

МІСЬКИЙ МЕТАБОЛІЗМ ЯК ОЦІНКА СТАНУ УРБОЕКОСИСТЕМИ

МИХАЙЛЕНКО В.І., ПРИХОДЬКО В.Ю.

Одеський державний екологічний університет

vladislav.mykhailenko@gmail.com, vks26@ua.fm

Міський метаболізм (ММ) – це принципово нова система обліку, метою якої є кількісна оцінка притоку, відтоку та накопичення ресурсів (таких як матеріали та енергія) у місті, що також у державних джерелах часто описується як матеріальний баланс. З іншого боку, ММ – це міждисциплінарна галузь досліджень, що охоплює такі різні дисципліни, як промислова екологія, міська екологія, політична екологія та політико-індустріальна екологія [1].

В масштабах біосфери урбоекосистеми (УЕС) характеризуються як гетеротрофні екосистеми з інтенсивними акумулюючими потоками речовин та енергії. Вода, електрика, бензин, природний газ, їжа, бетон і асфальт – це деякі види енергії та ресурсів, які щодня імпортуються, споживаються, зберігаються або експортуються до міст, у міста та з них. Відстеження цих обмінів і процесів може бути надзвичайно складними і є основою міського метаболізму.

Витоки сучасної форми ММ закладені Абелем Волманом (Wolman A (1965) *The metabolism of cities*), інтереси якого зосередилися на забрудненні довкілля, визнаючи, що отримання інформації про потоки ресурсів усередині та за межами міста є ключовим для повного вирішення проблеми. Згодом ця концепція набула популярності на початку 2000-х років, особливо завдяки зростанню уваги суспільства до сталого розвитку та необхідності визначення основних споживачів енергії та викидів парникових газів.

Протягом багатьох років ММ виріс у своєму розумінні до трьох основних шкіл: марксистської екології, промислової екології та міської екології [2]. Маркс визначив ММ як характеристику складних відносин між природою та суспільством, які дають неоднакові результати; промислова екологія розглядає ММ як запаси та потоки матеріалів та енергії; а урбоекотологія розглядає його як складні соціоекологічні системи. Незбалансованість матеріальних та енергетичних потоків, характерна для УЕС, спричиняє позитивний баланс обміну з навколишнім середовищем. Це призводить до накопичення в межах міста продуктів метаболізму. Неможливість вписатися в глобальний кругообіг

речовин і енергії в біосфері й відображає «штучність» УЕС, її антропогенний творчий початок. Тобто місто характеризується як акумулююча система.

В загальному розумінні ММ можна виразити у вигляді рисунку 1. Оцінку потоків на рис. 1 можна зробити різними способами.

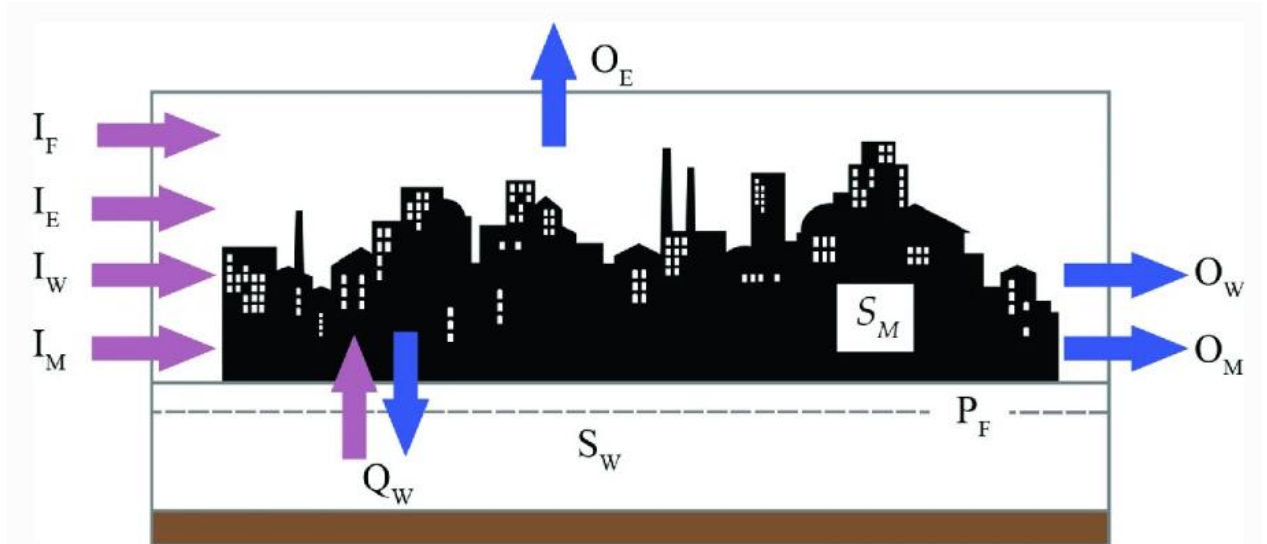


Рисунок 1 – Загальна схема міського метаболізму з урахуванням входів (I), виходів (O), внутрішніх потоків (Q), зберігання (S) і виробництва (P) води (W), енергії (E), матеріалів (M) і їжі (F)

Насправді, не існує правильної техніки ідентифікації потоків. Загалом ми можемо розділити методи на три групи: «знизу догори», «зверху донизу» і гібридні методи. Знизу вгору потоки досліджуються індивідуально, наприклад, звертаючись до місцевих водо-, газо- та електроенергетичних компаній. Зверху вниз можна збирати економічні дані про витрати на випуск продукції, часто в масштабі країни, а потім дезагрегувати до масштабу міста.

Підхід «знизу вгору» зазвичай є кращим, оскільки він має тенденцію надавати більше інформації про місто; наприклад, щоб дослідити відмінності між моделями споживання в житловому та комерційному секторі. Саме тому ми розглянемо використання концепції міського метаболізму на прикладі цих методів. Методи «знизу догори». Ідентифікацію потоків на рис. 1 знизу догори можна здійснити, звернувшись до відповідних органів з проханням надати дані або використовуючи певні засоби для їх оцінки. Потоки, пов'язані зі споживанням води, електроенергії, газу та інших ресурсів, можна отримувати, наприклад, від місцевих комунальних компаній. Потоки, пов'язані з кількістю

води, отриманої з опадів, можуть бути зібрані з місцевих метеостанцій. Тим не менш, зібрати ці дані може бути складно: місцеві комунальні компанії можуть не захотіти ділитися даними або взагалі не мати доступу до них. Насамперед даний підхід реалізується, розбиваючи проблему на кілька частин, зазвичай має наступний вигляд:

$$I = P \cdot A \cdot T \quad (1),$$

де I , P , A і T означають відповідно вплив, населення, достаток і технологію.

По суті, кінцева мета полягає в тому, щоб оцінити загальне споживання енергії або викиди (наприклад, у Вт/год), і завдання розподілити величини так, щоб узгодити одиниці вимірювання. Наприклад, якщо ми шукаємо загальне споживання енергії, пов'язане зі споживанням води в літрах [л], ми можемо використати рівняння (1), оцінивши середнє споживання води на людину та середнє споживання енергії на літр води; в одиницях ми отримуємо: [Вт/год] = [людина] × [л/людина] × [Вт/год · л].

Аналогічний підхід можна застосувати для визначення використання матеріалів у місті. Хоча неможливо кількісно оцінити потоки кожного матеріалу, який імпортується до міста чи експортується з нього, деякі матеріали варто дослідити. Зокрема, для багатьох міст двома гігантами є бетон для будівель і асфальт для доріг. У цьому розділі ми побачимо два способи оцінки цих двох матеріалів, але ці методи можна легко розширити для врахування інших матеріалів, таких як сталь та інші метали.

Для будівель ми можемо спробувати розділити проблему на оцінку площі, доступної на людину, A , у місті в [м²/осіб], і матеріаломісткість M будівлі в тоннах на квадратний метр [т/м²]. Зокрема, для типу будівлі і можна оцінити запас S матеріалу m (наприклад, бетону):

$$S_{i,m} = P \cdot A_{i,m} \cdot M_{i,m} \quad (2)$$

Одиницями трьох змінних у правій частині є [людина] × [м²/людина] × [т/м²], що дає нам відповідь у [т] (тобто одиниці ваги). Для доріг ми можемо виконати ту саму процедуру або натомість спробувати оцінити частку площі доріг на одиницю площі в [км/км²] для A , використовуючи таке рівняння:

$$S_{i,m} = D \cdot A_{i,m} \cdot M_{i,m} \quad (3)$$

де $S_{i,m}$ – запас доріг типу i для матеріалу m у [т], D – площа міста в [км²], A – кількість доріг у [км/км²], а M – матеріаломісткість у [т/км].

Потім результати в одиницях ваги можна помножити на коефіцієнт перетворення енергії або вуглецю, наприклад, у [МВт·год/т] і [т CO₂/т] відповідно до [3].

Ці коефіцієнти перерахунку можна знайти в літературі. Наприклад, група Circular Ecology пропонує досить обширну та безкоштовну базу даних, доступну за адресою <https://www.circularecology.com/>.

Література

1. J.P. Newell, J.J. Cousins, J.E. Baka. Political-industrial ecology: an introduction. Geoforum, 85 (2017), pp. 319-323, 10.1016/j.geoforum.2017.07.024
2. Newell JP, Cousins JJ (2014) The boundaries of urban metabolism: towards a political-industrial ecology. Prog Hum Geogr 39(6):702–728.
3. Wenzhong Shi, Michael F. Goodchild, Michael Batty, Mei-Po Kwan, Anshu Zhang. Urban Informatics. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-15-8983-6>

ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ ПРИ СОРТУВАННІ ВІДХОДІВ РУЙНАЦІЇ

ТИТОВА А.О., ШМАНДИЙ В.М., АНДРЕЄВ В.Г., ЮЗЕФОВИЧ С.
Кременчуцький національний університет ім. Михайла Остроградського
titova1@ukr.net

До лютого 2022 року в Україні спостерігалась позитивна тенденція у сфері поводження з побутовими відходами. Розроблялись регіональні плани управління відходами, планувалось будівництво регіональних полігонів, сміттєперевантажувальних та сміттєсортувальних станцій. В залежності від потреб регіону та кількості населення, розглядалась можливість придбання мобільних сортувальних станцій.

У зв'язку із воєнними діями сфера управління відходами перестала бути пріоритетною. Перспективні плани залучення інвестицій для будівництва сучасних полігонів та придбання обладнання не реалізуються. Натомість зростає кількість утворюваних відходів внаслідок руйнування об'єктів цивільної, транспортної, воєнної інфраструктури. За даними Міністерства розвитку громад