

Міністерство освіти і науки України

Луцький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет аграрних технологій та екології

(повне найменування факультету)

Кафедра екології

(повна найменування кафедри)

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ЗА СТУПЕНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ «БАКАЛАВР»
Антропогенна трансформація міського середовища
Луцька: екологічний аспект**

спеціальність 101 Екологія

(шифр і назва спеціальності)

освітня програма «Екологія»

(назва освітньої програми)

Виконала: здобувачка вищої освіти
групи ЕОС-41

ТИМКО Вікторія Олександрівна

(підпис)

Керівник: к.пед.н., доцент
Коробчук Людмила Іванівна

(підпис)

Кваліфікаційну роботу
допущено до захисту

«__» _____ 20__ р.

к.геогр.н., доцент

Гарант освітньої програми:

Федонюк Віталіна Володимирівна

(підпис)

Луцьк – 2026 рік

ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет аграрних технологій та екології

Кафедра екології

Ступінь вищої освіти: бакалавр

Галузь знань: 10 Природничі науки

Спеціальність: 101 Екологія

Освітня програма: «Екологія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«__» _____ 202__ р.

З А В Д А Н Н Я НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

ТИМКО Вікторії Олександрівни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи: Антропогенна трансформація міського середовища Луцька: екологічний аспект

Керівник роботи: к.пед.н., доц. Коробчук Л.І.

затверджені наказом закладу вищої освіти від «28» лютого 2026 р. № 102/01-02

2. Строк подання здобувачем вищої освіти кваліфікаційної роботи «01» червня 2026 р.

3. Вихідні дані до роботи: Екологічні паспорти Волинської області та м. Луцьк; Звіт про роботу відділу екології в галузі охорони довкілля за 2024 рік; Комплексна програма охорони довкілля Луцької міської ТГ на 2022-2025 роки; Регіональний план управління відходами у Волинській області до 2030 року.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, що потрібно розробити):

Вступ.1. Теоретичні аспекти антропогенної трансформації міського середовища. 2. Оцінка екологічного стану урбанізованої системи м. Луцьк

3. Обґрунтування комплексу заходів з мінімізації антропогенного впливу на довкілля м. Луцьк. Висновок.

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: 1. Актуальність теми 2. Основні форми прояву трансформації міського середовища. 3. Види антропогенної трансформації компонентів середовища Луцька. 4. Ревіталізація «друге життя». 5. Екоризики як результат антропогенної трансформації 6. Комплекс заходів що до зменшення антропогенного впливу на міське середовище Луцька 7. Висновок.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>1-розділ</i>			
<i>2-розділ</i>			
<i>Висновки</i>			

7. Дата видачі завдання «08» січня 2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи бакалавра	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Обґрунтування теми</i>	<i>Січень 2026</i>	Викон.
2	<i>Огляд літератури із досліджуваної проблеми</i>	<i>Січень – Лютий 2026</i>	Викон.
3	<i>Вступ, 1 розділ</i>	<i>Лютий 2026</i>	Викон.
4	<i>2-3 розділи</i>	<i>Березень- Квітень 2026</i>	Викон.
5	<i>Висновки та пропозиції</i>	<i>Квітень 2026</i>	Викон.
6	<i>Формування списку використаних джерел</i>	<i>Квітень 2026</i>	Викон.
7	<i>Оформлення ілюстративного матеріалу</i>	<i>Травень 2025</i>	Викон.
8	<i>Нормоконтроль</i>	<i>Травень 2026</i>	Викон.
9	<i>Інструментальна перевірка на академічний плагіат</i>	<i>До 30.06.2026</i>	Викон.
10	<i>Представлення кваліфікаційної роботи бакалавра до захисту</i>	<i>01.06.2026</i>	Викон.

Здобувачка вищої освіти

(підпис)

(Тимко В.О.)

(прізвище, ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

(підпис)

(Коробчук Л.І.)

(прізвище,

ініціали)

АНОТАЦІЯ

Тимко В.О.: «Антропогенна трансформація міського середовища Луцька: екологічний аспект». Рукопис.

Кваліфікаційна робота бакалавра ОП «101» спеціальності Екологія. Луцький національний технічний університет. Луцьк, 2026.

Кваліфікаційна робота бакалавра складається з вступу, 3 розділів, висновків і пропозицій, списку використаних джерел (згідно структури кваліфікаційної роботи, затвердженої кафедрою).

У роботі розкрито теоретико-методологічні аспекти антропогенного навантаження на урбанізоване середовище. На основі проведеного комплексного екологічного аналізу ідентифіковано ключові чинники деструктивного впливу на екосистему міста Луцька.

Особливу увагу приділено детермінації ймовірних структурно-функціональних трансформацій міського простору та оцінюванню відповідних екологічних ризиків для селітебних і рекреаційних зон.

Автором розроблено та науково верифіковано стратегічний комплекс природоохоронних заходів, спрямованих на мінімізацію наслідків антропогенної трансформації та оптимізацію екологічних параметрів життєвого середовища м. Луцька в межах концепції сталого розвитку.

Ключові слова: урбанізація, ревіталізація, антропогенізація, антропогенна трансформація, техногенне навантаження, забруднення довкілля, міське середовище, екологічний ризик.

ABSTRACT

Tymko V.O.: «Anthropogenic transformation of the urban environment of Lutsk: ecological aspect». Manuscript.

Bachelor's qualification work OP «101» specialty Ecology. Lutsk National Technical University. Lutsk, 2026.

The bachelor's qualification work consists of an introduction, 3 chapters, conclusions and proposals, and a list of sources used (according to the structure of the qualification work approved by the department).

The paper reveals theoretical and methodological aspects of anthropogenic load on the urban environment. Based on the conducted comprehensive ecological analysis, key factors of destructive impact on the ecosystem of the city of Lutsk were identified.

Particular attention is paid to the determination of probable structural and functional transformations of urban space and the assessment of relevant environmental risks for residential and recreational areas.

The author has developed and scientifically verified a strategic set of environmental protection measures aimed at minimizing the consequences of anthropogenic transformation and optimizing the ecological parameters of the living environment of the city of Lutsk within the framework of the concept of sustainable development.

Keywords: urbanization, revitalization, anthropogenization, anthropogenic transformation, technogenic load, environmental pollution, urban environment, environmental risk.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ АНТРОПОГЕННОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ МІСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА.....	9
1.1. Загальне поняття та сутність про антропогенну трансформацію довкілля.....	9
1.2. Наслідки, оцінка та мінімізація антропогенного впливу на урбосистему.....	13
1.3. Вітчизняні та іноземні підходи до питання антропогенної трансформації міського середовища	14
РОЗДІЛ 2. ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ УРБАНІЗОВАНОЇ СИСТЕМИ М. ЛУЦЬК.....	21
2.1. Екологічний аналіз основних антропогенних впливів на міське середовище.....	21
2.2. Антропогенна трансформація міської середовища крізь екологічний аспект.....	34
РОЗДІЛ 3. ОБҐРУНТУВАННЯ КОМПЛЕКСУ ЗАХОДІВ З МІНІМІЗАЦІЇ АНТРОПОГЕННОГО ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ М. ЛУЦЬК	39
ВИСНОВКИ.....	45
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	48

ВСТУП

Актуальність роботи зумовлена критичним рівнем техногенного навантаження на вразливі екосистеми, насамперед на малі річки, а також на основну водну артерію міста – р. Стир. Процеси неконтрольованої забудови прибережних захисних смуг та замулення русел спричиняють деградацію гідрологічної мережі, що підриває здатність міського середовища до самоочищення. Паралельно спостерігається стійка тенденція до фрагментації та скорочення площ зелених насаджень загального користування, що негативно впливає на мікроклімат в районах щільної багатоповерхової забудови [13].

В умовах воєнного та післявоєнного періоду особливого значення набуває соціально-екологічний аспект: міське середовище Луцька повинно трансформуватися в простір для фізичної та психологічної реабілітації мешканців, що неможливо без збереження природного каркаса міста. Проблема занедбаних промислових територій, що локалізовані в межах житлової забудови Луцька, створює додаткові екологічні ризики, але водночас відкриває потенціал для ревіталізації та створення нових рекреаційних вузлів. Відсутність цілісної стратегії поєднання природних та антропогенних компонентів ландшафту призводить до втрати естетичної привабливості та біологічного різноманіття міських територій [18].

Вивчення антропогенної трансформації Луцька дозволить не лише діагностувати поточні екологічні проблеми, а й сформувати дорожню карту для створення стійкого, інклюзивного та безпечного середовища [27]. Таким чином, розробка теоретико-методологічних засад екологізації міського простору є стратегічним завданням для забезпечення гідної якості життя лучан у довгостроковій перспективі.

Об'єкт дослідження – міське середовище м. Луцька як складна природно-антропогенна система.

Предмет дослідження – процеси антропогенної трансформації компонентів міського середовища та їх екологічні наслідки в межах Луцька.

Мета дослідження: провести комплексну оцінку антропогенної трансформації міського середовища Луцька та визначити можливі екологічні наслідки цих змін.

Завдання дослідження:

1. Розглянути теоретичні аспекти антропогенного навантаження на міське середовище.
2. Провести екологічний аналіз впливів на міське середовище Луцька.
3. Визначити основні можливі трансформації та їх наслідки у формі екологічних ризиків на території м. Луцьк.
4. Розробити та запропонувати комплекс природоохоронних заходів для зниження антропогенної трансформації Луцька та його середовища.

Методи дослідження: системний аналіз, порівняльно-географічний аналіз та метод екологічного моніторингу.

Наукова новизна: вперше для міста Луцька розроблено комплексну оцінку антропогенної трансформації з урахуванням сучасних європейських стратегій інфраструктури, адаптованих до локальних умов.

Практичне значення: Результати можуть бути використані органами місцевого самоврядування при розробці Генплану Луцька, програм благоустрою та стратегій екологічної безпеки територіальної громади.

Інформаційна база досліджень: Екологічні паспорти Волинської області та м. Луцьк; Звіт про роботу відділу екології в галузі охорони довкілля за 2024 рік; Комплексна програма охорони довкілля Луцької міської ТГ на 2022-2025 роки; Регіональний план управління відходами у Волинській області до 2030 року; нормативні документи та ін.

Робота складається зі вступу, 3 розділів, висновків; містить 51 сторінку тексту, 4 таблиць, 13 рисунків. Список літератури містить 33 найменування літератури.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ АНТРОПОГЕННОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ МІСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА

1.1. Загальне поняття та сутність про антропогенну трансформацію довкілля

У сучасних умовах розвитку суспільства антропогенний вплив на довкілля досяг глобальних масштабів, що зумовлює необхідність його ґрунтовного наукового осмислення. Антропогенна трансформація розглядається як процес змін природних систем під впливом господарської діяльності людини, котрий супроводжується порушенням природних зв'язків, структури та функціонування екосистем.

Міське середовище є складною інтегрованою системою, що поєднує природні та техногенні елементи. У процесі урбанізації природні ландшафти зазнають істотних змін або повністю замінюються штучними, тобто, антропогенно трансформуються, що призводить до формування нових природно-антропогенних комплексів [1; 15].

Антропогенна трансформація урбанізованої системи являє собою процес глибокої зміни структури, функцій та динаміки природних ландшафтів під впливом господарської діяльності людини. Даний процес не є лінійним і може призводити, як до розвитку міської інфраструктури, так і до деградації екосистемних зв'язків. Він характеризується змінами фізико-хімічних властивостей компонентів довкілля, порушенням біогеохімічних циклів і зниженням екологічної стійкості територій.

У науковій літературі трансформація розглядається як перехід від природного стану ландшафту до антропогенного неоландшафту, де природні процеси замінюються або регулюються техногенними [21].

Трансформація міського середовища проявляється в кількох взаємопов'язаних формах та ступенях інтенсивності (рис. 1.1):



Рисунок 1.1 – Основні форми прояву трансформації міського середовища (сформовано автором за джерелом [21])

Спираючись на рис. 1.1, бачимо, що антропогенна трансформація міського середовища, як вже було відмічено нами, має комплексний характер і проявляється у зміні всіх його компонентів.

Геоморфологічна являє собою докорінну зміну рельєфу через капітальне будівництво, створення штучних насипів, кар'єрів, терасування схилів та спорудження розгалужених підземних комунікацій (метрополітен, тунелі, паркінги), що змінює геологічну стабільність території.

Гідрологічна відбувається у вигляді техногенної зміни гідрографічної мережі (каналізування річок, закриття малих водотоків у колектори), порушення режиму та якості підземних вод, створення штучних водойм або критичного осушення природних заплав, зменшення площ водних об'єктів і їх забруднення стічними водами.

Атмосферна трансформація формується в результаті забруднення повітря, зумовленого викидами від автотранспорту, промислових підприємств і теплоенергетики. І, як наслідок, спричинює формування специфічного міського мікроклімату («острів тепла»), зміни аераційного режиму через

щільність забудови та трансформації хімічного складу повітря внаслідок емісії специфічних забруднюючих речовин (оксиди азоту, діоксид сірки, чадний газ і тверді частинки).

Педосферна (грунтова) проявляється у вигляді повної або часткової герметизація поверхонь (асфальтування), накопичення важких металів, зміни кислотно-лужного балансу та мікробіологічного складу міських ґрунтів (урбаноземів). Тобто, деградація ґрунтового покриву внаслідок забудови, ущільнення та накопичення токсичних речовин.

Біотична проявляється скороченням чисельності видів, деградацією природних угруповань, витіснення аборигенних видів рослин та тварин синантропними (приспособленими до людини) та агресивними інвазійними видами. Так зване спрощення екосистем, що знижує їхню стійкість [2; 15; 31].

Формування сучасного міського середовища відбувається під впливом комплексу взаємопов'язаних факторів, котрі інтенсифікують у цьому ж середовищі антропогенну трансформацію (рис. 1.2).



Рисунок 1.2 – Провідні фактори антропогенної трансформації урбосистеми (сформовано автором за джерелами [2; 15; 31])

Виходячи із рис. 1.2, можемо відмітити, що в міському середовищі саме такі фактори можуть трансформувати міське довкілля, а саме:

1) урбаністична експансія, так зване, неконтрольоване розширення меж міста за рахунок поглинання приміських природних угідь, лісових масивів та агроландшафтів;

2) техногенна щільність, може виникати в результаті надмірної концентрації промислових об'єктів, енергетичних вузлів та транспортних потоків, що створює кумулятивне навантаження, яке перевищує здатність ландшафту до самовідновлення;

3) герметизація («запечаткування») поверхонь. Дане явище формується у випадку високої частки непроникних покриттів (асфальт, бетон тощо), що перериває природний вологообмін між атмосферою та ґрунтом, провокуючи локальні паводки та перегрів території;

4) фрагментація ландшафту спостерігається при розчленуванні цілісних екосистем дорожньою мережею, що перетворює міські парки на ізольовані «біологічні острови», порушуючи генетичний обмін та стійкість біоти;

5) енергетичний вплив та фізичне забруднення можливе при сукупній дії теплового, шумового, вібраційного та електромагнітного полів, котрі створюють дискомфортне середовище для живих організмів та людини.

Зазначені фактори формують значне антропогенне навантаження на довкілля, що проявляється в підвищенні рівня забруднення та виснаженні природних ресурсів [10; 12].

Загалом особливістю урбанізованих територій є висока щільність джерел забруднення, що зумовлює синергетичний ефект негативного впливу.

Глибока трансформація середовища призводить до виникнення значних наслідків та екологічної небезпеки, такі як, наприклад, втрата біорізноманіття, яке можливе при спрощенні структури екосистем, котра робить їх вразливими до шкідників та хвороб. Можливі ризики для здоров'я населення із-за зростання показника захворюваності через постійний вплив

дрібнодисперсного пилю та хімічних сполук. Зустрічаються й техногенні катастрофи, виникнення яких спровоковане зношеністю інженерних мереж, на фоні змін у структурі ґрунтів підвищує ймовірність аварій на водогонах та каналізаційних колекторах [2].

1.2. Наслідки, оцінка та мінімізація антропогенного впливу на урбосистему

Результатом антропогенного впливу є формування комплексу екологічних та соціально-економічних проблем, серед яких ми відмічаємо погіршення якості атмосферного повітря міського середовища; забруднення водних ресурсів міста; деградація земель та зниження/зміна біорізноманіття.

Соціально-економічні наслідки проявляються в зростанні рівня захворюваності населення, зниженні якості життя та підвищенні витрат на екологічні заходи [30].

З чого виходить, що антропогенна трансформація виступає одним із ключових факторів екологічної небезпеки сучасних урбанізованих територій.

Оцінка антропогенного навантаження здійснюється із застосуванням системи екологічних індикаторів, методів моніторингу та моделювання за допомогою цілої низки підходів, серед яких варто відмітити самі вагомі: інтегральна оцінка стану довкілля; використання геоінформаційних систем; екологічний аудит міського середовища; аналіз ризиків тощо.

Зменшення негативного впливу передбачає впровадження принципів сталого розвитку, екологізацію міського планування, модернізацію інфраструктури та вдосконалення системи екологічного управління, які ми пропонуємо до розгляду [4; 18; 24]:

- формування «екологічного каркасу», тобто, створення неперервної системи «зелених та блакитних коридорів», котрі поєднують парки, сквери та річкові долини в єдину життєздатну мережу (необхідну для міського середовища та його населення);
- впровадження концепції «Розумне місто» («Smart City») та «Зелене будівництво» («Green Building»), що пояснюється як оптимізація

логістики, використання екологічних матеріалів у будівництві та впровадження енергоефективних технологій;

- ревіталізація та екологічна санація (методи екологічного відновлення) – процес, котрий являє собою повернення занедбаних промзон у цивільний обіг (редевелопмент) з обов’язковим очищенням ґрунтів та збільшенням біопродуктивних площ;
- природоорієнтовані рішення базується на створенні дощових садів, «живих» стін та дахів, які допомагають місту адаптуватися до кліматичних змін та ефективно управляти зливовими стоками;
- цифровізація моніторингу спирається на використання датчиків у реальному часі для контролю якості середовища та оперативного реагування на перевищення екологічних норм тощо.

1.3. Вітчизняні та іноземні підходи до питання антропогенної трансформації міського середовища

Проектні погляди на мінімізацію антропогенної трансформації міського середовища шляхом планування сталого розвитку екологічного міста (міста майбутнього) висвітлені в багатьох працях українських науковців: Діда О.П. [5, с. 121–123] наголошує на ролі екологічних та ландшафтних характеристик, які є важливою умовою для їх ефективного включення в містобудування та забезпечення сталого розвитку міст.

Портной А.В. та Чепурна С.М. [28, с. 63–64] вважають, що основним інструментом такого розвитку є створення пішохідних вулиць, які виступають як складні, живі організми, стилістично завершуючи простір, зручний для людей та органічний для міської культури.

Кіс Н.Ю. [28, с. 187–188] дотримується думки, що формування здорового міського середовища можливе лише завдяки комплексному поєднанню архітектурної спадщини з професійним дизайном, враховуючи місцеві традиції та менталітет мешканців, і лише такий підхід може досягти просторової та природної цілісності міста.

На думку Лукашука Л.Б. та Гнес Л.Б, особливо важливою є гармонія природного ландшафту з архітектурними спорудами та елементами техногенного середовища, що створює комфортні умови для комплексної реабілітації людей у воєнний та післявоєнний періоди [22, с. 347–362].

Рижова І.С., Павленко Т.А., Антипенко Є.Ю., Пасічна Т.А., Кругляк В.І. вважають, що: «розвиток екомістичної концепції базується на багатовекторному підході, який мінімізує вплив на навколишнє середовище шляхом впровадження енергоефективних технологій, альтернативної енергетики та зеленого будівництва. Розвиток сучасної екологічної інфраструктури, включаючи екотранспорт та інноваційну утилізацію відходів, визначає нову роль міського середовища у забезпеченні сталого майбутнього» [22, с. 277–547].

Нестеренко С.Г. та Радзінська Ю.Б. дотримуються думки, що трансформація міських земель вимагає раціонального використання шляхом збереження природного ландшафту та об'єктів історико-культурної спадщини. Гармонійне поєднання цих компонентів із житловою та громадською забудовою створює привабливий міський простір. Забезпечення сталого розвитку міст вимагає чітко визначених пріоритетів територіального розвитку, впровадження сучасних планувальних рішень та раціонального землекористування [28, с. 26–27].

На думку Поповича Н.П., вирішення проблеми твердих побутових відходів можливе лише за умови впровадження рециклінгу. Адже переробка відходів сприяє збереженню енергетичних ресурсів, зменшенню потреби в первинній сировині та пом'якшенню наслідків зміни клімату в міському середовищі [5, с. 121–123].

Нині існуючі екологічні проблеми, з якими стикаються сучасні міста, створюються фізичним забрудненням та забрудненням повітря від викидів транспортних засобів. Даний погляд В.В. Івасенка підводить до трактування, що комфортне міське середовище неможливе без пріоритетності пішохідної

доступності, особливо враховуючи потреби людей з обмеженою мобільністю [28, с. 9–11].

У своїй роботі Брагар А.С. та Вяткін К.І. дотримуються думки, що швидке розширення урбанізованих територій провокує системне виснаження екосистем, що підриває здатність міського середовища до самовідновлення та критично обмежує доступ мешканців до рекреаційних зон. За цих умов різноманітність ландшафтів та доступність рекреаційних ресурсів стають фундаментальними маркерами соціального благополуччя [28, с. 15–16].

У наукових працях міститься багато поглядів на «заміну старого міста новим», зокрема інтерпретація Морковської Н.Г., Шаповала С.В. та Скларової М.В. [28, с. 16–18]. Вони дотримуються такої точки зору: знесення будівель та споруд, як природний етап життєвого циклу міського житлового фонду, вимагає вирішення низки технічних, економічних та екологічних проблем. Однак цей процес слід проводити зі збереженням прилеглих будівель, мінімізацією негативного впливу на навколишнє середовище та раціональним використанням матеріалів, отриманих під час знесення, що сприяє зменшенню вартості робіт.

Безлюбченко А.С. та Компанієць І.В. підтримують редевелопмент (перетворення покинутих територій на цілісні та якісні житлові простори) промислових зон, вважаючи, що це потужний поштовх для багатогранного розвитку міського середовища, що охоплює економіку, культуру та естетику [28, с. 36–38].

У своїх дослідженнях Черносова Т.А. та Мороз Н.В. досліджують сутність організації раціонального використання території, безпосередньо пов'язаного з розподілом усіх міських функціональних зон, щільністю забудови, освоєнням незручних територій, виділенням території для громадського відпочинку, створенням екологічно чистого середовища та комплексним вирішенням усіх питань, пов'язаних з характеристиками міської території. На їхню думку, неправильне використання земель часто спричиняє містобудівні, транспортні та екологічні проблеми, некомфортні умови

проживання та побуту на території, конфліктні ситуації серед населення, збільшення економічних витрат [28, с. 88–90].

Заклик до ревіталізації, як найефективнішого способу вирішення суперечності між наявністю промислових зон у житлових районах, можна знайти в наукових працях Жидкової Т.В. та Дубешко Г.Б. Вони підтримують точку зору, що ревіталізація дозволяє відродити покинуті будівлі, змінюючи їхню функцію, не руйнуючи їхніх структурних основ. Це не лише зберігає історичну ідентичність архітектури, а й створює інвестиційно привабливі, екологічно чисті та багатофункціональні простори, максимально використовуючи існуючий потенціал території [28, с. 90–92].

Громадський простір базується на аналізі ефективності, доступності та інклюзивності, а також на вивченні просторово-планувальних та композиційних характеристик, де ключовим фокусом є якість навколишнього природного середовища, зокрема його «зелених» зон, які визначають комфортність міського життя. Цю позицію підтримує Криворучко А.Ю. в своєму дослідженні [22, с. 277–282].

Світовий досвід подолання наслідків антропогенної трансформації базується на двох фундаментальних стратегіях: «Smart Growth» (компактність: житло, офіси, магазини в одному районі для зниження пересування авто й паркування) у США та «Компактне місто» в Європі (рис. 1.3–1.4). У Сполучених Штатах програма розумного зростання фокусується на змішаному землекористуванні, що дозволяє скоротити залежність від автомобілів; статистично, впровадження таких стратегій у штатах на кшталт Орегону дозволило зберегти до 20% природних територій від забудови. Яскравим прикладом є Портленд, де завдяки жорстким межам розростання міста вдалося стимулювати інвестиції саме у центральні деградовані райони.



Рисунок 1.3 – «Smart Growth» у США (Подано за:
<https://www.smartgrowthamerica.org/>)



Рисунок 1.4 – «Компактне місто» в Європі : Нідерландський досвід
 (Подано за: <https://mistosite.org.ua/articles/kompaktne-misto-niderlandskiyi-dosvid?locale=ru>)

У Європі домінує концепція ревіталізації занедбаних промислових зон. Прикладом світового рівня є район Хафен-Сіті в Гамбурзі, де колишній порт перетворили на багатофункціональний район, збільшивши площу центру міста на 40% (рис. 1.5).



Рисунок 1.5 – Хафен-Сіті, новий район у Гамбурзі
(концепція ревіталізації – старий порт) [33]

Скандинавські країни, зокрема Данія та Швеція, впроваджують «блакитно-зелену» інфраструктуру (рис. 1.6).



Рисунок 1.6 – «Блакитно-зелена» інфраструктура Данії
(Подано за: <https://edorada.org/articles/529>)

Копенгаген, реалізуючи план адаптації до хмарних злив, створює парки, які під час паводків стають резервуарами для води, що знижує ризики підтоплення на 30% та одночасно створює нові рекреаційні зони. Статистика ЄС свідчить, що інвестиції в зелені дахи та проникні поверхні зменшують витрати на очищення стічних вод на 15–25%, перетворюючи антропогенне навантаження на ресурс для екологічної стійкості.

Висновок до розділу 1:

1. Антропогенна трансформація міського середовища є закономірним результатом урбанізаційних процесів і характеризується комплексним впливом на всі компоненти довкілля.
2. Основними джерелами цього впливу є промисловість, транспорт, енергетика та система поводження з відходами.
3. Проте її вектор (деструктивний чи творчий) залежить від балансу між техногенним навантаженням та заходами з екологічної стабілізації.
4. Сучасна наука розглядає трансформацію не як фінальний стан деградації, а як динамічний процес, яким можна управляти через інструменти просторового планування та екологічного менеджменту задля досягнення сталого розвитку міських територій.
5. Наслідки трансформації мають багатовимірний характер і потребують впровадження ефективних механізмів екологічного управління.

РОЗДІЛ 2. ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ УРБАНІЗОВАНОЇ СИСТЕМИ М. ЛУЦЬК

2.1. Екологічний аналіз основних антропогенних впливів на міське середовище

На стан атмосферного повітря Луцька впливає низка антропогенних факторів, у тому числі – промислова діяльність підприємств, робота організацій у різних галузях промисловості та використання котельного обладнання, що працює на викопному паливі.

Наше дослідження антропогенних впливів на середовище Луцька ми проводили за період 2016, 2020, 2024 роки. Серед потенційно екологічно небезпечних об'єктів, розташованих у межах міста, протягом досліджуваного періоду, слід виділити наступні: промислові підприємства харчової, переробної та машинобудівної галузей, зокрема: ПАТ «Луцький пивзавод», ДП «Луцький комбінат хлібопродуктів №2», ПАТ «Теремно Хліб», ТзОВ «Волинський пекар», ПАТ «Луцькпластмас», ТОВ «Луцька картонно-паперова фабрика», ТОВ «Луцький комбікормовий завод», ТОВ «Вілія-Продукт», ВАТ «СКФ Україна», ВАТ «Гнідівський цукровий завод», ТОВ «Альфаінтерпласт», ТОВ «Луцькспецбуд», ТОВ «Волинькисень-ЛХЗ», а також мережа автозаправних станцій (АЗС) [6; 23].

Зазначені об'єкти мають різний вплив на компоненти міського середовища та здоров'я населення. Водночас слід зазначити тенденцію до скорочення кількості окремих промислових об'єктів протягом досліджуваного періоду, що частково призводить до трансформації структури антропогенного навантаження міське середовище.

Аналіз джерел забруднення повітря показує, що автомобілі складають домінуючу частку загальних викидів у Луцьку, на частку яких припадає приблизно 92–95% від загального обсягу. Однак офіційна статистика часто не повною мірою враховує викиди забруднюючих речовин і парникових газів від

транспортних засобів, що ускладнює об'єктивну оцінку стану довкілля (див. Рис. 2.1).

Значна інтенсивність транспортного руху призводить до збільшення забруднення повітря, зокрема підвищення концентрації оксиду вуглецю та інших токсичних компонентів. Просторовий аналіз показує, що найбільш серйозна екологічна ситуація спостерігається в центральній частині міста, особливо в районах з інтенсивним рухом: поблизу Центрального універмагу (ЦУМ), Київської площі, в районі ТРК «Промінь», а також уздовж основних магістралей, а саме проспекту Соборності, вулиць Ковельській та Рівненській.



а



б



В

Рисунок 2.1 – Інтенсивне зосередження пересувних джерел по території м. Луцьк (знято автором):

а – перехрестя вул. Воїнів-афганців та пр. Соборності;

б – перехрестя вул. Лесі Українки та Кривий Вал;

в – перехрестя пр. Відродження та вул. Рівненська

Для зниження антропогенного навантаження на міське середовище місцева влада реалізує низку заходів, спрямованих на оптимізацію транспортної системи. Зокрема, підвищує пропускну спроможність мережі вуличного транспорту за рахунок оптимізації транспортних потоків та переміщення транзитних транспортних засобів за межі житлових районів та міста загалом. Ще одним важливим напрямком є модернізація громадського транспорту, яка включає впровадження транспортних засобів, що відповідають сучасним екологічним стандартам, зокрема Євро-5, збільшення їх пасажиромісткості, а також модернізацію та розширення парку електромобілів [7; 16; 17; 23].

Аналіз викидів забруднюючих речовин із стаціонарних джерел вказує на постійне антропогенне навантаження на місто. Зокрема, викиди на 1 км²

становлять 18,9 т, а викиди на душу населення рівняється до 3,7 кг (Таблиця 2.1).

Таблиця 2.1 – Рівні забруднюючих речовин у повітрі Луцька від стаціонарних джерел, мг/м³*

Речовина	Роки			ГДК, мг/м ³
	2016	2021	2024	
1	2	3	4	5
Пил	0,08	0,079	0,34	0,15
Діоксид сірки	0,002	0,0019	0,0029	0,005
Оксид вуглецю	0,28	0,4847	0,4158	0,41
Діоксид азоту	0,1	0,0690	0,989	0,04
Оксид азоту	0,04	0,0279	0,039	0,06
Фенол	0,005	0,0050	0,0065	0,003
Формальдегід	0,007	0,0052	0,0071	0,003

* Сформовано автором за джерелом [8]

На основі довгострокових спостережень, проведених протягом останніх дев'яти років, встановлено тенденцію до зростання середньорічних концентрацій окремих забруднюючих речовин в атмосферному повітрі.

Зокрема, відзначено підвищений рівень пилу, оксидів азоту, фенолу та формальдегіду, що свідчить про зростання антропогенного навантаження на повітряний басейн Луцька.

Згідно з даними моніторингу навколишнього середовища, у 2016 році окремі промислові підприємства внесли найбільшу частку забруднення повітря від стаціонарних джерел. Зокрема, провідним забруднювачем був ПАТ «Гнідівський цукровий завод», викиди якого склали 260,4 т, або 32,4% від загальних стаціонарних викидів. ТОВ «Західна теплоенергетична група» також внесло значне забруднення, на яке припадало 15,7% (125,8 т) від загальних викидів. ДП МОУ ЛРЗ «Мотор» мало значний вплив на якість атмосферного повітря, викиди якого склали 100,7 т (12,5 %), а також ТОВ «Хемосвіт Луцькхім» з 45,0 т, що становить 5,6% від загальних викидів.

Ці дані свідчать про значну концентрацію джерел забруднення в промисловому секторі та підтверджують необхідність впровадження

ефективних природоохоронних заходів, спрямованих на зменшення викидів забруднюючих речовин в атмосферу [6; 8; 13; 25].

Систематичний моніторинг якості атмосферного повітря в Луцьку здійснюється Волинським обласним гідрометеорологічним центром на трьох стаціонарних постах спостереження. Ці пости розташовані на вулицях Шопена, Рівненська та Конякіна, охоплюючи основні функціональні зони міста та забезпечуючи репрезентативність даних про якість повітря [6; 32].

Водночас було встановлено, що з 2016 по 2021 рік суттєвим фактором погіршення якості атмосферного повітря був вплив специфічних запахів, що виходили з фільтраційних полів «Гнідавського цукрового заводу», а також шламонакопичувачів очисних споруд, розташованих у с. Липляни.

Ці споруди створювали локалізований, але помітний вплив на якість повітря, що проявлявся у періодичній появі неприємних запахів та зниженні рівня комфорту проживання мешканців у певних районах міста.

Аналіз факторів, що визначають сучасний стан атмосферного повітря в Луцьку, виявляє комплекс техногенних та урбанізаційних причин, що сприяють його низькій якості [14; 16; 32].

До ключових факторів належить недотримання підприємствами встановлених процедур експлуатації пилогазоочисного обладнання, що призводить до зниження ефективності очищення викидів та, як наслідок, збільшення концентрації забруднюючих речовин у повітрі. Водночас, темпи впровадження сучасних, високоефективних технологій контролю викидів є недостатніми, що обмежує потенціал для зменшення антропогенного впливу.

Автомобілі, кількість яких постійно зростає, залишаються суттєвим джерелом забруднення міського повітря. Значна частина транспортних засобів не оснащена сучасними системами нейтралізації вихлопних газів, що призводить до збільшення викидів шкідливих речовин, зокрема чадного газу, оксидів азоту та вуглеводнів.

Крім того, інтенсивні процеси урбанізації негативно впливають на якість повітря, що проявляється розширенням забудованих територій та відповідним

зменшенням зелених насаджень. Зменшення зелених насаджень знижує здатність міського середовища природним чином очищати повітря [17; 19].

Додатковим фактором, що сприяє погіршенню екологічної ситуації, є зростання паркувальних майданчиків для транспортних засобів, а також погане управління паркуванням, зокрема випадки некоректного паркування (рис. 2.2), що перешкоджає потоку транспорту та сприяє збільшенню викидів через затори та нерівномірний режим роботи двигунів тощо .

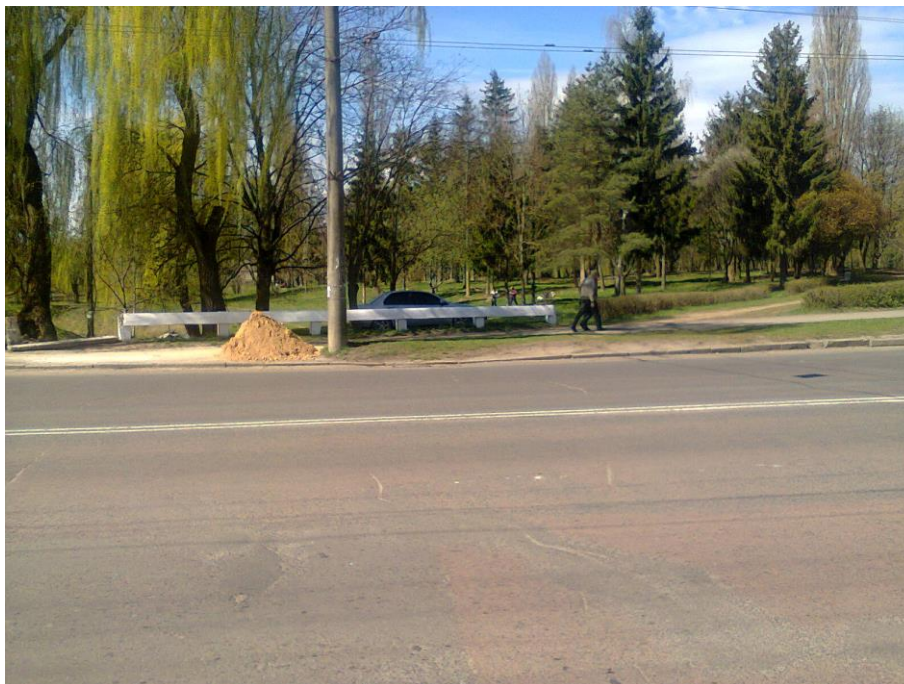


Рисунок 2.2 – Некоректне паркування на території парку 900 річчя Луцька, пр. Відродження (знято автором)

На якість води річки Стир у межах міста Луцьк впливає поєднання зовнішніх та внутрішніх джерел забруднення. Значну роль відіграє забруднення з р. Іква, а також стічні води, що транспортуються з Львівської області. Скиди комунального підприємства (КП) «Луцькводоканал» також суттєво впливають на гідрохімічний стан водного об'єкта.

Узагальнені дані щодо середньорічних концентрацій забруднюючих речовин на станціях моніторингу річки представлені в таблиці 2.2.

Аналіз результатів гідрохімічного моніторингу вказує на періодичні перевищення гранично допустимих концентрацій (ГДК) у зоні забору питної води.

Таблиця 2.2 – Середньорічні концентрації забруднюючих речовин на станціях моніторингу р. Стир у Луцьку за 2016-2024 роки, мг/л*

Місце спостереження за якістю води	Показники складу та властивостей																
	Завислі речовини	БСК ₅	Мінералізація	Сульфати	Хлориди	Амоній сольовий	Нітрати	Нафтопродукти	ХСК	Розчинений	Фосфати	Цинк	Марганець	Фториди	Залізо	Нітрити	Мідь
2016 рік																	
м. Луцьк (питний водозабір)	8,46	4,16	368,0	43,9	19,3	1,1	6,0	-	-	-	-	-	-	-	0,4	-	-
2020 рік																	
м. Луцьк (питний водозабір)	8,0	4,03	396,58	40,18	15,31	0,8	3,89	-	30,5	7,71	0,19	-	0,01	-	0,22	0,084	0,004
2024 рік																	
м. Луцьк (питний водозабір)	-	2,45	475	20,8	20,4	0,48	0,15	-	25,3	9,90	0,049	-	-	-	-	0,023	-

* Сформовано автором за джерелом [8]

Зокрема, у 2016 році перевищення були зафіксовані за такими показниками, як амонійний азот, нітритний азот, біохімічне споживання кисню (БСК₅) та загальне залізо. У 2020 році спостерігався ширший спектр забруднюючих речовин, перевищення включали сполуки амонію, нітрити, залізо, мідь та БСК₅.

Станом на 2024 рік характер забруднення дещо змінився: перевищення ГДК зафіксовано для амонійного та нітритного азоту, ймовірно, через стік мінеральних добрив із прилеглих сільськогосподарських угідь, а також для БСК₅, традиційного показника органічного забруднення водного середовища.

Хімічний склад питної води, що подається користувачам з різних водогонів міста відповідає допустимим нормам (Дубнівський, Омелянівський, Гнідавський водогін).

Особливої уваги потребує евтрофікація, яка проявляється у вигляді цвітіння води та є наслідком надходження надлишку поживних речовин, зокрема азотних сполук та органічних речовин. Це явище спостерігається на річці Сапалаївка та у ставках мікрорайону Теремно, що свідчить про порушення екологічного балансу водних екосистем (рис. 2.3).



а



б

Рисунок 2.3 – Цвітіння водойм міста (Подано за: <https://surl.li/rtsepp>):

а – Сапалаївка, парк 900-річчя Луцька; б – Теремнівські ставки

Сучасний стан системи водовідведення стічних вод у м. Луцьку характеризується низкою проблем, котрі потребують термінового вирішення. Зокрема, актуальними є реконструкція застарілої комунальної інфраструктури, модернізація технологій очищення стічних вод та виведення з експлуатації зношених та технічно непридатних споруд. Існуючі недоліки в системі водовідведення можуть призвести до зниження ефективності очищення стічних вод та збільшення ризиків забруднення води.

Деякі промислові підприємства мають власні очисні споруди, що забезпечують попереднє очищення промислових стічних вод. До таких споруд належать, зокрема, ТОВ «Луцький картонно-паперовий комбінат» та ПАТ «Гнідівський цукровий завод», розташовані на околиці міста. Останній після попереднього очищення скидає стічні води на поля фільтрації, що може створювати додатковий вплив на навколишнє середовище.

Низка підприємств, насамперед у транспортній сфері, експлуатують локальні очисні споруди з використанням відстійників, які забезпечують попереднє очищення стічних вод перед скиданням у міську каналізаційну мережу. Більшість автомийок оснащені невеликими очисними спорудами, що сприяє частковому зменшенню забруднення скидами [6; 8; 9; 13; 16].

Водночас значна кількість промислових підприємств, а також окремі об'єкти сервісної інфраструктури, скидають стічні води безпосередньо в централізовану систему водовідведення після попереднього очищення. Така практика створює додаткове навантаження на очисні споруди міста та вимагає вдосконалення системи контролю якості стічних вод на етапі скидання.

З метою покращення екологічного стану водойм та оптимізації їх гідрологічного режиму органи місцевого самоврядування Луцька в останні роки впровадили низку заходів щодо охорони навколишнього середовища. Зокрема, проведено роботи з відновлення гідрологічного режиму та покращення санітарного стану річки Сапалаївка, а також з благоустрою Теремнівських ставків.

Крім того, проведено роботи з очищення русла річки Стир та прилеглих каналів і прибережних зон, покращення гідравлічних характеристик водотоку та підвищення його самоочищення. Важливим напрямком є створення рекреаційних зон, зокрема, розвиток пляжних зон, що підвищує екологічну привабливість міського середовища.

Для біологічного відновлення водних екосистем та відновлення їх біорізноманіття здійснюється зариблення водойм рослинними видами риб, що сприяє регулюванню трофічного стану водойм та зменшенню наслідків надмірної евтрофікації [6; 8; 32].

Поряд з водними ресурсами, важливим показником екологічного стану міської території є якість ґрунтового покриву. Забруднення ґрунту спричинене атмосферними опадами, викидами промислових підприємств, а також пилом від доріг та прилеглих сільськогосподарських угідь. В результаті забруднюючі речовини накопичуються у верхніх шарах ґрунту.

Результати аналізу ґрунту селітебної зони м. Луцьк на вміст важких металів (заліза, марганцю, цинку, нікелю, хрому та міді), які можуть негативно впливати на здоров'я населення, особливо серед дітей, свідчать про те, що їх концентрації не перевищують встановлених гранично допустимих рівнів. Це характеризує відносно стабільний стан ґрунту в межах досліджуваної території.

Загалом, стан ґрунту в межах житлової зони Луцька можна оцінити як відносно задовільний. Однак, виявлено потенційні локалізовані джерела забруднення, пов'язані з місцями накопичення твердих побутових відходів (ТПВ), викидами транспортних засобів та промисловими об'єктами, що потребують належного санітарного благоустрою [6; 8; 20].

Несвоєчасне збирання, вивезення та утилізація відходів може призвести до механічного забруднення ґрунту. Основними локалізованими джерелами такого впливу є несанкціоновані сміттєзвалища, які погіршують екологічний стан територій та створюють ризики для здоров'я населення.

Моніторинг довкілля показав, що рівень забруднення ґрунту в промислових зонах суттєво відрізняється від аналогічних рівнів у житлових районах. Це пов'язано з більш інтенсивним антропогенним навантаженням у межах промислових зон, зосередженням виробничих потужностей, транспортної інфраструктури та джерел викидів забруднюючих речовин.

Дослідження моніторингу ґрунтів показали, що більшість промислових зон міста Луцька характеризуються підвищеним рівнем свинцю та цинку, концентрації яких у деяких випадках перевищують гранично допустимі норми. Це свідчить про постійне антропогенне навантаження та накопичення небезпечних забруднюючих речовин у ґрунтового середовищі [6].

Окремою екологічною загрозою є потенційна міграція пилових частинок, забруднених важкими металами, з промислових територій до селітебних зон, що створює ризики вторинного забруднення та впливає на здоров'я населення.

У роботі хочемо відмітити вплив від самих місцевих мешканців, стосовно засмічення території міста, котре не фіксується, а лише помічається з року в рік (див. Рис. 2.4).

Спираючись на дані Регіонального плану управління відходами у Волинській області до 2030 року, спостерігаємо динаміку утворення твердих побутових відходів (ТПВ) у м. Луцьку протягом 2016–2024 років. Показник демонструє стійку тенденцію до зростання. Так, станом на 2016 рік обсяг накопичення ТПВ у місті становив 30560,6 т/рік, займаючи лідируючі позиції у структурі регіональних відходів Волинської області.



a



6



В

Рисунок 2.4 – Приклади засмічених територій у Луцьку (знято автором): а – територія перед Навчально-виховним комплексом № 26; б – міська територія на перетині вулиць Львівська та Ярослава Мудрого; в – зона відпочинку «Теремнівські ставки»

До 2020 року зазначений показник зріс до 85 339,18 т/рік, а за результатами 2024 року був рівний 84 456,4 т/рік [26]. Саме з 2024 року наше місто взяло участь у проєкті «Нуль відходів», можливо це перші його позитивні показники. А можливо причиною спаду показника послужив виїзд багатьох мешканців за кордон [6; 8; 26].

В цілому, виявлена негативна динаміка зумовлена насамперед інтенсифікацією споживання товарів народного вжитку, що супроводжується значним збільшенням частки полімерної та комбінованої упаковки (зокрема, ПЕТ-пляшка) у морфологічному складі відходів.

Організаційно-правове забезпечення сфери поводження з ТПВ, зокрема управління та облік функціонування місць видалення відходів (МВВ) міського полігону, покладено на органи місцевого самоврядування у взаємодії з

профільними комунальними підприємствами. Дані щодо моніторингу наведено у таблиці 2.3–2.4 [6].

Таблиця 2.3 – Інфраструктура місць утилізації відходів (МВВ) на основі критеріїв екобезпеки у Луцьку*

Рік	Місця видалення відходів категорії В – небезпечні		Місця видалення відходів категорії Б – помірно небезпечні		Місця видалення відходів категорії А – мало небезпечні	
	діючі, од.	закриті, од.	діючі, од.	закриті, од.	діючі, од.	закриті, од.
2016	6	1	1	1	-	-
2020	6	-	-	1	-	-
2024	6	-	-	1	-	-

* Сформовано автором за джерелом [8]

Таблиця 2.4 – Стан місць утилізації відходів (МВВ) у Луцьку

Рік	Кількість непаспортизованих МВВ, од.	Кількість паспортизованих МВВ, од.	Паспортизовано МВВ за звітний період, од.
2016	—	2	1
2020	—	1	—
2024	—	1	—

* Сформовано автором за джерелом [8]

Переробка полімерних відходів та макулатури, що здійснюється ВАТ «Луцька картонно-паперова фабрика», відіграє значну роль в управлінні відходами міста. Діяльність підприємства сприяє частковому зменшенню вторинного забруднення та розвитку системи переробки [6; 8].

2.2. Антропогенна трансформація міської середовища крізь екологічний аспект

На основі результатів аналізу, проведеного в попередньому підрозділі дослідження, встановлено, що сучасне міське середовище Луцька перебуває в

умовах перманентного техногенного тиску. Це спричиняє інтенсивну трансформацію всіх компонентів довкілля. Основними чинниками даного впливу є: промисловий комплекс, енергетична інфраструктура (трансформаторні підстанції, котельні, тепломережі, газорозподільні системи) та інтенсивний розвиток транспортної мережі.

1. Трансформація повітряного басейну міста визначається сукупним впливом стаціонарних та пересувних джерел емісії. До ключових промислових об'єктів, що формують екологічний профіль Луцька, належать ПАТ «Гнідавський цукровий завод», ПАТ «СКФ Україна», ПАТ «Теремно Хліб», а також низка підприємств харчової та хімічної промисловості. Попри тенденцію до скорочення кількості потенційно небезпечних об'єктів, валовий обсяг викидів залишається суттєвим.

Особливої уваги заслуговує автотранспорт, котрий зумовлює критичну концентрацію оксиду вуглецю в районах ключових транспортних вузлів та магістралей. Аналіз динаміки стану атмосфери свідчить про зростання середньорічних концентрацій пилу, оксиду азоту, фенолу та формальдегіду. Станом на 2024 рік фіксується перевищення гранично допустимих концентрацій (ГДК). Додатковим фактором екологічного дискомфорту є проблема органолептичного забруднення (неприємні запахи), пов'язана з незадовільним станом полів фільтрації та мулових майданчиків [6; 8].

2. Гідрологічна трансформація – антропогенна деградація водних ресурсів міста найбільш виражена у басейні річки Стир. Якість води у створах нижче за течією від міста суттєво погіршується внаслідок скидання стічних вод КП «Луцькводоканал». Основними інгредієнтами-забруднювачами є амоній сольовий, нітриту, залізо загальне та сполуки, що визначають біологічне споживання кисню (БСК₅). У 2024 році виявлено динаміку перевищення норм за нітрогеном амонійним, що пояснюється зливом мінеральних добрив з агроландшафтів, прилеглих до міської межі, неочищених зливових, талих, поливно-місчних вод, а також стічних вод із комунально-очисних споруд. Критичним аспектом залишається високий

ступінь зношеності очисних споруд та аварійність інженерних мереж [5, с. 20-23; 8].

3. Стан ґрунтового покриву та сфера поводження з ТПВ. Трансформація ґрунтів у межах міста має мозаїчний характер. Якщо в селітебній зоні стан ґрунтового покриву оцінюється як переважно задовільний, то в промислових зонах зафіксовано стабільне перевищення ГДК за вмістом важких металів (свинець, цинк). Це створює ризики вторинного забруднення атмосфери через підняття токсичного пилу.

Сфера поводження з твердими побутовими відходами (ТПВ) характеризується накопиченням системних проблем: щорічне утворення відходів за відсутності повноцінного сміттєпереробного заводу та системного сортування призводить до перевантаження полігонів (зокрема у с. Брище) та появи стихійних сміттєзвалищ [18; 26; 29].

4. Функціональна трансформація міських ландшафтів та процеси ревіталізації проявляється в тому, що сучасний етап розвитку урбосистеми Луцька характеризується активною ревіталізацією деградованих промислових територій. Процес надання «другого життя» занедбаним промисловим зонам супроводжується зміною функціонального призначення об'єктів. Наприклад, спостерігається трансформація виробничих потужностей у бізнес-центри та житлові комплекси: перепрофілювання колишнього заводу «Богдан» у сучасний офісний простір, реновація території (повне оновлення) підприємства «Автоколона» під ЖК «Атлант», а також проєкт створення лугопарку на базі потужностей заводу «Електротермометрія» (вул. Набережна).

З екологічної т. з., ці процеси мають двоїстий/суперечливий характер:

- позитивний ефект: деіндустріалізація (закриття старих заводів) територій призводить до ліквідації прямих джерел промислової емісії забруднюючих речовин;

- негативний ефект: зміна функціонального профілю на житлово-офісний провокує різке зростання щільності автотранспорту на локальних

ділянках, що трансформує структуру викидів у бік збільшення частки продуктів згоряння палива (оксиди азоту, вуглецю, дрібнодисперсний пил). Паралельно з ревіталізацією відбувається інтенсивне «запечаткування» (герметизація) земної поверхні асфальтовим та бетонним покриттям у ході нового будівництва. Це явище спричиняє порушення природного дренажу дощових вод, посилення процесів поверхневого стоку та трансформацію міського мікроклімату через формування «островів тепла». У приземному шарі повітря затримується волога та пил, що посилює негативний вплив транспортних викидів на здоров'я населення [16; 18].

5. Біотична трансформація рослинного покриву міста Луцьк відбувається за вектором заміщення природних фітоценозів антропогенно-культурними насадженнями. Останні часто характеризуються низькою екологічною пластичністю та слабкою стійкістю до урбогенного стресу, що призводить до їх передчасної деградації.

Особливою загрозою є активізація інвазійних процесів. Порушення структури ґрунтів та відсутність системного фітосанітарного контролю на пустирях сприяють поширення небезпечних видів борщівника Сосновського (особливо у заплавах екосистемах р. Стир та Сапалаївка) та амброзії полинолистій. Ці процеси не лише знижують біорізноманіття, а й створюють прямі загрози здоров'ю людей через алергенність та токсичність зазначених рослин [18; 23; 27; 31].

Комплексна дія, розглянутих нами в роботі, антропогенних чинників детермінує низку довгострокових екологічних ризиків:

1. Гідрогеологічні ризики (полігон ТПВ у с. Брище) – старі карти полігону залишаються постійним джерелом фільтрату. Попри наявність сортувальних ліній, існує загроза «прихованої» трансформації гідрохімічного складу підземних вод та їх міграції у загальну гідромережу регіону.

2. Фрагментація екомережі – інтенсивна розбудова транспортної інфраструктури призводить до розчленування зелених зон. Фрагментація

екологічних коридорів (долини річок Стир та Сапалаївка) знижує їхню здатність виконувати роль природних фільтрів та «легенів» міста.

3. Техногенно-геологічні ризики – ущільнення забудови на фоні зношеності інженерних мереж підвищує ризики просідання ґрунтів, зсувних процесів та локальних підтоплень через нестачу потужностей систем водовідведення.

4. Деградація екосистемних послуг – скорочення площ озеленення та біодеградація насаджень знижують здатність міського ландшафту до самовідновлення, що безпосередньо корелює із погіршенням загального самопочуття населення та зростанням захворюваності [2; 11; 32].

Таким чином, сучасна трансформація ландшафтів Луцька свідчить про необхідність переходу до стратегії сталого розвитку, яка б враховувала як потреби урбанізації, так і збереження екологічного каркасу міста.

Висновки до розділу 2:

Узагальнюючи результати оцінки екологічного стану урбосистеми м. Луцька, можна дійти таких висновків:

1. Основними об'єктами антропогенного впливу є атмосферне повітря, поверхневі води та ґрунти, що деградують під дією промислового виробництва, енергетичного сектору та автотранспорту.

2. Техногенне навантаження зумовлює глибоку структурно-функціональну трансформацію міського середовища, включаючи зміну гідрохімічного складу вод та біодеградацію зелених насаджень.

3. Кумулятивний ефект зазначених трансформацій формує високий рівень екологічного ризику для мешканців міста, що вимагає впровадження невідкладних заходів з екологічної оптимізації міського простору.

РОЗДІЛ 3. ОБҐРУНТУВАННЯ КОМПЛЕКСУ ЗАХОДІВ З МІНІМІЗАЦІЇ АНТРОПОГЕННОГО ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ М. ЛУЦЬК

Результати моніторингу та аналізу екологічного стану міста свідчать про те, що антропогенна трансформація Луцька стала складною та охоплює всі компоненти його акумулятивного середовища. Встановлено, що ключовими детермінантами деградації міста є зростання заторів на дорогах, неадекватні системи управління ТПВ та критичний стан комунальних мереж. У таких умовах важливо змінити підхід: не лише реагувати на екологічні проблеми, а й завчасно їм запобігати.

Ефективне пом'якшення техногенного впливу вимагає впровадження інноваційних рішень, заснованих на синергії цифровізації, біотехнологій та концепцій сталого розвитку. Оптимізація мобільності міста Луцьк є пріоритетним завданням, оскільки мобільні джерела становлять більшість викидів забруднюючих речовин в атмосферу. Водночас вирішення проблеми відходів вимагає не лише модернізації інфраструктури збору відходів, а й впровадження технологій замкнутого циклу та рекуперації біоенергії. Окремим аспектом є біологічне та інженерне відновлення територій, що дозволить відновити природний потенціал міських ґрунтів та водойм. Залучення мешканців до компостування та сталого використання міського простору також є важливим елементом екологічної безпеки громади. На основі виявлених деструктивних процесів та оцінки потенціалу самовідновлення міської системи ми розробили комплексний план дій, спрямований на екологічну стабілізацію міського середовища [1; 3; 10; 27].

Враховуючи вищезазначене, для оптимізації взаємодії між техногенною та природною підсистемами Луцька пропонуємо «проектні пропозиції» (рис. 3.1):



Рисунок 3.1 – Комплекс заходів щодо зменшення антропогенного впливу на міське середовище Луцька
(сформовано автором за джерелами [1; 3; 10; 27])

Виходячи із пропозицій на рис. 3.1, відмічаємо, що впровадження режиму координованого регулювання дорожнього руху за принципом «зеленої хвилі» на вул. Ковельській та просп. Соборності передбачає послідовне вмикання зеленого сигналу світлофора на суміжних перехрестях. Це забезпечує безперервний рух транспортних засобів за умови дотримання рекомендованої швидкості, що дозволяє уникнути частих зупинок на червоний сигнал (рис. 3.2).

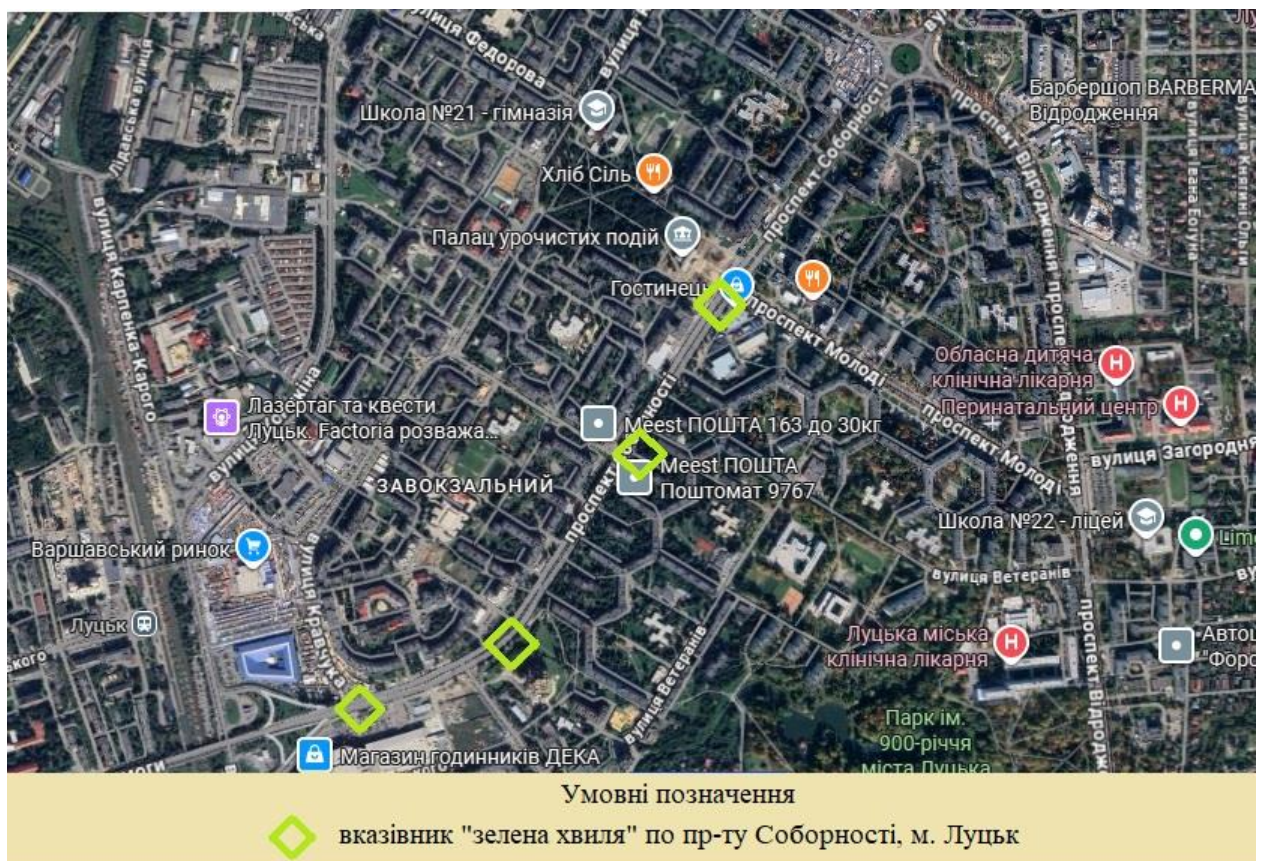
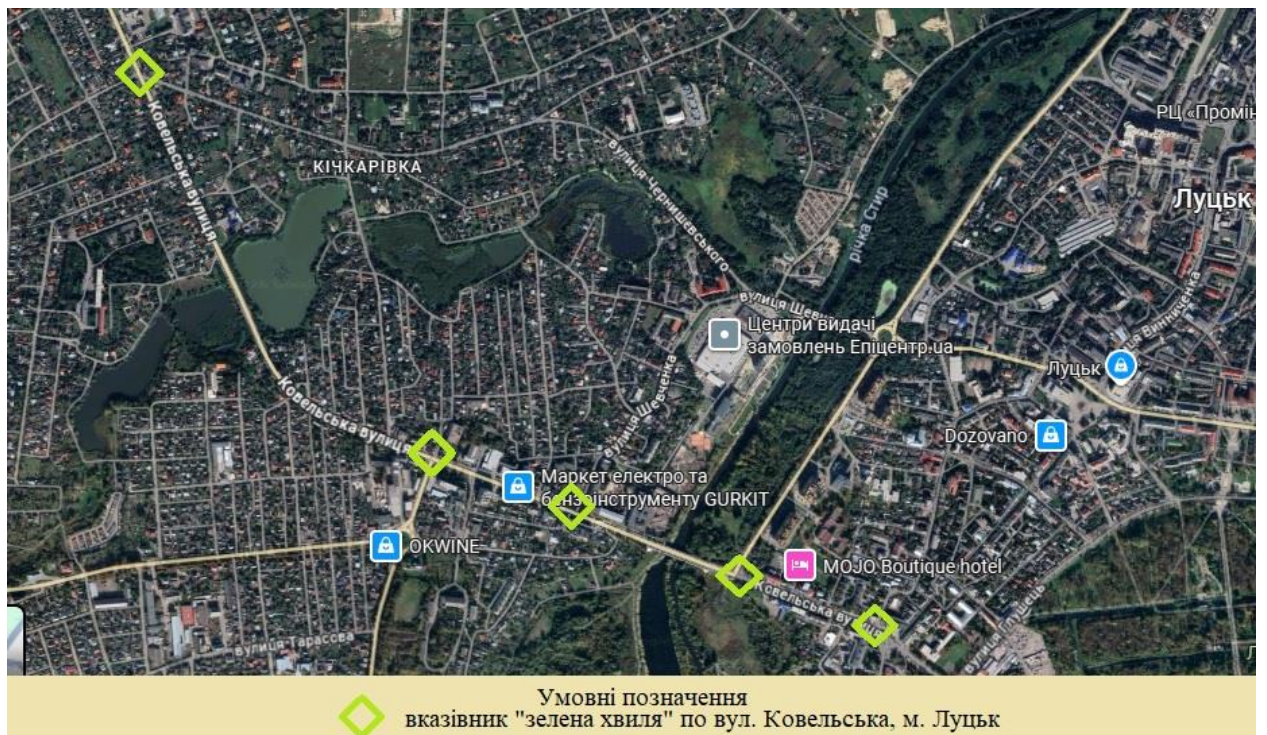


Рисунок 3.2 – Встановлення вказівників за принципом
«зеленої хвилі» (побудовано автором на основі:
<https://volyn.2ua.org/lutsk/mapa/google/>)

Реалізація такого підходу сприятиме зменшенню тривалості роботи двигунів на холостому ходу, що є основним джерелом викидів оксиду вуглецю. Пропонуємо встановлення рекомендованих знаків на перехрестях доріг, де відчувається інтенсивне зосередження автомобілів. Для прикладу ми взяли дві автодороги: вздовж вул. Ковельська: 1 вказівник – перехрестя вулиць: Ковельська, Державності (колишня Чернишевського), Поштова; 2 вказівник – перехрестя: вул. Ковельська та Фабрична; 3 вказівник – перехрестя: вул. Ковельська та Шевченка; 4 – перехрестя: вул. Ковельська та Набережна; друга по пр-ту Соборності: 1 вказівник – перехрестя: пр-тів Соборності та Молоді; 2 вказівник – перехрестя: пр-т Соборності та вул. Воїнів Афганців; 3 вказівник – на пр-ті Соборності поблизу ресторану «Княжий двір»; 4 – перехрестя: пр-т Соборності вул. Кравчука. Додатково передбачається встановлення дорожніх знаків із зазначенням оптимальної швидкості (40-50 км/год), за якої водії зможуть проїжджати світлофорні об'єкти без зупинок.

Так як місто за останні роки дуже розбудовується, виникає гостра необхідність у доїзді до різних точок міста. А це, в свою чергу, потребує розширення тролейбусних ліній у віддалені райони (Вишків, с. Рованці), пуск додаткових тролейбусів на вул. Львівську (для зручності доїзду до університету) та створення мережі перехоплюючих паркінгів для транзитного транспорту.

Не варто залишати без уваги міський полігон ТПВ, котрий потребує встановлення когенераційних установок для збору біогазу на полігоні. Це зменшить викиди метану та дасть електроенергію (див. Рис. 3.3).

Необхідністю є й організація компостування органічних відходів у навчальних закладах, наприклад ЛНТУ (донесення інформації, формування та підвищення рівня екологічної культури серед молодого населення. Проводилось опитування серед здобувачів, виявилось багато некомпетентних у галузі екології, а не лише в утилізації). Недостатній рівень екологічної культури міг би на практиці частково його підвищити.

ПРИНЦИПОВА СХЕМА КОГЕНЕРАЦІЙНОЇ УСТАНОВКИ

(одночасне виробництво електричної енергії та тепла)

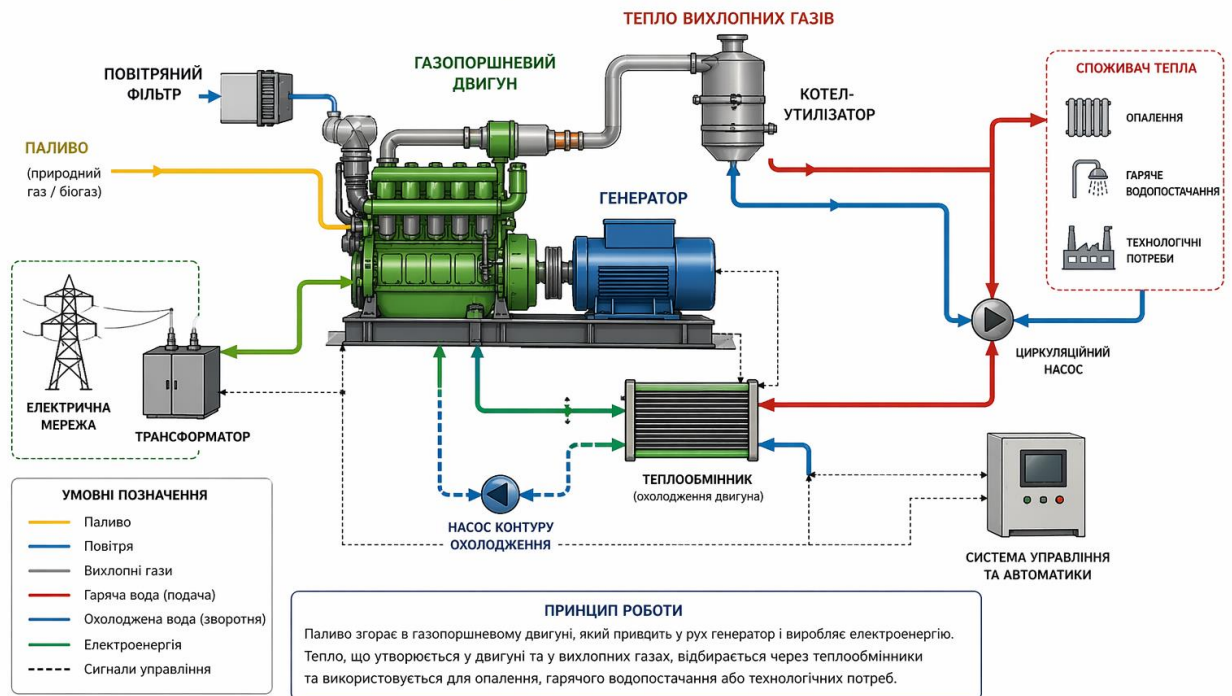


Рисунок 3.3 – Схема когенераційної установки для збору біогазу на полігоні (побудовано автором на основі: <http://energetika.in.ua/ua/books/book-5/part-1/section-2/2-3/2-3-2>)

З метою ведення оперативного моніторингу заharашеності територій міста побутовим сміттям важливо розробляти ГІС-картки (геоінформаційної системи).

Для територій навколо «СКФ Україна» та «Гнідавського цукрового заводу» (де виявлено свинець та цинк) висадка спеціальних рослин-гіперакумуляторів (наприклад, верба біла – високе дерево, яке формує потужну кореневу систему), котрі витягують важкі метали з ґрунту.

Модернізації потребують міські каналізаційні очисні споруди (КОС), зливові каналізації, а також очищення біоставків від мулових осадів.

За остання роки у Луцьку спостерігається значна кількість домашніх собак, а культура поводження з ними їх господарів, фактично, відсутня. Відповідно, існує гостра необхідність у облаштуванні майданчиків для вихулу

собак та дотримання усіх правил поведінки на таких спеціально відведених територіях [2; 4; 24; 18; 19; 26; 29].

Виходячи із рекомендованих нами пропозицій бачимо, що антропогенна трансформація виступає неминучим наслідком глобальної урбанізації. Проте її вектор (деструктивний чи творчий) залежить від балансу між техногенним навантаженням та заходами з екологічної стабілізації. Запропоновані практичні рішення для м. Луцька дозволять не лише стабілізувати екологічну ситуацію, а й створити комфортне та безпечне сучасне середовище для мешканців міста.

ВИСНОВКИ:

В результаті проведеного нами дослідження, було розкрито сутність, динаміку та наслідки техногенного впливу на урбосистему Луцька, а також розроблено стратегічні напрямки мінімізації екологічних ризиків. Узагальнення отриманих результатів дозволяє сформулювати наступні висновки:

1. Встановлено, що антропогенна трансформація міської середовища є об'єктивним та неперервним процесом заміщення природних ландшафтів техногенними неоландшафтами. У роботі доведено, що цей процес має комплексний характер і охоплює всі компоненти довкілля: від зміни рельєфу (геоморфологічна трансформація) до формування специфічного мікроклімату («острів тепла») та деградації біоти. Теоретичний аналіз показав, що сучасна урбоекологія розглядає трансформацію не лише як деградацію, а як динамічний стан, яким можна керувати через інструменти ревіталізації та екологічної санації.

2. Аналіз джерел антропогенного впливу в межах міста Луцьк підтвердив зміну структури забруднення. Процеси деіндустріалізації (закриття чи перепрофілювання великих підприємств, таких як «Богдан» чи «Автоколона») призвели до зниження прямих промислових емісій. Проте це не призвело до радикального покращення екологічного стану, оскільки на зміну промисловому забрудненню прийшло транспортне навантаження. На сьогодні понад 90 % валових викидів в атмосферу міста Луцьк забезпечує автотранспорт, що створює критичні концентрації діоксиду азоту, фенолу та формальдегіду в районах великих транспортних розв'язок (вул. Конякіна, Соборності, Набережна).

3. Досліджено явища ревіталізації та конверсії промислових територій Луцька. Встановлено, що перетворення занедбаних промзон у житлові та бізнес-центри має суперечливий екологічний характер. З одного боку,

відбувається санація території та візуальне покращення ландшафту. З іншого – інтенсивна забудова веде до критичної «герметизації» (запечатування) ґрунтів. Це нівелює природний дренаж, порушує режим підземних вод та сприяє накопиченню пилу та вологи у приземному шарі повітря, що негативно впливає на здоров'я місцевого населення.

4. Оцінка гідрологічної мережі міста (річки Стир) вказує на її значну деградацію через фрагментацію екосистем та зниження неочищених зливових вод.

5. Особливу екологічну небезпеку для регіону становить полігон ТПВ у с. Брище. Доведено, що навіть за умови часткового сортування, старі карти полігону є джерелом фільтрату, який спричиняє «сховану» трансформацію гідрохімічного складу підземних вод, створюючи ризики для водопостачання всього Луцького району.

6. Встановлено, що антропогенний пресинг призвів до спрощення структури зелених насаджень міста. На зміну стійким природним фітоценозам приходять декоративні культури, що потребують інтенсивного догляду. На фоні порушення цілісності екологічного каркасу міста спостерігається активна експансія інвазійних видів – борщівника Сосновського та амброзії полінолистій (особливо в заплавах річок). Це не лише знижує біорізноманіття, а й створює пряму загрозу здоров'ю мешканців через високу алергенність та токсичність цих рослин.

7. На основі проведеного аналізу та з метою зведення до мінімального рівня негативного впливу людської діяльності на м. Луцьк, нами в даній кваліфікаційній роботі бакалавра розроблено основні вектори проєктних пропозицій, а саме:

- Оптимізація дорожнього руху через впровадження системи адаптивного керування світлофорами «Зелена хвиля».
- розвиток екологічного громадського транспорту, зокрема розширення троллейбусного парку на маршруті по вул. Львівській;

- встановлення когенераційних систем для дегазації полігонів ТПВ та виробництва енергії з біогазу;
- запровадження культури поводження з відходами шляхом створення пунктів компостування органіки в закладах освіти;
- очищення міських земель від важких металів за допомогою методів фітореMediaції (висадка рослин-гіперакумуляторів);
- створення ГІС-карток для оперативного відстеження та ліквідації стихійних сміттєзвалищ;
- технічне переоснащення очисних споруд та модернізація системи зливової каналізації;
- створення спеціалізованих зон для безпечного та гігієнічного виходу домашніх тварин.

Підсумовуючи вище викладене, можна стверджувати, що антропогенна трансформація м. Луцька на сучасному етапі потребує переходу від пасивного спостереження до активного екологічного менеджменту. Тільки через інтеграцію природоорієнтованих рішень містобудівну політику можливо забезпечити трансформацією Луцька з техногенно навантаженої системи в екологічно безпечне та комфортне для життя «розумне» місто.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Василенко І.А., Піоваров О.А., Трус І.М., Іванченко А.В. Урбоекологія / І.А. Василенко, О.А. Піоваров, І.М. Трус, А.В. Іванченко Дніпро: Акцент ПП, 2017. 309 с.
2. Гавриленко О.П., Циганок Є.Ю. Екологія людини: навчальний посібник. Київ : ПВТП «LAT&K», 2020. 286 с.
3. ДБН Б.2.2-5:2011. Благоустрій територій. Планування та забудова міст, селищ і функціональних територій. Київ : Мінрегіонбуд України, 2012. URL : https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/dbn_b_2_2_5_2011/1-1-0-1033 (дата звернення: 01.05.2026).
4. ДБН Б.2.2-6:2013. Склад та зміст схеми санітарного очищення населеного пункту. Київ : Мінрегіонбуд України, 2013. URL : https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/dbn_b_2_2_6/1-1-0-1124 (дата звернення: 01.05.2026)
5. Екологічна безпека як основа сталого розвитку суспільства. Європейський досвід і перспективи. Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції Львів : ЛДУБЖД, 2021. 156 с. URL: <https://surl.li/cwyrvr> (дата звернення: 28.04.2026)
6. Екологічний паспорт м. Луцьк 2018 р, оновлено 22.08.25 р. URL : <https://voladm.gov.ua/article/ekologichniy-pasport-mlucka/> (дата звернення: 13.04.2026)
7. Екологічні аспекти транспортної системи міста: монографія / О. І. Лежнева, Г. М. Желновач, С. В. Очеретенко та ін. Харків : Видавництво «Смугаста типографія», 2017. 180 с.
8. Екологічні паспорти Волинської області URL : <https://voladm.gov.ua/category/ekologichni-pasporti/1/> (дата звернення: 04.01.2026)

9. Екологія міст і промислових центрів / Бібліотека Криворізького державного педагогічного університету ; упоряд. О. Б. Поліщук ; бібліогр. ред. О. А. Дікунова ; за ред. О. М. Кравченко. Кривий Ріг, 2022. 69 с.

10. Екологія міських систем : навч. посіб. Частина 1. / О. М. Климчик, А. П. Багмет, Є. М. Данкевич, С. І. Матковська, за ред. О. М. Климчик. Житомир : Видавець О.О. Євенок, 2016. 460 с.

11. Н.М. Заверуха, В.В. Серебряков, Ю.А. Скиба. Основи екології. Навчальний посібник : Каравела, 2023. 288 с.

12. Загальна екологія : підручник. Частина 1. / В. П. Кучерявий. Львів : «Новий Світ-2000», 2025. 290 с.

13. Звіт про роботу відділу екології в галузі охорони довкілля за 2024 рік URL : <https://surl.lu/qnnacr> (дата звернення: 07.01.2026)

14. ЗВІТ про стратегічну екологічну оцінку Програми економічного і соціального розвитку Луцької міської територіальної громади на 2021 рік URL : <https://surl.li/svfrsv> (дата звернення: 10.02.2026)

15. Клименко М.О., Пилипенко Ю.В., Мороз О.С. Екологія міських систем. Підручник. ОЛДІ-ПЛЮС, 2025. 294 с.

16. Комплексна програма охорони довкілля Луцької міської територіальної громади на 2022-2025 роки URL : <https://lnk.ua/RVd07ylV3> (дата звернення: 21.12.2025)

17. Л.І. Коробчук, М.О. Велесюк, Н. О. Мерленко Організація управління в екобезпеці з метою зменшення впливу від роботи транспорту на довкілля та людину (на прикладі м. Луцьк). *VIII-ий Міжнародний з'їзд екологів (Екологія/Ecology – 2021), 22-24 вересня, 2021* [електронне мережне видання] : збірник наукових праць. Вінниця, ВНТУ, 2021. 473 с. 88 Мб С.111-115.

URL : <https://surl.li/iluyqh> (дата звернення: 08.04.2026)

18. Коробчук Л.І. Екологічне управління на шляху проєктування «екологічної реконструкції» м. Луцька в умовах сталого розвитку. Сучасні кризові явища в економіці та проблеми облікового, контрольного та аналітичного забезпечення управління підприємством: матеріали *XVII*

Міжнародної науково-практичної конференції (25 травня 2024 р). відп. ред. О.А. Нужна. Вип. 16. Луцьк: ВІП ЛНТУ, 2024. 240 с. Ст.104-108. URL:

<https://drive.google.com/file/d/1nbdwUsmdp72BPuiO0ckYtymVV0lMLaDT/view> (дата звернення: 08.04.2026)

19. Коробчук Л.І., Коробчук М.Г. Екологічний менеджмент в системі сталого розвитку «еко-міста» Луцьк. Економічні науки : збірник наукових праць Луцького національного технічного університету. Серія «Регіональна економіка». Випуск 21 (83). Редкол.: відп. ред. д.е.н., професор Л.Л. Ковальська. Луцьк : ВІП ЛНТУ, 2024. 488. Ст. 205-222. URL: http://e-region.lutsk-ntu.com.ua/index.php/ekonomichni_nauky/issue/view/7/10 (дата звернення: 13.04.2026)

20. Луцька міська рада. Загальна інформація. Дослідження ґрунтів. URL: <https://www.lutskrada.gov.ua/documents/doslidzhennia-gruntiv> (дата звернення: 13.04.2026)

21. Маленко Я.В., Ворошилова Н.В., Кобрюшко О.О., Перерва В.В. Загальна екологія: навчальний посібник. Кривий Ріг: КДПУ, 2023. 231 с.

22. Містобудування та територіальне планування: Наук.-техн. збірник / Головн. ред. М.М. Дьомін. К., КНУБА, 2024. Вип. 85. 729 с. URL : <https://library.knuba.edu.ua/books/zbirniki/02/2024/202485.pdf> (дата звернення: 15.04.2026)

23. Міська влада. Відділ екології. Документи. Звіт про роботу виконавчого органу. URL: <https://www.lutskrada.gov.ua/departments/viddil-ekolohii/documents> (дата звернення: 28.02.2026)

24. Правила утримання жилих будинків та прибудинкових територій. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0927-05>. (дата звернення: 21.03.2026)

25. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Волинській області у 2024 році URL : <https://surl.lu/erygvu> (дата звернення: 22.03.2026)

26. Регіональний план управління відходами у Волинській області до 2030 року URL : <https://surl.li/qlfwql> (дата звернення: 11.02.2026)

27. Н. М. Самойленко, Д. В. Райко, В. І. Аверченко. Організація та управління в природоохоронній діяльності : навч. посіб. Харків : НТУ «ХПІ», Видавництво «Лідер», 2018. 174 с.

28. Сталий розвиток міст (містобудівний аспект) : матеріали міжнар. наук.-практ. конф., Харків, листопад 2017 р. / [редкол. : В. Т. Семенов (відпов. ред.) та ін.] ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. 239 с.

29. Типові правила благоустрою території населеного пункту. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1529-17> (дата звернення: 03.05.2026)

30. Урбоекологія: підручник для студентів вищих навчальних закладів / В.П. Кучерявий. Львів, Видавництво «Новий Світ-2000», 2021. 460 с.

31. Чайка В.М., Рубежняк І.Г., Міняйло А.А. Екологія міських екосистем (Урбоекологія) Підручник. Київ, 2017. 483 с.

32. Щорічний звіт про стан здоров'я населення України та епідеміологічну ситуацію URL: <https://surl.li/vlerlc> (дата звернення: 24.02.2026)

33. Хафен-Сіті, новий район у Гамбурзі URL : <https://surl.li/gsvsmg> (дата звернення: 10.05.2026)