

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МАРІУПОЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЕКОНОМІКО-ПРАВОВИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА РАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ ТА
ОХОРОНИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА**

До захисту допустити:
Завідувач кафедри

(підпис) (ПІБ завідувача кафедри)
«__» _____ 20__р.

**«ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТІЙКОСТІ ЕКОСИСТЕМ ДЛЯ ДОСЯГНЕННЯ
ЦІЛЕЙ СТАЛОГО РОЗВИТКУ»**

Кваліфікаційна робота здобувача
вищої освіти другого
(магістерського) рівня вищої освіти
освітньо-професійної програми
«Екологія та охорона навколишнього
середовища»

(назва освітньо-професійної програми)

Фараджевої Христини Фірідунівни

(прізвище, ім'я, по батькові здобувача вищої освіти)

Науковий керівник:

Пастернак О. М., к.х.н., доцент

(прізвище, ініціали, науковий ступінь, вчене звання)

Рецензент:

Мокрий В. І., д.т.н., професор

(прізвище, ініціали, науковий ступінь, вчене звання, місце роботи)

Кваліфікаційна робота
захищена з оцінкою _____ Секретар ЕК _____
«__» _____ 20__р.

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЦІЛЕЙ СТАЛОГО РОЗВИТКУ	6
1. Огляд концепції сталого розвитку та її значення для збереження екосистем.....	6
2. Розгляд понять та факторів, що визначають стійкість екосистем.....	11
3. Вплив міської забудови, інфраструктури та транспорту на стійкість урбоекосистем.....	14
Висновки до розділу 1.....	15
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ЕКОСИСТЕМ	17
1. Визначення основних загроз та викликів, що ставлять під загрозу стійкість екосистем.....	17
2. Практика успішного збереження та відновлення стійкості екосистем на практиці: досвід Польщі.....	31
3. Оцінка по впровадженню методів щодо покращення екологічного стану урбоекосистем Києва.....	42
Висновки до розділу 2.....	52
РОЗДІЛ 3. МЕХАНІЗМИ ЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ПОКРАЩЕННЯ СТІЙКОСТІ ЕКОСИСТЕМ	53
1. Оцінка екологічного стану сучасних урбоекосистем.....	53
2. Екологічне планування урбанізованого простору підходи до організації міського середовища з урахуванням принципів сталого розвитку.....	55
3. Розробка рекомендацій та стратегій на основі результатів дослідження	
Висновки до розділу 3.....	61
ВИСНОВКИ	62
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	64

ВСТУП

Актуальність теми. Сталий розвиток є концепцією, що передбачає покращення якості життя людей при підтримці стійкого функціонування екосистем. Визначення концепції сталого розвитку передбачає як соціальний та економічний аспекти, так і зокрема екологічний аспект.

Станом на зараз Україна має всі засоби для реалізації концепції сталого розвитку в умовах глобалізації, що визначається вигідністю її геополітичного розташування на карті світу, розвиненістю транспортно-комунікаційної інфраструктури, а також наявністю висококваліфікованих кадрів та інженерно-технічних і наукових співробітників, які можуть забезпечувати нашу державу різними наукоємними технологіями.

Натомість наразі в умовах справжньої урбанізації при зростанні кількості міських забудов, інфраструктури і транспорту відзначається надмірне забруднення повітря і води, а також збільшення екологічного тиску на природні екосистеми, з-за чого порушується стійкість екосистем в умовах міст. Відповідно до цього слід вживати заходів з усунення негативних наслідків урбанізації.

У такій сусідній з Україною державі, як Польща, наразі існує хороша практика стосовно успішного збереження та відновлення стійкості екосистем, що полягає у викладанні в школах з учнями різних програм екологічного спрямування, високому рівні розвитку сіл і сільських територій, активному впровадженні різних стартап-екосистем щодо розвитку різних аспектів життя суспільства включно з екологією, відновленні екосистем техногенних територій методами фітомеліорації, збільшенні кількості зелених насаджень у містах, а також відновленні екосистем водоєм із застосуванням механічних та хімічних методів. Україні слід перейняти подібний досвід Польщі задля збереження і відновлення власних урбоекосистем.

Екологічний стан столиці України – Києва, як і будь-якого іншого великого міста, станом на сьогодні вважається задовільним, у зв'язку з чим

необхідно вживати заходів щодо поліпшення екології Києва і тим самим відновлення стійкості урбоекосистем. Найчастіше для оцінки екологічного стану того чи іншого міста використовують різні технології дистанційного зондування чи геоінформаційні технології, які дозволяють визначати стан рослинного покриву.

Об'єкт дослідження – стійкість екосистем урбанізованого простору.

Предмет дослідження – характеристика стосовно стійкості екосистем окремого урбодовкілля і шляхи її забезпечення.

Наразі у спеціалізованій літературі проблема щодо стійкості тогочасних урбоекосистем є доволі значно висвітленою, що вказує на те, що подібна проблема є суттєвою і потребує вживання необхідних заходів щодо відновлення стійкості екосистем в урбанізованих умовах міст. Таким чином, обрана тема потребує подальшої розробки.

Мета роботи – охарактеризувати стійкість екосистем сучасних міст і запропонувати методи щодо відновлення стійкості урбоекосистем у контексті сталого розвитку.

Для досягнення поставленої мети дослідження було виконано такі **завдання**:

1. Розглянути концепцію сталого розвитку та її значення для збереження екосистем;
2. Розглянути поняття і фактори, що визначають стійкість екосистем;
3. Охарактеризувати вплив міської забудови, інфраструктури та транспорту на стійкість урбоекосистем;
4. Визначити основні загрози та виклики, що ставлять під загрозу стійкість екосистем;
5. Розглянути практику успішного збереження та відновлення стійкості екосистем на прикладі Польщі;
6. Здійснити оцінку по впровадженню методів щодо покращення екологічного стану урбоекосистем Києва;
7. Здійснити оцінку екологічного стану сучасних урбоекосистем;

8. Спланувати та організувати урбанізований простір з урахуванням принципів сталого розвитку;
9. Розробити рекомендації та стратегії по впровадженню принципів сталого розвитку по відношенню до розвитку урбоекосистем.

Методи дослідження: аналіз наукової літератури, спостереження, інструментальні методи (використання різних датчиків і програм для моніторингу екологічного стану довкілля).

Практичне значення отриманих результатів. Результати, що містяться у кваліфікаційній роботі, можуть бути використані екологами для оцінки екологічного стану тієї чи іншої місцевості, а також вчителями у школі на уроках екології з учнями і викладачами у ВНЗ на лекціях, семінарах і лабораторно-практичних заняттях зі студентами.

Особистий внесок автора. У роботі було розроблено рекомендації та стратегії щодо збереження і відновлення стійкості урбоекосистем у контексті сталого розвитку.

Структура кваліфікаційної роботи обумовлена її предметом, метою та завданнями. Кваліфікаційна робота складається зі вступу, трьох розділів, які містять дев'ять підрозділів, висновків та списку використаних джерел. Загальний обсяг кваліфікаційної роботи складає 77 сторінок. Кількість використаних джерел – 70 на 8 сторінках. Кількість таблиць – 4, кількість рисунків – 4.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЦІЛЕЙ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

1. Огляд концепції сталого розвитку та її значення для збереження екосистем

Концепція сталого розвитку була визнана спільнотою усіх народів світу як домінуюча ідеологія розвитку людської цивілізації у ХХІ ст., а також стратегічним напрямком забезпечення як матеріального, так і соціального й духовного розвитку суспільства. Необхідність стосовно переходу всіх країн світу на модель, що передбачає сталий розвиток, зумовлена насамперед демографічним «вибухом» і сучасною науково-технічною революцією, а також кризовим станом біосфери Землі у наші дні [1, с. 3; 2, с. 216; 3, с. 237; 4, с. 1; 5, с. 1; 6, с. 47; 7, с. 2].

Щодо визначення терміну «сталий розвиток», або «стійкий розвиток» (sustainable development), у роботі [8] так назвали концепцію, в основі якої лежить економічне зростання, при якому будуть ефективно вирішуватися найбільш важливі питання забезпечення життя суспільства без виснаження і деградації природних ресурсів, а також забруднення довкілля. Таким чином, концепція сталого розвитку визначається як покращення якості життя суспільства при одночасному збереженні сталості екосистем, що підтримуються.

Концепція сталого розвитку характеризується довгою історією свого становлення. На початку минулого сторіччя з'явилися наукові праці В. І. Вернадського про ноосферу, потім у 1972 р. у Стокгольмі була проголошена декларація І конференції ООН з навколишнього середовища, де було відзначено зв'язок економічного та соціального розвитку суспільства з проблемами навколишнього середовища, а у 1992 р. у Ріо-де-Жанейро відбулася конференція ООН з проблем навколишнього середовища і розвитку. Звичайно, проблема щодо становлення концепції сталого розвитку залишається невирішеною й досі [9, с. 1; 10, с. 1; 11, с. 48; 12, с. 8; 13, с. 5; 14, с. 10; 15, с. 3; 16, с. 454; 17, с. 146].

Для успішної реалізації концепції сталого розвитку стосовно такої держави, як Україна, доцільно вже станом на сьогодні визначати ряд певних модельних територій, на яких потрібно відпрацьовувати локальні схеми сталого й екологічного розвитку, що дасть змогу не лише оцінити результативність та ефективність подібних запропонованих заходів, а й також вносити ті чи інші корективи у саму концепцію. До того ж необхідно створювати ефективні управлінські організаційні структури, які б відповідали за виконання подібної надзвичайно важливої роботи, що має важливе стратегічне значення для суспільного розвитку [1, с. 9].

Реалізація концепції сталого розвитку національного та регіональних народногосподарських комплексів у практичному сенсі передбачає чітке визначення еколого-ресурсних пріоритетів, для ранжування яких потрібно застосовувати так званий метод аналізу «затрати-результати», аби кожна додаткова одиниця виробничих ресурсів чи затрачених коштів забезпечувала максимально можливе поліпшення стану навколишнього середовища. У той час успіх у подібній справі не є можливим без підвищення екологічної відповідальності суб'єктів господарської діяльності, а також користувачів і забруднювачів природи, у зв'язку з чим адміністративна, економічна та кримінальна відповідальність за екологічну шкоду, яка була заподіяна, і за порушення вимог еколого-ресурсної безпеки мають бути реальними [1, с. 9].

Слід зазначити, що Україна наразі має засоби для реалізації концепції сталого розвитку в умовах глобалізації, серед яких відзначаються наступні фактори [18, с. 207,208]:

1. вигідність геополітичного розташування на карті міжнародних транспортно-комунікаційних коридорів;
2. розвиненість транспортно-комунікаційної інфраструктури, що є прийнятною для початкового етапу входження нашої держави у світовий економічний простір;
3. наявність великої кількості висококваліфікованих кадрів, а також інженерно-технічних і наукових співробітників, які спроможні

забезпечити державу наукоємними технологіями виробничо-технічних секторів тогочасної економіки.

Ці всі фактори мають спонукати уряд України до розробки системи заходів щодо інтеграції нашої держави у систему міжнародного економічного співтовариства, а також у різні глобальні ринки, аби сприяти її сталому розвитку. Необхідність концепції сталого розвитку визначають різні екологічні та соціально-економічні передумови, що відображені у вигляді схеми на рис. 1.1 [18, с. 208,209].



Рис. 1.1. Фактори та умови сталого розвитку [18, с. 208,209]

Таким чином, сталий розвиток має забезпечувати гармонізацію й поєднання соціально-економічних та екологічних цілей, а також їх реалізацію в єдиній соціо-еколого-економічній системі певної території. Сталий розвиток тих чи інших територій потребує визначення відповідних стратегій для певних галузей і підприємств, які мають вплив і визначають стан біологічних, географічних, а також економічних і соціальних об'єктів, які відповідно до концепції сталого розвитку мають розглядатися як єдине ціле, а також як певна «соціо-економіко-екологічна система», усі складові якої повинні розвиватися збалансовано [18, с. 210; 19, с. 6,7].

У роботі [20] так само стверджується, що підходи до визначення концепції сталого розвитку відображають ідею, яка полягає у тому, що якість людського життя і стан самого суспільства знаходяться під впливом комплексу соціальних, економічних та екологічних факторів (рис. 1.2).



Рис. 1.2. Триєдина концепція сталого розвитку [20, с. 269]

З. М. Бурик у роботі [21] зазначила, що концепція сталого розвитку окрім взаємозв'язку і балансу економічних, соціальних та екологічних компонентів визначає також інституційні та інноваційно-технологічні компоненти для покращення добробуту людей без зменшення можливості задоволення своїх потреб для представників майбутніх поколінь. Доповнена триєдина концепція сталого розвитку зображена у вигляді схеми на рис. 1.3.

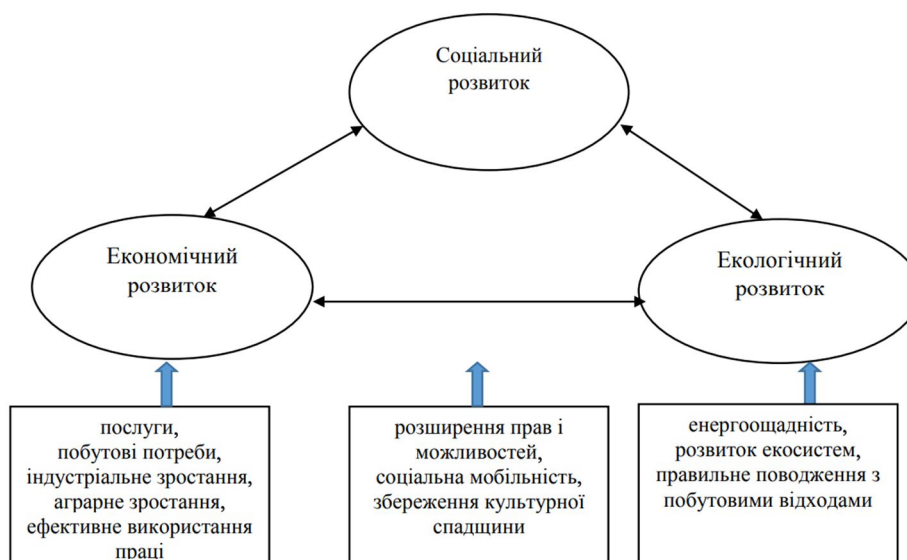


Рис. 1.3. Складові сталого розвитку території [21, с. 6]

Реалізація концепції сталого розвитку, як правило, відбувається на таких рівнях [18, с. 213]:

4. глобальний;

5. національний;
6. регіональний;
7. галузевий;
8. рівень суб'єктів господарювання.

Така ієрархічність реалізації концепції сталого розвитку дозволяє комплексно підійти до вирішення як економічних і соціальних, так і екологічних проблем. Ієрархічне підпорядкування і взаємозв'язок різних рівнів реалізації концепції сталого розвитку зображено у вигляді схеми на рис. 1.4 [18, с. 213,214].

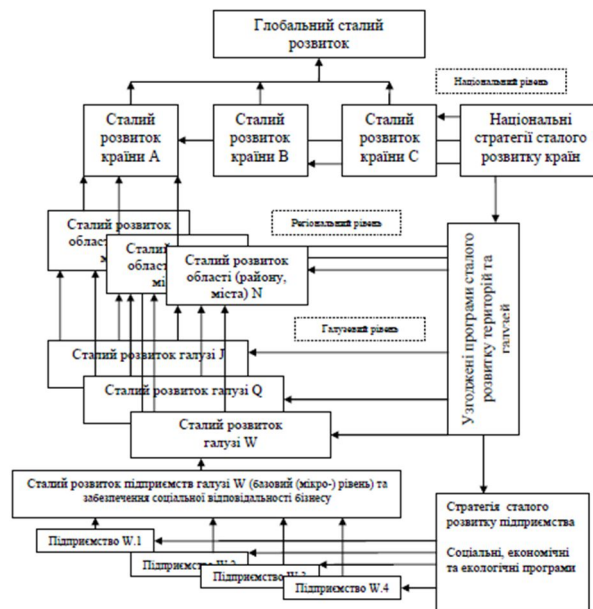


Рис. 1.4. Ієрархічна супідрядність і взаємозв'язок різних рівнів реалізації концепції сталого розвитку [18, с. 214]

Отже, концепція сталого розвитку – це покращення якості життя суспільства при одночасному збереженні сталості екосистем, що включає в себе соціальний, економічний та екологічний аспекти. Концепція сталого розвитку насамперед передбачає покращення стану навколишнього середовища, у зв'язку з чим вона має вагомe значення для збереження екосистем.

1. Розгляд понять та факторів, що визначають стійкість екосистем

С. І. Азаров і О. С. Задунай у роботі [22] визначили поняття стійкості екосистем як здатність природного середовища зберігати свою структуру, а також характер свого функціонування у просторі й часі при зміні умов.

Загалом стійкість екосистем є їхньою фундаментальною особливістю і відображає один із найбільш значущих показників стану навколишнього середовища. Це здатність екосистеми та всіх її складових у цілому протистояти різним негативним зовнішнім чинникам, зберігаючи при цьому не лише свою структуру, а й свої функції [22, с. 47; 23, с. 100].

Стійкість екосистем можна розглядати як відсутність змін певного стану екосистеми, а також як здатність переходу тієї чи іншої екосистеми до будь-яких інших станів у певний визначений час (тобто так звана статична стійкість) і неперервність розвитку екосистеми (тобто так звана динамічна стійкість). Поняття стійкості екосистеми тісно пов'язане з її здатністю повертатися у стан рівноваги після того, як припиняється дія зовнішніх негативних впливів, які вивели екосистему зі стану рівноваги, а також з поняттям стабільності [22, с. 47; 23, с. 100].

Звичайно, найбільш стійкими є великі екосистеми. У той час найбільшою стійкістю із них володіє біосфера, тоді як молоді екосистеми порівняно із біосферою є нестійкими, так як у великих екосистемах створюється саморегулюючий гомеостаз за рахунок взаємодії кругообігу речовин і потоків енергії, тобто природа наслідує принцип «змінюватися, щоб зберігатися», і в процесі еволюції матерії виникли різні механізми стійкості [22, с. 47; 24, с. 5].

У залежності від механізму розвитку і типу втрати стійкості екосистеми можна виділити такі типи криз [22, с. 47; 25, с. 149]:

9. критична ситуація;
10. власна криза;
11. катастрофа.

Критична ситуація представляє собою механізми адаптивного розвитку екосистеми, власна криза – нежорстку втрату стійкості екосистеми, а катастрофа – відповідно, жорстку втрату стійкості екосистеми. Стійкість екосистеми до тих чи інших негативних чинників зовнішнього середовища визначається її здатністю протистояти подібному впливові й зберігати при цьому своє нормальне функціонування [22, с. 47,48].

Для оцінки стійкості екосистеми стосовно природних криз та різних антропогенних порушень є доцільним застосовувати поняття екологічного резерву екосистеми. Екологічний резерв екосистеми є різницею між гранично допустимим відхиленням і фактичним станом екосистеми, яка вказує на розмірність тієї буферної зони, в межах якої є можливими зміни, що не здатні руйнувати екосистему [22, с. 48; 26, с. 28].

Станом на сьогодні методи стосовно оцінки екологічного резерву різних екосистем поки що відсутні. Натомість у багатьох випадках екологічний резерв екосистем оцінюють інтуїтивно, тобто «на око» [22, с. 48; 26, с. 28].

Стосовно різних типів стійкості, стійкість буває резистентною та пружною [24, с. 150; 27, с. 88].

Резистентна стійкість (або стабільність) – це здатність екосистеми залишатися у відносно стійкому (тобто рівноважному) стані при дії різних зовнішніх факторів [24, с. 150; 27, с. 88].

Пружна стійкість (або власне стійкість) – це здатність екосистеми швидко відновлюватися після завершення дії зовнішніх чинників [24, с. 150; 27, с. 88].

Слід зауважити, що пружна і резистентна стійкості екосистем взаємовиключають одна одну, тобто та чи інша екосистема зазвичай не може розвивати два види стійкості одночасно. Таким чином, резистентна і пружна стійкість екосистем є зовсім різними властивостями екосистем [24, с. 150; 27, с. 88].

У відповідності до цього чим більший опір екосистема чинить відносно впливу зовнішніх факторів, тим важче цей опір порушити, але якщо подібний

опір вдалося порушити і екосистема вийшла зі стану рівноваги, то у цьому випадку екосистему досить важко вдається повернути у вихідний стан. Тобто чим вищою є пружна стійкість екосистеми, тим нижчою є резистентна стійкість екосистеми [24, с. 150; 27, с. 88].

А. О. Бояр у роботі [26] зазначає, що досить значну роль у стійкості екосистем усіх рівнів відіграє біота. При цьому стійкий стан рівноваги екосистем на фізико-хімічному рівні досягається при реалізації принципу Ле Шательє, який полягає у тому, що зростання концентрації різних неорганічних речовин у навколишньому середовищі компенсується їхнім переведенням у малоактивні органічні форми за участю біоти (тобто сукупності усіх біологічних організмів), а через розкладання органічних речовин біота у разі необхідності збільшує концентрацію неорганічних речовин у навколишньому середовищі, змінюючи при цьому розмірності біогеохімічних колообігів.

Звичайно, виконання принципу Ле Шательє, тобто компенсація збурень біоти і навколишнього середовища є можливим лише до певного порогового значення рівня збурення [26, с. 29].

Отже, стійкість екосистем загалом визначається як здатність природного середовища зберігати свою структуру, а також характер свого функціонування у просторі й часі при зміні умов. При цьому стійкість екосистем визначає такий головний фактор, як біота, що має вагомий вплив на колообіг речовин у природі.

1. Вплив міської забудови, інфраструктури та транспорту на стійкість урбоекосистем

Станом на наші дні сучасні темпи урбанізації мають дещо негативний вплив на екологічний стан міст, які самі по собі є територією зі значно

зміненими природними умовами. Міське середовище характеризується своєрідними екологічними факторами, а також специфічними техногенними впливами, які призводять до більш значної трансформації екологічного стану довкілля [28, с. 37; 29, с. 2; 30, с. 162].

Міста загалом визначаються особливим температурним режимом, що зумовлений надходженням антропогенного тепла. До того ж промислові підприємства й транспорт додатково змінюють хімічний склад повітря у напрямку зменшення концентрації кисню і збільшення концентрації вуглекислого газу, що спричиняє розвиток парникового ефекту [28, с. 37; 31, с. 25; 32, с. 102].

Також в умовах міського середовища спостерігається нівелювання вітрів, а також посилення турбулентності повітряних потоків, що пов'язано з орографічними нерівностями й планувальними особливостями міської забудови. Окрім цього у містах спостерігається більша у порівнянні з природними біоценозами запиленість та задимленість атмосфери, у зв'язку з чим зменшується концентрація короткохвильового ультрафіолету, що є необхідним для життєдіяльності рослин [28, с. 37].

У містах доволі сильної екологічної трансформації зазнають ґрунти, які часто виявляються похованими під шарами насипного ґрунту з домішками будівельного сміття. Крім того, наявність асфальтованого покриття у містах дещо негативно впливає на температурний режим, повітряний і водний обмін ґрунтів, а також на стан ґрунтової мікрофлори й мезофауни, і внаслідок цього – на стан рослинності [28, с. 37,38].

І. Д. Григорчук, О. М. Оптасюк та С. В. Оптасюк у роботі [33] стверджують, що урбанізація є однією з причин збільшення антропогенного навантаження на довкілля. Міське середовище через високу концентрацію населення і виробництв піддається різним екологічним впливам, що чинять негативний ефект на біотичні угруповання.

При цьому негативний вплив на живі організми у містах відбувається через різні види забруднення атмосферного, водного і ґрунтового середовища.

Забруднення ґрунтів різними техногенними інгредієнтами негативно позначається на їхніх властивостях, у тому числі й на здатності акумулювати й утримувати певні максимальні запаси продуктивної вологи, у зв'язку з чим погіршується стан рослинності в урбоекосистемах [33, с. 64].

Отже, міста є територіями зі значно зміненими природними умовами, які характеризуються своєрідними екологічними факторами, що включають в себе особливий температурний режим, фізико-хімічний склад повітря, а також повітряно-водний обмін ґрунтів. Додатковий негативний вплив на стійкість урбоекосистем спричиняють міські забудови, інфраструктури й транспорт, які випромінюють антропогенне тепло, а також змінюють хімічний склад повітря у напрямку зменшення концентрації кисню і збільшення концентрації вуглекислого газу, внаслідок чого розвивається парниковий ефект.

Висновки до розділу 1

Концепція сталого розвитку представляє собою покращення якості життя суспільства при одночасному збереженні сталості екосистем, що включає в себе соціальний, економічний та екологічний аспекти. Ця концепція насамперед передбачає покращення стану навколишнього середовища, у зв'язку з чим вона має вагоме значення для збереження екосистем.

Стійкість екосистем загалом визначається як здатність природного середовища зберігати свою структуру, а також характер свого функціонування у просторі й часі при зміні умов. При цьому стійкість екосистем визначає такий головний фактор, як біота, що має вагомий вплив на колообіг речовин у природі.

Міста є територіями зі значно зміненими природними умовами, які характеризуються своєрідними екологічними факторами, що включають в себе особливий температурний режим, фізико-хімічний склад повітря, а також повітряно-водний обмін ґрунтів. Додатковий негативний вплив на стійкість урбоекосистем спричиняють міські забудови, інфраструктури й транспорт, які

випромінюють антропогенне тепло, а також змінюють хімічний склад повітря у напрямку зменшення концентрації кисню і збільшення концентрації вуглекислого газу, внаслідок чого розвивається парниковий ефект.

РОЗДІЛ 2

АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ЕКОСИСТЕМ

1. Визначення основних загроз та викликів, що ставлять під загрозу стійкість екосистем

У сучасних умовах інтенсивне забруднення навколишнього середовища і порушення рівноваги в екосистемах суттєво впливають на стан національної безпеки і, на жаль, цьому досить важко протидіяти. Екологічна складова національної безпеки належить до комплексної проблеми і стосується у першу чергу економіки країни, а також її соціальної сфери [34, с. 226].

Н. В. Зіновчук у роботі [35] для вивчення безпеки пропонує застосовувати класифікацію її антиподу – небезпеки, тобто різних видів загроз (реальних і потенційних), які виникали, виникають або ж можуть виникнути у майбутньому. Такі загрози можуть виникати як від катастрофічних наслідків дії самої природи, так і від антропогенної діяльності. Процеси, у яких розгортаються загрози, називаються надзвичайними ситуаціями.

Вважається, що надзвичайні ситуації зумовлюються аварією, катастрофами, стихійним лихом, епідемією, пожежею, а також застосуванням різних засобів ураження. Загалом надзвичайні ситуації можна розглядати не лише як процес, але й як особливий стан екології і характеризувати його за різними ознаками, а також за критеріями визначення їхнього рівня й індексів розвитку [35, с. 184].

Характеризуючи сучасний стан екології сільського господарства в Україні, можна стверджувати, що у цьому випадку відбувається значне посилення процесів забруднення, виснаження й деградації земель, а саме зниження вмісту гумусу, ущільнення ґрунтів, а також підвищення в них вмісту різних важких металів. Типовими явищами стають несприятливі зміни гідрологічного режиму, які призводять до різних наслідків, починаючи від підтоплення й засолення ґрунтів і закінчуючи поширенням різних хвороб тварин і птахів внаслідок введення до їхнього раціону різних біологічних добавок на прикладі стероїдів чи інших гормональних препаратів, які стимулюють збільшення маси тіла [35, с. 184,185; 36, с. 186].

Щодо вмісту гумусу у ґрунтах України, наразі ґрунти України характеризуються, як правило, середнім (2–3%) та підвищеним (3–4%) вмістом гумусу, і їхня площа становить 16,4 млн га. Натомість в Україні є багато

областей, що характеризуються ґрунтами із низьким (1–2%) та дуже низьким (менш ніж 1%) вмістом гумусу, і це в основному ґрунти піщаного та супіщаного гранулометричного складу у наступних областях України [37, с. 39]:

12. Волинська (87 %);
13. Житомирська (61,4%);
14. Чернігівська (47,1%);
15. Рівненська (44,9%).

Також ґрунти України щороку зазнають різних ерозійних процесів, і при цьому площа сільськогосподарських земель України, що зазнають впливу водної ерозії, складає 13,4 млн га, у тому числі 10,6 млн га орних земель, 6 млн га земель, які зазнають вітрової ерозії, а також 20 млн га земель, які зазнають ерозії за наявності катастрофічних пилових бурь. Загалом в Україні щороку внаслідок ерозії втрачається до 500 млн т ґрунту, із них разом з продуктами ерозії з ґрунту виноситься до 24 млн т гумусу, 0,96 млн т азоту, 0,68 млн т фосфору, а також 9,40 млн т калію, що є більшим, ніж вноситься у ґрунт із добривами [37, с. 39].

Ще однією екологічною проблемою в Україні є підвищення кислотності ґрунтів. Так, ґрунти з надлишковою кислотністю, яка погано впливає на ріст і нормальний розвиток різних сільськогосподарських культур, є значно поширеними на Поліссі, а також у Прикарпатті, гірських Карпатах, Закарпатті й на півночі Лісостепу (рис. 2.1) [37, с. 39].

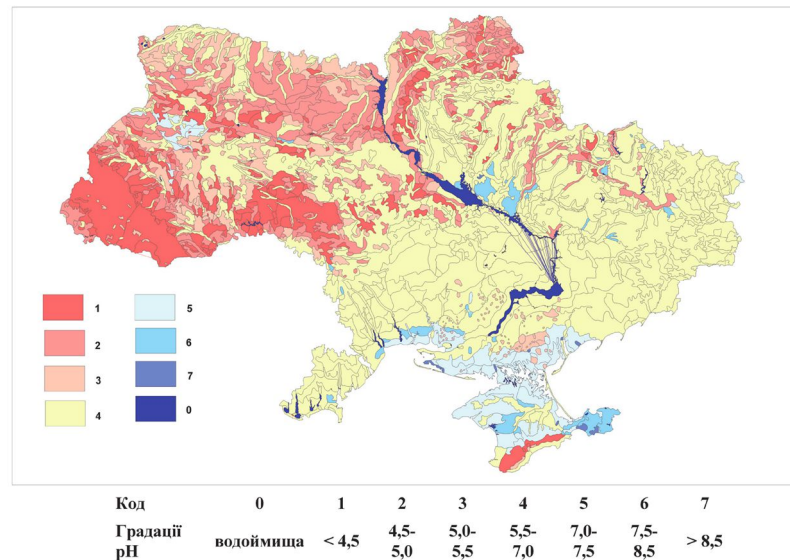


Рис. 2.1. Поширеність кислих ґрунтів на території України [37, с. 41]

Згідно з даними Державного агентства земельних ресурсів України, кислі ґрунти в Україні займають площу близько 5,5 млн га, у тому числі [37, с. 39]:

16. сильнокислі ($\text{pH} < 4,5$) – 0,64 млн га;
17. середньокислі ($4,5 < \text{pH} < 5,0$) – 1,37 млн га;
18. слабкокислі ($5,0 < \text{pH} < 5,5$) – 3,45 млн га.

Наразі в Україні під пасовищами, сіножатями й іншими природними угіддями зайнято близько 4 млн га кислих ґрунтів. Згідно з даними держустанови «Центрдержродючість», площа кислих ґрунтів на території України становить близько 8,5 млн га, і за впливу незбалансованих систем землеробства й техногенних викидів також відбувається процес вторинного закислення ґрунтів, що проявляється у нейтральних чорноземах типових [37, с. 39].

При цьому в зоні Лісостепу кислі ґрунти складають площу 1,8 млн га, із них 29% знаходиться на території Вінницької області, 18% – на території Черкаської області, і 12% – на території Сумської області. До того ж щороку відбувається інтенсивний приріст площ кислих ґрунтів на всій території України, що складає 1–14% [37, с. 39].

Окрім закислення ґрунтів на території України відбувається також їхнє підлужнення, особливо на півдні України. При цьому у зоні Степу виявлено 4,7 млн га підлужнених ґрунтів, що становить близько 48% усіх орних земель, і серед них сильно- та середньолужні ґрунти займають площу 2,3 млн га, які в Одеській та Луганській областях займають найбільшу площу – по 659 тис. га [37, с. 39].

Також в Україні через інтенсивну механічну обробку ґрунтів відбувається їхня фізична деградація, що зокрема проявляється у зниженні вмісту органічних речовин, а також порушенні структури верхнього шару, формуванні брил після оранки, а також переущільненні глибоких шарів ґрунту. При цьому небезпека щодо переущільнення ґрунтів існує для глинистих ґрунтів із низькою рівноважною щільністю та вологістю, що дорівнює чи є вищою за вологість, яка характеризує фізичну спільність ґрунтів, а це близько 22 млн га орних земель майже на усій території України за виключенням зони Полісся, а також зони входження річки Дніпро у Чорне море (рис. 2.2) [37, с. 39,40].

У той час небезпека щодо переущільнення ґрунтів практично відсутня по відношенню до ґрунтів легкого гранулометричного складу із високою вихідною щільністю та зниженою вологістю (див. рис. 2.2) [37, с. 40].

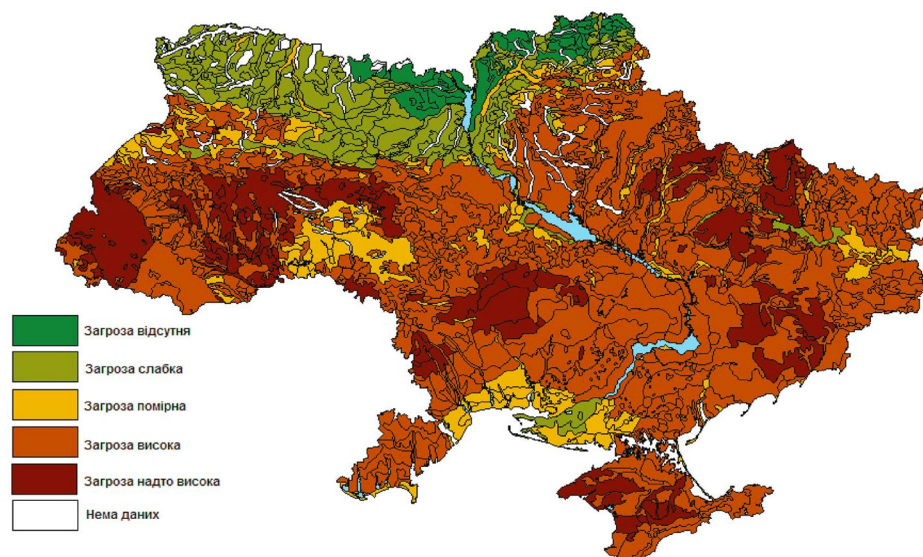


Рис. 2.2. Загрози щодо переущільнення ґрунтів на території України [37, с.41]

Також в Україні існує проблема щодо засолення й осолонцювання ґрунтів. При цьому засолені ґрунти на території України займають відносно невелику площу – 1,92 млн га, і з них згідно даних Державного земельного кадастру [37, с. 40]:

19. 1,71 млн га перебувають у сільськогосподарському використанні:
20. рілля – 848,2 тис. га;
21. сіножаті – 325,7 тис. га;
22. пасовища – 526,1 тис. га;
23. багаторічні насадження – 10,0 тис. га.

Серед усіх засолених ґрунтів в Україні [37, с. 40]:

24. слабкозасолені займають площу 1336,6 тис. га;
25. середньозасолені – 224,3 тис. га;
26. сильнозасолені – 116,3 тис. га;
27. солончаки – 32,8 тис. га.

При цьому зрошувані землі на території України займають площу близько 350 тис. га на засолених ґрунтах, і з них 70–100 тис. га – на вторинно засолених ґрунтах [37, с. 40].

Площа солонцевих ґрунтів на території України складає близько 2,8 млн га, і це переважно в межах зони Степу, 2/3 з яких розорюється, а ще близько 0,8 млн. га – зрошується. Солонці зазвичай залягають окремими ділянками різної площі й конфігурації серед основних зональних ґрунтів, утворюючи різні комплекси й сполучення з різною часткою вмісту, що знижує продуктивність усієї земельної ділянки, і кількість таких ділянок на території України становить в основному 10–20% від загальної площі, а в деяких місцях – навіть більш ніж 50%, і в цих місцях землі не розорюються [37, с. 40].

Також в Україні має місце аеротехногенне, вуглеводневе, пестицидне й радіоактивне забруднення ґрунтів. Стосовно аеротехногенного забруднення ґрунтів, воно відбувається за участю газопилових викидів різних промислових

підприємств, автотранспорту, а також об'єктів теплоенергетики і житлово-комунальної сфери, які містять у собі різні шкідливі хімічні елементи на прикладі свинцю, цинку та ін. [37, с. 40].

Так, вміст свинцю у ґрунтах десятиметрової пришляхової смуги у різних містах зазвичай перевищує фонові показники у 2–7 разів, а в окремих випадках – навіть на один-два порядки. Загалом на всій території України ґрунти найбільше забруднені свинцем і цинком, менше – кадмієм, марганцем та міддю [37, с. 40].

Щодо вуглеводневого забруднення ґрунтів, різні нафтопродукти (зокрема бензин, гас і дизпаливо) не здатні затримуватися ґрунтом і безперешкодно мігрують до ґрунтових вод. Звичайно, з кожним роком проблема щодо забруднення ґрунтів України нафтою і різними нафтопродуктами при їхньому транспортуванні та при проведенні бурових робіт ускладнюється, і при видобуванні 1 т нафти відбувається руйнування і забруднення 1–1,3 м³ ґрунту [37, с. 40].

Стосовно забруднення ґрунтів України залишками пестицидів, наразі із використанням більш безпечних хімічних засобів для захисту рослин спостерігається тенденція щодо зменшення забруднення ґрунтів пестицидами, і при цьому площа ґрунтів із вмістом пестицидів, що перевищує гранично допустимі концентрації, становить менш ніж 1%. Наприклад, на території Чернігівської області біля 350 складів отрутохімікатів площа ґрунтів, що забруднені пестицидами, складає близько 51% [37, с. 42].

Щодо радіоактивного забруднення ґрунтів України, раніше забруднення цезієм-137 на рівні більш ніж 37 кБк/м² було поширене серед сільськогосподарських угідь на 462 тис. га, з яких 346 тис. га займали орні землі. При цьому найбільші площі сільськогосподарських угідь, які були забруднені цезієм-137, займали територію таких областей [37, с. 42]:

28. Житомирська – 156 тис. га;
29. Черкаська – 76 тис. га;
30. Рівненська – 52 тис. га;

31. Чернігівська – 52 тис. га;
32. Вінницька – 50 тис. га;
33. Київська – 34 тис. га.

Звичайно, ступінь забруднення сільськогосподарської продукції різними радіоактивними елементами залежить від фізичного складу ґрунтів, і найбільш небезпечними у цьому плані є торфовоглейові та торфовоболотні ґрунти на Поліссі, на яких у рослини переходить у 10 разів більше цезію-137, ніж на мінеральних ґрунтах. Також у зоні Полісся розташовуються інші найбільш «вразливі» ґрунти, зокрема дерново-підзолисті легкого гранулометричного складу (тобто піщані та супіщані), які за умови недостатнього забезпечення добривами із високим вмістом калію та кальцію поживними речовинами, зокрема калієм та кальцієм, спричиняють більш активний перехід радіонуклідів із ґрунту у рослини [37, с. 42].

При цьому забруднення ґрунтів стронцієм-90 на різних сільськогосподарських угіддях України спостерігалось у більших масштабах, ніж цезієм. Наприклад, забруднення стронцієм-90 на рівні 0,74–5,55 кБк/м² було поширене серед сільськогосподарських угідь на 4,6 млн га, і вони займали територію Київської, Черкаської, Вінницької та Чернігівської областей [37, с. 42].

Станом на зараз ситуація щодо забруднення ґрунтів України різними радіонуклідами покращилася за рахунок таких елементів [37, с. 42]:

34. природні автореабілітаційні процеси (радіоактивний розпад, а також фіксація і перерозподіл радіонуклідів у ґрунті);
35. проведення комплексу різних контрзаходів, що спрямовані на посилення біогеохімічних бар'єрів задля блокування міграції радіонуклідів у ґрунтах;
36. посилений радіоекологічний моніторинг ґрунтів і сільськогосподарської продукції.

Звичайно, через вищезазначені процеси якість сільськогосподарської продукції погіршується, а природно-ресурсний потенціал аграрного виробництва у державі втрачає свої відновлювальні й відтворювальні можливості. У сільському господарстві головними об'єктами забруднення навколишнього середовища є земельні, водні та лісові ресурси, а також атмосферне повітря [35, с. 185].

До основних забруднюючих речовин, які негативно впливають на сільськогосподарське виробництво, відносяться сполуки сірки, хлору, фтору і азоту, а також оксид вуглецю, важкі метали й різні радіоактивні елементи. Загалом негативний вплив на сільське господарство у цілому справляють підприємства таких промислових галузей, як видобувна, нафтопереробна, металургійна і хімічна промисловість, а також різні види транспорту [35, с. 185].

Промислові підприємства здійснюють негативний вплив на агросистеми через викидання забруднюючих речовин безпосередньо в атмосферне повітря, а також скидання забруднених стічних вод у різні поверхневі водні об'єкти і розміщення токсичних відходів виробництва на своїх територіях чи спеціально організованих сховищах й полігонах. Відповідно до цього у процесі біологічного колообігу разом з повітрям, поверхневими і підземними водами, а також через харчові ланцюги відбувається надходження різних забруднюючих речовин до екосистем, а також зокрема до агросистем [35, с. 185].

Загалом вищезазначені явища прийнято називати екологічними проблемами. Однак насправді такі явища є загрозами [35, с. 185].

Згідно з існуючою класифікацією виділяють такі типи загроз [35, с. 185]:

37. реальні загрози;
38. потенційні загрози;
39. загрози, які мають відкритий і потайний (або таємний) характер.

Реальною є така загроза, що вже існує чи виникне найближчим часом. Потенційна загроза може виникнути у перспективі у випадку, якщо розвиток

тих чи інших подій буде несприятливим і за деяких умов можуть відбутися надзвичайні ситуації [35, с. 185].

У відповідності до цього виникає проблема щодо ідентифікації вихідних умов, за яких загрози, що виникають при сільськогосподарській та іншій господарській діяльності, є потенційними чи стануть реальними і призведуть до різних надзвичайних ситуацій. Для обґрунтування концептуального підходу до ідентифікації екологічних загроз, які відносяться до аграрного землекористування, можна розглянути процес використання пестицидів і різних мінеральних добрив у сільському господарстві [35, с. 185; 38, с. 230].

Наразі серед пестицидів найбільш поширеними є фосфор- і хлорорганічні препарати, карбамати, препарати на основі міді, гербіциди, гетероциклічні препарати, а також препарати, які містять нітро- і галогенопохідні фенолу. Для оцінки небезпеки пестицидів та інших хімікатів їх класифікують за ступенем небезпечності, а також поділяють при цьому на 7 різних класів [35, с. 185,186].

Пестициди 1–2-го класів є надзвичайно небезпечними і внаслідок цього взагалі не використовуються у сільськогосподарському виробництві в Україні у той час, як пестициди 3-го класу є власне небезпечними, пестициди 4–5-го класів – помірно небезпечними, а пестициди 6–7-го класів – відповідно, малонебезпечними. Таким чином, безпечних пестицидів не буває [35, с. 186].

Звичайно, застосування будь-яких пестицидів буде зумовлювати той чи інший ступінь хімічного забруднення навколишнього середовища. Небезпека щодо застосування пестицидів зумовлюється їхньою високою токсичністю, кумулятивною дією і стійкістю у навколишньому середовищі, а також здатністю забруднювати різні екосистеми та агросистеми, змінюючи біологічні цикли в них і негативно впливаючи на біоту загалом, у тому числі і на організм людини внаслідок їхнього потрапляння крізь різні харчові ланцюги [35, с. 186].

Екологічна небезпечність пестицидів оцінюється з огляду на їхній вплив на такі складники екосистеми [35, с. 186]:

1. живі організми (при цьому величину гранично допустимих концентрацій того чи іншого пестициду розраховують на основі критерію його отруйності, при якому кількість препарату, який надходить в організм того чи іншого біологічного виду, викликає загибель 50% всіх отруєних організмів);
2. агроландшафти (на основі таких параметрів, як ступінь небезпеки пестициду, його кількісне навантаження на певну одиницю площі й інтенсивність розпаду препарату, встановлюють норматив стосовно кількості та асортименту пестицидів, що має відповідати тому чи іншому індексові самоочищення ландшафтів);
3. агросистеми (їх аналізують за такими показниками, як середньозважений ступінь небезпеки асортименту пестицидів, супінь навантаження тих чи інших пестицидів на певну одиницю території, вірогідність забруднення агроландшафту, а також потенційний ризик використання препарату).

Слід зазначити, що у практичному сенсі контроль щодо впливу пестицидів на різні організми й об'єкти довкілля не здійснюється. У цьому випадку можна стверджувати, що різні екологічні загрози, які виникають у процесі застосування пестицидів, є специфічними, і до того ж такі загрози є одночасно потенційними і реальними, тобто вони існують постійно [35, с. 186].

Звичайно, у будь-який момент на певній земельній ділянці може відбутися перевищення гранично допустимих концентрацій того чи іншого пестициду або ж рівень пестицидного навантаження може досягти кризового рівня (тобто 5–7 кг речовини на 1 га ділянки) чи катастрофічного рівня (тобто більш ніж 7 кг речовини на 1 га ділянки). Відповідно до цього подібні загрози є прихованими, так як не існує інформації стосовно кількості й асортименту пестицидів, які активно застосовувалися на тих чи інших земельних ділянках протягом хоча би останніх 50-ти років [35, с. 186,187].

Стосовно визначення загроз та викликів по відношенню до екосистем урбанізованих територій на кшталт міст, спочатку оцінюють їхній стан за такими методами [39, с. 53,54; 40, с. 7]:

4. власне територіальне дослідження, що базується на зборі інформації про різні природні об'єкти, ландшафти і ресурси, які знаходяться на території міста, з використанням різних геоінформаційних систем, а також методів дистанційного зондування землі;
5. моніторинг екологічного стану території, що полягає у постійному спостереженні за станом довкілля території міста і дозволяє виявляти різні негативні впливи на довкілля, а також розробляти шляхи для їхнього запобігання, з використанням датчиків, за допомогою яких можна вимірювати різні параметри довкілля (наприклад, рівень шуму, якість повітря, а також рівень забруднення води та ґрунтів);
6. соціологічні дослідження, що включають в себе дослідження думок і поглядів жителів міста стосовно проблем довкілля і способів їхнього вирішення, і при цьому можуть бути проведеними за допомогою анкетування, опитування й інтерв'ю з мешканцями міста;
7. експертиза проєктів, що полягає у визначенні впливу будь-якого розроблюваного проєкту на довкілля міських територій.

Серед основних категорій екології урбоекосистем, які досліджуються, можна виділити наступні [39, с. 54,55; 41, с. 52]:

8. міський ландшафт, у якому досліджується взаємодія між різними міськими елементами і природним ландшафтом, що включає дослідження архітектури, зонування, екосистем, водних ресурсів та інших компонентів міського ландшафту;
9. екологія міських транспортних систем, що вивчає вплив транспорту на довкілля за такими показниками, як шум, забруднення повітря, використання енергії, технічний розвиток міських транспортних систем, а також залежність розвитку самого міста від транспорту;

10. екологія міських водойм, що вивчає взаємодію між водоймами міста і природними екосистемами, а також вплив антропогенної діяльності на якість води і здоров'я жителів міст;
11. екологія лісів і парків міста, що досліджує взаємодію між зеленими зонами і природними екосистемами міста, а також визначає вплив на здоров'я жителів міста, рекреаційну діяльність та інші аспекти;
12. екологічний дизайн міст, що описує принципи і методи проектування міських просторів з метою забезпечення максимально можливого екологічного благополуччя для жителів міст.

Для оцінки екологічного стану урбоекосистем найчастіше користуються таким терміном, як екологічний слід. Екологічний слід (або екологічний відбиток) – це показник, що відображає площу землі та водних ресурсів, яка є необхідною для задоволення однією людиною чи нацією власних потреб [39, с. 56].

Екологічний відбиток також являє собою оцінку впливу людини на навколишнє середовище, що включає в себе як споживання тих чи інших ресурсів, так і викиди в атмосферу різних шкідливих речовин, а також відходи. Визначення екологічного сліду допомагає зрозуміти, наскільки екологічно стійким є спосіб життя людини або економічна система країни [39, с. 56].

У випадку, якщо екологічний слід перевищує здатність навколишнього середовища відновлюватися, то це може призвести до екологічної кризи, такої, як зменшення біорізноманіття, забруднення повітря й води, зменшення запасів природних ресурсів, зміна клімату тощо. Зменшення екологічного сліду можна досягнути шляхом прийняття екологічно обґрунтованих рішень щодо споживання ресурсів, енергетичної ефективності, розвитку відновлюваної енергетики, а також зменшення викидів шкідливих речовин і відходів, і такі заходи можуть допомогти зберегти природні ресурси і зменшити при цьому негативний вплив людини на довкілля [39, с. 56].

Також для оцінки екологічного стану урбоекосистем використовують поняття «біорізноманіття» як різноманітність живих організмів, що

знаходяться у середовищі міста. Біорізноманіття (тобто біологічне різноманіття) – це різноманіття життя на Землі, яке охоплює всі види живих організмів, їх генетичну різноманітність та екосистеми, в яких вони проживають [39, с. 56; 42, с. 22; 43, с. 1].

Біорізноманіття є важливим елементом здорового і стійкого довкілля, так як забезпечує здатність екосистем до саморегулювання і відновлення після змін. Біологічне різноманіття є важливим для людства, оскільки воно забезпечує різноманітність їжі, медикаментів, сировини для промисловості й інших ресурсів, що використовуються людьми [39, с. 56].

Крім того, біорізноманіття відіграє важливу роль у збереженні здоров'я і благополуччя людей, так як екосистеми забезпечують такі корисні послуги, як очищення повітря й води, зменшення ризику повеней, а також забруднення ґрунтів. Зменшення біорізноманіття може мати негативні наслідки як для самого людства, так і для всієї планетарної екосистеми [39, с. 56].

Головними причинами зменшення біорізноманіття є знищення природних середовищ, забруднення довкілля, використання пестицидів й інших хімічних речовин, а також зміна клімату та інші фактори. Збереження і відновлення біорізноманіття є важливою задачею сучасного світу і вимагає комплексного підходу, включаючи прийняття екологічно обґрунтованих рішень та заходів для збереження і відновлення екосистем та їхніх функцій [39, с. 56,57; 44, с. 59; 45, с. 265; 46, с. 58].

Забруднення навколишнього середовища і погіршення екологічного стану на території України є одним з основних негативних факторів, що значно впливають на стан людини у сучасному суспільстві і виникають за впливу так званої справжньої урбанізації. Справжня урбанізація – це процес, який полягає у зростанні населення міст і міських територій, який відбувається на підставі економічних, соціальних і культурних змін у суспільстві [39, с. 58].

Звичайно, справжня урбанізація відбувається у багатьох країнах світу, де населення з сільських територій переїжджає до міст, щоби знайти роботу і покращити свої життєві умови. Справжня урбанізація може бути позитивним

чинником для розвитку суспільства, так як вона може забезпечувати більші можливості для економічного розвитку, покращення життєвих умов населення, а також збільшення доступу до освіти, охорони здоров'я та інших ресурсів [39, с. 58].

Проте справжня урбанізація може також призводити до проблем, таких, як, наприклад, надмірне забруднення повітря і води, затори на дорогах, недостатність доступного житла для мешканців, збільшення екологічного тиску на природні екосистеми тощо. Таким чином, врахування різних наслідків справжньої урбанізації і розробка стратегій для забезпечення сталого розвитку міст і міських територій, що будуть забезпечувати як економічні, так і соціальні користі при одночасному збереженні біорізноманітності та екологічної стійкості, є досить важливим наразі [39, с. 58].

Отже, по відношенню до агросистем головними загрозами і викликами, що порушують стійкість екосистем, є застосування пестицидів у сільському господарстві, а також розташування поблизу сільськогосподарських угідь різних промислових підприємств і використання різних видів транспорту. По відношенню до урбоекосистем головними загрозами і викликами, що порушують стійкість екосистем, є, наприклад, надмірне забруднення повітря і води, а також збільшення екологічного тиску на природні екосистеми і внаслідок цього зменшення біорізноманіття.

1. Практика успішного збереження та відновлення стійкості екосистем на практиці: досвід Польщі

У Польщі успішне збереження і відновлення стійкості екосистем впроваджується ще на етапі навчання у школі у вигляді особливих програм екологічного спрямування. Важливість екологічної освіти і виховання населення, зокрема учнів, визначається потребами розвинутого суспільства, у якому збереження і відновлення природного середовища, яке є сприятливим для здоров'я і життя людей, є актуальною станом на сьогодні [47, с. 169,170].

Формування у кожного школяра бережливого ставлення до природного середовища здійснюється у процесі ідейно-політичного, трудового, морального, естетичного та фізичного виховання. Кожний із цих напрямків виховання сприяє формуванню у кожного учня усвідомлення щодо необхідності дбати про природу, а також допомагає виробляти у кожного учня прагнення щодо поліпшення і збагачення самої природи [47, с. 170].

Акумуляція і використання кращих надбань педагогічної спадщини екологічного виховання юних мешканців зарубіжних країн може стати доволі вагомим внеском у підвищенні ефективності можливого вирішення проблем сучасної екологічної освіти України. Звичайно, Польща є однією з таких країн, для якої екологічне виховання є пріоритетним на рівні держави і яка є відомою за бережливим ставленням суспільства до навколишнього середовища, а також високою екологічною культурою особистості [47, с. 170].

В умовах освітніх перетворень у нашій державі досвід Польщі представляє особливий інтерес, так як ця держава є однією з найбільш близьких до нас за географічним положенням, культурою, багатовіковими історичними зв'язками, а також слов'янським менталітетом. Завдяки співробітництву між Україною та Польщею у царині педагогічної науки і практики станом на наші дні досвід Польщі є доступним, активно вивчається і вже сьогодні представлений значним науковим доробком [47, с. 170].

Для того, щоб учні оволоділи екологічними знаннями, виховання турботи про природу в них здійснюється на уроках з різних дисциплін, а також при цьому практикуються різні пізнавальні завдання екологічного змісту. Користь цих завдань полягає в тому, що вони окрім пізнавальних здібностей дитини також розвивають її прагнення до практичного застосування цих знань по відношенню до природного середовища своєї місцевості [47, с. 171].

Звичайно, у Польщі є всі можливості для здійснення повноцінного екологічного виховання молодих представників покоління. Головним завданням на кожному етапі навчання є формування навичок раціонального функціонування людини у природному середовищі і в суспільстві [47, с. 171].

Важливим етапом у безперервному ланцюзі екологічного виховання у Польщі є шкільний етап, що припадає на період становлення особистості, коли у кожного учня формується уява про взаємозв'язок природних явищ, а також розвивається екологічне мислення. У сучасних польських школах запропоновані різні навчально-виховні шляхи, які мають бути реалізованими у першу чергу на заняттях з природи (це I-II класи початкової школи й IV-VI класи середньої школи), а також на уроках біології, географії, фізики та хімії (це, відповідно, I-III класи гімназії) [47, с. 171].

При опрацюванні шкільних навчальних планів для IV-VI класів середньої школи й I-III класів гімназії у Польщі можна відзначити, що такий предмет, як Екологія, відсутній, а є лише навчальна дисципліна Природознавство, що у польських гімназіях диференціюється на такі навчальні дисципліни, як Біологія, Географія, Хімія і Фізика. Тому таку дисципліну, як Екологія, польські учні, як правило, вивчають у позаурочний час, а саме на спеціальних шкільних екологічних гуртках (до таких, наприклад, відноситься гурток Любителів охорони природи) [47, с. 171].

Пріоритетними завданнями екологічної освіти як у початковій, так і у середній школах і гімназіях Польщі є зосередження уваги на таких моментах [47, с. 171]:

13. вивчення методів і способів захисту навколишнього середовища;
14. формування навичок стосовно спостереження різних явищ в екосистемах;
15. передбачення й оцінка тих чи інших наслідків природних явищ, а також антропогенної діяльності на природу;
16. формування у людини емоційного відношення до конкретних явищ та об'єктів навколишнього середовища;
17. формування і зміцнення позитивних переконань і поглядів на певні явища та природні об'єкти.

Таким чином, реалізація завдань екологічної освіти у Польщі заснована на активних методах навчання. Методи і форми роботи, які найчастіше

рекомендують використовувати на різних уроках з екологічною тематикою, є спостереження, обговорення, експеримент, інтерв'ю, проект, презентація, експозиції, відеофільми, «снігова куля», «дерево рішень» та ін. [47, с. 174].

Однак при проведенні різних досліджень у польських навчальних закладах було з'ясовано, що найбільш популярними серед учнів усіх вікових категорій вважається позакласний метод спостереження у живій природі. Звичайно, зміст більшості програм може бути змінений у будь-якому порядку самим вчителем, який може вносити свої власні ідеї та враховувати при цьому самі особливості оточуючого середовища й потреби та можливості учнів [47, с. 174].

Тема і способи реалізації кожної навчальної програми підготовлені так, щоб залучити в екологічне навчання не лише самих учнів, а й також їхніх однолітків та батьків, які у повсякденному житті мають бути співавторами виховного процесу. Звичайно, тематика шкільних програм з Екології має бути продуманою і складеною таким чином, щоб у наступні роки не повторювався той самий зміст цих програм [47, с. 174].

Однак зміст навчальних програм, які окремо розробляються для початкової та середньої шкіл, а також гімназії, можуть бути впорядковані таким чином, що один і той самий елемент змісту може повторюватися декілька разів у наступних класах. Це робиться для того, щоб кожний учень міг розширювати й поглиблювати свої знання і навички відповідно до свого інтелектуального рівня [47, с. 174].

Щодо власне збереження і відновлення стійкості екосистем у Польщі, у цій державі розвинене так зване дорадництво, що передбачає відновлення і розвиток сільських територій. Так, у Польщі станом на зараз функціонують цілі галузі, які сприяють розвитку сільських територій, а саме дорадчі служби, що індукують розвиток малого бізнесу в селі й диверсифікацію сільського господарства, а також допомагають категоризації агросадиб для поліпшення якості туристичних послуг у селі, є залученими в організації презентацій та ярмарків для можливості сільськогосподарських виробників рекламувати й

збувати свою продукцію, сприяють обміну досвідом між селянами і збереженню культури й самобутності села через поширення популярності самих польських сіл [48, с. 4].

Звичайно, у наші часи в Україні дорадництво є не таким розвиненим, як в Польщі. У зв'язку з цим доради Польщі наразі організують навчання працівникам дорадчих організацій в Україні для переймання досвіду і запровадження його у нашій державі [48, с. 61].

Також у Польщі є розвиненою стратегія сталого розвитку сільських територій із проведенням відповідних адміністративно-територіальних реформ. Звичайно, станом на сьогодні на цей досвід також посилається Україна, так як наша держава має багато спільного з Польщею, починаючи культурою і закінчуючи організацією сільськогосподарського виробництва [48, с. 129].

Загалом у Польщі значна увага приділяється розвитку сільського лідерства, а також ініціативі самих селян із врахуванням місцевих ресурсів. Стратегії подальшого розвитку сільських територій Польщі засновані на наявності природних ресурсів, фінансових ресурсів і матеріальних засобів виробництва (тобто формування інфраструктури), людського потенціалу і суспільного капіталу (так званого «обличчя цілої громади»), взаємозв'язків влади і селян, місця та значення різних організацій у формуванні інституційної владної системи у селі, а також багатофункціональності розвитку самої сільської місцевості [48, с. 143].

Звісно, інтегрований і цілісний підхід до села і сільських територій у Польщі сформувався саме після вступу цієї країни до ЄС. При цьому інтегрований підхід є основою стабільного розвитку польських сіл [48, с. 143,144].

Основним принципом державної політики Польщі наразі є те, що частина коштів, отриманих сільськогосподарськими виробниками, спрямовується на розвиток сільських територій. До цього зокрема відноситься сільська інфраструктура (зокрема дороги, комунікації, школи, дитячі садочки

та ін.), екологічні технології з утилізації відходів і відновлення природних ресурсів, а також збереження культурної спадщини і національних традицій [48, с. 146].

Окрім відродження сіл і сільських територій у Польщі поряд з іншими європейськими країнами також на доволі високому рівні діють різні стартап-екосистеми, що є одними із об'єктів інтелектуальної економіки. Стартапи – це інноваційні підприємницькі структури нового покоління, що активно збільшують свій вплив на такі аспекти життя сучасного суспільства, як економіка, комунікації, технології, біомедицина, і навіть екологія [х, с. 56].

Стартап-екосистеми виступають потужними генераторами інноваційних ідей, а створені ними продукти і послуги добре конкурують із продукцією найбільших корпорацій світу. Рівень розвитку стартап-екосистем в Україні є подібним до такого у Польщі, натомість у державі-сусідці розвитку стартап-екосистем приділяється більше уваги [49, с. 56,57; 50, с. 208].

Наприклад, станом на 2019 рік за даними міжнародної агенції Startup Blink Україна знаходилася на 31-му місці світового рейтингу стартап-екосистем, тоді як Польща – на 20-му місці. У той час розвиток стартап-екосистем в Україні та Польщі оцінювали також за іншими показниками, які наведені у табл. 2.1 [49, с. 57].

Таблиця 2.1

Показники розвитку стартап-екосистем в Україні та Польщі у 2019 р. [49, с.

57]

Країна	Рейтинг Startup Blink	Рейтинг Global Innovation Index	Рейтинг Global Competitiveness Index	Рейтинг Doing Business	Education Index	Ranking of National Higher Education Systems
Польща	20	39	37	40	23	31
Україна	31	47	85	71	46	38

Згідно з даними табл. 2.1, за всіма показниками розвитку стартап-екосистем Україна дещо відставала від Польщі у 2019 році, що вказує на те, що нашій державі слід перейняти досвід Польщі для більш активного розвитку

стартап-екосистем, особливо на етапі її повоєнного відновлення. Також розвиток подібних стартапів є необхідним для економічного і соціального зростання, а також розвитку високих технологій в Україні після екологічної та епідемічної кризи, пов'язаної з COVID-19 [49, с. 57; 51, с. 59; 52, с. 48].

У Польщі політика уряду стосовно стимулювання індустрії стартап-екосистем реалізується шляхом створення спеціальних економічних зон зі сприятливими умовами для стартап-компаній та інвесторів, а також розвитком інфраструктури задля підтримки інформаційних технологій. З метою стимулювання інноваційного бізнесу урядом польської республіки був розроблений «План відповідального розвитку» і «Конституція для бізнесу» [49, с. 58].

Ключовою державною структурою у реалізації нової економічної стратегії Польщі став Польський Фонд Розвитку, що був створений ще у 2016 р. на виконання державного «Плану відповідального розвитку». Наразі Польський Фонд Розвитку – це найбільший «фонд фондів» у Центральній та Східній Європі, що консолідує державний і приватний капітал, об'єднуючи при цьому 29 фондів [49, с. 58; 53, с. 37].

Загалом Польща робить системні кроки для розвитку людського капіталу молодих інноваторів, і декілька років тому програмування було введено у середніх школах як обов'язковий предмет для вивчення. Стратегічною метою цього є перетворення польських університетів на потужні інноваційні хаби, навколо яких формуються інформаційно-технологічні кластери [49, с. 58].

До того ж станом на 2016 рік у Польщі для сприяння розбудови інноваційних стартап-екосистем і розвитку існуючих інкубаторів було започатковано Державну програму розвитку підприємств до 2020 р., у рамках якої передбачається фінансова підтримка досліджень і розробок, що діє всередині і за межами інкубаторів протягом 3–4 років [54, с. 83; 55, с. 8].

Стосовно відновлення стійкості екосистем у Польщі, з 2021 року розпочалося відновлення транскордонних українсько-польських техногенних територій Розточчя із використанням фітомеліоративних методів. В умовах

сучасності природні ландшафти транскордонних українсько-польських техногенних територій Розточчя знаходяться на межі стійкого функціонування, а їхнє подальше руйнування може призвести до повної втрати самовідновлюючих біосферних функцій природи, у зв'язку з чим на цих територіях задля зупинки руйнування ландшафтів Розточчя було прийнято висаджувати такі сингенетичні фітомеліоранти, як очерет звичайний (*Phragmites australis*), жовтець їдкий (*Ranunculus acris*), хвощ польовий (*Equisetum arvense*), очеретянка звичайна (*Phalaroides arundinacea*) і верба козяча (*Salix coprea*), які за своїми біологічними особливостями є потужними накопичувачами і перероблювачами різних шкідливих речовин, що містяться у ґрунтах [56, с. 101].

Щодо різних лісових культур, які здатні зростати на порушених ґрунтах, їх наразі використовують для успішної рекультивації техногенних територій Розточчя, що на кордоні між Україною та Польщею. До таких культур зокрема належать дуб звичайний (*Quercus robur*), вільха чорна (*Alnus glutinosa*), осика (*Populus tremula*) і сосна звичайна (*Pinus sylvestris*) [56, с. 104].

У той час на схилах відвалів у межах техногенних територій Розточчя, де лише ініціюються ерозійні процеси, ефективними природними фітомеліорантами є куничник наземний (*Calamagrostis epigeios*), очерет звичайний (*Phragmites australis*) і підбіл звичайний (*Tussilago farfara*). Прибережні зони заповнених водами кар'єрних виїмок, а також підтоплювані суходільні схили потребують фітомеліоративних заходів для припинення водної ерозії шляхом створення смуг з очеретом звичайним (*Phragmites australis*) [56, с. 104].

Для фітооптимізації техногенних ландшафтів Розточчя було створено препарат мікоризації лісопосадкового матеріалу на основі таких видів, як маслюк звичайний (*Suillus luteus*), мухомор червоний (*Amanita muscaria*), трюфель чорний (*Tuber melanosporum*), а також дріжджі виду *Torulopsis candida*. Отриманий мікоризований лісопосадковий матеріал було використано при створенні біогруп на девастрованих ділянках [56, с. 106].

Ці всі методи дають змогу ефективно використати такі три функції мікоризи [56, с. 106]:

18. трофічна (тобто забезпечення рослин якісним живленням і водою);
19. гормонально-інформаційна (тобто регулювання та сприяння плодоношення);
20. комунікаційна (тобто створення складних екосистем), що забезпечить ендоекогенетичну сукцесійну стадію фітомеліорації.

Таким чином, для здійснення фіто- і лісомеліорації техногенних територій Розточчя потрібно здійснити такі першочергові методи [56, с. 106]:

21. розробка нового лісомеліоративного районування на основі оцінювання несприятливих природно-антропогенних явищ;
22. захист, збереження і формування земельних ресурсів шляхом застосування адаптивних лісомеліоративних комплексів;
23. розробка оптимальних екологічних параметрів техногенних ландшафтів, які забезпечать стійкість їхнього функціонування і підвищення використання біокліматичного потенціалу;
24. поступове створення за допомогою захисних лісових насаджень умов для відновлення функцій саморегулювання й самопоновлення у ландшафтів, а також здатності реалізації додаткових можливостей біокліматичного потенціалу;
25. стабілізація водно-ресурсного потенціалу басейнів основних річок, що протікають в межах Розточчя;
26. перехід захисного лісорозведення на селекційно-генетичні й біонанотехнологічні основи створення нових насаджень;
27. підвищення кормового, технічного й екологічного потенціалу вже існуючих лісомеліоративних насаджень, а також тих, що будуть у майбутньому;
28. розробка програми інтродукції лісомеліоративних насаджень для більш ефективного використання інтродукованих порід;

29. розробка ефективних систем лісових насаджень на специфічних техногенних ландшафтах.

Стосовно стійкості урбоекосистем у Польщі, у цій країні станом на зараз визначають так званий індекс міських екосистемних послуг як новий індикатор сталого міського планування і добробуту людей у містах. При цьому, звичайно, враховується насамперед ступінь озеленення міст [57, с. 1; 58, с. 169].

Відповідно до цього стійкість екосистем у польських містах забезпечується за рахунок збільшення кількості зелених насаджень. Індекс міських екосистемних послуг (IUES) розраховується на наступною формулою [57, с. 5]:

$$IUES = \left(\sum ESF * \%UEF \right) + \left(\sum ESW * \%UEW \right) + \left(\sum ESR * \%UER \right) \quad (2.1)$$

де:

ESF – кількість екосистемних послуг, що надаються лісами (ecosystem services provided by forests);

UEF – відсоткове співвідношення лісів на досліджуваній території;

ESW – кількість екосистемних послуг, що надаються водно-болотними угіддями (ecosystem services provided by wetlands);

UEW – відсоткове співвідношення водно-болотних угідь на досліджуваній території;

ESR – кількість екосистемних послуг, що надаються рекреаційними територіями (ecosystem services provided by recreational areas);

UER – відсоткове співвідношення рекреаційних територій на досліджуваній території.

Високі показники індексу міських екосистемних послуг визначають території, які забезпечують найбільшу кількість екосистемних послуг (це зокрема ліси, водно-болотні угіддя, а також різні рекреаційні території на кшталт парків), тому вони є гарним місцем для планування нових житлових масивів у польських містах. У той час низькі показники індексу міських екосистемних послуг спостерігаються власне біля житлових масивів і

вказують на те, що той чи інший мікрорайон необхідно поповнити новими зеленими насадженнями для надання відсутніх екосистемних послуг [57, с. 12].

Також у 2018 році було відновлено екосистему Сважендзького озера із застосуванням вітрового аератора, а також внесенням невеликих доз сульфату заліза та хлориду магнію для інактивації фосфору, у зв'язку з чим було досягнуто, по-перше, зменшення кількості ціанобактерій і збільшення кількості представників іншого фітопланктону, які сприяють відновленню водних екосистем (це зокрема хлорофіти, хризофіти і криптофіти), і, по-друге, завдяки цьому було досягнуто також збільшення прозорості води у Сважендзькому озері. Крім того, із застосуванням подібних методів також було відновлено екосистеми інших озер у Польщі, зокрема Меленко, Карчемне, Класторне Мале і Класторне Дуже [59, с. 1; 60, с. 1].

До того ж у такому польському місті, як Познань, різні екологічні рішення навіть впроваджуються у міську політику. При цьому для розуміння того, наскільки наявність так званої інфраструктури є присутньою у політиці міста, було проведено дослідження щодо визначення таких складових [4, с. 161; 61, с. 1; 62, с. 1; 63, с. 1]:

30. поточний стан зеленої інфраструктури у завданнях і напрямках планових, стратегічних і програмних документів;
31. характеристика діяльності, пов'язаної із зеленою інфраструктурою, за формою взаємодії людини і природи;
32. визначення потенціалу включення зеленої інфраструктури до місцевої політики;
33. визначення ролі зеленої інфраструктури у вирішенні таких чотирьох основних викликів міської політики, як стійкість і адаптація до змін клімату, здоров'я і добробут, соціальна згуртованість, а також потенціал економічного розвитку.

Із отриманням результатів було виявлено, що значна кількість дій зосереджена саме на збагачення зеленої інфраструктури міста. Звичайно, у

цьому випадку роль розвитку зеленої інфраструктури у збільшенні стійкості екосистем простежується значно [4, с. 161].

Також станом на сьогодні нові зелені насадження створюються й у такому польському місті, як Вроцлав. У цьому випадку так само можна вважати, що у подібному місті збільшується стійкість екосистем [64, с. 1].

У той час у Красинських садах, що в межах Варшави, досліджували якість очищення повітря кожним деревом, і було виявлено, що Красинські сади дійсно беруть активну участь у значному очищенні повітря і відновленні стійкості екосистем Варшави заодно. До того ж парки у Варшаві й інших містах Польщі загалом беруть активну участь у відновленні екосистем визначених територій [65, с. 41, 66, с. 1; 67, с. 59].

Отже, у такій сусідній із Україною державі, як Польща, станом на сьогоднішній день існує хороша практика щодо успішного збереження і відновлення стійкості екосистем, і Україні у цьому випадку слід перейняти досвід Польщі. Практика щодо збереження і відновлення стійкості екосистем у Польщі проявляється, по-перше, у викладанні у школах з учнями різних програм екологічного спрямування, по-друге, у високому рівні розвитку дорадництва, що проявляється у відновленні і розвитку сільських територій, по-третє, з активним впровадженням різних стартап-екосистем стосовно розвитку різних аспектів життя сучасного суспільства включно з екологією, по-четверте, у відновленні екосистем техногенних територій методами фітомеліорації, по-п'яте, у збільшенні кількості зелених насаджень різних типів у містах, і, по-шосте, у відновленні екосистем різних водних об'єктів на кшталт озер із застосуванням механічних і хімічних методів.

1. Оцінка по впровадженню методів щодо покращення екологічного стану урбоекосистем Києва

Одним із найбільш важливих чинників формування характеристики будь-якого урбодовкілля вважається, звичайно, рослинний покрив. У той час в останні роки стали доступними нові можливості сучасних технологій моделювання на основі геоінформаційних систем і різних дистанційних методів, а також нано- і біотехнологій у різних сферах життєзабезпечення міст [68, с. 1; 69, с. 137].

Сучасне українське місто на прикладі Києва є потужною системою, що змінює різні складники довкілля, включаючи рельєф, повітря, водну систему, ґрунти, клімат, а також рослинний і тваринний світ. У містах порівняно з приміськими територіями термічне, електричне, магнітне і гравітаційне поле Землі є зміненим, а також спостерігаються різноманітні явища у земній корі на кшталт просідання ґрунтів, зміни рівня ґрунтових вод і т. п. [68, с. 2].

Так як Київ є великим містом, то воно характеризується як окрема соціотехноекосистема, що не є стійкою і саморегульованою з точки зору колообігу хімічних елементів та енергії і яка «працює» на споживанні природних ресурсів. Подібна соціотехноекосистема визначається такими факторами, як розмір міста, характер і структура промислового виробництва, щільність проживання населення, рівень розвитку промисловості і транспорту, а також власний клімат і характер ландшафту [68, с. 2].

Міська екосистема на прикладі Києва включає в себе такі складові [68, с. 2]:

34. природні компоненти (зокрема повітряне, водне, ґрунтове і геологічне середовище, а також рослини і тварини), тобто природне фізичне середовище;
35. штучні компоненти, до яких входять так зване технічне середовище (зокрема житло, підприємства, транспорт, комунікації та відходи), а також духовно-культурне середовище (зокрема сукупність духовних і культурних цінностей);
36. населення (тобто соціально-психологічне середовище).

Звичайно, конкретною мотивацією стосовно оптимізації урбодовкілля може бути потреба у подоланні дискомфорту населення і поліпшенні самого стану урбоекосистем. Додатковими аргументами щодо вирішення подібних проблем є можливості сучасних технологій та інновацій, а також необхідність щодо екологізації свідомості громадян та чиновників на засадах екосистемного підходу, широкого інформування населення про стан урбодовкілля і зв'язок показників його параметрів, а також стану здоров'я населення і характеристик зелених насаджень [68, с. 2].

Сучасний Київ, де станом на сьогодні мешкає понад 2 млн. осіб, входить до числа десяти найбільших міст Європи. За кількістю населення і площею території, що в межах міської смуги становить 835,6 км², Київ поступається лише таким європейським містам, як Лондон, Рим і Берлін [68, с. 2,3].

Проблема щодо встановлення причинно-наслідкових зв'язків між станом навколишнього середовища і здоров'ям населення є однією з провідних серед усіх соціальних задач, а досвід її вирішення у розвинених країнах світу протягом більш ніж трьох десятиліть доводить її актуальність і гостру необхідність щодо включення у систему державного управління природоохоронною діяльністю. Звичайно, станом на сьогодні однією з важливих екологічних проблем є поліпшення стану урбоекосистем міста Києва [68, с. 3].

За впливу антропогенної діяльності людини до атмосферного повітря та поверхневих вод потрапляють забруднювачі різних типів (зокрема важкі метали і нафтопродукти). У той час власне урбанізовані території в межах Києва наразі потерпають від значного антропогенного навантаження (зокрема шуму), внаслідок чого формуються негативні тенденції у способі життя і здоров'я населення, викликаючи такі «хвороби цивілізації», як атеросклероз, ішемічна хвороба серця, ожиріння, діабет, а також різні нервово-психічні розлади [68, с. 3; 70, с. 17; 71, с. 37].

Аналіз різних природних комплексів у межах міста Києва свідчить про широкий діапазон можливостей для здійснення різноманітних видів

відпочинку. Так, у Києві сформувалися великі території масового відпочинку на прикладі трьох ботанічних садів загальною площею 206 га, зоопарку (40 га), НК «Експоцентр України» (285,0 га) та ін. [68, с. 3].

Наявність парків і гідропарків у межах долини річки Дніпро є своєрідним воднозеленим діаметром, що має довжину до 30 км і ширину від 1,5 до 5 км і включає в себе ряд багатьох нагірних парків на прикладі Володимирської гірки, а також парків заплави на прикладі парку Дружби народів в урочищі Чорторий або парку на Трухановому острові [68, с. 3].

Для більш детального розгляду проблеми урбодовкілля міста Києва пропонується провести комплексну оцінку його рекреаційних ресурсів. Подібна оцінка є дуже важливою складовою для визначення інструментів щодо підвищення комфортності проживання населення по різних районах міста Києва [68, с. 4].

Комплексну оцінку рекреаційних ресурсів міста Києва пропонується проводити за такими показниками [68, с. 4]:

37. комплексний показник екологічної небезпеки урбанізованої території;
38. наявність поверхневих вод;
39. лісові ресурси;
40. природно-заповідний фонд.

При цьому узагальнений комплексний показник екологічної небезпеки урбанізованої території на прикладі міста Києва пропонується розраховувати згідно наступного алгоритму [68, с. 4]:

1. визначити пріоритетні чинники екологічної небезпеки урбанізованої території;
2. оцінити сумарний потенційний ризик для здоров'я населення і зробити ранжування адміністративних районів міста за цим показником;
3. оцінити канцерогенні та неканцерогенні ризики для здоров'я населення на основі міжнародної практики (відповідно до підходу EPA USA);
4. Визначити комплексний показник екологічної небезпеки урбанізованих територій;

5. визначити перелік пріоритетних забруднюючих речовин;
6. ідентифікувати найбільш забруднені урбанізовані території на основі ранжування індексу екологічної небезпеки;
7. визначити пріоритетність впровадження природоохоронних заходів на основі ідентифікації найбільш небезпечних джерел забруднень.

Забезпеченість тих чи інших районів міста Києва поверхневими водними ресурсами визначається за обсягом сформованого на території певного району поверхневого стоку (тобто місцевий стік). Забезпеченість районів лісовими ресурсами визначається як процент території району, зайнятої лісом [68, с. 5].

Забезпеченість окремих районів міста Києва різними об'єктами природно-заповідного фонду визначається як процент території району, зайнятої тими чи іншими об'єктами природнозаповідного фонду. Результати щодо оцінки параметрів за вищезгаданими показниками по Києву у балах представлено у табл. 2.2 [68, с. 5].

Для визначення перспектив розвитку рекреаційних зон міста Києва була проведена оцінка рекреаційних ресурсів, що дозволяє виділити такі три типи районів міста Києва по мірі привабливості для зеленого туризму і відпочинку [68, с. 5]:

- 1 – погана якість (загальний бал більший за 3);
- 2 – середня якість (загальний бал від 2,25 до 3);
- 3 – гарна якість (загальний бал від 1 до 2).

Таблиця 2.2

Комплексна оцінка рекреаційних ресурсів міста Києва [68, с. 5]

Адміністративний район	Комплексний показник екологічної небезпеки урбанізованої території	Наявність поверхневих вод	Лісові ресурси	Природно-заповідний фонд	Загальний бал
Голосіївський	3	2	1	1	1,75
Дарницький	3	2	1	3	2,25
Деснянський	3	2	1	3	2,25
Дніпровський	4	2	2	2	2,5
Оболонський	3	3	2	3	2,75

Печерський	3	3	4	3	3,25
Подільський	3	4	3	3	3,25
Святошинський	3	4	2	4	3,25
Солом'янський	4	4	3	4	3,75
Шевченківський	3	4	4	4	3,75

З метою визначення територій міста Києва, які є привабливими для рекреаційного використання, була зроблена експертна оцінка за наступними показниками [68, с. 6]:

8. наявність парків;
9. наявність історичних пам'ятників;
10. пейзажність.

За загальною оцінкою рекреаційних ресурсів у балах виділено такі три типи районів міста Києва по мірі привабливості для відпочинку [68, с. 6]:

- 1 – придатні (загальний бал більше за 2);
- 2 – обмежено придатні (загальний бал від 1,5 до 2);
- 3 – малопридатні (загальний бал від 1 до 1,5).

Визначення адміністративних районів міста Києва за придатністю для зеленого туризму і відпочинку продемонстровано у табл. 2.3 [68, с. 6].

Таблиця 2.3

Визначення адміністративних районів міста Києва за придатністю для зеленого туризму і відпочинку [68, с. 6]

Адміністративний район	Узагальнена оцінка якості рекреаційних ресурсів	Наявність парків	Наявність історичних пам'ятників	Пейзажність	Загальний бал
Голосіївський	3	3	1	3	2,5
Дарницький	2	2	1	3	2
Деснянський	2	1	1	2	1,5
Дніпровський	2	3	1	3	2,25
Оболонський	2	2	2	2	2
Печерський	1	3	3	2	2,25
Подільський	1	1	3	2	1,75
Святошинський	1	1	1	2	1,25
Солом'янський	1	1	1	2	1,25
Шевченківський	1	3	3	2	2,25

Ранжування адміністративних районів міста Києва за показником привабливості для туризму і відпочинку виявило найбільш привабливі території для подальшого розвитку зеленого й екологічного туризму, а також будівництва баз відпочинку, пансіонатів і таборів для школярів. Це такі адміністративні райони, як Голосіївський, Дніпровський, Печерський і Шевченківський райони (табл. 2.4) [68, с. 6].

Таблиця 2.4

Ранжування адміністративних районів міста Києва за показником привабливості для зеленого туризму і відпочинку [68, с. 7]

Адміністративний район	Загальний бал	Узагальнена оцінка привабливості для рекреації	Придатність території для зеленого туризму та відпочинку
Голосіївський	2,5	1	придатна для рекреації
Дніпровський	2,25	1	придатна для рекреації
Печерський	2,25	1	придатна для рекреації
Шевченківський	2,25	1	придатна для рекреації
Дарницький	2	2	обмежено придатна для рекреації
Оболонський	2	2	обмежено придатна для рекреації
Подільський	1,75	3	малоприсадишна для рекреації
Деснянський	1,5	3	малоприсадишна для рекреації

Продовження таблиці 2.4

Адміністративний район	Загальний бал	Узагальнена оцінка привабливості для рекреації	Придатність території для зеленого туризму та відпочинку
Святошинський	1,25	3	малоприсадишна для рекреації
Солом'янський	1,25	3	малоприсадишна для рекреації

Головним кроком для розв'язання складних сучасних проблем розвитку міст на прикладі Києва і підтримки міського середовища на засадах сталого розвитку може стати розробка певного комплексного підходу. Цей підхід втілює в собі екосистемний аналіз міста [68, с. 7].

Ймовірно, екосистемний аналіз міста стане єдиною методологією щодо оцінки екологічного стану екосистем будь-якого міста. Проте цей метод може

запропонувати комплексний набір керівних методів, інструментів і методик, з яких можна вибрати такі, що можуть задовольнити належне вирішення тієї чи іншої проблеми у кожній унікальній ситуації [68, с. 7].

В останні роки значно зросла кількість пропозицій щодо різноманітних даних та інструментів, які можна застосовувати в галузі охорони навколишнього середовища. Це й робить можливим проведення такого комплексного і цілісного аналізу, якого вимагає екосистемний підхід [68, с. 7].

Поряд із загальним зростанням інтересу до охорони навколишнього середовища існують ще три фактори. По-перше, комп'ютерне моделювання й інструменти цього моделювання наразі стають високо розвиненими і більш доступними, що частково пов'язано з наявністю швидкодійних і більш дешевих комп'ютерів, а також надзвичайного інтересу до розвитку різноманітних комп'ютерних додатків, включаючи самі інструменти моделювання [68, с. 7,8].

По-друге, станом на сьогоднішні дні географічні інформаційні системи стали потужним інструментом для проведення просторового аналізу, і до того ж ці системи наразі стали основою будь-якого екологічного моделювання. По-третє, кількість даних про стан навколишнього середовища наразі збільшилася, що частково пов'язано з розповсюдженням мережі Інтернет [68, с. 8].

Значна кількість даних про навколишнє середовище, в тому числі й від геоінформаційних систем, тепер доступні в Інтернеті. Наразі такі популярні програми і додатки на основі геоінформаційних систем, як ArcInfo та ArcView від Environment Systems Research Institute, тепер є доступними в потужних і відносно недорогих версіях [68, с. 8].

Крім того, такі програми тепер включають різні можливості щодо самого моделювання стану навколишнього середовища, а також декілька спеціалізованих модулів, пов'язаних з плануванням, які можуть бути додані до основного програмного забезпечення. Програма ArcView тепер поставляється з простою у використанні мовою програмування під назвою «Авеню», яка

може використовуватися для побудови моделей з настільними геоінформаційними системами [68, с. 8].

При цьому декілька сторонніх моделей було розроблено з використанням мови програмування «Авеню». Окрім цього нові пакети програмного забезпечення простіше інтегрувати чи зв'язувати один з одним, так як майже всі з них використовують Microsoft Visual Basic як мову макросів [68, с. 8].

Проте не тільки програмне забезпечення Microsoft володіє цією можливістю, а й також інші розробники (у тому числі ESRI) тепер також включають цю функцію до своїх продуктів. Тобто наразі є доступними більш кращі програмні продукти, які відносно прості у використанні і мають більш широкі можливості моделювання, а також їх легше інтегрувати [68, с. 8].

Таким чином, наразі різні перешкоди у використанні комп'ютерних засобів для вирішення складних проблем міських екосистем є настільки подоланими, що існує істотний вибір для створення інноваційних «сумішей» різних комп'ютерних засобів для практичного застосування. Ще одна причина, яка сприяє екосистемному підходу до міського середовища, є наявність різних ресурсів у мережі Інтернет [68, с. 8].

Доволі великий діапазон різних даних і моделей тепер є доступними за мінімальною ціною чи навіть безкоштовними. Велике різноманіття ресурсів, що доступні у мережі, розширюється за логарифмічною прогресією [68, с. 8,9].

Станом на сьогодні Інтернет надає доступ до незрівнянно більшої кількості потенційних компонентів методології міських екосистем, ніж це було доступно раніше. Фахівці, які проводять екосистемний аналіз міста, виграють від опанування новими інструментами для соціального і природно-довкільного аналізу [68, с. 9].

Звичайно, ці нові інструменти мають комп'ютерну базу і вимагають певного рівня комп'ютерної грамотності, а саме досвід роботи з електронними таблицями і різними базами даних, а також знання основних функцій геоінформаційних систем та основ моделювання. Крім того, також ідеально підходить володіння рядом інших комп'ютерних інструментів, таких, як,

наприклад, конкретні основні додатки для польових досліджень (що зокрема пов'язані з навколишнім середовищем чи транспортом), а також певний ступінь знань в області моделювання, орієнтованого на використання геоінформаційних систем, і методів дистанційного зондування [68, с. 9].

Екосистемний підхід із використанням вищезазначених пунктів може добре працювати у тандемі з такими інструментами екологічної оцінки, як, наприклад, стратегічна екологічна оцінка, що визначається як спосіб оцінки екологічних наслідків політики, планів і програм, які були запропоновані для вирішення тієї чи іншої екологічної проблеми. Однак у наш час стратегічна екологічна оцінка все ще перебуває у стадії розвитку [68, с. 9].

Нерідко методи, що використовуються для оцінки впливу на навколишнє середовище, також використовуються для проведення стратегічної екологічної оцінки. Тим не менше існуючі методи не підходять для оцінки політики, планів або програм по вирішенню певних екологічних проблем [68, с. 9].

Таким чином, наразі стратегічна екологічна оцінка по відношенню до екологічного стану міста Києва не є дієвим методом, тоді як екосистемний аналіз міста, навпаки, може забезпечити необхідну структуру для проведення тих чи інших видів оцінок [68, с. 9].

Отже, станом на сьогодні екологічний стан міста Києва є задовільним, у зв'язку з чим є потреба щодо винайдення методів стосовно покращення екології цього міста. Для впровадження методів щодо покращення екологічного стану урбоекосистем Києва доцільно провести оцінку поточного екологічного стану цього міста із використанням різних геоінформаційних систем.

Висновки до розділу 2

По відношенню до агросистем головними загрозами і викликами, що порушують стійкість екосистем, є застосування пестицидів у сільському господарстві, а також розташування поблизу сільськогосподарських угідь різних промислових підприємств і використання різних видів транспорту. По

відношенню до урбоекосистем головними загрозами і викликами, що порушують стійкість екосистем, є, наприклад, надмірне забруднення повітря і води, а також збільшення екологічного тиску на природні екосистеми і внаслідок цього зменшення біорізноманіття.

У такій сусідній із Україною державі, як Польща, станом на сьогоднішній день існує хороша практика щодо успішного збереження і відновлення стійкості екосистем, і Україні у цьому випадку слід перейняти досвід Польщі. Практика щодо збереження і відновлення стійкості екосистем у Польщі проявляється, по-перше, у викладанні у школах з учнями різних програм екологічного спрямування, по-друге, у високому рівні розвитку дорадництва, що проявляється у відновленні і розвитку сільських територій, по-третє, з активним впровадженням різних стартап-екосистем стосовно розвитку різних аспектів життя сучасного суспільства включно з екологією, по-четверте, у відновленні екосистем техногенних територій методами фітомеліорації, по-п'яте, у збільшенні кількості зелених насаджень різних типів у містах, і, по-шосте, у відновленні екосистем різних водних об'єктів на кшталт озер із застосуванням механічних і хімічних методів.

Екологічний стан міста Києва станом на сьогодні є задовільним, у зв'язку з чим є потреба щодо винайдення методів стосовно покращення екології цього міста. Для впровадження методів щодо покращення екологічного стану урбоекосистем Києва доцільно провести оцінку поточного екологічного стану цього міста із використанням різних геоінформаційних систем.

РОЗДІЛ 3

МЕХАНІЗМИ ЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ПОКРАЩЕННЯ СТІЙКОСТІ ЕКОСИСТЕМ

1. Оцінка екологічного стану сучасних урбоекосистем

Екосистемний стан міста N проводили із застосуванням програм дистанційного зондування, зокрема Landsat, за допомогою якої визначали стан озеленення території. На рис. 3.1 показана схема дистанційного зондування Землі.

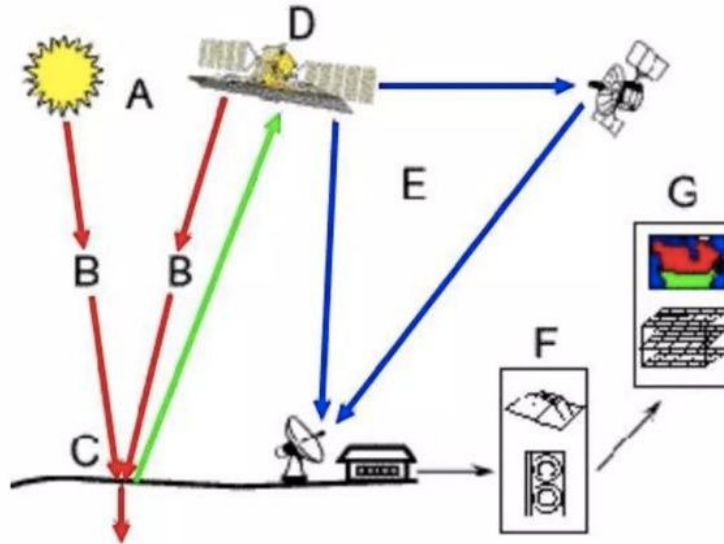


Рис. 3.1. Схема дистанційного зондування Землі: А – джерело енергії та освітлення; В – випромінювання в межах атмосфери; С – взаємодія з ціллю; D – запис отриманого сигналу зондом; Е – передача, сприйняття і обробка отриманого сигналу; F – інтерпретація й аналіз; G – побудова електронних карт [72]

Для аналізу стану озеленення міста N використовували готові електронні карти в онлайн-програмі Landsat Explorer, що були побудовані зі здійсненням методу дистанційного зондування із використанням супутника Landsat. На рис. 3.2 у якості прикладу показано зовнішній вигляд електронної карти в онлайн-програмі Landsat Explorer, що показує ступінь озеленення території міста Києва станом на кінець вересня поточного року.



Рис. 3.2. Зовнішній вигляд електронної карти в онлайн-програмі Landsat Explorer, що показує ступінь озеленення території міста Києва станом на кінець вересня поточного року [73]

Якість повітря визначали із застосуванням різних датчиків-аналізаторів повітря на прикладі СЕМ DT-9881, а також онлайн програми ЛУН Місто AIR, де відображаються дані стосовно якості повітря того чи іншого населеного пункту у реальному часі.

Також «на око» оцінювали стан деревної і трав'яної рослинності, що зростає на території міста N, щоб додатково визначити стан забруднення ґрунтів і повітря різними небезпечними речовинами. Також аналізували щільність промислових підприємств, що розташовані на території міста N, і загальну кількість громадського і приватного автотранспорту, які чинять вагомий вплив на шумові характеристики міста, а також на якість повітря.

Якість водних об'єктів на території міста N визначали «на око», аналізуючи прозорість води, а також наявність живих істот у самій воді. Також «на око» оцінювали стан берегових ліній тих чи інших водойм, щоб відзначити відсутність побутового сміття і наявність серед берегової рослинності таких видів-ремедіантів, як, наприклад, очерет звичайний (*Phragmites australis*).

Отримані дані порівнювали з літературними джерелами, а також із різними онлайн-програмами стосовно моніторингу екологічного стану тієї чи іншої території.

При оцінці екологічного стану міста N виявили, що за такими показниками, як рослинний покрив, чистота повітря, шумові характеристики, стан рослинності, щільність розташування промислових підприємств і кількість громадського і приватного автотранспорту, а також якість водних об'єктів і прибережних зон, місто N вважається екологічно придатним для життя й існування людей.

Отже, екологічний стан сучасних урбоекосистем на прикладі міста N оцінювали за такими показниками, як рослинний покрив, чистота повітря, шумові характеристики, стан рослинності, щільність розташування промислових підприємств і кількість громадського і приватного автотранспорту, а також якість водних об'єктів і прибережних зон. При здійсненні оцінки екологічного стану вибраної території виявили, що дана територія вважається екологічно придатною.

2. Екологічне планування урбанізованого простору підходи до організації міського середовища з урахуванням принципів сталого розвитку

Урбанізований простір міста P для урахування принципів сталого розвитку планується облаштувати наступним чином. По-перше, у ньому має бути достатньо зелених насаджень, які є стійкими до впливу різних забруднювачів повітря, аби створити достатній мінімальний рівень озеленення території для забезпечення кожного мешканця необхідним рівнем кисню.

До потрібних видів дерев можна віднести дуб звичайний (*Quercus robur*), вільха чорна (*Alnus glutinosa*), осика (*Populus tremula*), сосна звичайна (*Pinus sylvestris*) та ін., які окрім того, що є стійкими до різних забруднювачів повітря, є стійкими також до забруднення ґрунтів. Такі види, як, наприклад, очерет звичайний (*Phragmites australis*), підійдуть для висадки біля водних об'єктів з метою фітореMediaції. Для попередження засмічення територій слід на кожному місці облаштувати урни для сміття.

Для попередження погіршення стану рослинності в умовах урбодовкілля можна застосовувати метод фітооптимізації із висіюванням спеціальних препаратів мікоризації для того, щоб вирощувати різні гриби, які створять мікоризу із деревними рослинами і будуть поглинати шкідливі речовини, даючи можливість самим рослинам виконувати головні екологічні функції у місті Р.

Для оптимізації шумових характеристик міста N можна запровадити використання транспорту, який створює менший рівень шуму, а у випадку великої наявності автомобілів – спробувати впровадити у практику застосування електромобілів. У випадку щільного розташування промислових підприємств слід вжити заходів для переробки газоподібних, твердих і рідких відходів.

Для попередження цвітіння водойм можна вносити у воду невеликі дози сульфату заліза та хлориду магнію для інгібування росту ціанобактерій.

Отже, для екологічного планування урбанізованого простору з урахуванням принципів сталого розвитку в ньому насамперед потрібно висаджувати нові види деревних рослин, які є фіторемедіантами, а також висіювати біля них препарати мікоризації для попередження погіршення стану рослинності. Для попередження засмічення територій слід на кожному місці облаштувати урни для сміття. До того ж для оптимізації шумових характеристик урбанізованого простору є доцільним використання транспорту, який створює менше шуму і є більш екологічно чистим, а для попередження забруднення повітря промисловими підприємствами – запровадження заходів з переробки газоподібних, твердих і рідких відходів. Для дотримання чистоти водойм в них можна невеликі дози сульфату заліза та хлориду магнію для інгібування цвітіння води.

3. Розробка рекомендацій та стратегій на основі результатів дослідження

При отриманні результатів досліджень щодо моніторингу екологічного стану урбанізованих територій можна розробити такі рекомендації та стратегії:

11. висаджування нових видів деревних і трав'янистих рослин, які сприяють очищенню повітря, водойм та ґрунтів і є стійкими до впливу різних забруднюючих речовин;
12. висіювання препаратів мікоризації для попередження погіршення стану рослинності;
13. облаштування на кожному місці урн для сміття;
14. використання менш «шумних» і більш екологічно чистих видів транспорту;
15. запровадження заходів з переробки газоподібних, твердих і рідких відходів промисловими підприємствами;

Стосовно висаджування нових видів деревних і трав'янистих рослин, які сприяють очищенню повітря, водойм та ґрунтів і є стійкими до впливу різних забруднюючих речовин, до таких рослин зокрема відносяться такі фітомеліоранти, як очерет звичайний (*Phragmites australis*), що сприяє очищенню води, а також жовтець їдкий (*Ranunculus acris*), хвощ польовий (*Equisetum arvense*), очеретянка звичайна (*Phalaroides arundinacea*), верба козяча (*Salix coprea*), дуб звичайний (*Quercus robur*), вільха чорна (*Alnus glutinosa*), осика (*Populus tremula*), сосна звичайна (*Pinus sylvestris*), куничник наземний (*Calamagrostis epigeios*) і підбіл звичайний (*Tussilago farfara*), які сприяють очищенню ґрунтів від різних шкідливих речовин, а також їхньому відновленню [56, с. 101,104].

Щодо висіювання препаратів мікоризації для попередження погіршення стану рослинності, гриби також є активними накопичувачами різних шкідливих речовин, причому за умови перевищення гранично допустимих концентрацій тих чи інших шкідливих речовин у грибах вони не впливають згубно на самий зовнішній вигляд грибів порівняно з рослинами, і до того ж при надмірному «забрудненні» грибів різними шкідливими речовинами така їхня головна функція, як забезпечення рослин поживними речовинами через

мікоризу, не страждає, що дозволяє підтримувати здоровий вигляд рослинності навіть за доволі несприятливих умов урбодовкілля. Найкращими так званими «мікомеліорантами» є маслюк звичайний (*Suillus luteus*), мухомор червоний (*Amanita muscaria*), трюфель чорний (*Tuber melanosporum*), а також дріжджі виду *Torulopsis candida* [56, с. 106].

Також для підтримки чистоти урбоекосистем потрібно на кожному місці облаштовувати урни для сміття. Зважаючи на те, що наразі нові урни для сміття в умовах урбодовкілля не встановлюються через їхній не дуже привабливий вигляд на фоні природи, існує пропозиція щодо естетизації цих урн відповідно до умов екосистем, щоб тим самим спонукати жителів викидати сміття саме в ці урни і не засмічувати при цьому природу.

На рис. 3.3 у якості прикладів продемонстровано сміттєві урни у вигляді бегемота і пенька, що розташовуються у парках міста Києва.

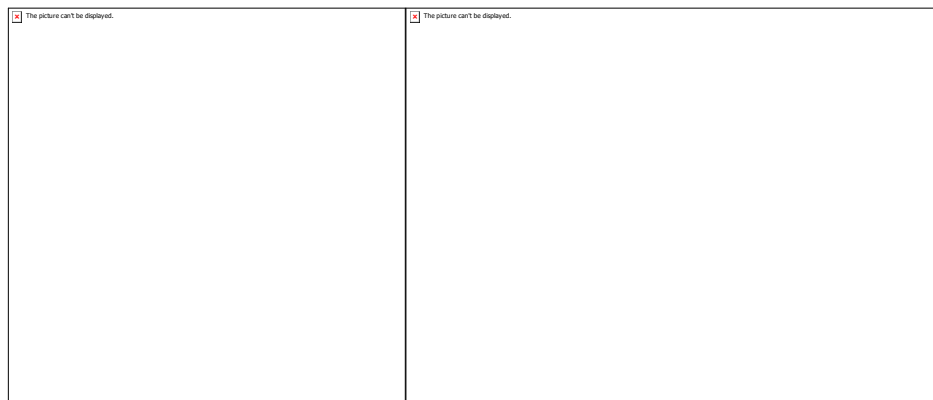


Рис. 3.3. Смітник «Бегемот» (зліва) і смітник «Пеньок і щур» (справа) [74, с. 252,253]

Стосовно використання менш «шумних» і більш екологічно чистих видів транспорту, до таких видів транспорту наразі відносяться зокрема електромобілі, а також автобуси на основі біопалива. Яскравими прикладами останніх є ті автобуси, які, наприклад, у якості палива застосовують метан, який є більш екологічним порівняно з іншими видами палива, а також більш дешевшим за бензин і дизель.

Щодо запровадження заходів з переробки твердих, рідких і газоподібних відходів промисловими підприємствами, існують різні способи з переробки

цих відходів. Тверді відходи, як правило, утилізуються на сміттєспалювальному заводі.

Стосовно переробки рідких відходів, які зазвичай представлені стічними водами, існує певна класична схема очищення стічних вод, яку використовують у розвинених країнах ЄС. Ця схема зображена на рис. 3.4.

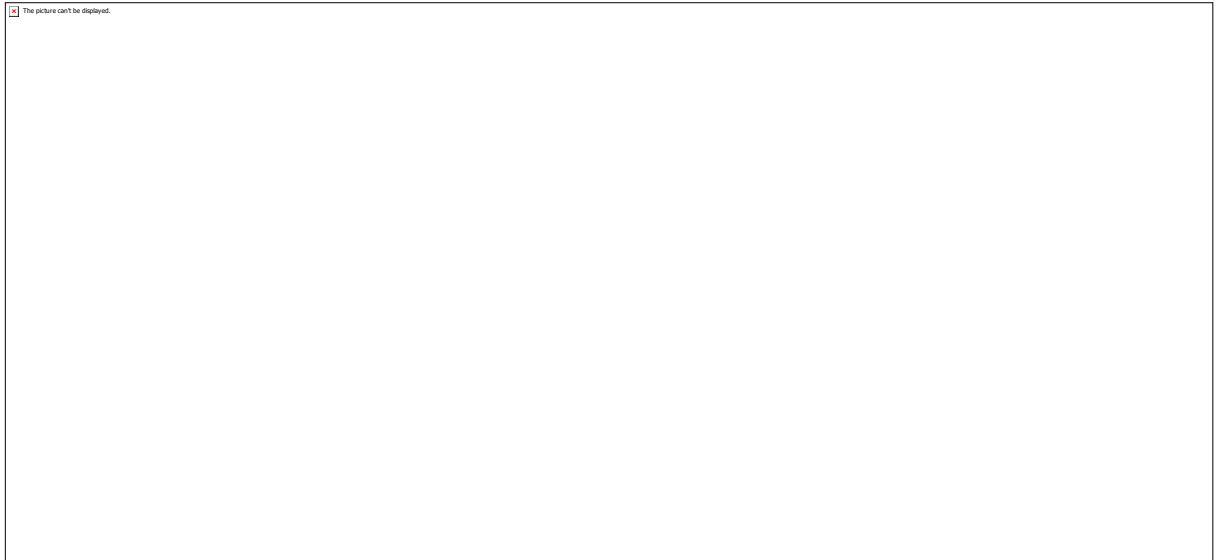
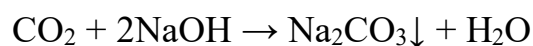
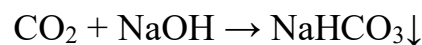
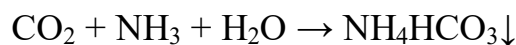
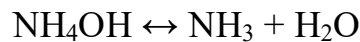


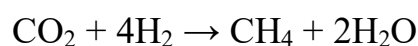
Рис. 3.4. Класична схема очищення стічних вод [75, с. 7]

Щодо методів переробки газоподібних відходів, які зазвичай представлені вуглекислим газом, серед них найбільш ефективними є абсорбційний і каталітичний методи [76, с. 39].

Методика проведення абсорбційного методу переробки вуглекислого газу передбачає його обробку гідроксидом амонію (NH_4OH) чи гідроксидом натрію (NaOH) із проходженням наступних хімічних реакцій [76, с. 42]:



Ще одним доволі ефективним методом переробки вуглекислого газу є каталітичний метод, що передбачає обробку вуглекислого газу надлишком водню (H_2) із проходженням наступних хімічних реакцій [76, с. 43]:



Стосовно використання раків виду *Astacus astacus* для очищення водойм, відомо, що ці раки є санітарами водойм і підтримують її у чистоті, тож наявність раків виду *Astacus astacus* у тій чи іншій водоймі урбанізованої ділянки вказує на те, що ця водойма є абсолютно чистою. Також для підтримки чистоти водойм в умовах урбанізації в них можна вносити невеликі дози сульфату заліза та хлориду магнію з метою інактивації фосфору, що потрібно для інгібування розмноження ціанобактерій, які відповідають за цвітіння водойм [59, с. 1].

Отже, рекомендації та стратегії щодо забезпечення сталого розвитку урбоекосистем включають в себе висаджування нових видів деревних і трав'янистих рослин-фітомеліорантів, висіювання препаратів мікоризації, облаштування великої кількості урн для сміття, використання менш «шумних» і більш екологічно чистих видів транспорту, запровадження заходів з переробки газоподібних, твердих і рідких відходів промисловими підприємствами, а також використання раків виду *Astacus astacus* для підтримки чистоти водойм і внесення у водойми невеликих доз сульфату заліза та хлориду магнію для інгібування цвітіння води.

Висновки до розділу 3

Екологічний стан сучасних урбоекосистем, як правило, оцінюють за такими показниками, як рослинний покрив, чистота повітря, шумові характеристики, стан рослинності, щільність розташування промислових підприємств і кількість громадського і приватного автотранспорту, а також якість водних об'єктів і прибережних зон. При здійсненні оцінки екологічного стану вибраної території було виявлено, що дана територія вважається екологічно придатною для життя й існування людей.

Для екологічного планування урбанізованого простору з урахуванням принципів сталого розвитку в ньому насамперед потрібно висаджувати нові види деревних рослин, які є фіторемедіантами, а також висіювати біля них

препарати мікоризації для попередження погіршення стану рослинності. Для попередження засмічення територій слід на кожному місці облаштувати урни для сміття. До того ж для оптимізації шумових характеристик урбанізованого простору є доцільним використання транспорту, який створює менше шуму і є більш екологічно чистим, а для попередження забруднення повітря промисловими підприємствами – запровадження заходів з переробки газоподібних, твердих і рідких відходів. Для дотримання чистоти водойм в них можна невеликі дози сульфату заліза та хлориду магнію для інгібування цвітіння води.

Рекомендації та стратегії щодо забезпечення сталого розвитку урбоекосистем включають в себе висаджування нових видів деревних і трав'янистих рослин-фітомеліорантів, висіювання препаратів мікоризації, облаштування великої кількості урн для сміття, використання менш «шумних» і більш екологічно чистих видів транспорту, запровадження заходів з переробки газоподібних, твердих і рідких відходів промисловими підприємствами, а також використання невеликих доз сульфату заліза та хлориду магнію для інгібування цвітіння води.

ВИСНОВКИ

1. При розгляданні концепції сталого розвитку та її значення для збереження екосистем було встановлено, що стійкість екосистем має пряме відношення до сталого розвитку – концепції, що представляє собою

покращення якості життя суспільства при одночасному збереженні сталості екосистем. В основі основні концепції сталого розвитку лежить економічне зростання, при якому будуть ефективно вирішуватися найбільш важливі питання життя суспільства за умови збереження природних ресурсів, а також запобігання забрудненню довкілля. Перші згадки про концепцію сталого розвитку з'явилися ще на початку минулого сторіччя у працях В. І. Вернадського, а вже у 1972 р. на конференції ООН з навколишнього середовища у м. Стокгольм була проголошена декларація, у якій було відзначено зв'язок економічного та соціального розвитку суспільства з проблемами навколишнього середовища. Було з'ясовано, що для успішної реалізації концепції сталого розвитку необхідно визначити ряд первинних модельних територій, на яких будуть відпрацьовані локальні схеми екологічного сталого розвитку для того, щоб оцінити ефективність застосовуваних заходів, а також внести корективи у наявну концепцію.

Таким чином, сталий розвиток має забезпечувати поєднання соціо-еколого-економічної системи певної території. Відповідно до тієї чи іншої території необхідно визначити стратегію для певних галузей і підприємств, які впливають на стійкість екосистем саме на цих територіальних ділянках, а також визначають стан біологічних, географічних, економічних і соціальних об'єктів, які, за концепцією, мають розглядатися як єдине ціле та розвиватися збалансовано.

Отже, покращення стану навколишнього середовища є ключовим аспектом концепції сталого розвитку, оскільки це важливо для збереження екосистем;

2. Стійкість екосистем визначає таке поняття, як екологічний резерв, що представляє собою різницю між гранично допустимим відхиленням і фактичним станом екосистеми, яка вказує на розмірність тієї буферної зони, в межах якої є можливими зміни, що не здатні руйнувати екосистему; а також такий фактор, як біота, що має вагомий вплив на колообіг речовин у природі. Стійкість екосистем можна розглядати як відсутність змін у конкретному стані

екосистеми, а також як здатність цієї екосистеми переходити до різних станів протягом визначеного часу (тобто, статична стійкість) і забезпечувати безперервний розвиток (тобто, динамічна стійкість). Поняття стійкості екосистеми тісно пов'язане з її здатністю відновлювати рівновагу після припинення зовнішніх негативних впливів, які вивели її із стану рівноваги, а також із концепцією стабільності. Біота грає важливу роль у забезпеченні стійкості екосистем на всіх рівнях. Утримання стійкого стану рівноваги екосистем на фізико-хімічному рівні досягається використанням принципу Ле Шательє. Цей принцип передбачає, що збільшення концентрації різних неорганічних речовин у навколишньому середовищі компенсується їхнім перетворенням у малоактивні органічні форми за участю біоти, яка включає в себе всі біологічні організми. Крім того, біота, розкладаючи органічні речовини, може, за необхідності, збільшувати концентрацію неорганічних речовин у навколишньому середовищі, змінюючи тим самим розподіл біогеохімічних циклів. Звісно, впровадження принципу Ле Шательє, що означає компенсацію порушень у біоті та навколишньому середовищі, можливе лише до досягнення певного порогового рівня збурень;

3. На сьогоднішній день швидкі темпи урбанізації мають негативний вплив на екологічний стан міст, які вже є територією з великими змінами природних умов. Міське середовище відрізняється особливими екологічними чинниками і техногенним впливом, що значно трансформує екологічний стан довкілля. Загалом, міста характеризуються специфічним температурним режимом, викликаним антропогенним тепловиділенням. Крім того, промислові підприємства та транспорт додатково змінюють хімічний склад повітря, зменшуючи концентрацію кисню та збільшуючи концентрацію вуглекислого газу, що призводить до парникового ефекту. Міська забудова, інфраструктура і транспорт, що значно змінюють природні умови у негативний бік, погіршують стан екосистем. Ґрунти в містах піддаються значній екологічній трансформації, часто захоплюючись під шарами нанесеного ґрунту, з включенням будівельного сміття. Крім того, наявність

асфальтованого покриття в містах впливає на температурний режим, обмін повітрям і водою в ґрунті, а також на стан ґрунтової мікрофлори й мезофауни, що в свою чергу може впливати на стан рослинності. Урбанізація спричинює збільшення антропогенного впливу на природу. Висока концентрація населення і промисловість в міському середовищі призводить до різноманітних екологічних проблем, які негативно впливають на живі організми. Цей вплив проявляється через забруднення атмосфери, води та ґрунту. Техногенні інгредієнти, які потрапляють у ґрунт, негативно впливають на його властивості, включаючи здатність утримувати вологу. Це призводить до погіршення стану рослинності в міських екосистемах. Тож, На сьогоднішній день швидкі темпи урбанізації мають певний негативний вплив на екологічний стан міст, які вже є зонами з істотно зміненими природними умовами. Міське середовище відзначається унікальними екологічними факторами і специфічними техногенними впливами, які спричиняють значні трансформації у стані природи.

4. Вважається, що надзвичайні ситуації можуть виникнути внаслідок аварій, катастроф, стихійних лих, епідемій, пожеж та застосування різних засобів ураження. Загалом можна розглядати надзвичайні ситуації не лише як процес, але й як особливий стан, описуючи його за різними ознаками та використовуючи критерії для визначення рівня та індексів їхнього розвитку. Описуючи поточний екологічний стан сільського господарства в Україні, можна констатувати значне підвищення процесів забруднення, виснаження та деградації ґрунтів. Це включає в себе зменшення вмісту гумусу, затвердження ґрунтів та збільшення концентрації різних важких металів. Також визначаються негативні зміни у гідрологічному режимі, що призводять до різноманітних наслідків, від затоплення та засолення ґрунтів до поширення різних захворювань серед тварин і птахів через введення в їхні раціони різноманітних біологічних добавок, таких як стероїди чи інші гормональні препарати, що стимулюють набуття маси тіла. Кожен рік ґрунти в Україні піддаються різноманітним ерозійним процесам. Площа сільськогосподарських

земель, які стикаються з водною ерозією, складає 13,4 млн га, включаючи 10,6 млн га орних земель, 6 млн га земель, що піддаються вітровій ерозії, і 20 млн га земель, які стають жертвами ерозії через пилові бурі. Загалом, через ерозію в Україні втрачається до 500 млн тонн ґрунту щороку. З цієї суми виноситься до 24 млн тонн гумусу, 0,96 млн тонн азоту, 0,68 млн тонн фосфору і 9,40 млн тонн калію. Ці втрати перевищують обсяг добрив, які вносяться в ґрунт. Основними загрозами і викликами, що ставлять під загрозу стійкість екосистем у сільській місцевості, є в основному застосування пестицидів у сільському господарстві, а у міських умовах – надмірне забруднення повітря і води, а також збільшення екологічного тиску на природні екосистеми. Промислові підприємства впливають негативно на агросистеми шляхом викидання забруднюючих речовин безпосередньо в атмосферу, випуску забруднених стічних вод у різні поверхневі водні об'єкти та розміщення токсичних відходів виробництва на своїх територіях або спеціально відведених місцях. Цей процес призводить до поширення різноманітних забруднюючих речовин у природні середовища через біологічний колообіг, включаючи атмосферний шар, поверхневі і підземні води, а також харчові ланцюги. Це відбувається не лише в екосистемах загалом, але й, зокрема, в агросистемах. Отже, урбанізація може викликати різноманітні проблеми, такі як надмірне забруднення повітря і води, затори на дорогах, нестача доступного житла для мешканців та збільшення екологічного тиску на природні екосистеми. Таким чином, важливо враховувати різні наслідки справжньої урбанізації та розробляти стратегії для забезпечення сталого розвитку міст і міських територій. Ці стратегії повинні сприяти економічним та соціальним перевагам, а також зберігати біорізноманітність та екологічну стійкість. Це є особливо важливим на даний момент.

5. Польща має хороший досвід стосовно збереження та відновлення стійкості екосистем, що проявляється у різних аспектах стосовно відновлення нормального функціонування навколишнього середовища.

Акцент робиться на успішному збереженні та відновленні стійкості екосистем, що впроваджується вже на етапі освіти в школі через спеціальні екологічно орієнтовані програми. Значущість екологічної освіти та виховання населення, зокрема учнів, обумовлюється вимогами розвинутого суспільства, де збереження та відновлення природного середовища, сприятливого для здоров'я та життя людей, є актуальним завданням на сьогоднішній день. Впровадження екологічної освіти ґрунтується на використанні активних методів навчання. На різних уроках з екологічною тематикою рекомендується використовувати різноманітні методи і форми роботи, такі як спостереження, обговорення, експеримент, інтерв'ю, проект, презентація, експозиції, відеофільми, "снігова куля", "дерево рішень" та інші. Щодо самого збереження та відновлення стійкості екосистем у Польщі, у цій країні існує розвинене консультативне обслуговування, спрямоване на відновлення та розвиток сільських територій. На даний момент в Польщі функціонують різні ініціативи, спрямовані на підтримку розвитку сільських територій. Серед цих ініціатив можна відзначити консультаційні служби, які сприяють розвитку малого бізнесу та диверсифікації сільського господарства, а також сприяють категоризації агросадиб для поліпшення якості туристичних послуг у селі. Вони також взяли на себе організацію презентацій та ярмарків, щоб надати можливість сільськогосподарським виробникам рекламувати та продавати свою продукцію, сприяють обміну досвідом між селянами та збереженню культури та самобутності сіл через підвищення популярності польських сіл самими собою. Поміж іншими європейськими країнами, в Польщі відбувається відродження сіл та сільських територій, а також функціонують різноманітні стартап-екосистеми, що представляють собою ключові складові інтелектуальної економіки. Стартапи є інноваційними підприємницькими структурами нового покоління, які інтенсивно впливають на різні сфери сучасного суспільства, такі як економіка, комунікації, технології, біомедицина, а навіть екологія. Щодо стійкості урбаністичних екосистем в Польщі, наразі в цій країні використовується новий індикатор сталого міського планування та

благополуччя мешканців у містах, який називається індексом міських екосистемних послуг. При цьому основна увага приділяється рівню зелених насаджень у містах;

6. Було здійснено оцінку по впровадженню методів щодо покращення екологічного стану урбоекосистем Києва: оскільки Київ є великим містом, він може бути розглядений як самостійна соціо-техно-екосистема, яка не має стабільної саморегуляції в аспекті циркуляції хімічних елементів та енергії, і функціонує за рахунок споживання природних ресурсів. Характер такої соціо-техно-екосистеми визначається різноманітними чинниками, такими як розмір міста, структура промислового виробництва, густина населення, рівень розвитку промисловості і транспорту, а також клімат та ландшафт місцевості. Вивчення різноманітних природних комплексів у межах міста Києва вказує на широкий спектр можливостей для різних форм відпочинку. Наприклад, великі території загальною площею 206 гектарів в місті призначені для масового відпочинку, такі як три ботанічні сади, зоопарк (40 гектарів), Національний комплекс "Експоцентр України" (285,0 гектарів) і інші.

У останні роки спостерігається значний приріст пропозицій стосовно різноманітних даних та інструментів, які можна використовувати в сфері охорони навколишнього середовища. Це дозволяє проводити комплексний і цілісний аналіз, який відповідає вимогам екосистемного підходу.

Оцінка адміністративних районів міста Києва за критерієм привабливості для туризму та відпочинку виявила області, які є особливо привабливими для подальшого розвитку зеленого й екологічного туризму, а також для будівництва відпочинкових баз, пансіонатів і таборів для школярів. Ці включають адміністративні райони, такі як Голосіївський, Дніпровський, Печерський і Шевченківський. Для вирішення складних проблем сучасного розвитку міст, на прикладі Києва, і забезпечення підтримки міського середовища на принципах сталого розвитку, ключовим етапом може бути

створення концепції комплексного підходу. Цей підхід передбачає проведення екосистемного аналізу міста;

7. При здійсненні оцінки сучасного екологічного стану будь-якої урбоекосистеми було виявлено, що сучасні урбоекосистеми вважаються більш-менш придатними для життя та існування людини. Стан екосистеми міста аналізували за допомогою програм дистанційного зондування, зокрема Landsat. Використовуючи цю технологію, визначали стан зелених зон на території. У процесі оцінки екологічного стану міста було встановлено, що за такими показниками, як рослинний покрив, чистота повітря, шумові характеристики, стан рослинності, щільність розташування промислових підприємств і кількість громадського і приватного автотранспорту, а також якість водних об'єктів і прибережних зон, місто вважається екологічно придатним для проживання та існування людей. Таким чином, оцінка екологічного стану сучасних урбоекосистем, представлених містом, проводилася за різноманітними параметрами, включаючи рослинний покрив, чистоту повітря, шумові характеристики, стан рослинності, щільність розташування промислових підприємств і кількість громадського і приватного автотранспорту, а також якість водних об'єктів і прибережних зон. Тож, під час проведення оцінки було визначено, що обрана територія вважається екологічно придатною;

8. Для модуляції нормального екологічного стану будь-якої урбоекосистеми було сплановано та організовано урбанізований простір з урахуванням принципів сталого розвитку: для планування екологічно стійкого розвитку урбанізованого простору передусім важливо впроваджувати нові види деревних рослин, які володіють властивостями фіторемедіантів. Також, слід застосовувати препарати мікоризації поруч із цими рослинами для підтримання та покращення стану рослинності. Щоб уникнути забруднення територій, рекомендується встановлювати сміттєві урни в кожному місці. Для оптимізації акустичного середовища урбанізованого простору розумно використовувати транспорт, який генерує менше шуму та має менший

екологічний вплив. Для запобігання забрудненню повітря від промислових викидів рекомендується впровадження заходів з переробки газоподібних, твердих і рідких відходів. Для збереження чистоти водойм можна використовувати невеликі дози сульфату заліза та хлориду магнію для утримання росту водоростей.

9. Відповідно до організації урбанізованого простору з урахуванням принципів сталого розвитку було розроблено рекомендації та стратегії щодо збереження і відновлення стійкості урбоекосистем:

- Впровадження нових видів дерев та трав'янистих рослин, які сприяють очищенню повітря, водойм і ґрунту, і є стійкими до впливу різних забруднюючих речовин.

- Використання препаратів мікоризації для запобігання погіршенню стану рослинності.

- Облаштування на кожному місці контейнерів для сміття.

- Використання транспорту менш "шумного" та більш екологічно чистого виду.

- Впровадження заходів щодо переробки газоподібних, твердих і рідких відходів промисловими підприємствами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Трегобчук, В. (2002). Концепція сталого розвитку для України. *Вісник національної академії наук України*, (2), 31-40.
2. Тищенко, М. П. (2014). Теоретично-методологічний підхід до аналізу концепції сталого розвитку. *Науковий вісник Академії муніципального управління. Серія: Економіка*, (1), 216-224.

3. Сльозко, Т. М. (2017). Інформаційні та контрольні можливості обліку у забезпеченні економічних складових сталого розвитку. *Детермінанти сталого розвитку підприємств в умовах турбулентності*.
4. Скращук, Л. В. (2010). СУЧАСНИЙ СТАН ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ В КОНТЕКСТІ ПЕРЕХОДУ УКРАЇНИ НА ЗАСАДИ СТАЛОГО РОЗВИТКУ. *Науковий вісник Буковинського фінансово-юридичного університету*.—Чернівці: Книги—XXI, 296-305.
5. Березянко, Т. В. (2018). *Онтологія постіндустріальної економіки: генеза та напрямки трансформації* (Doctoral dissertation).
6. Поліщук, О., & Петрук, Н. (2022). Аксіологічні орієнтири у філософії сталого розвитку суспільства. " *Вісник НЮУ імені Ярослава Мудрого*". Серія: *Філософія, філософія права, політологія, соціологія*, 1(52).
7. Васирина, О., & Магійович, Р. (2014). Забезпечення продовольчої безпеки держави на базі доробку фізіократичної економіко-філософської думки. *Вісник Львівського національного аграрного університету*. Серія: *Економіка АПК*, (21 (1)), 216-221.
8. Трофимова, В. В. (2010). Концепція сталого розвитку як основа постіндустріальних моделей розвитку. *Інвестиції: практика та досвід*, (8), 33-37.
9. Шпортко, А. М., & Кірейцева, Г. В. (2014). Становлення концепції сталого розвитку.
10. Чернова, Н. Ф. (2014). Вчення ВІ Вернадського про ноосферу. *Історія науки і біографістика*, (3).
11. Гриньова, М. В. (2017). Вчення про ноосферу ВІ Вернадського—основа сучасного природознавства. *Імідж сучасного педагога*, (3/1 (172)), 48-54.
12. Загородній, А. Г., Волков, С. В., Онищенко, О. С., & Шестопалов, В. М. (2013). ВІ Вернадський—вчений, мислитель, організатор науки. *Вісник Національної академії наук України*, (3), 8-37.
13. Тихоненко, Д. Г. (2013). Екологічні парадигми і ноосфера ВІ Вернадського. *Вісник Харківського національного аграрного*

- університету імені ВВ Докучаєва. Серія: Грунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія ґрунтів, (1), 5-7.
14. Shvetsova-Vodka, H. (2018). Учення про ноосферу як підстава розвитку ноокомунікології. *Український журнал з бібліотекознавства та інформаційних наук*, (2), 10-22.
 15. КАЗАК, Р. (2022). КОНФЕРЕНЦІЯ ООН У СТОКГОЛЬМІ 1972 Р.: ЗНАЧЕННЯ ДЛЯ УКРАЇНИ ТА СВІТУ. *Law. State. Technology*, (1), 3-9.
 16. Гавриленко, О. А. (2023). СТОКГОЛЬМСЬКА ДЕКЛАРАЦІЯ 1972 РОКУ: ПЕРШІ КРОКИ НА ШЛЯХУ ДО СТАЛОГО РОЗВИТКУ (ІСТОРИКО-ПРАВОВИЙ ЕКСКУРС). «ЦІЛІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ В АСПЕКТІ ЗМІЦНЕННЯ НАЦІОНАЛЬНОГО ТА МІЖНАРОДНОГО ПРАВОПОРЯДКУ»" *GOALS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN THE ASPECT OF STRENGTHENING THE NATIONAL*, 454.
 17. ЯРЕМА, Л. СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ ФОРМУВАННЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ТЕРИТОРІЇ. *Рекомендовано Вченою радою ВП НУБіП України «Бережанський агротехнічний інститут»(Протокол № 7 від 14.05. 2020 року)*, 146.
 18. Вергун, А. М., & Тарасенко, І. О. (2014). Концепція сталого розвитку в умовах глобалізації. *Вісник Київського національного університету технологій та дизайну*, (2), 207-218.
 19. Серікова, О. М. (2021). Стратегія сталого розвитку.
 20. Хаустова, В. Є., & Омаров, Ш. А. О. (2018). Концепція сталого розвитку як парадигма розвитку суспільства. *Проблеми економіки*, (1 (35)), 265-273.
 21. Бурик, З. М. (2014). Формування концепції сталого розвитку регіону. *Теорія та практика державного управління і місцевого самоврядування*, (1)
 22. Азаров, С. І., & Задунай, О. С. (2019). Аналіз стійкості екосистем. *Екологічна безпека та природокористування*, (3), 46-56. [j]

23. Azarov, S. I., & Zadunaj, O. S. (2020). Аналіз методичних підходів до оцінювання стійкості екосистем. *Екологічна безпека та природокористування*, 34(2), 99-110.
24. Азаров, С. І., & Задунай, О. С. (2018). Моделювання стійкості екосистеми. *ТЕОРЕТИЧНА ЕКОЛОГІЯ* 5, 5
25. Дідух, Я. П. (2014). Новий підхід до оцінки стійкості та ризиків втрати екосистем. *Доповіді Національної академії наук України*, (8), 149-155.
26. Бояр, А. О. (2001). Фактори природоохоронної діяльності у прикордонному суспільно-територіальному комплексі.
27. Руденко, С. С., Буждиган, О. Я., Руденко, С. С., & Буждиган, О. Я. (2011). Оцінка стійкості екосистем на основі аналізу рольових трофічних мереж.
28. Бондарчук, В. С., & Астахова, Л. Є. (2023, June). Екологічна роль кущових ялівців у покращенні стану урбоекосистем. In *The 23th International scientific and practical conference "The influence of society on the development of science and the invention of new methods" (June 13–16, 2023) Prague, Czech Republic. International Science Group. 2023. 437 p.* (p. 37).
29. Климчик, О. М., Климчик, О. Н., Багмет, А. П., Данкевич, Є. М., Данкевич, Е. М., Матковська, С. І., & Матковская, С. И. (2016). Екологія міських систем. Ч. 1. Природно-техногенні комплекси.
30. Стець, Г. В., & Волошина, Н. О. (2015). Біоіндикація еколого-паразитологічного стану техногенно трансформованих територій м. Києва. *Питання біоіндикації та екології*, (20, № 2), 161-173.
31. Яковишина, Т. Ф. (2020). Удосконалення методології бонітування ґрунтів урбоекосистем для оцінювання ступеня їх екологічної безпеки. *ТЕОРЕТИЧНА ЕКОЛОГІЯ* 7, 25.
32. Барабаш, О. В. (2019). Оцінка рівня забруднення атмосферного повітря методом дендроіндикації. *Екологічні науки*, (4), 27.

33. Григорчук, І. Д., Оптасюк, О. М., & Оптасюк, С. В. (2018). Аналіз особливостей функціонування деревних рослин в умовах урбоекосистем. *Вісник Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія: Екологія*, (3), 63-73.
34. Бродовська, І. В. ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПРІОРИТЕТІВ В РЕАЛІЗАЦІЇ НАЦІОНАЛЬНОЇ ЕКОЛОГІЧНОЇ ПОЛІТИКИ УКРАЇНИ.
35. Зіновчук, Н. В. (2015). Екологічна безпека сучасного аграрного землекористування в Україні.
36. Дзядикевич, Ю. В., Язлюк, Б. О., Гевко, Р. Б., Гайда, Ю. І., Розум, Р. І., Пиріг, Г. І., ... & Гевко, Б. Р. (2016). Економіка довкілля і природних ресурсів: монографія.
37. Балюк, С. А., Медведєв, В. В., Мірошніченко, М. М., Скрильник, Є. В., Тимченко, Д. О., Фатєєв, А. І., ... & Цапко, Ю. Л. (2012). Екологічний стан ґрунтів України. *Український географічний журнал*, (2), 38-42.
38. Марченко, А. Б. (2021). Обґрунтування фітомеліоративних заходів для захисту квітничково-декоративних рослин від основних патологій в урбанізованих екосистемах. *ГЛОБАЛЬНІ НАСЛІДКИ ІНТРОДУКЦІЇ РОСЛИН В УМОВАХ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН*, 229.
39. РИЖОВА, І., & ПАВЛЮК, О. (2023). СТРАТЕГІЯ СТІЙКОГО РОЗВИТКУ УРБОЕКОЛОГІЇ В СУЧАСНОМУ ПРОСТОРОВО-ПРЕДМЕТНОМУ СЕРЕДОВИЩІ: ВИКЛИКИ, МОЖЛИВОСТІ, ПЕРСПЕКТИВИ. *Humanities Studies*, (15 (92)), 52-63.
40. ТЕРТИЧНА, О., & ТЕСЛЕНКО, І. (2018). ДУ «Інститут еволюційної екології НАН України».
41. Парпан, В. І., Козак, І. І., & Парпан, Т. В. (2012). Сучасні підходи до трактування ландшафтної екології. *Науковий вісник НЛТУ України*, 22(1), 52-56.
42. Дубасенюк, О. А. (2015). Проблема сталого розвитку як чинник консолідації творчих пошуків молодих науковців. *Українська полоністика*, (12), 16-27.

43. Chmura, D., Jagodziński, A. M., Hutniczak, A., Dyczko, A., & Woźniak, G. (2022). Novel ecosystems in the urban-industrial landscape—interesting aspects of environmental knowledge requiring broadening: A Review. *Sustainability*, 14(17), 10829.
44. Домбровський, К. О., & Рильський, О. Ф. (2023). Урбоекологія.
45. Дудник-Танасюк, Є. Г., & Кравчук, Г. І. (2018). НЕОБХІДНІСТЬ ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ АНТРОПОГЕННИХ ТА ПРИРОДНИХ ЧИННИКІВ НА СТАН ДЕНДРОФЛОРИ УРБОЕКОСИСТЕМ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ. *Техногенно-екологічна безпека України: стан та перспективи*, 239.
46. Колесніченко, О. В., Лещенко, О. Ю., Кирилюк, В. І., Грисюк, С. М., & Ліханов, А. Ф. (2017). Використання нанопрепаратів у вирішенні проблем збереження зелених насаджень урболандшафтів. *Біоресурси і природокористування*, (9, № 5-6), 58-67.
47. Гуран, С. В. (2013). Особливості програм екологічного сплямування в навчальних закладах Польщі. *Збірник наукових праць «Педагогічні науки»*, 1(63), 169-175.
48. ПОДІЛЬСЬКИЙ, Д. А. Т., & ДУДЗЯК, О. А. ВІДНОВЛЕННЯ ТА РОЗВИТОК СІЛЬСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ: ТЕОРІЯ, МЕТОДОЛОГІЯ І ПРАКТИКА.
49. Ситник, Н. І. (2020). Інструменти державної підтримки екосистеми стартапів: досвід країн Центральної та Східної Європи. *Проблеми економіки*, (2 (44)), 55-62.
50. Карінцева, О. І., Шкарупа, О. В., & Бавикіна, А. Ю. (2016). *Оцінка привабливості української стартап-екосистеми для іноземних інвесторів* (Doctoral dissertation, Сумський державний університет).
51. Antoniuk, D., & Antoniuk, K. (2023). Порівняльний аналіз стартап екосистем в моделях розвитку країн Східної Європи: досвід для повоєнної відбудови України. *Management and Entrepreneurship: Trends of Development*, 2(24), 59-69.

52. Хаустов, М. М., Данько, А. Т., Бондаренко, Д. В., & Юрченко, О. К. (2022). ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОСИСТЕМ СТАРТАПІВ КРАЇН СВІТУ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЇХ ЕКОНОМІЧНОГО ЗРОСТАННЯ.
53. Панова, А. Л. ДЕРЖАВНЕ СТИМУЛЮВАННЯ СТАРТАПІВ В УКРАЇНІ. *Актуальні проблеми сучасної науки та освіти (частина II): матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції м. Львів, 20-21 січня 2022 року.*—Львів: Львівський науковий форум, 2022.—76 с., 37.
54. Курченко, О. О. (2016). Становлення та розвиток стартапів в Україні: проблеми та шляхи вирішення. *Український соціум*, (2), 80-87.
55. Демчишак, Н. Б., & Хильченко, М. О. (2021). Стартап-екосистема: інституційні та фінансові аспекти стимулювання розвитку в Україні. *Інвестиції: практика та досвід*, (13-14), 5-13.
56. Mokryi, V., Petrushka, I., & Dzhumelia, E. (2021). Відновлення транскордонних українсько-польських техногенних територій Розточчя фітомеліоративними методами. *Екологічна безпека та природокористування*, 40(4), 100-109.
57. Pukowiec-Kurda, K. (2022). The urban ecosystem services index as a new indicator for sustainable urban planning and human well-being in cities. *Ecological Indicators*, 144, 109532.
58. Woźniak, G., Sierka, E., & Wheeler, A. (2018). *Urban and industrial habitats: how important they are for ecosystem services* (pp. 169-194). London, UK: IntechOpen.
59. Rosińska, J., Kozak, A., Dondajewska, R., Kowalczywska-Madura, K., & Gołdyn, R. (2018). Water quality response to sustainable restoration measures—case study of urban Swarzędzkie Lake. *Ecological Indicators*, 84, 437-449.
60. Dunalska, J. A., Grochowska, J., Wiśniewski, G., & Napiórkowska-Krzebietke, A. (2015). Can we restore badly degraded urban lakes?. *Ecological Engineering*, 82, 432-441.

61. Deslatte, A., Szmigiel-Rawska, K., Tavares, A. F., Ślawska, J., Karsznia, I., & Łukomska, J. (2022). Land use institutions and social-ecological systems: A spatial analysis of local landscape changes in Poland. *Land Use Policy*, *114*, 105937.
62. Rześny-Cieplińska, J., & Szmelter-Jarosz, A. (2021). Stakeholders' analysis of environmental sustainability in urban logistics: A case study of Tricity, Poland. *Energies*, *14*(5), 1274.
63. Kronenberg, J. (2015). Why not to green a city? Institutional barriers to preserving urban ecosystem services. *Ecosystem services*, *12*, 218-227. [ќ]
64. Jaworek-Jakubska, J., Filipiak, M., Michalski, A., & Napierała-Filipiak, A. (2019). Spatio-temporal changes of urban forests and planning evolution in a highly dynamical urban area: The case study of Wrocław, Poland. *Forests*, *11*(1), 17.
65. Szkop, Z. (2016). An evaluation of the ecosystem services provided by urban trees: The role of Krasiński Gardens in air quality and human health in Warsaw (Poland). *Environmental & Socio-economic Studies*, *4*(4), 41-50.
66. Giedych, R., & Maksymiuk, G. (2017). Specific features of parks and their impact on regulation and cultural ecosystem services provision in Warsaw, Poland. *Sustainability*, *9*(5), 792.
67. Jasionkowski, R., & Lewandowska-Czarnecka, A. (2016). The potential of urban agriculture for sustainability of cities in Poland. *Ecological Questions*, *24*, 59-64.
68. Гулевець, Д. В. (2013). Інструменти підвищення комфортності урбанізованої території за комплексним показником екологічної небезпеки. *Проблеми екологічної біотехнології*, (2).
69. Miroshnyk, N. V. (2023). Взаємозв'язки між урбанізацією та екосистемними послугами зеленої інфраструктури у мегаполісі. *Faktori eksperimental'noi evolucii organizmiv*, *33*, 135-140.
70. Рабош, І. О. (2021). Підвищення екологічної безпеки і моніторинг впливу об'єктів автотранспортної інфраструктури на довкілля.

71. Мовчан, Я. І., & Гулевець, Д. В. (2013). Оцінка екологічного ризику погіршення сучасного стану урбанізованих територій. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*, 3(11 (63)), 37-41.
72. Єдина інформаційно-аналітична система підтримки прийняття управлінських рішень з використанням космічних даних, URL: <https://www.slideshare.net/mirakl/ss-26692628>
73. Landstat Explorer [Official website], URL: <https://livingatlas2.arcgis.com/landsatexplorer/>
74. Рихліцька, О. Д., Косик, О. І., & Беззубцева, М. С. (2022). Еколого-естетичний підхід до дизайну об'єктів збору сміття в міському просторі. *Теорія та практика дизайну*, (25), 249-255.
75. Снежкін, Ю. Ф., Петрова, Ж. О., Пазюк, В. М., & Новікова, Ю. П. (2021). Стан технологій очищення стічних вод в Україні та світі. *Теплофізика та теплоенергетика.*–2021.–43 (1).–С, 5-12.
76. Михайлова, Є. (2023). Аналіз проблеми викидів парникових газів та методів їх знешкодження.