

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА ІМЕНІ О. М. БЕКЕТОВА

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

Міські річки як біокоридори (на прикладі міста Харків)

Виконав: студент 4курсу, групи Еко 2022-1
спеціальності 101 Екологія

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Кондратюк А.К.

(прізвище та ініціали)

Керівник ст. викл. Вергелес Ю.І.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Коваль І.М.

(прізвище та ініціали)

м. Харків – 2026 рік

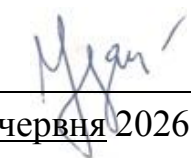
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА ІМЕНІ О. М. БЕКЕТОВА

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 р.

ЗАВДАННЯ **на кваліфікаційну роботу бакалавра** **студента**

Кондратюка Артема Костянтиновича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Міські річки як біокоридори (на прикладі міста Харків)

керівник проекту (роботи) ст. викл. Вергелес Ю.І.

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

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

2. Строк подання студентом проекту (роботи): 24.06.2026

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Наукові літературні джерела з урбоекології, гідроекології, екологічних мереж; нормативно-правові акти України у сфері охорони навколишнього природного середовища; супутникові знімки земної поверхні (Google Earth Pro, Google Maps); картографічні матеріали (OpenStreetMap); дані щодо біорізноманіття річкових екосистем (GBIF, IUCN Red List); інформаційні матеріали щодо річок Харкова; дані екологічного моніторингу; матеріали соціальної мережі Facebook щодо стану річкових екосистем міста Харків; матеріали польових спостережень та фотозображення

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Розділ 1. Теоретичні основи формування біокоридорів у міському середовищі Розділ 2. Аналіз річкових систем Харкова як елементів біокоридорів Розділ 3. Оцінка функціонування річок Харкова як біокоридорів Розділ 4. Шляхи підвищення ефективності міських річок як біокоридорів Розділ 5. Екологічне

обґрунтування відновлення річок. Висновки. Список використаних джерел

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Презентація – 13 слайдів: карта річкової мережі м. Харків; схеми просторової зв'язності біокоридорів; таблиці гідроекологічних показників річок; схеми фрагментації річкових систем; діаграми антропогенного навантаження; результати SWOT-аналізу; схема перспективного розвитку річкових біокоридорів Харкова; супутникові знімки досліджуваних територій.

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

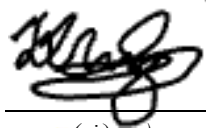
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 25.05.2026 р.

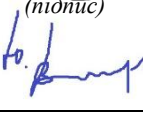
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1.	Пошук та аналіз літературних джерел	11.05.26 – 17.05.26	
2.	Формування теоретичної частини роботи	18.05.26 – 24.05.26	
3.	Аналіз річкової мережі м. Харків	25.05.26 – 30.05.26	
4.	Аналіз біорізноманіття та екологічного стану річок	25.05.26 – 01.06.26	
5.	Оцінка річок як біокоридорів	02.06.26 – 06.06.26	
6.	Розробка рекомендацій та екологічного обґрунтування	05.06.26 – 07.06.26	
7.	Оформлення пояснювальної записки	05.06.26 – 10.06.26	
8.	Підготовка презентації та захисту	11.06.26 – 17.06.26	

Студент


(підпис)

Керівник проєкту (роботи)


(підпис)

Кондратюк А.К.
(прізвище та ініціали)

Вергелес Ю.І.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 95 с., 26 табл., 26 рис., 1 дод., 66 джерел.

БІОКОРИДОРИ, МІСЬКІ РІЧКИ, УРБОЕКОСИСТЕМА,
БІОРІЗНОМАНІТТЯ, ЕКОЛОГІЧНА МЕРЕЖА, РЕНАТУРАЛІЗАЦІЯ,
ГІДРОЕКОЛОГІЯ, АНТРОПОГЕННИЙ ВПЛИВ, ЕКОЛОГІЧНА ЗВ'ЯЗНІСТЬ,
МОНІТОРИНГ ДОВКІЛЛЯ

Об'єкт дослідження – річкові екосистеми міста Харкова як елементи міських біокоридорів.

Мета роботи – дослідження ролі міських річок Харкова як біокоридорів, оцінка їх екологічного стану та розроблення рекомендацій щодо підвищення ефективності функціонування в структурі міської екологічної мережі.

У роботі розглянуто теоретичні засади формування біокоридорів, їх функції та значення для збереження біорізноманіття в урбанізованому середовищі. Проведено аналіз природних і гідроекологічних особливостей річок Харків, Лопань та Уди, оцінено їх екологічний стан, рівень антропогенного навантаження та просторову зв'язність.

Досліджено біорізноманіття річкових екосистем, виконано SWOT-аналіз річок як біокоридорів, проаналізовано вплив урбанізації та матеріали соціальної мережі Facebook щодо екологічного стану річок Харкова.

За результатами дослідження запропоновано заходи з ренатуралізації річок, відновлення прибережних екосистем, розвитку екологічного моніторингу та зменшення антропогенного впливу. Розроблено рекомендації щодо підвищення ефективності функціонування річкових біокоридорів міста.

ЗМІСТ

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ БІОКОРИДОРІВ.....	8
1.1 Поняття біокоридорів та історія формування концепції біокоридорів	8
1.3 Класифікація біокоридорів.....	11
1.4 Міські біокоридори та їх значення.....	13
1.5 Річки як біокоридори та їх роль в умовах зміни клімату.....	15
Висновок до Розділу 1	18
РОЗДІЛ 2. ПРИРОДНО-ЕКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА м. ХАРКІВ.....	19
2.1 Загальна характеристика міста Харків.....	19
2.2 Гідрографічна мережа та гідрологічні особливості річок Харкова	21
2.3 Екологічний стан річок та біорізноманіття річкових екосистем Харкова	23
2.4 Річки Харкова як елементи біокоридорів та екологічної мережі.....	26
2.5 Порівняльна характеристика основних річок Харкова.....	28
Висновок до Розділу 2	31
РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ МІСЬКИХ РІЧОК ЯК БІОКОРИДОРІВ (НА ПРИКЛАДІ м. ХАРКІВ).....	34
3.1 Роль річок у формуванні екологічної мережі міста.....	34
3.2 Оцінка фрагментації та екологічної зв'язності річкових біокоридорів	37
3.3 Антропогенний вплив та стан біорізноманіття річкових систем.....	43
3.4 Функціональна роль та екосистемні послуги річкових біокоридорів	48
3.5 SWOT-аналіз річок як біокоридорів	54
Висновок до Розділу 3	58
РОЗДІЛ 4. ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МІСЬКИХ РІЧОК ЯК БІОКОРИДОРІВ.....	61
4.1 Відновлення прибережних екосистем та формування екологічної мережі міста	61
4.2 Формування екологічної мережі міста.....	63
4.3 Зменшення антропогенного навантаження	65
4.4 Екологічний моніторинг.....	67
4.5 Перспективи розвитку	71
Висновок до Розділу 4	73

РОЗДІЛ 5. ЕКОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВІДНОВЛЕННЯ РІЧОК.....	76
5.1 Необхідність відновлення річкових екосистем Харкова	76
5.2 Ренатуралізація річок.....	78
5.3 Міжнародний досвід відновлення міських річок.....	80
5.4 Рекомендації для Харкова щодо відновлення річок як біокоридорів	83
5.5 Модель перспективного розвитку річкових біокоридорів Харкова	84
Висновок до Розділу 5	86
ВИСНОВКИ.....	88
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	90
ДОДАТКИ.....	95

ВСТУП

У сучасних умовах урбанізації природні екосистеми зазнають значного антропогенного впливу, що призводить до їх фрагментації, деградації та втрати біорізноманіття [3, 9]. Важливим інструментом збереження екологічної рівноваги є екологічна мережа, ключовими елементами якої виступають біокоридори. Вони забезпечують міграцію видів, підтримують зв'язність природних територій і сприяють збереженню біорізноманіття [11, 20].

Особливу роль у структурі міських біокоридорів відіграють річки. У місті Харкові такими природними елементами є річки Харків, Лопань та Уди. Вони формують єдину гідрографічну систему. Водночас вони зазнають значного антропогенного навантаження внаслідок урбанізації, забудови прибережних територій та забруднення водних об'єктів [4, 11, 18, 20].

Актуальність роботи полягає у необхідності дослідження ролі міських річок як біокоридорів та визначення шляхів підвищення їх екологічної ефективності [14, 16, 19, 21].

Мета роботи: дослідити роль міських річок м. Харків як біокоридорів та оцінити їх екологічний стан.

Завдання дослідження :

- розкрити поняття та функції біокоридорів;
- дослідити гідрографічну мережу Харкова;
- проаналізувати річки як елементи екологічної мережі;
- оцінити біорізноманіття річкових екосистем;
- визначити основні екологічні проблеми міських річок;
- запропонувати заходи щодо покращення їх екологічного стану.

Об'єкт дослідження: міські річки м. Харків.

Предмет: екологічні функції річок як біокоридорів.

Практична значущість роботи полягає у можливості використання отриманих результатів для розроблення заходів з відновлення річкових екосистем та вдосконалення міської екологічної мережі Харкова.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ БІОКОРИДОРІВ

1.1 Поняття біокоридорів та історія формування концепції біокоридорів

У сучасній екології все більше уваги приділяється не лише збереженню окремих природних територій, а й забезпеченню їх взаємозв'язку. У цьому контексті формується поняття біокоридорів, яке є ключовим у ландшафтній екології (на рис.1.1) [18,19] Під ними розуміють витягнуті ділянки природного або напівприродного середовища, що забезпечують міграцію організмів між ізольованими екосистемами та підтримують цілісність екологічних процесів[18]. Необхідність біокоридорів особливо зросла у другій половині ХХ століття через урбанізацію, розвиток інфраструктури та інтенсивне сільське господарство, що спричинило фрагментацію природних територій і ізоляцію популяцій [17,21]. Теоретичною основою стала “острівна” концепція Р. Макартура та Е. Вілсона, яка пояснює підвищений ризик зникнення видів на ізольованих територіях. Подальші дослідження ландшафтної екології довели, що екосистеми функціонують через потоки речовини, енергії та організмів, тому просторові зв'язки є критично важливими. У 1990-х роках концепція біокоридорів була інтегрована в європейську екологічну мережу, де вони стали її обов'язковим елементом [4, 22]. Біокоридори можуть бути природними (річки, ліси, долини) або штучно створеними (зелені насадження, екопереходи) (рис. 1.2). У міських умовах їх роль особливо важлива, оскільки вони компенсують фрагментацію середовища, а найчастіше функцію зв'язку виконують річки та прибережні зони. Отже, біокоридори є не допоміжним, а базовим елементом екологічної стійкості територій [18, 21] оскільки забезпечують як міграцію видів, так і функціонування екосистем загалом.

Вони забезпечують не лише переміщення видів, а й підтримують функціонування екосистем у цілому. Саме тому їх збереження та розвиток є одним із пріоритетних напрямів сучасної екологічної політики.

Біокоридори можуть формуватися:

- вздовж річок;
- у вигляді лісосмуг;
- через парки та зелені насадження.

У міських умовах вони часто є єдиними шляхами для переміщення видів.

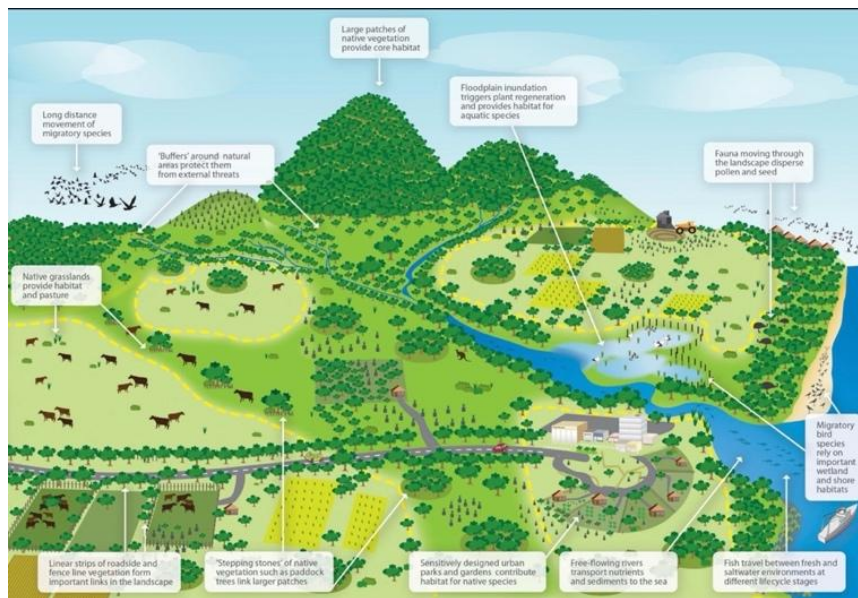
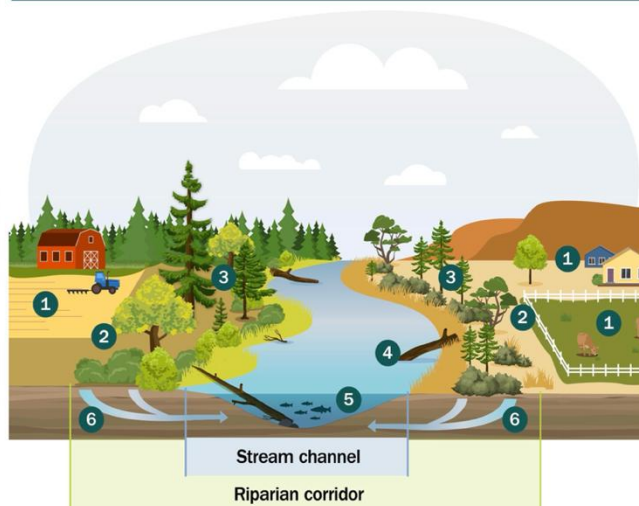


Рисунок.1.1 – Візуалізація біокоридорів у природному ландшафті [Джерело: сформовано автором на основі матеріалів концепції екологічної мережі та відкритих науково-інформаційних джерел]

Healthy riparian corridor



- 1 Using best management practices upland minimizes pollution
- 2 Healthy corridor filters pollutants before getting into the stream
- 3 Large trees help keep the stream cool and provide habitat
- 4 Fallen trees in the stream provide habitat
- 5 Fish thrive in cool and clean water
- 6 Groundwater inputs help support streamflows and keep water cool

Рисунок 1.2 – Схема функціонування прибережного біокоридору річкової екосистеми [джерело: сформовано автором на основі матеріалів Department of Ecology (State of Washington) та відкритих екологічних джерел]

1.2 Функції біокоридорів та їх роль у збереженні біорізноманіття

Розглядаючи біокоридори лише як шляхи переміщення живих організмів, можна недооцінити їх справжнє значення. Насправді вони виконують набагато ширший комплекс функцій, які впливають на стан популяцій, екологічні процеси та загальну стабільність ландшафтів. Основні функції біокоридорів наведено на (рис. А.1) [17, 18, 21]. Однією з ключових функцій біокоридорів є забезпечення просторового зв'язку між природними територіями. У природних умовах переміщення тварин і поширення рослин є звичайним процесом, який пов'язаний із пошуком кормових ресурсів, місць розмноження та адаптацією до сезонних змін. В умовах фрагментації ландшафтів, спричиненої урбанізацією та господарською діяльністю людини, ці процеси ускладнюються. Саме тому біокоридори відіграють роль сполучних елементів, які частково відновлюють природні зв'язки між окремими екосистемами [18, 19].

Важливою функцією біокоридорів є також підтримання генетичної різноманітності популяцій [17, 21]. Ізоляція окремих груп організмів призводить до зменшення їх життєздатності через обмеження генетичного обміну. Наявність екологічних коридорів забезпечує можливість міграції особин між популяціями, що сприяє збереженню генетичної стійкості видів. Окрім цього, біокоридори можуть виступати як самостійні середовища існування. Уздовж таких територій формуються специфічні природні умови, пов'язані з різноманітністю рослинного покриву, наявністю вологи та укриттів. Це створює сприятливі умови для існування багатьох видів, особливо в межах урбанізованих територій, де природні біотопи є обмеженими [11, 23]. Біокоридори також беруть участь у підтриманні природних екологічних процесів. Через них здійснюється не лише переміщення організмів, але й обмін речовиною та енергією між екосистемами. Вони впливають на водний баланс територій, поширення органічної речовини та формування локального мікроклімату, зокрема температурного режиму та вологості повітря [10, 12]. Окремо слід відзначити їх роль у збереженні біорізноманіття. Саме розрив

природних територій на ізольовані ділянки є однією з основних причин скорочення чисельності видів. Біокоридори забезпечують екологічну зв'язність між такими ділянками, що дозволяє підтримувати природні процеси обміну та зменшувати ризики деградації популяцій (рис. А.2) [17, 18, 21]. У міських умовах значення біокоридорів ще більше зростає, оскільки природні території тут максимально фрагментовані. Вони забезпечують переміщення видів між парками, прибережними зонами та іншими зеленими ділянками, що дозволяє підтримувати хоча б базовий рівень міського біорізноманіття [10, 12]. Крім того, біокоридори сприяють відновленню порушених екосистем. Якщо територія зберігає зв'язок із природними зонами, її відновлення відбувається значно швидше завдяки природному заселенню організмами з суміжних ділянок.

В умовах сучасних кліматичних змін роль біокоридорів також посилюється. Вони забезпечують можливість переміщення видів у межах змінених умов середовища та підвищують адаптаційний потенціал екосистем [20, 21].

Таким чином, біокоридори є багатофункціональними елементами екологічної мережі, які одночасно забезпечують просторову зв'язність, підтримують генетичну різноманітність, сприяють збереженню біорізноманіття та стабільності екосистем [17, 18, 21].

1.3 Класифікація біокоридорів

Щоб ефективно аналізувати біокоридори, їх недостатньо просто визначити - необхідно розуміти, які саме типи існують і чим вони відрізняються між собою. Саме тому в екологічних дослідженнях застосовується класифікація, яка дозволяє систематизувати різні варіанти біокоридорів залежно від умов їх формування та функціонування [18, 21, 22]. Передусім варто звернути увагу на походження біокоридорів. У цьому випадку їх умовно поділяють на природні та створені людиною. До природних належать ті

елементи ландшафту, які сформувалися без значного втручання - це, наприклад, річкові долини, лісові масиви або балки. Вони зазвичай мають вищу екологічну цінність, оскільки зберігають природну структуру. На відміну від них, штучні або напівприродні коридори виникають у результаті діяльності людини. Це можуть бути лісосмуги, зелені насадження вздовж доріг або спеціально створені переходи для тварин. Хоча їх ефективність часто нижча, вони виконують важливу компенсуючу функцію в умовах урбанізації. Іншим підходом до класифікації є врахування масштабу. У цьому випадку виділяють локальні, регіональні та більш великі за протяжністю коридори. Локальні функціонують у межах невеликих територій - наприклад, між окремими зеленими зонами міста. Регіональні вже поєднують значно більші природні комплекси. Найбільш масштабні коридори можуть охоплювати великі території і забезпечувати зв'язок між природними зонами різних регіонів.

Окрему увагу приділяють формі та структурі біокоридорів [21]. Найпростішими є лінійні варіанти, які мають чітко виражений напрямок - типовим прикладом є річки. Більш складні коридори можуть мати широку структуру, включаючи різні типи середовищ. Існують також мозаїчні варіанти, коли зв'язність забезпечується не суцільною смугою, а системою близько розташованих ділянок. З практичної точки зору важливою є класифікація за функціональним призначенням. У цьому випадку біокоридори можуть виконувати різні ролі: одні забезпечують переважно переміщення організмів, інші - створюють умови для розмноження або тривалого існування. Найбільш ефективними є ті, що поєднують кілька функцій одночасно, оскільки вони краще адаптовані до змін умов середовища. Ще один підхід пов'язаний із рівнем трансформації території. У природному стані біокоридори функціонують найбільш ефективно, однак у межах міст вони часто зазнають значних змін. Тому доцільно виділяти коридори зі збереженою природною структурою, частково змінені та сильно трансформовані [13, 20]. Такий поділ дозволяє оцінити їх реальний екологічний потенціал.

У контексті міських досліджень важливо враховувати також тип середовища. Тут можна виділити наземні, водні та комбіновані біокоридори. Водні, зокрема річки, мають перевагу завдяки своїй природній безперервності [4, 18]. Саме тому вони часто стають основою екологічної мережі міста. Як показує аналіз, жодна класифікація не є універсальною - на практиці вони доповнюють одна одну. Для комплексної оцінки біокоридорів доцільно враховувати одразу кілька підходів, оскільки це дозволяє більш точно визначити їх роль у конкретних умовах. Отже, класифікація біокоридорів є не просто теоретичним інструментом, а практичною основою для їх аналізу та планування. Вона дозволяє оцінити їх ефективність, визначити проблемні ділянки та обґрунтувати заходи щодо їх збереження або відновлення.

1.4 Міські біокоридори та їх значення

У межах міста природне середовище зазвичай є фрагментованим через щільну забудову, транспортну інфраструктуру та інші об'єкти господарської діяльності. У таких умовах навіть наявність окремих парків, скверів або лісопаркових територій не гарантує ефективного функціонування екосистем, оскільки між ними часто відсутні природні зв'язки. Саме тому важливу роль відіграють міські біокоридори, які забезпечують взаємодію між окремими природними ділянками та підтримують цілісність екологічної мережі [11, 13, 20]. Під міськими біокоридорами доцільно розуміти витягнуті ділянки зелених або напівприродних територій, що забезпечують переміщення організмів у межах урбанізованого простору. Їх значення не обмежується лише створенням шляхів для міграції тварин. Такі території впливають на поширення рослинності, підтримання біорізноманіття, формування мікроклімату та функціонування екосистемних процесів [20, 23]. Структура міських біокоридорів може включати різні природні та напівприродні елементи. Найчастіше до них належать річки з прибережними смугами, парки, лісопаркові масиви, зелені насадження вздовж автомобільних доріг і залізниць. Сукупність таких елементів формує систему екологічних зв'язків, яка

забезпечує відносну цілісність природного середовища в межах міста. Особливе місце серед міських біокоридорів займають річкові долини. На відміну від багатьох інших природних об'єктів, річки зазвичай зберігають безперервний характер навіть в умовах щільної забудови. Завдяки цьому вони часто стають основою міської екологічної мережі та виконують роль головних шляхів переміщення живих організмів [4, 21]. Головне значення біокоридорів у міському середовищі полягає у забезпеченні просторової зв'язності між окремими природними територіями. У межах урбанізованих ландшафтів переміщення організмів ускладнюється через наявність доріг, житлової забудови та інших бар'єрів. Біокоридори частково компенсують цей вплив і створюють можливість для підтримання природних зв'язків між популяціями. Важливою функцією міських біокоридорів є збереження біорізноманіття. У містах площа природних територій обмежена, тому кожна ділянка, яка забезпечує зв'язок між ними, має особливе значення. Біокоридори перешкоджають ізоляції популяцій та створюють умови для переміщення багатьох видів тварин і поширення рослин. Приклад функціонування біокоридорів у міському середовищі наведено (на рис. А.3).

Крім екологічного значення, міські біокоридори виконують низку важливих функцій для населення. Зелені території сприяють покращенню якості повітря, зменшують рівень запиленості та шумового навантаження, а також впливають на температурний режим міста. У літній період вони допомагають знижувати ефект перегріву урбанізованих територій та створюють більш комфортні умови для проживання населення.

Не менш важливою є їх роль у регулюванні водного режиму. Особливо це стосується річкових біокоридорів, які беруть участь у відведенні поверхневих вод і частково знижують ризик підтоплення окремих територій [14, 16]. За наявності природної рослинності такі ділянки також виконують фільтраційну функцію, затримуючи частину забруднюючих речовин. Разом із тим ефективність біокоридорів у містах значною мірою залежить від їхнього стану. Забудова прибережних територій, скорочення площ зелених насаджень,

забруднення та фрагментація природних ділянок суттєво знижують їх екологічну цінність.

У деяких випадках коридор формально існує, але не може повноцінно виконувати свої функції через наявність численних бар'єрів. У зв'язку з цим важливим напрямом сучасного міського планування є не лише створення нових біокоридорів, а й відновлення вже існуючих. Це передбачає збереження прибережних територій, розширення зелених зон, відновлення природної рослинності та мінімізацію факторів, що порушують екологічну зв'язність [51, 50, 53].

Отже, біокоридори є невід'ємною складовою екологічної інфраструктури міста. Вони забезпечують збереження біорізноманіття, підтримують функціонування природних процесів, покращують екологічний стан урбанізованих територій та сприяють формуванню комфортного середовища для життя населення.

1.5 Річки як біокоридори та їх роль в умовах зміни клімату

Серед усіх елементів екологічної мережі саме річки найчастіше виконують функцію природних біокоридорів. Це пов'язано з їх протяжною та відносно безперервною структурою, яка зберігається навіть в умовах значної урбанізації. Завдяки цьому річкові системи забезпечують зв'язок між окремими природними територіями та сприяють підтриманню цілісності ландшафтів [14, 16, 21]. Річковий біокоридор включає не лише водний потік, а й прибережні території, заплави, ділянки природної рослинності та інші елементи, які формують єдину екосистему. Поєднання різних типів середовищ створює сприятливі умови для існування великої кількості видів рослин і тварин. У зв'язку з цим річки виступають не лише шляхами переміщення організмів, а й важливими осередками біорізноманіття [17, 18, 21].

Функціональне значення річкових біокоридорів є досить різноманітним. Для водних організмів вони є основним середовищем існування та шляхом міграції. Для наземних видів прибережні території створюють умови для

пошуку корму, укриття та розмноження. Крім того, річкові долини часто використовуються птахами як природні маршрути під час сезонних переміщень. Важливою особливістю річкових біокоридорів є їх здатність поєднувати різні типи екосистем. Вони забезпечують взаємодію між лісовими, лучними, водними та водно-болотними комплексами, сприяючи обміну речовиною, енергією та живими організмами [19, 14]. Завдяки цьому підвищується стійкість природних систем до зовнішніх впливів та змін умов середовища. Не менш важливою є роль річок у підтриманні генетичного різноманіття популяцій. Наявність зв'язків між окремими природними територіями забезпечує переміщення особин і генетичний обмін між популяціями. Це дозволяє уникати ізоляції видів та сприяє збереженню їх життєздатності в довгостроковій перспективі.

У межах міста значення річкових біокоридорів особливо зростає. Більшість природних територій у таких умовах зазнає значної трансформації або повністю зникає, тоді як річки часто залишаються єдиними відносно безперервними природними елементами. Саме тому вони відіграють ключову роль у підтриманні екологічної зв'язності міського середовища. Разом із тим урбанізація суттєво впливає на ефективність функціонування річкових біокоридорів. Спрямлення русел, забудова прибережних територій, укріплення берегів та створення штучних споруд призводять до порушення природних процесів. Додатковими перешкодами стають мости, дамби та інші інженерні об'єкти, які можуть обмежувати переміщення окремих видів. Попри це, потенціал річкових біокоридорів залишається значним. Відновлення прибережної рослинності, зменшення рівня забруднення та збереження природних ділянок уздовж русел дозволяють суттєво підвищити їх екологічну ефективність [50, 51, 53]. Саме тому річкові системи розглядаються як один із найперспективніших напрямів екологічної реабілітації міських територій.

В умовах сучасних кліматичних змін роль біокоридорів набуває особливого значення. Підвищення температури повітря, зміна режиму опадів та збільшення частоти екстремальних природних явищ впливають на умови

існування багатьох видів. У таких умовах можливість переміщення організмів між природними територіями стає одним із головних механізмів адаптації до нових екологічних умов. Біокоридори забезпечують поступове зміщення ареалів видів у напрямку територій із більш сприятливими умовами існування. Особливе значення при цьому мають саме річкові системи, які завдяки своїй протяжності можуть виконувати роль природних маршрутів адаптації до кліматичних змін.

Крім забезпечення переміщення організмів, річкові біокоридори впливають на формування локального мікроклімату. Наявність водних об'єктів та прибережної рослинності сприяє підтриманню вищої вологості повітря та зниженню температури в теплий період року. У межах міст це дозволяє частково пом'якшувати прояви ефекту теплового острова та створювати більш сприятливі умови для живих організмів.

Важливою є також їх роль у відновленні екосистем після кліматичних стресів. Посухи, паводки або інші екстремальні явища можуть порушувати природні комплекси, однак за наявності екологічних зв'язків процес відновлення відбувається швидше завдяки повторному заселенню територій рослинами та тваринами. Разом із тим адаптаційний потенціал біокоридорів значною мірою залежить від їхнього екологічного стану. Забруднення, фрагментація та скорочення площ природної рослинності можуть суттєво знижувати їх ефективність [20, 24]. Тому при плануванні заходів із розвитку міських територій важливо враховувати не лише наявність біокоридорів, а й ступінь їх збереженості та функціональної зв'язності.

Отже, річки є одним із найважливіших природних біокоридорів, які забезпечують просторовий зв'язок між екосистемами, підтримують біорізноманіття та сприяють збереженню природних процесів. В умовах зміни клімату їх значення додатково зростає, оскільки вони створюють можливості для адаптації видів до нових умов середовища та підвищують стійкість екосистем до зовнішніх впливів. Роль біокоридорів у процесах адаптації до кліматичних змін наведено (на рис. А.4) [14, 17, 21].

Висновок до Розділу 1

Досліджено теоретичні основи біокоридорів як важливого елемента сучасної екологічної мережі. Розглянуто історію формування концепції біокоридорів, яка сформувалася під впливом ідей фрагментації природних територій та теорії острівної біогеографії.

Проаналізовано основні функції біокоридорів та їх роль у збереженні біорізноманіття. Визначено, що вони забезпечують переміщення організмів між ізольованими територіями, підтримують генетичну різноманітність популяцій, сприяють відновленню порушених екосистем і створюють додаткові середовища існування для багатьох видів.

Розглянуто основні підходи до класифікації біокоридорів за походженням, масштабом, структурою та рівнем трансформації. Встановлено, що така класифікація є важливою для оцінки їх екологічного значення та планування заходів щодо збереження і відновлення екологічної зв'язності територій.

Особливу увагу приділено міським біокоридорам, які виконують важливі екологічні та соціальні функції в умовах урбанізованого середовища. Вони сприяють підтриманню біорізноманіття, покращують мікроклімат, знижують рівень забруднення та забезпечують просторовий зв'язок між окремими природними ділянками міста.

Встановлено, що річки є одними з найбільш ефективних природних біокоридорів, оскільки забезпечують безперервний зв'язок між різними екосистемами. Таким чином, біокоридори є невід'ємною складовою екологічної інфраструктури, яка забезпечує збереження біорізноманіття, підтримання екологічної рівноваги та підвищення стійкості природних систем в умовах урбанізації та кліматичних змін.

РОЗДІЛ 2. ПРИРОДНО-ЕКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА м. ХАРКІВ

2.1 Загальна характеристика міста Харків

Харків є одним із найбільших урбанізованих центрів України та виконує важливі адміністративні, промислові й науково-освітні функції (рис. 2.1) [24, 25, 26]. Його географічне положення у північно-східній частині країни визначає особливості природних умов та формування міського середовища. З географічної точки зору Харків знаходиться в межах лісостепової зони. Це означає поєднання відкритих територій із ділянками природної рослинності, що в минулому формували досить різноманітний ландшафт. Проте внаслідок тривалого розвитку міста більша частина природних екосистем була трансформована або замінена штучними. Рельєф території загалом є рівнинним із незначними коливаннями висот. Важливу роль у його формуванні відіграють річкові долини, які створюють природні зниження і водночас визначають структуру забудови (рис. А.5) [24, 27, 28]. Саме ці елементи ландшафту сьогодні мають особливе значення з екологічної точки зору. Клімат міста помірно континентальний. Для нього характерні тепле літо та відносно холодна зима, а також нерівномірний розподіл опадів протягом року. Такі умови впливають на водний режим річок, стан рослинності та загальні екологічні процеси. Останніми роками спостерігаються тенденції до підвищення температури та збільшення частоти екстремальних погодних явищ, що додатково ускладнює екологічну ситуацію. Особливу увагу варто приділити гідрографічній мережі, яка є одним із ключових природних елементів міста. Через територію Харкова протікають кілька річок, серед яких основними є Річка Харків, Річка Лопань та Річка Уди. Саме вони формують природний каркас території і відіграють важливу роль у функціонуванні міської екосистеми [13, 24]. З точки зору забудови Харків характеризується високою щільністю, особливо у центральних районах. Тут зосереджені адміністративні будівлі, транспортна інфраструктура та житлові масиви. На околицях структура

більш різноманітна - поєднуються житлова забудова, промислові об'єкти та ділянки зелених насаджень. Важливим фактором є рівень антропогенного навантаження. Промисловість, транспорт і комунальна інфраструктура створюють значний тиск на природні компоненти. Це проявляється у забрудненні повітря, води та ґрунтів, а також у зміні природних процесів. Разом із тим у межах міста збереглися окремі ділянки з відносно природним станом. До них належать лісопаркові зони, прибережні території річок та деякі мало забудовані райони. Саме ці території можуть розглядатися як основа для формування екологічної мережі [13, 24, 42]. З екологічної точки зору Харків є типовим прикладом великого міста, де природні елементи сильно трансформовані, але не повністю втрачені. Це створює можливість для їх відновлення та інтеграції у структуру міського середовища [50, 51]. Отже, загальна характеристика міста показує, що, незважаючи на високий рівень урбанізації, Харків зберігає природні передумови для формування екологічної мережі. Насамперед це стосується річкових систем, які можуть виконувати роль основних біокоридорів [4, 24, 25].

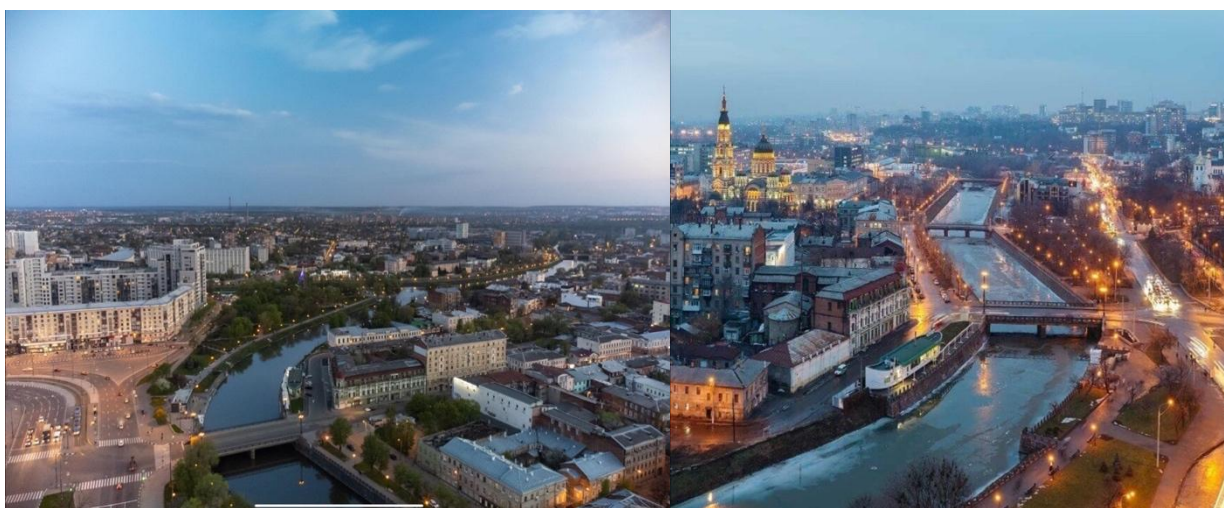


Рисунок 2.1– Урбанізоване середовище м. Харків та річкова система в межах міста [Джерело: сформовано автором на основі відкритих фотоматеріалів м. Харків]

2.2 Гідрографічна мережа та гідрологічні особливості річок Харкова

Гідрографічна мережа міста Харків представлена системою малих і середніх річок басейну Сіверського Дінця. Основними водотоками є річки Харків, Лопань та Уди, які формують єдину взаємопов'язану систему та визначають структуру річкових долин у межах міста [2, 16, 24].

Усі вони належать до рівнинного типу, характеризуються невеликою швидкістю течії, незначними глибинами та наявністю заплав. Природна структура цих річок у межах міста суттєво змінена внаслідок урбанізації: частина русел спрямлена або укріплена, заплави частково забудовані, а прибережна рослинність значно скорочена.

Попри це, річки залишаються важливими елементами міського ландшафту, впливають на формування рельєфу, розподіл ґрунтових вод і локальні мікрокліматичні умови, зокрема знижують температуру в прибережних зонах у літній період [14, 24].

Гідрографічна мережа тісно пов'язана з поверхневим стоком. Через значну частку водонепроникних поверхонь у місті під час опадів вода швидко надходить у річки, що спричиняє різкі коливання рівня води та підвищує ризик локальних підтоплень.

Водночас зменшується роль природного інфільтраційного живлення, що впливає на стабільність водного режиму, особливо в посушливі періоди. З екологічної точки зору річкова система має подвійне значення: з одного боку, вона зазнає значного антропогенного навантаження (забруднення, фрагментація, деградація прибережних зон), з іншого - залишається одним із небагатьох безперервних природних елементів у міському середовищі та потенційною основою для формування біокоридорів.

Найбільш збережені ділянки приурочені до периферійних територій, тоді як у центральній частині ступінь трансформації є максимальним. Оцінка стану річок базується на аналізі фізичних, хімічних і біологічних показників, які відображають рівень антропогенного впливу. До основних належать

температура води, прозорість, вміст розчиненого кисню, біохімічне та хімічне споживання кисню, а також концентрації біогенних елементів.

Підвищення температури води в міських умовах знижує вміст кисню, що негативно впливає на гідробіоти. Дефіцит кисню зазвичай пов'язаний із надлишком органічних речовин і інтенсивними процесами їх розкладу. Важливу роль відіграють також сполуки азоту та фосфору, які спричиняють евтрофікацію та “цвітіння” води. Фізичні показники (прозорість, каламутність) відображають інтенсивність надходження зважених часток, а мінералізація характеризує загальний хімічний склад води [14, 15].

Біологічні індикатори дозволяють комплексно оцінити стан екосистеми, оскільки швидко реагують на зміни середовища. У межах Харкова простежується чітка територіальна диференціація: у центральних районах показники відхиляються від природних значень, тоді як на периферії вони є більш стабільними.

Загалом система гідроекологічних показників дозволяє оцінити ступінь трансформації річок і їх потенціал до виконання екологічних функцій. Гідрологічний режим річок Харкова формується під впливом природних факторів і міського середовища. Основними є змішаний тип живлення (снігове, дощове та підземне), виражена сезонність стоку та відносно мала водність. Весняний період характеризується підвищенням рівня води внаслідок сніготанення, влітку та восени режим значною мірою залежить від опадів, а в меженний період підтримується підземними водами.

В умовах урбанізації цей природний режим змінюється: зростає частка поверхневого стоку, що спричиняє різкі, але короткочасні паводкові підйоми рівня води. Додатково спостерігаються зміни швидкості течії, замулення русел, зменшення глибини та деградація заплав. Найбільш трансформованими є річки Харків і Лопань у центральній частині міста, тоді як річка Уди зберігає відносно природні гідрологічні характеристики [24, 25, 43].

Урбанізація є одним із головних факторів трансформації гідрологічного

режиму річок Харкова. Вона змінює природний водний баланс території, впливаючи на формування поверхневого стоку, інфільтрацію та режим живлення водотоків.

Ключовою зміною є зростання частки поверхневого стоку через наявність водонепроникних покриттів (асфальт, бетон, щільна забудова). Це призводить до швидкого надходження води в річкову систему та формування різких короточасних підйомів рівня після опадів із подальшим швидким спадом.

Водночас зменшується частка підземного живлення, що особливо помітно в посушливі періоди, і знижує стабільність водного режиму.

Окремим наслідком є зміна температурного режиму річок через надходження нагрітої води з міських поверхонь і систем зливної каналізації. Це впливає на вміст розчиненого кисню та загальний стан водної екосистеми.

Також значний вплив має регулювання русел: спрямлення, укріплення берегів і гідротехнічні споруди змінюють природну морфологію річок, зменшують різноманіття біотопів і порушують гідродинамічні процеси, що сприяє замуленню окремих ділянок і зниженню здатності до самоочищення.

Отже, урбанізація суттєво трансформує гідрологічний режим річок Харкова, роблячи його більш нестабільним і залежним від короточасних опадів, що безпосередньо впливає на екологічний стан водотоків і їх здатність виконувати функції біокоридорів [14, 15, 24].

2.3 Екологічний стан річок та біорізноманіття річкових екосистем Харкова

Стан річкових екосистем у межах міста Харків не можна оцінювати однозначно, оскільки він суттєво змінюється залежно від ділянки, рівня забудови та характеру використання території. Загальною тенденцією є посилення антропогенного впливу в напрямку від периферії до центральних районів міста. Основні фактори антропогенного впливу на річкові екосистеми, їх характер та можливі наслідки наведено в табл. 2.1 [24,25,44].

Таблиця 2.1 – Антропогенний вплив на річкові екосистеми

Фактор	Вплив	Наслідок
Забруднення	Скиди	Загибель риб
Забудова	Знищення берегів	Втрата біотопів
Регулювання	Бетонування	Фрагментація
Сміття	Побутові відходи	Деградація

Основними водотоками, що формують екологічну ситуацію, є річки Харків, Лопань та Уди. Їх сучасний стан сформувався під впливом тривалого господарського використання, що включає як прямі, так і непрямі фактори. Найбільш поширеною проблемою є забруднення води, яке формується не лише через скиди стічних вод, а й через поверхневий стік із міських територій. Разом із дощовими водами до річок потрапляють нафтопродукти, важкі метали, побутові відходи та інші забруднювальні речовини, що змінює хімічний склад води та впливає на гідробіонтів [14, 15].

Окрему увагу слід приділити процесу евтрофікації. Підвищений вміст біогенних елементів сприяє інтенсивному розвитку водоростей, що проявляється у “цвітінні” води. Наслідком цього є зниження вмісту розчиненого кисню, що погіршує умови існування водних організмів.

Важливим фактором є також зміна морфології русел. У межах міста значна частина ділянок річок спрямлена або укріплена, а природні заплави частково втрачено. Це призводить до зменшення різноманіття біотопів і зниження здатності річок до самоочищення. Додатково спостерігається деградація прибережних територій, які в природному стані виконують роль буферних зон, але в міських умовах часто забудовані або рекреаційно перевантажені.

Варто враховувати й фрагментацію річкових екосистем, яка виникає внаслідок будівництва мостів, дамб та інших гідротехнічних споруд. Це створює бар'єри для міграції водних організмів і порушує природні екологічні зв'язки.

Рівень впливу антропогенних факторів є неоднаковим у межах міста. Найбільш трансформованими є ділянки річок Харків і Лопань у центральній частині міста (див. табл. 2.1). Річка Уди, особливо на периферійних територіях, зберігає більш природний стан, що позитивно впливає на її екологічну якість.

Річки міста Харкова є важливими осередками біорізноманіття, незважаючи на значний рівень антропогенного впливу. Перелік біологічних таксонів, поширення яких на території міста проаналізовано у даній роботі, наведений в табл. 2.2.) [17, 42].

Таблиця 2.2 — Біологічні таксони – індикатори біокоридорів

Клас	Види	Екологічна роль
Ссавці	Бобер	Формування біотопів
Ссавці	Ондатра	Екосистемний інженер
Плазуни	Водяний вуж	Регуляція риб
Плазуни	Червоновуха черепаха	Інвазивний вид
Плазуни	Болотяна черепаха	Червонокнижний
Земноводні	Зелена ропуха	Біоіндикатор
Земноводні	Сіра ропуха	Біоіндикатор
Риби	Карась, щука, окунь	Трофічні зв'язки

Водні екосистеми та прибережні території створюють сприятливі умови для існування різноманітних груп живих організмів, включаючи ссавців, птахів, плазунів, земноводних та риб. Саме прибережні зони, заплави та мілководдя відіграють ключову роль у підтриманні біорізноманіття, оскільки забезпечують різноманіття біотопів.

Серед ссавців особливе значення має бобер (*Castor fiber*) (рис. А.6) [32]. Він є екосистемним інженером, оскільки створює греблі, змінює гідрологічний режим і формує нові водно-болотні угіддя. Іншим видом є ондатра (*Ondatra zibethicus*), (рис. А.7) [30, 42] яка є інтродукованим видом і активно впливає на прибережну рослинність.

Серед плазунів поширений водяний вуж (*Natrix tessellata*), (рис. А.8) [30] який регулює чисельність риб і амфібій. Також у водоймах зустрічається червоновуха черепаха (*Trachemys scripta elegans*), (рис. А.9) [34] яка є інвазивним видом і може негативно впливати на місцеві екосистеми. Водночас болотяна черепаха (*Emys orbicularis*), (рис. А.10) [7, 33]. є аборигенним видом і потребує охорони.

Земноводні представлені зеленою ропухою (*Bufo viridis*) та сірою ропухою (*Bufo bufo*) (рис. А.11) [30, 42]. Вони є важливими біоіндикаторами стану довкілля.

Зі складу іхтіофауни річок Харков (рис. А.12) в якості видів-індикаторів обрані карась, окунь, щука та плотва, які відіграють важливу роль у трофічних ланцюгах [14, 30].

Важливу роль також відіграє водна та прибережна рослинність, яка забезпечує укриття для тварин і бере участь у самоочищенні води [6, 17].

Найвищий рівень біорізноманіття спостерігається в межах річки Уди, тоді як річки Харків і Лопань характеризуються нижчими показниками через інтенсивну урбанізацію та забруднення [24, 44, 45].

2.4 Річки Харкова як елементи біокоридорів та екологічної мережі.

У структурі екологічної мережі міста природні елементи виконують різні функції, однак саме річки найчастіше стають основою просторової зв'язності та формування біокоридорів [4, 18, 21]. Це пов'язано з їх витягнутою формою та проходженням через значну частину міської території, що дозволяє поєднувати різні типи ландшафтів. У межах Харкова цю роль виконують насамперед річки Харків, Лопань та Уди. На відміну від ізольованих зелених зон, річки

формують відносно безперервні лінійні структури, які забезпечують міграцію та розселення організмів. Важливо, що річковий біокоридор включає не лише водне русло, а й прибережні смуги, заплави та прилеглі ділянки рослинності. Саме ця просторово-екологічна комплексність визначає їх високу природоохоронну цінність. Функціонування річок як біокоридорів проявляється у кількох напрямках: вони забезпечують переміщення водних організмів, наземні види використовують прибережні території як зони з підвищеною вологістю та кормовою базою, а річкові долини виконують роль орієнтирів для птахів під час сезонних міграцій. Крім того, річки поєднують різні типи екосистем - лісопаркові зони, відкриті території та водно-болотні ділянки, формуючи цілісну екологічну мережу міста [4, 13, 22].

Окремо слід розглядати річки як важливі елементи міської екосистеми загалом. Вони беруть участь у регулюванні водного режиму території, забезпечуючи відведення поверхневого стоку, особливо під час інтенсивних опадів. У міських умовах цей процес відбувається швидко через значну частку водонепроникних поверхонь, тому річки виконують функцію основних каналів перерозподілу води.

Важливим є також їх мікрокліматичний вплив: прибережні території характеризуються нижчою температурою влітку та вищою вологістю повітря, що частково зменшує ефект міського “теплого острова” [20, 51]. Крім того, річки беруть участь у процесах природного самоочищення води завдяки фізичним, хімічним і біологічним механізмам, а прибережна рослинність додатково затримує частину забруднюючих речовин.

З біологічної точки зору річки є осередками існування значної кількості видів і водночас шляхами їх переміщення. Вони формують своєрідні “лінії життя” міського середовища, уздовж яких концентруються рослинні та тваринні угруповання. У межах міста це має особливе значення через обмеженість природних територій [50, 53].

Водночас ефективність виконання всіх зазначених функцій безпосередньо залежить від екологічного стану річок. Забруднення, спрямлення

русел, бетонування берегів та забудова прибережних зон істотно знижують їх природну функціональність. У центральних районах Харкова, де антропогенний вплив максимальний, річки часто виконують свої функції частково, тоді як на периферії, зокрема в межах річки Уди, вони зберігають більш природний характер.

З практичної точки зору це означає, що річки мають значний потенціал як базовий елемент відновлення екологічної мережі міста. Їх реабілітація є більш реалістичною та ефективною стратегією порівняно зі створенням нових природних територій. Навіть часткове відновлення прибережної рослинності або зменшення рівня забруднення здатне суттєво підвищити їх екологічну ефективність.

Отже, річки Харкова є ключовими багатофункціональними елементами міської екосистеми. Вони поєднують гідрологічні, екологічні та просторові функції, забезпечують біологічну зв'язність територій, підтримують біорізноманіття та формують основу для екологічної мережі міста. Їхній стан безпосередньо визначає ефективність цих процесів і загальну екологічну якість міського середовища [4, 18, 21, 22].

2.5 Порівняльна характеристика основних річок Харкова

Характеристика річкової системи міста Харкова та її значення для формування біокоридорів. Основні природні та антропогенні елементи території міста Харкова, відображені на рис.2.1.

Водні об'єкти позначені блакитним кольором і представлені річками Харків, Лопань та Уди, а також Журавлівським водосховищем [27, 28, 43]. Також на карті показано мережу дрібних приток і струмків, які формують гідрографічну систему міста. Зелені території представлені лісопарковими масивами та рекреаційними зонами. Найбільші з них розташовані в західній частині міста (лісопарк), у районі Саржиного Яру, поблизу Павлового Поля, Журавлівського гідропарку та водосховища [24, 26, 43].

Значні зелені насадження також зосереджені в районах Салтівки та

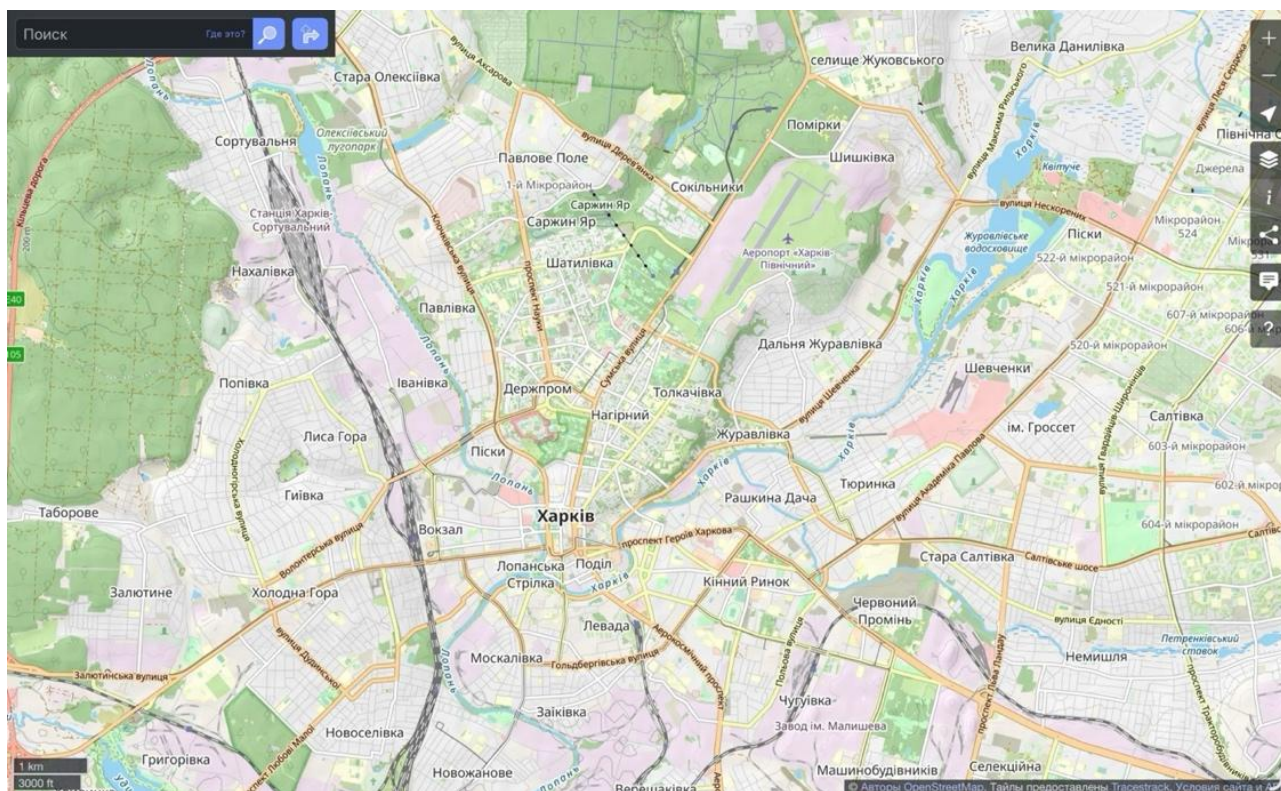


Рисунок. 2.1– Просторове розташування річкової мережі та водних об’єктів м. Харків [Джерело:сформовано автором на основі картографічних даних OpenStreetMap]

Новобаварського району вздовж долини річки Уди. Важливе значення мають паркові зони, розташовані в центральній частині міста та вздовж річкових долин, які виконують рекреаційні, кліматорегулюючі та природоохоронні функції. Транспортна структура міста представлена основними магістралями, позначеними помаранчевим кольором, а також залізничними коліями, що проходять через центральну та південну частини Харкова.

Міська забудова відображена сірими та рожевими відтінками та включає житлові квартали, громадську забудову і промислові території. Річкова система міста представлена кількома основними водотоками, які відрізняються ступенем антропогенного навантаження, гідрологічними характеристиками та екологічним станом.

Найважливішими є річки Харкова, Лопань та Уди, аналіз яких дозволяє оцінити екологічний стан міських водних екосистем міста і визначити

можливості їх використання їх потенціал як елементів екологічної мережі.

Річка Харків протікає через центральну частину міста та зазнала значного антропогенного впливу. Значна частина її русла трансформована: береги укріплені, а окремі ділянки спрямлені. Це зумовлено високою щільністю забудови та необхідністю регулювання водного режиму. Річка характеризується нерівномірним стоком: після опадів рівень води швидко підвищується через значну частку водонепроникних поверхонь, а в посушливі періоди знижується. Екологічний стан річки оцінюється як напружений.

Основними проблемами є забруднення вод, замулення русла та скорочення площ прибережно-захисної рослинності. Це суттєво обмежує її функцію як екологічного коридору значно обмежена, особливо в центральних районах міста. Річка Лопань також протікає через урбанізовані території та характеризується значним антропогенним навантаженням. Вона приймає води річки Харків, тому її стан частково залежить від якості вод. Русло річки значною мірою зарегульоване, що впливає на швидкість течії та процеси накопичення донних відкладів. У деяких ділянках спостерігається замулення, яке призводить до зменшення глибини русла та погіршення умов існування водних організмів [14 44].

Рівень забруднення залишається відносно високим, особливо в межах центральної частини міста, що призводить до спрощення структури водної екосистеми та обмеження біорізноманіття. Річка Уди є найбільш цінною з точки зору збереження природних умов серед основних водотоків Харкова. Вона протікає через менш урбанізовані території, що сприяло збереженню значної частини її природної структури русла. Зберігаються меандри, заплавні ділянки та прибережна рослинність, що створює сприятливі умови для екосистеми.

Гідрологічний режим річки є відносно стабільним, а коливання рівня води менш вираженими порівняно з річками Харків та Лопань. Екологічний стан річки Уди оцінюється як відносно кращий, що підтверджується вищим

рівнем різноманіття рослинного та тваринного світу. Завдяки цьому р. Уди має найбільший потенціал як біокоридор міста [8, 21] .

Порівняльний аналіз трьох річок Харкова свідчить про пряму залежність між рівням урбанізації та станом водних екосистем. Із зростанням щільності забудови посилюється трансформація русел, погіршується якість води та знижується біорізноманіття [15, 4, 25].

Основні особливості річок можна узагальнити так:

- річка Харків-найбільш трансформований водотік із обмеженими екологічними функціями;
- річка Лопань -характеризується значним антропогенним навантаженням і впливом річки Харків;
- річка Уди-найбільш збережений водотік із високим екологічним потенціалом. Отже, річки Харкова перебувають у різному екологічному стані, однак усі зберігають для виконання природоохоронних функцій.

Основною проблемою є не повна деградація, а фрагментація та трансформація природних систем. Відновлення прибережних територій і природної структури русел здатне суттєво підвищити їх екологічну цінність та ефективність як біокоридорів.

Висновок до Розділу 2

Проведено комплексний аналіз природно-екологічних умов Харкова, стану його гідрографічної мережі, особливостей гідрологічних процесів, а також значення річок у формуванні міської екологічної мережі та підтриманні біорізноманіття.

Встановлено, що Харків є типовим прикладом великого урбанізованого міста, природне середовище якого зазнало значної трансформації під впливом тривалої міської забудови, промислової діяльності та розвитку транспортної інфраструктури.

Водночас у межах міської території збереглися природні компоненти,

зокрема річкові долини, лісопаркові масиви та прибережні зони, які формують основу потенційної екологічної мережі.

Аналіз гідрографічної мережі показав, що основними водотоками міста є річки Харків, Лопань та Уди, які утворюють єдину взаємопов'язану систему басейну Сіверського Дінця. Вони характеризуються рівнинним типом, змішаним живленням та сезонною мінливістю стоку. Разом із тим їхня природна структура суттєво порушена внаслідок спрямлення русел, укріплення берегів та забудови заплавлених територій.

Дослідження екологічного стану річок засвідчило наявність значного антропогенного навантаження, що проявляється у забрудненні вод, евтрофікації, замуленні русел, деградації прибережної рослинності та фрагментації водних екосистем.

Найбільш трансформованими є річки Харків і Лопань у межах центральної частини міста, тоді як річка Уди зберігає відносно природний стан і характеризується вищою екологічною стабільністю.

Гідрологічний аналіз показав, що водний режим річок істотно змінений під впливом урбанізації. Збільшення частки поверхневого стоку, скорочення інфільтрації, регулювання русел і розвиток зливової інфраструктури зумовлюють різкі коливання рівня води, підвищення температури води та зниження стабільності гідрологічних процесів.

Окремо розглянуто роль річок як елементів біокоридорів. Встановлено, що річкові долини є ключовими лінійними структурами міської екологічної мережі, які забезпечують просторову зв'язність між природними територіями. Їхня ефективність безпосередньо залежить від ступеня збереженості прибережної рослинності та природності русел.

Аналіз біорізноманіття показав, що річкові екосистеми Харкова є середовищем існування для різних груп організмів — ссавців, птахів, плазунів, земноводних і риби. Рівень біорізноманіття є нерівномірним і значно вищим у менш урбанізованих ділянках, зокрема в басейні річки Уди.

Важливу роль у структурі екосистем відіграють як аборигенні та інвазивні види, так і види-інженери та біоіндикатори, що відображають стан довкілля.

Узагальнення результатів дослідження дозволяє зробити висновок, що річкові екосистеми Харкова перебувають під значним антропогенним тиском, однак зберігають екологічний і функціональний потенціал.

Основною проблемою є не повна деградація природних систем, а їх фрагментація та трансформація.

Таким чином, річки міста виконують важливі екологічні, гідрологічні та просторові функції, залишаючись ключовими елементами міської екомережі. Отримані результати підтверджують доцільність їх розгляду як базових структур для розвитку біокоридорів та подальшого екологічного відновлення міського середовища Харкова.

РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ МІСЬКИХ РІЧОК ЯК БІОКОРИДОРІВ (НА ПРИКЛАДІ м. ХАРКІВ)

3.1 Роль річок у формуванні екологічної мережі міста

Екологічна мережа міста формується не лише окремими зеленими ділянками, а й зв'язками між ними. Без цих зв'язків навіть великі природні території функціонують як ізольовані елементи. У структурі міста Харків саме річки виступають основою, навколо якої формується єдина екологічна мережа.[4, 18, 21]. Річки проходять через різні функціональні зони міста: центральні райони, житлову забудову, промислові території та околиці, поєднуючи між собою природні ділянки. Цю функцію виконують річки Харків, Лопань та Уди, система яких формує природний каркас міста та забезпечує підтримання екологічної зв'язності.

Уздовж річкових долин формуються прибережні екосистеми, які розширюють середовище існування видів, створюють умови для живлення та розмноження та підвищують екологічну стійкість міського середовища.

Проведений аналіз дозволяє стверджувати, що річки є базовими елементами екологічної мережі Харкова, що представлено (на рис. 3.1) [43, 44].

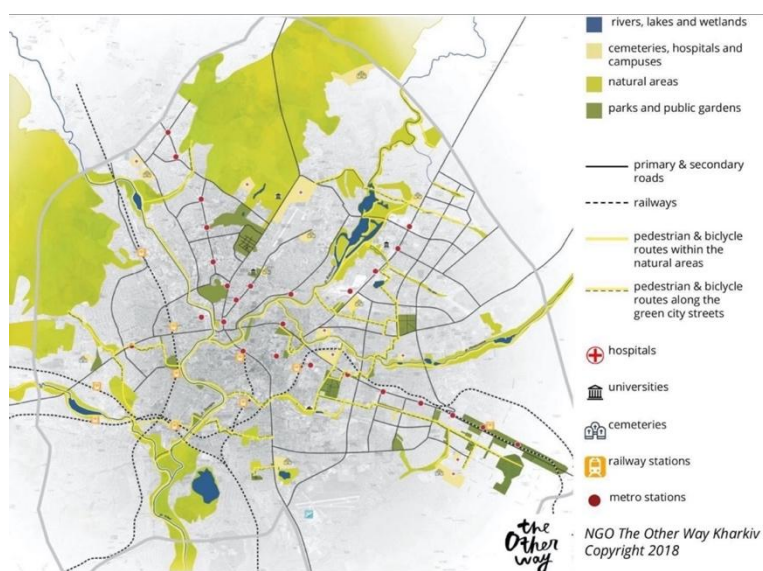


Рисунок 3.1– Просторова структура зелено-блакитної інфраструктури та потенційних екологічних коридорів м. Харків [Джерело :сформовано автором на основі картографічних матеріалів NGO *The Other Way Kharkiv* (2018) 27, 28, 43]

Водночас ефективність річок як елементів екологічної мережі визначається не лише самим фактом їх існування, а й здатністю забезпечувати реальні просторові зв'язки між окремими ділянками природного середовища. Саме тому важливим аспектом дослідження є оцінка просторової зв'язності біокоридорів, яка характеризує можливість переміщення організмів та підтримання цілісності екологічної мережі міста. Коли говорять про ефективність біокоридорів, зазвичай мають на увазі не їх наявність як таку, а здатність забезпечувати реальні переміщення організмів. Саме це і описується поняттям просторової зв'язності. По суті, йдеться про те, наскільки різні ділянки міського ландшафту функціонують як єдина система, а не існують ізольовано одна від одної. У практичному плані зв'язність можна оцінити через кілька характеристик. Насамперед це безперервність коридору, тобто наявність або відсутність розривів, які перешкоджають руху організмів. Не менш важливими є ширина коридору та його структура, оскільки вузькі смуги без достатньої кількості рослинності використовуються значно гірше. Важливу роль відіграє також якість середовища. Навіть формально цілісний коридор може бути функціонально непридатним для більшості видів у разі забруднення або відсутності необхідних укриттів [18, 21]. У межах міста Харків зазначені характеристики суттєво змінюються залежно від конкретної ділянки. Найбільш показовими є річкові коридори, сформовані вздовж річок Харків, Лопань та Уди. Вони мають різний рівень просторової зв'язності, що дозволяє проводити їх порівняльний аналіз. Одним із головних факторів, що впливають на зв'язність, є фрагментація. У міських умовах вона проявляється у вигляді автомобільних доріг, мостів, щільної забудови та різноманітних інженерних споруд. Для людини такі об'єкти можуть здаватися незначними, проте для багатьох видів вони стають серйозними бар'єрами. У результаті коридор, який на карті виглядає безперервним, фактично поділяється на окремі ізольовані ділянки (рис. А.13) [44, 45]. Ще одним важливим фактором є звуження прибережних зон. У природному стані річкові долини мають достатню ширину для підтримання різноманітних типів середовищ існування. У міських умовах

такі території часто скорочуються до мінімальних розмірів. Це негативно впливає не лише на рівень біорізноманіття, а й на можливості переміщення організмів, особливо наземних видів. Важливу роль відіграє також якість середовища. Забруднені або деградовані ділянки часто не використовуються організмами навіть за відсутності фізичних бар'єрів. Таким чином порушення зв'язності може мати не лише просторовий, а й функціональний характер. Порівняння основних річок Харкова демонструє різний рівень просторової зв'язності. Річка Уди, особливо на периферійних ділянках, зберігає більш природну структуру, що забезпечує кращі умови для переміщення видів. Натомість річки Харків і Лопань у центральній частині міста характеризуються значною кількістю розривів та трансформованих ділянок (рис. 3.2).

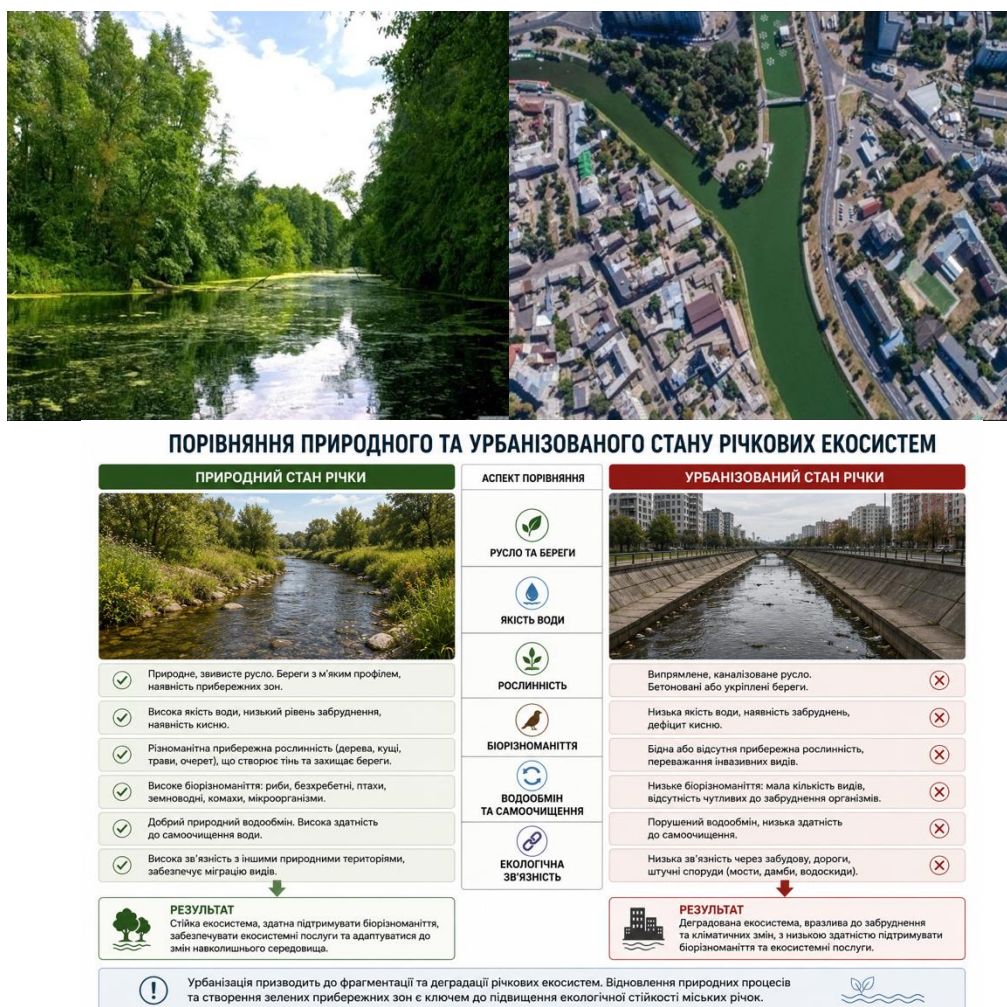


Рисунок 3.2 – Порівняння природного та урбанізованого стану річкових екосистем [Джерело : сформовано автором на основі відкритих фотоматеріалів та аерофотознімків]

Важливо враховувати, що просторова зв'язність функціонує в обох напрямках - від периферії до центру міста і навпаки. Саме через річкові коридори відбувається проникнення видів із більш природних територій у межі урбанізованого середовища. У разі порушення таких зв'язків рівень біорізноманіття поступово знижується. З практичної точки зору відновлення просторової зв'язності не завжди потребує масштабних втручань. У багатьох випадках достатньо локальних заходів, зокрема відновлення прибережної рослинності, розширення захисних смуг або усунення окремих бар'єрів. Такі дії можуть суттєво покращити функціонування біокоридорів (рис. А.14).

Проведений аналіз дозволяє зробити висновок, що просторову зв'язність слід розглядати як динамічну характеристику екологічної мережі. Вона постійно змінюється під впливом як природних процесів, так і господарської діяльності людини. Саме від рівня зв'язності значною мірою залежить ефективність функціонування річок як біокоридорів [18, 21].

Отже, у межах Харкова просторова зв'язність біокоридорів збережена лише частково та має фрагментований характер. Її відновлення є одним із ключових напрямів покращення екологічного стану міста та підвищення ролі річок як важливих елементів екологічної мережі [53, 56].

3.2 Оцінка фрагментації та екологічної зв'язності річкових біокоридорів

Однією з головних умов ефективного функціонування біокоридорів є збереження їх просторової цілісності. У міських умовах ця цілісність часто порушується внаслідок урбанізації, що призводить до фрагментації природного середовища та послаблення екологічних зв'язків між окремими ділянками ландшафту. Саме тому оцінка ступеня фрагментації та рівня екологічної зв'язності є важливим етапом аналізу річок як біокоридорів [19, 21]. Фрагментація являє собою процес поділу відносно цілісних природних територій на окремі ізольовані ділянки. Для міських екосистем така тенденція є характерною, оскільки розвиток забудови, транспортної інфраструктури та

інженерних споруд постійно змінює просторову структуру ландшафту. У межах міста Харків фрагментація найбільш помітно проявляється вздовж річкових систем [43, 44]. Незважаючи на природну здатність річок виконувати функцію біокоридорів, рівень їх цілісності значною мірою залежить від характеру забудови, стану прибережних територій та кількості штучних бар'єрів [20,43].

Для оцінки ступеня фрагментації доцільно враховувати кілька показників. Насамперед це безперервність річкового коридору, тобто наявність або відсутність розривів. Важливими також є ширина природних прибережних смуг, ступінь трансформації берегів та загальний стан рослинності. У межах Харкова можна виділити кілька типів фрагментації річкових біокоридорів, узагальнені характеристики яких наведені у (табл. 3.1) [43,44,45].

Таблиця 3.1 – Орієнтовна оцінка фрагментації річкових біокоридорів Харкова

Річка	Рівень фрагментації	Основні причини
Річка Харків	Високий	щільна забудова, укріплення берегів, транспорт
Річка Лопань	Високий	регулювання русла, забруднення, дороги
Річка Уди	Середній	локальна забудова, окремі інженерні споруди

Першим типом є фізична фрагментація, коли природний простір безпосередньо переривається інженерними спорудами. До таких об'єктів належать мости, автомобільні магістралі, дамби та бетонні укріплення берегів. Для багатьох видів вони створюють суттєві перешкоди для переміщення. Другим типом виступає функціональна фрагментація. У цьому випадку зв'язок між ділянками формально зберігається, проте через забруднення, відсутність укриттів або надмірне рекреаційне навантаження коридор практично не використовується тваринами. Окремо слід виділити ландшафтну фрагментацію, яка пов'язана зі зміною просторової структури території. У центральних

районах міста природні компоненти представлені переважно ізольованими ділянками, що ускладнює формування єдиної екологічної мережі. Порівняльний аналіз основних річок показує, що рівень фрагментації є неоднаковим.

Найбільш порушеними залишаються ділянки річок Харків і Лопань у центральній частині міста [24, 44, 45]. Тут природні прибережні території значно скорочені, а русла частково втратили природну структуру. У деяких місцях річка фактично виконує переважно дренажну функцію. Інша ситуація спостерігається вздовж річки Уди.

Попри наявність локальних порушень, тут зберігаються ділянки природної рослинності та менш трансформовані заплави. Це дозволяє їй залишатися більш ефективним біокоридором.

Наслідки фрагментації проявляються на різних рівнях. Для тварин це ускладнення міграцій і скорочення доступних територій, для рослин - обмеження можливостей природного поширення.

У ширшому розумінні це означає зниження екологічної стійкості всієї міської системи. Разом із тим фрагментація не є незворотним процесом. Частину проблем можна мінімізувати шляхом відновлення прибережної рослинності, збереження відкритих територій та зменшення ізоляції між окремими природними ділянками.

Проведений аналіз свідчить, що в Харкові річкові біокоридори збереглися лише частково та характеризуються різним рівнем порушення. Найбільш перспективним для підтримання екологічної зв'язності залишається басейн річки Уди [44, 45].

Отже, оцінка ступеня фрагментації виконувалась за експертною шкалою на основі аналізу супутникових знімків Google Earth Pro, польових спостережень та фотофіксації території. При оцінюванні враховувалися безперервність річкового коридору, кількість штучних бар'єрів, ступень забудови прибережних територій та стан природної рослинності [45]. показує

(рис. 3.3), що саме просторові розриви є одним із головних факторів, які обмежують ефективність річок як біокоридорів у межах міста.

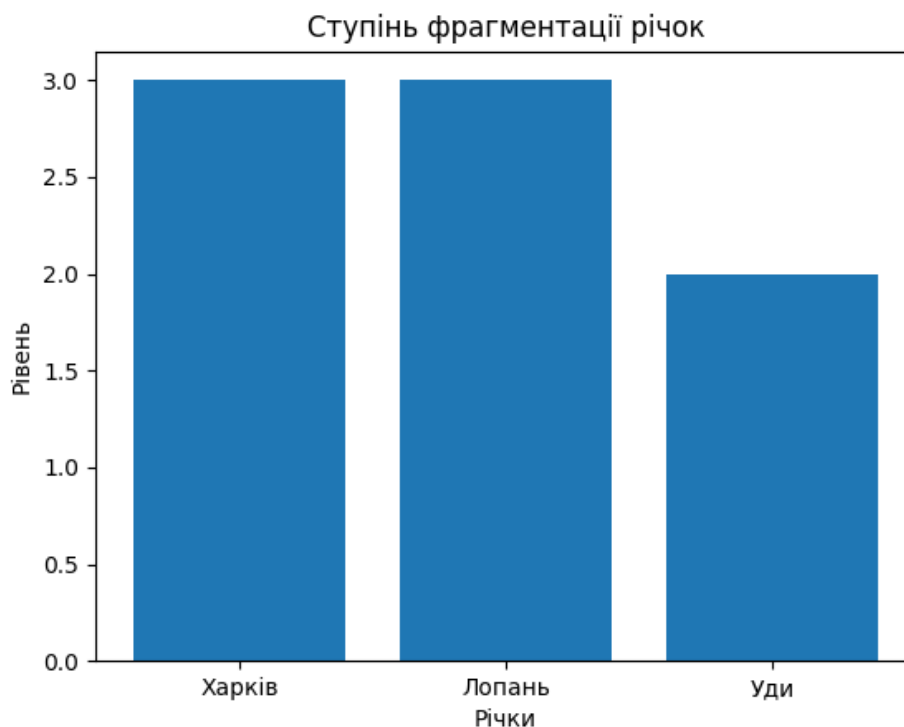


Рисунок 3.3 – Ступінь фрагментації річок (Харків, Лопань, Уди)

[Джерело: розроблено автором на основі аналізу річкових екосистем м. Харкова]

Важливою характеристикою стану біокоридорів є також рівень їх екологічної зв'язності. Саме він визначає здатність річкових систем підтримувати обмін організмами та забезпечувати функціонування екологічної мережі. Для міських екосистем важливе значення має не лише площа природних територій, а й рівень їх взаємозв'язку. Навіть добре збережені природні ділянки можуть поступово втрачати екологічну цінність, якщо вони ізольовані одна від одної.

У межах міста Харків така оцінка особливо актуальна, оскільки природне середовище значною мірою фрагментовано забудовою. Річки в цих умовах часто залишаються єдиними відносно безперервними елементами, які можуть

забезпечувати просторові зв'язки між різними територіями. Під час оцінки екологічної зв'язності доцільно враховувати просторову безперервність коридору, стан прибережної рослинності, наявність фізичних бар'єрів та рівень антропогенного навантаження.

У рамках даного дослідження оцінка проводилася за умовною шкалою, де враховувалися: ступінь збереженості русла, рівень фрагментації, ширина прибережних зон, якість середовища, можливість переміщення видів. Порівняльний аналіз показав, що різні річки Харкова мають неоднаковий рівень екологічної зв'язності (табл. 3.2) [43, 44].

Таблиця 3.2 – Орієнтовна оцінка екологічної зв'язності річкових систем Харкова

Річка	Рівень зв'язності	Основні характеристики
Річка Харків	Низький	значна урбанізація, вузькі прибережні смуги
Річка Лопань	Низький-середній	фрагментація, часткова деградація рослинності
Річка Уди	Середній-високий	збережені природні ділянки, менше бар'єрів

Найнижчий рівень зв'язності характерний для центральних частин річок Харків і Лопань. Тут спостерігається висока щільність забудови, значна кількість транспортних об'єктів та укріплені береги. У таких умовах переміщення організмів суттєво ускладнюється. Водночас річка Уди демонструє більш високий рівень зв'язності. На окремих ділянках збереглися природні заплави, ширші прибережні смуги та рослинність, яка створює сприятливі умови для міграції видів. Важливо враховувати, що екологічна зв'язність не є постійною характеристикою. Вона змінюється залежно від стану території, сезонних факторів та рівня антропогенного навантаження. Навіть короткі відновлені ділянки рослинності можуть покращити зв'язок між ізольованими природними зонами.

Особливу роль відіграють прибережні екотопи - перехідні смуги між

водним середовищем і суходолом. Саме вони забезпечують найбільшу різноманітність умов і часто використовуються організмами як маршрути переміщення. З практичної точки зору оцінка екологічної зв'язності дозволяє визначити пріоритетні території для відновлення. У випадку Харкова такими зонами можуть бути розриви між окремими ділянками річкових коридорів, де навіть локальні зміни здатні дати помітний результат.

Проведений аналіз показує, що річкові системи міста зберігають здатність підтримувати екологічні зв'язки, однак цей потенціал реалізується нерівномірно. Найкращі умови характерні для менш урбанізованих територій.

Для більш повної оцінки стану річкових біокоридорів доцільно провести порівняння основних річок Харкова за ключовими екологічними показниками.

Для розуміння потенціалу міських річок як біокоридорів важливо оцінити не лише їх окремо, а й у порівнянні між собою. Такий підхід дозволяє визначити, які водотоки зберегли більше природних функцій, а які зазнали найбільшої трансформації. У межах міста Харків найбільше значення мають три річки: Харків, Лопань та Уди (табл. 3.3) [43-45].

Для порівняльного аналізу були використані такі критерії: ступінь урбанізаційного впливу, рівень фрагментації, збереженість прибережної рослинності, різноманіття видів, потенціал виконання функції біокоридору, загальний екологічний стан. Порівняння показує, що всі три річки мають різний ступінь збереженості та неоднакову екологічну цінність.

Таблиця 3.3 – Порівняльна характеристика основних річок Харкова

Критерій	Річка Харків	Річка Лопань	Річка Уди
Урбанізаційний вплив	високий	високий	середній
Фрагментація	висока	висока	середня
Прибережна рослинність	частково збережена	фрагментована	відносно добре збережена
Біорізноманіття	низьке–середнє	середнє	високе
Якість середовища	погіршена	задовільна	відносно стабільна
Потенціал як біокоридору	обмежений	середній	високий

Як видно з таблиці, найбільш трансформованою є річка Харків. Це пояснюється її розташуванням у центральній частині міста, де природні території зазнали найбільшої зміни. Значна частина берегів укріплена, а природна рослинність зберіглася лише фрагментарно. Річка Лопань займає проміжне положення. Попри високий рівень урбанізації, окремі ділянки зберігають природні елементи, що дозволяє підтримувати локальне біорізноманіття. Найбільш сприятлива ситуація характерна для річки Уди. Вона проходить через менш урбанізовані території, що дозволило зберегти більш природний характер русла та прибережних зон.

Саме тут фіксується більша кількість видів і кращі умови для переміщення організмів. Важливо зазначити, що відмінності між річками пов'язані не стільки з їх природними характеристиками, скільки з різною інтенсивністю антропогенного навантаження. Це означає, що навіть сильно трансформовані річки можуть частково відновити свої функції за умови проведення відповідних природоохоронних заходів. Порівняльний аналіз також показує, що ефективність річок як біокоридорів визначається не одним фактором, а сукупністю умов. Навіть при відносно задовільній якості води сильна фрагментація може суттєво обмежувати їх функціонування.

Отже, серед основних річок Харкова найбільший потенціал для підтримання екологічної зв'язності має річка Уди. Річка Лопань характеризується середнім рівнем функціональності, тоді як річка Харків потребує найбільшого обсягу відновлювальних заходів.

Загалом результати порівняння підтверджують, що річкові системи міста можуть бути основою екологічної мережі, однак ступінь їх ефективності залишається неоднаковим [4, 18, 21].

3.3 Антропогенний вплив та стан біорізноманіття річкових систем

Сучасний стан річкових екосистем у межах міста значною мірою визначається діяльністю людини. Для великих урбанізованих центрів характерна ситуація, коли природні процеси поступово змінюються під

впливом забудови, транспорту, інженерної інфраструктури та господарського використання територій.

У місті Харків ці процеси найбільш помітно проявляються саме в межах річкових долин, які водночас є важливими елементами екологічної мережі та потенційними біокоридорами [24, 25, 44].

Антропогенний вплив на річкові системи має комплексний характер і формується як прямими втручаннями в природне середовище, так і непрямыми змінами, пов'язаними із загальною трансформацією міського ландшафту. Однією з найбільш помітних проблем є забруднення водного середовища. У межах міста річки приймають значний обсяг поверхневого стоку, який формується після атмосферних опадів. Разом із водою до русел потрапляють частинки пилу, паливно-мастильні матеріали, важкі метали, побутові відходи та інші забруднюючі речовини.

Особливо помітним це є в районах із високою інтенсивністю транспортного руху. Не менш важливим фактором виступає трансформація русел. У багатьох випадках природна форма річок змінювалася для захисту від підтоплень або спрощення забудови прилеглих територій. Укріплення берегів бетонними конструкціями, випрямлення окремих ділянок русел та обмеження заплав призвели до втрати частини природних функцій річкових екосистем. Зокрема, зменшилася їх здатність до самоочищення та природного регулювання водного режиму.

Особливе значення мають прибережні території, які в умовах міста зазнають постійного антропогенного тиску. У природному стані вони виконують роль буферної зони, затримують забруднюючі речовини, зменшують ерозію берегів та створюють сприятливі умови для існування багатьох видів організмів [17, 18]. Однак значна частина таких територій забудована або використовується для рекреаційних потреб без належного екологічного контролю.

Основні форми антропогенного впливу на річки Харкова наведені в табл. 3.4.) [44, 45].

Таблиця 3.4 – Основні форми антропогенного впливу на річки Харкова [14,15,44,45]

Вид впливу	Прояв	Екологічні наслідки
Забруднення	поверхневий стік, сміття	погіршення якості води
Регулювання русел	бетонування, випрямлення	втрата природних функцій
Забудова берегів	скорочення зелених зон	зменшення біорізноманіття
Транспорт	дороги, мости	фрагментація біокоридорів
Рекреація	витоптування, засмічення	деградація рослинності

Важливим чинником є також транспортна інфраструктура. Автомобільні дороги, мости та залізничні колії перетинають річкові долини, створюючи бар'єри для переміщення тварин [19, 21]. Для окремих видів навіть відносно невеликі транспортні об'єкти можуть ставати серйозною перешкодою, яка розділяє середовище існування на ізольовані фрагменти.

У межах Харкова рівень антропогенного навантаження є неоднаковим. Найбільш інтенсивний вплив спостерігається вздовж річок Харків і Лопань у центральній частині міста. Тут поєднуються щільна забудова, високі транспортні навантаження та значна трансформація берегової лінії. Для річки Уди ситуація є дещо сприятливішою завдяки наявності менш урбанізованих територій [24, 44, 45]. Окремої уваги заслуговує рекреаційне навантаження. Використання прибережних територій для відпочинку саме по собі не є негативним явищем, однак за відсутності належного контролю воно може призводити до витоптування рослинності, накопичення побутових відходів та порушення місць існування окремих видів.

Серйозним викликом для річкових екосистем залишається поширення інвазивних видів. Зокрема, у водоймах Харкова зустрічається червоновуха черепаха, яка здатна конкурувати з місцевими видами та змінювати структуру природних угруповань [34]. Узагальнення основних джерел забруднення наведено (на рис. 3.4) [44, 45].

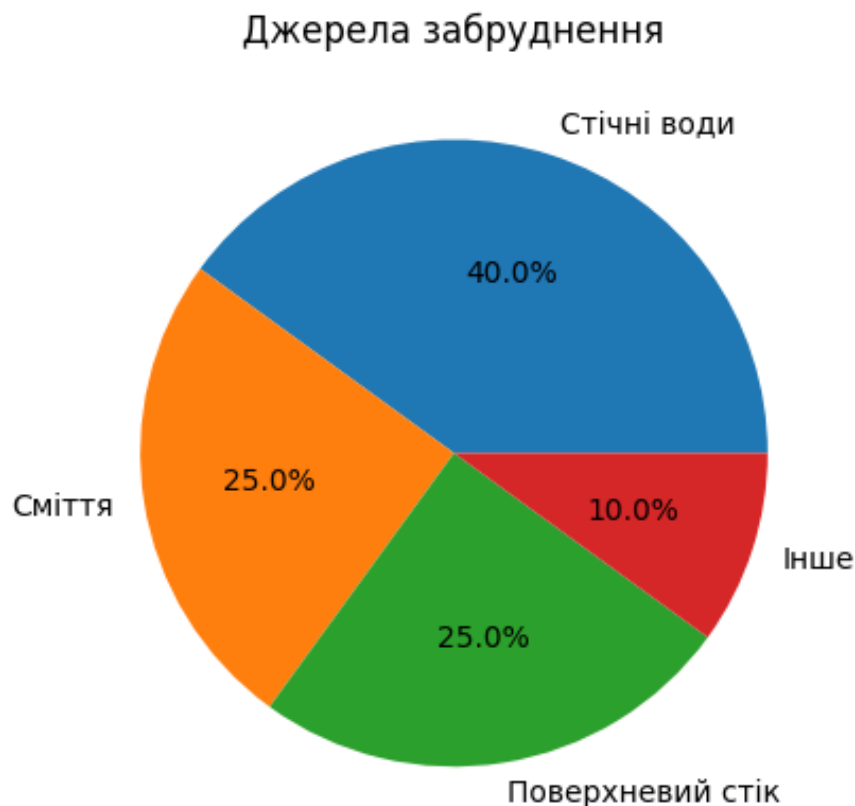


Рисунок 3.4 – Структура основних джерел забруднення річок як потенційних біокоридорів м. Харків [Джерело: складено автором на основі аналізу літературних джерел та екологічного стану річок м. Харкова [44, 45]

Проведений аналіз показує, що антропогенний вплив у Харкові має комплексний характер. Окремі фактори зрідка діють ізольовано, найчастіше вони підсилюють один одного та формують сукупний негативний ефект. У результаті сучасний стан річкових екосистем значною мірою є наслідком тривалого антропогенного навантаження. Оцінка структури джерел забруднення виконувалася експертним методом на основі польових спостережень, фотофіксації прибережних територій та аналізу характеру використання земель у межах річкових долин Харкова [44, 45].

Водночас навіть часткове зменшення антропогенного впливу та відновлення прибережних територій можуть суттєво покращити здатність річок виконувати функції біокоридорів. Вплив антропогенних факторів

безпосередньо відображається на стані біорізноманіття річкових екосистем, яке є одним із найважливіших показників ефективності функціонування біокоридорів. [17,18,21]. Для міських річок це питання має особливе значення, оскільки вони часто залишаються єдиними природними структурами в умовах щільної забудови.

У межах міста Харків рівень біорізноманіття безпосередньо пов'язаний зі станом річкових систем (табл. 3.5) [24, 44]. Ділянки з природними берегами та менш порушеним гідрологічним режимом характеризуються більшою кількістю видів, тоді як сильно трансформовані території мають спрощену структуру біоти. Під час аналізу біорізноманіття доцільно розглядати кілька груп організмів: ссавців, плазунів, земноводних, риб і птахів [30,42]. Кожна з цих груп по-різному реагує на рівень зв'язності середовища та ступінь антропогенного впливу. Серед ссавців важливими індикаторними видами є європейський бобер та ондатра [30, 32]. Їх поширення свідчить про наявність достатньої кормової бази, розвиненої прибережної рослинності та відносної безперервності річкових ділянок.

Таблиця 3.5 – Порівняльна характеристика біорізноманіття річкових систем Харкова

Річка	Стан біорізноманіття	Основні особливості
Річка Харків	Низький–середній	значна урбанізація, обмежена рослинність
Річка Лопань	Середній	часткова трансформація, локальні осередки біоти
Річка Уди	Високий	краща збереженість природних умов

Особливо це характерно для периферійних частин річки Уди. Земноводні, зокрема зелена та сіра ропухи, є більш чутливими до змін навколишнього середовища [44]. Їх присутність часто свідчить про відносно сприятливий стан водного середовища та прибережних територій. У центральних районах міста чисельність таких видів є нижчою, що може бути наслідком фрагментації та

забруднення. Серед плазунів важливе місце займають водяний вуж і болотяна черепаха [33, 42]. Їх присутність свідчить про збереження характерних водно-прибережних умов. Водночас поширення червоновухої черепахи демонструє посилення ролі інвазивних видів у трансформованих екосистемах [34]. Іхтіофауна також відображає рівень екологічної цілісності річок [14, 30]. Більш різноманітний видовий склад риб зазвичай спостерігається на менш порушених ділянках, де зберігаються умови для нересту, живлення та укриття. У трансформованих частинах річок видовий склад часто спрощується. Не менш важливим показником є різноманіття рослинності. Прибережні зарості забезпечують кормову базу, місця розмноження та захист від зовнішніх впливів для багатьох видів. Скорочення рослинного покриву майже завжди супроводжується зменшенням чисельності та різноманіття тварин.

Як показує проведений аналіз, найбільш стійкі екосистеми формуються там, де біокоридор зберігає хоча б частину природної структури. Це підтверджує важливість не лише наявності річки як природного об'єкта, а й підтримання належної екологічної якості середовища.

Проведене дослідження дозволяє стверджувати, що біорізноманіття може розглядатися як своєрідний показник ефективності біокоридору. Чим більш різноманітною є структура живих організмів, тим краще функціонує система просторових екологічних зв'язків [30, 42, 44].

Отже, аналіз біорізноманіття підтверджує, що річки Харкова, незважаючи на значний антропогенний вплив та урбанізацію, зберігають потенціал як біокоридори. Водночас рівень їх ефективності безпосередньо залежить від ступеня трансформації середовища та збереженості природних компонентів річкових екосистем [50, 53, 54].

3.4 Функціональна роль та екосистемні послуги річкових біокоридорів

Розглядаючи міські річки як елементи екологічної мережі, важливо оцінити не лише їх просторове положення, а й ті функції, які вони реально

виконують у межах урбанізованого середовища. У практичному розумінні біокоридор має значення лише тоді, коли він забезпечує підтримання природних процесів, сприяє збереженню біорізноманіття та підтримує екологічні зв'язки між окремими компонентами екосистеми [18, 21].

У межах міста Харків річкові системи виконують низку взаємопов'язаних функцій, які проявляються на різних рівнях – від локального до загальноміського [20, 23]. Найбільш очевидною є функція забезпечення переміщення організмів. Через щільну забудову міське середовище є значно фрагментованим, а природні території часто ізольовані одна від одної. За таких умов саме річкові долини залишаються найбільш безперервними елементами природного простору.

Завдяки цьому тварини можуть переміщуватися між різними ділянками міста, знаходити нові місця для живлення, розмноження та тимчасового перебування. Для багатьох видів ця функція має критичне значення [17, 18]. Особливо це стосується дрібних ссавців, земноводних і плазунів, які значно рідше перетинають відкриті урбанізовані території [30, 42]. Не менш важливою є екосистемна функція біокоридорів.

Річки разом із прибережною рослинністю беруть участь у регулюванні локального мікроклімату, підтриманні вологості та частковому очищенні повітря. У районах із високою щільністю забудови це особливо помітно, оскільки зелені смуги вздовж річок частково компенсують негативний вплив урбанізації.

Ще одна важлива функція пов'язана зі збереженням біорізноманіття. Навіть якщо окремі природні ділянки мають відносно невелику площу, їх поєднання через систему біокоридорів дозволяє підтримувати більш стійкі популяції організмів. Це зменшує ризик локального зникнення окремих видів та сприяє підтриманню екологічної рівноваги. Особливе значення для Харкова має зв'язок річкових систем із периферійними природними територіями. Саме завдяки цьому відбувається постійний обмін видами між менш трансформованими ділянками та урбанізованими районами міста.

Суттєве значення має також захисна функція біокоридорів. Прибережні території виступають природним бар’єром для частини забруднювачів [14, 50, 21]. Рослинність затримує пил, зменшує ерозію ґрунтів і частково перешкоджає потраплянню забрудненого поверхневого стоку у водні об’єкти.

Окремо слід відзначити соціально-рекреаційну функцію. У межах міста біокоридори використовуються як простір для відпочинку, прогулянок та екологічної освіти населення (рис. 3.5) [20,60]. Їх цінність полягає саме у поєднанні природоохоронної та суспільної ролі. Разом із тим ефективність виконання зазначених функцій безпосередньо залежить від стану річкових систем. Якщо коридор сильно фрагментований або забруднений, частина його функцій втрачається. Наприклад, навіть наявність водотоку не гарантує можливості міграції видів за відсутності прибережної рослинності.

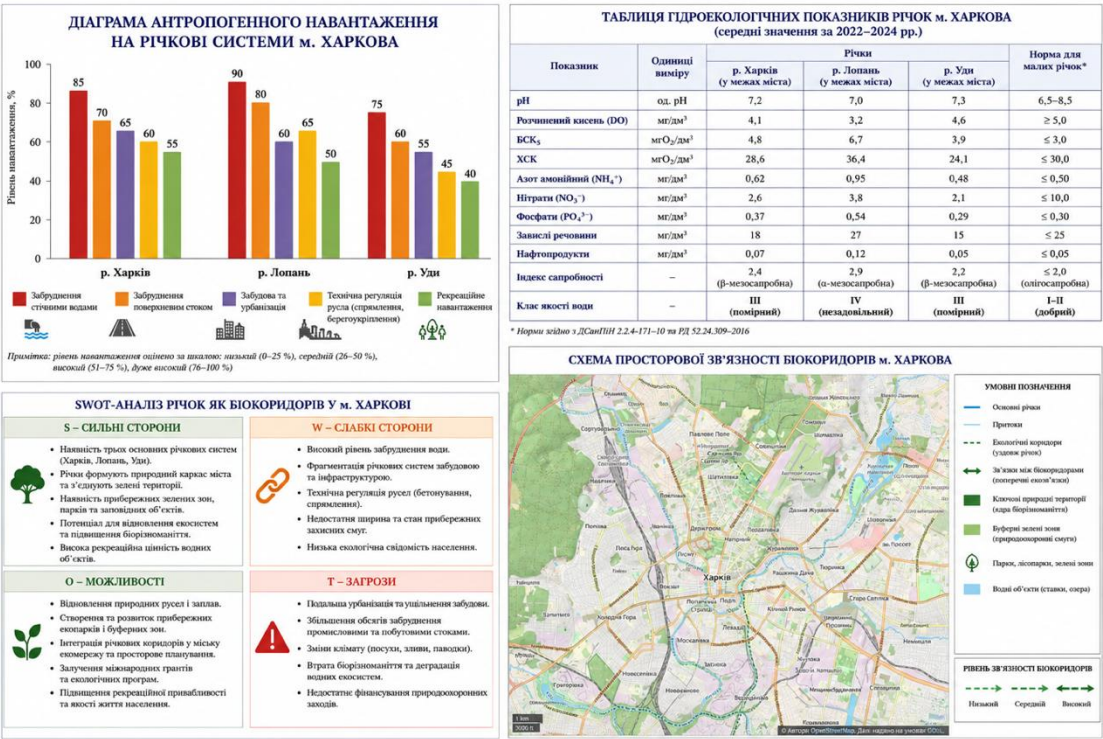


Рисунок 3.5 – Комплексна оцінка річок м. Харків як потенційних біокоридорів [Джерело: сформовано автором на основі результатів дослідження, картографічних матеріалів та узагальнення гідроекологічних показників][43-45]

Порівняння річок Харків, Лопань і Уди показує, що найбільший функціональний потенціал має річка Уди, оскільки тут краще збережені

природні елементи [44, 45]. У центральній частині міста функції річок суттєво обмежені через високий рівень урбанізації.

Проведений аналіз дозволяє зробити висновок, що біокоридори в межах міста виконують комплексну роль і не можуть розглядатися виключно як маршрути переміщення організмів [20, 23, 60]. Їх значення проявляється у підтриманні екологічної стійкості, регулюванні природних процесів та покращенні якості міського середовища.

Функціональна роль біокоридорів проявляється не лише у підтриманні переміщення видів, а й у загальному впливі на стан урбоєкосистеми. У сучасних містах природні компоненти відіграють значно важливішу роль, ніж просто забезпечення існування окремих видів рослин і тварин. Вони безпосередньо впливають на стійкість міського середовища та підтримують функціонування екосистемних процесів. У цьому контексті біокоридори, сформовані вздовж річкових систем, можна розглядати як один із ключових елементів урбоєкосистеми Харкова. Річки разом із прибережними зонами виконують роль природного каркаса, який об'єднує окремі зелені території міста (рис. А.15).

Саме через ці зв'язки забезпечується циркуляція живих організмів, підтримується біорізноманіття та стабільність локальних екологічних процесів. Одним із найбільш помітних проявів впливу біокоридорів є підтримання екологічної стійкості міста [20, 23]. Урбанізоване середовище характеризується високим рівнем трансформації, значною кількістю штучних поверхонь і постійним антропогенним навантаженням. За таких умов навіть відносно невеликі природні елементи можуть відігравати критично важливу роль у підтриманні екологічної рівноваги. Біокоридори впливають на структуру біорізноманіття, сприяють переміщенню організмів між окремими ділянками, зменшують рівень ізоляції природних територій та підтримують генетичний обмін між популяціями. Окремого значення набуває мікрокліматична функція [20,51]. Річкові долини та прибережна рослинність сприяють локальному зниженню температури повітря, підвищенню вологості та покращенню

циркуляції повітряних мас. Для великих міст це має особливе значення, оскільки допомагає частково компенсувати ефект міського теплового острова. Крім того, біокоридори беруть участь у регулюванні водного режиму. Рослинність уздовж річок сприяє затриманню поверхневого стоку, зменшує ерозію берегів та частково перешкоджає потраплянню забруднюючих речовин у водні об'єкти [14, 50]. Важливим аспектом є також санітарно-екологічний ефект. Зелені смуги вздовж річок частково затримують пил, знижують шумове навантаження та покращують якість атмосферного повітря. Соціальний аспект впливу біокоридорів також заслуговує уваги. У межах Харкова прибережні території активно використовуються для прогулянок, рекреації та дозвілля. Таким чином річкові коридори одночасно виконують як природоохоронну, так і соціальну функцію [20, 60]. Разом із тим позитивний вплив біокоридорів проявляється лише за умови достатнього рівня їх збереженості. Якщо річкові долини сильно фрагментовані, забруднені або ізольовані забудовою, частина їх функцій суттєво послаблюється. Порівняльний аналіз річок міста свідчить, що найбільший позитивний вплив на урбоєкосистему має річка Уди, де природні умови збереглися краще [44, 45]. У центральних частинах річок Харків і Лопань екологічний потенціал суттєво обмежений високим антропогенним навантаженням.

Отже, біокоридори є важливим компонентом функціонування урбоєкосистеми, оскільки впливають не лише на біологічну складову, а й на мікроклімат, водний режим, санітарний стан та якість міського середовища загалом. Одним із практичних проявів функціонування біокоридорів є надання екосистемних послуг, які безпосередньо впливають на якість життя населення та екологічну стійкість міста [60]. У сучасній екології поняття екосистемних послуг використовується для оцінки практичної цінності природних екосистем для людини.

Такий підхід дозволяє розглядати річки не лише як природні об'єкти, а як системи, що забезпечують низку функцій, важливих для підтримання якості життя населення. У межах Харкова річкові екосистеми забезпечують комплекс

екосистемних послуг, які умовно можна поділити на регулюючі, підтримувальні, культурні та освітні, детально показано в табл.3.6.

Таблиця 3.6– Основні екосистемні послуги річок Харкова

Річка	Рівень зв'язності	Основні характеристики
Річка Харків	Низький	значна урбанізація, вузькі прибережні смуги
Річка Лопань	Низький-середній	фрагментація, часткова деградація рослинності
Річка Уди	Середній-високий	збережені природні ділянки, менше бар'єрів

Однією з найбільш значущих є регулювальна функція, пов'язана з підтриманням водного режиму. Річки забезпечують відведення надлишкових вод, беруть участь у перерозподілі поверхневого стоку та частково знижують ризики підтоплень. Не менш важливою є кліматорегулювальна функція. Водні поверхні та прибережна рослинність сприяють локальному зниженню температури, підтриманню вологості та пом'якшенню мікрокліматичних коливань. Річкові системи також виконують функцію природного очищення середовища. Прибережні рослинні угруповання затримують частину забруднювачів, а природні біологічні процеси у водоймах сприяють розкладанню органічних речовин [50, 60]. Важливе значення має підтримання біорізноманіття. Річкові долини створюють умови для існування різних груп організмів, забезпечуючи середовище проживання, кормову базу та можливість переміщення [17, 18]. Суттєве місце займають культурні екосистемні послуги. Прибережні території використовуються населенням як простір для відпочинку, прогулянок, рибальства та контакту з природою. Крім того, річкові системи виконують освітню та наукову функцію. Вони можуть використовуватися як природні лабораторії для спостережень, екологічного моніторингу та формування екологічної культури населення. Для систематизації основних екосистемних послуг доцільно представити їх у вигляді таблиці [50-52, 60]. Рівень реалізації екосистемних послуг

безпосередньо залежить від стану річок. Чим сильніше деградовані русло або прибережна зона, тим менше користі вони здатні забезпечити. Особливо це помітно в центральних районах міста, де природні функції значною мірою ослаблені. Порівняльний аналіз показує, що найбільший потенціал щодо забезпечення екосистемних послуг має річка Уди, оскільки вона краще зберегла природні властивості. У випадку річок Харків і Лопань значна частина таких послуг обмежується високим антропогенним навантаженням.

Отже, річки Харкова виконують широкий спектр екосистемних послуг, які мають як екологічне, так і соціальне значення. [50,60] Їх збереження та відновлення є важливою умовою підвищення екологічної стійкості міста та покращення якості життя населення [51-53,60].

3.5 SWOT-аналіз річок як біокоридорів

Для оцінки перспектив використання річок у структурі екологічної мережі міста доцільно застосувати SWOT-аналіз (табл.3.7). Такий підхід дозволяє систематизувати сильні та слабкі сторони річкових систем, визначити можливості їх подальшого розвитку та оцінки потенційні загрози, які можуть обмежувати виконання річками функції біокоридорів. [50-53]. У випадку міста Харків основну увагу варто приділити трьом ключовим річкам — Річка Харків, Річка Лопань та Річка Уди, оскільки саме вони формують нову потенційної системи біокоридорів [12, 13, 42]. Перш ніж перейти до аналізу, важливо зазначити, що річкові екосистеми в місті перебувають у неоднозначному стані. З одного боку, вони вже мають сформовану просторову структуру та залишаються відносно безперервними природними елементами. З іншого боку, багаторічна урбанізація призвела до значного порушення їх природних властивостей і зниження екологічної ефективності. Аналіз сильних сторін показує, що головна перевагою річкових систем є їх природна протяжність та вже сформована просторова структура. На відміну від штучних зелених коридорів, річкові долини вже охоплюють значну частину території міста та потенційно здатні забезпечувати екологічні зв'язки між окремими природними

територіями. Важливою перевагою також є наявність залишків природної рослинності та можливість підтримання міграційних процесів. Крім того, річкові долини можуть стати основою для розвитку зелено-блакитної інфраструктури міста та формування цілісної екологічної мережі. Слабкі сторони переважно пов'язані з наслідками урбанізаційних процесів. Найбільш проблемними залишаються центральні ділянки річок Харків і Лопань, де русла значною мірою трансформовані, а природна рослинність частково втрачена. У результаті біокоридори зберігають просторову присутність, однак їх функціональна ефективність істотно знижена.

Таблиця 3.7– SWOT-аналіз річок Харкова як біокоридорів

Сильні сторони (Strengths)	Слабкі сторони (Weaknesses)
Природна протяжність річкових долин	Високий рівень антропогенного навантаження
Наявність залишків природної рослинності	Фрагментація окремих ділянок
Потенціал для підтримання міграцій видів	Забруднення води
Зв'язок між різними частинами міста	Скорочення прибережних смуг
Можливість формування зеленої інфраструктури	Часткова втрата природної структури русел
Можливості (Opportunities)	Загрози (Threats)
Відновлення прибережної рослинності	Подальша урбанізація
Створення екологічних маршрутів	Розширення забудови
Інтеграція річок у міське планування	Зростання забудови
Реалізація природоохоронних програм	Поширення інвазивних видів
Розвиток екологічної освіти населення	Посилення кліматичних змін

До основних проблем також належать високий рівень антропогенного навантаження, фрагментація окремих ділянок, забруднення водного середовища та скорочення прибережних смуг. Можливості розвитку пов'язані насамперед із відновленням уже існуючих природних компонентів річкових екосистем. Навіть часткове збільшення площі прибережної рослинності може позитивно вплинути на зв'язність біокоридорів і покращити умови для

існування багатьох видів [50, 53, 56].

Додаткові перспективи відкриває інтеграція річкових долин у систему міського планування, створення екологічних маршрутів, реалізація природоохоронних програм та розвиток екологічної освіти населення. Щодо загроз, найбільший ризик становить подальше антропогенне навантаження. Зростання площ забудови поблизу річок та посилення рекреаційного використання територій можуть ще більше обмежити їх екологічні функції. Суттєвими факторами ризику залишаються поширення інвазивних видів, погіршення стану водного середовища та посилення кліматичних змін, які можуть впливати на водний режим річкових систем. Проведений SWOT-аналіз свідчить, що річки Харкова не втратили свого потенціалу як біокоридори, проте потребують комплексного підходу до управління та відновлення. Найбільш перспективною в цьому відношенні залишається річка Уди, де природні умови збереглися краще порівняно з іншими водотоками міста. Отже, SWOT-аналіз підтверджує, що річкові системи Харкова можуть виступати важливими елементами екологічної мережі, однак ефективність виконання ними функцій біокоридорів безпосередньо залежить від стану навколишнього середовища та характеру подальшого використання територій. Для доповнення результатів експертної оцінки було проведено аналіз громадського сприйняття стану річкових систем міста на основі матеріалів соціальної мережі Facebook за останні десять років. Для більш комплексної оцінки стану річок міста Харків у роботі використано аналіз публікацій у соціальній мережі Facebook за період 2014–2024 рр. (табл. 3.8). Такий підхід дозволяє простежити зміни громадської уваги до річкових екосистем, виявити найбільш поширені екологічні проблеми та оцінити характер взаємодії населення з прибережними територіями. На відміну від офіційної екологічної звітності, соціальні мережі відображають повсякденне сприйняття стану довкілля мешканцями міста. У публікаціях можна знайти інформацію про локальні забруднення, загибель риби, зміни рівня води, появу окремих видів тварин, а також особливості рекреаційного використання берегових зон. Під час аналізу увага приділялася тематичним

міським спільнотам, локальним екологічним групам, публікаціям мешканців та новинним повідомленням, які стосувалися річок Харків, Лопань та Уди. Для систематизації матеріалів було враховано кілька основних категорій повідомлень: забруднення води та засмічення берегів, зміни гідрологічного режиму, спостереження за тваринами, рекреаційне використання територій, громадські екологічні ініціативи [46-50, 59]. Проведений аналіз показав, що найбільша кількість згадок стосувалася саме проблем забруднення річок. Найчастіше мешканці повідомляли про накопичення сміття, неприємний запах води, цвітіння водойм та локальні випадки загибелі риби. Особливо часто такі повідомлення стосувалися центральних ділянок річок Харків і Лопань. Починаючи приблизно з 2018–2019 років, у публікаціях спостерігається зростання уваги до благоустрою прибережних територій. З'являється більше інформації про прибирання берегів, екологічні акції та волонтерські ініціативи. Це може свідчити про поступове підвищення екологічної свідомості населення. Окрему групу становили повідомлення про спостереження за тваринами поблизу водойм. У різні роки користувачі згадували появу європейського бобра, ондатри, водоплавних птахів та окремих плазунів. Такі повідомлення можуть непрямо свідчити про збереження окремих природних функцій річкових екосистем.

Таблиця 3.8 – Основні теми публікацій у Facebook щодо річок Харкова (2014–2024 рр.)

Категорія повідомлень	Частота згадок	Основний зміст
Забруднення	Висока	сміття, запах, цвітіння води
Рекреація	Висока	прогулянки, рибальство, відпочинок
Тварини	Середня	бобри, ондатри, птахи
Екологічні акції	Середня	прибирання, волонтерство
Зміни водного режиму	Низька–середня	обміління, паводки

Водночас аналіз демонструє й негативні тенденції. Зокрема, зростає кількість повідомлень про деградацію окремих ділянок берегів. Особливо це характерно для територій із високим рекреаційним навантаженням, де мешканці неодноразово фіксували засмічення та руйнування рослинного покриву. Після 2022 року характер публікацій частково змінився. У соціальних мережах почали частіше з'являтися повідомлення про пошкодження інфраструктури, зміни водного режиму та ризики забруднення, пов'язані з воєнними подіями в регіоні. Також фіксувалися локальні випадки потрапляння забруднюючих речовин у водні об'єкти [40, 41].

Отримані результати свідчать, що соціальні мережі можуть використовуватися як додаткове джерело екологічної інформації. Хоча такі дані не є повністю науковими, вони дозволяють виявляти локальні проблеми, які не завжди відображаються в офіційній звітності. Аналіз матеріалів Facebook за останні десять років показує, що річки Харкова залишаються важливою складовою міського простору та об'єктом суспільної уваги. Водночас екологічний стан багатьох ділянок викликає занепокоєння серед населення. Разом із тим збільшення кількості громадських екологічних ініціатив свідчить про наявність суспільного потенціалу для покращення ситуації та активнішого залучення мешканців до охорони річкових екосистем [40, 41, 44, 45].

Отже, результати SWOT-аналізу та громадської оцінки підтверджують, що річки Харкова зберігають значний потенціал як біокоридори та важливі елементи екологічної мережі міста. Однак для повноцінної реалізації цього потенціалу необхідними є відновлення природних компонентів річкових систем, зменшення антропогенного навантаження та подальше залучення громадськості до природоохоронної діяльності [46-53, 58, 59].

Висновок до Розділу 3

Проведено комплексний аналіз міських річок Харкова. Дослідження дозволило оцінити їх роль у формуванні просторових екологічних зв'язків, визначити рівень фрагментації та екологічної зв'язності, проаналізувати вплив

антропогенних факторів, стан біорізноманіття, функціональне значення та перспективи подальшого використання річкових систем у структурі урбоєкосистеми. Встановлено, що річки Харків, Лопань та Уди формують основу природного каркаса міста та виступають найбільш протяжними природними елементами, здатними забезпечувати екологічні зв'язки між окремими природними територіями. Завдяки цьому вони відіграють важливу роль у підтриманні цілісності екологічної мережі та створюють умови для переміщення організмів у межах урбанізованого середовища.

Оцінка фрагментації та екологічної зв'язності показала, що річкові біокоридори Харкова характеризуються неоднорідним ступенем збереженості. Найбільш сприятливі умови виявлені для річки Уди, де збереглися природні заплавні комплекси, ширші прибережні смуги та менша кількість антропогенних бар'єрів. Водночас річки Харків і Лопань у центральних районах міста зазнали значної трансформації внаслідок урбанізації, що проявляється у високому рівні фрагментації та порушенні просторової цілісності біокоридорів. Дослідження антропогенного впливу засвідчило, що основними чинниками деградації річкових екосистем є забруднення водного середовища, регулювання русел, забудова прибережних територій, транспортна інфраструктура та рекреаційне навантаження. Встановлено, що сукупна дія цих факторів негативно впливає на екологічний стан річок і знижує їх здатність виконувати функції біокоридорів. Аналіз біорізноманіття підтвердив, що річкові долини залишаються важливими осередками існування багатьох груп організмів, зокрема ссавців, земноводних, плазунів, риб і птахів. Водночас видовий склад безпосередньо залежить від ступеня збереженості природних умов. Найвищий рівень біорізноманіття зафіксовано на менш трансформованих ділянках річки Уди, тоді як у межах річок Харків і Лопань спостерігається його часткове збіднення. Визначено, що річкові біокоридори виконують широкий спектр екологічних функцій. Вони забезпечують переміщення організмів, підтримують біорізноманіття, сприяють регулюванню мікроклімату, беруть участь у стабілізації водного режиму та покращують санітарно-екологічний

стан міського середовища. Крім того, річкові системи формують важливі екосистемні послуги, які мають як природоохоронне, так і соціальне значення. Проведений SWOT-аналіз показав, що сильними сторонами річкових систем є їх природна протяжність, здатність забезпечувати екологічну зв'язність та потенціал для інтеграції в систему зелено-блакитної інфраструктури міста.

Основними обмеженнями залишаються високий рівень антропогенного навантаження, фрагментація, забруднення та скорочення прибережних територій. Водночас існують значні можливості для відновлення екологічних функцій річок шляхом реалізації природоохоронних заходів і вдосконалення міського планування. Аналіз матеріалів соціальної мережі Facebook за 2014–2024 роки показав, що річки Харкова залишаються важливою складовою міського простору та об'єктом постійної уваги населення. Найчастіше мешканці звертають увагу на проблеми забруднення, стан берегів і благоустрій прибережних територій. Водночас зростання кількості екологічних ініціатив свідчить про підвищення рівня екологічної свідомості та зацікавленості громадськості у збереженні річкових екосистем. Отже, результати дослідження підтверджують, що річки Харкова, попри значний антропогенний вплив, зберігають потенціал як біокоридори та важливі елементи екологічної мережі міста. Найбільш перспективною для підтримання екологічної зв'язності є річка Уди, тоді як річки Харків і Лопань потребують більшого обсягу відновлювальних заходів. Подальше збереження та відновлення прибережних територій, зменшення фрагментації та впровадження комплексних природоохоронних заходів є необхідними умовами підвищення екологічної ефективності річкових систем Харкова в умовах подальшої урбанізації.

РОЗДІЛ 4. ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МІСЬКИХ РІЧОК ЯК БІОКОРИДОРІВ

4.1 Відновлення прибережних екосистем та формування екологічної мережі міста

Одним із ключових напрямів підвищення ефективності міських річок як біокоридорів є відновлення прибережних екосистем у поєднанні з впровадженням біотехнічних заходів [50, 51, 53]. Прибережні території забезпечують функціональний зв'язок між водним середовищем і навколишнім ландшафтом, створюючи умови для існування та переміщення багатьох видів організмів. У межах міста їх значення особливо зростає, оскільки природні території часто є фрагментованими та ізольованими.

У межах Харкова стан прибережних екосистем річок Харків, Лопань та частково Уди значною мірою визначається рівнем урбанізації [20, 23, 24, 25]. На багатьох ділянках природні береги були змінені внаслідок забудови, укріплення або інтенсивного рекреаційного використання (на рисунку А.16). Це призвело до скорочення рослинного покриву, втрати місць існування для тварин та зниження екологічної стійкості річкових систем.

Відновлення прибережних екосистем доцільно розглядати як комплексний процес, що включає не лише озеленення, а й загальне покращення екологічного стану середовища [50, 52, 53].

Основними заходами є відновлення природної рослинності з використанням місцевих видів, створення буферних прибережних смуг, ренатуралізація берегів, контроль рекреаційного навантаження та боротьба з інвазивними видами рослин, представлені (у табл. 4.1) [50-54, 56]

Особливе значення мають буферні смуги, які зменшують надходження забруднювачів у воду, стабілізують береги та створюють укриття для тварин. Навіть вузькі смуги природної рослинності здатні суттєво підвищити екологічну якість прибережних територій.

Паралельно з відновленням екосистем важливу роль відіграють біотехнічні заходи, які спрямовані на локальне покращення умов існування

Таблиця 4.1– Основні заходи відновлення прибережних екосистем

Напрямок відновлення	Основний зміст	Очікуваний ефект
Відновлення рослинності	висадження місцевих видів	покращення умов існування видів
Буферні смуги	формування захисних зон	зменшення забруднення
Ренатуралізація берегів	зменшення бетонування	відновлення природних процесів
Контроль рекреації	зонування території	зниження деградації
Боротьба з інвазивними видами	видалення чужорідних рослин	підтримання місцевої флори

видів без масштабної перебудови територій. Їх особливістю є відносно низька вартість і можливість поступової реалізації в умовах щільної міської забудови. У межах Харкова біотехнічні заходи є особливо актуальними через значну трансформацію річкових долин.

Основними напрямками є створення укриттів для тварин (гніздівлі, природні сховища, залишення деревини), формування кормової бази шляхом висадження місцевих рослин, створення екологічних переходів для подолання бар'єрів інфраструктури, відновлення мікробіотопів (мілководдя, вологі ділянки, зарості) та обмеження використання хімічних засобів у прибережних зонах, представлені (у табл. 4.2) [17, 18, 21, 53].

Таблиця 4.2 – Основні біотехнічні заходи для річок Харкова

Захід	Основний зміст	Очікуваний ефект
Створення укриттів	гніздівлі, природні сховища	підтримання фауни
Формування кормової бази	висадження місцевих рослин	збільшення біорізноманіття
Екологічні переходи	зменшення бар'єрів	покращення міграції
Відновлення мікробіотопів	мілководдя, природні зарості	підтримання амфібій і плазунів
Обмеження хімічного впливу	скорочення використання препаратів	стабілізація екосистем

Окреме значення має відновлення мікробіотопів, які є критично важливими для земноводних і плазунів, а також створення локальних осередків для видів, таких як Європейський бобер, Болотяна черепаха та інші напівводні організми.[32,33,42] Важливо також здійснювати моніторинг ефективності біотехнічних заходів шляхом спостереження за видовим складом, станом рослинності та використанням територій тваринами. Це дозволяє коригувати заходи та підвищувати їх результативність.

Проведений аналіз показує, що поєднання відновлення прибережних екосистем і біотехнічних заходів є одним із найбільш ефективних підходів до підвищення функціонування річок як біокоридорів.[15,57]. На відміну від масштабних інженерних рішень, цей підхід дозволяє поступово відновлювати природні процеси без радикального втручання в міську інфраструктуру.

Отже, впровадження таких заходів здатне підвищити екологічну зв'язність, збільшити біорізноманіття та покращити загальну стійкість міських екосистем Харкова [50-53,56,60].

4.2 Формування екологічної мережі міста

Формування екологічної мережі міста є одним із найбільш ефективних підходів до збереження природних компонентів в умовах урбанізації. Для великих міст проблема полягає не лише у скороченні площ природних територій, а й у втраті зв'язків між ними. Саме тому створення єдиної екологічної системи, де окремі природні ділянки взаємодіють між собою, розглядається як необхідна умова підвищення стійкості урбоекосистем. [4,13,22]

У межах Харків основу потенційної екологічної мережі можуть формувати річкові системи, які вже мають природну лінійну структуру та проходять через різні функціональні частини міста. [24,25] Насамперед йдеться про Річка Харків, Річка Лопань та Річка Уди, які здатні виступати базовими біокоридорами міської екологічної мережі [4,18,21].

Екологічна мережа міста повинна формуватися як система взаємопов'язаних елементів. До її складу можуть входити природні ядра, буферні території, екологічні коридори та локальні зелені ділянки.

У цьому випадку річки виконують функцію сполучної ланки між більш ізольованими природними територіями. Важливе значення мають природні ядра, тобто відносно великі території зі збереженими природними умовами.

У Харкові такими елементами можуть виступати лісопаркові території, окремі водно-болотні ділянки та менш трансформовані частини річкових долин.[24,42] Саме вони здатні підтримувати найбільше біорізноманіття.

Другим важливим компонентом є екологічні коридори, роль яких виконують річкові долини та прибережні смуги.

Вони забезпечують переміщення організмів між природними ядрами, знижуючи рівень ізоляції популяцій. Не менш важливими є буферні території, які зменшують негативний вплив урбанізованого середовища на більш чутливі природні ділянки.

У міських умовах такими зонами можуть бути парки, сквери або території з обмеженим господарським використанням.

Особливістю формування екологічної мережі в Харкові є необхідність адаптації до вже існуючої забудови. На відміну від природних ландшафтів, де можливе збереження великих цілісних територій, у місті доводиться працювати з окремими фрагментами середовища. Це означає, що навіть невеликі зелені зони можуть мати важливе значення за умови їх правильної інтеграції в загальну систему. Одним із перспективних напрямів є з'єднання річкових долин із міськими зеленими зонами. [51,56] Наприклад, поєднання річкових коридорів із парками або лісопарками дозволить створити більш безперервну систему переміщення для видів.

Окрему роль відіграє екологічне планування міського простору. При розробці або реконструкції міської інфраструктури важливо враховувати необхідність збереження природних зв'язків.

У деяких випадках навіть невеликі переходи для тварин або збереження прибережної рослинності можуть значно покращити стан мережі. Для систематизації можливих напрямів формування екологічної мережі доцільно представити їх у вигляді табл. 4.3) [4,18,22].

Таблиця 4.3 – Основні елементи екологічної мережі Харкова

Елемент мережі	Приклад у межах міста	Основна функція
Природні ядра	лісопаркові території	збереження біорізноманіття
Біокоридори	річки Харків, Лопань, Уди	забезпечення переміщення видів
Буферні зони	сквери, прибережні смуги	зменшення антропогенного впливу
Локальні зелені ділянки	парки, озеленені території	підтримання локальної зв'язності

Проведений аналіз показує, що формування екологічної мережі Харкова є реалістичним завданням навіть за умов високої урбанізації. Основною перевагою є те, що природна основа для такої мережі вже існує у вигляді річкових систем [24, 25]. Отже, річки міста можуть виступати центральним елементом екологічної мережі, поєднуючи природні ядра та забезпечуючи підтримання екологічної зв'язності [18, 21, 13]. Комплексне поєднання природоохоронних і містобудівних підходів дозволить підвищити стійкість урбоекосистеми та покращити екологічний стан міста.

4.3 Зменшення антропогенного навантаження

Однією з головних умов підвищення ефективності міських річок як біокоридорів є зменшення антропогенного навантаження. У більшості випадків саме людська діяльність є основним фактором, який обмежує здатність річкових систем виконувати природні функції [11, 20]. У межах міста негативний вплив проявляється комплексно: через забруднення, трансформацію русел, надмірне рекреаційне використання та втрату природної рослинності. Для Харків ця проблема є особливо актуальною, оскільки річкові долини тривалий час використовувалися як території інтенсивної забудови та інженерного освоєння (табл. 4.4) [24, 25].

Таблиця 4.4 – Заходи зменшення антропогенного навантаження на річки

Напрямок заходів	Основний зміст	Очікуваний результат
Контроль забруднення	очищення поверхневого стоку	покращення якості води
Обмеження забудови	збереження прибережних зон	підтримання біокоридорів
Зменшення транспортного впливу	створення зелених буферів	зниження забруднення
Контроль рекреації	зонування територій	збереження рослинності
Екологічна освіта	просвітницькі заходи	підвищення екологічної свідомості

Найбільш відчутний рівень навантаження характерний для центральних частин Річка Харків та Річка Лопань, де природні компоненти зазнали суттєвої трансформації. Першочерговим напрямом зменшення навантаження є скорочення рівня забруднення водних об'єктів.

Значна частина забруднюючих речовин надходить до річок разом із поверхневим стоком після опадів. Нафтопродукти, пил, побутові відходи та інші домішки накопичуються у воді, погіршуючи умови існування організмів. Для зменшення цього впливу важливим є вдосконалення систем очищення зливових вод та контроль за несанкціонованими скидами [2, 3].

Важливим є обмеження забудови прибережних територій. Прибережні смуги виконують буферну функцію, стримуючи забруднення та підтримуючи екологічну зв'язність [2, 4, 18]. Їх подальше скорочення може призвести до ще більшої ізоляції річкових біокоридорів. У зв'язку з цим доцільним є встановлення обмежень щодо забудови найбільш цінних ділянок [2, 3, 4].

Окрему увагу слід приділити зменшенню транспортного навантаження поблизу річок. Інтенсивний рух транспорту є джерелом шумового впливу, забруднення повітря та накопичення важких металів у прибережних екосистемах.

Одним із можливих рішень може бути збільшення площі зелених смуг між дорогами та річками. Суттєвим фактором залишається контроль рекреаційного використання.

У межах міста прибережні території є популярними місцями відпочинку,

що часто супроводжується накопиченням сміття, пошкодженням рослинності та порушенням місць існування тварин.

Для зниження негативного впливу доцільним є зонування територій із виділенням ділянок активної рекреації та зон обмеженого використання. Під час планування нової інфраструктури доцільно враховувати необхідність збереження екологічної зв'язності.

У деяких випадках навіть невеликі переходи для тварин або збереження природних берегів можуть позитивно впливати на функціонування біокоридорів. Значний потенціал має і екологічна просвіта населення [15, 52].

Багато локальних проблем річкових систем пов'язані не лише з масштабними господарськими процесами, а й із повсякденною поведінкою мешканців.

Формування екологічної культури може зменшити рівень засмічення та сприяти відповідальнішому ставленню до природних територій [2-4, 18, 21, 53]. Аналіз показує, що зменшення антропогенного навантаження має комплексний характер і не може бути реалізоване одним окремим заходом. Найбільшу ефективність здатне забезпечити поєднання природоохоронних, управлінських та освітніх підходів [15, 52, 53].

Отже, зниження рівня антропогенного впливу є необхідною умовою для відновлення екологічних функцій річок Харкова. Реалізація запропонованих заходів дозволить підвищити ефективність річкових систем як біокоридорів та сприятиме покращенню загального стану урбоєкосистеми міста.

4.4 Екологічний моніторинг

Одним із необхідних елементів підвищення ефективності міських річок як біокоридорів є організація системного екологічного моніторингу. Навіть найефективніші природоохоронні заходи не можуть забезпечити стабільного результату без постійного спостереження за станом екосистем та своєчасного виявлення негативних змін.

Для міських річок це питання набуває особливої актуальності через

високий рівень антропогенного навантаження та швидкість трансформації природного середовища. У межах Харків екологічний моніторинг річкових систем повинен розглядатися як комплексна система спостереження, яка дозволяє оцінювати зміни стану водного середовища, біорізноманіття, прибережних територій та рівня антропогенного впливу. Одним із ключових напрямів моніторингу є контроль якості води. Для оцінки екологічного стану доцільно регулярно визначати фізико-хімічні показники, зокрема температуру води, прозорість, рівень кислотності (pH), вміст розчиненого кисню, біогенних елементів, органічних речовин та забруднювачів. Зміна цих параметрів дозволяє оперативно виявляти погіршення стану екосистем [7, 24, 11, 20]. Не менш важливим є біологічний моніторинг, який ґрунтується на спостереженні за видовим складом організмів.

Для річок Харкова особливе значення мають види-індикатори, серед яких можна виділити Європейський бобер, Болотяна черепаха, Зелена ропуха та Сіра ропуха. Їх присутність або зменшення чисельності може свідчити про зміну якості середовища [11, 20, 50].

Окрему роль відіграє моніторинг стану прибережних територій. Регулярна оцінка рослинного покриву, рівня засміченості, ерозійних процесів і ступеня забудови дозволяє виявляти ділянки, які потребують першочергового відновлення.

Важливим компонентом є гідрологічний моніторинг, який включає спостереження за рівнем води, сезонними коливаннями, швидкістю течії та змінами водного режиму. Такі дані дозволяють оцінювати вплив урбанізації та кліматичних змін на річкові системи. Перспективним напрямом є використання геоінформаційних технологій та дистанційного зондування Землі.

Аналіз супутникових знімків дозволяє відстежувати зміни рослинності, рівень забудови прибережних територій та ступінь фрагментації біокоридорів у динаміці [39, 53].

У сучасних умовах важливим джерелом додаткової інформації може бути

громадський моніторинг. Повідомлення мешканців міста в соціальних мережах, екологічних групах або через місцеві ініціативи дозволяють швидко виявляти випадки забруднення, незаконного втручання або появу окремих видів тварин [54, 55].

Для забезпечення ефективності моніторингу важливо створити єдину систему збору та аналізу даних, яка дозволить об'єднати результати польових спостережень, лабораторних досліджень і громадських повідомлень. Основні напрями екологічного моніторингу систематизовані у табл. 4.5 [7, 11, 20, 24, 25].

Таблиця 4.5 – Основні напрями екологічного моніторингу річок Харкова

Напрямок моніторингу	Основні показники	Практичне значення
Гідрохімічний	рН, кисень, забруднювачі	оцінка якості води
Біологічний	видовий склад, чисельність	оцінка стану екосистем
Гідрологічний	рівень води, течія	аналіз змін режиму
Ландшафтний	стан берегів, рослинність	виявлення деградації
Громадський	повідомлення мешканців	оперативне реагування

Проведений аналіз показує, що екологічний моніторинг є не лише способом збору інформації, а й інструментом управління річковими екосистемами. Саме на основі систематичних спостережень можна приймати обґрунтовані рішення щодо відновлення або збереження окремих ділянок. Отже, впровадження комплексного екологічного моніторингу є необхідною умовою підвищення ефективності річок Харкова як біокоридорів. Постійне спостереження за станом екосистем дозволить своєчасно виявляти проблеми, оцінювати результативність природоохоронних заходів і сприяти збереженню екологічної зв'язності міського середовища. Важливим доповненням до класичної системи моніторингу є використання даних соціальних мереж. У сучасних умовах цифрові платформи стали додатковим джерелом екологічної інформації, що дозволяє оперативно фіксувати локальні зміни стану річок та прибережних територій. У межах Харкова найбільш доступним ресурсом є соціальна мережа Facebook, де функціонують міські спільноти, екологічні

групи та новинні сторінки [54, 55]. Саме через них мешканці повідомляють про засмічення берегів, забруднення води, загибель риби або руйнування прибережної рослинності. Перевагою такого підходу є оперативність отримання інформації, а також можливість просторової прив'язки завдяки фотографіям і геолокації. Окремо важливими є повідомлення про спостереження за видами тварин, зокрема появу Європейського бобра, Ондатри, Водяного вужа та птахів, що може використовуватися для оцінки стану біокоридорів. Водночас використання соціальних мереж має обмеження, пов'язані із суб'єктивністю даних та відсутністю наукової перевірки. Тому такі джерела слід розглядати лише як допоміжний елемент системи моніторингу.

Для підвищення ефективності доцільно створювати локальні платформи громадського моніторингу, де мешканці могли б системно повідомляти про екологічні проблеми. Переваги і недоліки використання соціальних мереж узагальнено у вигляді табл. 4.6 [54, 55].

Таблиця 4.6 – Переваги та обмеження використання соціальних мереж у моніторингу річок

Аспект	Переваги	Обмеження
Оперативність	швидке отримання інформації	нерівномірність повідомлень
Просторові дані	фото та геолокація	не завжди точна прив'язка
Спостереження за видами	фіксація появи тварин	відсутність наукової перевірки
Громадська участь	залучення населення	суб'єктивність оцінок

Проведений аналіз показує, що соціальні мережі можуть суттєво доповнювати систему екологічного моніторингу міських річок, особливо у частині виявлення локальних проблем і збору інформації про біорізноманіття. Інтеграція цифрових і класичних методів моніторингу підвищує ефективність управління річковими біокоридорами Харкова та сприяє більш швидкому реагуванню на зміни стану екосистем [7, 20, 53, 54].

4.5 Перспективи розвитку

Подальший розвиток міських річок як біокоридорів слід розглядати як один із перспективних напрямів удосконалення екологічної структури міста. В умовах посилення урбанізаційних процесів і зростання антропогенного навантаження значення природних лінійних систем постійно зростає [1-4].

Саме річкові долини можуть стати основою для формування більш стійкого міського середовища, здатного підтримувати природні процеси навіть у межах щільної забудови, детально показано (на рис. 4.1).



Рисунок 4.1 – Концепція відновлення річок Харкова як міських біокоридорів [Джерело: розроблено автором із використанням технологій штучного інтелекту на основі власного аналізу наукових джерел][4, 5, 18, 21, 39]

Для м. Харків перспективи розвитку річкових біокоридорів пов'язані насамперед із переходом від фрагментарного природоохоронного підходу до комплексного управління міськими екосистемами. У сучасних умовах важливо

розглядати річки не лише як елементи водогосподарської інфраструктури, а як багатофункціональні природні системи. Одним із найбільш перспективних напрямів є ренатуралізація річкових територій, тобто поступове відновлення природних властивостей русел та прибережних зон. Це може включати часткове скорочення бетонованих ділянок, відновлення природної рослинності та збільшення площі екологічно цінних прибережних територій. Навіть локальні зміни можуть позитивно впливати на стан біокоридорів [18, 21, 39].

Значний потенціал має інтеграція річкових систем у міське планування. Під час відновлення інфраструктури або реконструкції територій доцільно враховувати потребу збереження екологічної зв'язності. У перспективі річкові долини можуть розглядатися як центральні елементи “зеленої інфраструктури” міста [4, 5, 39]. Окремим напрямом розвитку є створення безперервної системи зелених просторів, де річки поєднуюватимуться з парками, скверами та лісопарковими зонами. Така система дозволить не лише підтримувати біорізноманіття, а й покращить якість життя населення через створення більш комфортного середовища [2, 3, 4]. Перспективним виглядає і впровадження цифрового екологічного моніторингу.

Використання геоінформаційних технологій, супутникових знімків, автоматизованих датчиків якості води та аналізу даних із соціальних мереж дозволить оперативніше виявляти проблеми й оцінювати ефективність природоохоронних заходів [53, 54, 55]. Важливе значення матиме залучення громадськості до управління річковими територіями. У багатьох європейських містах саме локальні ініціативи стали рушійною силою відновлення річок. Для Харкова перспективним може бути розвиток громадських програм спостереження, волонтерських заходів і екологічних проєктів, детально наведено (в табл. 4.7) [4, 5, 18, 21, 39, 53, 55]. Не менш актуальною є адаптація річкових біокоридорів до зміни клімату. Підвищення температури, збільшення частоти посух і короткочасних інтенсивних опадів можуть суттєво впливати на функціонування річкових систем.

Таблиця 4.7 – Основні перспективи розвитку річок Харкова як біокоридорів

Напрямок розвитку	Основний зміст	Очікуваний результат
Ренатуралізація	відновлення природних берегів	підвищення біорізноманіття
Зелена інфраструктура	інтеграція в міське планування	покращення екологічної мережі
Цифровий моніторинг	GIS, соцмережі, датчики	оперативне реагування
Громадська участь	волонтерські програми	підвищення екологічної свідомості
Кліматична адаптація	збереження заплав	підвищення стійкості екосистем

У зв'язку з цим важливо забезпечити збереження заплав, збільшення водотривної здатності територій і підтримання природної рослинності. Разом із тим, реалізація перспектив розвитку пов'язана з певними труднощами. Серед основних обмежень можна виділити високу щільність забудови, нестачу фінансування, складність координації між різними структурами управління та необхідність довгострокового планування.

Проведений аналіз показує, що річки Харкова мають значний потенціал для подальшого розвитку як біокоридори. Попри високий рівень урбанізації, збережені природні елементи можуть стати основою для відновлення екологічної зв'язності.

Отже, перспективи розвитку міських річок як біокоридорів пов'язані з поєднанням природоохоронних, містобудівних і соціальних підходів. Комплексна реалізація таких заходів дозволить не лише покращити екологічний стан річкових систем, а й підвищити загальну стійкість урбоєкосистеми Харкова.

Висновок до Розділу 4

Розглянуто основні шляхи підвищення ефективності міських річок як біокоридорів у межах Харкова. Проведений аналіз дозволив визначити комплекс заходів, реалізація яких здатна покращити екологічний стан річкових

систем, посилити їх функціональну роль у структурі міської екологічної мережі та підвищити стійкість урбоєкосистеми загалом.

Встановлено, що одним із ключових напрямів є відновлення прибережних екосистем, оскільки саме прибережні смуги забезпечують екологічну зв'язність, підтримують біорізноманіття та створюють умови для міграції організмів. Відновлення природної рослинності, ренатуралізація окремих ділянок берегів та формування буферних зон можуть суттєво покращити екологічні функції річкових долин. Важливим напрямом визначено формування екологічної мережі міста, в якій річки здатні виконувати роль основних біокоридорів.

Встановлено, що інтеграція річкових систем із парками, лісопарковими територіями та іншими зеленими зонами дозволить підвищити рівень просторової зв'язності та зменшити ізоляцію природних осередків.

Доведено, що зменшення антропогенного навантаження є необхідною умовою для відновлення природних функцій річкових систем. Контроль забруднення, збереження прибережних територій, регулювання рекреаційного навантаження та обмеження подальшої деградації берегів можуть позитивно вплинути на екологічний стан річок. Особливу увагу приділено біотехнічним заходам, які дозволяють локально покращувати умови існування видів навіть за умов високого рівня урбанізації. Створення укриттів, відновлення мікробіотопів, підтримання кормової бази та зменшення бар'єрного ефекту інфраструктури здатні підвищити ефективність річок як біокоридорів.

Визначено, що важливим інструментом управління є комплексний екологічний моніторинг, який повинен охоплювати гідрохімічні, гідрологічні, біологічні та ландшафтні показники. При цьому перспективним є використання сучасних цифрових технологій та громадського моніторингу.

Окремо встановлено, що соціальні мережі можуть виступати додатковим джерелом інформації щодо стану річкових екосистем.

Аналіз повідомлень мешканців дозволяє оперативніше виявляти локальні

проблеми, відстежувати зміни стану берегів та фіксувати появу окремих видів тварин. Проведене дослідження показало, що перспективи розвитку річкових біокоридорів у Харкові пов'язані із впровадженням комплексного підходу, який поєднуватиме природоохоронні, управлінські, містобудівні та соціальні механізми. Найбільш перспективним напрямом є інтеграція річок у структуру зеленої інфраструктури міста.

Отже, підвищення ефективності міських річок як біокоридорів є реалістичним і необхідним завданням для Харкова. Реалізація запропонованих заходів сприятиме покращенню екологічної зв'язності, збереженню біорізноманіття, підвищенню стійкості урбоєкосистеми та формуванню більш збалансованого міського середовища.

РОЗДІЛ 5. ЕКОЛОГІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВІДНОВЛЕННЯ РІЧОК

5.1 Необхідність відновлення річкових екосистем Харкова

У сучасних умовах урбанізації проблема деградації річкових екосистем стає однією з найбільш актуальних для великих міст. Висока щільність забудови, значне антропогенне навантаження та тривале техногенне освоєння територій призводять до поступової втрати природних властивостей водних об'єктів.

У межах міста Харків ця проблема набуває особливого значення, оскільки річкові системи одночасно виконують функції елементів екологічної мережі, рекреаційних зон та компонентів міського природного середовища [2, 4, 5]. Річки міста, зокрема Річка Харків, Річка Лопань та Річка Уди, протягом тривалого часу зазнавали значного впливу господарської діяльності. Розширення міської забудови, регулювання русел, укріплення берегів і використання прибережних територій для різних потреб поступово змінили їх природний стан.

У результаті частина екологічних функцій була ослаблена або втрачена. Однією з головних причин необхідності відновлення річкових екосистем є погіршення екологічного стану водного середовища. Потрапляння поверхневого стоку, побутових відходів, паливно-мастильних речовин та інших забруднювачів негативно впливає на якість води. Це призводить до скорочення біорізноманіття, зміни структури біоценозів та погіршення умов існування організмів [24-26]. Не менш важливим фактором є фрагментація природного середовища. Урбанізація спричинила розрив екологічних зв'язків між окремими природними ділянками, унаслідок чого річкові системи частково втратили здатність ефективно виконувати роль біокоридорів. Для багатьох видів тварин це означає обмеження міграції, скорочення кормової бази та ізоляцію популяцій [2, 3, 39].

Суттєвою проблемою є також скорочення площ прибережної

рослинності. Саме прибережні екосистеми забезпечують фільтрацію забруднювачів, стабілізацію берегів і підтримання біорізноманіття. Їх деградація знижує екологічну стійкість річкових долин. Окремо слід відзначити порушення гідрологічного режиму. Регулювання русел, зміна берегової лінії та ущільнення міської забудови змінюють природний водний баланс, що підвищує ризик підтоплень, знижує самоочисну здатність річок і зменшує різноманіття біотопів [22, 24, 25]. Відновлення річкових екосистем є також важливим у контексті адаптації міста до зміни клімату. Річкові долини можуть виконувати функції природних регуляторів мікроклімату, знижуючи температуру повітря та стабілізуючи водний баланс територій. Не менш суттєвим є соціальний аспект - покращення якості довкілля, підвищення рекреаційної цінності та комфортності міського середовища. У цьому контексті ключовим інструментом відновлення річкових систем є ренатуралізація - комплекс заходів, спрямованих на часткове або повне повернення водним об'єктам природних властивостей. Ренатуралізація дозволяє поєднати екологічні цілі з потребами міського середовища та є одним із найбільш ефективних підходів до відновлення трансформованих екосистем. У межах Харкова ренатуралізація є особливо актуальною через значний рівень антропогенного впливу. Протягом тривалого часу річки зазнавали руслорегулювання, укріплення берегів та інтенсивного використання прибережних територій, що призвело до порушення природних процесів. Основними напрямками ренатуралізації є відновлення природної структури русел і берегів, часткове зменшення бетонування та повернення природної гідроморфології. Формування мілководних зон, заплав, природних вигинів і ділянок із різною швидкістю течії сприяє відновленню екологічної різноманітності [6, 18, 21]. Важливим напрямом є відновлення прибережної рослинності. Використання місцевих видів рослин дозволяє стабілізувати ґрунти, зменшити забруднення та створити сприятливі умови для існування тварин.

Суттєве значення має також зменшення фрагментації біокоридорів шляхом відновлення безперервності прибережних смуг. У міських умовах

ренатуралізація часто має частковий характер і поєднується з рекреаційними функціями територій.

Перелік основних причин необхідності відновлення річкових систем представлено у табл. 5.1 [6, 18, 21, 25, 39].

Таблиця 5.1 – Основні причини необхідності відновлення річок Харкова

Проблема	Прояв	Наслідки
Забруднення води	поверхневий стік, сміття	погіршення якості води
Фрагментація	забудова, дороги	порушення міграції видів
Втрата рослинності	скорочення прибережних смуг	зниження біорізноманіття
Порушення гідрології	регулювання русел	зміна водного режиму
Кліматичні зміни	підвищення температури	зростання екологічних ризиків

Проведений аналіз показує, що необхідність відновлення річкових екосистем Харкова має комплексний характер і зумовлена одночасною дією кількох негативних факторів. При цьому мова йде не лише про збереження окремих водних об'єктів, а про підтримання екологічної стійкості всього міського середовища.

Отже, відновлення річок Харкова є важливим екологічним завданням, реалізація якого дозволить покращити якість довкілля, посилити функції біокоридорів та підвищити стійкість урбоекосистеми в умовах подальшої урбанізації (рис. А.17) [2, 4, 5, 39].

5.2 Ренатуралізація річок

Одним із найбільш перспективних напрямів відновлення міських річок є ренатуралізація, тобто комплекс заходів, спрямованих на часткове або повне повернення водним об'єктам природних властивостей. У сучасній екологічній практиці ренатуралізація розглядається як ефективний спосіб відновлення екосистем, які зазнали значної трансформації внаслідок господарської діяльності. Для урбанізованих територій цей підхід має особливе значення, оскільки дозволяє поєднати природоохоронні цілі з потребами міського середовища [18, 21, 39]. У межах Харків проблема ренатуралізації річок є

особливо актуальною через високий рівень антропогенного впливу. Протягом тривалого часу річки міста зазнавали руслорегулювальних робіт, укріплення берегів, часткової зміни гідрологічного режиму та інтенсивного використання прилеглих територій. Ренатуралізація передбачає відновлення природної структури русел і берегів. Надмірне бетонування або штучне укріплення берегової лінії знижує різноманіття середовищ існування та порушує взаємозв'язок між водою і наземною екосистемою [18, 21, 50]. Важливим напрямом є відновлення прибережної рослинності. Природні прибережні угруповання виконують одразу кілька функцій: стабілізують ґрунти, затримують забруднювачі, створюють місця укриття та забезпечують кормову базу для багатьох видів. Окремого значення набуває відновлення природної гідроморфології річок (табл. 5.2). Формування мілководних зон, невеликих заплав, природних вигинів і локальних ділянок із різною швидкістю течії може сприяти покращенню умов існування організмів. Суттєвим аспектом ренатуралізації є зменшення фрагментації біокоридорів і відновлення безперервності природних прибережних смуг. У міських умовах цей процес часто має частковий характер і поєднується з рекреаційними функціями територій [2, 3, 39]. Для річок Харкова перспективними можуть бути локальні проєкти ренатуралізації окремих ділянок річок Річка Харків, Річка Лопань та особливо Річка Уди, де рівень природної збереженості різний, що дозволяє застосувати диференційований підхід [18, 21, 22, 24, 39].

Таблиця 5.2 – Основні напрями ренатуралізації річок Харкова

Напрямок ренатуралізації	Основний зміст	Очікуваний результат
Відновлення берегів	часткове зменшення бетонування	покращення біотопів
Відновлення рослинності	висадження місцевих видів	підвищення біорізноманіття
Відновлення гідроморфології	формування природних ділянок русла	покращення водного режиму
Зменшення фрагментації	відновлення прибережних смуг	підсилення біокоридорів
Екологічне зонування	поєднання природних і рекреаційних функцій	підвищення стійкості екосистем

Проведений аналіз показує, що ренатуралізація є одним із найбільш екологічно обґрунтованих шляхів відновлення міських річок. Вона спрямована на підтримання природних процесів та довгострокову стабілізацію екосистем. [18, 21, 39].

5.3 Міжнародний досвід відновлення міських річок

У сучасній екологічній практиці відновлення міських річок розглядається як один із найбільш ефективних напрямів підвищення екологічної стійкості урбанізованих територій. Багато міст світу, які раніше стикалися з проблемами деградації водних об'єктів, реалізували програми ренатуралізації та екологічного відновлення річкових систем. Досвід таких проєктів свідчить, що навіть сильно трансформовані річки можуть частково відновити природні функції та знову стати важливими елементами міського середовища [61-66]. Одним із найбільш відомих прикладів є відновлення річки Чхонгечхон у Сеул. [61] Протягом тривалого часу водотік був перекритий транспортною інфраструктурою та фактично втрачений для міського середовища. У межах масштабного екологічного проєкту було демонтовано частину автомагістралі, відновлено відкриту течію річки, створено природні прибережні зони та рекреаційні простори. У результаті покращився мікроклімат, знизилася температура в центральних районах міста та зросло біорізноманіття. Іншим успішним прикладом є відновлення річки Ісар у Мюнхен [62]. Основна увага була приділена поверненню природних рис руслу, відновленню заплав і формуванню умов для функціонування природних екосистем. Завдяки цьому вдалося поєднати рекреаційні функції з екологічними цілями, а сама річка стала важливим компонентом міської екологічної мережі. Значний інтерес становить досвід відновлення річки Темза у Лондон [63]. У середині XX століття річка характеризувалася високим рівнем забруднення і вважалася екологічно деградованою. Реалізація довгострокових природоохоронних заходів, удосконалення систем очищення стічних вод та посилення екологічного контролю сприяли поступовому покращенню стану водної екосистеми. У

Сінгапур успішно реалізується концепція інтеграції річок у структуру “зеленої інфраструктури” міста [64]. Водні об’єкти поєднуються з парками, озелененими зонами та рекреаційними просторами, що дозволяє одночасно виконувати екологічні, соціальні та кліматорегулюючі функції. Для країн Європи характерним є поступовий перехід від технічного управління річками до екосистемного підходу, коли основна увага приділяється підтриманню природних процесів, наприклад декілька міст наведені в табл. 5.3. Це передбачає зменшення бетонування берегів, відновлення природної рослинності, збереження заплав та покращення екологічної зв’язності [65, 66]. Аналіз міжнародного досвіду свідчить, що успішність відновлення річок залежить від кількох ключових факторів: комплексного планування, довгострокового фінансування, залучення громадськості та інтеграції природоохоронних рішень у міське управління. Для м. Харків особливий інтерес можуть становити практики локальної ренатуралізації, формування прибережних буферних зон та поєднання річкових долин із міськими зеленими територіями. Повне копіювання іноземних моделей є малореалістичним через особливості забудови та фінансові обмеження, однак адаптація окремих рішень може бути ефективною [61, 62, 65].

Таблиця 5.3 – Приклади міжнародного досвіду відновлення міських річок

Місто	Річка	Основні заходи	Результат
Сеул	Чхонгечхон	відкриття русла, озеленення	покращення мікроклімату
Мюнхен	Ісар	ренатуралізація берегів	зростання біорізноманіття
Лондон	Темза	очищення води	покращення екологічного стану
Сінгапур	міські річки	інтеграція із зеленими зонами	підвищення комфорту міста

У контексті екологічного відновлення важливо також враховувати економічну складову ренатуралізації міських річок. Хоча реалізація природоохоронних заходів потребує певних фінансових витрат, у довгостроковій перспективі вона забезпечує значний соціально-економічний ефект. Для Харкова економічна доцільність відновлення річок пов’язана з кількома напрямками позитивного впливу. Насамперед ідеться про зменшення

витрат на ліквідацію наслідків деградації річкових систем, зокрема забруднення води, ерозії берегів та підтоплень територій (табл. 5.4) [65, 66]. У багатьох випадках профілактичні заходи є значно дешевшими, ніж подальше усунення наслідків екологічних проблем. Одним із найбільш відчутних економічних ефектів є зниження ризику підтоплень та паводкових втрат. Природні заплави та збережені прибережні території здатні накопичувати надлишкову воду, що зменшує навантаження на міську інфраструктуру та скорочує витрати на її ремонт [18, 21, 60]. Суттєвий потенціал має також підвищення рекреаційної цінності територій. Відновлені річкові зони підвищують привабливість міських районів, сприяють розвитку відпочинкових просторів і в багатьох містах світу позитивно впливають на вартість нерухомості поблизу водойм. Не менш важливим є зменшення витрат на очищення довкілля. Природні прибережні екосистеми частково фільтрують забруднення, стабілізують ґрунти та підтримують процеси самоочищення води, що дозволяє знизити навантаження на технічні очисні системи. Окреме значення має екосистемна економічна цінність біокоридорів. Річкові системи забезпечують кліматорегулювальні, очищувальні, рекреаційні та природоохоронні функції. Хоча їх складно точно оцінити у грошовому вираженні, їх внесок у стабільність міського середовища є суттєвим.

Таблиця 5.4 – Основні напрями економічної ефективності відновлення річок

Напрямок економічного ефекту	Основний прояв	Потенційний результат
Зниження підтоплень	регулювання поверхневого стоку	скорочення збитків
Самоочищення екосистем	природна фільтрація	зменшення витрат на очищення
Рекреаційна функція	розвиток зон відпочинку	підвищення якості життя
Підвищення привабливості територій	благоустрій берегів	зростання цінності територій
Екосистемні послуги	мікроклімат, біорізноманіття	довгострокова стабільність

Аналіз показує, що відновлення річкових екосистем не слід розглядати виключно як витратний природоохоронний процес. У довгостроковому

перспективі ренатуралізація забезпечує значні економічні переваги, пов'язані зі зменшенням ризиків, підвищенні якості життя населення та зростанням стійкості міського середовища.

5.4 Рекомендації для Харкова щодо відновлення річок як біокоридорів

Підвищення ефективності міських річок як біокоридорів у Харкові потребує впровадження комплексу взаємопов'язаних природоохоронних, містобудівних та організаційних заходів [4, 18, 21, 22]. Оскільки річкові системи міста характеризуються різним рівнем трансформації, запропоновані рекомендації повинні враховувати особливості окремих ділянок, рівень антропогенного навантаження та ступінь збереженості природних компонентів. Насамперед доцільним є розроблення довгострокової міської програми відновлення річкових екосистем, яка б поєднувала питання благоустрою, охорони природи та просторового планування [50-53]. У межах такої програми річки необхідно розглядати не лише як водні об'єкти, а як ключові елементи екологічної мережі міста [4, 13, 18, 22]. Однією з першочергових рекомендацій є відновлення прибережних буферних смуг. На ділянках із надмірною урбанізацією доцільно збільшувати площі природної рослинності, висаджувати місцеві види дерев і чагарників, а також зменшувати частку штучних покриттів поблизу берегів. Особливу увагу варто приділити річкам Річки Харків та Лопань, де рівень трансформації є найбільш вираженим [24, 25, 43, 44]. Для річки Уди доцільною є стратегія превентивного збереження, оскільки окремі її ділянки залишаються відносно менш порушеними. Важливим напрямом є обмеження забудови прибережних територій [4, 18, 21, 22]. Для підтримання екологічної зв'язності необхідно забезпечити збереження природних смуг уздовж річок та уникати подальшого скорочення відкритих природних просторів. Доцільним є поетапне впровадження локальної ренатуралізації, зокрема зменшення надмірного бетонування берегів, створення мілководних ділянок, відновлення природної рослинності та покращення умов для існування

водних і напівводних організмів. Окрему увагу необхідно приділити підвищенню ефективності екологічного моніторингу [15, 57]. Регулярне спостереження за якістю води, станом рослинності, видовим складом тварин та рівнем забруднення дозволить своєчасно реагувати на негативні зміни. Перспективним напрямом може бути поєднання польових досліджень із використанням цифрових технологій і громадського моніторингу. Важливим елементом є залучення населення до охорони річкових екосистем. Проведення інформаційних кампаній, волонтерських акцій із прибирання берегів, екологічних освітніх програм та громадських спостережень може сприяти формуванню відповідального ставлення до річкових територій (табл. 5.5) [4, 18, 21, 22, 50-53].

Таблиця 5.5 – Основні рекомендації щодо відновлення річок Харкова

Напрямок рекомендацій	Основний зміст	Очікуваний ефект
Відновлення прибережних смуг	висадження місцевої рослинності	покращення біорізноманіття
Обмеження забудови	збереження природних зон	підтримання біокоридорів
Локальна ренатуралізація	відновлення берегів	покращення стану екосистем
Екологічний моніторинг	системні спостереження	своєчасне реагування
Громадська участь	екоакції, просвіта	підвищення екологічної культури
Адаптація міжнародного досвіду	впровадження перевірених практик	підвищення ефективності управління

5.5 Модель перспективного розвитку річкових біокоридорів Харкова

На основі зазначених підходів формується модель перспективного розвитку річкових біокоридорів Харкова, яка передбачає поетапну трансформацію міської екологічної системи від збереження до інтеграції природних територій [4, 13, 18, 22]. Основу перспективної моделі доцільно формувати навколо головних річкових систем міста: річки Харків, Лопань та Уди, які можуть виступати базовими екологічними коридорами, що

забезпечують зв'язок між природними осередками, парками та лісопарковими територіями (рис.5.1, рис. А.18) [50, 51, 59]. У межах запропонованої моделі виділяються три функціональні рівні розвитку біокоридорів:

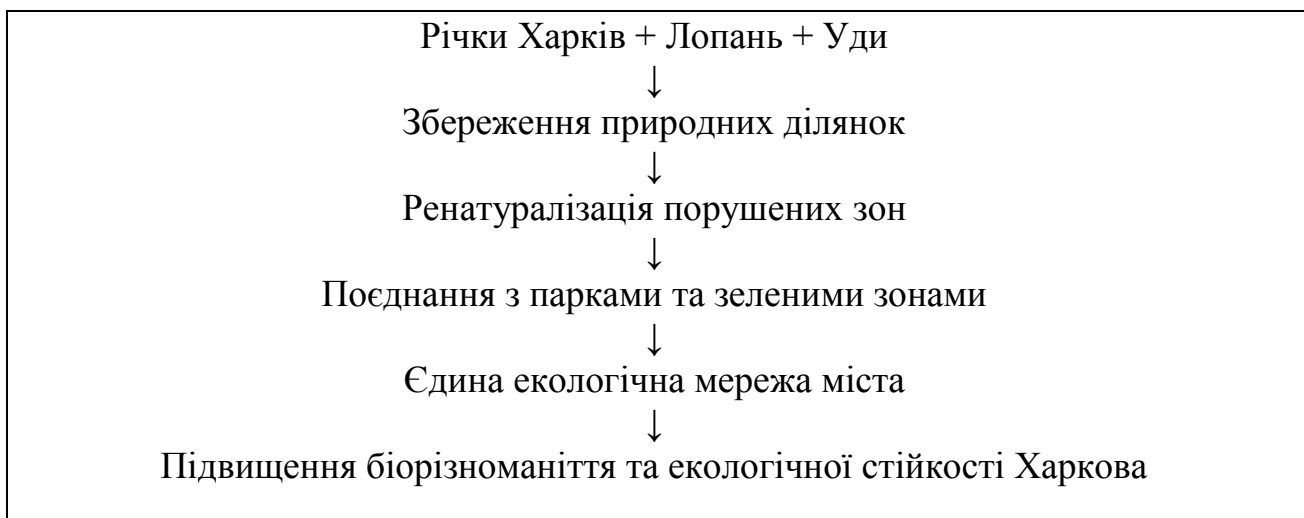


Рис. 5.1 – Схема перспективного розвитку річкових біокоридорів Харкова

1. Базовий рівень – збереження існуючих природних територій.

Головним завданням є недопущення подальшої деградації найбільш цінних природних ділянок, збереження рослинності та контроль забудови. Особливе значення має річка Уди.

2. Відновлювальний рівень – ренатуралізація порушених територій.

Передбачає відновлення прибережних зон, зменшення бетонування берегів та покращення умов міграції видів для річок Харків і Лопань.

3. Інтеграційний рівень – формування єдиної екологічної мережі.

Забезпечує поєднання річкових біокоридорів із зеленими зонами міста, формуючи цілісну екологічну систему. Суттєвим компонентом моделі є екологічний моніторинг, що дозволяє контролювати стан водних екосистем і ефективність заходів. (табл. 5.6) Не менш важливим є залучення громадськості через екологічні ініціативи та цифрові платформи [15, 57].

Таблиця 5.6 – Модель перспективного розвитку річкових біокоридорів Харкова

Етап розвитку	Основні заходи	Очікуваний результат
Збереження	охорона природних ділянок	недопущення деградації
Відновлення	ренатуралізація берегів	покращення екологічного стану
Інтеграція	поєднання із зеленими зонами	формування екологічної мережі
Моніторинг	системні спостереження	контроль ефективності
Громадська участь	екологічні ініціативи	підвищення екосвідомості

Проведений аналіз показує, що запропоновані рекомендації та модель розвитку біокоридорів є взаємопов'язаними та формують цілісну систему управління міськими річками. Отже, їх реалізація дозволить підвищити екологічну зв'язність територій, покращити стан урбоєкосистеми та забезпечити довгостроковий екологічний ефект для Харкова [4, 18, 21, 22, 50-53, 59, 60].

Висновок до Розділу 5

З ландшафтно-екологічних позицій обґрунтовано відновлення річкових екосистем Харкова як ключових елементів міського природного середовища та біокоридорів. Проаналізовано сучасний стан і основні причини деградації річкових систем, серед яких провідну роль відіграють забруднення води, фрагментація природних територій, втрата прибережної рослинності та порушення гідрологічного режиму. Встановлено, що зазначені чинники мають системний характер і призводять до зниження екологічної стійкості урбоєкосистеми. Обґрунтовано необхідність відновлення річок Харкова як важливих елементів екологічної мережі міста, що виконують функції біокоридорів, регуляторів мікроклімату та осередків біорізноманіття. Показано, що ренатуралізація є найбільш ефективним підходом до відновлення порушених річкових екосистем, оскільки вона спрямована на повернення природних процесів, відновлення прибережних зон та підвищення екологічної зв'язності територій. Досліджено міжнародний досвід відновлення міських

річок, який підтверджує ефективність інтегрованих підходів, що поєднують екологічні, містобудівні та соціальні заходи.

Розроблено рекомендації щодо відновлення річок Харкова як біокоридорів, що включають відновлення прибережних смуг, обмеження забудови, локальну ренатуралізацію, розвиток екологічного моніторингу та залучення громадськості. Запропоновано модель перспективного розвитку річкових біокоридорів, яка передбачає поетапне збереження, відновлення та інтеграцію річкових систем у єдину екологічну мережу міста.

Отже, результати розділу підтверджують, що комплексне відновлення річок Харкова є необхідною умовою підвищення екологічної стійкості міського середовища. Реалізація запропонованих заходів і моделей дозволить посилити функції річок як біокоридорів, покращити стан урбоєкосистеми та забезпечити довгостроковий екологічний і соціально-економічний ефект.

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі здійснено комплексне дослідження міських річкових систем як біокоридорів на прикладі міста Харкова та їх ролі у формуванні екологічної мережі урбанізованих територій.

Узагальнення теоретичних підходів, аналіз природно-екологічних умов та оцінка функціонування річкових систем дозволили сформувати цілісне уявлення про значення водних об'єктів у забезпеченні екологічної зв'язності міського середовища.

Встановлено, що біокоридори є ключовими елементами екологічної інфраструктури, які забезпечують просторову цілісність природних територій, міграцію видів, підтримання біорізноманіття та стабільність екосистемних процесів. Їх значення особливо зростає в умовах інтенсивної урбанізації, фрагментації ландшафтів та глобальних кліматичних змін.

Дослідження показало, що річкові системи Харкова (Харків, Лопань та Уди) формують основу природного каркаса міста та виступають головними лінійними біокоридорами. Водночас вони зазнали значної трансформації внаслідок урбанізаційних процесів, що проявляється у забрудненні, регулюванні русел, скороченні прибережної рослинності та фрагментації природних екосистем.

Найбільш збереженою є річка Уди, тоді як центральні ділянки річок Харків і Лопань характеризуються найбільшим антропогенним навантаженням.

Аналіз екологічного стану та біорізноманіття засвідчив, що річкові екосистеми міста зберігають функціональний потенціал, проте перебувають у стані часткової деградації.

Основною проблемою є не повна втрата природних функцій, а їх порушення внаслідок фрагментації та зниження просторової зв'язності. У роботі обґрунтовано, що ефективність річок як біокоридорів може бути підвищена шляхом відновлення прибережних екосистем, зменшення антропогенного навантаження, формування єдиної екологічної мережі міста,

впровадження біотехнічних рішень та системного екологічного моніторингу.

Додатково доведено доцільність використання сучасних цифрових технологій та даних соціальних мереж як допоміжного інструменту екологічного спостереження.

Окремо встановлено ефективність підходу ренатуралізації річкових систем як одного з найбільш перспективних напрямів відновлення міських водотоків.

Аналіз міжнародного досвіду підтвердив, що інтегровані проєкти відновлення річок забезпечують довгострокові екологічні, соціальні та економічні переваги, включаючи підвищення рекреаційної цінності територій, зменшення ризиків підтоплення та покращення якості міського середовища.

Практичне значення роботи полягає у можливості використання отриманих результатів та рекомендацій у сфері міського екологічного планування, розроблення природоохоронних програм та вдосконалення системи управління водними екосистемами.

Отже, річкові системи Харкова є важливими елементами міської екологічної інфраструктури та мають значний потенціал як біокоридори. Реалізація комплексного підходу, що поєднує відновлення природних екосистем, екологічний моніторинг, раціональне містобудування та залучення громадськості, є необхідною умовою формування екологічно збалансованого, стійкого та комфортного міського середовища.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Конституція України : Закон України від 28.06.1996 № 254к/96-ВР. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/254%D0%BA/96%D0%B2%D1%80#Text>
2. Водний кодекс України : Закон України від 06.06.1995 № 213/95-ВР. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80#Text>
3. Про охорону навколишнього природного середовища : Закон України від 25.06.1991 № 1264-XII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text>
4. Про екологічну мережу України : Закон України від 24.06.2004 № 1864-IV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1864-15#Text>
5. Про тваринний світ : Закон України від 13.12.2001 № 2894-III. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2894-14#Text>
6. Про рослинний світ : Закон України від 09.04.1999 № 591-XIV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/591-14#Text>
7. Про Червону книгу України : Закон України від 07.02.2002 № 3055-III. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3055-14#Text>
8. Про оцінку впливу на довкілля : Закон України від 23.05.2017 № 2059-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2059-19#Text>
9. Білявський Г. О., Фурдуй Р. С., Костіков І. Ю. Основи екології. Київ : Либідь, 2018. 616 с.
10. Одум Ю. Основи екології. Київ : Либідь, 2001. 698 с.
11. Кучерявий В. П. Урбоекологія. Львів : Світ, 2002. 440 с.
12. Кучерявий В. П. Екологія. Львів : Світ, 2010. 520 с.
13. Голубець М. А. Урбоекологія та екологічна мережа. Львів : Поллі, 2015. 340 с.
14. Романенко В. Д. Основи гідроекології. Київ : Обереги, 2001. 728 с.
15. Клименко М. О., Прищепа А. М., Вознюк Н. М. Моніторинг довкілля. Київ : Академія, 2006. 360 с.

16. Яцик А. В. Водні ресурси України: використання, охорона, відтворення, управління. Київ : Генеза, 2007. 360 с.
17. Шеляг-Сосонко Ю. Р. Біорізноманіття України: концептуальні засади збереження. Київ : Фітосоціоцентр, 2007. 480 с.
18. Марисова І. В. Збереження біорізноманіття та екологічні коридори. Суми : Університетська книга, 2012. 248 с.
19. Bennett A. F. Linkages in the Landscape: The Role of Corridors and Connectivity in Wildlife Conservation. Gland : IUCN, 2003. 254 p.
20. Forman R. T. T. Urban Ecology: Science of Cities. Cambridge : Cambridge University Press, 2014. 480 p.
21. Hilty J., Liden W., Merenlender A. Corridor Ecology: The Science and Practice of Linking Landscapes for Biodiversity Conservation. Washington : Island Press, 2020. 368 p.
22. Jongman R., Pungetti G. Ecological Networks and Greenways. Cambridge : Cambridge University Press, 2004. 356 p.
23. Marzluff J. Urban Ecology: An International Perspective on the Interaction Between Humans and Nature. Springer, 2008. 807 p.
24. Екологічний паспорт Харківської області. URL: <https://mepr.gov.ua>
25. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Харківській області. URL: <https://kharkivoda.gov.ua>
26. Харківська міська рада. Екологія та благоустрій міста. URL: <https://www.city.kharkiv.ua>
27. Google Earth Pro — матеріали аналізу річкової мережі Харкова. URL: <https://earth.google.com>
28. OpenStreetMap — картографічні матеріали території м. Харків. URL: <https://www.openstreetmap.org>
29. Google Maps Satellite — супутникові знімки території Харкова. URL: <https://maps.google.com>
30. GBIF — Global Biodiversity Information Facility. URL: <https://www.gbif.org>

31. IUCN Red List of Threatened Species. URL: <https://www.iucnredlist.org>
32. Дані щодо поширення бобра (*Castor fiber*). URL: <https://www.iucnredlist.org/species/4007/115066146>
33. Дані щодо болотяної черепахи (*Emys orbicularis*). URL: <https://www.iucnredlist.org/species/7717/97292665>
34. Дані щодо червоновухої черепахи (*Trachemys scripta elegans*). URL: <https://www.iucnredlist.org/species/22028/97429935>
35. Google Scholar — база наукових статей. URL: <https://scholar.google.com>
36. Наукова періодика України. URL: <https://journals.uran.ua>
37. Національна бібліотека України ім. В. І. Вернадського. URL: <https://www.nbuv.gov.ua>
38. ResearchGate — міжнародна база наукових досліджень. URL: <https://www.researchgate.net>
39. ScienceDirect — база міжнародних наукових публікацій. URL: <https://www.sciencedirect.com>
40. Аналіз публікацій Facebook щодо річок Харкова за 2014–2024 рр. URL: <https://www.facebook.com/search/top>
41. Facebook — локальні екологічні спільноти м. Харків. URL: <https://www.facebook.com>
42. Природно-заповідний фонд Харківської області / за ред. А. В. Гетьмана. Харків : ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2018. 390 с.
43. Матеріали супутникового аналізу біокоридорів м. Харків (Google Earth Pro). URL: <https://earth.google.com>
44. Матеріали польових спостережень за станом річок Харкова.
45. Матеріали фотофіксації стану прибережних екосистем річок Харкова.
46. Дані щодо проєкту відновлення річки Чхонгечхон у Сеулі. URL: <https://english.seoul.go.kr/policy-information/environment/cheonggyecheon>
47. Інформація про ренатуралізацію річки Ісар у Мюнхені. URL:

<https://www.isar-allianz.de>

48. Дані щодо екологічного відновлення річки Темза. URL: <https://www.thames21.org.uk>

49. Програма інтеграції водних об'єктів у зелену інфраструктуру Сінгапуру. URL: <https://www.pub.gov.sg>

50. European Environment Agency. Urban rivers and ecological restoration. URL: <https://www.eea.europa.eu>

51. European Commission. Nature-based solutions for urban ecosystems. URL: <https://environment.ec.europa.eu>

52. United Nations Environment Programme (UNEP). Urban ecosystem restoration. URL: <https://www.unep.org>

53. IUCN. Ecological restoration for protected areas: Principles, guidelines and best practices. URL: <https://www.iucn.org>

54. Дані щодо екологічної реставрації урбанізованих річок. URL: <https://www.sciencedirect.com>

55. Матеріали міжнародних досліджень ренатуралізації річкових екосистем. URL: <https://scholar.google.com>

56. Матеріали щодо концепції зеленої інфраструктури міста. URL: <https://ec.europa.eu>

57. Матеріали міжнародного екологічного моніторингу річкових екосистем. URL: <https://www.unenvironment.org>

58. Дані щодо управління міськими водними ресурсами. URL: <https://www.worldbank.org>

59. Urban river restoration projects database. URL: <https://restorerivers.eu>

60. Матеріали щодо екосистемних послуг міських річок. URL: <https://www.ipbes.net>

61. The Cheonggyecheon Restoration Project. Seoul Solution. URL: <https://www.seoulsolution.kr/en/content/cheonggyecheon-restoration-project>

62. Isar River Restoration (Isar-Plan). Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz. URL: <https://www.isarplan.de>

63. Thames21. The River Thames. URL: <https://www.thames21.org.uk/about-the-thames/>

64. Active, Beautiful, Clean Waters (ABC Waters Programme). Public Utilities Board Singapore. URL: <https://www.pub.gov.sg/abcwaters>

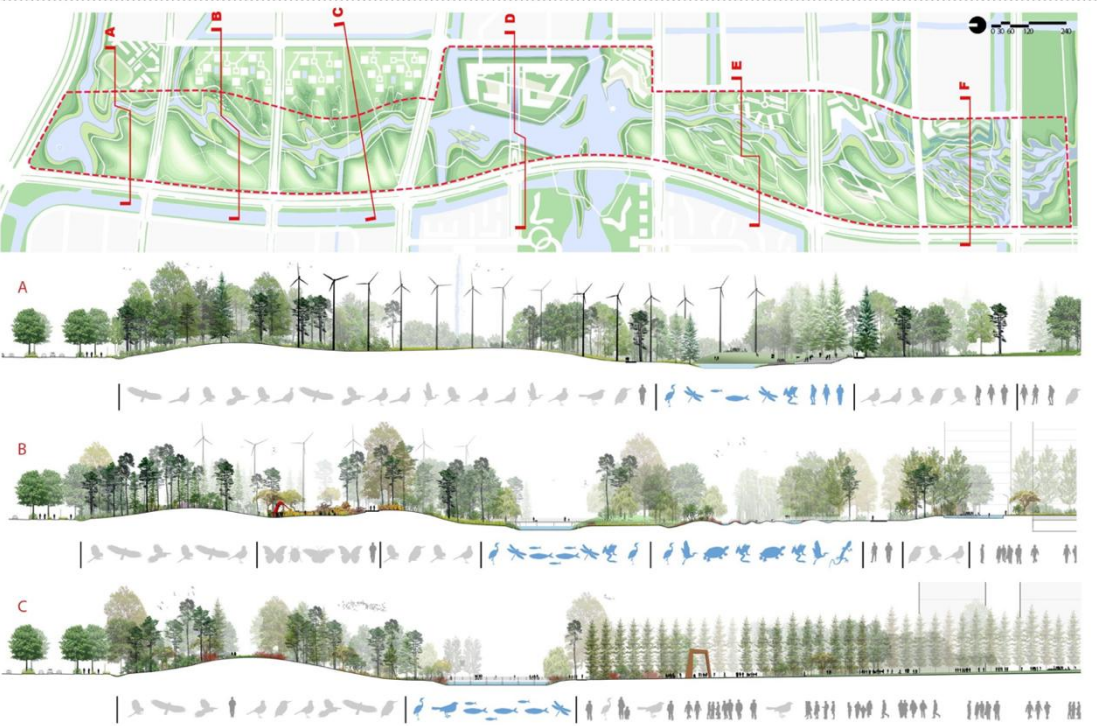
65. European Environment Agency. Nature-based solutions and ecosystem services. URL: <https://www.eea.europa.eu>

66. River Restoration Centre. River Restoration Manual. URL: <https://www.therrc.co.uk>

ДОДАТКИ

Додаток А

SYNERGY BETWEEN HUMANS AND WILDLIFE



7 The Eco-Corridor zone is carefully graded into contours creating a terrain of hills and valleys. Valley waterways serve to remove pollutants through settlement, aeration and bio-processing, while the hills provide vista points for visitors and increase habitat diversity.

Рисунок А.1– Просторова організація екологічного коридору та взаємодія людини з природним середовищем. [Джерело: сформовано автором на основі відкритих матеріалів з екологічного планування та концепції еко-коридорів]

СТРУКТУРНІ ЕЛЕМЕНТИ ЕКОЛОГІЧНОЇ МЕРЕЖІ ТА РОЛЬ БІОКОРИДОРІВ

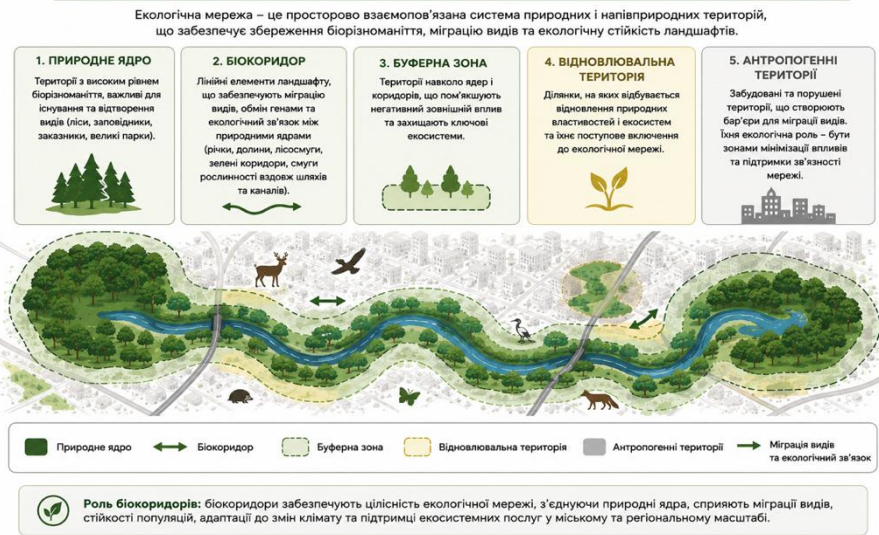


Рисунок А.2 – Структурні елементи екологічної мережі та ролі біокоридорів [Джерело: розроблено автором із використанням технологій штучного інтелекту на основі власного аналізу наукових джерел]



Рисунок А.3 – Біокоридор в центрі міста (впадіння річки Немишля в річку Харків) [Джерело: фото автора]



Рисунок А.4 – Фрагменти прибережних ділянок річки Харків в межах міста з різницею в декілька місяців [Джерело: фото автора, виконані під час польових досліджень, 2026 р.]

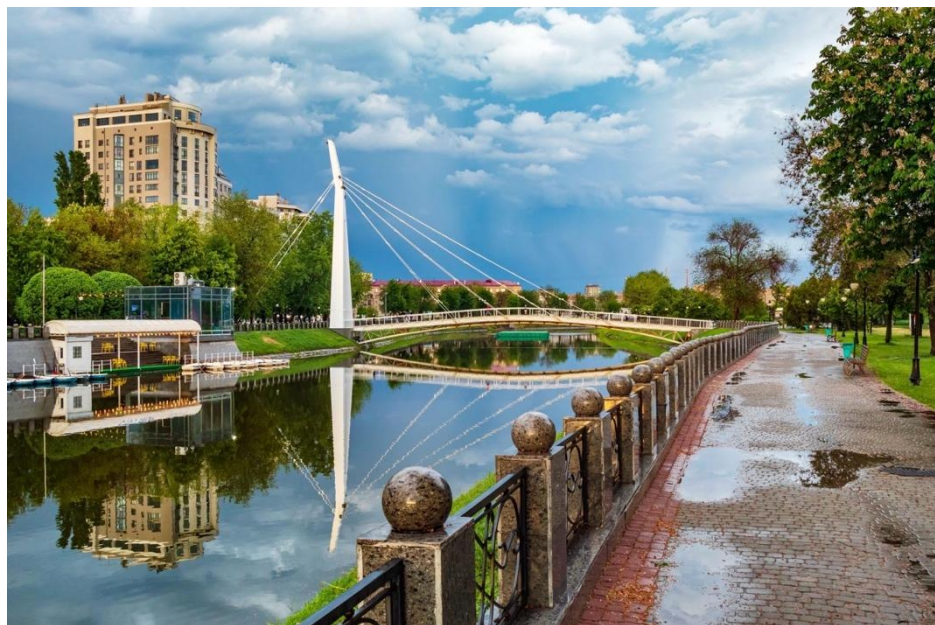


Рисунок А.5 – Водний об'єкт як елемент міського середовища Харкова
[Джерело: сформовано автором на основі відкритих фотоматеріалів м. Харків]



Рисунок А.6 – Бобер річковий (*Castor fiber*) як ключовий вид річкових біокоридорів [Джерело: сформовано автором на основі відкритих зоологічних фотоматеріалів]



Рисунок А.7 – Ондатра (*Ondatra zibethicus*) як представник прибережно-водної фауни річкових екосистем [Джерело: сформовано автором на основі відкритих зоологічних фотоматеріалів]



Рисунок А.8 – Водяний вуж (*Natrix natrix*) як представник прибережно-водної герпетофауни річкових екосистем [Джерело: сформовано автором на основі відкритих зоологічних фотоматеріалів]

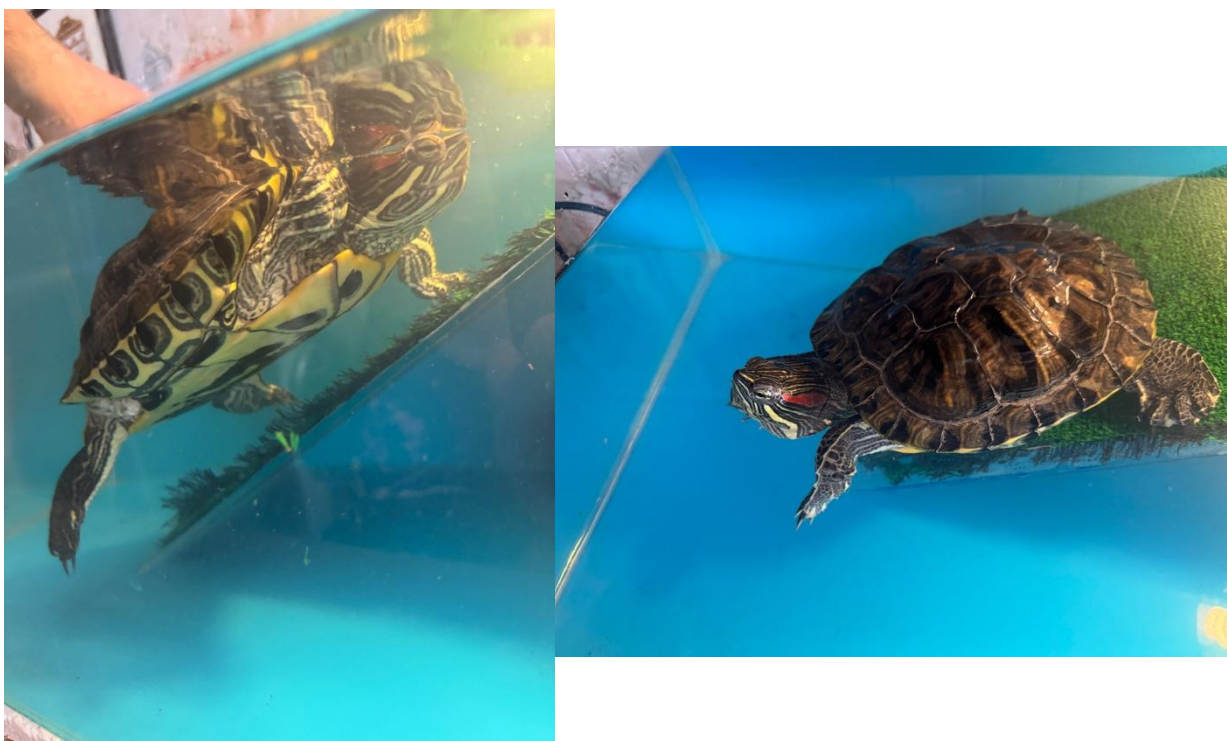


Рисунок А.9 – Червоноуха черепаха (*Trachemys scripta elegans*) як інвазивний вид міських водних екосистем [Джерело: фото автора]



Рисунок А.10 – Болотяна черепаха європейська як індикатор збереження природного стану прибережно-водних біотопів [Джерело: сформовано автором на основі відкритих зоологічних фотоматеріалів]



а

б

Рисунок А.11–Земноводні річкових екосистеми: (а) сіра ропуха (*Bufo bufo*) та (б)-зелена ропуха (*Bufo viridis*) [Джерело: сформовано автором на основі відкритих зоологічних фотоматеріалів]



Рисунок А.12 – Представники іхтіофауни річкових екосистем м. Харків
 [Джерело: сформовано автором на основі відкритих зоологічних
 фотоматеріалів]



Рисунок А.13 – Схема трансформації та відновлення просторової зв'язності біокоридорів в умовах урбанізованого середовища [Джерело: розроблено автором із використанням технологій штучного інтелекту на основі власного аналізу наукових джерел]

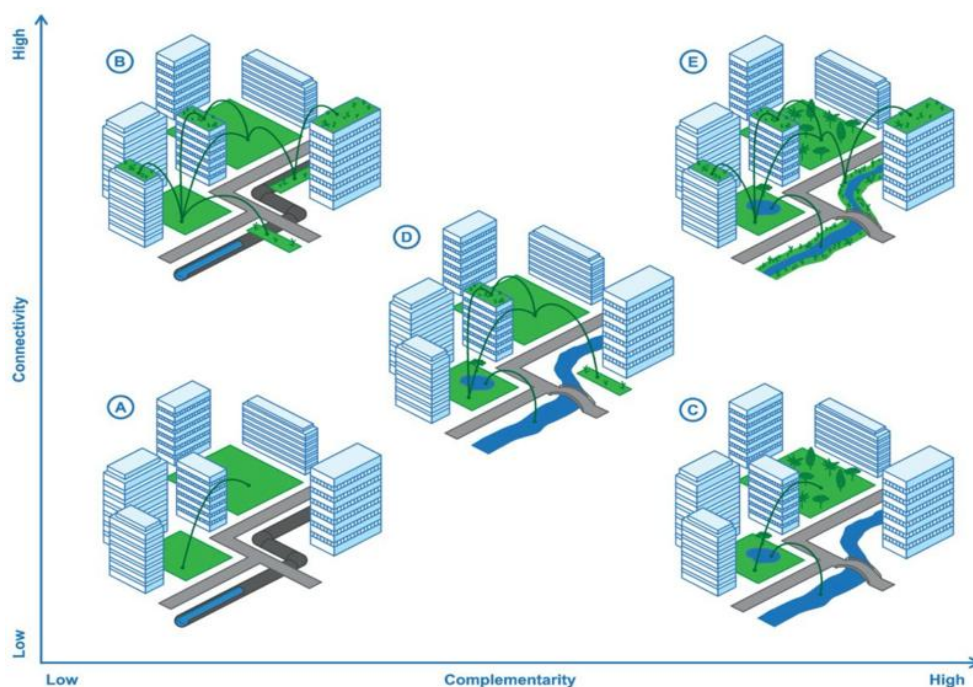


Рисунок А.14 – Концептуальна схема порушення та відновлення просторової зв'язності біокоридорів в урбанізованому середовищі [Джерело: розроблено автором із використанням технологій штучного інтелекту на основі власного аналізу наукових джерел]



Рисунок А.15 – Вплив річкових біокоридорів на структуру урбоекосистеми міста [Джерело: сформовано автором на основі відкритих аерофотоматеріалів урбанізованих територій]



Рисунок А.16 – Підходи до відновлення прибережних екосистем та ренатуралізації міських водотоків [Джерело: сформовано автором на основі відкритих містобудівних та екологічних матеріалів].[Джерело: сформовано автором на основі відкритих містобудівних та екологічних матеріалів]



Рисунок А.17 – Приклад інтеграції річкового біокоридору в структуру міського середовища [Джерело: сформовано автором на основі відкритих містобудівних та екологічних матеріалів]

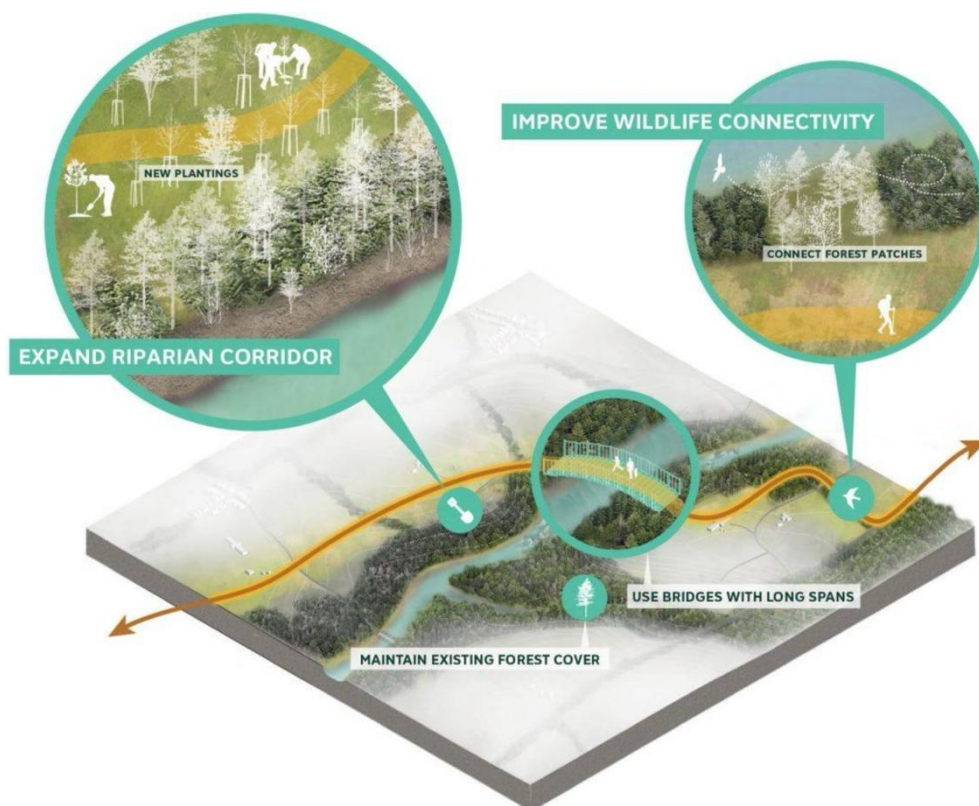


Рисунок А.18 – Концептуальна схема розвитку річкових біокоридорів та покращення екологічної зв'язності [Джерело: розроблено автором із використанням технологій штучного інтелекту на основі власного аналізу наукових джерел.]