
ТЕОРЕТИЧНА ЕКОЛОГІЯ

УДК 502.578+911.375: 314.92

DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2020.eco.3-30.1>

ОЦІНКА КОМПЛЕКСНОГО ПОКАЗНИКА ЕКОЛОГІЧНОЇ УРБАНІЗАЦІЇ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ

Васютинська К.А., Барбашев С.В., Кімінчиджи М.І.

Одеський національний політехнічний університет

пр. Шевченка, 1, 65044, м. Одеса

e.a.vasutinskaya@opu.ua, josik65@gmail.com, maria.kiminchidzi@gmail.com

Стаття присвячена розробленню методу індикаторної оцінки урбанізації регіонів України з огляду на взаємозв'язки між сталістю природно-техногенних систем та урбогенним насиченням територій. Україна належить до високоурбанізованих країн світу, але відрізняється від них хаотичністю урбанізації та різким скороченням чисельності населення, у тому числі міського. Представлений комплекс взаємозалежних складників урбанізаційного процесу, які мають позитивні та негативні наслідки для навколишнього середовища. Показано, що деградація довкілля під впливом різних чинників урбанізації охоплює ландшафти різного типу далеко за межами міст і приміських територій. Для оцінки комплексного впливу урбанізаційних процесів на екологічний стан системи «місто – прилеглі території» запропонований інтегральний показник – індикатор урбогенності. Структура індикатора урбогенності складається з груп показників промислово-технологічної, демографічної, екологічної, соціально-економічної урбанізації. Представлені критерії вибору показників, відповідно в методологічному, інтегральному і динамічному аспектах. Екологічна урбанізація визначена як чинник, що лімітує розвиток урбанізованих територій через обмеженість кількості та якості сировинних та територіальних ресурсів. Виконаний розрахунок та аналіз індексів екологічної урбанізації дав змогу диференціювати області України за рівнем урбогенного навантаження на території різного функціонального призначення і різного ступеню агрегації населення. Визначені чотири групи областей України залежно від значень індексів екологічної урбанізації, які не збігаються із загальним рівнем урбанізації. Показані переваги означеного підходу для екологічного оцінювання впливу урбанізації на територіальні системи: врахування прямих та зворотних зв'язків між міським середовищем та природними і квазіприродними системами прилеглих територій; комплексність оцінювання; розглядання міст та приміських територій як цілісних об'єктів впливу на довкілля. Введення в практику екологічних оцінок інтегрального індикатора урбогенності дасть змогу визначати ступінь багатогранних впливів урбанізаційних процесів на рівень екологічної безпеки територій, прогнозувати їх наслідки в планах сталого розвитку регіонів.

Ключові слова: урбанізаційний процес, екологічна урбанізація, індикаторна оцінка, інтегральний показник урбогенності.

Evaluation of the environmental urbanization's complex indicator of the Ukraine regions. Vasyutinskaya E., Barbashev S., Kiminchigi M.

The article is devoted to the development of an indicator assessment method for the urbanization of the Ukraine regions, which will take into account the coupling of the sustainability of natural-technogenic systems and the urban load of territories. Ukraine is of the highly urbanized countries but differs from them by chaotic urbanization and a fast reducing of population, including urban. The complex of inter-related components of the urbanization process that have positive and negative consequences for the environment is presented. Environmental degradation under the impact of various urbanization factors covers landscapes of various types far beyond the cities and suburban territories. The integral urbogenicity indicator was proposed to assess the complex effect of urbanization processes on the ecological state of the system “city – adjacent territories”. The structure of the urbogenicity indicator consists of following groups of indices: industrial, demographic, environmental, socio-economic. The methodological, integral and dynamic aspects of indicators were characterized, and the criteria for their selection were presented. Ecological urbanization was defined as a factor limiting the development of urban areas due to the limited quantity and quality of raw materials and territorial resources. The performed calculation and analysis of ecological urbanization indexes made it possible to differentiate the regions of Ukraine according to the level of urban load on territories with various functional purposes and different degrees of population aggregation. Four groups of Ukraine regions were identified according to the values of ecological urbanization indexes, which haven't coincided with the general urbanization level. The advantages of this approach for ecological evaluation of the urbanization impact on territorial systems were represented: taking into account direct and inverse relationships between the urban environment, natural and quasi-natural systems of suburban territories; integral assessment; presentation of cities with surrounding territories as holistic objects of environmental impact. The introduction into practice of environmental assessments of the integral urbogenicity indicator makes it possible to define the degree of the multifactor effects of urbanization processes on the environmental safety level of territories, and predict their consequences in the plans for sustainable development of the regions.

Key words: urbanization process, ecological urbanization, integral indicator, indicator of urbanization.

Постановка проблеми. Глобальний характер урбанізації визначає більшість негативних процесів у навколишньому природному середовищі – тотальне забруднення всіх компонентів довкілля, деградацію ландшафтів, зміни характеру використання біологіч-

них ресурсів, порушення сталої рівноваги природних екосистем та біосфери загалом.

Україна належить до високоурбанізованих країн (69,4% за станом на 01.01.2020 [1]) та за цим показником займає 73 місце в рейтингу країн світу [2]. При

цьому є низка принципів відмінностей України від інших держав, що проявляється, по-перше, в різкому зменшенні чисельності населення, в тому числі міського (падіння в 1,33 раза усього населення та в 1,2 раза – міського [3]). Хаотичність урбанізації сприяла нерівномірному розподілу 461 міст за областями, територія яких займає лише 3% загальної площі країни.

Урбанізаційні процеси здійснюють багатифакторні, комплексні впливи на довкілля, зумовлюють ініціювання екологічних небезпек не тільки в містах, але й на прилеглих територіях. Деграція міського середовища за механізмом зворотного позитивного зв'язку [4] викликає цикл односпрямованих негативних процесів, які охоплюють ландшафти різного типу далеко за межами приміських територій та визначають стан екологічної безпеки регіонів загалом. Але сучасні методи екологічних оцінок різних за функціональним призначенням територій не враховують у комплексі всі особливості формування екологічного стану системи «місто – прилегли територія» в умовах сполучення природних та урбогенно-техногенних взаємодій. Отже, виникає необхідність застосувати інтегральні показники для визначення ступеню урбогенності територій як визначального чинника сталості територіальних систем.

Мета та завдання дослідження – на основі аналізу аспектів урбанізації запропонувати методичні підходи до вимірювання рівнів урбогенності територій за допомогою інтегрального індикатора урбогенності, визначити особливості екологічної складової частини урбанізаційного процесу, оцінити урбогенність регіонів України за розрахованим індексом екологічної урбанізації.

Поставлена мета досягалась шляхом встановлення принципів виділення груп показників відповідно до різних аспектів урбанізації, розроблення критеріїв їх відбору та виконання відповідних розрахунків.

Актуальність дослідження. Сучасні урбанізаційні процеси є визначальним фактором формування стану екологічної безпеки територіальних угруповань різного рівня організації. Розроблення індексу урбанізації як інтегрального показника стану екологічної безпеки складної динамічної системи міста з прилеглими природними та квазіприродними територіями є актуальним та своєчасним завданням із реалізації концепції сталого та безпечного розвитку регіонів.

Зв'язок авторського доробку з важливими науковими та практичними завданнями. Дослідження відповідає стратегічним цілям та завданням, які визначені в Законі України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року» [5], а саме: завданню «зменшення негативного впливу процесів урбанізації на навколишнє природне середовище» (Ціль 2 – «Забезпечення сталого розвитку природно-ресурсного потенціалу України») [5]. Удосконалення та подальший розвиток індикаторних методів оцінювання дає змогу комплексно враховувати потенціали небезпек урбогенного походження для довкілля, життя і здоров'я населення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Вивчення взаємозалежності стану навколишнього середовища та процесів прискореної урбанізації, які охопили багато країн Азії, Америки, Європи, є «топ-темою» наукових міжнародних досліджень.

Бурхливий розвиток міст із різким зростанням чисельності населення найбільш притаманний Китаю. У багаточисельних дослідженнях урбанізована територія цієї країни розглядається як осередок нагромадження проблем хімічного та шумового забруднення довкілля, дефіциту якісної питної води, накопичення виробничих і побутових відходів та інших проблем, пов'язаних із зростаючим дисбалансом природного середовища та урбанізованої території. Так, у роботі [6] на прикладі 350 префектурних одиниць Китаю встановлені кореляції між економічними та екологічними підсистемами. Показано, що неврахування екологічних цілей буде обмежувати промисловість виробництвом та переробкою первинної продукції, що виснажує природні ресурси країни. У роботі [7] індикаторний підхід для оцінки еволюційного рівня урбанізації протягом 2005–2012 років запропонований для Пекіну. Індекси оцінюють різне значення міського будівництва, економічного розвитку, змін екологічного середовища та сільського господарства для «швидкості» і «якості» процесів урбанізації.

Питання сталої безпеки територій багатьох країн розглядаються, як правило, за допомогою індикаторів, запропонованих міжнародними організаціями [8], серед яких «Індекс живої планети» (Living Planet Index); показник «Екологічний слід» (Ecological Footprint) та «Водний слід» (Water Footprint); «Індекс екологічної сталості» (Environmental Sustainability Index), система індикаторів ООН «Екологічна ціль» (Millennium Development Goals) та інші. Наприклад, у дослідженнях, присвячених екологічній безпеці міст і регіонів Європи, часто застосовують індикатор «Екологічний слід» [9], який базується на оцінках екологічного потенціалу території через здатність протистояти різноманітним впливам антропогенно-техногенного характеру.

На прикладі міст Італії [10] обґрунтована система індикаторів DPSIR (Driving-Pressure-State-Impact-Response – Рушійна сила-Тиск-Стан-Вплив-Відгук), які можна представити як комплекс показників реакцій екологічного стану міських систем на антропогенні навантаження різного генезису. Індекси DPSIR визначаються на основі статистичних даних, належать до відомої системи індикаторів PSR (Pressure-State-Response – Тиск-Стан-Реакція), яка розроблена Організацією Економічного Співтовариства та Розвитку (ОЕСР) [11]. Модель PSR є загальноприйнятою в багатьох методах визначення комплексних індексів та дає змогу здійснювати їх ієрархічну обробку.

Загалом індикатори покликані бути основою запровадження узгоджених заходів для мінімізації та запобігання негативних змін довкілля, погіршення загальної безпеки. Їх втілення в реальну політику зарубіжних

країн спрямоване на вирішення глобальних проблем подолання бідності, забезпечення високої якості життя і безпеки міського населення.

Дослідження вітчизняних науковців, в яких застосовується індексний підхід, присвячені в основному порівнянню адміністративних областей країни за ознаками напруженості екологічної ситуації внаслідок техногенних впливів чи природних катастроф [12; 13]. Зазначимо, що перевагами індикаторного методу є широке застосування математичних моделей і сучасних інформаційних технологій, що дає змогу не тільки оцінювати, але й прогнозувати стан урбогенних систем. Такий підхід застосований авторами роботи [14] під час оцінювання рівня природно-техногенних небезпек регіонів України. Комплексний показник безпеки враховує чисельність населення регіону та сумарну кількість надзвичайних ситуацій природного, техногенного та соціального характеру на основі методу векторно-статистичного аналізу.

Але загальноприйняті оцінки обмежуються критеріями односторонніх негативних впливів міст на навколишнє середовище та не включають зворотні кумулятивні ефекти при глобальному охопленні геосистеми урбанізаційними процесами.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Проведений нами в попередніх дослідженнях аналіз методів ранжування регіонів України [15] виявив значну розбіжність у результатах оцінок, які отримані як методами індексних, так й методами ризикових показників, що суперечить принципу системності та знижує ефективність управління екологічною безпекою на рівні держави. Досліджені в зазначених роботах регіональні «безпекові» рейтинги не виділяють внесок міських систем у процесі формування загального стану екологічної безпеки області. Відсутність деталізації територіальних особливостей впливів міст як цілісних об'єктів на навколишні природні системи не дає змогу оцінити межі їх сталості в умовах хронічного урбогенно-техногенного навантаження.

Методологічне та загальнонаукове значення. Впровадження індикатора урбогенності доповнює методологію екологічної безпеки урбанізованих територій новою технологією їх комплексного оцінювання. Включення в систему екологічних оцінок індексу екологічної урбанізації дає змогу розширити методичний інструментарій визначення рівнів екологічної безпеки регіонів України, використати такий інтегральний показник у процесі розробки і втілення програм сталого розвитку та практики відтворювання природних систем.

Виклад основного матеріалу. У роботі використані методи статистичного аналізу. Статистичні дані для оцінки показників урбанізації [1; 3] були стандартизовані та нормалізовані за алгоритмом, який був використаний авторами в роботі [16]. Розрахунки та нормалізація статистичних даних виконані із застосуванням бібліотеки Панда пакету Python, серія DataFrame,

версія v0.22.0 (December 29, 2017) [17]. Графічний аналіз виконувався із застосуванням програмного забезпечення MS Office Excel.

Визначення особливостей урбанізаційного процесу в Україні. Після 1991 року урбанізаційний процес в Україні через спад економічної активності проходив в умовах скорочення міських бюджетів і руйнування міської інфраструктури. Саме соціально-економічні чинники зумовили різке зниження загальної чисельності населення, в тому числі міського. Розміщення міст України нині відповідає тому господарському комплексу, який склався ще за часів існування СРСР, хоча їх кількість зростає, але незначно (з 434 в 1989 році до 461 в 2018 році [3]). Міста та міські агломерації в Україні розвивались в умовах економічної стагнації, яка зумовила хаотичність урбанізації. Сукупність чинників ландшафтного розмаїття та територіальної диференціації господарської діяльності за масштабами навантаження на довкілля призвело до формування вкрай неоднорідних за екологічним станом територій, серед яких міста являють собою осередки екологічних небезпек.

Традиційно урбанізацію розглядають у термінах переходу до міського способу життя, що концентрує населення в містах, значення яких у соціально-економічному розвитку держав переважає. Регіональні урбанізаційні процеси розглядаються через систему розселення у великих, середніх, малих містах та мегаполісах [18]. Демографічні зміни відповідають характеру постіндустріального розвитку країни, але не віддзеркалюють всі взаємопов'язані аспекти урбанізаційного процесу, складники якого представлені на рис. 1.

Усі складники, серед яких демографічна урбанізація кількісно оцінюється через відсоток міського населення, взаємозалежні та в комплексі визначають стан безпеки територіальних систем. Характер впливів кожної складової частини має як негативні, так й позитивні сторони. Так, *індустріальна урбанізація* поєднує промислову і технологічну урбанізацію. Якщо *промислова* урбанізація безпосередньо асоційована з негативними процесами забруднення довкілля, кліматичними та ландшафтними змінами та іншими деструктивними процесами, то *технологічна* урбанізація через структурно-технологічну модернізацію промислового сектора економіки пом'якшує наслідки індустріалізації. При сучасному виробництві складних товарів (машини, обладнання, інструменти), інформаційних послуг (патентів, ліцензій, програмних продуктів) знижується тиск на всі компоненти довкілля в порівнянні, наприклад, із відходами добувної та переробної галузей. Міські підприємства отримують позитивні ефекти від урбанізації шляхом концентрації трудових, фінансових, матеріальних і природних ресурсів, інтенсивного інформаційного обміну, кращих інноваційних та інвестиційних умов. Скорочуються інфраструктурні витрати внаслідок локалізації промислових зон, утворення агломерацій тощо.



Рис. 1. Структурна схема складників урбанізаційного процесу (складене авторами): → – внесок складника в загальний урбанізаційний процес; ← – лімітуючий вплив екологічної урбанізації



Рис. 2. Структурна схема показників індикатора урбогенності (складена авторами)

Соціально-культурна урбанізація супроводжує і частково зумовлює науково-технологічну еволюцію переважно міст. Необхідність забезпечення зростаючих потреб (продукти харчування, вода, сировина та ін.) міських жителів стимулює урбанізацію сільськогосподарського виробництва. Зростання міст вимагає сталого землеустрою, відмови від екстенсивних форм розвитку землеробства, сучасного екологічно чистого виробництва всіх видів сільськогосподарської продукції. Урбанізація економічної діяльності є основою активізації інноваційного розвитку регіонів України [19]. Вона забезпечує використання сучасного еколого-економічного інструментарію в реалізації програм сталого розвитку, управлінні безпекою міського середовища.

У системі складників урбанізаційного процесу необхідно зазначити дуалізм екологічної урбанізації (Визначення екологічної урбанізації наводиться нижче). З однієї сторони, навколишнє природне середовище, (включаючи людину) є основним реципієнтом багатofакторного впливу всіх складників урбанізації (на рис. 1 такий вплив позначений прямою стрілкою),

що викликає деградацію і порушення меж сталості системи «місто – навколишнє середовище».

Але зміна якості ресурсів природного середовища накладає обмеження на їх придатність до використання, що опосередковано стримує обсяги ресурсокористування. Ще більш важливим для поширення урбогенних територій є встановлення екологічних кордонів, які зумовлені необхідністю зберігання визначеної частини екосистем, так званої «дикої природи», для збереження глобальної сталості біогеоценозів та біосфери загалом. З іншої сторони, саме екологічна урбанізація через обмеженість сировинних та територіальних ресурсів ставить перешкоди соціально-економічному, науково-технічному розвитку суспільства і, таким чином, лімітує інтенсивність усього процесу урбанізації (на рис. 1 позначений зворотною стрілкою).

Методологія визначення комплексного індикатора урбогенності. Комплексну оцінку складних і неоднозначних взаємозв'язків між станом територіальних систем та урбогенним навантаженням на них, на наш погляд, можна реалізувати через використання індикатора урбогенності.

Індикатор урбогенності – інтегральний показник інтенсивності впливу комплексу урбанізаційних процесів на екологічний стан і рівень безпеки території. Індикатор включає оціночні показники комплексного урбогенного впливу на людину, компоненти міського середовища та природні ландшафти, які формуються в умовах цих впливів і, таким чином, відображають ступінь їх деградації. Включення до системи оцінок показників потенційної сталості ландшафту дає змогу враховувати чинник відновлення природних ландшафтів як основу стабілізації екологічної рівноваги та компенсації негативних техногенно-урбогенних впливів.

Відповідно до охарактеризованих вище основних складників урбанізаційного процесу індикатор урбогенності складається з чотирьох основних груп показників (рис. 2).

Як було показано авторами раніше [20], критерії відбору оціночних показників мають відповідати методологічному, інтегральному і динамічному аспектам та включати адекватність цілям оцінювання, актуальність і корисність для використання в системах екологічних оцінок, аналітичну обґрунтованість, динамічність у часі і просторі, можливість для кількісного вимірювання та порівняння.

Оцінки показників відповідно до означених аспектів мають:

- застосовуватись для регіонального чи національного виміру, диференціювати регіони України за рівнями екологічної небезпеки з урахуванням урбогенності території;
- прогнозувати інтенсивність небезпек для середовища та ризиків для населення за умови зберігання тенденцій урбанізаційного процесу;
- демонструвати динамічні зміни умов навколишнього середовища в місті і за його межами, забезпечувати

оцінку будь-яких, у т. ч. стресових навантажень на всі компоненти довкілля;

– ґрунтуватись на міжнародних екологічних стандартах та бути порівняними з аналогічними показниками в інших країнах світу.

Визначення та розрахунок індексу екологічної урбанізації за регіонами. З урахуванням фундаментального для сталості природно-техногенних геосистем значення екологічної урбанізації необхідно, насамперед, провести визначення та оцінку відповідних показників (показники третьої групи, рис. 2) та інтегрувати їх у комплексний індекс екологічної урбанізації.

Під екологічною урбанізацією автори статті розуміють сукупність негативних процесів і явищ, а саме: деградацію і виснаження природних ресурсів, ландшафтні втрати, зміни природних циклів, що відбуваються не тільки в містах, але і поширюються далеко за межі міських поселень та визначають ступінь перетворення природних систем під тиском урбогенно-техногенних впливів. Екологічна урбанізація, по суті, збігається з просторовою урбанізацією та вимірюється як частка урбанізованої території від загальної площі регіону чи країни.

Першим кількісним показником у такому разі виступає площа непроникної поверхні, яка не бере участь

у природному кругообігу, порушує режим водного стоку [21] і, як наслідок, приводить до несприятливих природних явищ та деструктивних процесів, що руйнують глобальну сталість території. Розширення таких територій у межах міст і міських агломерацій пов'язане з транспортною інфраструктурою, будівництвом та частково змінами характеру землекористування. У роботі прийняте допущення, що вся територія міста є непроникною, оскільки навіть міські зелені зони здебільшого належать до штучно створених систем, в яких природні процеси змінені та підпорядковані антропогенній діяльності. На погляд авторів, показник частки території, зайнятої містами, щодо загальної території регіону відображає рівень урбогенного навантаження та дає змогу надалі визначити екологічні кордони урбанізації.

Крім територіального чинника, для визначення індексу екологічної урбанізації має значення фактор щільності міського населення, який безпосередньо впливає на інтенсивність використання природно-ресурсного потенціалу території, в тому числі визначає характер землекористування.

Тому в роботі на основі статистичних даних [1; 3] розраховані та нормалізовані за методом [16] значення двох показників урбогенності областей України (представлені в табл. 1):

Таблиця 1

Розраховані та нормалізовані показники урбогенності регіонів України та індекс екологічної нормалізації

№	Область	Показник S_{urb}		Показник $\rho_{pop,urb}$		Показник $I_{ec,urb}$
		розраховане значення	нормалізоване значення	розраховане значення	нормалізоване значення	
1	Вінницька	1,23	0,05	2,47	0,80	0,425
2	Волинська	0,89	0	3,03	1,0	0,500
3	Дніпропетровська	4,29	0,47	1,96	0,62	0,540
4	Донецька	8,15	1	1,75	0,55	0,775
5	Житомирська	1,80	0,13	1,35	0,40	0,265
6	Закарпатська	1,88	0,14	1,10	0,32	0,230
7	Запорізька	2,52	0,22	1,59	0,49	0,355
8	Івано-Франківська	6,56	0,78	0,66	0,16	0,470
9	Київська	3,19	0,32	1,22	0,36	0,34□0
10	Кіровоградська	1,72	0,12	1,41	0,42	0,270
11	Луганська	5,26	0,60	1,34	0,40	0,500
12	Львівська	3,30	0,33	0,21	0	0,165
13	Миколаївська	1,56	0,09	2,03	0,64	0,365□
14	Одеська	4,59	0,51	1,04	0,29	0,400
15	Полтавська	2,17	0,18	1,40	0,42	0,300
16	Рівненська	1,26	0,05	2,18	0,70	0,375
17	Сумська	4,10	0,44	0,77	0,20	0,320
18	Тернопільська	2,10	0,17	2,02	0,64	0,405
19	Харківська	3,18	0,32	2,17	0,69	0,505
20	Херсонська	1,03	0,02	2,17	0,695	0,358
21	Хмельницька	1,37	0,06	2,58	0,84	0,450
22	Черкаська	3,73	0,39	0,88	0,24	0,315□
23	Чернівецька	3,03	0,29	1,59	0,49	0,390
24	Чернігівська	1,61	0,10	1,28	0,38	0,24□0
25	АР Крим	немає даних				

– показник співвідношення урбанізованої та незайнятої міськими населеними пунктами територій за регіонами – S_{urb} , (тис. км² / тис. км²) · 10⁻²;

– показник щільності міського населення регіону – $\rho_{pop,urb}$, (тис. люд. / тис. км²) · 10⁻⁴.

Комплексний показник урбогенного навантаження регіонів – індекс екологічної урбанізації ($I_{ec,urb}$) – розрахований як лінійна комбінація показників щільності урбанізованого населення ($\rho_{pop,urb}$) та частки території, зайнятої міськими населеними пунктами (S_{urb}), взятих із ваговими коефіцієнтами 0,5, за методологією [15]. Рівні вагові коефіцієнти для обох показників віддзеркалюють, на думку авторів, співвідносність їх внесків в індекс екологічної урбанізації.

Результати розрахунків індексу екологічної урбанізації $I_{ec,urb}$ також представлені в табл. 1.

Ранжування регіонів України за означеним індексом показано на діаграмі рис. 3. Графічний аналіз показує, що Донецька область кардинально відрізняється від інших та характеризується найбільшим значенням індексу екологічної урбанізації $I_{ec,urb}$ як за рахунок максимальної частини території, зайнятої містами, $(S_{urb})^n = 1$, так і доволі високим значенням щільності міського населення, $(\rho_{pop,urb})^n = 0,55$.

Інші області за діапазонами індексу умовно поділяються на 4 групи.

Дніпропетровська, Харківська, Луганська становлять I групу і характеризуються максимальним

значенням індексу екологічної урбанізації за обома складниками. Області належать до високоурбанізованих (рівень демографічної урбанізації, відповідно, 0,84, 0,81, 0,87 [3]) із високою концентрацією важкої та переробної промисловості, транспорту, енергетики.

Волинська, Івано-Франківська, Хмельницька, Вінницька, Тернопільська області становлять II групу та характеризуються доволі високим рівнем індексу $I_{ec,urb}$ при низьких значеннях відсотка міського населення (рівень демографічної урбанізації, відповідно, 0,52, 0,44, 0,56, 0,51, 0,45 [3]), яке щільно розміщене в невеликих за територією містах. Винятком є Івано-Франківська область, територія якої насичена містами майже так само щільно, як і Донецька.

До III групи належать Одеська, Чернівецька, Рівненська, Миколаївська, Херсонська, Запорізька, Київська, Сумська, Черкаська, Полтавська області. Група різномірна як за рівнями демографічної урбанізації, так й складниками індексу екологічної урбанізації. В основному (крім Запорізької) група складається із центральних та південних областей із середнім рівнем демографічної урбанізації та переважним розвитком сільського господарства та промисловості групи «Б» – легкої, харчової, деяких галузей переробної.

Групу IV становлять Кіровоградська, Житомирська, Чернігівська, Закарпатська, Львівська області із значенням індексу $I_{ec,urb}$ менше 0,3 за раху-

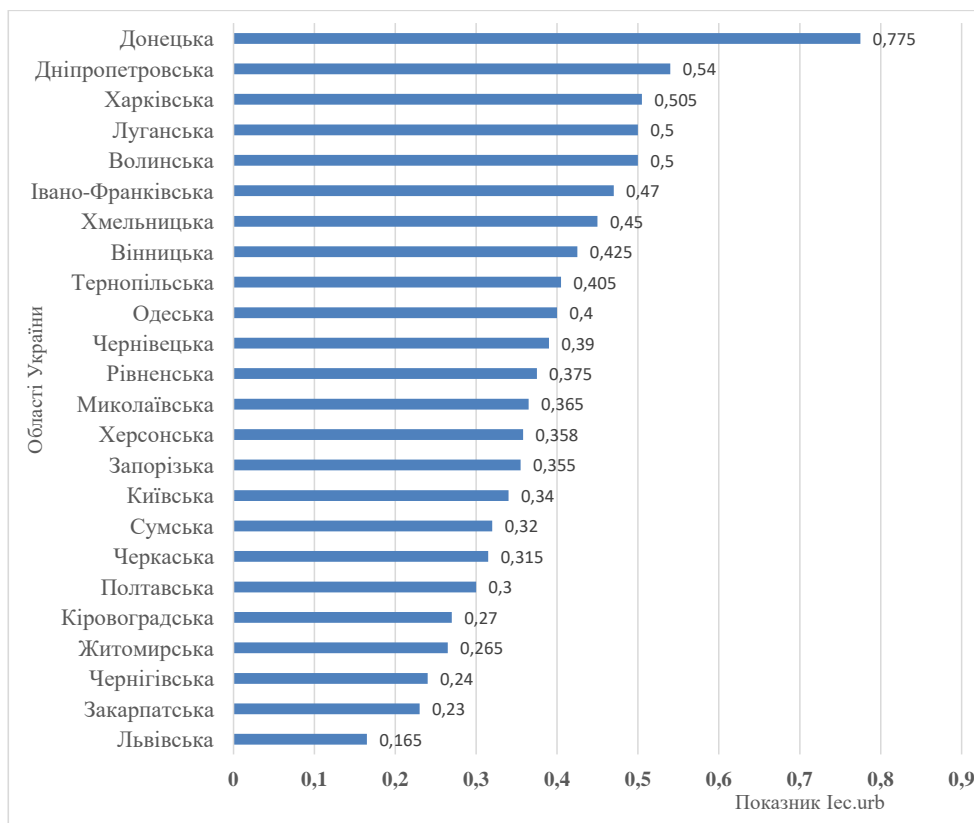


Рис. 3. Ранжування регіонів України за індексом екологічної урбанізації $I_{ec,urb}$

нок низького значення показнику частки зайнятої містами території. Натомість відсоток міського населення областей (крім Закарпатської) доволі високий [3]: 0,63, 0,59, 0,65, 0,37, 0,61 відповідно.

Проведений аналіз індексів екологічної урбанізації дав змогу диференціювати області за рівнем урбогенної насиченості територій різного функціонального призначення і різного ступеню агрегації населення. Незважаючи на те, що обрані показники не можуть дати повну картину всіх екологічних проблем, пов'язаних із зростанням і соціально-економічним розвитком міст, вони важливі для визначення ключових тенденцій і являють собою перший крок у створенні індексів індикатора урбогенності, здатних вимірювати екологічну стійкість території.

Головні висновки та перспективи використання результатів дослідження. Парадокс сучасного урбанізаційного процесу, який охоплює всі аспекти людської діяльності, полягає в тому, що він одночасно є і фактором безпрецедентного розвитку, і фактором зростаючого ризику для населення, підвищення агресивності та небезпеки навколишнього середовища.

Запропонована методологія екологічного оцінювання впливу урбанізації на територіальні системи ґрунтується на таких основних положеннях:

1) прямий та зворотний зв'язок між міським середовищем та природними системами прилеглих територій розвивається за механізмом зворотної позитивної дії, яка спрямована на порушення рівноваги геосистеми, збільшуючи загальний потенціал небезпек, та підсилює їх негативні наслідки;

2) сполучений зв'язок між станом міста та прилеглими природними і квазіприродними територіями вимагає комплексних оцінок у контексті «вплив – реакція – відгук»;

3) місто розглядається як цілісний об'єкт впливу. Це дасть змогу уникнути спрощення процедури оцінювання, пов'язаної з оцінками односторонніх зв'язків між урбанізацією та деградацією окремих компонентів довкілля, навіть якщо такі впливи підсумовуються.

У роботі виділені різні сторони урбанізаційного процесу (демографічний, індустріальний чи промислово-технологічний, екологічний, сільськогосподар-

ського виробництва, соціально-економічний тощо), які як позитивно, так й негативно впливають на формування стану екологічної безпеки територій. Екологічна складова частина виступає лімітуючим фактором усіх еволюційних змін через обмеженість кількості та якості природних ресурсів.

З метою врахування особливостей системи «місто – прилегли території» у сукупності сполучених взаємодій запропоновано в систему екологічних показників ввести індикатор урбогенності. До критеріїв вибору індикатора зараховані адекватність цілям оцінювання, актуальність і корисність для використання в системах екологічних оцінок, аналітична обґрунтованість, можливість кількісного вимірювання та порівняння.

Розробка та впровадження груп показників індикатора урбогенності в практику управління екологічною безпекою країни і регіонів дасть змогу ширше застосовувати компенсаторні механізми шляхом обліку позитивних аспектів урбанізації. Запропоновані показники загалом дають змогу не тільки враховувати територіальну нерівномірність техногенно-урбогенного навантаження, але й оцінювати фактори сталості і компенсаційні можливості природних ландшафтів, їх здатність впливати на динаміку геосистем. Таким чином, методологічна база екологічних оцінок удосконалюється та розширюється завдяки комплексному функціонально-територіальному підходу до управління екологічною безпекою та реалізації безпекових заходів.

Обґрунтований та розрахований індекс екологічної урбанізації є фундаментом системи вимірювання екологічної стійкості території. Проведений аналіз дав змогу диференціювати області України за рівнем урбогенного навантаження територій різного функціонального призначення і різного ступеню агрегації населення. Ранжування регіонів країни за розрахованим індексом дає змогу враховувати комбіновані впливи, оцінювати характер регіонального розподілу небезпек.

Загалом індикатор урбогенності, визначений на основі сукупності індексів, розширює систему оперативного аналізу небезпек, їх просторового розподілу і виявлення територіальних осередків концентрування природно-техногенних та техногенних загроз.

Література

1. Публікації документів Державної служби статистики України. URL: https://ukrstat.org/uk/operativ/operativ2010/ds/kn/kn_u/kn1210_u.html (Дата звернення 24.03.2020).
2. Публікації документів The United Nations Department of Economic and Social Affairs Рейтинг стран мира по уровню урбанизации (Urban Population Index). URL: <https://www.un.org/en/development/desa/> (Дата звернення 14.03.2020).
3. Статистичний щорічник України за 2018 рік. URL: http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2019/zb/11/zb_yearbook_2018.pdf (Дата звернення 03.02.2020).
4. Васютинська К.А. Екологічна оцінка урбогенності регіонів України. / К.А. Васютинська, С.В. Барбашев, М.І. Кімінчиджи. *Сталий розвиток – стан та перспективи* : матеріали II Міжнародного наукового симпозиуму SDEV'2020, Львів-Славське, Україна, 12–15 лютого 2020 року. Львів, 2020. С. 22–26. URL: http://science.lpnu.ua/sites/default/files/attachments/2019/19110/importantdoc/sdev2020proceedings_1.pdf (Дата звернення 05.04.2020)

5. Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року : Закон України від 28.02.2019 р. № 2697-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19> (Дата звернення 07.02.2020).
6. Ma L. Spatial coupling analysis of regional economic development and environmental pollution in China / L. Ma, F. Jin, Zh. Song, Yi. Liu. *J. Geogr. Sci.* 2013. 23(3). p. 525–537. DOI: 10.1007/s11442-013-1026-6. URL: <https://sci-hub.tw/https://link.springer.com/article/10.1007/s11442-013-1026-6> (Accessed 16 Jan 2020).
7. Zhao, J., & Chai, L. A novel approach for urbanization level evaluation based on information entropy principle: A case of Beijing. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*. 2015. P. 114–125. doi: 10.1016/j.physa.2015.02.039 (Accessed 20 Dec 2019).
8. Wilson J. Contrasting and comparing sustainable development indicator metrics / J. Wilson, P. Tyedmers, R. Pelot. *Ecological Indicators*. 2007. 7. P. 299–314. URL: https://www.researchgate.net/publication/223804576_Contrasting_and_comparing_sustainable_development_indicator_metrics. (Accessed 10 Feb 2020)
9. Bauer E.M. Estimating and mapping impervious surface area by regression analysis of landsat imagery / E.M. Bauer, Loeffelholz B.C., Wilson B. *Qihao Weng (Ed.), Preprint of chapter in Remote Sensing of Impervious Surfaces, CRC Press, Boca Raton, FL*. 2007. URL: <https://rs.umn.edu/sites/rs.umn.edu/files/Mapping%2520Impervious%2520Surface%2520Area%2520-%2520book%2520chapter.pdf> (Accessed 14 Feb 2020).
10. Cammarota M., Pierantoni I. Urban Environmental Indicators in the Driving Pressure-State-Impact-Response (DPSIR). *Istat, Via A. Ravà 150, 00142 Rome, Italy*. URL: <http://old.sis-statistica.org/files/pdf/atti/CIME0905p219-222.pdf> (Accessed 23 Jan 2019).
11. Brambila, A., Flombaum, P. Comparison of environmental indicator sets using a unified indicator classification framework. *Ecological Indicators*. 2017. 83, p. 96–102. doi: 10.1016/j.ecolind.2017.07.023 (Accessed 27 Jan 2019).
12. Іванюта С.П. Про інтегральну оцінку екологічної безпеки регіонів України. *Екологічна безпека та природокористування*. 2013. Вип. 13. С. 34–34. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ebp_k_2013_13_6. (Дата звернення 01.03.2020).
13. Варламов С.М., Толстих Я.О. Аналіз формування та використання еколого-економічних показників та індикаторів для оцінки сталого розвитку регіону. *Системи обробки інформації*. 2011. Вип. 3 (93). С. 165–168. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/soi_2011_3_40. (Дата звернення 23.02.2020).
14. Тютюнник В.В., Іванець Г.В., Горелишев С.А. Методика оцінювання рівня техногенно-природно-соціальної небезпеки адміністративно-територіальних одиниць України. *Збірник наукових праць Національної академії Національної гвардії України*. 2016. Вип. 1 (27). С. 29–37. URL: <http://repositc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/2372> (Дата звернення 10.03.2020).
15. Vasutynska K.A., Barbashev S.V. The analysis of the principles and methods evaluation of environmental safety levels in regional context. *Odes'kyi Politechnichniy Universytet. Pratsi*. 2017. № 3(53). P. 114–121.
16. Vasutynska K., Barbashev S. Analysis of dynamics of man-made fires in conditions of urbanization in Ukraine. *Technology Audit and Production Reserves*. 2018. № 4/3 (42). P. 16–23. DOI: 10.15587/2312-8372.2018.141376.
17. URL: <http://pandas.pydata.org/pandas-docs/stable/whatsnew.html#pipe> (Дата звернення 24.01.2020).
18. Венгрін Д.В., Сегіда К.Ю. Типізація регіональних урбанізаційних процесів в Україні. *Вісник Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна, сер. «Геологія. Географія. Екологія»*. 2017. Вип. 47. С. 71–77. DOI: [org/10.26565/2410-7360-2017-47-08](https://doi.org/10.26565/2410-7360-2017-47-08).
19. Комарницька Г.О., Шипуліна Ю.С., Ілляшенко Н.С. Вплив урбанізації на інноваційний розвиток регіонів України. *Маркетинг і менеджмент інновацій*. 2017. № 3. С. 336–345. URL: <http://mmi.fem.sumdu.edu.ua/>. (Дата звернення 26.01.2020).
20. Васютинська К.А. Визначення індикатора урбогенності як комплексного показника стану екологічної безпеки системи «Місто – прилеглі території» / Васютинська К.А., Барбашев С.В., Бутенко О.Г., Сурков С.В. *Проблеми екологічної безпеки* : Матеріали VSS Міжнародної науково-технічної конференції, м. Кременчук, 2–4 жовтня 2019 р. / КН . Кременчук, 2019. С. 212–215.
21. Vasutynska K.A., Barbashev S.V. Analysis of urbanization impact on the dynamics of emergencies and risks for population in Ukraine. *Odes'kyi Politechnichniy Universytet. Pratsi*. 2018. № 2 (55). P. 137–144.