

УДК 911.3; 327:5

DOI: <https://doi.org/10.15407/ugz2022.01.036>**Кононенко О. Ю.**, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1741-2066>,**Дронова О. Л.**, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1877-9425>

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ

Концепція міського метаболізму як підґрунтя для розбудови циркулярних міст в Україні

Метою статті є дослідження збалансованості міст України з позицій метаболізму міського середовища. На основі вивчення особливостей і переваг концепції міського метаболізму для розвитку збалансованих й циркулярних міст автори застосували та проаналізували інтегральні показники споживання ресурсів, виробництва відходів, економічного життєзабезпечення міст. Також стаття містить аналіз інституційних можливостей, планів і заходів екополітики 14 обласних центрів України. Було проведено бальну оцінку і визначено співвідношення показників метаболізму окремих міст України, виявлено основні дисбаланси у споживанні та використанні ресурсів, а також визначено міста, які потребують активізації інституційної підтримки збалансованого розвитку. Застосування авторської методики дозволило з'ясувати, що модель міського метаболізму може бути ефективною навіть в теперішніх українських реаліях браку даних і статистичної інформації.

Ключові слова: сталий розвиток, міський метаболізм, циркулярне місто, Україна.

UDC 911.3; 327:5

DOI: <https://doi.org/10.15407/ugz2022.01.036>**Kononenko, Olena**, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1741-2066>,**Dronova, Olena**, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1877-9425>

Taras Shevchenko National University of Kyiv

Urban Metabolism as a Background for the Development of Circular Cities in Ukraine

The paper goal is to investigate the sustainability of Ukrainian cities from the perspective of urban metabolism model. Based on the study of the features and advantages of the concept of urban metabolism for the development of sustainable and circular cities, the authors applied and analyzed the integral indicators of resource consumption, waste production, economic functions of cities, and also analyzed the institutional capacities, plans and environmental policy measures of 14 regional centers of Ukraine. The scoring helps to determine the ratio of the urban metabolism indicators of the selected cities of Ukraine and to identify the main imbalances in the consumption and use of resources, as well as to identify the cities that require the activation of institutional support for sustainable development. The application of such method highlighted that the urban metabolism concept works and can be applied in conditions of insufficient data and statistical information, as it is now in Ukraine. In research result it is clear that Vinnytsia and Khmelnytskyi are the most sustainable among the selected cities from the perspective of circular economy. Rivne, Kharkiv and Dnipro are characterized by balanced flows, but have higher rates of resource consumption and waste production. Poltava, Odesa, Cherkasy and Sumy require significant environmental policy adjustments in relation to resource consumption and waste management. The capital of Ukraine, Kyiv occupies an average position among all cities, which is enhanced by significant economic and innovative development and high level of public environmental activity. The lowest level of anthropogenic pressure is observed in Chernivtsi.

Keywords: sustainable development, urban metabolism, circular city, Ukraine.

Актуальність теми дослідження

Загострення проблем, пов'язаних зі зростанням антропогенних навантажень на довкілля, зокрема виснаження багатьох видів природних ресурсів і екосистем, збільшення обсягів шкідливих викидів та відходів, а також загрози якості середовища проживання людей спричинили появу нової світової парадигми сталого (збалансованого) розвитку. Механізми впровадження збалансованості розроблено на різних рівнях. Зокрема вони включають заходи «зеленої» економії і «зеленого» курсу зростання, підходи циркулярної економіки, екологічного просвітництва, сталої освіти та ін. На локальному рівні досягнення глобальної збалансованості пропонується шляхом розбудови циркулярних міст.

Нині міста споживають близько 75 % природних ресурсів, викидають в атмосферу 60–80% парникових газів і продукують понад 50 % відходів на планеті, при тому, що їхня сумарна площа становить не більше 2 % земної поверхні [1]. Екологічний слід Лондона у 125 разів перевищує площу міста і дорівнює майже всій виробничій площі Англії [2], а типове північноамериканське місто з населенням в 650 тис. осіб потребує 30 тис. км² земної поверхні для задоволення своїх потреб [3]. Оскільки міське населення у всьому світі швидко зростає, міста стають все більш причетними до глобального виснаження ресурсів і змін клімату [4]. Міські екосистеми перебувають під постійним тиском діяльності людини, що призводить до їхньої деградації і втрати екосистемних послуг. Забудова просторів і знищення рослинності, переведення водотоків у колектори, промислова деградація земель, забруднення атмосфери і інші впливи призводять до зміни природних циклів та руйнування регулятивної функції природних систем.

При вивченні міст як екосистем, досліджуючи потоки ресурсів, що вони споживають, переробляють і випускають, формується розуміння взає-

мопов'язаності міських процесів із станом довкілля, що лежить в основі пошуків ефективнішого їх використання і управління. При цьому корисною є концепція міського метаболізму, що дозволяє кількісно оцінити споживання ресурсів містом.

Країни, регіони і окремі населені пункти характеризуються різними рівнями збалансованості споживання та використання природних ресурсів. І якщо в багатьох країнах Європейського Союзу такої збалансованості вже досягнуто, то для України це лишається актуальним завданням через високий рівень енерго-, водото матеріалоемності економіки, застарілість технологій, неефективність інституцій, що опікуються питаннями використання природних ресурсів та управлінням відходами, низький рівень усвідомлення населенням цих питань. Міста Європейського Союзу, використовуючи механізми місцевого самоврядування і керуючись національними та регіональними стратегіями сталого розвитку, ставлять за мету рух в напрямку циркулярного метаболізму, мінімізуючи обсяг спожитих ресурсів та утворення відходів. Через ряд об'єктивних і суб'єктивних причин у містах України нині замало свідчень подібних процесів.

Метою цього дослідження є визначення можливостей використання концепції міського метаболізму для аналізу вхідних і вихідних потоків ресурсів в містах України на прикладі окремих обласних центрів. Для досягнення поставленої мети було визначено такі завдання: 1) визначити ступінь співвідношення показників метаболізму окремих міст з середньоукраїнськими значеннями; 2) виявити основні дисбаланси в метаболічній системі міських поселень; 3) визначити рівень активності соціальних акторів та інституційного забезпечення екополітики у обраних містах; 4) з'ясувати, чи може бути дієвою модель міського метаболізму в українських реаліях недостатності даних і статистичної інформації.

Стан вивчення питання, основні праці

Під час третьої Конференції ООН з питань житла і збалансованого міського розвитку Хабітат-III (м. Кіто, Еквадор, 2016 р.) було прийнято «Новий порядок денний розвитку міст». Цей документ включає широкий спектр тем, наприклад, «Розвиток демократії і прав людини», «Справедливість в умовах глобалізації», «Міська стійкість», «Вплив урбанізації на довкілля», а та-

кож визнає міста ключовими учасниками збалансованого розвитку.

Наукова рада Німеччини з глобальних змін довкілля, розглядаючи трансформаційну потужність міст, стверджує, що урбанізація створює проблеми не лише місцевої, але й глобальної збалансованості [5]. Загалом загрози глобальній стабільності з боку міст є такими: міста просто-



Рис. 1. Модель лінійного метаболізму міста (розроблено авторами за [6])

рово розростаються (*urban sprawl*), поглинаючи сільськогосподарські й природоохоронні території і порушуючи природні екосистеми; міста потребують широкого спектру ресурсів, значне місце серед яких посідають паливо, продукти харчування, деревина і метали; велике місто споживає життєві ресурси, які створюються природою на просторах, що в сотні й тисячі разів перевищують площу самого міста; в містах продукується чимало шкідливих промислових відходів і побутового сміття; міське природне середовище не в змозі асимілювати власні відходи, оскільки його екологічна ємність значно менша від антропогенних навантажень на нього і техногенна напруга у місті постійно зростає; міста втрачають здатність до адаптації та втрачають потенціал стійкості.

Урбанізація безперервно змінює властивості природних компонентів і взаємозв'язки між складниками геосистем. Сучасне місто розвива-

ється за законами лінійного метаболізму, в якому потоки ресурсів, речовини і енергії протікають через міську систему не викликаючи занепокоєння щодо їх походження, чи призначення відходів (рис. 1). У системах міського управління замало приділяють уваги взаємопов'язаності того, що «входить» в місто і того, що з нього «виходить» [6]. Такий підхід є вкрай незбалансованим. Необхідним є перехід до концепції циркулярного метаболізму — із замкненими, круговими системами потоків речовини, енергії, ресурсів. Міста мають повертати рослинні поживні речовини в сільськогосподарські угіддя, зберігаючи вуглець в ґрунтах і лісах, відроджувати міське фермерство, ефективно нарощувати можливості населених пунктів щодо використання відновлювальних джерел енергії та возз'єднувати міста з прилеглими районами (рис. 2). Ці заходи є основою створення життєздатних, збалансованих і стійких міських систем.

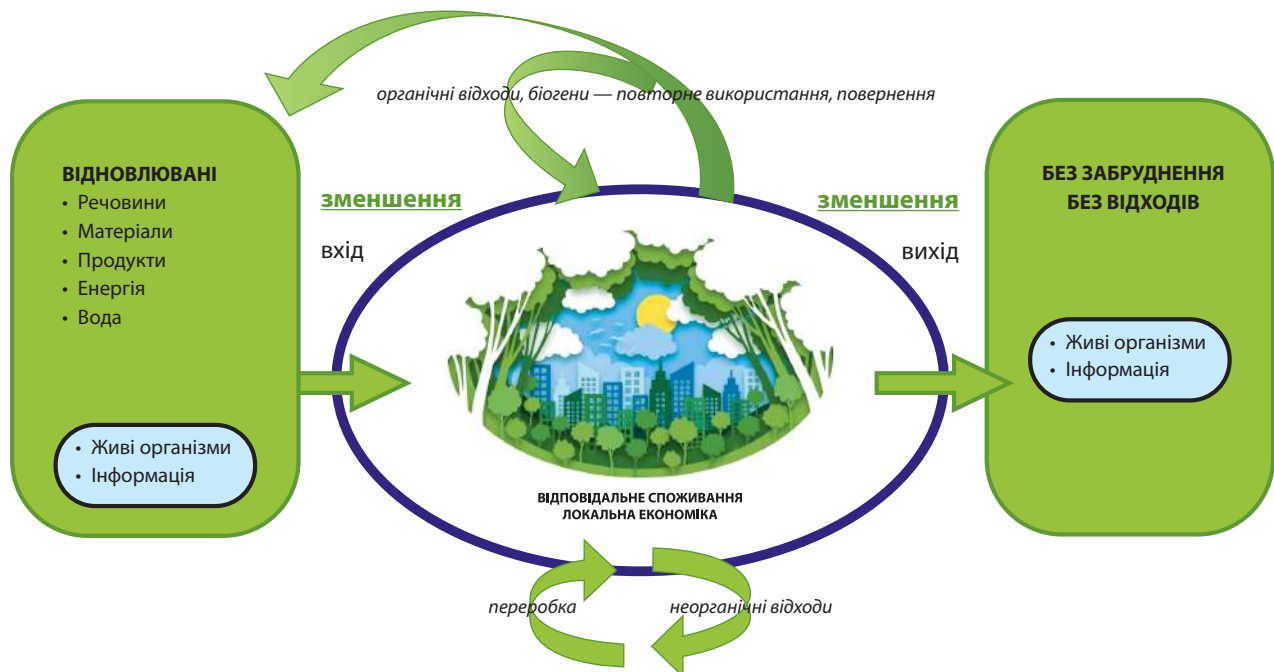


Рис. 2. Модель циркулярного метаболізму для збалансованого міста (розроблено авторами за [6])

Зазначені питання вперше були концептуально розглянуті американським урбаністом Е. Вулманом [7], який розробив модель кількісного оцінювання споживання ресурсів гіпотетичним містом з населенням в 1 млн осіб на «вході» і «виході». Об'єднавши різні наукові підходи, автор запропонував політичні та технологічні варіанти вирішення міських проблем. Таким чином, він порівняв міста з живими організмами, які споживають ресурси з довкілля й виробляють біомасу та відходи.

Згідно оглядових міжнародних публікацій [8–11] діапазон досліджень міського метаболізму з часом почав включати все глибші дослідження міських криз, тому концепція міського метаболізму змінювалася відповідно. Порівнюючи міста з природними екосистемами, було запропоновано використовувати енергію в якості базової одиниці для кількісної оцінювання міського метаболізму [12].

Ранні дослідження у цій сфері стосувалися кількісного аналізу матеріальних потоків на «вході» і «виході» конкретних міст, наприклад, Маямі [13] чи Гонконга [14]. Починаючи з 1990-х років, соціальні аспекти також було інтегровано до цієї концепції [15]. Нині ж під *міським метаболізмом* розуміють сукупність технологічних і соціально-економічних процесів, що відбуваються в міському середовищі та мають наслідком збільшення виробництва енергії, зниження витрат на її виробництво, споживання та утилізацію відходів [16]. Тож нині це поняття має значно ширше значення, ніж його початкове визначення.

З часом було запропоновано модель циркулярного метаболізму для збалансованого міста, що чітко розрізняє лінійні та кругові метаболічні потоки та допомагає визначити, яким чином вони впливають на міські системи [17]. Наголошується, що лінійні процеси метаболізму посилюють кризу збалансованості на глобальному рівні. Відповідно в містах необхідно заохочувати кругообіг матеріалів і максимально трансформувати відходи в ресурси. Розуміння необхідності змін у системах споживання та трансформації виробничих ланцюгів привело до виникнення засад циркулярної економіки. Відбулась активізація відповідних наукових досліджень щодо різних моделей індикаторів міського метаболізму на мікро- (громада, домогосподарство), мезо- (місто), макро- (країна, регіон) і глобальному рівнях [11, 18].

Таким чином, *циркулярна економіка* (*circular economy*) — це господарювання замкненого

циклу (безвідходна економіка), що передбачає нові способи проектування, виробництва і споживання продукції. Такі способи дозволяють максимально скоротити обсяг відходів завдяки застосуванню інноваційних технологій на всіх етапах «життєвого циклу» продукції. Йдеться не лише про утилізацію сміття, а про справжню філософію сталого виробництва і споживання, зокрема вторинного використання та отримання прибутку з того, що раніше вважалося непотрібним в рамках традиційної лінійної економіки. У 2020 р. в Європі було ухвалено новий «План дій щодо циркулярної економіки» [19] і затверджено «Нову Лейпцизьку хартію збалансованого розвитку міст» [20], в якій зазначається про трансформуючу силу європейських міст на засадах циркулярного міського метаболізму.

Виходячи за межі суто економічних категорій, Дж. Вільямз відзначає, що міські екосистеми мають тісний взаємозв'язок з локальним природним середовищем і впливають на господарську ємність біосфери [4]. На його думку, циркулярне місто — це соціо-екологічна система, що складається з біогеофізичної одиниці та пов'язаних із нею соціальних акторів та інституцій. Це комплексна, регенеративна й адаптивна система, обмежена просторовими та функціональними кордонами, що обмежують екосистему. Циркулярні міста формуються у процесі циркулярного розвитку. Циркулярний розвиток змінює систему забезпечення міста таким чином, щоб дозволити мешканцям розвивати практики замкненого циклу. Йдеться про застосування підходів циркулярного міського метаболізму, що полягають в замкненні циклів в системах використання води і поживних речовин, будівництва, адаптаційного повторного використання просторів і заходів, біорекультивациі ґрунтів забруднених територій [21]. Пріоритетність таких підходів при прийнятті рішень, побудова адаптаційного бачення майбутнього, використання інновацій, формування ґрунтовних знань про використання ресурсів і взаємодію різних зацікавлених сторін, є надзвичайно важливими завданнями при розбудові циркулярних міст [22].

В Україні питання застосування концепції міського метаболізму для формування збалансованих, циркулярних міст дотепер не розглядалось. Поясненням цьому, на нашу думку, може бути брак систематизованої статистичної інформації щодо потоків ресурсів в містах держави. Намаганню закрити цю прогалину і було присвячене це дослідження.

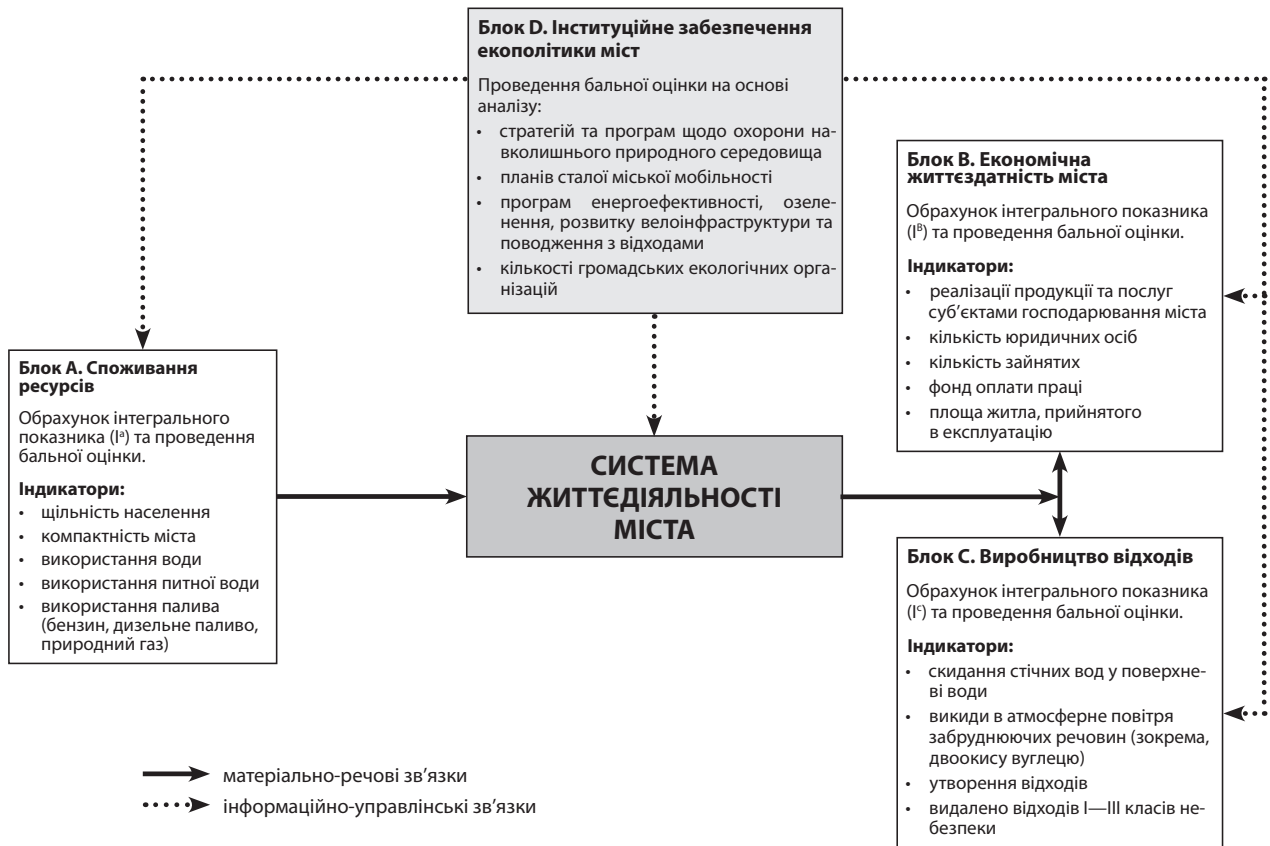


Рис. 3. Логічно-структурна схема дослідження міського метаболізму в Україні (розроблено авторами).

Методи дослідження

У дослідженні використано аналітичну модель «чорний ящик» [11, 23]. Ця модель описує потоки, що входять і виходять в результаті міського метаболізму ресурсів. Згідно цієї моделі кожне місто розглядається як цілісність. Динаміка і комплексні патерни обміну ресурсами всередині просторових структур міста не ідентифікуються. Перевагою цієї моделі є можливість виявити відмінності в рівнях збалансованості щодо споживання і використання природних ресурсів обраними містами України.

Показники міського метаболізму було об'єднано в блоки (рис. 3). Блок «А» відповідає «входу» системи і представлений показниками, що відображають споживання ресурсів за основними видами: земельні, водні, паливно-енергетичні. Високі значення показників в цьому блоці демонструють значну ресурсоемність процесів економічної життєдіяльності міста. Відповідно блоки «В» і «С» представляють «вихід» системи. Так, блок «В» відображає ефективність господарського комплексу з точки зору виконання основних функцій міста: виробництва товарів і послуг суб'єктами господарювання, забезпечення

зайнятості населення, створення умов для його економічної життєдіяльності. Високі значення показників цього блоку свідчать про високий загальний рівень економічної ефективності господарства, що може бути досягнуто шляхом модернізації виробництва, підвищенню відповідності основних засобів екологічним вимогам і нормам, ефективному міському менеджменту.

Блок «С» відображає виробництво відходів, а саме: скидання стічних вод, викиди в атмосферне повітря й утворення твердих відходів. Високі значення показників у цьому блоці виявляють проблему низької ресурсоефективності й енергоефективності міської системи, значного тиску на навколишнє середовище. Значний вплив на значення показників в цьому блоці має спеціалізація міст, адже, наприклад, промислові міста, в межах яких розміщено підприємства важкої промисловості, виробляють значно більше відходів порівняно з містами в яких домінують інші функції (адміністративні, ділові, сервісні, рекреаційні тощо).

Для забезпечення порівнюваності даних, а також розрахунку інтегрального показника мета-

болізму міста за трьома згаданими блоками, за кожним із показників було проведено обрахунок **Індексу територіальної концентрації** за формулою 1:

$$I_i^n = \frac{K_i^n}{S_i} : \frac{K^n}{S}, \quad \text{де} \quad (1)$$

- I_i^n — індекс територіальної концентрації для показника n в місті i ;
 K_i^n — значення показника n міста i ;
 S_i — площа території міста i ;
 K^n — значення показника n для України;
 S — площа території України.

Відповідно отриманий відносний показник відображає ступінь територіальної концентрації процесу або явища в місті порівняно з середньоукраїнським значенням за певний період часу. Якщо значення показника більше 1, то це свідчить про високий рівень територіальної концентрації, що загалом характерно для міст. Використання нами однієї формули як для показників стимуляторів («Блок В. Життєздатність міста»), так і для дестимуляторів («Блок А. Споживання ресурсів» і «Блок С. Виробництво відходів») збалансованого розвитку дозволило здійснити порівняння масштабів використання певного ресурсу, а також співвіднести «входи» і «виходи» системи. Показники умовно відображають масштаб тиску на конкретну екосистему, зважаючи на щільність населення, споживання ресурсів, виробництво товарів, послуг, а також відходів та викидів. З одного боку, такий підхід є географічним, з іншого — результати є співставними, співвимірними і підлягають доступному аналізу.

Інтегральні показники метаболізму міста за трьома зазначеними блоками було розраховано як середньоарифметичне індексів територіальної концентрації. Значна варіація показників I^A , I^B і I^C для різних міст України потребує подальших детальних досліджень метаболізму конкретних населених пунктів з використанням розширеної статистичної бази, а також інших моделей, наприклад, моделі «сірого ящика» або мережевої моделі. Причинами відмінностей можуть бути різна спеціалізація міст, їхня компактність, природні умови тощо.

У цьому дослідженні визначальною умовою при відборі міст була наявність статистичної інформації за 2019 р. Оскільки доступна, придатна для порівняння і актуальна статистична інформація була наявною лише для небагатьох українських міст, то в якості об'єктів дослідження було обрано 14 обласних центрів. Тож аналіз

було проведено для міст, що мають однаковий адміністративний статус, хоча при цьому вони помітно відрізняються за людністю і соціально-економічним потенціалом. Порівняно з іншими містами, обласні центри мають розширені можливості для забезпечення циркуляції ресурсів і спільного використання через потужніший науковий, освітній, фінансовий потенціал. Така вибірка дозволила нам дослідити міста з різними функціями, зокрема промисловими (Дніпро, Харків), столичними (Київ), курортними та портовими (Одеса) тощо.

Окремим блоком «D» на рис. 3 відображено перелік показників, що були обрані для проведення аналізу наявного інституційного забезпечення екополітики в обраних містах на шляху до збалансованого розвитку, що, власне, і є метою конструювання циркулярних міст.

Отже, для інтегральної оцінки та порівняння міст за збалансованістю споживання й використання природних ресурсів було здійснено бальне рейтингування на основі інформації щодо:

1. Інституційного забезпечення екополітики міст. Зокрема для оцінки планів і заходів щодо екологізації діяльності було проаналізовано активність соціальних акторів та інституцій в містах за наявними стратегіями та програмами щодо охорони навколишнього природного середовища, сталої міської мобільності, поводження з відходами, енергоефективності, озеленення тощо. Також було враховано кількість екологічних громадських організацій («Блок D»). Для кожного виду інституційного забезпечення міста за підходом стимулятора (чим активнішою є міська екополітика — тим вищий бал) було виставлено бал від 0 до 5, після чого було обраховано середнє арифметичне за блоком загалом.

2. Споживання ресурсів і продукування відходів. Бали за блоками «А» і «С» було виставлено з урахуванням того, що вихідні індикатори є дестимуляторами і значні обсяги споживання води та палива, а також утворення відходів, викидів, скидів, створює значний тиск на екосистему міста. Відповідно міста з високими показниками I^A та I^C отримали бали близькі до 0, а з низькими — до 5.

3. Економічної життєздатності міста. Для бального оцінювання було використано інтегральні показники за блоком «В» з урахуванням того, що економічна життєздатність є стимулятором.

На основі бальних оцінок було обраховано середній бал, що розглядався нами як узагаль-

нений показник міського метаболізму. За його допомогою було виявлено міста з дисбалансом споживання і використання ресурсів і ті, що потребують активізації інституційної підтримки екополітики. Чим вище значення середнього балу, тим збалансованішим є споживання і вико-

ристання ресурсів певним містом. Значення цього показника дозволяє виявити закономірності та географічні особливості актуального стану метаболізму українських міст та запропонувати управлінські рішення щодо запровадження циркулярного міського розвитку.

Виклад основного матеріалу з обґрунтуванням наукових результатів

Значення індексів територіальної концентрації за показниками метаболізму міст (*табл. 1*) значно коливаються, що зумовлено врахуванням різних компонентів та аспектів розвитку міст (для аналізу було обрано 16 індикаторів). При аналізі результатів також слід враховувати ступінь компактності міст. Наприклад, площа міста Дніпро є значно більшою, порівняно з іншими містами-мільйонниками (Харків, Одеса), що певним чином знівелювало значення індексів (особливо за блоками «А» і «С»). З іншого боку, компактніші міста (Одеса, Луцьк, Вінниця) мають порівняно вищі показники життєздатності, завдяки чому було зафіксовано вищий рівень ефективності використання спожитих ресурсів.

Таблиця 1.

Інтегральні показники метаболізму міст України (2019 р., обраховано авторами)

Місто	Споживання ресурсів (I ^A)	Економічна життєздатність міста (I ^B)	Виробництво відходів (I ^C)
Вінниця	49,5	62,0	12,7
Дніпро	55,6	52,7	43,3
Івано-Франківськ	53,9	72,8	9,6
Київ	83,1	156,0	41,2
Луцьк	71,0	100,9	15,9
Одеса	114,8	94,2	23,1
Полтава	70,7	43,0	27,3
Рівне	53,1	54,9	26,4
Суми	46,7	39,3	333,8
Тернопіль	49,4	63,6	9,4
Харків	54,0	51,0	34,8
Хмельницький	48,2	40,7	7,4
Черкаси	145,3	56,1	56,5
Чернівці	17,8	20,7	3,6

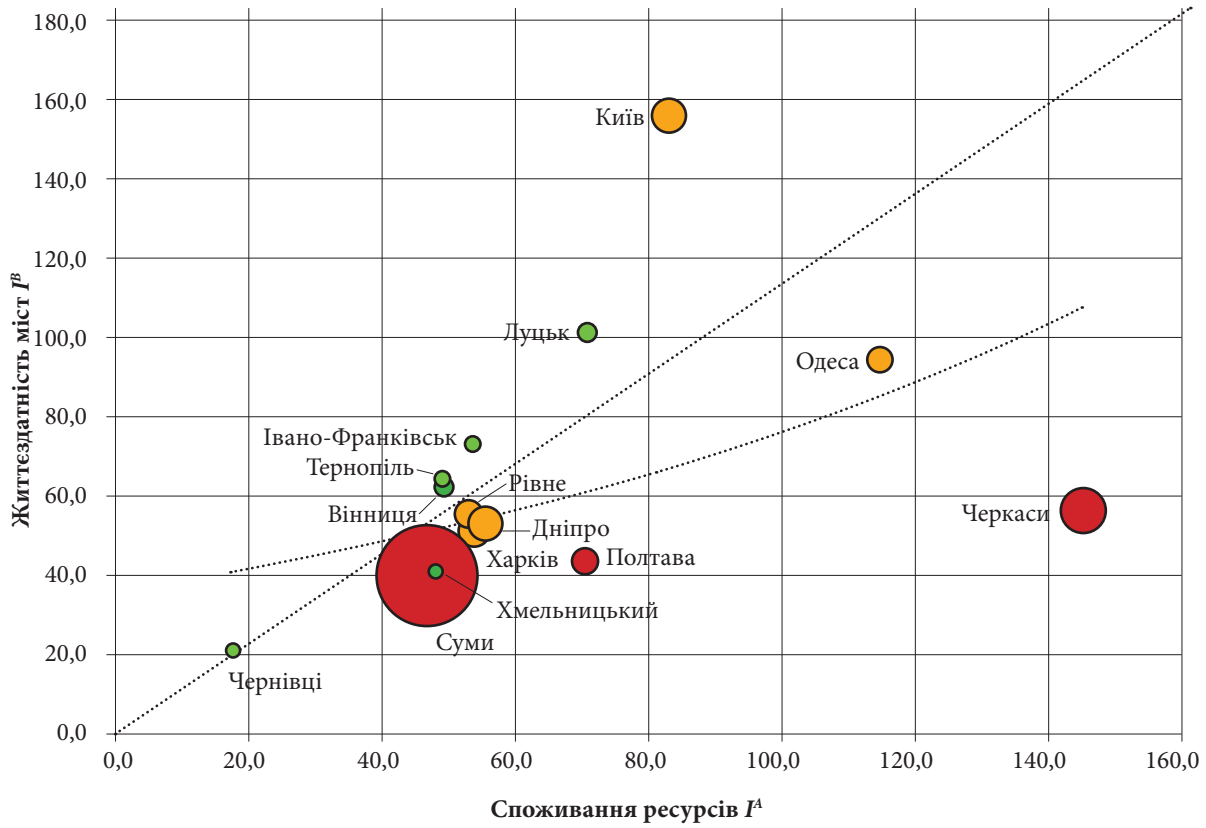
Загалом показники споживання ресурсів у містах є істотно вищими за одиницю, що від-

биває високий рівень інтенсивності господарської діяльності, антропогенного навантаження на екосистеми міст та концентрації підприємств. Більше ресурсів на одиницю площі споживається в Одесі, Черкасах, Києві, дещо менше — у Харкові, Дніпрі, Вінниці. Найменш інтенсивне споживання природних ресурсів спостерігається в Чернівцях. Географічні закономірності тут не надто виражені, але в містах Західної України споживання ресурсів є меншим, порівняно з півднем і південним заходом як в абсолютних, так і у відносних вимірах.

Економічна життєздатність міст України, що відображає соціально-економічну ефективність господарської діяльності, має значну диференціацію. Об'єктивно обґрунтованим є найвище значення інтегрального показника I_i^b для міста Києва як столиці, економічно найрозвиненішого міста України. Міста Західної України також мають досить високі показники життєздатності. На нашу думку, це пояснюється їхньою компактністю, нижчою часткою ресурсомістких виробництв, значним розвитком малого підприємства і високими темпами житлового будівництва. Індекси територіальної концентрації економічної діяльності в містах з розвинутою промисловою функцією є невисокими (Харків, Суми, Полтава і Дніпро).

Співвідношення інтегральних показників за блоками «А», «В» і «С» демонструє баланс між «входом» та «виходом» системи міського метаболізму (*рис. 4*). Також на діаграмі кольором показано середній бал як узагальнюючий показник метаболізму міст (*табл. 2*). Зона, що відповідає моделі сталого виробництва і споживання, знаходиться вище діагональної прямої лінії.

Міста, що увійшли до цієї групи, споживають природних ресурсів менше, ніж в середньому по країні, але при цьому демонструють високий рівень економічної життєздатності та ефективності використання ресурсів. Пунктирна лінія зображує залежність споживання ресурсів і економічної життєздатності досліджуваних міст. Ступінь її відхилення в бік осі абсцис свідчить



Розмір пунсона — виробництво відходів (I^C).

Колір пунсона — середній бал метаболізму міст за шкалою:

■ — до 2,9; ■ — 3,0-3,4; ■ — 3,5-3,8; ■ — понад 3,9.

Рис. 4. Співвідношення показників метаболізму міст України (побудовано авторами).

Таблиця 2.

Бальна оцінка метаболізму міст України (проведено авторами)

Місто	Інституційне забезпечення екополітики	Споживання ресурсів	Економічна життєздатність міста	Виробництво відходів	Середній бал
Вінниця	3,5	4,0	3,0	5,0	3,9
Дніпро	3,1	3,0	3,0	3,0	3,0
Івано-Франківськ	2,8	3,0	4,0	5,0	3,7
Київ	3,1	2,0	5,0	3,0	3,3
Львів	2,8	2,0	5,0	5,0	3,7
Одеса	3,6	1,0	4,0	4,0	3,2
Полтава	3,1	2,0	2,0	4,0	2,8
Рівне	2,8	3,0	3,0	4,0	3,2
Суми	3,5	4,0	2,0	1,0	2,6
Тернопіль	2,8	4,0	3,0	5,0	3,7
Харків	2,1	3,0	3,0	4,0	3,0
Хмельницький	2,8	4,0	4,0	5,0	3,9
Черкаси	2,8	1,0	4,0	3,0	2,7
Чернівці	2,9	5,0	1,0	5,0	3,5

про високе ресурсоспоживання міст. Крива буде тяжіти до діагональної прямої в міру того, чим більше міст буде розташовуватись у верхній і лівій частинах діаграми.

Розташування пунсонів на рис. 4 дозволяє зробити висновок про «здоровіший» метаболізм Івано-Франківська, Луцька, Вінниці, Тернополя та Чернівців. Для згаданих міст характерним є помірне споживання ресурсів, вищий середнього рівень життєздатності та низькі рівні виробництва відходів. Зелений колір пунсонів символізує високий рівень узагальненого показника метаболізму. Харків, Дніпро та Рівне мають середні показники метаболізму, але баланс дещо зміщений у бік надмірного споживання ресурсів. Найменш збалансованою є система метаболізму Одеси, Черкас, Полтави й Сум. Найвищі показники утворення відходів I—III класів небезпек спостерігаються в Сумах, що суттєво вплинуло на інтегральний показник виробництва відходів і переводить місто до «червоної» зони. Загалом вище діагональної лінії домінують пунсони зеленого кольору, а нижче — жовтого. Діаграма дає можливість оцінити інтенсивність міського метаболізму: чим віддаленіший пунсон від початку системи координат — тим інтенсивніший метаболізм.

Інституційне забезпечення екополітики (блок «D») створює передумови для переходу міст до моделі циркулярної економіки і сталого розвитку. За окремими напрямками в певних містах сформовано та функціонують відповідні механізми: розроблено плани дій зі сталого енергетичного розвитку та клімату в межах угоди мерів, до стратегій розвитку міст інтегровано заходи екологічної політики, діє програма часткового відшкодування витрат на заходи енергоефективності від Фонду Енергоефективності «Енергодім». При цьому ступінь активності суб'єктів екополітики є різною. Наприклад, за програмою «Енергодім» найбільший обсяг відшкодувань надано в місті Луцьк, в той час як у Сумах, Полтаві та Чернівцях обсяги таких відшкодувань вдсятеро менші.

Практично у всіх містах вже затверджено програми поводження з відходами, однак доволі різним є стан їх виконання. З чотирнадцяти міст у трьох (Вінниця, Полтава та Чернівці) розроблено стратегічні документи, що регламентують запровадження принципів сталої міської мобільності. Ще в двох (Тернопіль, Івано-Франківськ) такі документи розробляються. Також при бальній оцінці було враховано кількість діючих неурядових організацій екологічного спрямування (найбільше — у Києві, Дніпрі та Сумах).

Отже, найвищі значення сумарного балу мають Хмельницький, Вінниця, Луцьк, Івано-Франківськ, Тернопіль і Чернівці, а найнижчі — Суми, Черкаси й Полтава. Такі міста, як Суми, Черкаси, Дніпро, Харків і Київ виробляють найбільше відходів, отже мають досить високий потенціал для їхньої вторинної переробки. Зокрема Суми мають найбільшу кількість утворених відходів, отже, можна вважати, що місто має значний потенціал для запровадження і розвитку циркулярної економіки¹. Найнижчий рівень антропогенного тиску спостерігається в Чернівцях.

У цілому з позицій циркулярної економіки серед досліджуваних міст найзбалансованішими є Вінниця і Хмельницький. Такі міста, як Рівне, Харків і Дніпро, характеризуються збалансованістю інтегральних індексів за трьома проаналізованими блоками, але мають дещо вищі за середні значення показників споживання ресурсів і виробництва відходів. Полтава, Одеса, Черкаси і Суми потребують суттєвого коригування політики ресурсоспоживання й управління відходами, оскільки показники міського метаболізму є розбалансованими та, в окремих випадках, значно перевищують середні значення по країні. Бальна оцінка метаболізму для міста Києва продемонструвала середню позицію серед всіх чотирнадцяти досліджуваних міст, що спричинено високими значеннями стимуляторів (найвищий рівень економічного, інноваційного розвитку і громадської активності).

Висновки

На відміну від міст Європейського Союзу, де запровадження стратегій сталого розвитку та циркулярної економіки є загальноприйнятою практикою, міста України досі не мають подібних за-

тверджених документів. Лише окремі аспекти сталого розвитку можна зустріти в економічних стратегіях розвитку українських міст. Проте, незважаючи на недостатню державну підтримку, в

¹ Починаючи з 2020 р. Суми беруть участь в реалізації міжнародного проекту «Circular-based waste management» («Управління відходами на основі замкненого циклу»). URL: <https://finance.smr.gov.ua/190-circular-based-waste-management-upravlinnya-vidkhodami-na-osnovi-zamknenogo-tsiklu> (дата звернення 21.07.21).

українських містах помітними є громадські ініціативи зі збору та переробки сміття, впровадження відповідної інфраструктури та популяризації циркулярного міського розвитку загалом.

Проведений нами аналіз окремих міст України з позицій міського метаболізму не можна вважати цілком вичерпним, адже він враховував лише ті показники, що наводяться в офіційних джерелах. Поглиблення досліджень метаболізму міського середовища істотно залежить від стану збору статистичних даних, а цей процес, на нашу думку, має бути в значній мірі переглянuto та реформовано.

Як результат, щодо 14 обласних центрів України нами було оцінено збалансованість ресурсоспоживання з використанням аналітичної моделі «чорний ящик». Для міст Західної України і Поділля (Вінниці, Тернополя, Хмельницького, Івано-Франківська та Чернівців) характерним є позитивний баланс споживання ресурсів («вхід» системи) і економічної життєздатності та виробництва відходів («вихід» системи). Низький середній бал і розбалансування інтегральних показників за проаналізованими блоками для деяких міст обумовлені розвитком важкої індустрії, транспорту та інших галузей з високими показниками енерго-, паливо-, водоспоживання й утворення відходів (Суми, Черкаси, Полтава, Рівне). Найбільші міста (Київ, Харків, Дніпро, Одеса) мають середній бал метаболізму, оскільки окремі високі показники-дестимулятори (споживання води, палива, викиди забруднюючих речовин тощо) врівноважено високими ж показниками економічної життєдіяльності міста та інституційної забезпеченості екополітики. Загалом усі міста з середнім балом, меншим ніж 3,5, потребують, на нашу думку, вжиття заходів щодо запровадження циркулярного міського розвитку, залеж-

но від специфічних особливостей (компактності, географічних особливостей, спеціалізації тощо).

Загалом, можна сказати, що продукуючи щороку від 300 до 500 кг сміття на душу населення, українські міста мають значний, ще невикористаний, потенціал для розвитку циркулярної економіки. Для розбудови циркулярних міст має зміститися економічний фокус розвитку на екологічний, який, у свою чергу, може спричинити значний економічний ефект і сприяти появі нових робочих місць. Значно сприятиме цьому посилення ролі екологічних інституцій, перехід до нових «зелених» політичних стратегій і державна підтримка відповідних ініціатив.

Звісно, трансформація до циркулярного міста є досить довгим та дороговартісним процесом. Це передбачає комплексні зміни способу планування, проектування та управління містом, переосмислення схем виробництва та споживання, підвищення ефективності використання ресурсів, створення нових бізнес-моделей та стимулювання інновацій. Такий перехід не можливий без загальної участі усіх без винятку зацікавлених сторін, що потребує впровадження нових методичних підходів на управлінському рівні, а також посилення системи освіти і просвітництва громадян. Та, беззаперечно, перехід до циркулярного розвитку приносить містам соціальні та економічні вигоди, а також покращує якість життя населення і екологічний слід.

Таким чином, у цьому дослідженні набули подальшого розвитку положення концепцій метаболізму міського середовища та циркулярного міста. Авторами було розроблено й апробовано авторську методику аналізу та оцінки збалансованості обласних центрів держави, що й визначає наукову новизну роботи.

References [Література]

1. Circular economy in cities: project guide, Ellen MacArthur Foundation (2019). URL: https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/CE-in-Cities-Project-Guide_Mar19.pdf
2. Girardet, H. (1999). Creating sustainable cities. Schumacher Briefing No. 2. Foxhole, Dartington, Totnes, Devon, UK: Green Books. ISBN 978-1-870098-77-9.
3. Higgs, K. and Ramphale, M. and Randers, J. and Likhotal, A. and Loening, U. and Korten, D. and Schone, I. and Wackernagel, M. and von Weizsacker, J., (2018) Come On! Capitalism, Short-termism, Population and the Destruction of the Planet, Springer, New York, pp. 220. ISBN 978-1-4939-7418-4 [Edited Book] DOI: 10.1007/978-1-4939-7419-1_1
4. Williams, J. (2021). Circular Cities: A Revolution in Urban Sustainability. Routledge. ISBN 978-0-367-74816-6
5. Kraas, F., Leggewie, C., Lemke, P., Matthies, E., Messner, D., Nakicenovic, N., ... & Wanner, M. (2016). Humanity on the move: Unlocking the transformative power of cities. WBGU-German Advisory Council on Global Change. URL: https://www.die-gdi.de/uploads/media/WBGU_2016_en.pdf

6. Girardet, H. (2014). *Creating regenerative cities*. Routledge, Oxford. ISBN 978-0-415-72446-3 URL: <https://www.taylorfrancis.com/books/edit/10.4324/9781315764375/creating-regenerative-cities-herbert-girardet>
7. Wolman, A. (1965). The Metabolism of Cities. *Scientific American*. Vol. 213. No. 3. 179-190. DOI: 10.1038/scientificamerican0965-178
8. Broto, V. C., Allen, A., & Rapoport, E. (2012). Interdisciplinary perspectives on urban metabolism. *Journal of Industrial Ecology*, 16(6), 851–861.
9. Dinarès, M. (2014). Urban Metabolism: A review of recent literature on the subject. *Documents d'anàlisi Geogràfica*. Vol. 60. 551–571.
10. Zhang, Y. (2013). Urban metabolism: A review of research methodologies. *Environmental Pollution*. Vol. 178. 463–473.
11. Song, Y., Gil, J., Wandl, A., & Van Timmeren, A. (2018). Evaluating sustainable urban development using urban metabolism indicators in urban design. *Europa XXI*. Vol. 34. 5–22.
12. Odum, H. T. (1971). *Environment, power and society*. New York: Wiley-Interscience. ISBN 978-0-471-65275-5.
13. Zucchetto, J. (1975). Energy-economic Theory and Mathematical Models for Combining the Systems of Man and Nature, Case Study: the Urban Region of Miami, Florida. *Ecological Modelling*. Vol. 1. 241–268.
14. Newcombe, K., Kalma, J. D., Aston, A. R. (1978). The Metabolism of a City: The Case of Hong Kong. *AMIBIO*. Vol. 7. No. 1. 3–15.
15. Newman, P. W.G. (1999). Sustainability and cities: Extending the metabolism model. *Landscape and Urban Planning*. Vol. 44. 219-2.
16. Kennedy, C., Cuddihy, J., & Engel-Yan, J. (2007). The changing metabolism of cities. *Journal of industrial ecology*, 11(2), 43-59.
17. Girardet, H. (1992). *The GAIA Atlas of Cities: New Directions for Sustainable Urban Living*. London: Gaia Books Limited. ISBN 10: 0-385-41915-5.
18. Zhang, Y., Yang, Z., Yu, X. (2015). Urban Metabolism: A Review of Current Knowledge and Directions for Future Study. *Environmental Science and Technology*. Vol. 49. 11247–11263.
19. Circular Economy Action Plan (2020). For a cleaner and more competitive Europe. URL: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_20_420/
20. Implementing the New Leipzig Charter through Multi-level Governance. (2020). URL: <https://bmi.bund.de/>
21. Williams, J. (2021). Circular Cities: What Are the Benefits of Circular Development? *Sustainability*. 13(10). 5725.
22. Prendeville, S., Cherim, E., & Bocken, N. (2018). Circular cities: Mapping six cities in transition. *Environmental innovation and societal transitions*. No. 26. 171–194.
23. Akiyama, T. (1989). Urban metabolism and sustainability. *Japan AUICK Newsletter*, (17).

Стаття надійшла до редакції 30.07.2021.

For citation [Для цитування]

Кононенко О.Ю., Дронова О.Л. Концепція міського метаболізму як підґрунтя для розбудови циркулярних міст в Україні // *Укр. геогр. журн.* 2022. № 1. С. 37–46. [Українською мовою] DOI: <https://doi.org/10.15407/ugz2022.01.036>

Kononenko, Olena, & Dronova, Olena. (2022). Urban Metabolism as a Background for the Development of Circular Cities in Ukraine. *Ukr. Geogr. Zh.*, 1, 37–46. [In Ukrainian] DOI: <https://doi.org/10.15407/ugz2022.01.036>