Висновки до розділу 1

Таким чином, екологічна оцінка міських територій являє собою комплексний науково-методичний інструмент, що забезпечує систематичну характеристику стану навколишнього природного середовища та є основою для прийняття обґрунтованих управлінських рішень у сфері охорони довкілля. В Україні правову та методологічну основу проведення екологічних оцінок становлять закони «Про охорону навколишнього природного середовища», «Про оцінку впливу на довкілля», «Про охорону атмосферного повітря», що в сукупності формують цілісну систему екологічного регулювання. Розмежування понять оцінки фактичного стану довкілля та оцінки впливу запланованої діяльності дозволяє чіткіше визначати завдання конкретного дослідження.

Антропогенне навантаження на міське довкілля формується під впливом комплексу факторів – транспортного, промислового, комунально-побутового, будівельного та рекреаційного. Кожен із них по-різному впливає на окремі компоненти навколишнього середовища, однак в умовах урбанізованої території всі вони діють одночасно, що зумовлює синергетичний негативний ефект. Аналіз даних засвідчив, що в Київській області домінуючим джерелом забруднення атмосферного повітря є автотранспорт, а середній індекс забруднення атмосфери в Україні протягом 2020–2024 років зберігався на

підвищеному рівні. Специфічним для ряду українських міст, у тому числі Ірпня, є воєнний фактор – вплив бойових дій на стан ґрунтів, водних ресурсів і атмосферного повітря, що потребує окремих методичних підходів для оцінки та ліквідації наслідків.

Для оцінки стану компонентів довкілля застосовується широкий спектр методів: від традиційного хімічного та мікробіологічного аналізу до геоінформаційного моделювання і дистанційного зондування. Порівняння методів за рівнем інформативності засвідчило, що найточніші результати забезпечують лабораторно-інструментальні підходи, тоді як геоінформаційні та дистанційні технології мають перевагу в просторовому охопленні. Вибір методичного комплексу має бути адаптований до цілей конкретного дослідження та особливостей досліджуваної території. Для оцінки стану довкілля міста Ірпінь доцільним є поєднання аналізу офіційних даних державного моніторингу, відкритих екологічних баз даних і результатів наявних наукових досліджень, що стосуються зони Київщини та постраждалих від воєнних дій територій.

Проведений теоретичний аналіз створює методологічну основу для практичного дослідження екологічного стану міста Ірпінь у наступних розділах роботи. Систематизовані складові екологічної оцінки, класифікація антропогенних факторів та огляд методичних підходів дозволяють обґрунтовано підійти до характеристики стану окремих компонентів довкілля досліджуваної території, виявлення основних джерел забруднення та оцінки екологічних ризиків.

РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ ТА СТАНУ ДОВКІЛЛЯ М. ІРПІНЬ

2.1 Загальна характеристика території дослідження

Місто Ірпінь є адміністративним центром Ірпінської міської територіальної громади Бучанського району Київської області. Місто розташоване на правому березі однойменної річки Ірпінь, на північний захід від столиці України. Відстань від Ірпеня до Києва становить близько 25 км як залізницею, так і автомобільним шляхом, що зумовлює тісну функціональну інтеграцію міста до Київської агломерації [35].

Географічні координати міста – 50°31' північної широти та 30°14' східної довготи. Висота території над рівнем моря в середньому становить близько 119 м. В орографічному відношенні територія міста являє собою полого-хвилясту рівнину з незначним похилом на схід, у бік річки Ірпінь. Населений пункт розташований на підвищеній території, що є вододілом між басейнами річок Буча та Рокач. Абсолютні відмітки поверхні змінюються від 106–113 м у заплавах річок до 158–164 м на вододільних ділянках у західній околиці міста.

Історично виникнення Ірпеня пов'язане з будівництвом залізниці Київ – Ковель наприкінці XIX століття. Селище розвивалося як дачна та санаторно-курортна місцевість завдяки сприятливому клімату, значним площам лісових масивів та чистому повітрю. Статус міста обласного підпорядкування Ірпінь отримав у 1962 році. Сьогодні місто є одним із найбільших та найдинамічніших міст-супутників Києва.

У межах адміністративно-територіальної реформи 2020 року в Київській області було утворено сім районів замість попередніх двадцяти п'яти. Місто Ірпінь увійшло до складу новоутвореного Бучанського району з адміністративним центром у місті Буча. Ірпінська міська територіальна громада об'єднує місто Ірпінь та низку прилеглих населених пунктів, що формують єдиний господарський і соціальний простір [36].

Демографічна ситуація міста характеризується значною динамічністю. До початку повномасштабного вторгнення населення міста стабільно зростало

завдяки активному житловому будівництву та міграційному припливу з Києва та інших регіонів. Бойові дії 2022 року спричинили тимчасову масову евакуацію мешканців, проте в подальшому розпочався процес повернення населення та відбудови міста. Зростання чисельності населення безпосередньо впливає на обсяги споживання ресурсів, утворення відходів та транспортне навантаження, що є важливими чинниками антропогенного впливу на довкілля.

Загальну характеристику основних географічних та адміністративних показників міста Ірпінь наведено в таблиці 2.1. Ці дані формують базовий контекст для подальшого аналізу екологічного стану території.

Таблиця 2.1 – Основні географічні та адміністративні показники м. Ірпінь

Показник	Значення
Область	Київська
Район	Бучанський
Статус	Місто, центр міської територіальної громади
Географічні координати	50°31' пн. ш., 30°14' сх. д.
Висота над рівнем моря	близько 119 м
Відстань до м. Києва	близько 25 км
Головна водна артерія	р. Ірпінь (права притока Дніпра)
Рік надання статусу міста	1962

Клімат території помірно континентальний, м'який, із достатнім зволоженням. Середня температура січня коливається близько $-4...-6$ °С, липня — близько $+19,5...+20$ °С. Тривалість вегетаційного періоду становить 198–204 дні. За рік на території міста випадає в середньому 500–600 мм опадів, переважно в теплу пору року. Розподіл середньомісячних температур та опадів протягом року наведено на рисунку 2.1, що дає уявлення про сезонну динаміку кліматичних умов.

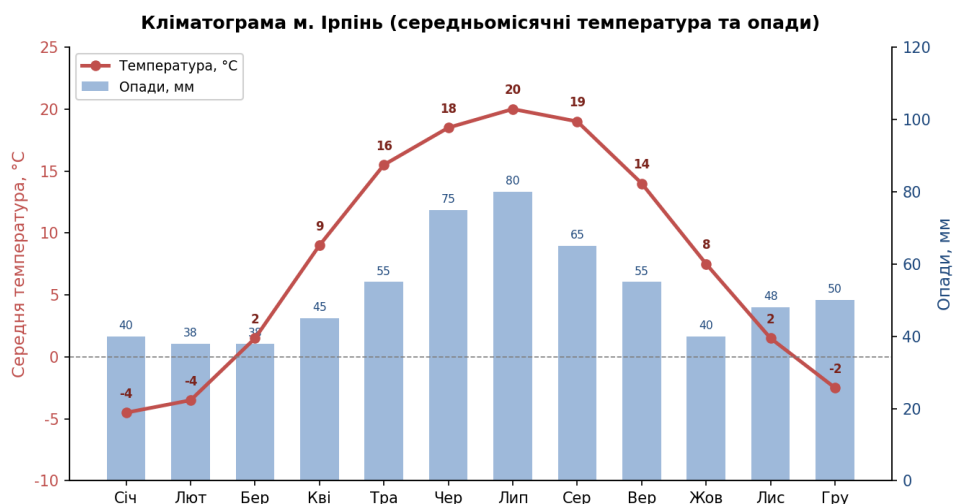


Рисунок 2.1 – Кліматограма м. Ірпінь (середньомісячні температура та опади)

Кліматичні умови території значною мірою визначають характер розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі та інтенсивність процесів самоочищення довкілля. Помірні швидкості вітру та достатня кількість опадів сприяють виведенню забруднювачів з атмосфери, проте періоди штилю та температурних інверсій, характерні для холодного сезону, можуть зумовлювати накопичення забруднюючих речовин у приземному шарі повітря [16].

Узагальнені кліматичні характеристики території наведено в таблиці 2.2. Ці показники визначають фонові умови, в яких відбувається формування екологічного стану міста, та враховуються при оцінці потенціалу самоочищення атмосфери.

Таблиця 2.2 – Основні кліматичні показники території м. Ірпінь

Кліматичний показник	Значення
Тип клімату	помірно континентальний
Середня температура січня	-4...-6 °C
Середня температура липня	+19,5...+20 °C
Середньорічна кількість опадів	500–600 мм
Тривалість вегетаційного періоду	198–204 дні
Сума активних температур	2480–2700 °C

Важливою характеристикою території є наявність значних площ зелених насаджень. Історично Ірпінь формувався серед соснових лісових масивів, що й донині відіграють важливу екологічну роль – регулюють мікроклімат, очищують повітря, забезпечують рекреаційні функції. Упродовж 2014–2016 років у місті було створено 5 парків та 5 скверів, щороку здійснюється висаджування нових зелених насаджень [36]. Збереження та розширення зелених зон є одним із ключових факторів підтримання сприятливого екологічного стану міста.

Гідрографічна мережа території представлена насамперед річкою Ірпінь та її притоками – річками Буча та Рокач. Річка Ірпінь є правою притокою Дніпра і впадає до Київського водосховища. На території міста та в його околицях наявні також штучно створені водойми та ставки. Водопостачання міста здійснюється переважно з підземних джерел – артезіанських водозаборів, що експлуатуються комунальним підприємством «Ірпіньводоканал» [35].

Слід зазначити особливість гідрологічного режиму території, пов'язану з мілководністю наявних у місті ставків та озер. Це створює передумови для формування анофелогенних ділянок – місць розмноження малярійних комарів, площа та розташування яких можуть змінюватися щороку. Відстань від таких водойм до житлової забудови подекуди становить лише 15–40 м, що потребує проведення відповідних санітарно-епідеміологічних заходів.

Ґрунтовий покрив території представлений переважно дерново-підзолистими ґрунтами, характерними для зони мішаних лісів Українського Полісся. Ці ґрунти відзначаються відносно низькою природною родючістю, легким гранулометричним складом та підвищеною кислотністю. У межах заплави річки Ірпінь поширені лучні та болотні ґрунти. Антропогенне перетворення ґрунтового покриву в межах міста є значним – більша частина території зайнята забудовою, дорожнім покриттям та іншими штучними поверхнями, що порушує природні ґрунтоутворювальні процеси [2].

Важливою характеристикою території є наявність значних площ зелених насаджень. Історично Ірпінь формувався серед соснових лісових масивів, що й донині відіграють важливу екологічну роль – регулюють мікроклімат, очищують

повітря, забезпечують рекреаційні функції. Упродовж 2014–2016 років у місті було створено 5 парків та 5 скверів, щороку здійснюється висаджування нових зелених насаджень [36]. Збереження та розширення зелених зон є одним із ключових факторів підтримання сприятливого екологічного стану міста.

Лісові насадження околиць Ірпеня представлені переважно сосновими та мішаними лісами, що виконують важливі водоохоронні, ґрунтозахисні та рекреаційні функції. Соснові ліси характеризуються високою фітонцидною активністю, сприяють очищенню повітря від мікроорганізмів та пилу, що історично й зумовило розвиток міста як санаторно-курортної зони. Збереження лісових масивів є критично важливим для підтримання екологічної рівноваги території, особливо в умовах інтенсивної забудови [17].

Рослинний і тваринний світ території, незважаючи на високий ступінь урбанізації, зберігає певне біологічне різноманіття, особливо в межах лісопаркових зон та заплави річки Ірпінь. Збереження біорізноманіття в урбанізованому середовищі є важливим індикатором екологічного благополуччя території та потребує спеціальних природоохоронних заходів. Воєнні дії 2022 року завдали відчутної шкоди природним екосистемам регіону, що потребує окремої оцінки та відновлювальних заходів [17, 33].

У соціально-економічному відношенні Ірпінь є містом із розвинутою переробною та меблевою промисловістю, будівельною галуззю. Серед найбільших підприємств – виробники гумових і пластмасових виробів, неметалевої мінеральної продукції, фармацевтичних препаратів та харчових продуктів. Водночас місто зберігає значення як рекреаційна та житлова зона Київської агломерації, що зумовлює специфічну структуру антропогенного навантаження з переважанням транспортного та комунально-побутового факторів [36].

Транспортна інфраструктура міста представлена залізничним та автомобільним сполученням. Залізниця історично розділила Ірпінь на дві частини та забезпечує приміське сполучення з Києвом. Автомобільне сполучення включає низку приміських автобусних маршрутів, що з'єднують

місто зі станціями Київського метрополітену та сусідніми населеними пунктами. Високий рівень маятникової міграції населення між Ірпенем і Києвом зумовлює значне транспортне навантаження, особливо в години пік, що є вагомим фактором впливу на стан атмосферного повітря та акустичне середовище міста [36].

Рекреаційний потенціал території історично визначався сприятливими природними умовами – сосновими лісами, помірним кліматом та наявністю водних об'єктів. Місто розвивалося як санаторно-курортна зона, і донині значні площі зайняті лісопарковими та рекреаційними територіями. Збереження рекреаційних зон має важливе значення не лише для відпочинку населення, а й для підтримання екологічної рівноваги, оскільки зелені масиви виконують функції очищення повітря, регулювання мікроклімату та збереження біорізноманіття.

Особливістю сучасного етапу розвитку міста є наслідки повномасштабного воєнного вторгнення 2022 року. У лютому–березні 2022 року територія Ірпеня та сусідніх населених пунктів (Буча, Гостомель) опинилася в зоні активних бойових дій, що спричинило значні руйнування житлової та комунальної інфраструктури. Ці події докорінно вплинули на екологічну ситуацію в місті та визначили необхідність комплексної оцінки стану довкілля з урахуванням специфічних воєнних факторів, що детально розглядається в наступних підрозділах роботи [24, 37].

Екологічна інфраструктура міста включає систему водопостачання та водовідведення, об'єкти поводження з відходами, мережу зелених насаджень та природоохоронні території. Стан цієї інфраструктури безпосередньо визначає рівень антропогенного навантаження на довкілля. Воєнні дії завдали відчутної шкоди елементам екологічної інфраструктури – було пошкоджено об'єкти водопровідно-каналізаційного господарства, порушено систему збору та вивезення відходів, знищено частину зелених насаджень. Відновлення екологічної інфраструктури є одним із пріоритетних завдань повоєнної відбудови міста [24].

Таким чином, місто Ірпінь є типовим прикладом міста-супутника великої агломерації, екологічний стан якого формується під впливом комплексу факторів: природно-кліматичних умов, транспортного навантаження, промислової та будівельної діяльності, а також специфічних наслідків воєнних дій. Сприятливі природні умови – значна лісистість, наявність водних об'єктів, помірний клімат – частково компенсують антропогенне навантаження, проте інтенсивне зростання міста та воєнні руйнування створюють нові виклики для його екологічної безпеки. Детальна оцінка стану окремих компонентів довкілля наводиться в подальших підрозділах роботи.

2.2 Аналіз стану атмосферного повітря

Атмосферне повітря є одним із найважливіших компонентів довкілля, стан якого безпосередньо впливає на здоров'я населення та якість життя в місті. Охорона атмосферного повітря в Україні регулюється Законом України «Про охорону атмосферного повітря» [7], який встановлює правові й організаційні засади та екологічні вимоги у сфері збереження й відновлення природного стану атмосферного повітря. Оцінка стану повітряного басейну міста Ірпінь ґрунтується на даних державного моніторингу, відкритих систем спостереження та регіональної екологічної статистики.

Система моніторингу атмосферного повітря в Київській області охоплює мережу автоматичних пунктів спостереження. Станом на 2025–2026 роки моніторинг здійснюється на 13–16 пунктах спостереження в містах Бровари, Біла Церква, Бориспіль, Переяслав, Вишгород, Боярка, Обухів, Кагарлик, Узин, Богуслав, Васильків, Ірпінь, Іванків та інших населених пунктах. Наявність у місті Ірпінь власного пункту автоматичного моніторингу дозволяє отримувати оперативні дані про якість атмосферного повітря [34]. Додатковим джерелом інформації є громадська мережа моніторингу SaveEcoBot, що включає станцію спостереження в Ірпені [15].

Згідно з даними автоматичного цілодобового моніторингу, який проводиться в регіоні, рівень забруднення атмосферного повітря в населених

пунктах Київської області, у тому числі в Ірпені, протягом 2025–2026 років залишається переважно низьким. Не зафіксовано систематичних перевищень допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин у повітрі, а рівень гамма-випромінювання відповідає природному фону [34]. Така ситуація пояснюється поєднанням сприятливих природних умов – значної лісистості території та помірного клімату – з відсутністю великих стаціонарних джерел промислового забруднення безпосередньо в межах міста.

Основними джерелами забруднення атмосферного повітря міста Ірпінь є викиди автомобільного транспорту, об'єктів теплоенергетики (індивідуальне та централізоване опалення), а також підприємств переробної промисловості. Як було показано в розділі 1, для урбанізованих територій Київщини характерне переважання внеску автотранспорту в загальну структуру викидів. Це зумовлено високою інтенсивністю транспортних потоків, зокрема транзитного руху, та збільшенням кількості автомобілів у місті, що активно зростає [10].

Автомобільний транспорт є провідним джерелом надходження в атмосферу оксиду вуглецю, оксидів азоту, вуглеводнів та твердих частинок. Інтенсивність транспортного забруднення залежить від кількості транспортних засобів, їхнього технічного стану, якості пального та організації дорожнього руху. У місті Ірпінь, що характеризується значним транзитним рухом у напрямку Києва та сусідніх населених пунктів, транспортний фактор має визначальне значення для формування якості атмосферного повітря, особливо вздовж основних магістралей [10, 19].

Для характеристики складу забруднення повітря важливе значення має структура викидів за типами забруднюючих речовин. Як видно з даних регіональної екологічної статистики, у структурі викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря Київської області переважають оксид вуглецю, метан, оксиди азоту та діоксид сірки. Розподіл основних забруднювальних речовин наведено на рисунку 2.2.

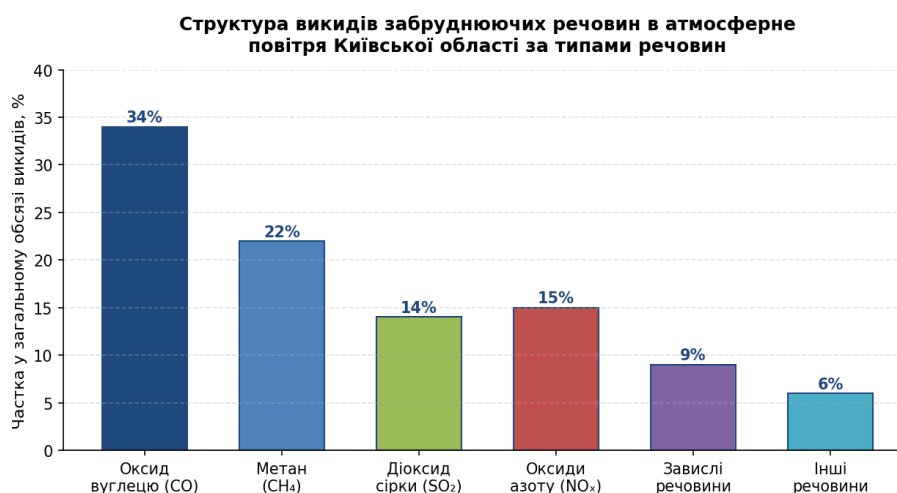


Рисунок 2.2 – Структура викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря Київської області за типами речовин

Джерело: побудовано автором за даними [21, 25]

Наведена структура викидів є типовою для урбанізованих територій із переважанням транспортного та енергетичного навантаження. Оксид вуглецю та оксиди азоту є переважно продуктами роботи двигунів внутрішнього згоряння, тоді як діоксид сірки утворюється здебільшого під час спалювання палива на об'єктах теплоенергетики. Завислі речовини (пил) надходять в атмосферу як від транспорту, так і від будівельної діяльності, що особливо актуально для Ірпеня з огляду на масштабні відновлювальні роботи в повоєнний період [10, 25].

Об'єкти теплоенергетики є джерелом сезонного забруднення атмосферного повітря, інтенсивність якого зростає в опалювальний період. Спалювання природного газу, твердого та рідкого палива на котельнях і в індивідуальних системах опалення супроводжується викидами діоксиду сірки, оксидів азоту та твердих частинок. В умовах воєнного часу, коли можливі перебої в централізованому енергопостачанні, зростає використання автономних генераторів та твердопаливних котлів, що додатково впливає на стан повітря в холодний сезон [16].

Для нормативної оцінки якості атмосферного повітря використовуються гранично допустимі концентрації (ГДК) забруднювальних речовин. Основні нормативні значення ГДК для найпоширеніших забруднювачів атмосферного

повітря населених місць наведено в таблиці 2.3. Ці показники є базою для інтерпретації результатів моніторингу та оцінки рівня забруднення.

Таблиця 2.3 – Гранично допустимі концентрації основних забруднювальних речовин в атмосферному повітрі населених місць

Забруднювальна речовина	ГДК максимально разова, мг/м ³	ГДК середньодобова, мг/м ³	Клас небезпеки
Пил (завислі речовини)	0,5	0,15	3
Діоксид сірки (SO ₂)	0,5	0,05	3
Діоксид азоту (NO ₂)	0,2	0,04	2
Оксид вуглецю (CO)	5,0	3,0	4
Формальдегід	0,035	0,003	2

Слід зазначити, що повномасштабне воєнне вторгнення 2022 року суттєво вплинуло на стан атмосферного повітря регіону. Під час активних бойових дій у лютому–березні 2022 року на території Ірпеня та сусідніх населених пунктів виникали численні пожежі внаслідок обстрілів житлових будинків, складів та інфраструктурних об'єктів. Горіння будівельних матеріалів, пально-мастильних матеріалів та побутових речовин супроводжувалося значними викидами токсичних газів, аерозолів та твердих частинок [37].

Для оцінки рівня забруднення атмосферного повітря застосовується комплексний індекс забруднення атмосфери (ІЗА), методику розрахунку якого розглянуто в розділі 1. Значення ІЗА інтегрує концентрації декількох найбільш значущих забруднюючих речовин, нормованих за їхніми ГДК з урахуванням класу небезпеки. Для коректного розрахунку ІЗА для міста Ірпінь необхідні систематичні дані вимірювань концентрацій основних забруднювачів, що накопичуються пунктом автоматичного моніторингу. Інтерпретація отриманих значень здійснюється відповідно до встановленої градації рівнів забруднення – від низького до дуже високого [25].

Перевагою сучасної системи автоматичного моніторингу є можливість безперервного спостереження за станом повітря в режимі реального часу. Дані станцій оприлюднюються на офіційних ресурсах органів влади та громадських

платформах, що забезпечує прозорість екологічної інформації та можливість оперативного реагування на випадки погіршення якості повітря. Для міста Ірпінь доступ до таких даних забезпечується через систему моніторингу Київської обласної військової адміністрації та громадську мережу SaveEcoBot [15, 34].

За результатами аналітичних досліджень, проведених під час повномасштабного вторгнення, рівень забруднення атмосферного повітря в зонах активних бойових дій тимчасово зростає через пожежі, роботу військової техніки та руйнування. Водночас на загальнонаціональному рівні спостерігалось часткове зниження промислових викидів унаслідок зупинки частини підприємств [38]. Для Ірпеня, що не мав великих стаціонарних промислових джерел, основним чинником погіршення якості повітря в період бойових дій були саме пожежі та руйнування.

У повоєнний період ключовим фактором впливу на атмосферне повітря міста стали масштабні відновлювальні та будівельні роботи. Розбирання зруйнованих будівель, вивезення будівельного сміття, робота важкої техніки та інтенсивний рух транспорту спричиняють підвищене пилове навантаження та локальне забруднення повітря. Ці процеси мають переважно тимчасовий характер, проте потребують контролю та застосування заходів зі зниження пилоутворення на будівельних майданчиках [18].

Для систематизації факторів впливу на стан атмосферного повітря міста Ірпінь у різні періоди доцільно узагальнити їх у порівняльній формі. У таблиці 2.4 наведено зіставлення основних чинників та стану повітря в довоєнний період, період активних бойових дій (2022 рік) та повоєнний період відновлення.

Як видно з наведеного порівняння, найбільш критичним з погляду стану атмосферного повітря був період активних бойових дій 2022 року, коли основними джерелами забруднення стали пожежі та руйнування. У довоєнний та повоєнний періоди стан повітря залишається переважно задовільним, що підтверджується даними автоматичного моніторингу. Водночас у повоєнний

Таблиця 2.4 – Порівняльна характеристика стану атмосферного повітря м. Ірпінь за різні періоди

Період	Основні джерела впливу	Стан повітря
Довоєнний (до 2022 р.)	Автотранспорт, опалення, переробна промисловість	Переважає задовільний, без систематичних перевищень ГДК
Активні бойові дії (2022 р.)	Пожежі, обстріли, робота військової техніки, руйнування	Тимчасове локальне погіршення через пожежі та задимлення
Повоєнний (з 2023 р.)	Будівельні роботи, пил, відновлення транспортних потоків	Переважає задовільний за даними моніторингу; локальне пилове навантаження

Джерело: складено автором на основі [18, 34, 37, 38]

період зберігається підвищене локальне пилове навантаження, пов'язане з відбудовою, що потребує контролю та запровадження пилозахисних заходів на будівельних майданчиках [18, 34].

Окремої уваги потребує оцінка ризиків, пов'язаних із вторинним забрудненням повітря внаслідок підняття пилу із забруднених важкими металами ґрунтів на територіях, що зазнали впливу бойових дій. Дрібнодисперсні частинки, що містять токсичні елементи, можуть переноситися повітряними потоками та становити загрозу для здоров'я населення. Це зумовлює необхідність комплексного підходу до моніторингу, що враховує взаємозв'язок між станом ґрунтів та якістю атмосферного повітря, особливо в умовах активної будівельної діяльності [18, 22].

У контексті євроінтеграційних процесів Україна поступово гармонізує національне законодавство у сфері охорони атмосферного повітря зі стандартами Європейського Союзу. Європейські нормативи якості повітря, встановлені відповідними директивами ЄС, у низці випадків є жорсткішими за чинні українські ГДК, зокрема щодо вмісту дрібнодисперсних твердих частинок (PM_{2,5} та PM₁₀). Запровадження європейських стандартів моніторингу та нормування передбачає розширення мережі автоматичних станцій спостереження та контроль за новими показниками, що в перспективі

підвищить якість оцінки стану атмосферного повітря в містах України, у тому числі в Ірпені [16].

Серед заходів зі зниження рівня забруднення атмосферного повітря міста найбільш дієвими є оптимізація організації дорожнього руху, розвиток екологічно чистого громадського транспорту, обмеження в'їзду найбільш забруднюючих транспортних засобів, а також розширення площі зелених насаджень. Зелені насадження виконують функцію природного фільтра, поглинаючи частину забруднюючих речовин та затримуючи пил. Для Ірпеня з його історично високою лісистістю збереження та відновлення зелених зон є особливо ефективним інструментом підтримання якості повітря [1, 17].

Важливим напрямом є також контроль за дотриманням природоохоронних вимог на будівельних майданчиках у період відбудови міста. Застосування зрошення для зменшення пилоутворення, накриття вантажів при транспортуванні будівельних матеріалів та відходів, дотримання технологій розбирання зруйнованих будівель дозволяють суттєво знизити вторинне забруднення атмосферного повітря. Системний моніторинг та належний контроль за цими процесами є необхідною умовою екологічно безпечного відновлення міста [18].

Значну роль у формуванні якості атмосферного повітря міста відіграють зелені насадження, якими історично багатий Ірпінь. Деревна рослинність, особливо хвойні породи, ефективно поглинає вуглекислий газ, затримує пил та аерозолі, виділяє фітонциди, що мають бактерицидну дію. За оцінками фахівців, один гектар лісу здатний поглинати значні обсяги вуглекислого газу та затримувати десятки тон пилу на рік. Тому збереження наявних лісопаркових масивів та створення нових зелених зон є одним із найбільш природних та економічно доцільних механізмів підтримання якості повітря в місті [1, 17].

Загалом аналіз стану атмосферного повітря міста Ірпінь свідчить про відносно сприятливу ситуацію в довоєнний та поточний періоди, що підтверджується даними автоматичного моніторингу про відсутність систематичних перевищень ГДК. Основними чинниками потенційного

погіршення якості повітря залишаються зростання автотранспортного навантаження та будівельна діяльність у межах післявоєнного відновлення. Значні площі зелених насаджень та сприятливі кліматичні умови сприяють самоочищенню атмосфери та підтриманню якості повітря на прийнятному рівні [34, 35].

2.3 Оцінка стану ґрунтів та водних ресурсів

Ґрунти та водні ресурси є компонентами довкілля, що найбільш тісно взаємодіють між собою та найбільш уразливі до антропогенного й воєнного впливу. Оцінка їхнього стану в місті Ірпінь має враховувати як природні геологічні особливості території, так і специфічні наслідки бойових дій 2022 року, що суттєво позначилися на гідрологічному режимі та якості ґрунтового покриву.

Ґрунтовий покрив території міста представлений переважно дерново-підзолистими ґрунтами зони мішаних лісів, які характеризуються легким гранулометричним складом, низьким вмістом гумусу та підвищеною кислотністю. У заплаві річки Ірпінь поширені лучні та лучно-болотні ґрунти. В умовах урбанізованого середовища природний ґрунтовий покрив значною мірою порушений: переважна частина території зайнята забудовою та штучними покриттями, що змінює водно-повітряний режим ґрунтів та порушує процеси ґрунтоутворення [2].

Основними чинниками забруднення ґрунтів у місті в мирний час є викиди автотранспорту (накопичення свинцю та інших важких металів уздовж доріг), комунально-побутові відходи, а також застосування протиожеледних реагентів у зимовий період. Проте найбільш значущим фактором, що визначив сучасний стан ґрунтів території, стали наслідки воєнних дій 2022 року.

Бойові дії спричинили специфічне забруднення ґрунтів, характерне для постконфліктних територій. На місцях вибухів, розривів снарядів та горіння техніки в ґрунт надходять важкі метали – свинець, кадмій, мідь, цинк, а також продукти детонації вибухових речовин та нафтопродукти. За результатами

наукових досліджень ґрунтів, трансформованих унаслідок вибухів, вміст окремих важких металів у зонах ураження може багаторазово перевищувати фонові та гранично допустимі значення [22]. Такі забруднення мають локальний, але інтенсивний характер та потребують спеціальних заходів з рекультивації [39, 40].

Окрему загрозу становить утворення значних обсягів будівельних відходів та уламків унаслідок руйнування будівель. Ці відходи можуть містити небезпечні речовини – азбест, важкі метали, залишки горіння – та за неналежного поводження стають джерелом вторинного забруднення ґрунтів і ґрунтових вод. Проблема поводження з воєнними відходами є однією з найгостріших для постраждалих міст Київщини, у тому числі для Ірпеня [41].

Нормативи вмісту основних важких металів у ґрунтах, що використовуються для оцінки рівня їх забруднення, наведено в таблиці 2.5. Зіставлення фактичних концентрацій з цими значеннями дозволяє визначити ступінь забруднення ґрунтів та обґрунтувати необхідність відновлювальних заходів.

Таблиця 2.5 – Гранично допустимі концентрації важких металів у ґрунтах

Важкий метал	ГДК (рухома форма), мг/кг	Клас небезпеки
Свинець (Pb)	6,0	1
Кадмій (Cd)	0,7	1
Цинк (Zn)	23,0	1
Мідь (Cu)	3,0	2
Нікель (Ni)	4,0	2

Джерело: складено автором на основі чинних санітарних норм та [22, 27]

Водні ресурси території представлені поверхневими водами (річка Ірпінь та її притоки Буча і Рокач, штучні водойми) та підземними водами, що є основним джерелом питного водопостачання міста. Централізоване водопостачання Ірпеня здійснюється комунальним підприємством «Ірпіньводоканал» з артезіанських свердловин, які експлуатують бучацько-

канівський та інші водоносні горизонти [35].

Підземні води регіону, що залягають у захищених водотривкими породами горизонтах, відзначаються переважно стабільним хімічним складом та доброю якістю. Водночас характерною проблемою артезіанських вод Київщини, у тому числі району Ірпеня, є підвищений природний вміст заліза та марганцю, що зумовлено особливостями геологічної будови та проходженням води через породи, багаті на ці елементи. Підвищений вміст заліза надає воді жовтуватого відтінку та металевого присмаку, що потребує застосування технологій водопідготовки – аерації та фільтрації для незалізнення [30].

Нормативні вимоги до якості питної води встановлені Законом України «Про питну воду та питне водопостачання» [8] та ДержСанПіН 2.2.4-171-10. Контроль якості води здійснюється за органолептичними, фізико-хімічними, санітарно-токсикологічними та мікробіологічними показниками. Для підземних джерел Київщини найбільш критичними показниками, що потребують контролю, є вміст заліза, марганцю, загальна жорсткість та мікробіологічні характеристики [28, 30].

Найбільш масштабний вплив на водні ресурси території справили наслідки руйнування Козаровицької дамби в лютому–березні 2022 року. Дамба з насосною станцією, споруджена в 1960-х роках, забезпечувала перекачування води річки Ірпінь до Київського водосховища, рівень якого на 6–8 м вищий за водне дзеркало річки. Унаслідок підриву дамби українськими військами для зупинки наступу противника відбулося масштабне затоплення заплави річки Ірпінь [24].

Затоплення охопило територію площею понад 2842 га, перетворивши заплаву на мілководне плесо. Екологічні наслідки цієї події є комплексними: з одного боку, затоплення відіграло вирішальну оборонну роль, з іншого – спричинило значні зміни в екосистемах. У зону затоплення потрапили сільськогосподарські угіддя, оброблені добривами, неорганізовані сміттєзвалища та частина господарських об'єктів, що призвело до забруднення води органічними та хімічними речовинами, створило ризик поширення

інфекційних захворювань [24].

Зміна гідрологічного режиму вплинула й на стан підземних вод та ґрунтів прилеглих територій. Тривале затоплення спричинило підтоплення населених пунктів нижньої течії (села Демидів, Козаровичі), порушення дренажу та зміну рівня ґрунтових вод. Відновлення природного гідрологічного режиму річки Ірпінь та оцінка довгострокових екологічних наслідків затоплення є важливими завданнями подальшого моніторингу стану водних ресурсів території.

Систематичний моніторинг стану водних об'єктів території здійснюється Центральною геофізичною обсерваторією імені Бориса Срезневського за гідрохімічними показниками, при цьому відбір проб проводиться в тому числі на річці Ірпінь, до водозбірного басейну якої належать річки Буча та Рокач. Додатковим джерелом інформації про якість поверхневих вод є громадські системи моніторингу, зокрема картографічні сервіси якості води SaveEcoBot, що дозволяють відстежувати стан водойм у відкритому доступі [15]. Поєднання державного та громадського моніторингу забезпечує повнішу картину стану водних ресурсів території.

Таким чином, стан ґрунтів та водних ресурсів міста Ірпінь визначається поєднанням природних особливостей (дерново-підзолисті ґрунти, підвищений вміст заліза в підземних водах) та значного впливу наслідків воєнних дій – локального забруднення ґрунтів важкими металами, утворення воєнних відходів та масштабної зміни гідрологічного режиму внаслідок руйнування Козаровицької дамби. Ці фактори зумовлюють необхідність систематичного моніторингу та проведення відновлювальних заходів.

2.4 Аналіз шумового навантаження та транспортного впливу

Шумове забруднення є одним із найпоширеніших фізичних факторів негативного впливу на міське середовище та здоров'я населення. На відміну від хімічного забруднення, акустичне навантаження не залишає речовинних слідів, проте справляє суттєвий вплив на самопочуття, працездатність та стан нервової системи мешканців міста. Для міста Ірпінь, що характеризується значним

транспортним навантаженням, аналіз шумового впливу має важливе значення для оцінки загального екологічного стану території.

Основним джерелом шумового забруднення в місті є автомобільний транспорт. Інтенсивні транспортні потоки вздовж основних магістралей, транзитний рух у напрямку Києва та сусідніх населених пунктів, а також залізничне сполучення створюють постійне акустичне навантаження. Додатковими джерелами шуму є будівельна діяльність, що особливо актуальна в період післявоєнного відновлення, та робота комунальної техніки [19, 31].

Нормування шуму в Україні здійснюється відповідно до ДБН В.1.1-31:2013 «Захист територій, будинків і споруд від шуму» та санітарних норм. Допустимий еквівалентний рівень шуму для територій житлової забудови становить 55 дБА у денний час (з 7:00 до 23:00) та 45 дБА у нічний час (з 23:00 до 7:00). Перевищення цих значень розглядається як шумове забруднення, що потребує вжиття захисних заходів [19].

Оцінка акустичного навантаження міського середовища здійснюється двома основними методами: інструментальними вимірюваннями за допомогою шумомірів та розрахунковим моделюванням рівнів шуму. Інструментальні вимірювання дають точні дані про фактичний рівень шуму в конкретних точках, тоді як розрахункові методи дозволяють прогнозувати поширення шуму та будувати шумові карти території. Сучасні дослідження дедалі частіше поєднують обидва підходи, що підвищує достовірність оцінки акустичного навантаження урбанізованих територій [19, 20].

За результатами численних досліджень акустичного навантаження в містах України, рівні транспортного шуму на магістральних вулицях суттєво перевищують нормативні значення. Як було показано в розділі 1, на жвавих вулицях рівні шуму досягають 75–85 дБА, що значно перевищує допустимий денний норматив. Дослідження шумового забруднення міст, зокрема Львова, засвідчили перевищення нормативних значень на магістральних вулицях на 25–30 % і більше [20, 31]. Аналогічні закономірності характерні й для міст Київської агломерації, у тому числі для Ірпеня.

Розподіл рівнів шумового навантаження від різних джерел у міському середовищі наведено на рисунку 2.3, що дозволяє наочно порівняти типові значення з нормативними вимогами.

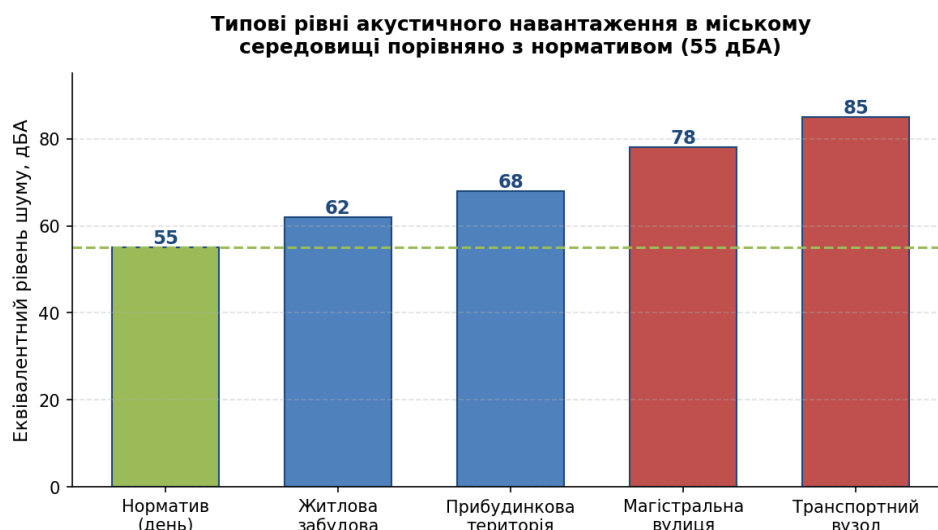


Рисунок 2.3 – Типові рівні шумового навантаження в міському середовищі порівняно з нормативом

Джерело: побудовано автором за даними [19, 20, 31]

Шумове навантаження тісно пов'язане з транспортним фактором, який є комплексним джерелом впливу на довкілля міста. Окрім акустичного забруднення, автомобільний транспорт спричиняє забруднення атмосферного повітря, вібраційний вплив та забруднення ґрунтів важкими металами вздовж доріг. Інтенсивність транспортного впливу залежить від кількості транспортних засобів, структури транспортного потоку, технічного стану автомобілів та організації дорожнього руху [19].

Для міста Ірпінь характерним є високий рівень маятникової міграції населення, пов'язаної зі щоденними поїздками до Києва на роботу та навчання. Це зумовлює значні пікові навантаження на транспортну мережу в ранкові та вечірні години, коли рівні шуму та забруднення повітря досягають максимальних значень. Транзитний рух автомобільним шляхом, що з'єднує Ірпінь із сусідніми населеними пунктами та столицею, додатково посилює транспортне навантаження.

Вплив шумового забруднення на здоров'я населення є науково доведеним.

Тривала дія підвищеного рівня шуму спричиняє порушення сну, підвищену втомлюваність, розлади нервової та серцево-судинної систем, зниження працездатності. Особливо вразливими до шумового впливу є діти, літні люди та особи з хронічними захворюваннями. За даними досліджень, постійне акустичне навантаження понад нормативні значення підвищує ризики розвитку гіпертонії та інших захворювань серед міського населення [18].

Узагальнену характеристику основних джерел транспортного впливу на довкілля міста та відповідних видів негативного впливу наведено в таблиці 2.6, що систематизує комплексний характер транспортного навантаження.

Таблиця 2.6 – Основні види транспортного впливу на довкілля м. Ірпінь

Вид впливу	Прояв	Наслідки для довкілля
Хімічне забруднення повітря	Викиди NO _x , CO, вуглеводнів, твердих частинок	Погіршення якості повітря, ризики для здоров'я
Шумове забруднення	Рівні шуму 75–85 дБА на магістралях	Перевищення нормативів, вплив на здоров'я
Забруднення ґрунтів	Накопичення важких металів уздовж доріг	Деградація придорожніх ґрунтів
Вібраційний вплив	Вібрація від важкого транспорту	Вплив на будівлі та комфорт мешканців

Джерело: складено автором на основі [18, 19, 31]

Для зниження транспортного та шумового навантаження в місті можуть застосовуватися різноманітні заходи: оптимізація організації дорожнього руху, будівництво об'їзних доріг для відведення транзитного транспорту, встановлення шумозахисних екранів уздовж магістралей, створення зелених насаджень, що поглинають шум, а також розвиток екологічно чистого громадського транспорту. Зелені насадження, якими історично багатий Ірпінь, відіграють важливу роль у зниженні як шумового, так і хімічного навантаження від транспорту [1, 17].

Ефективність шумозахисних заходів залежить від комплексності їх застосування. Найбільший результат досягається за поєднання планувальних

рішень (винесення транзитного руху за межі житлових зон, зонування території), технічних засобів (шумозахисні екрани, спеціальне дорожнє покриття, що знижує шум) та озеленення. Смуги зелених насаджень уздовж доріг здатні знижувати рівень шуму на 5–10 дБА залежно від їх щільності та ширини. Для Ірпеня, що має значний рекреаційний та лісовий потенціал, розвиток системи зеленого захисту від транспортного шуму є особливо перспективним напрямом покращення акустичного середовища міста [1, 17, 31].

Таким чином, шумове навантаження та транспортний вплив є значущими факторами погіршення екологічного стану міста Ірпінь. Транспортний фактор має комплексний характер, поєднуючи акустичне, хімічне та вібраційне забруднення. Високий рівень маятникової міграції та транзитного руху зумовлює значне навантаження на транспортну мережу міста. Зниження негативного впливу транспорту потребує комплексу планувальних, технічних та природоохоронних заходів, серед яких особливе значення має збереження та розширення зелених насаджень.

2.5 Висновки до розділу 2

За результатами характеристики об'єкта дослідження та оцінки стану основних компонентів довкілля міста Ірпінь можна зробити такі висновки.

Місто Ірпінь є динамічним містом-супутником Києва у складі Бучанського району Київської області, розташованим на правому березі річки Ірпінь – правої притоки Дніпра. Місто характеризується сприятливими природно-кліматичними умовами: помірно континентальним кліматом, значними площами соснових лісів та наявністю водних об'єктів. Історично Ірпінь розвивався як санаторно-курортна зона, проте сучасний етап характеризується інтенсивним зростанням, значним транспортним навантаженням та наслідками воєнних дій 2022 року, що визначають специфіку його екологічної ситуації.

Оцінка стану атмосферного повітря засвідчила, що в довоєнний та поточний періоди ситуація залишається переважно сприятливою – за даними

автоматичного моніторингу, систематичних перевищень гранично допустимих концентрацій забруднюючих речовин не зафіксовано. Основними джерелами забруднення є автотранспорт, об'єкти теплоенергетики та будівельна діяльність. Найбільш критичним був період активних бойових дій 2022 року, коли провідним чинником погіршення якості повітря стали пожежі та руйнування. Значна лісистість території та сприятливі кліматичні умови сприяють самоочищенню атмосфери.

Аналіз стану ґрунтів та водних ресурсів виявив, що ґрунтовий покрив території зазнав специфічного забруднення внаслідок воєнних дій – локального надходження важких металів та утворення значних обсягів воєнних відходів. Водні ресурси міста, що базуються на підземних артезіанських джерелах, характеризуються підвищеним природним вмістом заліза та марганцю, що потребує водопідготовки. Найбільш масштабний вплив на водні ресурси справило руйнування Козаровицької дамби в 2022 році, унаслідок якого було затоплено понад 2842 гектари заплави річки Ірпінь зі значними екологічними наслідками.

Дослідження шумового навантаження та транспортного впливу показало, що транспортний фактор є одним із провідних чинників негативного впливу на довкілля міста. Транспорт спричиняє комплексний вплив – акустичне забруднення з перевищенням нормативних значень на магістралях, хімічне забруднення повітря, забруднення придорожніх ґрунтів та вібраційний вплив. Високий рівень маятникової міграції населення до Києва та транзитного руху зумовлює значне навантаження на транспортну мережу. Зниження негативного впливу транспорту потребує комплексу планувальних та природоохоронних заходів, серед яких важливу роль відіграє збереження зелених насаджень міста.

РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ ТА РИЗИКІВ М. ІРПІНЬ

3.1 Основні джерела забруднення

Екологічний стан міста Ірпінь формується під впливом сукупності джерел забруднення, які доцільно класифікувати за походженням на стаціонарні, пересувні, дифузні та специфічні джерела, пов'язані з наслідками воєнних дій. Така класифікація дозволяє системно проаналізувати чинники негативного впливу та визначити пріоритетні напрями природоохоронної діяльності.

Загальна екологічна ситуація в місті є результатом взаємодії природних умов та антропогенного навантаження. Сприятливі природні фактори – значна лісистість, помірний клімат, наявність водних об'єктів – створюють певний потенціал самоочищення довкілля. Водночас зростання міста, інтенсифікація транспортних потоків та, особливо, наслідки воєнних дій формують комплекс екологічних проблем, що потребують системного аналізу та вирішення. Ідентифікація та класифікація джерел забруднення є першим кроком у цьому процесі [7].

Пересувні джерела забруднення, насамперед автомобільний транспорт, є провідним чинником негативного впливу на атмосферне повітря та акустичне середовище міста. Як було встановлено в попередньому розділі, у структурі викидів забруднюючих речовин на урбанізованих територіях Київщини переважає внесок автотранспорту. Інтенсивний транзитний рух, маятникова міграція населення до Києва та зростання кількості транспортних засобів зумовлюють значне навантаження на довкілля, що проявляється у викидах оксиду вуглецю, оксидів азоту, вуглеводнів та твердих частинок [10, 19].

Специфікою транспортного забруднення є його приземний характер: вихлопні гази потрапляють в атмосферу безпосередньо в зоні дихання людей, на відміну від викидів стаціонарних джерел, що розсіюються з висоти. Це робить транспортне забруднення особливо небезпечним для пішоходів та мешканців прилеглих до доріг будинків. Окрім того, в умовах міської забудови погіршуються умови розсіювання забруднювачів, що сприяє їх накопиченню в

приземному шарі повітря, особливо в безвітряну погоду [16, 19].

Стаціонарні джерела забруднення в місті представлені переважно об'єктами теплоенергетики (котельні, індивідуальні системи опалення) та підприємствами переробної промисловості. На відміну від великих промислових центрів, Ірпінь не має потужних промислових об'єктів, що зумовлює відносно невисокий рівень стаціонарних викидів. Серед підприємств міста переважають виробники гумових і пластмасових виробів, неметалевої мінеральної продукції, фармацевтичної та харчової продукції [2].

Незважаючи на відсутність великих промислових об'єктів, окремі підприємства міста можуть бути джерелами локального забруднення. Виробництво гумових і пластмасових виробів пов'язане з потенційними викидами летких органічних сполук, неметалева мінеральна продукція – з пиловим забрудненням. Контроль за дотриманням природоохоронних вимог на цих підприємствах, наявність та ефективність очисного обладнання є важливими факторами мінімізації їхнього впливу на довкілля. Згідно із Законом України «Про оцінку впливу на довкілля», діяльність потенційно небезпечних об'єктів підлягає відповідній оцінці та контролю [2, 6].

Дифузні (розосереджені) джерела забруднення включають комунально-побутові стічні води, поверхневий стік з урбанізованих територій, несанкціоновані сміттєзвалища та застосування протиожеледних реагентів. Поверхневий стік із міських територій, що містить нафтопродукти, важкі метали та зважені речовини, потрапляє у водні об'єкти та ґрунти, спричиняючи їх забруднення. Неналежне поводження з твердими побутовими відходами призводить до утворення фільтрату, що забруднює ґрунтові води [2].

Комунально-побутові стічні води є значущим дифузним джерелом забруднення водних об'єктів. Ефективність роботи системи водовідведення та очисних споруд безпосередньо визначає рівень забруднення річки Ірпінь та інших водойм. Пошкодження каналізаційної інфраструктури під час воєнних дій створило додаткові ризики потрапляння неочищених стоків у довкілля. Відновлення та модернізація системи водовідведення є важливим завданням для

зниження дифузного забруднення водних ресурсів міста [2].

Специфічну категорію джерел забруднення становить застосування протижеледних реагентів у зимовий період. Хлориди та інші солі, що використовуються для боротьби з ожеледицею на дорогах, накопичуються в придорожніх ґрунтах та з поверхневим стоком потрапляють у водойми, спричиняючи засолення ґрунтів та погіршення якості води. Хоча в умовах помірного клімату Ірпеня обсяги застосування реагентів є помірними, цей фактор також потребує врахування при комплексній оцінці джерел забруднення.

Особливу категорію становлять специфічні джерела забруднення, пов'язані з наслідками воєнних дій 2022 року. До них належать залишки боєприпасів та військової техніки, продукти горіння внаслідок пожеж, зруйновані будівлі та утворені будівельні відходи, а також забруднення, спричинене руйнуванням об'єктів комунальної інфраструктури. Ці джерела мають специфічний характер і потребують окремих підходів до оцінки та ліквідації [22, 23, 42].

Унікальність воєнних джерел забруднення полягає в їхній непередбачуваності та різноманітності. На відміну від звичайних антропогенних джерел, що мають відносно сталий характер та локалізацію, воєнне забруднення виникає раптово, охоплює значні території та характеризується широким спектром забруднювальних речовин – від важких металів до стійких органічних сполук. Крім того, наявність вибухонебезпечних предметів ускладнює доступ до забруднених територій та проведення відновлювальних робіт. Усе це робить воєнні джерела забруднення найбільш складними для оцінки та ліквідації [23, 42].

Для систематизації основних джерел забруднення довкілля міста Ірпінь та компонентів довкілля, на які вони впливають, доцільно навести їх узагальнену характеристику. У таблиці 3.1 представлено класифікацію джерел забруднення території за походженням та основними забруднювальними речовинами.

Таблиця 3.1 – Основні джерела забруднення довкілля м. Ірпінь

Категорія джерел	Приклади	Забруднювальні речовини	Компонент
Пересувні	Автотранспорт, залізниця	CO, вуглеводні, шум, NO _x , РМ	Повітря, акустика
Стаціонарні	Котельні, підприємства	SO ₂ , NO _x , тверді частинки	Повітря
Дифузні	Стічні води, ТПВ, стік	Нітрати, нафтопродукти, метали	Вода, ґрунт
Воєнні	Боєприпаси, пожежі, руйнування	Pb, Cd, Cu, продукти горіння	Ґрунт, вода, повітря

Джерело: складено автором на основі [2, 10, 19, 22, 23, 42]

Аналіз наведеної класифікації свідчить, що в умовах міста Ірпінь визначальний вплив на стан довкілля справляють пересувні джерела (у мирний час) та специфічні воєнні джерела (унаслідок подій 2022 року). Відсутність потужних промислових об'єктів є позитивним фактором, що знижує загальний рівень стаціонарного забруднення. Водночас комплексний характер транспортного впливу та довготривалі наслідки воєнного забруднення формують основні екологічні виклики для території [19, 42].

Важливим аспектом аналізу джерел забруднення є врахування їхньої просторової локалізації. Транспортне забруднення концентрується вздовж основних магістралей та в районах інтенсивного руху. Дифузне забруднення характерне для всієї урбанізованої території, проте найбільш виражене в зонах щільної забудови та поблизу водних об'єктів. Воєнне забруднення має локальний, осередковий характер і прив'язане до місць колишніх бойових дій, руйнувань та розташування зруйнованої техніки [23, 32].

Окремо слід зупинитися на проблемі поводження з відходами як джерелі забруднення довкілля. У мирний час основну проблему становили тверді побутові відходи, неналежне поводження з якими призводило до утворення несанкціонованих сміттєзвалищ. Фільтрат із таких звалищ містить широкий

спектр забруднювальних речовин – важкі метали, органічні сполуки, патогенні мікроорганізми, які мігрують у ґрунтові води та поверхневі водойми. Воєнні дії докорінно змінили структуру проблеми відходів, додавши до неї величезні обсяги будівельного сміття та небезпечних воєнних відходів [42].

Поверхневий стік з урбанізованих територій є недооціненим, але вагомим джерелом дифузного забруднення водних об'єктів. Дощові та талі води, стікаючи з дахів, доріг та інших штучних поверхонь, змивають накопичені забруднювачі – нафтопродукти, важкі метали, завислі частинки, протиожеледні реагенти – та виносять їх у річку Ірпінь і прилеглі водойми. Відсутність ефективної системи очищення поверхневого стоку в багатьох районах міста посилює цю проблему. Контроль за поверхневим стоком є важливим напрямом захисту водних ресурсів території [2].

Аналіз джерел забруднення був би неповним без урахування фактору сезонності. Інтенсивність дії окремих джерел змінюється протягом року: викиди від теплоенергетики зростають в опалювальний період, забруднення поверхневим стоком посилюється під час інтенсивних опадів та танення снігу, пилове навантаження від будівельних робіт залежить від погодних умов. Урахування сезонної динаміки джерел забруднення є необхідною умовою коректного планування моніторингу та природоохоронних заходів [16].

Оцінка пріоритетності джерел забруднення здійснюється з урахуванням обсягів викидів, токсичності забруднюючих речовин та чисельності населення, що зазнає впливу. У таблиці 3.2 наведено порівняльну характеристику основних джерел забруднення міста за ступенем впливу на довкілля та здоров'я населення за умовною шкалою оцінювання.

Як свідчить порівняльна оцінка, автотранспорт справляє найбільш широкий за охопленням вплив на довкілля та населення міста, тоді як воєнні джерела вирізняються найвищою токсичністю забруднюючих речовин за локального характеру поширення. Така диференціація дозволяє обґрунтовано визначити пріоритети природоохоронної діяльності: для транспортного забруднення – заходи широкого охоплення (озеленення, оптимізація руху), для

Таблиця 3.2 –Порівняльна оцінка джерел забруднення м. Ірпінь за ступенем впливу

Джерело	Обсяг впливу	Токсичність	Охоплення населення
Автотранспорт	високий	середня	широке
Теплоенергетика	середній	середня	помірне
Дифузні джерела	середній	низька	широке
Воєнні джерела	локальний	висока	осередкове

Джерело: складено автором на основі [10, 19, 22, 42]

воєнного – точкові заходи з рекультивації та очищення найбільш забруднених ділянок [19, 40].

3.2 Вплив екологічних факторів на здоров'я населення

Стан довкілля безпосередньо впливає на здоров'я населення міста. Екологічно зумовлені захворювання виникають унаслідок тривалої дії забруднюючих речовин у концентраціях, що перевищують безпечні рівні, а також під впливом фізичних факторів – шуму, вібрації, електромагнітного випромінювання. Оцінка впливу екологічних факторів на здоров'я населення базується на концепції екологічного ризику, розглянутій у першому розділі роботи [2].

Забруднення атмосферного повітря є одним із найбільш значущих факторів впливу на здоров'я міського населення. Дрібнодисперсні тверді частинки ($PM_{2,5}$ та PM_{10}), що утворюються переважно внаслідок роботи автотранспорту та процесів горіння, здатні проникати в глибокі відділи дихальної системи та потрапляти в кровотік. Тривалий вплив забрудненого повітря підвищує ризики розвитку захворювань органів дихання (бронхіти, астма), серцево-судинної системи та онкологічних патологій [16, 33].

Оксиди азоту та оксид вуглецю, що є основними компонентами вихлопних газів, негативно впливають на дихальну та кровоносну системи. Оксид вуглецю порушує транспорт кисню в крові, а діоксид азоту подразнює дихальні шляхи та знижує опірність організму до респіраторних інфекцій. Для

міста Ірпінь з його значним транспортним навантаженням ці фактори є особливо актуальними для мешканців, що проживають поблизу основних магістралей [16].

Слід враховувати, що чутливість організму до забруднення повітря посилюється в умовах фізичного навантаження, коли інтенсивність дихання зростає. Тому особливо небезпечним є перебування поблизу автомагістралей під час занять спортом або фізичної праці. Це має враховуватися при плануванні розташування спортивних та рекреаційних об'єктів, які доцільно розміщувати в зелених зонах, віддалених від основних джерел забруднення. Для Ірпеня з його розвиненою рекреаційною інфраструктурою це питання має практичне значення [1, 16].

Якість питної води є критично важливим фактором, що визначає стан здоров'я населення. Підвищений вміст заліза та марганцю, характерний для артезіанських вод Київщини, у тому числі району Ірпеня, за тривалого споживання може негативно впливати на органи травлення, печінку та нервову систему. Недостатня ефективність водопідготовки або забруднення водопровідної мережі створює ризики кишкових інфекцій та інших захворювань, що передаються водним шляхом [28, 30].

Пошкодження систем водопостачання та водовідведення внаслідок воєнних дій створило додаткові ризики для якості питної води. Розгерметизація трубопроводів, перебої в роботі очисних споруд, можливе потрапляння забруднювачів у водозабірні споруди потребують посиленого контролю якості води в повоєнний період. Регулярний лабораторний аналіз питної води за санітарно-хімічними та мікробіологічними показниками є необхідною умовою захисту здоров'я населення, особливо в районах, що зазнали найбільших руйнувань інфраструктури [28, 30].

Шумове забруднення, рівень якого на магістральних вулицях міста перевищує нормативні значення, справляє суттєвий негативний вплив на здоров'я населення. За даними досліджень, тривала дія підвищеного рівня шуму спричиняє порушення сну, хронічну втому, розлади нервової системи,

підвищення артеріального тиску та зростання ризику серцево-судинних захворювань. Особливо вразливими до шумового впливу є діти, літні особи та люди з хронічними захворюваннями [18].

Узагальнену характеристику впливу основних екологічних факторів на здоров'я населення міста наведено в таблиці 3.3. Систематизація цих даних дозволяє визначити пріоритетні напрями захисту здоров'я мешканців.

Таблиця 3.3 – Вплив основних екологічних факторів на здоров'я населення м. Ірпінь

Екологічний фактор	Шкідливий вплив	Можливі наслідки для здоров'я
Забруднення повітря	PM _{2,5} , NO _x , CO, продукти горіння	Хвороби органів дихання, серцево-судинні, онкологічні
Якість води	Залізо, марганець, мікроорганізми	Хвороби травлення, кишкові інфекції
Шумове забруднення	Рівні шуму понад 55 дБА	Розлади сну, нервові, гіпертонія
Забруднення ґрунтів	Важкі метали (Pb, Cd, Cu)	Хронічні отруєння, ураження органів

Джерело: складено автором на основі [16, 18, 22, 30]

Окремої уваги потребує оцінка впливу на здоров'я населення наслідків воєнних дій. Окрім безпосередніх фізичних травм, бойові дії спричинили довготривалі екологічно зумовлені ризики: забруднення ґрунтів важкими металами, наявність вибухонебезпечних предметів, психологічний стрес населення. Вторинне забруднення повітря пилом із забруднених ґрунтів під час відбудовчих робіт створює додаткові ризики для органів дихання мешканців [22, 37].

Психологічний аспект впливу воєнних дій на здоров'я населення також має важливе значення. Пережиті травматичні події, руйнування житла та вимушене переселення спричиняють посттравматичні стресові розлади, тривожність та інші психічні розлади. Хоча ці наслідки не є безпосередньо екологічними, вони тісно пов'язані з порушенням звичного середовища життя та потребують комплексного підходу до відновлення якості життя в місті [37].

Для зниження негативного впливу екологічних факторів на здоров'я населення необхідне впровадження комплексу заходів: моніторинг якості довкілля, контроль джерел забруднення, забезпечення населення якісною питною водою, зниження транспортного та шумового навантаження, розширення зелених зон. Особливе значення має інформування населення про стан довкілля та можливі ризики, що дозволяє мешканцям приймати обґрунтовані рішення щодо захисту власного здоров'я [2, 14].

Методологічною основою оцінки впливу екологічних факторів на здоров'я є концепція ризику, що передбачає послідовне виконання чотирьох етапів: ідентифікації небезпеки, оцінки залежності «доза – відповідь», оцінки експозиції та характеристики ризику. Такий підхід дозволяє кількісно оцінити ймовірність розвитку захворювань за певних рівнів забруднення та обґрунтувати пріоритетність природоохоронних заходів. Для коректного застосування методології необхідні систематичні дані моніторингу стану довкілля та медико-демографічної статистики [2].

Особливо вразливими групами населення щодо впливу екологічних факторів є діти, вагітні жінки, люди похилого віку та особи з хронічними захворюваннями. Дитячий організм є більш чутливим до дії забруднюючих речовин через незрілість захисних систем та вищу інтенсивність обміну речовин. Тому при оцінці екологічних ризиків та плануванні захисних заходів особливу увагу слід приділяти захисту цих категорій населення, зокрема забезпеченню належної якості повітря та води в закладах освіти й охорони здоров'я [16, 18].

Комбінований вплив кількох екологічних факторів одночасно потребує окремого розгляду. Як зазначалося в першому розділі, поєднання хімічного забруднення повітря та шумового навантаження формує комбінований стрес-фактор, що підвищує сумарний негативний вплив на організм. Для мешканців районів поблизу основних магістралей міста, які одночасно зазнають впливу забрудненого повітря, шуму та вібрації, ризики для здоров'я є особливо високими. Урахування таких синергетичних ефектів є важливим для адекватної

оцінки реального впливу довкілля на здоров'я населення [18, 19].

Профілактика екологічно зумовлених захворювань ґрунтується на принципі запобігання, що передбачає усунення або зниження впливу шкідливих факторів до прийняттого рівня. До основних профілактичних заходів належать: забезпечення населення якісною питною водою через модернізацію систем водопідготовки, зниження транспортного навантаження в житлових зонах, створення санітарно-захисних зелених насаджень, контроль за безпекою будівельних робіт у період відбудови. Реалізація цих заходів потребує координації зусиль органів місцевого самоврядування, санітарно-епідеміологічної служби та громадськості [2, 14].

Аналіз структури екологічно зумовленої захворюваності міського населення засвідчує переважання хвороб органів дихання, що безпосередньо пов'язані з якістю атмосферного повітря. Друге місце посідають серцево-судинні захворювання, на розвиток яких впливає поєднання забруднення повітря та шумового навантаження. Значущими є також хвороби органів травлення, частково зумовлені якістю питної води. Для отримання достовірної картини екологічно зумовленої захворюваності в місті Ірпінь необхідне проведення спеціальних епідеміологічних досліджень з порівнянням показників здоров'я населення різних районів міста [16, 18].

Важливим інструментом захисту здоров'я населення є система екологічного інформування. Доступ мешканців до актуальних даних про якість повітря, води та рівень шуму дозволяє їм коригувати власну поведінку – обирати маршрути пересування, час перебування на відкритому повітрі, способи водопідготовки. Сучасні цифрові платформи, зокрема відкриті державні дані та громадські системи моніторингу, забезпечують такий доступ і сприяють формуванню екологічної свідомості населення. Розвиток цих інструментів є важливим напрямом профілактики екологічно зумовлених захворювань [14, 15].

3.3 Вплив воєнних дій на екологічний стан території

Повномасштабне воєнне вторгнення Російської Федерації у 2022 році завдало безпрецедентної шкоди екологічному стану міста Ірпінь. Протягом близько місяця окупації та активних бойових дій (кінець лютого – 28 березня 2022 року) місто зазнало масштабних руйнувань, що докорінно змінили його екологічну ситуацію. Аналіз воєнного впливу є ключовим для розуміння сучасного стану довкілля території та планування відновлювальних заходів [32, 37].

За даними супутникового моніторингу Організації Об'єднаних Націй, місто Ірпінь виявилось одним із найбільш постраждалих населених пунктів Київщини – рівень руйнувань становив близько 71 %. Загалом у місті було пошкоджено або знищено близько 1060 будівель, з яких 115 зруйновано повністю. За оцінками міської влади, на відновлення знищеного житлового фонду та інфраструктури міста необхідно близько 1 мільярда доларів США [32]. Масштаб руйнувань зумовив значні екологічні наслідки, пов'язані з утворенням будівельних відходів та забрудненням компонентів довкілля.

Структуру пошкодження будівель міста за ступенем руйнування наведено на рисунку 3.1, що дає уявлення про масштаб завданої шкоди житловому фонду та інфраструктурі.

**Структура пошкодження будівель м. Ірпінь
унаслідок бойових дій (2022 р.)**

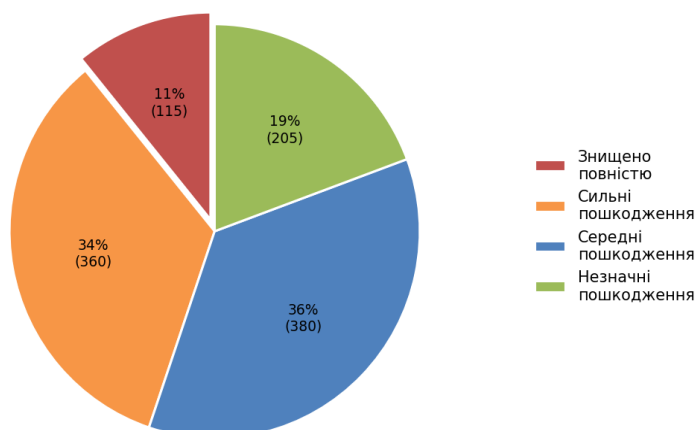


Рисунок 3.1 – Структура пошкодження будівель м. Ірпінь унаслідок бойових дій (2022 р.) [32]

Одним із найбільш значущих екологічних наслідків руйнувань стало утворення величезних обсягів будівельних відходів та уламків. Зруйновані будівлі є джерелом небезпечних речовин – азбесту, важких металів, залишків горіння. За оцінками Міністерства захисту довкілля, руйнування будівель і поселень призводить до забруднення довкілля будівельним сміттям та азбестом, наслідки якого проявлятимуться роками. Неналежне поводження з цими відходами створює ризик вторинного забруднення ґрунтів та ґрунтових вод [42].

Забруднення ґрунтів важкими металами є характерним наслідком бойових дій. На місцях вибухів, розривів снарядів та горіння військової техніки в ґрунт надходять свинець, кадмій, мідь, цинк та інші токсичні елементи. Наукові дослідження ґрунтів, трансформованих унаслідок вибухів, засвідчують значні перевищення гранично допустимих концентрацій важких металів у зонах ураження [22]. Орієнтовні рівні перевищення ГДК основних важких металів у таких зонах наведено на рисунку 3.2.

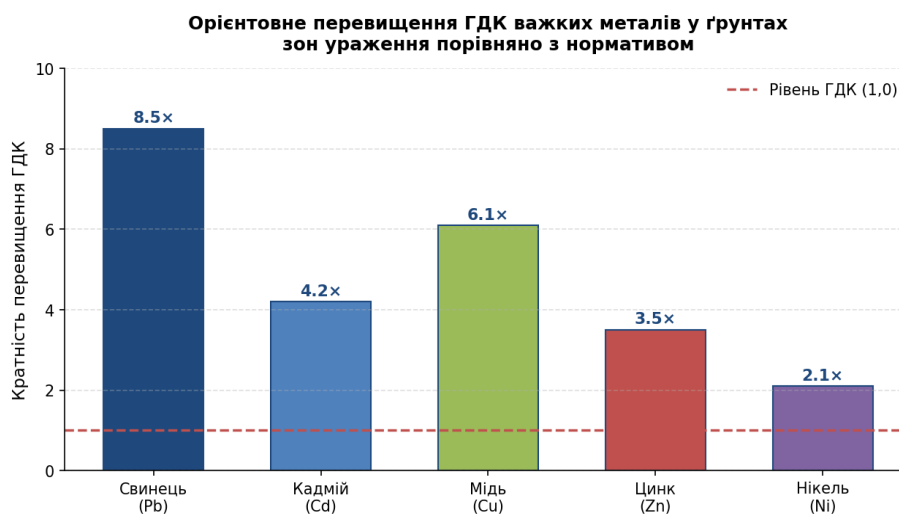


Рисунок 3.2 – Орієнтовне перевищення ГДК важких металів у ґрунтах зон ураження

Джерело: побудовано автором за даними наукових досліджень [22, 39]

Як видно з наведених даних, найбільші перевищення нормативів характерні для свинцю та міді, що є типовими компонентами боєприпасів та продуктів згоряння військової техніки. Таке забруднення має локальний, але інтенсивний характер і потребує проведення спеціальних заходів з рекультивації

ґрунтів. Відновлення родючості та екологічної безпеки забруднених ґрунтів є тривалим процесом, що вимагає застосування методів фіторе mediaції, хімічної меліорації та, у найбільш забруднених випадках, заміни ґрунтового шару [39, 40].

Небезпека забруднення ґрунтів важкими металами полягає в їхній здатності до накопичення та тривалого збереження в довкіллі. На відміну від органічних забруднювачів, важкі метали не розкладаються, а лише змінюють форми перебування та мігрують між компонентами екосистеми. З ґрунту вони можуть надходити в рослини, ґрунтові води, а далі – в харчові ланцюги, створюючи довготривалу загрозу для здоров'я населення. Тому моніторинг вмісту важких металів у ґрунтах постраждалих територій має здійснюватися систематично протягом тривалого часу [22, 27].

Найбільш масштабним за площею екологічним наслідком воєнних дій стало руйнування Козаровицької дамби та затоплення заплави річки Ірпінь. Як було детально розглянуто в попередньому розділі, підрив дамби українськими військами для зупинки наступу противника спричинив затоплення території площею понад 2842 га. Ця подія, що відіграла вирішальну оборонну роль, водночас докорінно змінила гідрологічний режим та екосистеми нижньої течії річки [24].

Екологічні наслідки затоплення є комплексними та довготривалими. У зону затоплення потрапили сільськогосподарські угіддя, оброблені добривами, неорганізовані сміттєзвалища та господарські об'єкти, що спричинило забруднення води органічними та хімічними речовинами. Зміна гідрологічного режиму вплинула на видовий склад водних і прибережних екосистем, спричинила підтоплення населених пунктів нижньої течії. Оцінка довгострокових наслідків затоплення та відновлення природного режиму річки є важливими завданнями подальшого моніторингу [24].

Слід зазначити, що екологічні наслідки затоплення мають неоднозначний характер. З одного боку, затоплення спричинило забруднення вод та підтоплення територій, з іншого – утворення значної площі водно-болотних

угідь може мати й позитивні екологічні ефекти, зокрема для відновлення популяцій водоплавних птахів та риб. Така двоїстість наслідків підкреслює складність оцінки воєнного впливу на екосистеми та необхідність тривалого спостереження за динамікою відновлення природних комплексів заплави річки Ірпінь [24].

Проблема небезпечних відходів, утворених унаслідок руйнувань, потребує особливої уваги. Будівельні відходи від зруйнованих будівель містять не лише інертні матеріали (бетон, цеглу), а й небезпечні компоненти — азбест, важкі метали, залишки пально-мастильних матеріалів. Змішування цих відходів та їх неконтрольоване захоронення створює довготривалі джерела забруднення. Сучасний підхід передбачає сортування будівельних відходів з метою їх максимальної переробки та повторного використання, що відповідає принципам циркулярної економіки та знижує екологічне навантаження [42].

Воєнні дії завдали відчутної шкоди й природно-заповідному фонду та зеленим зонам регіону. Пошкодження лісових масивів унаслідок обстрілів, пожеж та руху військової техніки, забруднення ґрунтів і вод негативно вплинули на біорізноманіття території. Оцінка впливу воєнних дій на об'єкти природно-заповідного фонду є окремим напрямом екологічних досліджень, що набув особливої актуальності в умовах війни [9, 43].

Проблема вибухонебезпечних предметів є одним із найсерйозніших довготривалих наслідків бойових дій. Залишки боєприпасів, нерозірвані снаряди та міни не лише становлять безпосередню загрозу життю людей, а й унеможливають проведення повноцінного екологічного моніторингу та господарської діяльності на забруднених територіях. Процес гуманітарного розмінування є тривалим і має передувати більшості відновлювальних робіт. Крім того, продукти корозії боєприпасів є додатковим джерелом надходження важких металів у ґрунти та води [22, 23].

Важливим напрямом оцінки воєнного впливу є застосування методів дистанційного зондування Землі. В умовах, коли наземні обстеження ускладнені через замінування або небезпеку, аналіз супутникових знімків

дозволяє оцінити масштаби руйнувань, виявити пожежі, зміни в стані рослинного покриву та зони затоплення. Саме завдяки супутниковому моніторингу були отримані дані про рівень руйнувань міст Київщини, що стали основою для планування відновлювальних робіт. Цей підхід довів свою ефективність як інструмент оперативної оцінки екологічних наслідків бойових дій [32].

Супутниковий моніторинг також дозволяє відстежувати динаміку відновлення території в повоєнний період. Порівняння знімків різних періодів дає змогу оцінити темпи відбудови, відновлення зелених насаджень, зміни в стані водних об'єктів. Поєднання дистанційних методів із наземними обстеженнями та лабораторним аналізом проб формує комплексну систему екологічного моніторингу постраждалої території, що є основою для прийняття обґрунтованих управлінських рішень щодо відновлення міста [15, 32].

Економічний вимір екологічної шкоди також заслуговує на увагу. Окрім прямих збитків житловому фонду та інфраструктурі, оцінюваних у близько 1 мільярд доларів США, воєнні дії спричинили екологічні збитки, що включають вартість рекультивації забруднених ґрунтів, відновлення водних екосистем, ліквідації небезпечних відходів та відновлення зелених насаджень. Методологія оцінки екологічної шкоди, завданої воєнними діями, активно розробляється українськими фахівцями та є основою для подальших компенсаційних механізмів [42, 43].

Документування екологічної шкоди має не лише наукове, а й важливе правове значення. Зафіксовані факти забруднення довкілля внаслідок воєнних дій є доказовою базою для притягнення держави-агресора до відповідальності та отримання компенсацій. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» закріплює принцип відповідальності за заподіяну шкоду довкіллю. Тому ретельна фіксація та оцінка екологічних наслідків бойових дій у місті Ірпінь має значення як для планування відновлення, так і для майбутніх компенсаційних процесів [5, 43].

Досвід міста Ірпінь у подоланні екологічних наслідків воєнних дій має значення не лише для самого міста, а й для інших постраждалих населених пунктів України. Напрацювання щодо безпечного поводження з воєнними відходами, рекультивації забруднених ґрунтів та відновлення гідрологічного режиму можуть бути використані як модель для системного підходу до екологічного відновлення територій. Міжнародний досвід та залучення фахових організацій, зокрема у сфері переробки будівельних відходів, є важливим ресурсом для ефективного відновлення [40, 42].

Комплексний характер екологічних наслідків воєнних дій вимагає міждисциплінарного підходу до їх вивчення та подолання. Оцінка стану забруднених територій потребує залучення фахівців різних галузей – екологів, ґрунтознавців, гідрологів, хіміків, фахівців з охорони здоров'я. Лише поєднання знань і методів різних дисциплін дозволяє отримати цілісну картину екологічної ситуації та розробити обґрунтовану програму відновлення. Місто Ірпінь, як один із символів спротиву та водночас один із найбільш постраждалих населених пунктів, є важливим об'єктом таких комплексних досліджень [9, 43, 44].

Для узагальнення основних видів екологічної шкоди, завданої місту Ірпінь унаслідок воєнних дій, доцільно систематизувати їх за компонентами довкілля та характером впливу. Відповідні дані наведено в таблиці 3.4.

Ліквідація екологічних наслідків воєнних дій є тривалим і ресурсомістким процесом, що потребує системного підходу. Першочерговими завданнями є розмінування території, безпечне поводження з будівельними та воєнними відходами, рекультивація забруднених ґрунтів, відновлення гідрологічного режиму річки Ірпінь та відновлення зелених насаджень. Ці заходи мають здійснюватися на основі результатів комплексного екологічного моніторингу з урахуванням пріоритетності захисту здоров'я населення [40, 42].

Таблиця 3.4 – Основні види екологічної шкоди м. Ірпінь унаслідок воєнних дій 2022 року

Компонент довкілля	Вид шкоди	Характер та масштаб
Ґрунти	Забруднення важкими металами, утворення відходів	Локальний, інтенсивний; перевищення ГДК у зонах ураження
Водні ресурси	Затоплення заплави, забруднення води	Масштабний; понад 2842 га затоплено
Атмосферне повітря	Викиди від пожеж та руйнувань	Тимчасовий; локальне погіршення в період боїв
Будівлі / відходи	Руйнування, будівельне сміття, азбест	Близько 1060 будівель пошкоджено, 115 знищено
Біорізноманіття	Пошкодження лісів, зелених зон	Значний; вплив на екосистеми

Джерело: складено автором на основі [9; 22; 24; 32]

Послідовність відновлювальних робіт має враховувати взаємозв'язок між окремими завданнями. Розмінування є передумовою для будь-яких подальших робіт. Розбирання зруйнованих будівель та безпечне поводження з відходами передує відбудові. Рекультивація ґрунтів та відновлення зелених насаджень є завершальними етапами екологічного відновлення. Паралельно має здійснюватися моніторинг стану довкілля для оцінки ефективності вжитих заходів та коригування подальших дій. Такий поетапний підхід забезпечує системність та результативність процесу екологічного відновлення міста [40, 42].

Таким чином, воєнні дії 2022 року стали визначальним фактором сучасного екологічного стану міста Ірпінь, спричинивши масштабне руйнування забудови, забруднення ґрунтів важкими металами, утворення значних обсягів небезпечних відходів та докорінну зміну гідрологічного режиму території внаслідок затоплення заплави річки Ірпінь. Подолання цих наслідків є ключовим завданням повоєнного відновлення міста, що потребує значних ресурсів, наукового обґрунтування та системного екологічного контролю.

3.4 Висновки до розділу 3

Джерела забруднення довкілля міста класифіковано за походженням на пересувні, стаціонарні, дифузні та специфічні воєнні. Встановлено, що визначальний вплив на стан довкілля справляють пересувні джерела (автотранспорт) у мирний час та специфічні воєнні джерела внаслідок подій 2022 року. Відсутність потужних промислових об'єктів є позитивним фактором, що знижує рівень стаціонарного забруднення. Транспортне забруднення концентрується вздовж магістралей, тоді як воєнне має локальний осередковий характер.

Аналіз впливу екологічних факторів на здоров'я населення показав, що найбільш значущими чинниками ризику є забруднення атмосферного повітря (хвороби органів дихання та серцево-судинної системи), якість питної води з підвищеним вмістом заліза і марганцю, шумове забруднення (розлади нервової та серцево-судинної систем) та забруднення ґрунтів важкими металами. Окрему групу ризиків формують довготривалі наслідки воєнних дій, зокрема вторинне забруднення повітря пилом під час відбудови та психологічний вплив пережитих подій. Особливої уваги при плануванні захисних заходів потребують вразливі групи населення – діти, люди похилого віку та особи з хронічними захворюваннями.

Дослідження впливу воєнних дій засвідчило, що вони стали визначальним фактором сучасного екологічного стану міста. Ірпінь виявився одним із найбільш постраждалих міст Київщини – рівень руйнувань становив близько 71%, пошкоджено або знищено близько 1060 будівель. Основними екологічними наслідками стали забруднення ґрунтів важкими металами з перевищенням ГДК у зонах ураження, утворення значних обсягів небезпечних будівельних відходів, а також масштабне затоплення заплави річки Ірпінь площею понад 2842 гектари внаслідок руйнування Козаровицької дамби. Подолання цих наслідків потребує системного підходу, значних ресурсів та постійного екологічного моніторингу, що визначає зміст природоохоронних заходів, розглянутих у наступному розділі роботи.

РОЗДІЛ 4. ШЛЯХИ ПОКРАЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ТЕРИТОРІЇ

4.1 Заходи щодо зменшення антропогенного навантаження

Проведений у попередніх розділах аналіз показав, що екологічний стан міста Ірпінь формується не одним ізольованим чинником, а сукупною дією транспортного, будівельного, комунально-побутового та воєнного навантаження. Саме тому заходи щодо покращення стану довкілля не можуть обмежуватися окремими локальними рішеннями. Для території міста доцільним є комплексний підхід, який поєднує зменшення поточного антропогенного впливу, відновлення пошкоджених компонентів довкілля та створення системи постійного контролю за екологічними ризиками.

Першочерговим завданням є зниження транспортного навантаження, оскільки транспорт у роботі визначено одним із найбільш стабільних джерел забруднення атмосферного повітря та акустичного середовища. Для Ірпеня це питання є особливо важливим через щоденну маятникову міграцію населення до Києва, транзитний рух та відновлення активності після руйнувань 2022 року. Транспортний фактор одночасно формує викиди оксиду вуглецю, оксидів азоту, дрібнодисперсного пилу, шумове навантаження та забруднення придорожніх ґрунтів.

Найбільш раціональним напрямом є поступове зміщення акценту з індивідуального автомобільного транспорту на громадський та маломобільний транспорт. Для цього доцільно розвивати регулярне автобусне сполучення з Києвом і сусідніми населеними пунктами, покращувати зручність пересадок на залізничний транспорт, створювати безпечні пішохідні та велосипедні маршрути між житловими районами, навчальними закладами, парками і транспортними вузлами. Такі рішення не тільки знижують кількість викидів, а й покращують якість міського середовища загалом.

В умовах міста-супутника великої агломерації важливе значення має організація дорожнього руху. Доцільним є розвантаження центральних вулиць, обмеження транзитного руху важкого транспорту через житлові квартали,

впровадження адаптивного світлофорного регулювання та створення зон зі зниженою швидкістю руху поблизу шкіл, лікарень, парків і щільної житлової забудови. Зменшення швидкості транспортних потоків у житлових районах сприяє зниженню шуму, підвищенню безпеки руху та скороченню вторинного пилового забруднення.

Для зниження пилового навантаження в період відбудови міста необхідно посилити контроль за будівельними майданчиками. Основними вимогами мають бути регулярне зволоження територій під час демонтажних і земляних робіт, накриття вантажів при перевезенні будівельних матеріалів і відходів, очищення коліс техніки при виїзді з будівельного майданчика, недопущення складування сипучих матеріалів без захисту від вітрового рознесення. Такі заходи є технічно нескладними, але дають помітний ефект у зниженні вмісту пилу в приземному шарі повітря.

Окрему увагу слід приділити поводженню з відходами від руйнувань. Воєнні дії 2022 року призвели до утворення значних обсягів будівельного сміття, частина якого може містити небезпечні компоненти: азбест, залишки горіння, важкі метали, фрагменти інженерних мереж, залишки лакофарбових матеріалів. Тому їх не можна розглядати як звичайні інертні відходи. Сортивання, виявлення небезпечних фракцій, безпечне тимчасове зберігання та подальша переробка мають стати обов'язковими елементами екологічно безпечної відбудови міста [42].

Зменшення антропогенного навантаження на ґрунти передбачає рекультивацію ділянок, що зазнали забруднення внаслідок вибухів, пожеж та руйнування техніки. З урахуванням воєнного походження частини забруднень, першочергово слід обстежувати території колишніх бойових дій, місця руйнувань, ділянки можливого розміщення військової техніки та території, де проводилися інтенсивні демонтажні роботи. Для таких ділянок необхідно здійснювати лабораторний аналіз вмісту свинцю, кадмію, міді, цинку, нафтопродуктів та інших потенційно небезпечних речовин [22].

Практичні заходи з відновлення ґрунтів мають добиратися залежно від рівня забруднення. Для слабо і помірно забруднених територій доцільними є фіторе mediaція, внесення органічної речовини, поліпшення кислотно-лужного стану ґрунту, створення газонів і зелених насаджень, які знижують надходження пилу з поверхні землі. Для сильно забруднених локальних ділянок може бути необхідним зняття верхнього шару ґрунту з подальшою передачею на спеціалізоване поводження або ізоляція забрудненої ділянки до проведення повної рекультивації.

Важливим напрямом є захист водних ресурсів міста. Річка Ірпінь, її притоки, меліоративні канали та штучні водойми зазнають впливу поверхневого стоку, побутових стоків, будівельного пилу, підтоплень і наслідків зміни гідрологічного режиму. Для зниження навантаження на водні об'єкти доцільно модернізувати систему зливової каналізації, облаштовувати локальні очисні споруди для поверхневого стоку з доріг і парковок, забороняти скидання будівельних та побутових відходів у прибережних смугах, а також відновлювати природну рослинність уздовж берегів.

У прибережних зонах необхідно сформувати режим обмеженого господарського використання. Захисні смуги вздовж водних об'єктів мають виконувати функцію природного фільтра: затримувати завислі речовини, зменшувати надходження біогенних елементів, обмежувати ерозію берегів і створювати умови для відновлення біорізноманіття. Для Ірпеня, де водні об'єкти пов'язані з рекреаційною функцією міста, екологічний стан прибережних зон має також соціальне значення, оскільки впливає на якість відпочинку населення.

Зелені насадження є одним із найефективніших природних інструментів зниження антропогенного навантаження. Вони одночасно покращують якість повітря, затримують пил, знижують рівень шуму, регулюють мікроклімат, зменшують перегрів міського простору і підтримують біорізноманіття [1, 17]. Для Ірпеня, який історично формувався серед соснових лісів і мав рекреаційну спеціалізацію, збереження зеленого каркаса є не додатковим, а базовим

фактором екологічної безпеки.

Доцільно запровадити принцип компенсаційного озеленення: кожне видалення дерев у процесі будівництва або відновлювальних робіт має супроводжуватися висадженням нових дерев у визначеній кількості та на екологічно обґрунтованих ділянках. Проте компенсація не повинна бути формальною. Важливо враховувати приживлюваність рослин, їхній вік, порідний склад, здатність до очищення повітря і стійкість до міських умов. Пріоритет слід надавати місцевим видам дерев та кущів, адаптованим до кліматичних і ґрунтових умов Полісся.

Під час відбудови міста слід уникати надмірного ущільнення забудови. Зростання щільності житлових кварталів без належного забезпечення зеленими зонами, місцями для збору відходів, водовідведенням і транспортною інфраструктурою призводить до довготривалого погіршення якості довкілля. Тому природоохоронні заходи мають бути інтегровані в містобудівну політику: екологічні вимоги слід враховувати не після реалізації проєктів, а на етапі планування територій.

Загальна логіка заходів щодо зменшення антропогенного навантаження полягає в переході від реагування на наслідки до попередження проблем. Якщо місто лише ліквідує сміттєзвалища, пил, шум чи забруднення води після їх появи, ефект буде тимчасовим. Якщо ж екологічні вимоги вбудовані в транспортне планування, забудову, управління відходами, озеленення і відновлення інфраструктури, тоді формується стабільна система екологічної безпеки.

Комплекс першочергових заходів щодо зменшення антропогенного навантаження на територію міста Ірпінь узагальнено в табл. 4.1.

У контексті табл. 4.1 слід підкреслити, що заходи не є рівнозначними за терміном реалізації. Частина з них може бути впроваджена швидко: зволоження будівельних майданчиків, накриття вантажів, інформаційні кампанії, розміщення контейнерів для роздільного збору. Інші потребують середньострокового планування: модернізація зливової каналізації, створення

Таблиця 4.1 – Пріоритетні заходи щодо зменшення антропогенного навантаження на довкілля м. Ірпінь

Напрямок	Зміст заходів	Очікуваний екологічний результат
Транспорт	Розвиток громадського транспорту, обмеження транзитного руху, створення велосипедних і пішохідних маршрутів	Зменшення викидів, шуму та пилового навантаження
Будівництво	Контроль пилу, зволоження майданчиків, накриття вантажів, очищення коліс техніки	Зниження вторинного забруднення атмосферного повітря
Ґрунти	Лабораторне обстеження забруднених ділянок, рекультивація, фіторе mediaція	Зменшення ризику поширення важких металів
Водні ресурси	Очищення поверхневого стоку, захист прибережних смуг, недопущення скидів	Покращення якості води та стану водних екосистем
Зелені зони	Збереження лісових масивів, компенсаційне озеленення, створення зелених коридорів	Покращення мікроклімату, зменшення шуму та пилу
Відходи	Роздільний збір, окреме поводження з будівельними і небезпечними відходами	Зменшення навантаження на ґрунти та водні ресурси

Джерело: складено автором

зелених коридорів, переорганізація дорожнього руху. Найбільш ресурсомісткими є довгострокові заходи – рекультивація забруднених територій, комплексна модернізація транспортної системи та екологічна реконструкція пошкодженої інфраструктури.

Для практичного впровадження важливо визначити черговість дій. На першому етапі доцільно виконати інвентаризацію проблемних ділянок: місць концентрації пилу, зон підвищеного шуму, територій з імовірним воєнним забрудненням, ділянок несанкціонованого накопичення відходів. Другий етап має передбачати класифікацію проблем за рівнем ризику для населення. На третьому етапі повинні реалізовуватися конкретні природоохоронні заходи з оцінкою їхньої ефективності.

Підсумовуючи, можна зазначити, що зменшення антропогенного навантаження на довкілля міста Ірпінь має базуватися на поєднанні адміністративних, технічних, природоорієнтованих і просвітницьких заходів. Найбільш ефективним буде не окреме усунення наслідків, а формування системи, в якій транспорт, забудова, поводження з відходами, водовідведення та озеленення плануються як взаємопов'язані елементи міського екологічного

управління.

Окремо доцільно визначити пріоритетність заходів за строками реалізації, що наведено в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Етапність реалізації природоохоронних заходів у м. Ірпінь

Етап	Термін реалізації	Ключові дії
Першочерговий	до 1 року	інвентаризація проблемних ділянок, контроль пилу, сортування будівельних відходів, інформаційні заходи
Середньостроковий	1–3 роки	модернізація зливової каналізації, створення зелених смуг, оптимізація дорожнього руху
Довгостроковий	3–5 років	рекультивация забруднених територій, розвиток сталої мобільності, комплексне відновлення водних екосистем
Стратегічний	понад 5 років	формування сталої екологічної моделі розвитку міста та інтеграція моніторингу в управління громадою

Джерело: складено автором

Запропонована етапність реалізації природоохоронних заходів дає змогу розподілити роботи за рівнем терміновості та очікуваним ефектом. Першочергові дії мають бути спрямовані на усунення найбільш очевидних і небезпечних проявів екологічного навантаження, зокрема пилового забруднення, неконтрольованого накопичення будівельних відходів та недостатньої поінформованості населення щодо стану довкілля.

Середньострокові заходи повинні забезпечити перехід від локального реагування до системного управління екологічними процесами. Для міста Ірпінь особливе значення має модернізація зливової каналізації, розвиток зелених смуг уздовж транспортних магістралей та оптимізація дорожнього руху, оскільки саме ці напрями безпосередньо впливають на якість атмосферного повітря, рівень шуму та стан водних об'єктів.

Довгострокові та стратегічні заходи мають формувати основу сталої екологічної політики громади. Їх реалізація передбачає не лише відновлення окремих компонентів довкілля, а й створення цілісної системи екологічного управління, у якій моніторинг, планування забудови, розвиток зеленої інфраструктури та участь населення розглядаються як взаємопов'язані елементи розвитку міста.

4.2 Рекомендації щодо екологічного моніторингу та відновлення територій

Ефективне покращення стану довкілля неможливе без постійного екологічного моніторингу. Для міста Ірпінь це особливо актуально, оскільки його екологічна ситуація сформована не лише типовими міськими чинниками, а й наслідками воєнних дій, руйнуванням інфраструктури, утворенням значних обсягів відходів та зміною гідрологічного режиму. Моніторинг має бути не формальним збором даних, а інструментом прийняття управлінських рішень.

Метою моніторингу має бути своєчасне виявлення змін у стані атмосферного повітря, водних ресурсів, ґрунтів, зелених насаджень та акустичного середовища. Отримані дані повинні використовуватися для визначення пріоритетів відновлення, оцінки ефективності вже впроваджених заходів, попередження ризиків для здоров'я населення та інформування громади. Особливо важливим є створення локальної системи спостережень, адаптованої саме до умов Ірпеня.

Основним принципом такої системи має бути поєднання декількох джерел інформації. Державний моніторинг забезпечує нормативну достовірність даних, громадські платформи надають оперативність та ширше просторове охоплення, а лабораторні дослідження дозволяють отримувати точні показники для найбільш ризикових ділянок. Додатково можуть використовуватися дані дистанційного зондування Землі для контролю зелених насаджень, зон підтоплення та динаміки відбудови [14, 15, 32].

Для атмосферного повітря доцільно забезпечити постійний контроль основних забруднюючих речовин: $PM_{2,5}$, PM_{10} , NO_2 , SO_2 , CO, формальдегіду та озону. Особливу увагу слід приділяти ділянкам поблизу магістралей, будівельних майданчиків, місць демонтажу зруйнованих об'єктів та щільної забудови. У періоди сухої погоди і активних робіт доцільно проводити додаткові короткострокові вимірювання пилу, оскільки саме пил є найбільш характерним забруднювачем періоду відбудови.

Моніторинг ґрунтів має бути точковим і ризик-орієнтованим. Насамперед

необхідно обстежувати ділянки, що зазнали вибухів, пожеж, руйнування техніки, складування будівельних відходів або тривалого перебування важкої техніки. У таких місцях доцільно визначати вміст свинцю, кадмію, міді, цинку, нікелю, нафтопродуктів, а за можливості – залишків вибухових речовин. Результати слід наносити на картосхему, щоб сформувати просторову базу даних щодо рівня забруднення.

Для водних ресурсів важливим є контроль як поверхневих, так і підземних вод. Для річки Ірпінь, її приток і штучних водойм необхідно відстежувати показники БСК₅, ХСК, вміст нітратів, фосфатів, завислих речовин, нафтопродуктів, важких металів і мікробіологічні показники. Для питної води з артезіанських джерел особливо актуальними є вміст заліза, марганцю, жорсткість, мікробіологічна безпека та стабільність якості води після проходження водопідготовки [28, 30].

Окремим напрямом має бути моніторинг наслідків затоплення заплави річки Ірпінь після руйнування Козаровицької дамби. Необхідно відстежувати динаміку рівня води, стан прибережних ґрунтів, процеси замулення, зміну рослинності та можливе вторинне забруднення. Такий моніторинг доцільно проводити не одноразово, а протягом декількох років, оскільки гідрологічні та екосистемні зміни можуть проявлятися поступово [24].

Акустичний моніторинг повинен охоплювати основні транспортні коридори, території біля шкіл, дитячих садків, лікарень, житлових кварталів та рекреаційних зон. Вимірювання доцільно проводити в години пікового транспортного навантаження і в нічний період. Це дозволить не тільки фіксувати перевищення нормативів, а й обґрунтовувати конкретні шумозахисні заходи: зелені смуги, обмеження швидкості, перенаправлення транспорту, встановлення екранів або використання шумопоглинального дорожнього покриття.

Відновлення територій має починатися з безпекового етапу. Перед будь-якими природоохоронними або будівельними роботами необхідне обстеження територій на наявність вибухонебезпечних предметів. Без розмінування

неможливо якісно провести ні лабораторний відбір проб, ні рекультивацію ґрунтів, ні відновлення зелених зон. Тому безпекова складова є першою і обов'язковою передумовою екологічного відновлення.

Після забезпечення безпеки слід провести екологічну інвентаризацію. Вона має включати фіксацію пошкоджених зелених зон, забруднених ділянок ґрунтів, місць накопичення будівельних і воєнних відходів, порушених берегів водойм, ділянок підтоплення та зон підвищеного пилового навантаження. На основі такої інвентаризації доцільно сформувати карту пріоритетного відновлення, де території класифікуються за рівнем небезпеки та терміновістю втручання.

Відновлення ґрунтів має відбуватися з урахуванням фактичного рівня забруднення. Якщо перевищення допустимих концентрацій незначне, можна застосовувати біологічні методи відновлення – висадження рослин-аккумуляторів, внесення органічних добрив, поліпшення структури ґрунту, запобігання ерозії. Якщо забруднення значне, необхідні більш жорсткі заходи: ізоляція ділянки, вивезення забрудненого шару, заміна ґрунту або спеціалізована утилізація. Вибір методу має бути обґрунтований лабораторними даними, а не візуальною оцінкою.

Відновлення водних об'єктів має передбачати очищення прибережних територій від сміття, недопущення нових скидів, поступове відновлення природної берегової рослинності, контроль замулення та створення буферних зелених смуг. Для малих водойм і ставків доцільно проводити періодичне санітарне обстеження, оскільки їхній стан швидко погіршується при надходженні органічних речовин і побутового сміття. Відновлення водних екосистем має здійснюватися обережно, без надмірного техногенного втручання.

У процесі відновлення необхідно враховувати не лише екологічний, а й соціальний ефект. Території, які відновлюються першочергово, мають бути пов'язані з повсякденним життям мешканців: двори, прибудинкові території, шкільні та лікарняні ділянки, громадські простори, рекреаційні зони.

Покращення стану таких територій швидко відчувається населенням і підвищує довіру громади до процесу відбудови.

Рекомендовану структуру локальної системи екологічного моніторингу для міста Ірпінь наведено в табл. 4.3.

Таблиця 4.3 – Рекомендована структура екологічного моніторингу м. Ірпінь

Компонент	Показники контролю	Пріоритетні зони спостереження
Атмосферне повітря	PM _{2,5} , PM ₁₀ , NO ₂ , CO, SO ₂ , формальдегід	магістралі, будівельні майданчики, щільна забудова
Ґрунти	Pb, Cd, Cu, Zn, нафтопродукти, pH	зони руйнувань, місця вибухів, складування відходів
Водні ресурси	БСК ₅ , ХСК, нітрати, фосфати, метали, мікробіологія	р. Ірпінь, притоки, ставки, зони підтоплення
Акустика	еквівалентний рівень шуму LA _{eq}	магістралі, житлова забудова, школи, лікарні
Зелені насадження	площа, стан дерев, пошкодження, видовий склад	парки, сквери, лісові масиви, прибережні смуги

Джерело: складено автором

У табл. 4.3 показано, що моніторинг має охоплювати не лише традиційні показники забруднення, а й ті компоненти, які безпосередньо пов'язані з відновленням міста після бойових дій. Особливо важливим є поєднання моніторингу ґрунтів і повітря, оскільки забруднений пил може переноситися з поверхні ґрунту під час демонтажу, руху техніки або сухої вітряної погоди. Також принциповим є спостереження за водними об'єктами, оскільки вони можуть акумулювати забруднення з великої площі водозбору.

Зелені насадження слід відновлювати не за принципом випадкової висадки дерев, а на основі просторового плану зеленого каркаса міста. Доцільно виділити основні зелені ядра – парки, лісові масиви, сквери – і з'єднати їх зеленими коридорами вздовж вулиць, водних об'єктів та пішохідних маршрутів. Така структура підвищує екологічну стійкість міста, полегшує міграцію видів, зменшує теплове навантаження та покращує рекреаційну якість території.

Для підвищення ефективності моніторингу доцільно розробити міську карту екологічних ризиків. На ній мають бути відображені ділянки воєнних руйнувань, місця накопичення будівельних відходів, основні транспортні коридори, водні об'єкти, зелені зони, точки контролю якості повітря та води. Така карта допоможе не лише фахівцям, а й органам місцевого самоврядування, оскільки дозволить візуально визначати пріоритети фінансування та черговість відновлення територій.

Окремим напрямом є моніторинг якості виконання відновлювальних робіт. Якщо будівельні майданчики не контролюються, сам процес відбудови може стати додатковим джерелом забруднення. Тому підрядні організації мають дотримуватися екологічних вимог: не допускати неконтрольованого пиління, правильно поводитися з відходами, не забруднювати ґрунти паливом і мастилами, не порушувати прибережні смуги. Контроль за цими вимогами має бути регулярним, а не лише під час перевірок за скаргами.

Програма відновлення територій повинна мати чітку послідовність дій. Спочатку проводиться безпекове обстеження і розмінування, далі – екологічна інвентаризація, потім – лабораторна діагностика найбільш ризикових ділянок, після цього – вибір способу відновлення. Завершальним етапом має бути повторний контроль, який підтверджує, що територія стала безпечною для подальшого використання. Така етапність знижує ризик випадкового або формального виконання природоохоронних заходів.

Етапність відновлення територій, пошкоджених унаслідок воєнних дій та інтенсивного антропогенного впливу, подано в табл. 4.4.

Підсумовуючи, система моніторингу та відновлення територій у місті Ірпінь має бути довгостроковою, відкритою і ризик-орієнтованою. Її головна мета полягає не лише у фіксації забруднення, а у створенні підстав для конкретних управлінських дій. Саме тому моніторинг, картування, лабораторна діагностика, інформування населення і практична рекультивация мають розглядатися як єдиний процес екологічного відновлення міста.

Таблиця 4.4 – Етапи екологічного відновлення пошкоджених територій м. Ірпінь

Етап	Основний зміст	Очікуваний результат
1. Безпековий	розмінування, виявлення небезпечних предметів, обмеження доступу до ризикових ділянок	створення умов для безпечного проведення робіт
2. Діагностичний	обстеження територій, відбір проб ґрунту і води, фотофіксація, картування	визначення рівня та просторового поширення забруднення
3. Технічний	прибирання відходів, демонтаж небезпечних конструкцій, очищення територій	зменшення джерел вторинного забруднення
4. Відновлювальний	рекультивация ґрунтів, відновлення зелених зон, укріплення берегів	повернення територій до безпечного та функціонального стану
5. Контрольний	повторні вимірювання, оцінка ефективності, коригування заходів	підтвердження екологічної безпеки та сталості результату

Джерело: складено автором

4.3 Перспективи сталого розвитку м. Ірпінь

Перспективи сталого розвитку міста Ірпінь безпосередньо пов'язані з характером його післявоєнного відновлення. Місто має складну стартову ситуацію: значні руйнування, екологічні наслідки бойових дій, потребу у відбудові житлового фонду та інфраструктури, але водночас – вигідне розташування, природний потенціал, зелені масиви, близькість до Києва та активну громаду. Саме тому відновлення має бути не поверненням до попередньої моделі розвитку, а переходом до більш стійкої та екологічно збалансованої міської системи.

Сталий розвиток передбачає поєднання трьох складових: екологічної безпеки, соціальної якості життя та економічної доцільності [3, 4]. Для Ірпеня це означає, що нова забудова, транспортна політика, відновлення інфраструктури, озеленення і поводження з відходами мають розглядатися не окремо, а як взаємопов'язані елементи одного міського організму. Якщо економічне відновлення буде здійснюватися без екологічних обмежень, місто ризикує втратити свій рекреаційний та природний потенціал.

Першою стратегічною перспективою є формування зеленої інфраструктури. Для Ірпеня це особливо актуально, оскільки зелені насадження історично були однією з головних переваг міста. Зелена інфраструктура має

включати не лише парки та сквери, а й вуличне озеленення, захисні насадження вздовж доріг, прибережні зелені смуги, внутрішньодворове озеленення, зелені коридори між різними частинами міста. Така система підвищує екологічну стійкість і робить місто комфортнішим для проживання.

Другою перспективою є розвиток сталої мобільності. Місто-супутник Києва не може повністю уникнути транспортного навантаження, однак може зменшити його негативні наслідки. Для цього потрібні зручний громадський транспорт, безпечна велосипедна інфраструктура, пішохідна доступність основних соціальних об'єктів, розвантаження житлових кварталів від транзитного транспорту. У перспективі доцільно створювати транспортну модель, у якій короткі міські переміщення не потребують обов'язкового використання приватного автомобіля.

Третьою перспективою є екологічно відповідальна відбудова житлового фонду. Пошкодження значної кількості будівель є трагедією, але відновлення дає можливість змінити стандарти будівництва. Нові об'єкти мають бути енергоефективними, безпечними, адаптованими до кліматичних змін, забезпеченими належним водовідведенням, місцями для сортування відходів і зеленими прибудинковими територіями. Відбудова не повинна повторювати помилки хаотичної забудови попередніх років.

Четвертою перспективою є цифровізація екологічного управління. Для сучасного міста важливо мати цифрову базу даних про стан довкілля: точки моніторингу, результати вимірювань, карти зелених зон, ділянки забруднення, місця накопичення відходів, стан водних об'єктів. Такий підхід дозволяє швидше приймати рішення, порівнювати динаміку в різні роки та обґрунтовувати фінансування природоохоронних заходів. Дані мають бути відкритими настільки, наскільки це можливо в умовах безпеки.

П'ятою перспективою є розвиток екологічної освіти та участі громади. Мешканці повинні не лише отримувати інформацію про стан довкілля, а й брати участь у його покращенні: висаджувати дерева, повідомляти про забруднення, сортувати відходи, підтримувати місцеві екологічні ініціативи.

Громада, яка розуміє цінність природного середовища, краще контролює забудову, відповідальніше ставиться до відходів і активніше підтримує довгострокові екологічні рішення.

Шостою перспективою є формування економіки відновлення, орієнтованої на принципи циркулярності. Це означає максимальне повторне використання матеріалів, переробку будівельних відходів, раціональне використання ресурсів, скорочення кількості відходів, енергоефективність і мінімізацію викидів. Для міста, яке має значні обсяги відходів від руйнувань, циркулярний підхід є не теоретичною концепцією, а практично необхідним інструментом екологічно безпечної відбудови.

Особливу роль у сталому розвитку Ірпеня відіграє водний фактор. Річка Ірпінь та пов'язані з нею заплавні території є не лише природним елементом, а й частиною просторової ідентичності міста. Відновлення прибережних смуг, контроль якості води, недопущення забудови екологічно чутливих ділянок, збереження водно-болотних екосистем можуть стати важливою частиною зеленої стратегії громади.

Місто також має перспективу розвитку як рекреаційний простір Київської агломерації. Однак така перспектива можлива лише за умови збереження природних переваг: лісів, парків, чистого повітря, доступних водойм і якісних громадських просторів. Якщо відбудова буде супроводжуватися надмірною забудовою без збереження зелених зон, Ірпінь може втратити саме ті характеристики, які робили його привабливим для проживання й відпочинку.

Стратегія сталого розвитку Ірпеня має бути адаптивною. Це означає, що вона повинна враховувати невизначеність повоєнного періоду, можливі зміни чисельності населення, економічні обмеження, кліматичні ризики та потреби безпеки. Не всі заходи можуть бути реалізовані одразу, але важливо, щоб кожне поточне рішення не суперечило довгостроковій екологічній меті.

Основні стратегічні напрями сталого розвитку міста Ірпінь з урахуванням екологічної складової подано в табл. 4.5.

Таблиця 4.5 – Стратегічні напрями сталого розвитку м. Ірпінь

Напрямок розвитку	Зміст	Очікуваний ефект
Зелена інфраструктура	збереження лісів, парків, прибережних смуг, формування зелених коридорів	покращення мікроклімату, зниження шуму і пилу, збереження біорізноманіття
Стала мобільність	громадський транспорт, велосипедні маршрути, пішохідна доступність, обмеження транзиту	зниження транспортного навантаження та викидів
Енергоефективна відбудова	тепломодернізація, сучасні системи опалення, якісна вентиляція, ресурсозбереження	зменшення споживання енергії та викидів
Циркулярна економіка	переробка будівельних відходів, повторне використання матеріалів, сортування ТПВ	зменшення обсягів відходів і навантаження на ґрунти
Цифровий моніторинг	екологічні карти, відкриті дані, регулярні звіти, громадський контроль	підвищення прозорості та якості управління
Екологічна освіта	інформаційні кампанії, залучення мешканців, підтримка локальних ініціатив	формування відповідальної екологічної поведінки

Джерело: складено автором

Очікувані результати впровадження запропонованих заходів мають оцінюватися за конкретними індикаторами. До таких індикаторів можна віднести площу відновлених зелених зон, кількість ліквідованих місць накопичення відходів, кількість точок моніторингу, динаміку рівнів шуму на магістралях, якість води у водоймах, кількість обстежених і рекультивованих ділянок ґрунтів. Без індикаторів стратегія ризикує залишитися декларативною.

Важливим управлінським рішенням може стати розроблення локальної програми екологічного відновлення та сталого розвитку м. Ірпінь. Така програма повинна містити перелік проблем, відповідальних виконавців, строки реалізації, джерела фінансування, індикатори оцінки та механізм громадського контролю. Її практична цінність полягає в тому, що вона переводить загальні екологічні рекомендації у конкретний план дій.

Фінансування екологічних заходів може здійснюватися з декількох джерел: місцевого бюджету, обласних програм, державних програм відновлення, міжнародної технічної допомоги, грантових програм та приватних інвестицій. Для Ірпеня, який належить до найбільш постраждалих міст

Київщини, особливо важливо залучати зовнішні ресурси саме на ті напрями, що мають довготривалий екологічний ефект: рекультивацію ґрунтів, відновлення зелених зон, модернізацію водовідведення та переробку будівельних відходів.

Оцінка ефективності сталого розвитку має здійснюватися регулярно. Наприклад, щороку можна аналізувати площу зелених насаджень, кількість обстежених територій, якість води у контрольних точках, динаміку шумового навантаження, кількість ліквідованих стихійних сміттєзвалищ та обсяг відходів, переданих на переробку. Такі показники дозволяють бачити не лише наміри, а й реальні зміни у стані міського середовища.

Важливо також, щоб екологічний напрям не існував окремо від соціальної політики. Відновлення парків, дворів, пішохідних маршрутів, шкільних територій і прибережних зон одночасно покращує стан довкілля та повертає мешканцям відчуття нормального міського життя. Саме тому сталий розвиток Ірпеня має оцінюватися не лише через екологічні показники, а й через комфортність, безпеку та доступність міського простору для населення.

Узагальнені очікувані результати реалізації запропонованих рекомендацій наведено в табл. 4.6.

Таблиця 4.6 – Очікувані результати реалізації рекомендацій щодо покращення екологічного стану м. Ірпінь

Сфера	Очікуваний результат	Критерій оцінки
Повітря	зменшення пилового та транспортного забруднення	динаміка РМ _{2,5} , РМ ₁₀ , NO ₂ , кількість скарг мешканців
Вода	стабілізація якості поверхневих і питних вод	результати лабораторних аналізів, відсутність несанкціонованих скидів
Ґрунти	локалізація і поступове зниження рівня воєнного забруднення	кількість обстежених та рекультивованих ділянок
Акустика	зменшення шумового навантаження біля житлової забудови	рівні LA _{eq} у контрольних точках
Зелені зони	відновлення зеленого каркаса міста	площа зелених насаджень, кількість висаджених і збережених дерев
Управління	перехід до відкритої системи екологічного контролю	наявність карти ризиків, регулярність звітів, доступність даних

Джерело: складено автором

Підсумовуючи, перспективи сталого розвитку Ірпеня пов'язані з формуванням міста, яке поєднує функції житлового передмістя Києва, рекреаційного простору та безпечного середовища для життя. Для цього необхідно зберегти природні переваги території, мінімізувати наслідки воєнного забруднення, модернізувати інфраструктуру та забезпечити постійний екологічний контроль. Саме такий підхід дозволить не лише відновити місто, а й підвищити його стійкість до майбутніх екологічних і соціальних викликів.

4.4 Висновки до розділу 4

За результатами розроблення шляхів покращення екологічного стану території встановлено, що для міста Ірпінь найбільш доцільним є комплексний підхід, який поєднує зниження поточного антропогенного навантаження, ліквідацію наслідків воєнних дій та формування довгострокової системи екологічного управління. Основними напрямками зменшення навантаження визначено розвиток сталої мобільності, контроль будівельного пилу, безпечне поводження з відходами, рекультивацію забруднених ґрунтів, захист водних об'єктів і відновлення зелених насаджень.

Обґрунтовано, що транспортний фактор потребує першочергової уваги, оскільки він одночасно впливає на якість атмосферного повітря, акустичне середовище та стан придорожніх ґрунтів. Для його зменшення запропоновано розвивати громадський транспорт, велосипедну та пішохідну інфраструктуру, обмежувати транзитний рух через житлові квартали, формувати зелені шумозахисні смуги та оптимізувати організацію дорожнього руху. У період відбудови міста важливим є також контроль за пилінням і транспортуванням будівельних матеріалів.

Визначено, що екологічний моніторинг має бути постійним, відкритим і ризик-орієнтованим. Він повинен охоплювати атмосферне повітря, ґрунти, водні ресурси, акустичне середовище та зелені насадження. Особлива увага має приділятися ділянкам воєнних руйнувань, місцям імовірного забруднення важкими металами, зонам підтоплення, прибережним смугам та територіям

інтенсивної відбудови.

Запропоновано поетапну модель екологічного відновлення територій: безпекове обстеження і розмінування, екологічна інвентаризація, лабораторна діагностика, очищення та рекультивація, відновлення зелених і водних екосистем, повторний контроль ефективності. Перспективи сталого розвитку міста Ірпінь пов'язані з формуванням зеленої інфраструктури, сталої мобільності, енергоефективної відбудови, циркулярного поводження з відходами, цифрового екологічного моніторингу та активної участі громади. Реалізація цих напрямів дозволить не лише покращити стан довкілля, а й підвищити якість життя мешканців, зберегти рекреаційний потенціал міста та сформувати більш стійку модель розвитку в післявоєнний період.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі здійснено комплексну оцінку стану довкілля населеного пункту на прикладі міста Ірпінь Київської області. Дослідження було спрямоване на виявлення основних чинників формування екологічного стану міста, аналіз впливу антропогенних та воєнних факторів, оцінку найбільш значущих екологічних ризиків і розроблення практичних рекомендацій щодо покращення та відновлення стану довкілля території.

Визначено, що місто Ірпінь є динамічним населеним пунктом у складі Бучанського району Київської області та функціонально пов'язане з Київською агломерацією. Сприятливими природними передумовами є помірно континентальний клімат, наявність річки Ірпінь, соснових лісів, парків та рекреаційних територій. Водночас близькість до Києва, зростання житлової забудови, транспортне навантаження та наслідки воєнних дій істотно ускладнюють екологічну ситуацію.

Оцінка стану атмосферного повітря показала, що в довоєнний та поточний періоди ситуація в місті загалом може характеризуватися як відносно задовільна, без постійних систематичних перевищень гранично допустимих концентрацій за даними моніторингу. Разом з тим основними джерелами потенційного погіршення якості повітря залишаються автомобільний транспорт, опалення, будівельні та відновлювальні роботи. Особливо критичним був період активних бойових дій 2022 року, коли пожежі, руйнування та робота техніки спричинили локальне погіршення якості повітря.

Аналіз ґрунтів і водних ресурсів засвідчив, що ці компоненти є одними з найбільш уразливих. Ґрунтовий покрив Ірпеня зазнав як типового міського навантаження, так і специфічного воєнного впливу, пов'язаного з вибухами, пожежами, руйнуванням техніки та утворенням будівельних відходів. Водні ресурси міста, зокрема річка Ірпінь та підземні джерела водопостачання, потребують системного контролю за якістю. Особливе значення має наслідок руйнування Козаровицької дамби та затоплення заплави річки Ірпінь, що спричинило масштабні зміни гідрологічного режиму.

Основні екологічні проблеми та ризики міста пов'язані з забрудненням атмосферного повітря, ґрунтів і водних об'єктів. Встановлено, що у мирний час провідним чинником впливу є автотранспорт, який формує хімічне забруднення повітря, шумове навантаження та забруднення придорожніх ґрунтів. У післявоєнний період значну небезпеку становлять воєнні джерела забруднення: уламки, будівельні відходи, важкі метали, залишки горіння та потенційно небезпечні предмети.

Оцінка впливу екологічних факторів на здоров'я населення показала, що найбільш значущими ризиками є забруднення атмосферного повітря дрібнодисперсним пилом і продуктами згоряння, підвищене шумове навантаження поблизу транспортних магістралей, якість питної води та можливе забруднення ґрунтів важкими металами. Особливо вразливими групами населення є діти, люди похилого віку та особи з хронічними захворюваннями. Умови воєнного та післявоєнного періоду також посилюють психологічні та соціальні наслідки погіршення якості довкілля.

Встановлено, що воєнні дії 2022 року стали визначальним фактором сучасного екологічного стану Ірпеня. Місто зазнало значних руйнувань житлового фонду та інфраструктури, що призвело до утворення великих обсягів будівельних відходів, пилового забруднення, локального забруднення ґрунтів важкими металами та погіршення стану зелених зон. Найбільш масштабним природним наслідком стала зміна гідрологічного режиму внаслідок затоплення заплави річки Ірпінь. Ці наслідки мають довготривалий характер і потребують системного моніторингу.

Основними напрямками покращення екологічного стану території м. Ірпінь визначено зниження транспортного навантаження, контроль будівельного пилу, безпечне поводження з будівельними і воєнними відходами, рекультивацію забруднених ґрунтів, захист водних ресурсів, відновлення прибережних смуг, розвиток зеленої інфраструктури та впровадження сталої мобільності. Запропоновані заходи мають бути реалізовані поетапно – від першочергових технічних дій до довгострокової стратегії сталого розвитку.

Обґрунтовано необхідність створення локальної системи екологічного моніторингу міста Ірпінь. Вона має охоплювати атмосферне повітря, ґрунти, водні ресурси, шумове навантаження та зелені насадження. Особливу увагу слід приділяти зонам руйнувань, місцям імовірного забруднення важкими металами, територіям інтенсивної відбудови, прибережним смугам і транспортним коридорам. Результати моніторингу доцільно відображати у вигляді карти екологічних ризиків, доступної для управлінських рішень і громадського контролю.

Отже, стан довкілля міста Ірпінь можна оцінити як такий, що поєднує відносно сприятливі природні передумови з суттєвими антропогенними та воєнними ризиками. Найбільш проблемними напрямками є транспортне навантаження, будівельний пил, поводження з відходами, локальне забруднення ґрунтів і наслідки зміни гідрологічного режиму. Покращення екологічного стану території можливе за умови системного підходу, постійного моніторингу, участі громади та інтеграції екологічних вимог у всі процеси післявоєнного відновлення міста.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Дудяк Н., Баруліна І., Барулін Д. Інтеграція природоорієнтованих рішень у міські екосистеми в умовах стрімкої урбанізації та змін клімату // Journal of Innovations and Sustainability. 2024. Vol. 8, № 1. Article 10. URL: <https://doi.org/10.51599/is.2024.08.01.10>
2. Добровольський В. В., Безсонов Є. М. Системний аналіз якості навколишнього середовища : навч. посіб. Чернівці : Чернівецький національний університет ім. Ю. Федьковича, 2021. URL: https://dspace.chmnu.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/326/1/Добровольський%20В.%20В.%20Системний%20аналіз%20якості%20навколишнього%20середовища_навч.%20посіб..pdf
3. Анфілов Д. Стратегії та перспективи сталого розвитку міст України. Herald of Khmelnytskyi National University. Economic sciences. 2025. No 1. С. 334–342. URL: <https://www.researchgate.net/publication/389070105>
4. Бездетко, К., Серьогіна, Д. Сталий розвиток: еволюція підходів до визначення та сучасні інтерпретації // Економіка та суспільство. 2025. № 71. URL: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/6224>
5. Про охорону навколишнього природного середовища : Закон України від 25.06.1991 № 1264-XII. *Відомості Верховної Ради України*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12>
6. Про оцінку впливу на довкілля : Закон України від 23.05.2017 № 2059-VIII. *Відомості Верховної Ради України*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2059-19>
7. Про охорону атмосферного повітря : Закон України від 16.10.1992 № 2707-XII. *Відомості Верховної Ради України*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2707-12>
8. Про питну воду та питне водопостачання : Закон України від 10.01.2002 № 2918-III. *Відомості Верховної Ради України*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2918-14>

9. Перші кроки до оцінки впливу воєнних дій на стан об'єктів природно-заповідного фонду. *Екологічне право*. 2023. Вип. 6. URL: <https://ecoj.dea.kiev.ua/archives/2023/6/23.pdf>
10. Екологічний паспорт Київської області (2022). Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. URL: <https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2023/04/Ekologichnyj-pasport-Kyyivska-oblast.pdf>
11. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2021 році. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. Київ, 2023. URL: <https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2023/01/Natsdopovid-2021-n.pdf>
12. Регіональні доповіді про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2023 році. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. URL: <https://mepr.gov.ua/diyalnist/napryamky/ekologichnyj-monitoryng/regionalni-dopovidi-pro-stan-navkolyshnogo-seredovyssha-v-ukrayini/>
13. Пацева І.Г., Алпатова О.М., Демчук Л.І., Кірейцева Г.В., Левицький В.Г. Сучасний стан навколишнього природного середовища в умовах воєнних дій. *Екологічне право*. 2022. № 4. С. 19–22. URL: <https://ecoj.dea.kiev.ua/archives/2022/4/3.pdf>
14. Відкриті екологічні дані України. Портал «Дія. Відкриті дані». URL: <https://diia.data.gov.ua/value/ecology>
15. Карта якості води в річках, озерах та водосховищах України. SaveEcoBot. URL: <https://www.saveecobot.com/en/water-maps>
16. Моніторинг довкілля : аналітична записка щодо стану та охорони атмосферного повітря. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. 2022. URL: https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2023/02/Monitoring-Green-Paper_15_02_2022.pdf
17. Вагалюк Л. В., Лісовий М. М. Біорізноманіття і його збереження : навч. посіб. Київ : НУБіП України, 2023. 300 с. URL: https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u341/navch.posibnik_bioriznomanittya_ta_yogo_zberezhennya.pdf

18. Ковтунович М. Вивчення впливу шумового забруднення на здоров'я міського населення. 2021. URL: http://repository.rshu.edu.ua/id/eprint/10881/1/Ковтунович%20Михайло_2021.pdf
19. Оцінювання акустичного навантаження міського середовища через розрахунок рівня шуму. *Scientific Bulletin of UNFU*. 2022. URL: <https://nv.nltu.edu.ua/index.php/journal/article/view/2832>
20. Шумове забруднення магістральних вулиць центральної частини міста Львова. Державний університет безпеки життєдіяльності. 2021. URL: <https://sci.ldubgd.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/9939/1/Шумове%20забрудненн%20магістральних%20вулиць%20центральної%20частини%20міста%20Львова.pdf>
21. Довкілля України : статистичний збірник за 2022 рік. Державна служба статистики України. Київ, 2023. URL: https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2023/zb/10/zb_dov_22.pdf
22. Визначення вмісту іонів важких металів у ґрунтах, трансформованих у результаті вибухів. *Український журнал природничих наук*. 2025. URL: <https://naturaljournal.zu.edu.ua/index.php/ujns/article/view/369>
23. Забруднення земель внаслідок агресії Росії проти України. Екодія. 2023. URL: <https://ecoaction.org.ua/wp-content/uploads/2023/03/zabrudnennia-zemel-vid-rosii1.pdf>
24. Руйнування Ірпінської дамби: наслідки для природи та людини. Українська природоохоронна група. 2022. URL: <https://uncg.org.ua/rujnuvannia-okupantamy-irpinskoi-damby-naslidky/>
25. Огляд стану забруднення навколишнього природного середовища на території України у 2024 році. Центральна геофізична обсерваторія імені Бориса Срезневського. URL: https://cgo-sreznevskiy.kyiv.ua/images/ОГЛЯД_2024_повний_варіантdoc_1-сжатый.pdf
26. Геоінформаційний портал «Екологічний стан України». Географічні карти України. URL: <https://geomap.land.kiev.ua/ecology.php>

27. Вплив техногенного забруднення на ґрунти санітарно-захисних зон промислових підприємств. *Український журнал природничих наук*. 2025. URL: <https://naturaljournal.zu.edu.ua/index.php/ujns/article/view/323>

28. Національна доповідь про якість питної води та стан питного водопостачання та водовідведення в Україні у 2023 році. Міністерство розвитку громад та територій України. URL: <https://mindev.gov.ua/storage/app/sites/1/uploaded-files/nacionalna-dopovid-pro-iakest-pitnoyi-vodi-ta-stan-pitnogo-vodopostachannia-ta-vodovidvedennia-v-ukrayini-u-2023-r.pdf>

29. Хімічний та мікробіологічний аналіз води річки Мала Пуятинка: оцінка екологічної безпеки. *Український журнал природничих наук*. 2025. URL: <https://naturaljournal.zu.edu.ua/index.php/ujns/article/view/366>

30. Якість води у Київській області та особливості водопостачання Ірпеня, Бучі, Гостомеля. *Блог Ecosoft*. URL: <https://ecosoft.ua/ua/blog/kievskaya-oblast-water/>

31. Шумове забруднення урбанізованих територій: моніторинг та методи оцінки. *Information Systems and Networks*. 2024. Вип. 16. URL: <https://ena.lpnu.ua:8443/server/api/core/bitstreams/19ad9629-d328-4b1e-a170-c44dd381aef0/content>

32. Наслідки повномасштабної війни для екології України: погляд з супутника. *Радіо Свобода / Схеми*. 2023. URL: <https://www.radiosvoboda.org/a/skhemy-ekolohiya-viyna/32284610.html>

33. Скок А. та ін. Якість атмосферного повітря в Україні до і під час повномасштабного вторгнення : аналітичне дослідження. SaveDnipro. 2023. URL: https://www.savednipro.org/wp-content/uploads/2023/10/zvit_doslidzhennya_101723.pdf

34. Атмосферне повітря : моніторинг та новини. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. URL: <https://mepr.gov.ua/topics/novyny/atmosferne-povitrya/>

35. КП «Ірпінсьводоканал» : офіційний сайт. URL: <http://vodokanal-irpen.com.ua/>
36. Ірпінська міська територіальна громада : офіційний сайт. URL: <https://imr.gov.ua/>
37. Екологія в умовах війни: як агресія РФ впливає на довкілля Київщини. *НашКиїв.UA*. 2022. URL: <https://nashkiev.ua/life/ekologiya-v-umovah-viini-yak-agresiya-rf-vplivae-na-dovkilliya-kiivschini>
38. Звіт про стан довкілля Київської міської ради (2025–2027). Київська міська рада. URL: https://minio.kyivcity.gov.ua/kyivcity/sites/28/uploaded-files/Zvit_CEO.pdf
39. Забруднення ґрунтів важкими металами внаслідок військових дій та їх рекультивація. *Агротехносоюз*. 2023. URL: <https://www.agrotechnosouz.com.ua/post/забруднення-ґрунтів-важкими-металами-внаслідок-військових-дій-та-їх-рекультивація>
40. Відновлення родючості ґрунту в Україні після воєнних дій. *ResearchGate*. 2023. URL: <https://www.researchgate.net/publication/367541386>
41. Екологічні наслідки війни: оцінка впливу відходів на навколишнє середовище. *Аналітично-порівняльне правознавство*. 2025. URL: <https://journal-app.uzhnu.edu.ua/article/view/323616>
42. Екологічні наслідки війни: оцінка впливу відходів на навколишнє середовище. *Аналітично-порівняльне правознавство*. 2025. URL: <https://journal-app.uzhnu.edu.ua/article/view/323616>
43. Екологічні наслідки воєнних дій. *Екологічне право*. 2025. Вип. 58. URL: <https://ecoj.dea.kiev.ua/archives/2025/58/57.pdf>
44. Самойленко Н. М., Щербина І. Екологічно сталий розвиток міст України в умовах воєнного часу. *Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я*. 2023. URL: <https://www.kpi.kharkov.ua/archive/MicroCAD/2023/Секція%202.%20Актуальні%20питання%20механічної%20інженерії%20і%20транспорту/ЕКОЛОГІЧНО%20СТАЛИЙ%20РОЗВИТОК%20МІСТ%20УКРАЇНИВ%20УМОВАХ.pdf>