

Міністерство освіти і науки України

Національний університет водного господарства та
природокористування
Навчально-науковий інститут агроекології та
землеустрою
Кафедра екології, технології захисту навколишнього
середовища та лісового господарства

05-02-490М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичних робіт
з навчальної дисципліни

«Екологічна стійкість міських систем»

для здобувачів вищої освіти третього
(освітньо-наукового) рівня

за освітньо-науковою програмою «Екологія»
спеціальності 101 «Екологія»
денної та заочної форми навчання

Рекомендовано
науково-методичною радою
з якості ННІАЗ
Протокол № 10 від 21.01.2025 р.

Рівне – 2025

Методичні вказівки до виконання практичних робіт з навчальної дисципліни «Екологічна стійкість міських систем» для здобувачів вищої освіти третього (освітньо-наукового) рівня за освітньо-науковою програмою «Екологія» спеціальності 101 «Екологія» денної та заочної форми навчання. [Електронне видання] / Прищеп А. М., Бедункова О. О., Трач Ю. П., Клименко Л. В. – Рівне : НУВГП, 2025. – 63 с.

Укладачі:

Прищеп А. М., д.с.-г.н., професор, професор кафедри екології, технології захисту навколишнього середовища та лісового господарства,

Бедункова О. О., д.б.н., професор, професор кафедри екології, технології захисту навколишнього середовища та лісового господарства;

Трач Ю. П., д.т.н., доцент, професор кафедри екології, технології захисту навколишнього середовища та лісового господарства;

Клименко Л. В., к.с.-г.н., доцент, доцент кафедри туризму та готельно-ресторанної справи.

Відповідальний за випуск: Клименко М. О., д.с.-г.н., професор, завідувач кафедри екології, технології захисту навколишнього середовища та лісового господарства

Керівник групи забезпечення спеціальності 101 «Екологія»

Бедункова О. О.

© А. М.Прищеп,
О. О.Бедункова,
Ю. С. Трач,
Л. В.Клименко, 2025
© НУВГП, 2025

1	ВСТУП.....	4
2	Практична робота №1 Оцінювання стійкості міських ландшафтів до антропогенної трансформації.....	5
3	Практична робота №2 Екологічна роль зелених рослин у очищенні міського середовища.....	8
4	Практична робота №3 Критерії та підходи до оцінювання екологічної комфортності міської системи...	12
5	Практична робота №4 Оцінка стійкості міських систем з використанням індикаторів екологічної, економічної, соціальної підсистеми	23
6	Практична робота №5 Стратегії адаптації міських систем до змін клімату.....	33
7	Практична робота 6 Вивчення основних стратегій досягнення вуглецевої нейтральності.....	48
8	Рекомендована література.....	60

СТУП

Навчальна дисципліна «Екологічна стійкість міських систем» спрямована на вивчення теоретичних засад, методів та підходів до оцінки та забезпечення екологічної стійкості міських систем. Вона охоплює ключові аспекти взаємодії природних, соціальних та економічних компонентів в урбанізованих середовищах, а також стратегії їх адаптації до змін клімату, урбанізаційних процесів та природних катастроф. Особлива увага приділяється розвитку концепцій сталого розвитку міських екосистем і впровадженню інноваційних рішень для досягнення екологічної стійкості в міських територіях. Мета навчальної дисципліни сформувані комплексне розуміння концепції екологічної стійкості міст, оцінки та розробки стратегій для створення більш стійких та екологічно чистих міських середовищ.

Запропоновані практичні роботи направлені на проведення аналізу екологічних проблем міських територій та розробку пропозицій щодо їх вирішення, оцінку впливу антропогенних і природних факторів на міське середовище та визначення стратегій для підвищення його стійкості, розробку проектів впровадження сталих практик у міське планування, зокрема в контексті управління ресурсами, покращення енергетичної ефективності та зниження вуглецевого сліду, створення адаптаційних стратегій для міських систем на основі сучасних методів прогнозування змін клімату та управління ризиками, аналіз міжнародного досвіду в розробці екологічно стійких міських політик і практик.

Ці практичні роботи дозволяють здобувачам вищої освіти не лише освоїти теоретичні основи, але й розвивати навички прийняття рішень, необхідні для розробки стійких міських стратегій, а також адаптації міст до змінних екологічних умов.

ОЦІНЮВАННЯ СТІЙКОСТІ МІСЬКИХ ЛАНДШАФТІВ ДО АНТРОПОГЕННОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ

Мета роботи: ознайомитися із методикою оцінювання стійкості міських ландшафтів до антропогенної трансформації та розробити ряд рішень для зменшення навантаження на природні об'єкти міста

Основні поняття¹

Міські ландшафти - це просторово організовані території в межах міських агломерацій, що складаються з різних природних та антропогенних елементів: природних компонентів (рослинність, водойми, ґрунти) та штучних структур (будівлі, дороги, інфраструктура). Міські ландшафти взаємодіють з соціальними, економічними та екологічними процесами, сприяючи створенню умов для життя, роботи та відпочинку населення, водночас виконуючи екологічні функції, такі як очищення повітря, збереження біорізноманіття, зниження шумового та теплового забруднення. містах трансформація ландшафтів досягає свого найвищого рівня. Загальною для всіх міст є тенденція до зменшення площі повністю змінених чи штучних територій, збільшення частки природного покриття та зниження рівня забудови, особливо при русі від центру міста до його околиць. Антропогенним вважається ландшафт, на якому під впливом людської діяльності на значній частині території або на всій площі відбулися корінні зміни, що призвели до появи хоча б одного елементу ландшафту, включаючи рослинність.

¹ Робота розроблена за матеріалом Практикум з курсу «Екологія міських систем» (для студентів спеціальності 101 Екологія) / уклад. Е.О. Свтушенко. Кривий Ріг : Криворізький державний педагогічний університет, 2024. 69 с.

Стійкість міських ландшафтів - це здатність міських екосистем та їхніх складових (землекористування, рослинність, водойми, інфраструктура тощо) зберігати свою функціональність, структуру та динамічні характеристики в умовах антропогенного впливу, природних та соціальних змін. Це поняття включає в себе здатність ландшафтів адаптуватися до змін середовища, відновлюватися після негативних впливів та забезпечувати стабільне функціонування екосистемних процесів, таких як очищення повітря, води, регулювання температури тощо.

Одним із критеріїв, що визначає регіонально-екологічну стійкість території площею S , служить показник геодинамічного потенціалу, що характеризує ступінь схильності території до деградаційних процесів.

Геопотенційну стійкість території міста визначають за формулою:

$$W=1/1-\sum k_a*(S_1/S),$$

де k_a – адитивні коефіцієнти, які визначені методом нормуючої функції (табл. 1.1); S – площа території, що досліджується, га; S_1 – площа території ураженої несприятливими екологічними процесами, га.

Таблиця 1.1.
Значення адитивних коефіцієнтів k_a

Тип території	Значення
Парки, водойми	1
Житлова забудова міста	0,5
Загальноміський центр	0,25
Промислово-складська забудова	0,125
Промислові зони	0,0625

Згідно розрахунку та даних табл. 1.2 можна здійснити класифікацію стійкості урбоекосистеми міста.

Таблиця 1.2.

Класифікація стійкості урбоекосистеми

Клас урбоекосистеми	Градації стійкості		
	Стійка в цілому	Стійка в малому	Нестійка в цілому
Керований замкнутий	0,9	1	-
Некерований замкнутий	0,6	0,8	0,1
Керований відкритий	0,4	0,5	-
Некерований відкритий	-	0,2	0

Хід роботи

1. Вивчення літератури щодо оцінювання стійкості міських ландшафтів до антропогенної трансформації (Літературний огляд наукових статей, монографій, звітів та інших джерел з тематики оцінювання стійкості міських ландшафтів до антропогенної трансформації).
2. Вивчення літератури щодо природо орієнтованих рішень для зменшення навантаження на природні об'єкти міста
3. Визначити геопотенційну стійкість території міста за запропонованою методикою
4. Зробити презентацію результатів досліджень.

Питання для самоперевірки

1. Що таке міські ландшафти і з яких елементів вони складаються?
2. Як міські ландшафти взаємодіють з соціальними, економічними та екологічними процесами?
3. Які екологічні функції виконують міські ландшафти?
4. Як впливає антропогенна діяльність на міські ландшафти?

5. Що означає стійкість міських ландшафтів і які процеси вона включає?
6. Які чинники впливають на здатність міських ландшафтів адаптуватися до змін середовища?
7. Як класифікуються антропогенні ландшафти та які є приклади ландшафтно-техногенних комплексів?
8. Що таке геодинамічний потенціал і як він визначається?
9. Яка формула використовується для визначення геопотенційної стійкості території міста?
10. Як оцінюється стійкість міських ландшафтів до антропогенної трансформації?

Практична робота №2²

ЕКОЛОГІЧНА РОЛЬ ЗЕЛЕНИХ РОСЛИН У ОЧИЩЕННІ МІСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА

Мета роботи: оцінити екологічну роль зелених рослин у зменшенні рівня забруднення повітря в міських умовах, розрахувати ефективність зелених насаджень у поглинанні забруднювачів (важких металів, оксидів азоту, пилу) у різних міських зонах

Основні поняття

Зелені рослини володіють здатністю поглинати шкідливі для здоров'я людини речовини з повітря та виділяти кисень і бактерицидні сполуки, що робить їх важливим елементом для покращення якості повітря в міських умовах. Екологічна роль цих рослин полягає в

² Робота розроблена за матеріалом Практикум з курсу «Екологія міських систем» (для студентів спеціальності 101 Екологія) / уклад. Е.О. Свтушенко. Кривий Ріг : Криворізький державний педагогічний університет, 2024. 69 с.

здатності здійснювати природні процеси, що сприяють поліпшенню стану навколишнього середовища, зокрема очищенню повітря від забруднювачів. Під час фотосинтезу рослини поглинають вуглекислий газ і виділяють кисень, допомагаючи підтримувати газовий баланс в атмосфері. Фітоочищення, в свою чергу, полягає у здатності рослин абсорбувати та переробляти токсичні речовини, такі як важкі метали та хімічні забруднювачі, сприяючи очищенню навколишнього середовища.

Забруднювачі - це хімічні, біологічні та фізичні речовини, що негативно впливають на навколишнє середовище. Для міських територій такими забруднювачами можуть бути оксиди азоту, сірчисті гази, важкі метали, пил та інші шкідливі сполуки.

У цьому контексті зелене будівництво виступає як ефективний засіб біологічного очищення середовища від антропогенних забруднювачів. Для оцінки ефективності зелених насаджень важливо мати дані про масу листя на деревах, площу зеленого покриття (площу проекції крон дерев на ґрунт) та питомі показники, що характеризують функції рослин. З метою спрощення оцінки можна використовувати питомі показники «середньої породи», що базуються на середніх характеристиках для різних видів дерев і чагарників, і застосовуються як показники «середньопорідного дерева».

Здатність рослин до очищення повітря від забруднювачів складає за період вегетації (150 діб) у середньому: – 1 кг листя тополі (у розрахунку на суху масу) поглинає у середньому понад 150 г SO₂, ясена – 18 г, липи – 10 г, акації білої – 69 г, в'язу – 39 г; – 25-річне дерево тополі поглинає CO₂ 44 кг, дубу – 28 кг, липи – 16 кг, ялинки – 6 кг; – доросле дерево в'язу осаджує 28 кг пилу, верби – 38 кг, клену – 28–33 кг, тополі – 34 кг, шовковиці – 31 кг, ясена – 27 кг, каштану – 16 кг.

Якщо на території є газони, то треба враховувати і їх роль у покращенні якості середовища, а саме: 1 га зеленого газонного покриття за вегетацію виділяє від

10000 до 12000 м³ кисню, затримує у 10 разів більше пилу, ніж деревні насадження тієї ж площі.

Таблиця 2.1.
Функціональні показники «середньо породного насадження»

Показник	Поглинання		Виділення	
	інтервал	середнє	інтервал	середнє
Вуглекислий газ, т/га	5-10	7,5	-	-
Кисень, т/га	-	-	1-20	15
Випаровування води, т/га	-	-	2000-3000	2500
Пил, т/га	14-65	31,6	-	-
SO ₃ г/кг сухого листя	10-150	62,6	-	-
Свинець, г/га	370-380	375	-	-
Фітонциди, кг/га	-	-	200-500	350

Примітка: в орієнтовних розрахунках суху масу можна умовно прийняти як 20% від маси свіжого листя

Оцінка екологічної ролі рослин у очищенні міста вимагає використання різноманітних методів, що дозволяють врахувати різні аспекти їхнього впливу на довкілля. Використання комбінованих методів (наприклад, прямі вимірювання та індекси фітоочищення) дозволяє отримати більш точні та комплексні дані для оптимізації зелених насаджень і їхнього впливу на екологічне середовище міста.

Методи оцінки екологічної ролі рослин у очищенні міста є важливим інструментом для визначення ефективності зелених насаджень у поліпшенні якості повітря та загальному покращенні екологічного стану міського середовища. Два основних методи, що

використовуються для оцінки цієї ролі, включають моделювання процесів очищення повітря та метод оцінки поглинання шкідливих речовин. Моделювання процесів очищення повітря дозволяє прогнозувати вплив зелених насаджень на зменшення забруднення в міських умовах. Для цього використовуються спеціалізовані комп'ютерні моделі, які враховують різноманітні фактори, такі як площа зелених насаджень, рівень забруднення повітря, погодні умови та здатність рослин поглинати певні забруднювачі. Моделювання дозволяє точніше визначити, як збільшення площі зелених насаджень або використання певних видів рослин може вплинути на зниження концентрації забруднювачів у повітрі. Цей метод полягає в розрахунку кількості забруднювачів, які рослини здатні поглинути з повітря, ґрунту чи води. Для цього використовуються спеціальні коефіцієнти поглинання, що дозволяють визначити, скільки певних забруднювачів поглинається кожним видом рослин за одиницю часу або площі. Цей метод є особливо корисним для оцінки здатності різних видів рослин очищати повітря від специфічних забруднювачів, таких як сірчисті гази (SO₂), оксиди азоту (NO_x) або важкі метали, які можуть потрапляти в атмосферу через промислову діяльність.

Хід роботи

1. Вивчення літератури щодо екологічної ролі зелених рослин у міських умовах (Літературний огляд наукових статей, монографій, звітів та інших джерел з тематики екологічної ролі зелених рослин.).
2. Ознайомлення з методами дослідження рівня забруднення повітря та способами вимірювання вмісту шкідливих речовин у повітрі.
3. Обґрунтувати та запропонувати схему польових досліджень для оцінки ефективності місцевих зелених насаджень.
4. Підібрати методи оцінки екологічної ролі рослин у очищенні міста. Пропозиції щодо вибору найбільш

ефективних видів рослин для очищення міста від забруднювачів.

5. Презентувати отримані результати.

Питання для самоперевірки

1. Які основні екологічні функції зелених рослин у міському середовищі?
2. Як фотосинтез допомагає підтримувати газовий баланс в атмосфері?
3. Що таке фітоочищення і які забруднювачі можуть бути абсорбовані рослинами?
4. Які основні забруднювачі характерні для міських територій?
5. Як зелене будівництво сприяє біологічному очищенню середовища?
6. Які дані важливі для оцінки ефективності зелених насаджень?
7. Чому використовуються питомі показники «середньої породи» для оцінки зелених насаджень?
8. Що таке моделювання процесів очищення повітря і які фактори воно враховує?
9. Як розраховуються коефіцієнти поглинання шкідливих речовин рослинами?
10. Які основні методи використовуються для оцінки екологічної ролі рослин у очищенні міста?

Практична робота №3

КРИТЕРІЇ ТА ПІДХОДИ ДО ОЦІНЮВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ КОМФОРТНОСТІ МІСЬКОЇ СИСТЕМИ

Мета роботи: здійснити оцінювання екологічної комфортності міської системи у рідному місті. Внести пропозиції щодо підвищення комфортності території.

Основні поняття³

Екологічна комфортність міської системи - це комплексна характеристика, що відображає здатність міського середовища забезпечувати високий рівень якості життя мешканців за рахунок сприятливих екологічних умов. Вона включає низький рівень забруднення повітря і води, доступність та якість зелених зон, прийнятний рівень шуму, комфортний температурний режим, а також соціально-економічні умови, що сприяють здоров'ю та добробуту населення. Екологічна комфортність забезпечується гармонійною взаємодією природних і штучних компонентів міського середовища, стійкістю екосистем, ефективним управлінням ресурсами і мінімізацією негативного впливу антропогенних факторів.

Критерії оцінювання комфорту міської системи наведені у табл.3.1.

Таблиця 3.1

Критерії оцінювання комфорту міської системи

Критерії	Характеристика
Екологічні критерії	Якість повітря: рівень забруднення повітря шкідливими речовинами (діоксид сірки, оксиди азоту, пил та ін.), наявність зелених зон для очищення повітря. Шумове забруднення: рівень шуму в місті, особливо в районах з високою інтенсивністю транспорту та промисловими зонами. Температурний режим: вплив "теплових островів", наявність міських зелених зон, які знижують температуру та забезпечують прохолоду в спекотний час.

³ Використані матеріали з Практикум з курсу «Екологія міських систем» (для студентів спеціальності 101 Екологія) / уклад. Е.О. Євтушенко. Кривий Ріг : Криворізький державний педагогічний університет, 2024. 69 с.

	<p>Вода та очищення: доступність чистої води, рівень забруднення водних ресурсів, ефективність системи водовідведення та очищення.</p>
Інфраструктурні критерії	<p>Транспортна доступність: наявність зручних і безпечних транспортних мереж (дороги, громадський транспорт), швидкість та зручність переміщення по місту.</p> <p>Житлові умови: доступність та якість житлової нерухомості, рівень забезпеченості житлом різних соціальних груп.</p> <p>Енергоефективність: ефективність використання енергетичних ресурсів, використання відновлювальних джерел енергії, зменшення енергоспоживання в міській інфраструктурі.</p>
Соціальні критерії	<p>Доступ до послуг: наявність медичних установ, освітніх закладів, культурних центрів та інших соціальних інфраструктур, доступність їх для різних верств населення.</p> <p>Безпека: рівень криміногенної ситуації, ефективність системи охорони правопорядку, вуличне освітлення та безпека в громадських місцях.</p> <p>Культурна та соціальна інфраструктура: наявність парків, скверів, зон для відпочинку, культурних та спортивних об'єктів, які сприяють розвитку соціальних контактів і підтримці психоемоційного стану мешканців.</p>
Естетичні	<p>Ландшафтний дизайн: краса міського</p>

критерії	<p>простору, збереження природних ландшафтів, розпланування міських територій з урахуванням естетичних потреб мешканців.</p> <p>Чистота та благоустрій: рівень чистоти на вулицях, якість утримання міських просторів, наявність зон для відпочинку та озеленення.</p> <p>Архітектурна привабливість: гармонійне поєднання старовинної та сучасної архітектури, естетична привабливість міських будівель і забудови</p>
Економічні критерії	<p>Рівень зайнятості та економічної стабільності: рівень безробіття, доступність робочих місць, інфраструктура для підприємництва та розвитку малого бізнесу.</p> <p>Доступність товарів і послуг: економічна доступність базових товарів, послуг, оренди житла та інших соціальних потреб для різних верств населення.</p> <p>Інвестиційний клімат: привабливість міста для інвестицій, розвиток нових галузей економіки, підтримка інновацій.</p>
Здоров'я та безпека	<p>Здоров'я населення: рівень поширення захворювань, доступність медичних послуг, рівень охорони здоров'я.</p> <p>Безпека та інфраструктура: стійкість міської системи до природних катастроф (повені, землетруси, снігопади), наявність системи оповіщення та ефективність органів влади в реагуванні на надзвичайні ситуації.</p>
Управлінські критерії	<p>Ефективність місцевої влади: здатність міської адміністрації</p>

	ухвалювати та реалізовувати рішення, що покращують якість життя мешканців. Участь громади в управлінні: можливість мешканців брати участь у процесах ухвалення рішень щодо розвитку міста, врахування їхніх потреб у плануванні.
--	--

Оцінка комфорту міської системи передбачає вивчення різних аспектів, що впливають на якість життя мешканців, ефективність інфраструктури та екологічний стан міста, згідно методики використовуємо 29 показників сучасного екологічного та соціально-екологічного стану міста (табл. 3.2-3.9). Ці показники об'єднані у 8 груп. Інтенсивність прояву кожного показника оцінюється за чотирибальною шкалою: 1 бал – найменший (комфортний) прояв несприятливих факторів; 2 бали – середній (сприятливий) прояв несприятливих факторів; 3 бали – високий (несприятливий) прояв негативних факторів; 4 бали – найвищий (вкрай несприятливий) прояв негативних факторів. При використанні кількісних методів оцінювання потенціалу екологічної комфортності іноді використовуються проміжні бали (1,5; 2,5; 3,5). Їх використання свідчить, що для певного району інтенсивність прояву певного фактора знаходиться у межах від меншого до більшого балу.

Таблиця 3.2.
Розміщення досліджуваних територій

Об'єкти	Кількість балів	Характеристика
Великі підприємства	1	Відсутність великих підприємств
	2	Наявність підприємств за містом
	3	Території біля промрайонів
	4	Території за межами

		промрайонів
Великі автошляхи	1	Дороги місцевого значення
	2	Райони біля великих доріг
	3	Центральні райони міста
	4	Наявність крупних автомагістралей
Еколого – небезпечні об'єкти	1	Відносно базисне розташування
	2	Нафтобази, старі АЗС
	3	Небезпечні об'єкти, залізниці
	4	Газо -, нафтоустаткування

Таблиця 3.3.

Характеристика атмосфери

Об'єкти	Кількість балів	Характеристика
Наявність запахів	1	Практично відсутні
	2	Практично відсутні
	3	Прояв епізодичний
	4	Постійний біля контейнерів
Мікроклімат	1	Схили, ухили місцевості
	2	Тераси річок
	3	Заплави річок
	4	Непродумана забудова
Здатність атмосфери до самоочищення	1	Повністю самоочищується
	2	Незначна кількість домішок
	3	Домішки у межах ГДК
	4	Нездатна до самоочищення
Забруднення атмосфери сторонніми домішками	1	Відсутнє
	2	Низьке
	3	Високе
	4	Дуже високе

Таблиця 3.4.

Якість водного середовища

Показники	Бали	Характеристика
Наявність і стан об'єкту	1	Слабо забруднений
	2	Відсутність річки
	3	Забруднена річка
	4	Сильно забруднена
Забруднення поверхневих вод	1	Відсутнє
	2	Низьке
	3	Високе
	4	Дуже високе
Забруднення підземних вод	1	Відсутнє
	2	Низьке
	3	Високе
	4	Дуже високе
Потенціал самоочищення	1	Знижений
	2	Низький
	3	Відсутність річки
	4	Катастрофічно низький
Якість води, подається	1	Найвища
	2	Висока
	3	Середня
	4	Низька
Рівень каналізованості	1	Високий > 80%
	2	Середній 70 - 80%
	3	Низький 50 - 70%
	4	Дуже низький <50%
Стан каналізації, дощового стоку	1	У робочому стані
	2	Потребує ремонту
	3	В аварійному стані
	4	Відсутня
Аварійність мереж	1	Низька
	2	Середня
	3	Висока
	4	Дуже висока

Таблиця 3.5.

Якість ґрунтів

Показники	Бали	Характеристика
Сумарний показник забруднення	1	Прийнятний
	2	Допустимий
	3	Помірно небезпечний
	4	Небезпечний
Аномалії забруднення важкими металами	1	В межах ГДК
	2	Наявність 1 – 2 ГДК
	3	Наявність 2 – 5 ГДК
	4	Наявність >5ГДК
Потенціал самоочищення	1	Високий (чорнозем)
	2	Середній (торф'яники)
	3	Низький (сірі лісові)
	4	інші землі

Таблиця 3.6.

Рекреаційна комфортність

Показники	Бали	Характеристика
Стан озеленення вулиць	1	Добре озеленені
	2	Задовільно озеленені
	3	Погано озеленені
	4	Не озеленені
Наявність парків, скверів	1	Повна наявність
	2	Внутрішньоквартальні
	3	Наявність скверів
	4	Відсутність рекреації
Доступність зеленої зони	1	Добра (1 – 3км)
	2	Середня (3 – 5км)
	3	Задовільна (5 – 7км) Погна (>7км)
		Погана (>7км)

Таблиця 3.7.

Техногенна складова ландшафту

Показники	Бали	Характеристика
Заасфальтованість	1	Центр міста (<30%)
	2	Невисока (30 - 60%)
	3	Середня (60 - 80%)
	4	Висока (>80%)
Щільність забудови	1	Розріджена
	2	Є простори
	3	Щільна
	4	Суцільна
Висота забудови	1	(1 – 2)
	2	(>3)
	3	(5-9)
	4	9 – 16)

Таблиця 3.8.

Стан забруднення території

Показники	Бали	Характеристика
Шумове забруднення (в годину пік)	1	Низький (73 – 75дБ)
	2	Середній (76 – 79 дБ)
	3	Високий (80 – 82 дБ)
	4	Дуже високий (>82дБ)
Радіаційне забруднення (мР/год.)	1	Нормальний (<допустимого рівня (ДР))
	2	Середній (<2,5 ДР)
	3	Високий (>2,5ДР)
	4	Дуже високий (>50)
Мікробіологічне забруднення	1	Низький рівень
	2	Середній рівень
	3	Високий рівень
	4	Дуже високий

Таблиця 3.9.

Санітарний стан території

Показники	Бали	Характеристика
Прибирання вулиць	1	Високий
	2	Задовільний
	3	Низький
	4	Не прибираються
Наявність і розміри сміттєзвалищ	1	Відсутність
	2	Невеликі
	3	Необладнані
	4	Неорганізовані

Загальні критерії оцінювання екологічної комфортності міської системи:

- 1) нижче 65 балів, середній бал 2,1-2,3 високий потенціал комфортності.
- 2) 66-70 балів, середній бал 2,3-2,5 середній потенціал комфортності
- 3) 71-75 балів, середній бал 2,5-2,7 низький потенціал комфортності.
- 4) 80 і вище балів, середній бал > 2,7 критичний потенціал комфортності.

Успішне застосування критеріїв оцінки екологічної комфортності допомагає розробляти ефективні стратегії сталого розвитку, впроваджувати заходи щодо поліпшення якості середовища та адаптувати міські території до змін клімату та інших екологічних викликів. Оцінка повинна бути динамічною і регулярно оновлюватися, з урахуванням нових наукових даних, технологічних інновацій та змін у соціально-економічному розвитку міста.

Хід роботи

1. Огляд теоретичних аспектів визначення комфортності міського середовища
2. Збір статистичних даних щодо основних аспектів комфортності міського середовища.

3. Провести порівняння отриманих даних за різними критеріями. Визначити найбільш проблемні зони міста, які потребують покращення для підвищення рівня комфортності.
4. Порівняти дані щодо комфортності міських систем у різних районах (центральна частина, околиці) для виявлення відмінностей у рівні розвитку інфраструктури та екологічного стану.
5. Узагальнити результати оцінки комфортності міської системи.
6. Зробити висновки щодо стану комфорту в досліджуваному місті, визначити найбільші проблеми та фактори, що впливають на якість життя мешканців.
7. Запропонувати рекомендації для покращення комфортності міського середовища, засновані на результатах дослідження.

Питання для самоперевірки

1. Які екологічні фактори впливають на комфортність міського середовища?
2. Як рівень забруднення повітря оцінюється як частина оцінки комфорту міської системи?
3. Яким чином шумове забруднення може вплинути на загальний комфорт в місті?
4. Як оцінюється ефективність транспортної інфраструктури в міському середовищі?
5. Які соціальні критерії є важливими для визначення комфортності міського середовища?
6. Як впливає доступ до медичних та освітніх установ на комфортність життя в місті?
7. Яким чином оцінюється наявність зелених зон та ландшафтного дизайну в міських ландшафтах?
8. Які економічні фактори необхідно враховувати для оцінки комфортності міста?
9. Як безпека та рівень криміногенної ситуації впливають на комфортність міського середовища?

10. Яким чином ефективність місцевого управління може сприяти підвищенню комфортності міської системи?

Практична робота №4

ОЦІНКА СТІЙКОСТІ МІСЬКИХ СИСТЕМ З ВИКОРИСТАННЯМ ІНДИКАТОРІВ ЕКОЛОГІЧНОЇ, ЕКОНОМІЧНОЇ, СОЦІАЛЬНОЇ ПІДСИСТЕМИ

Мета роботи: ознайомитися із методикою оцінки стійкості міських систем з використанням індикаторів екологічної, економічної та соціальної підсистем, провести оцінку стійкості обраного міста та розробити рекомендації для підвищення його стійкості.

Основні поняття

У сучасних умовах урбанізація та зміни клімату створюють значні виклики для стійкості міських систем.

Забезпечення сталого розвитку міст передбачає необхідність комплексної оцінки їхньої стійкості, з урахуванням екологічних, економічних та соціальних аспектів. Це дозволяє не лише виявити вразливі місця, але й розробити ефективні стратегії для їх подолання. Використання індикаторів стійкості забезпечує науково обґрунтований підхід до моніторингу та оцінки стану міських систем, що є критично важливим для прийняття управлінських рішень.

Оцінка сталості за допомогою індикаторів є важливим інструментом для моніторингу, аналізу та управління розвитком міських систем. Цей підхід базується на використанні конкретних показників, які відображають стан різних аспектів сталого розвитку, таких як екологічні, економічні та соціальні складові. Основна мета використання індикаторів полягає у забезпеченні об'єктивної та систематичної оцінки прогресу, досягнутого у напрямку сталого розвитку, а також виявленні

проблемних зон і визначенні пріоритетних напрямків для подальших дій.

Принципи вибору індикаторів сталого розвитку включають кілька ключових аспектів, які допомагають забезпечити комплексний і збалансований підхід до оцінки стійкості міських систем. Перш за все, індикатори повинні бути релевантними і відображати основні аспекти сталого розвитку, такі як екологічний, економічний та соціальний виміри. Вони мають бути зрозумілими та легко інтерпретованими для всіх зацікавлених сторін, включаючи науковців, урядовців та громадськість. Доступність даних є критичним принципом, оскільки індикатори повинні базуватися на надійних та доступних даних, що дозволяють регулярно здійснювати моніторинг і оцінку.

Інший важливий принцип - це чутливість до змін, що означає, що індикатори повинні бути здатними оперативно реагувати на зміни в навколишньому середовищі та соціально-економічних умовах. Комплексність індикаторів передбачає охоплення широкого спектру питань сталого розвитку і врахування взаємозв'язків між різними компонентами міської системи. Індикатори повинні бути порівняними між собою, що дозволить здійснювати порівняння різних регіонів чи періодів.

Забезпечення співучасті і залучення зацікавлених сторін у процес вибору індикаторів допомагає підвищити їхню легітимність і прийнятність. Останній, але не менш важливий принцип - це довгострокова сталість, що передбачає забезпечення можливості тривалого використання індикаторів для оцінки прогресу у досягненні сталого розвитку. Усі ці принципи разом забезпечують ефективний інструмент для моніторингу, оцінки та управління сталим розвитком міських систем.

Для оцінки сталості міських систем використовуються екологічні індикатори, що відображають стан навколишнього середовища, такі як рівень забруднення повітря і води, кількість зелених зон, біорізноманіття та якість ґрунтів. Економічні індикатори включають показники,

що характеризують економічний розвиток і стабільність, зокрема рівень зайнятості, обсяг інвестицій, валовий внутрішній продукт на душу населення та рівень доходів мешканців. Соціальні індикатори дозволяють оцінити якість життя населення, зокрема доступ до медичних послуг, рівень освіти, житлові умови, а також рівень соціальної згуртованості та безпеки.

Процес оцінки сталості включає збір та аналіз даних за обраними індикаторами, порівняння результатів з нормативними значеннями або даними інших міст, а також виявлення вразливих місць та проблемних зон. На основі отриманих результатів розробляються рекомендації для покращення екологічного стану, економічного розвитку та соціальної стійкості міста. Такий підхід дозволяє приймати обґрунтовані управлінські рішення та сприяє досягненню цілей сталого розвитку, забезпечуючи гармонійний баланс між економічними, екологічними та соціальними аспектами міського життя.

Розглянемо одну із найпоширеніших оцінок сталості міста за салістю його соціо-економіко-екологічної системи (СЕЕ). Оцінка стану СЕЕ системи міста здійснюється з використанням системи базових показників (БП), поєднаних у однорідні групи (економічну, соціальну, екологічну). Вважається, що індикатори окремих груп є незамінними або такими, що низьке значення хоча б однієї із часткових оцінок істотно знижує агреговану, інтегровану і інтегральну оцінку. За впливом на стан СЕЕ системи розрізняють два типи індикаторів, а саме: зростання кількісних ознак, який покращує стан екологічної, соціальної, економічної підсистем і зменшення негативних ознак, який також покращує стан цих систем. Перші індикатори позитивні, а другі негативні.

Позитивні індикатори: для цих індикаторів збільшення їх кількісних значень обумовлює зростання інтегральної оцінки блоків нижчого рівня;

$$X = \frac{N_i - N_i(\min)}{N_i(\max) - N_i(\min)} . \quad (4.1)$$

Негативні індикатори: для цих індикаторів зменшення їх кількісних значень обумовлює покращення стану блоків нижчого рівня.

$$X_1 = \frac{N_i(\max) - N_i}{N_i(\max) - N_i(\min)} . \quad (4.2)$$

На основі запропонованої ієрархічної структури обираємо схему алгоритмізації розрахунку інтегрального рівня СЕЕ розвитку селітебних територій. В основу такого алгоритму покладена процедура поступового „згортання” значень індикаторів нижнього та проміжних рівнів (А.М. Прищепа, Л.В. Клименко, 2009).

При цьому „згортання” базових у агреговані, агрегованих у інтегровані та інтегрованих у інтегральні показники здійснювали за формулою середнього геометричного:

$$x = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n x} . \quad (4.3)$$

Потрібно зазначити, що кожен із базових показників має свою природу і насамперед максимальні та мінімальні межі коливань: $N_i(\max)$ та $N_i(\min)$. За максимальні позитивні і мінімальні негативні потрібно брати кількісні значення показників, які відповідають кращим значенням типових адміністративних одиниць по Україні чи області.

Розрахунок індексу соціо-еколого-економічного розвитку селітебної території міста потрібно здійснювати за інтегрованими показниками: індексу соціального, екологічного та економічного розвитку. Загальна схема оцінки соціо-економіко-екологічного розвитку зводиться до наступного (рис. 4.1,4,2,4,3).

Розрахунок інтегрального територіального індексу (ІТІ) здійснюється за формулою:

$$ІТІ = \sqrt[3]{I_1 \cdot I_2 \cdot I_3}, \quad (4.4)$$

де I_1 – Інтегрований показник екологічного розвитку;
 I_2 – Інтегрований показник соціального розвитку;
 I_3 – Інтегрований показник економічного розвитку.

За основу алгоритму розрахунку індексів

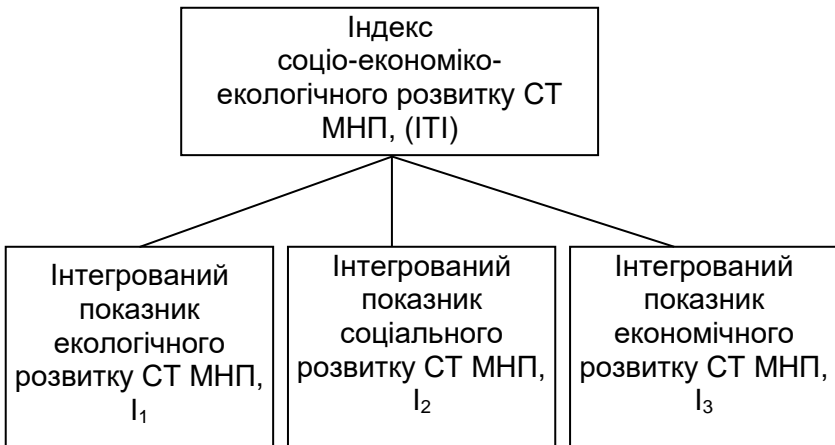


Рис. 4.1 Структурна схема розрахунку індексу соціо-економіко-екологічного розвитку

Методика оцінки СЕЕ стану міста представлено на рис. 4.2 .

Методика оцінки СЕЕ стану урбосистем

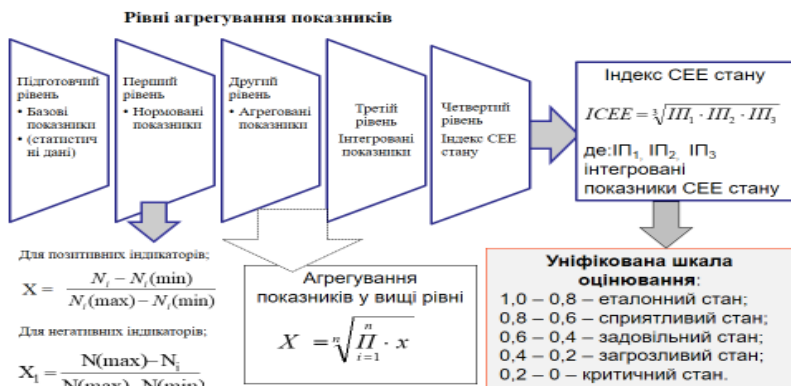


Рис. 4.2 Структурна схема розрахунку індексу соціо-економіко-екологічного стану урбосистеми.

Схема розрахунку індексу СЕЕ стану урбосистеми представлено на рис. 4.3.

Запропоновано розширення базових екологічних показників, що дозволяє відображати якість компонентів довкілля урбосистеми та відслідковувати ланцюг «фактор тиску – стан довкілля – реакція». До екологічного блоку додатково введені: індекс забруднення атмосфери (ІЗА₅), показник сумарного геохімічного забруднення ґрунту, умовний показник ушкодження біоіндикаторів (АП – стан біосистем), стан водних біосистем (річки, озера) за біоіндикаційними дослідженнями. Визначені критерії та нормативи для оцінювання екологічного стану табл. 4.1,- 4.2.

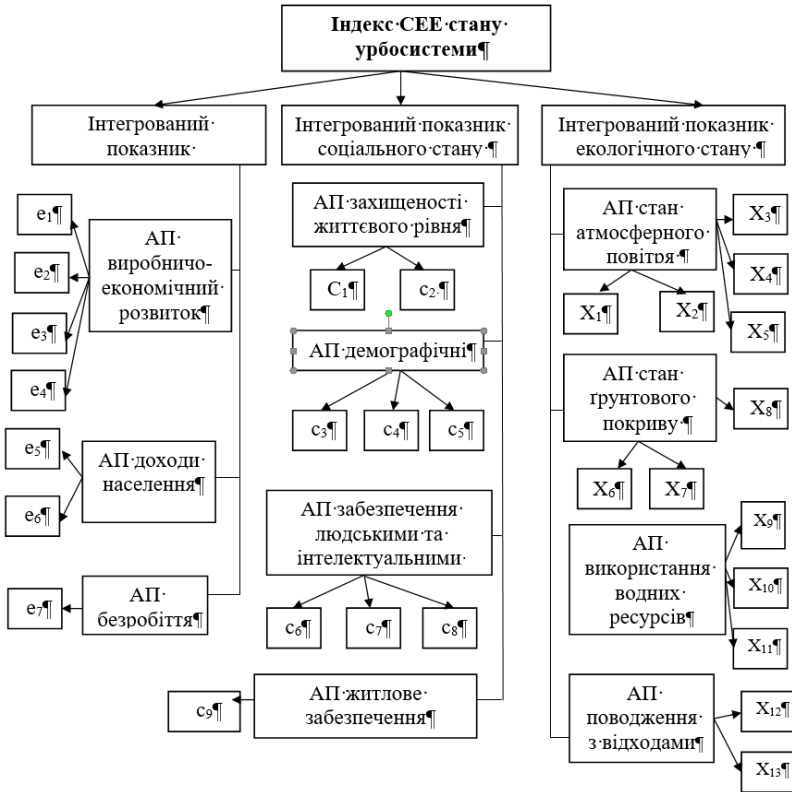


Рис. 4.3. Структурна схема визначення індексу СЕЕ стану урбосистеми

e_1 -індекс зростання обсягу продукції промисловості,%; e_2 - частка продукції малих промислових підприємств,%; e_3 - роздрібний товарооборот на душу населення; e_4 -індекси інвестицій в основний капітал,%; e_5 -середня заробітна плата, грн;; e_6 - доходи місцевого бюджету на 1 особу; c_1 - кількість інвалідів, на 10 тис. населення; c_2 - кількість зареєстрованих злочинів; c_3 - народжуваність, на тис. осіб; c_4 - смертність, на тис. осіб; c_5 - природний приріст, на тис. осіб; c_6 - частина працюючого населення, % від населення; c_7 -рівень захворювання на туберкульоз, на 100 тис. населення; c_8 - кількість лікарів на 10тис.населення; c_9 - забезпеченість

житлом, м² на 1 особу X_1 - кількість сумарних викидів тис.т; X_2 - кількість викидів від стаціонарних джерел, т; X_3 - кількість викидів від пересувних джерел, т; X_4 - щільність викидів, на 1 км²; X_5 - кількість викидів на душу населення; X_6 - індекс забруднення атмосфери (ІЗА₅); X_7 - територія під забудовою та твердим покриттям; X_8 - територія зайнята природними стійкими ландшафтами, %; X_9 - землі с/г призначення; X_{10} - показник сумарного геохімічного забруднення ґрунту; X_{11} - умовний показник ушкодження біоіндикаторів; X_{12} - стан водних екосистем річки (КОСВЕ); X_{13} - стан водних екосистем озера (КОСВЕ); X_{14} - забір води з підземних водоносних горизонтів, млн.м³; X_{15} - споживання свіжої води, млн.м³; X_{16} - скиди неочищених стічних вод, тис. м³; X_{17} - утворення ТПВ на душу населення; X_{18} - утворення відходів I-III класу небезпеки.

Таблиця 4.1

Оцінка стану урбосистеми Рівного за екологічними індикаторами сталого розвитку

№	Агреговані показники	Базові індикатори
1.	Показник стану атмосферного повітря	Кількість сумарних викидів тис.т
		Кількість викидів від стаціонарних джерел, т
		Кількість викидів від пересувних джерел, т
		Щільність викидів, на 1 км ²
		Кількість викидів на душу населення.
		Індекс забруднення атмосфери (ІЗА ₅)
2.	Показник стану ґрунтового покриву	Територія під забудовою та твердим покриттям
		Територія зайнята природними стійкими ландшафтами, %
		Землі с/г призначення
		Показник сумарного геохімічного забруднення ґрунту
3.	Стан біосистем	Умовний показник ушкодження

		біоіндикаторів
4.	Стан водних екосистем	Стан водних екосистем річки (КОСВЕ)
		Стан водних екосистем озера (КОСВЕ)
5.	Показник використання водних ресурсів	Забір води з підземних водоносних горизонтів, млн. м ³
		Споживання свіжої води, млн. м ³
		Скиди неочищених стічних вод, т ис. м ³
6.	Показник поводження з відходами	Утворення ТПВ на душу населення
		Утворення відходів I-III класу небезпеки

Таблиця 4.2

Критерії оцінювання компонентів довкілля
урбосистеми

Показник (X)	Нормативи за екологічним станом				
	0-0,2	0,2-0,4	0,4-0,6	0,6-0,8	0,8-1
	Критичний	загрозливий	задовільний	сприятливий	еталонний
Індекс забруднення атмосфер. повітря (X ₆)	> 22,5	12,5 – 22,5	12,5 – 7,5	2,5 – 7,5	< 2,5
Сумарний показник забруднення ґрунту (X ₁₀)	>128	32-128	16-32	8-	< 8
Умовний показник	(0,751-1,000)	(0,501-0,750)	(0,251-0,500)	(0,000-0,250)	

ушкодження біоінд. (X_{11})					
Показник комплексної оцінки стану водних екосистем (X_{12}), (X_{13})	0-0,2	0,2-0,4	0,4-0,6	0,6-0,8	0,8-1

Хід роботи

1. Дослідити існуючі літературні джерела, що стосуються оцінки сталості міських систем, використовуючи різні групи індикаторів (екологічних, економічних та соціальних), і визначити основні підходи та методики, описані у наукових працях.
2. Визначити, які групи індикаторів використовуються для оцінки сталості міських систем (малих, середніх, великих) в різних джерелах (екологічні, економічні, соціальні).
3. Продемонструвати приклади індикаторів та методик оцінювання сталості міських систем.
4. Збір статистичних даних про екологічний, економічний та соціальний стан обраного міста та визначити ключові індикатори для оцінки стійкості систем.
5. Підготовка презентації для представлення результатів роботи.

Питання для самоперевірки

1. Що таке стійкість міських систем і чому вона важлива у контексті урбанізації та змін клімату?
2. Що таке сталий розвиток і як він пов'язаний з оцінкою стійкості міських систем?

3. Які основні аспекти враховуються при оцінці стійкості міських систем?
4. Чому використання індикаторів стійкості є критично важливим для моніторингу та оцінки стану міських систем?
5. Назвіть приклади екологічних, економічних та соціальних індикаторів, які використовуються для оцінки сталого розвитку міських систем.
6. Які принципи необхідно враховувати при виборі індикаторів сталого розвитку?
7. Як індикатори сталого розвитку повинні бути структуровані для забезпечення їхньої чутливості до змін?
8. Які кроки включає процес оцінки сталості міських систем?
9. Як виявлення вразливих місць і проблемних зон допомагає розробити ефективні стратегії для покращення стійкості міських систем?
10. Яким чином результати оцінки сталості можуть сприяти прийняттю обґрунтованих управлінських рішень?

Практична робота №5

СТРАТЕГІЇ АДАПТАЦІЇ МІСЬКИХ СИСТЕМ ДО ЗМІН КЛІМАТУ

Мета роботи: ознайомитися із алгоритмом розробити стратегії адаптації міських систем до змін клімату з метою підвищення їхньої стійкості та зменшення негативних впливів кліматичних змін.

Основні поняття

У сучасному світі міста стикаються з новими викликами, пов'язаними зі змінами клімату. Кліматичні зміни це довгострокові зміни у середніх показниках температури, опадів та інших кліматичних умов. Зміни клімату викликають екстремальні погодні явища, такі як

частіші та інтенсивніші дощі, посухи, підвищення температури і рівня моря. Ці явища не тільки впливають на інфраструктуру міст, але й загрожують здоров'ю та добробуту їхніх мешканців. Таким чином, адаптація міських систем до змін клімату стає одним з пріоритетних завдань для забезпечення сталого розвитку. Адаптація до змін клімату це процес коригування системи, щоб зменшити негативні впливи кліматичних змін та максимально використати їхні позитивні аспекти. Етапи адаптаційного процесу представлено у табл.5.1.

Таблиця 5.1

Адаптація до змін клімату

	Етапи адаптаційного процесу	Характеристика
1	Оцінка вразливості та ризиків	Визначення найбільш вразливих елементів міських систем та оцінка потенційних ризиків.
2	Розробка адаптаційної стратегії	Створення планів та заходів для зменшення негативних впливів та використання позитивних аспектів змін клімату
3	Впровадження адаптаційних заходів	Реалізація розроблених планів, включаючи технічні, екологічні, соціальні та інституційні заходи.
4	Моніторинг та оцінка	Постійний контроль за реалізацією адаптаційних заходів та їхньою ефективністю, коригування планів у разі необхідності

Основні потенційні негативні наслідки зміни клімату, які можуть проявлятися в урбанізованих територіях, включають наступні фактори: тепловий стрес, підтоплення, зменшення площ і зміни видового складу міських зелених зон, стихійні гідрометеорологічні явища, погіршення якості

та зменшення доступу до питної води, зростання частоти інфекційних захворювань та алергічних реакцій, а також порушення функціонування енергетичних систем міста.

Для здійснення оцінки вразливості міста до кліматичних змін <https://necu.org.ua/doslidzhennya-otsinka-vrazlyvosti-do-zminy-klimatu-ukrayina/?form=MG0AV3>

необхідно сформувати команду експертів з різних структурних підрозділів міської ради, а також залучити фахівців з організацій, що займаються питаннями охорони здоров'я, надзвичайних ситуацій, гідрометеорології та представників громадських організацій. Після ознайомлення з довідковою інформацією про зміни клімату, чинники, що сприяють їх негативним наслідкам у містах, а також аналізу наявних і прогнозованих змін кліматичних умов у відповідному регіоні, фахівці приступають до оцінки вразливості міста.

Оцінка вразливості міст до кліматичних змін здійснюється через застосування індикаторів вразливості, які можуть бути класифіковані в різні групи за певними ознаками. Найбільш доцільним і зручним є поділ індикаторів на групи, орієнтуючись на конкретні негативні наслідки кліматичних змін для міста, що відображено в запропонованій методиці, де всі індикатори поділені на сім основних груп.

Для визначення найбільш небезпечних наслідків змін клімату для міського середовища необхідно здійснити аналіз кожного індикатора, заповнивши оціночні форми (наприклад, таблиця 5.1), підрахувати сумарні бали для кожної групи індикаторів і здійснити їх ранжування за набраною кількістю балів. Якщо певна група індикаторів отримує понад 14 балів (що перевищує 60% від максимально можливого), це свідчить про високий рівень вразливості міста до конкретного негативного наслідку змін клімату, що вимагає розробки заходів з адаптації та їх інтеграції в план розвитку міста. Для груп індикаторів, що набирають від 8 до 14 балів, хоча вразливість міста є меншою, все ж рекомендується включити відповідні заходи

в план адаптації. У випадку, коли група індикаторів набирає менше 8 балів, розробка заходів не є необхідною на поточному етапі, однак варто здійснювати періодичний перегляд та оновлення оцінки вразливості через певні проміжки часу з урахуванням можливих змін соціальної структури, розвитку енергетичних систем, динаміки зелених зон та нових результатів моделювання кліматичних умов.

Таблиця 5.1.

Оціночна форма для визначення наслідків від кліматичної зміни у містах

I. Група індикаторів для оцінки вразливості до теплового стресу			
Індикатор	Неактуально (0 балів)	Актуально (1 бал)	Дуже актуально (2 бали)
1. Зростання кількості днів із максимальними температурами повітря понад +30°C та +35°C протягом останнього десятиріччя порівняно з кліматичною нормою.			
2. Зростання середньодобових та середньомісячних температур повітря у літні місяці протягом останнього десятиріччя порівняно з кліматичною нормою.			
3. Прогнозоване зростання температури повітря для регіону, в якому розташоване місто.			

4. Зростання повторюваності хвиль тепла протягом останніх років.			
5. Наявність острова тепла.			
6. Відсутність водних об'єктів у місті.			
7. Малі площі зелених зон у місті, тенденція до їх скорочення, нерівномірність розташування у різних частинах міста.			
8. Переважання штучних поверхонь у місті над природними.			
9. Наявність потужних джерел антропогенного тепла у місті.			
10. Значний відсоток населення у місті, що є вразливим до надмірної спеки (люди похилого віку, діти, люди з хронічними захворюваннями тощо).			
11. Обмеженість доступу до якісного медичного обслуговування (перш за все, швидкої медичної допомоги та кількість лікарняних ліжок на 10 тис. населення менше нормативної).			

12. Обмежений доступ у населення до інформації про погоду та клімат, про правила поведінки під час періодів надмірної спеки.			
Сума балів:			
II. Група індикаторів для оцінки вразливості міста до підтоплення			
1. Зростання кількості днів із аномальною кількістю опадів по сезонах протягом останнього десятиріччя порівняно з кліматичною нормою.			
2. Зростання кількості випадків підтоплення окремих частин міста протягом кількох останніх років.			
3. Прогнозоване зростання кількості опадів загалом за рік або за окремі сезони, а також зростання частоти випадання зливових опадів зі значною кількістю за короткий період.			
4. Відсутність у місті зливової каналізації, або за її наявності її поганий технічний стан, нерегулярні ремонти.			
5. Розташування міста на березі великої водойми.			

6. Розташування міста або окремих його частин нижче рівня моря або на незначних висотах.			
7. Наявність населення та розташування стратегічних об'єктів міста в зоні можливого підтоплення			
8. Значний відсоток у місті штучних водонепроникних поверхонь, порівняно з природними.			
9. Відсутність достатньої кількості технічних та людських ресурсів для швидкої евакуації населення з можливих зон підтоплення.			
10. Зруйнована інфраструктура завдяки кліматичним змінам протягом останніх років.			
11. Обмежений доступ у населення до інформації про погоду та клімат, про правила поведінки під час підтоплення.			
12. Відсутність інфраструктури в окремих частинах міста, що можуть бути відрізані водою від інших районів.			
Сума балів:			

III. Група індикаторів для оцінки вразливості міських зелених зон

1. Зростання кількості днів із максимальною температурою повітря +30°C та +35°C і більше протягом останнього десятиріччя порівняно з кліматичною нормою.			
2. Зміщення та зміна тривалості вегетаційного періоду.			
3. Зміна кількості та інтенсивності випадання опадів протягом вегетаційного періоду.			
4. Площа зелених зон у розрахунку на 1 жителя міста менша нормативної.			
5. Скорочення площі зелених зон (у відсотках порівняно із загальною площею міста).			
6. Малий відсоток площі природоохоронних територій у місті по відношенню до загальної площі міста.			
7. Поява інвазивних видів у межах міських зелених зон.			
8. Поява нових шкідників/захворювань рослин у межах зелених зон.			

9. Скорочення кількості видів рослин у місті.			
10. Обмеженість технічних та людських ресурсів для утримання зелених зон. Низький рівень агротехніки догляду за міськими рослинами.			
11. Недостатнє фінансування для озеленення міста та підтримання в належному стані наявних зелених насаджень.			
12. Високий рівень забруднення атмосферного повітря у місті.			
Сума балів:			
IV. Група індикаторів для оцінки вразливості до стихійних гідрометеорологічних явищ			
1. Зростання повторюваності стихійних метеорологічних явищ, що завдали руйнувань та збитків, протягом останніх років.			
2. Наявність інфраструктури, що була зруйнована через стихійні гідрометеорологічні явища протягом останніх років, та промислових підприємств у місті чи			

поблизу, що можуть бути пошкоджені стихійними явищами.			
3. Обмежений доступ у населення до інформації про погоду та клімат (відсутність завчасного інформування населення про можливі стихійні явища).			
4. Відсутність у місті зливової каналізації або за її наявності її поганий технічний стан, нерегулярні ремонти.			
5. Відсутність достатньої кількості технічних, людських та фінансових ресурсів для швидкої евакуації населення з можливих зон, що зазнають впливу стихійного гідрометеорологічного явища.			
6. Обмеженість доступу до якісного медичного обслуговування (перш за все, швидкої медичної допомоги).			
Сума балів:			

V. Група індикаторів для оцінки вразливості до погіршення якості та зменшення кількості питної води

Індикатор	Неактуально (0 балів)	Актуально (1 бал)	Дуже актуально (2 бали)
1. Відсутність у місті власних джерел для водопостачання			

населення чи використання привозної води.			
2. Переважання поверхневих джерел водопостачання у місті над підземними.			
3. Негативна тенденція зміни річкового стоку в регіоні.			
4. Зростання частоти прояву посух протягом останніх 10 років.			
5. Наявність у місті промислових підприємств, що споживають значну кількість води.			
6. Наявність підприємств, що здійснюють скиди води у водні об'єкти.			
7. Неналежний стан водопровідної мережі у місті.			

8. Неналежний стан водоочисних споруд для очищення води, яку споживає населення.			
9. Відсутність належної системи водного менеджменту у місті.			
10. Зростання кількості населення міста.			
11. Відсутність культури водоспоживання у населення міста.			
12. Значна частка малозабезпечених сімей у структурі населення міста.			
Сума балів:			

VI. Група індикаторів для оцінки вразливості до зростання кількості інфекційних захворювань та алергійних проявів

Індикатор	Неактуально (0 балів)	Актуально (2 бали)	Дуже актуально (4 бали)
1. Значна частка населення, вразливого до інфекційних захворювань.			

2. Зростання частоти прояву стихійних гідрометеорологічних явищ, що можуть сприяти поширенню інфекційних захворювань (наприклад,			
--	--	--	--

сильні зливи).			
3. Прогнозоване зростання середньої температури повітря.			
4. Значна частка населення, схильного до алергійних проявів.			
5. Наявність природних осередків інфекційних захворювань та паразитарних захворювань у місті чи поблизу нього.			
6. Неналежне забезпечення населення стаціонарною медичною допомогою (кількість лікарняних ліжок менша нормативного).			
Сума балів:			
VII. Група індикаторів оцінки вразливості енергетичних систем міста			
Індикатор	Неактуально (0 балів)	Актуально (2 бали)	Дуже актуально (4 бали)

<p>1. Зростання температури повітря та повторюваності хвиль тепла у літній період та прояву екстремально низьких температур – у холодний.</p>			
<p>2. Зростання кількості днів із сильним вітром та повторюваності стихійних метеорологічних явищ.</p>			
<p>3. Незначна абсолютна висота розташування станції, віддаленість від водних об'єктів, випадки підтоплення станції чи територій, розташованих поблизу.</p>			
<p>4. Відсутність у місті джерел енергії (традиційних або альтернативних) для населення (чи, принаймні, для стратегічних об'єктів) на випадок аварійних ситуацій.</p>			
<p>5. Зростання кількості населення та споживання електроенергії на одну особу в місті.</p>			

6. Зношеність основних фондів, неналежний технічний стан обладнання електроенергетичної системи міста.			
Сума балів:			

Оцінка вразливості міста до змін клімату є важливим етапом у розробці стратегій адаптації. Для цього необхідно сформувати команду експертів, яка проаналізує поточні та прогнозовані зміни кліматичних умов, використовуючи індикатори вразливості. Підвищений рівень вразливості, що виявляється за допомогою цих індикаторів, вимагає розробки відповідних заходів з адаптації. Регулярний моніторинг і оновлення оцінки вразливості є важливими для своєчасного реагування на зміни кліматичних умов.

Хід роботи

1. Проаналізувати поточні кліматичні ризики для запронованого міста та України вцілому <https://necu.org.ua/doslidzhennya-otsinka-vrazlyvosti-do-zminy-klimatu-ukrayina/?form=MG0AV3>
2. Визначити основні кліматичні ризики та їхнього впливу на міську інфраструктуру, здоров'я населення та економіку.
3. Ознайомитися з оцінка вразливості міських систем до зміни клімату.
4. Ознайомитися з існуючими стратегіями адаптації до змін клімату (проаналізувати успішні практики адаптації в містах та країнах.
5. Підготовка презентації для представлення результатів робіт

Питання для самоперевірки

1. Які основні потенційні негативні наслідки зміни клімату можуть проявлятися в містах?
2. Які структури та організації повинні бути залучені до оцінки вразливості міста до кліматичних змін?
3. Як класифікуються індикатори вразливості в методиці оцінки вразливості міста?
4. Як здійснюється ранжування груп індикаторів у процесі оцінки вразливості?
5. Яка кількість балів в індикаторній групі свідчить про високу вразливість міста до певного негативного наслідку зміни клімату?
6. Що слід робити, якщо група індикаторів набирає менше 8 балів під час оцінки вразливості?
7. Чому важливо регулярно оновлювати оцінку вразливості міста до кліматичних змін?
8. Як аналіз зміни кліматичних умов може впливати на розробку планів адаптації для міста?

Практична робота 6

ВИВЧЕННЯ ОСНОВНИХ СТРАТЕГІЙ ДОСЯГНЕННЯ ВУГЛЕЦЕВОЇ НЕЙТРАЛЬНОСТІ

Мета роботи: аналіз і вивчення основних стратегій та підходів досягнення вуглецевої нейтральності міст, визначення ключових напрямків для зменшення викидів парникових газів, а також розробка рекомендацій для ефективної реалізації цих стратегій на локальному рівні.

Основні поняття

Вуглецева нейтральність міст - це концепція, яка передбачає досягнення балансу між кількістю викидів вуглекислого газу (CO₂) в атмосферу та його поглинанням

або усуненням за допомогою різних технологій і природних процесів. Міста, як основні центри економічної діяльності та урбанізації, є великими джерелами викидів парникових газів, що сприяють зміні клімату. Однак, завдяки інноваційним підходам та змінам у стратегіях розвитку, міста можуть досягти вуглецевої нейтральності, що означає зменшення або повне усунення їхнього вуглецевого сліду.

Досягнення вуглецевої нейтральності міст передбачає комплексний підхід, який охоплює зменшення викидів парникових газів, використання відновлювальних джерел енергії, розвиток зелених зон, зберігання вуглецю через природні процеси та моніторинг викидів. Це вимагає інтеграції технологій, інфраструктурних змін і політичних стратегій, спрямованих на сталий розвиток міського середовища.

Одним з основних аспектів вуглецевої нейтральності є зменшення викидів парникових газів. Це можна досягти через підвищення енергоефективності, скорочення енергоспоживання в будівлях, транспорті та промисловості за допомогою новітніх технологій і впровадження відновлювальних джерел енергії. Важливим елементом є також зелене будівництво, яке включає зведення енергоефективних будівель, застосування інноваційних матеріалів для зниження енергетичних витрат та зменшення викидів. У сфері транспорту перехід до електричних та гібридних транспортних засобів, розвиток пішохідних і велосипедних маршрутів, а також збільшення використання громадського транспорту можуть суттєво знизити викиди CO₂.

Використання відновлювальних джерел енергії є ще одним ключовим аспектом досягнення вуглецевої нейтральності. Перехід на сонячну, вітрову, геотермальну та інші відновлювальні джерела енергії дозволяє значно зменшити викиди парникових газів, оскільки ці джерела не спричиняють викидів CO₂. Інтеграція таких джерел у міську інфраструктуру через встановлення сонячних панелей,

вітрових турбін та інших технологій є важливим кроком у напрямку досягнення вуглецевої нейтральності.

Зелені зони та поглинання CO₂ відіграють важливу роль у зниженні вуглецевих викидів. Створення і збереження парків, лісів, міських садів та інших зелених зон допомагає поглинати вуглекислий газ і покращує якість повітря. Озеленення дахів, стін будівель та використання вертикальних садів також сприяє збільшенню площі природного поглинання CO₂.

Важливою складовою стратегії вуглецевої нейтральності є зберігання вуглецю через природні процеси. Відновлення лісових і сільськогосподарських земель дозволяє посилити їх здатність поглинати вуглекислий газ. Застосування природних методів, таких як агролісівництво та відновлення торфовищ, допомагає зберігати вуглецевий баланс і знижувати рівень CO₂ в атмосфері.

Для ефективного управління викидами необхідно впроваджувати системи моніторингу, які дозволяють точно вимірювати рівень викидів CO₂ у місті. Розробка баз даних для відстеження та управління викидами парникових газів є важливим кроком для належного контролю та коригування міських стратегій.

Політики та стратегії управління вуглецевим слідом міст повинні включати створення національних та міжнародних ініціатив, спрямованих на зниження викидів на рівні міст. Прикладом такої ініціативи є програма "Вуглецева нейтральність" в рамках Парижської угоди. Підтримка місцевих органів влади в реалізації проектів зі зменшення викидів і створення умов для розвитку сталих міст є важливим елементом успішного переходу до вуглецевої нейтральності.

Розглянемо кроки для досягнення вуглецевої нейтральності міст.

Першим етапом досягнення вуглецевої нейтральності є аудит викидів, що дозволяє визначити поточний рівень викидів CO₂ у місті, проаналізувати

джерела забруднення та створити базу даних для подальших моніторингів. На основі цього аудиту розробляються стратегії зменшення викидів, включаючи заходи щодо енергетичної ефективності, розвитку зеленої інфраструктури та перехід на відновлювальні джерела енергії.

Інвестиції у відновлювальні джерела енергії та інновації є важливим кроком у досягненні вуглецевої нейтральності. Вкладення в новітні технології, такі як електричні транспортні засоби, розумні мережі електропостачання та системи зберігання енергії, допомагають знизити викиди і сприяють розвитку сталих міських систем.

Співпраця з бізнесом, громадськими організаціями та міжнародними ініціативами є необхідною для реалізації спільних проєктів, спрямованих на досягнення вуглецевої нейтральності. Партнерства між різними секторами забезпечують ефективне використання ресурсів і досягнення спільних цілей.

Освітні кампанії, спрямовані на підвищення обізнаності мешканців про важливість зменшення викидів CO₂, також є важливим елементом у досягненні вуглецевої нейтральності. Підвищення екологічної свідомості серед жителів міст сприяє змінам у їхній поведінці і підтримці сталого розвитку.

Серед основних викликів для досягнення вуглецевої нейтральності можна виділити високі початкові витрати на інфраструктуру відновлювальних джерел енергії, політичні та економічні бар'єри для швидкої трансформації, а також потребу в зміні звичок і поведінки мешканців. Однак ці труднощі супроводжуються значними можливостями, зокрема розвитком "зелених" робочих місць, зниженням витрат на енергію в довгостроковій перспективі, а також покращенням якості життя через чистіше повітря і збереження природних ресурсів.

Таким чином, вуглецева нейтральність міст є важливою складовою боротьби з глобальними змінами

клімату. Вона вимагає комплексного підходу, інтеграції інноваційних технологій та змін у міському плануванні, щоб створити більш сталу, екологічну та комфортну урбаністичну середовище для майбутніх поколінь.

У випадку вуглецевої нейтральності міст, концепція визначає загальні принципи, на яких базується прагнення зменшити викиди вуглецю до рівня, що не перевищує здатність міста поглинати або компенсувати ці викиди. Це може включати використання відновлювальних джерел енергії, розвиток екологічного транспорту, зелених зон і інші заходи для зменшення вуглецевого сліду міста.

Вуглецевий слід міста - це загальна кількість викидів парникових газів (зокрема, вуглекислого газу), які спричиняються всіма діяльностями, що відбуваються в межах цього міста. Це включає викиди від транспорту, енергетичних джерел, будівель, промисловості, споживання товарів і послуг, а також від управління відходами.

Вуглецевий слід можна виміряти як на рівні окремих будівель чи громад, так і на рівні всього міста. Зменшення вуглецевого сліду є важливою метою в контексті досягнення вуглецевої нейтральності, що передбачає баланс між викидами і заходами для їх компенсації (наприклад, через поглинання CO₂ або перехід на відновлювальні джерела енергії).

Основні джерела вуглецевого сліду в містах включають: транспорт (автомобілі, громадський транспорт, авіаційні перевезення), енергоспоживання (опалення, електрика, виробництво тепла), будівлі (енергетична ефективність, будівельні матеріали), відходи (утилізація, сміттєспалювання, розклад органічних відходів), споживання товарів (виробництво та транспортування товарів, харчових продуктів), тощо.

Для зменшення вуглецевого сліду міста можуть застосовувати різні стратегії, наприклад, впровадження енергоефективних технологій, розвиток зеленої інфраструктури, перехід на екологічний транспорт,

зменшення відходів і використання відновлювальних джерел енергії

Таблиця 6.1

Інструменти та методики для оцінки вуглецевого сліду міста

Інструменти	Характеристики
Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories (GPC)	міжнародний стандарт для вимірювання та моніторингу викидів на рівні міст
Carbon Footprint Calculators	спеціалізовані калькулятори для визначення вуглецевого сліду, доступні як для міст, так і для підприємств та організацій
Local Government Climate and Energy Action Planning (GAP) Tools	інструменти для місцевих урядів, що допомагають планувати та реалізувати стратегії зниження викидів.

Розвиток ініціатив щодо досягнення вуглецевої нейтральності міст є важливим етапом у боротьбі з глобальним потеплінням та зміною клімату. Міста є головними споживачами енергії та джерелами викидів парникових газів, тому ефективне зменшення їхнього вуглецевого сліду стає пріоритетом для багатьох міст по всьому світу. Українські міста також активно впроваджують ініціативи, спрямовані на зниження викидів CO₂ та покращення екологічної ситуації. Ось кілька кращих практик, що допомагають зменшити викиди парникових газів і наблизити міста до вуглецевої нейтральності.

Одним із прикладів успішної реалізації проектів є програма «Енергоефективність для міст», що активно впроваджується в Києві. У рамках цієї програми проводяться роботи з модернізації житлових та комунальних будівель, зокрема термомодернізація багатоповерхових будівель, утеплення стін, заміна старих

вікон та дверей на енергоефективні. Київ також здійснює перехід на електричний транспорт, зокрема електричні автобуси та трамваї, що знижує викиди CO₂ та покращує якість повітря в місті.

Львів, в свою чергу, є одним з лідерів серед українських міст у переході на електричний транспорт. Місто активно використовує електричні тролейбуси та автобуси, що допомагає значно знизити рівень забруднення повітря. Введення в експлуатацію нових електричних автобусів є частиною загальної стратегії щодо зменшення викидів CO₂ та розвитку сталого транспорту в місті.

Одеса також демонструє приклади успішного впровадження ініціатив для зменшення вуглецевих викидів через розширення зелених зон. Місто активно займається озелененням дахів будівель, створенням нових парків і скверів, а також будівництвом вертикальних садів. Ці заходи не лише зменшують рівень вуглекислого газу, а й покращують мікроклімат міста та сприяють збереженню біорізноманіття.

Використання відновлювальних джерел енергії є важливою складовою для зменшення викидів CO₂. Чернівці є прикладом міста, яке успішно реалізує проекти з використання сонячної енергії. У місті активно встановлюються сонячні панелі на комунальних будівлях, що знижує витрати на енергоспоживання та зменшує викиди CO₂. Також розвиваються проекти з використання біогазу та теплових насосів для обігріву будівель.

Важливою складовою стратегії сталого розвитку є зелене будівництво, і Харків є одним із міст, де активно розвиваються такі проекти. Місто започаткувало будівництво енергоефективних офісних та житлових комплексів, що знижують енергоспоживання та викиди CO₂. Нові будівлі в Харкові відповідають міжнародним стандартам екологічного будівництва, використовують відновлювальні джерела енергії та забезпечують низький рівень енергоспоживання.

Ініціативи з переробки та утилізації відходів також є важливою частиною стратегії досягнення вуглецевої нейтральності. Черкаси успішно запровадили систему роздільного збору сміття та переробки органічних відходів, що дозволяє зменшити викиди метану — парникового газу, що утворюється при розкладі органічних відходів. Місто також розвиває проекти зі створення біогазових установок на сміттєзвалищах.

У Кам'янці-Подільському активно впроваджується концепція сталого туризму, яка включає розвиток «зелених» туристичних маршрутів. Це дозволяє знизити екологічний вплив на довкілля і підвищити обізнаність місцевих мешканців та туристів про важливість захисту навколишнього середовища. В місті реалізуються проекти, що включають пішохідні тури, велосипедні маршрути та екологічно чисті готелі, що використовують відновлювальні джерела енергії.

Вінниця активно працює над підвищенням енергоефективності своїх будівель. Місто реалізує проекти з утеплення фасадів, заміни старих вікон та дверей на енергоефективні, що зменшує споживання енергії та викиди CO₂. Крім того, Вінниця запустила ініціативу з модернізації систем опалення в багатоповерхових будинках, що дозволяє значно знизити витрати енергії.

Львів також активно підтримує стійкі аграрні практики, зокрема органічне землеробство, що дозволяє знизити викиди парникових газів. Місто підтримує малих фермерів і розвиває локальні агропродовольчі ринки, що сприяє зменшенню використання хімічних добрив і пестицидів.

Одеса розробила стратегію сталого розвитку, яка включає основні цілі щодо скорочення викидів парникових газів, покращення енергетичної ефективності та розвитку відновлювальних джерел енергії. Місто активно залучає громадськість та бізнес до реалізації проектів, спрямованих на поліпшення екологічної ситуації та досягнення вуглецевої нейтральності.

Ці ініціативи є яскравими прикладами того, як українські міста можуть стати пілотами у впровадженні стійких екологічних практик, що допомагають зменшити викиди парникових газів і наблизити міста до вуглецевої нейтральності. Активне залучення громадськості, бізнесу та органів влади є ключовим фактором у реалізації таких проектів, що дозволяє створити стале та екологічно безпечне міське середовище.

Одже, українські міста починають активно застосовувати практики сталого розвитку та вуглецевої нейтральності, сприяючи покращенню якості життя мешканців та зниженню негативного впливу на навколишнє середовище. Однак для досягнення повної вуглецевої нейтральності необхідно продовжувати інвестувати в зелені технології, удосконалювати інфраструктуру та впроваджувати інноваційні рішення для покращення екологічної ситуації.

Для досягнення цієї мети важливим є не лише розвиток локальних стратегій, але й активне використання міжнародних ініціатив, таких як платформа "Нейтральні міста" (NetZeroCities), що сприяє співпраці між містами, національними та регіональними органами влади, а також залученню інвесторів і громадян до сталого розвитку міського середовища.

Платформа "Нейтральні міста" є частиною амбіційної Місії ЄС щодо досягнення кліматично нейтральних та розумних міст до 2030 року. Ця ініціатива покликана підтримувати міста у впровадженні інноваційних рішень для досягнення вуглецевої нейтральності, забезпечуючи ресурси, фінансування та можливості для співпраці. Платформа сприяє реалізації комплексних стратегій в таких ключових сферах, як екологічна мобільність, енергоефективність і зелене міське планування.

Однією з важливих складових платформи є підвищення екологічної мобільності, що включає покращення транспортної інфраструктури для зменшення викидів парникових газів. Це передбачає розвиток

електричних та гібридних транспортних засобів, а також вдосконалення мережі громадського транспорту і велосипедних доріжок. Такий підхід сприяє зниженню залежності від викопних видів палива та зменшенню забруднення повітря, що є важливим аспектом у напрямку до сталого майбутнього для міст.

Крім того, платформа активно підтримує ініціативи з енергоефективності, впроваджуючи новітні технології для зменшення енергоспоживання в будівлях та інфраструктурі. Це включає термомодернізацію будівель, використання відновлювальних джерел енергії, таких як сонячні панелі та вітрові турбіни, а також розвиток розумних мереж електропостачання, що дозволяють знизити витрати енергії та покращити ефективність її використання.

Зелене міське планування також є важливим елементом цієї платформи. Озеленення міських територій, створення нових парків, скверів, а також впровадження вертикальних садів допомагає не лише зменшити рівень вуглекислого газу в атмосфері, але й покращує мікроклімат, сприяючи підвищенню якості життя мешканців міста. Крім того, зелені зони допомагають зберегти біорізноманіття та зменшити теплові ефекти урбанізованих територій.

Важливим етапом на шляху до вуглецевої нейтральності є також інтеграція платформи з іншими ініціативами та стратегіями на локальному рівні, як-от програми з модернізації міського транспорту, енергетичної ефективності будівель і розвитку відновлювальних джерел енергії. В рамках платформи містам надаються ресурси для підтримки ініціатив, спрямованих на зменшення викидів парникових газів, таких як впровадження технологій для переробки відходів, зниження енергоспоживання в будівлях і розвитку відновлювальних джерел енергії. Це дозволяє містам не лише досягти вуглецевої нейтральності, але й стати моделями для інших

регіонів і країн, демонструючи ефективність таких ініціатив у досягненні сталого розвитку.

Таким чином, платформа "Нейтральні міста" відіграє важливу роль у реалізації стратегій, що сприяють досягненню вуглецевої нейтральності. Її успіх залежить від активної співпраці між містами, національними та регіональними органами влади, бізнесом та громадянськістю. Результати цієї співпраці дозволяють досягти значних змін на локальному рівні, що сприяють не лише зменшенню викидів парникових газів, але й покращенню якості життя мешканців міст, створенню сталих та екологічно безпечних міських середовищ.

Хід роботи

1. Зробити огляд наукових праць, що розглядають вплив міського розвитку на зміни клімату, підходи до оцінювання вуглецевої нейтральності міст, вуглецевого сліду та стратегії вуглецевої нейтральності.

2. Ознайомитися із міжнародними ініціативами у сфері кліматичної нейтральності міст (наприклад, платформа **NetZeroCities**, [План впровадження Місії ЄС «100 кліматично нейтральних та розумних міст до 2030 року»](https://commission.europa.eu/document/download/048310b0-46d4-453c-8426-693dbf22d3ef_en?filename=cities_mission_implementation_plan.pdf)https://commission.europa.eu/document/download/048310b0-46d4-453c-8426-693dbf22d3ef_en?filename=cities_mission_implementation_plan.pdf; [Робоча програма 2023-2025 «Кліматично нейтральні та розумні міста»](https://horizon-europe.org.ua/uk/structure/missions/climate-neutral-and-smart-cities/?form=MG0AV3) <https://horizon-europe.org.ua/uk/structure/missions/climate-neutral-and-smart-cities/?form=MG0AV3>; [Форсайт-аналіз «Місія – Кліматично нейтральні та розумні міста»](https://op.europa.eu/en/web/eu-law-and-publications/publication-detail/-/publication/7b623854-360a-11ec-bd8e-01aa75ed71a1) <https://op.europa.eu/en/web/eu-law-and-publications/publication-detail/-/publication/7b623854-360a-11ec-bd8e-01aa75ed71a1>; [Сайт Європейського Союзу, присвячений місіям ЄС](https://research-and-innovation.ec.europa.eu/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-europe/eu-missions-horizon-europe/climate-neutral-and-smart-cities_en) https://research-and-innovation.ec.europa.eu/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-europe/eu-missions-horizon-europe/climate-neutral-and-smart-cities_en).

3. Праналізувати інструменти для оцінки вуглецевого сліду міста, таких як Carbon Footprint Calculators і Local Government Climate and Energy Action Planning (GAP) Tools.

4. Розглянути основні підходи до досягнення вуглецевої нейтральності на рівні міст, включаючи розгляд європейських та глобальних ініціатив

5. Зробити висновки щодо ключових напрямків досягнення вуглецевої нейтральності для українських міст.

Питання для самоперевірки

1. Що таке вуглецева нейтральність міста?
2. Які основні джерела викидів парникових газів у містах?

3. Що таке вуглецевий слід міста, і як його оцінюють?

4. Перелічіть основні етапи оцінки вуглецевого сліду міста.

5. Як транспорт впливає на вуглецевий слід міста, і які можливості для зменшення викидів у цьому секторі?

6. Які стратегії можуть бути використані для досягнення вуглецевої нейтральності в енергетичному секторі міста?

7. Що включає в себе концепція вуглецевої нейтральності і чому її важливо реалізувати на рівні міста?

8. Які міжнародні стандарти та методики використовуються для оцінки викидів на рівні міст?

9. Назвіть кілька конкретних стратегій для зменшення вуглецевого сліду в будівельному секторі міста.

10. Як моніторинг викидів і коригування стратегій можуть допомогти в досягненні вуглецевої нейтральності міста?

Рекомендована література

1. Carbon-Neutral Cities: Pathways to a Sustainable Future" by Rainer Schlegelmilch et al. (2017).
2. Climate Change and Cities: First Assessment Report of the Urban Climate Change Research Network" by Diana M. Reckien et al. (2015).
3. <http://uga.ua/meanings/yak-vplivaye-zmina-klimatu-na-vedennyasilskogo-gospodarstva-v-ukrayini/> Адаптація до змін клімату : навч. посіб. Ужгород : Карпатський Інститут Розвитку, 2015. 88 с.
4. M. de Jong, S. Joss, D. Schraven, C. Zhan, M. Weijnen Sustainable-smart-resilient-low carbon-eco-knowledge cities; making sense of a multitude of concepts promoting sustainable urbanization Journal of Cleaner Production, 109 (2015), pp. 25-38
5. Nina Tura, Ville Ojanen, Sustainability-oriented innovations in smart cities: A systematic review and emerging themes, Cities, Volume 126,2022,<https://doi.org/10.1016/j.cities.2022.103716>.
6. Smart sustainable cities of the future: An extensive interdisciplinary literature review Sustainable Cities and Society, 31 (2017), pp. 183-212
7. United Nations, "Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development" (2015)
8. Адаптація до зміни клімату: короткий путівник для громад https://decentralization.ua/uploads/library/file/862/adaptation_municipalities.pdf?form=MG0AV3
9. Біоіндикаційна оцінка стану повітряного середовища міста Рівне на основі аналізу флуктуючої асиметрії / Прищеп А. М. та ін. Вісник НУВГП. Сільськогосподарські науки : зб. наук. праць. Рівне, 2017. Вип. 1(77). С. 30–38.
10. Василенко І.А., Півоваров О.А., Трус І.М., Іванченко А.В. Урбоекологія. Дніпро : Акцент ПП, 2017. 309 с.

11. Екологічні аспекти транспортної системи міста: монографія / О.І. Лежнева, Г.М. Желновач, С.В. Очеретенко та ін. Харків : Зебра, 2017. 180 с.
12. Екологія міських систем : навч. посіб. Частина 1. / О. М. Климчик, А. П. Багмет, Є. М. Данкевич, С. І. Матковська, за ред. О. М. Климчик. Житомир : Видавець О.О. Євенок, 2016. 460 с
13. Екологія міських систем: підручник / М. О. Клименко, Ю.В. Пилипенко О. С. Мороз. Херсон : Олді-плюс, 2012. 294 с.
14. Іванюта С. П. Зміна клімату: наслідки та заходи адаптації : аналітична доповідь / С. П. Іванюта, О. О. Коломієць, Л. М. Якушенко. – К. : НІСД, 2020. – 110 с
15. Казанцев Т. Адаптація до змін клімату: Зелені зони міст на варті прохолоди / Т. Казанцев, О. Халаїм, О. Василюк, В. Філіпович [та ін.]. – К., 2016. – 40 с. – Режим доступу :
https://www.researchgate.net/publication/323016606_Kazancev_T_Halaim_O_Vasiluk_O_Filipovic_V_Krilova_G_Adaptacia_do_zmin_klimatu_zeleni_zoni_na_varti_proholodi_-_K_Zelena_Hvila_2016_-_40_s
16. Клименко М.О., Лико Д.В., Прищеп А.М., Каськів М.В. Оцінювання стану міста Рівне за показниками цитогенетичного моніторингу. Монографія. Рівне : НУВГП, 2017. 187 с.
17. Клименко М.О., Прищеп А.М., Брежицька О.А. Оцінювання стану території міста за показниками сталого розвитку: Монографія. Рівне : НУВГП, 2018. 221с.
18. Клименко М.О., Прищеп А.М., Хомич Н.Р. Оцінювання стану міста Рівне за показниками еколого-соціального моніторингу: Монографія/ за редакцією Прищепи А.М. Рівне : НУВГП, 2014. 253 с.

19. Клименко, М. О. та Прищепа, А. М. та Вознюк, Н. М. Моніторинг довкілля : підручник - вид. 2-ге, допов. та перероб. Рівне : НУВГП, 2023.350 с
20. Кучерявий В. П. Урбоекологія Підручник. – Львів: Світ, 2001. – 440 с.
21. Кучерявий В.П. Озеленення населених місць : підруч. Львів : Світ, 2005. 456 с.
22. Л. В. Паламарчук, С. В. Краковська. Київ. Прінт-Сервіс, 2018. 90 с. монографія / С.М. Степаненко та ін. Одеський держ. екол. ун-т.; за ред. С.М. Степаненко, А.М. Польового. Екологія, 2011. 694 с.
23. Наукові основи інтегрального оцінювання паркових лісових екосистем в умовах великого міста Лавров В.В, Мірошник Н.В, щупрва Т.В. та інші: методичні рекомендації [Електронний ресурс].2021 р.
24. Оцінка впливу кліматичних змін на галузі економіки України:
25. Практикум з курсу «Екологія міських систем» (для студентів спеціальності 101 Екологія) / уклад. Е.О. Євтушенко. Кривий Ріг : Криворізький державний педагогічний університет, 2024. 69 с.
26. Прищепа А. М. Екосистемні послуги зелених насаджень урбосистем. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2019. №. 1(77). [S. I.]. ISSN 2223-1609. URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/dopovidi2019.01.004>
27. Прищепа А. М., Брежицька О. А. Сучасний стан і тенденції аеротехногенного забруднення урбосистем Рівненщини. *Таврійський науковий вісник : наук. журн.* 2018. Вип. 102. С. 148–156.
28. Прищепа А. М., Лико С. М., Портухай О. І. Системний аналіз якості навколишнього середовища: підручник. Київ : Кондор-Видавництво, 2016. 496с.
29. Регіональні зміни клімату України : Методичні вказівки до навчального курсу для студентів

- географічного факультету спеціальності
«Метеорологія та кліматологія» / укл.
30. Степаненко С.М. Динаміка та моделювання клімату : монографія. Одеса : «Екологія», 2013. 204 с
 31. Стратегія сталого розвитку : підручник / В.М. Боголюбов та ін. Херсон : Олді-плюс, 2017. 446 с.
 32. Урбоекологія та фітомеліорація: навчальний посібник / Л.М. Філіпова, А.П. Стадник, В.В. Мацкевич та ін. Біла Церква, 2018. 214 с.
 33. Чорна В.І., Кацевич В.В. Урбоекологія. Практикум : навч. Посіб. Дніпро : Акцент, 2019. 179 с.
 34. Чорна В.І., Кацевич В.В., Косогова Т.М. Екологія міських систем: Практикум. Навчальний посібник. Дніпропетровськ-Луганськ, 2012. 160 с.
 35. Янковська Л.В. Урбоекологія: навчально-методичний посібник. Тернопіль : Редакційно-видавничий відділ ТНПУ, 2016. 151 с.