

ISSN: 2306-9716 (Print)
ISSN: 2664-6110 (Online)

МІНІСТЕРСТВО ЕНЕРГЕТИКИ ТА ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНА ЕКОЛОГІЧНА АКАДЕМІЯ ПІСЛЯДИПЛОМНОЇ ОСВІТИ ТА УПРАВЛІННЯ

ЕКОЛОГІЧНІ НАУКИ

НАУКОВО-ПРАКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ

1(28)



Видавничий дім
«Гельветика»
2020

УДК 502+504

*Друкується за рішенням Вченої Ради
Державної екологічної академії післядипломної освіти
та управління (№ 2-20 від 12.03.2020 р.)
Свідоцтво про державну реєстрацію
КВ № 15768-4240Р від 26.10.2009 р.*

Екологічні науки : науково-практичний журнал / Головний редактор Бондар О.І. – К. : ДЕА,
2020. – № 1(28). – 378 с.

Головний редактор:

Бондар О.І., доктор біологічних наук,

Заступник головного редактора:

Нагорнева Н.А.,

Науковий редактор:

Машков О.А., доктор технічних наук,

Відповідальний редактор:

Сікачина В.Г.,

Редакційна колегія:

Азаров С.І., доктор технічних наук,

[Антонов А.В.] доктор технічних наук,

Гандзюра В.П., доктор біологічних наук,

Єрмаков В.М., доктор технічних наук,

Захматов В.Д., доктор технічних наук,

Іващенко Т.Г., кандидат технічних наук,

Коніщук В.В., доктор біологічних наук,

Лукаш О.В., доктор біологічних наук,

Машков В.А., доктор технічних наук,

Михайленко Л.Є., доктор біологічних наук,

Нецветов М.В., доктор біологічних наук,

Ольшевський С.В., доктор технічних наук,

Риженко Н.О., доктор біологічних наук,

Рудько Г.І., доктор геолого-мінералогічних наук,

Улицький О.А., доктор геологічних наук,

Фінін Г.С., доктор фіз.-математ. наук,

Шматков Г.Г., доктор біологічних наук.

На підставі Наказу Міністерства освіти і науки України № 409 від 17.03.2020 р. (додаток 1) журнал внесений до Переліку наукових фахових видань України (категорія «Б») у галузі біологічних наук (091 – Біологія), природничих наук (101 – Екологія, 103 – Науки про Землю) та технічних наук (183 – Технології захисту навколишнього середовища).

Журнал публікує (після рецензування та редагування) статті, які містять нові теоретичні та практичні здобутки в галузі екологічних наук.

*Журнал включено до міжнародної наукометричної бази Index Copernicus International
(Республіка Польща)*

ЗМІСТ

| | |
|--|-----|
| ЕКОЛОГІЯ І ВИРОБНИЦТВО | 9 |
| Бондар О.І., Риженко Н.О., Федоренко Є.О., Стрілець Р.О. Небезпечні властивості поліхлорованих дифенілів та екологічно обґрунтоване поводження з ПХД в Україні..... | 9 |
| Алексєєва А.А., Маренков О.М. Функціонування фотосинтетичного апарату кушира зануреного (<i>Ceratophyllum demersum</i> L.) в умовах впливу діяльності шахт у м. Кривий ріг..... | 20 |
| Вольчин І.А., Кривошеєв С.І. Про регулювання викидів забруднюючих речовин від середніх спалювальних установок на газомоторних компресорах нафтогазової галузі України..... | 24 |
| Дмитрієва Є.Р., Лукашов Д.В. Використання засобів автоматизації для розрахунку нормативу використання води підприємством..... | 29 |
| Д'яконов В.І., Бузіна І.М., Хайнус Д.Д., Д'яконов О.В. Зміна екологічних та фізико-хімічних властивостей під час змішування подрібнених рослинних відходів при виробництві паливних брикетів підвищеної якості..... | 34 |
| Kuznyetsov S.I., Venger O.O., Mishchenko O.V., Okhremenko I.V. Mutual neutralization of alkaline waste water by emission gases of heat and power engineering..... | 41 |
| Кулик М.П., Семерак М.М., Кравець Т.Ю. Сучасні методи спалювання твердого органічного палива в комбінованих парогазових енергетичних установках..... | 45 |
| Луньова О.В. Наукові основи управління екологічною безпекою промислових комплексів вуглевидобувних підприємств..... | 50 |
| Макарова О.В., Григор'єва Л.І. Збільшення радіємності технологічних вод АЕС..... | 60 |
| Скляренко А.В., Бессонова В.П. Оцінка щільності та стану зелених насаджень санітарно-захисних зон промислових підприємств м. Запоріжжя в динаміці з використанням даних супутника Landsat..... | 64 |
| Степова О.В., Матвієнко А.М. Розрахунок залишкової товщини стінки ділянки нафтопроводу внаслідок зовнішніх корозійних процесів..... | 78 |
| Таланюк В.В. Основні характеристики та промислове застосування біополімерів на основі полігідроксидутирату (огляд)..... | 83 |
| ЗАГАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ | 90 |
| Азаров С.І., Задунай О.С. Аналіз надійності екосистем..... | 90 |
| Азаров С.І., Харламова О.В. Моделювання впливу антропогенних чинників на стан довкілля..... | 97 |
| Чугай А.В. Оцінка техногенного навантаження на складові довкілля Одеської області..... | 102 |
| ЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ | 111 |
| Glibovyt'ska N.I., Mykhailiuk Yu.D. Phytoindication research in the system of environmental monitoring..... | 111 |
| Шевченко Р.Ю. Інноваційно-інструментарій моніторингу довкілля-простору..... | 115 |
| Шевчик-Костюк Л.З., Романюк О.І., Жак Т.В., Жак О.В., Рикмас Я.В. Екологічний моніторинг ґрунтового покриву Бориславського озокеритового родовища..... | 122 |
| ЕКОЛОГІЯ ТА ЕКОНОМІКА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ | 130 |
| Алексєєва А.О. Екологічна оцінка способів зрошення сільськогосподарських культур..... | 130 |
| Барабаш О.В. Удосконалення організації діяльності суб'єктів господарювання під час впровадження системи екологічного управління..... | 135 |
| Качановський О.І. Екологічні проблеми використання земельних ресурсів в умовах інтенсивного видобутку корисних копалин..... | 140 |
| Пустовіт С.В., Котков В.І. Підвищення якості посівного матеріалу шляхом сепарації..... | 144 |
| ІННОВАЦІЙНІ АСПЕКТИ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ | 148 |
| Бойко О.В., Павлюк С.В. Методика модифікації операційної системи android на мобільних пристроях для економії ресурсів та збільшення його терміну працездатності..... | 148 |
| Bondar O.I., Fylypchuk V., Kuryliuk M., Krivoshei P. Substantiation of phytodesalination of mineralized waters in filtration-regeneration bioplato..... | 153 |
| УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ | 159 |
| Гринь Г.І., Мязіна О.В., Мірошніченко Н.М., Гринь С.О. Утилізація і переробка відпрацьованих молібденових каталізаторів..... | 159 |

| | |
|--|-----|
| Ковров О.С., Зворигін К.О. Визначення вмісту важких металів у сольових батареях та акумуляторах..... | 165 |
| Машинистов В.Е., Балакин В.Ф., Коверя А.С. Решение проблемы утилизации радиоактивно загрязненных объектов на основе эффекта самодезактивации..... | 173 |
| Мотрич С.І., Король К.А., Попович В.В. Чинники впливу броницького сміттєзвалища Львівської області на регіональну екологічну безпеку..... | 182 |
| Становська І.І., Кравченко І.А., Науменко Є.О., Монова Д.А. Екологічні фармацевтичні упаковки з наповненого термореактивного фенол-формальдегідного полімеру..... | 186 |
| ЕКОЛОГІЯ І ТРАНСПОРТ | 191 |
| Бондар О.І., Машков О.А., Міхєєв В.С. Системний підхід щодо оцінювання екологічного впливу авіаційної техніки на стан довкілля..... | 191 |
| Ємець Б.В. Покращення показників розганання автомобілів під час роботи на місцевих альтернативних видах палива..... | 201 |
| Коваленко Л.О., Гунько І.С. Визначення викидів забруднюючих речовин з урахуванням режимів руху транспортного потоку..... | 206 |
| Лямзін А.О., Ніколаєнко І.В. Оцінка впливу транспортного кластера на екологію міста..... | 211 |
| Шелудченко Л.С., Комарницький С.П., Поліщук Д.В., Замойський С.М., Семенишена Р.В. Організація резервно-технологічної смуги автомобільної дороги для підвищення рівнів екологічної безпеки..... | 216 |
| ЕКОЛОГІЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ | 221 |
| Корлятович Т.Ю., Тартачинська З.Р., Покотило І.Я. Дослідження аномальності стану рівня води Шацьких озер у 2019 році..... | 221 |
| Рацлав В.В. Дослідження хімічного стану якості з проблемами екологічного використання підземних вод басейну річки Сіверський Донець..... | 228 |
| ЗБЕРЕЖЕННЯ БІОЛОГІЧНОГО ТА ЛАНДШАФТНОГО РІЗНОМАНІТТЯ | 235 |
| Бессонова В.П., Іванченко О.Є. Зелена мережа правобережжя міста Дніпро..... | 235 |
| Грубник В.В., Токарський В.А. Реінтродукція степового бабака (<i>Marmota bobak</i> Mull. 1776 (Rodentia, Sciuridae) на прикладі Диканського району Полтавської області..... | 246 |
| Драган Н.В., Бойко Н.С., Дойко Н.М., Пидорич Ю.В. Динаміка й ініціюючі фактори всихання ялини звичайної в дендропарку «Олександрія» Національної академії наук України..... | 252 |
| Кратюк О.Л. Сезонна зміна діелектричних показників сосни звичайної в умовах напіввільного утримання кабана дикого на території мисливсько-спортивного клубу «Сокіл»..... | 257 |
| Пашкевич Н.А. Біотопи парку-пам'ятки садово-паркового мистецтва Феофанія..... | 263 |
| Поліщук О.І., Лесів М.С., Гілецька І.Б., Панченко В.О., Антоняк Г.Л. Акумуляція важких металів у деяких видах рослин на території міста Львова..... | 269 |
| Різничук Н.І., Камінська Х.І., Сикута М.Р. Вплив едафо-кліматичних умов біотопів на віталітет і потенціал відтворення ценопопуляцій видів роду <i>Polygonatum</i> Mill..... | 274 |
| Суслова О.П. Особливості росту <i>Aesculus hippocastanum</i> L. У міських насадженнях на південному сході України..... | 278 |
| Федорчак Е.Р. Вміст пігментів у хвої <i>Picea abies</i> і <i>Picea pungens</i> в умовах промислового м. Кривий Ріг..... | 283 |
| БІОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА | 290 |
| Єрмішев О.В. Вплив погодно-кліматичних умов на вегетативний баланс і функціональне здоров'я дівчат..... | 290 |
| ЕКОЛОГІЯ І БУДІВНИЦТВО | 297 |
| Кравченко С.А., Постернак А.А., Агаєва О.А. Исследование микротрещинообразования конструкционного лёгкого бетона на пористых заполнителях..... | 297 |
| Протасенко О.Ф., Мигаль Г.В. Еколого-ергономічне проектування як складник зеленого будівництва..... | 302 |
| ТЕОРЕТИЧНА ЕКОЛОГІЯ | 307 |
| Боброва М.С., Ворона С.О. Особливості стану компонентів прооксидантно-антиоксидантної системи в тканинах коренів <i>Allium cepa</i> L..... | 307 |
| Волков Д.В. Метод оцінки екологічної ефективності транспорту в умовах температурних змін навколишнього середовища..... | 311 |

| | |
|---|-----|
| Воробей П.М., Футорна О.А., Ольшанський І.Г., Жигалова С.Л., Безсмертна О.О. Мікроморфологічні ознаки (анатомічна структура листків та стебел, ультраструктура насінин) <i>Sempervivum globiferum</i> L..... | 316 |
| Кірсанова В.В. Доцільність обробітку та використання мікроводоростей (<i>Chlorella</i>) як органічних добрив..... | 324 |
| Клименко Т.К., Сягайло І.О. Успішність впровадження інвазійних видів деревних рослин в урбофітоценози..... | 328 |
| Корнелюк Н.М., Конякін С.М. Особливості сезонного накопичення мікроелементів (Cu, Pb, Zn, Cd) фітомасою рослин техногенно трансформованих екотопів (на прикладі м. Черкаси)..... | 335 |
| Кошелєв В.О., Пахомов О.Є. Орнітокомплекси як структурний елемент біогеоценозів: структура, критерії, показники..... | 344 |
| Ткачук Н.П. Екологічні зв'язки патогенних мікроорганізмів із водоростями..... | 355 |
| ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГО-ЗБАЛАНСОВАНОГО РОЗВИТКУ | 361 |
| Radomska M.M., Kolotylo O.A. Analysis of environmental and economic efficiency of “car-free city” projects – case study of Opole, Poland..... | 361 |
| Скок С.В., Стратічук Н.В. Науково-методичні аспекти оцінки сталого розвитку міських екосистем..... | 367 |
| ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ | 373 |

НАУКОВО-МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ОЦІНКИ СТАЛОГО РОЗВИТКУ МІСЬКИХ ЕКОСИСТЕМ

Скок С.В., Стратічук Н.В.

ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет»
вул. Стрітенська, 23, 73006, м. Херсон
skok_sv@ukr.net, natochka733@gmail.com

Інтенсивне зростання антропогенного навантаження на всі складники навколишнього природного середовища призвело до необхідності переходу міських територій на новий етап сталого розвитку. Згідно з проведеними дослідженнями встановлено перспективність системного підходу у розробленні пріоритетного набору індикаторів для вироблення стратегій збалансованого розвитку м. Херсон. У статті на прикладі індикативного аналізу та оцінки різних аспектів сталого розвитку визначено сучасний еколого-соціально-економічний стан досліджуваної міської території за інтегральним індексом сталого розвитку. Згідно з проведеною індикативною оцінкою сталого розвитку встановлено, що економічний складник сталого розвитку ($I_3 = 0,30$) м. Херсон є в загрозовому стані. Найбільш критичними виявилися індикатори валового регіонального продукту, обсягу інвестицій, витрати міського бюджету на природоохоронні заходи, системи екологічної сертифікації (ISO). Автори наголошують, що загрозовий стан у соціальній сфері ($I_2 = 0,36$) спричинений високим рівнем захворюваності, криміногенності, зниженням демографічних показників регіону. Екологічний стан м. Херсон оцінений як задовільний ($I_1 = 0,44$), загрозовий розвиток мали такі базові екологічні показники, як санітарно-гігієнічний стан ґрунтів за вмістом свинцю та якість питної води за хімічним складом. Інтегральний індекс сталого розвитку Херсонської урбосистеми згідно з інтегрованими екологічними, соціальними та економічними індикаторами оцінений як загрозовий ($I_{cp} = 0,36$). Доведено, що здійснення індикативної системи сталого розвитку дасть змогу виявити пріоритетні проблеми міста, які вимагають дієвих управлінських рішень щодо створення загальної системи формування та аналізу збалансованої стратегії розвитку селітебної міської території. Встановлено, що недоліком у розробленні системи індикаторів є відсутність статистичних еколого-соціально-економічних показників діяльності суб'єктів господарювання. *Ключові слова:* урбосистема, антропогенне навантаження, сталий розвиток, індикатори, базові показники, інтегральний індекс.

Scientific and methodological aspects of assessment of sustainable development of urban ecosystems. Skok S., Stratchuk N.

The intense growth of anthropogenic load on all components of the environment has led to the need to transition urban areas to a new stage of sustainable development. According to the conducted research, the perspective of a systematic approach in the development of a priority set of indicators for the development of strategies for balanced development of the city of Kherson was established. In the article, on the example of indicative analysis and evaluation of various aspects of sustainable development, the current ecological, socio-economic status of the studied urban territory is determined by the integrated sustainable development index. According to the indicative assessment of sustainable development, it was found that the economic component of sustainable development ($I_3 = 0.30$) of the city of Kherson has been in a threatened state. The indicators of gross regional product, volume of investments, expenditures of the city budget for environmental measures, systems of ecological certification (ISO) were the most critical. The authors point out that the threatened condition has been found in the social sphere ($I_2 = 0.36$), caused by high levels of morbidity, criminality, and decreased demographic indicators of the region. The ecological status of the city of Kherson was assessed as satisfactory ($I_1 = 0.44$), such basic ecological indicators as the sanitary-hygienic condition of soils by lead content and the quality of drinking water by chemical composition had a threatening development. The integral index of sustainable development of the Kherson urban system according to the integrated environmental, social and economic indicators, has been estimated as threatening ($I_{sr} = 0.36$). It is proved that the implementation of the indicative system of sustainable development would identify priority problems of the city, which require effective management decisions to create a common system for the formation and analysis of a balanced strategy for the development of urban territory. It is established that the drawback in the development of the indicator system was the lack of statistical ecological, socio-economic indicators of activity of economic entities. *Key words:* urban system, anthropogenic load, sustainable development, indicators, baseline indicators, integral index.

Постановка проблеми. Внаслідок посилення урбанізаційних процесів і негативних наслідків науково-технічної революції сталий розвиток перетворюється на глобальну необхідність людства. Вирішення цього питання залежить від умов і механізмів збалансованого екологічно-безпечного природокористування на рівні окремих регіональних екосистем.

Актуальність дослідження. Особливої уваги потребують міські території, у яких здійснюється інтенсивне антропогенне навантаження на всі компоненти навколишнього природного середовища,

що призводить до порушення екологічної рівноваги між природою та суспільством. Стійкість урбосистем, що проявляється у здатності до самоочищення, самовідновлення, залежить від спроможності зберігати свою структуру та характер функціонування під впливом зовнішніх навантажень, негативні наслідки яких можуть бути знижені через безперерйну систему водопостачання, якісний стан атмосферного повітря, наявність відкритих просторів, водойм, зелених насаджень, організованої інфраструктури охорони навколишнього середовища. Однак унаслідок кількісних та якісних змін довкілля під дією

антропогенного навантаження стан урбосистем є нестійким, що призводить до деградації природних екосистем на локальному рівні. При цьому вирішення проблеми раціонального та збалансованого природокористування повинно здійснюватися з урахуванням динамічного характеру техногенного навантаження на навколишнє природне середовище в межах функціонування великих міст.

Враховуючи напрями та пріоритети розвитку України, особливого значення набуває стратегічне планування, яке знаходить своє відображення у програмному документі «Стратегія сталого розвитку “Україна 2020”». При цьому важлива позитивна роль відводиться розробленню системи індикаторів (показників) сталості розвитку регіонів і міських територій на загальнодержавному і регіональному рівнях.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Суттєвий внесок у дослідження питань методичного підходу під час оцінювання рівня сталого розвитку міських територій був зроблений такими вченими, як В.М. Боголюбов [1], М.О. Клименко, А.М. Прищепа, О.А. Брежицька [2], І.В. Ілляшенко [3], Л.М. Бондаренко [4], З.В. Герасимчук [5], М.З. Згуровський [6]. Показовим практичним досвідом для України є розроблення національних стратегій сталого розвитку та системи індикаторних оцінок Німеччини, Великої Британії, Білорусі, Киргизстану, Узбекистану, які на основі показників сталого розвитку здійснюють свою державну політику та досягають запланованих цілей.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Розроблені проекти індикаторів на глобальному, регіональному, національному, локальному, галузевому рівнях сталого розвитку постійно вдосконалюються у зв'язку із складністю розроблення інтегрального показника сталості регіонів і посиленням проблем соціального, економічного та екологічного характеру. Тому сьогодні немає єдиної загальноприйнятої та узгодженої системи індикації сталого розвитку, яка є невіддільною частиною парадигми збалансованого природокористування, забезпечення високоякісного життя людей в межах міських систем і вдосконалення довгострокових генеральних планів міського розвитку.

Серед великої кількості показників сталого розвитку, що характеризують стан певної сфери, необхідно обирати ті, за якими можливо здійснювати кількісну та якісну оцінку міської території без використання великого обсягу статистичної інформації. При цьому індикатори мають враховувати такі складники, як обґрунтованість, чутливість до змін, надійність, кількісно і якісно відображати всі основні деталі розвитку міста, стану навколишнього середовища, соціальної та економічної сфер, забезпечувати просування урбосистем до сталого

розвитку [7]. Індикаторна система оцінки розвитку є зручним інструментом для здійснення швидкого аналізу стану якості навколишнього середовища та вирішення нагальних урбоекотичних проблем сьогодення.

Зв'язок авторського доробку з важливими науковими та практичними завданнями. Запропоновано пріоритетний набір індикаторів сталого розвитку для оцінки соціального, економічного та екологічного станів урбосистеми м. Херсон, які можуть використовуватись органами місцевого самоврядування для розроблення місцевого плану дій з охорони довкілля м. Херсон та реалізації цілей сталого розвитку.

Новизна. Розроблено індикаційну систему оцінки сталого розвитку м. Херсон, за якою можна здійснювати оцінку стану екологічної, соціальної та економічної сфер міської системи. Визначено інтегральний індекс сталого розвитку досліджуваної урбосистеми.

Виклад основного матеріалу. Для виявлення проблем у забезпеченні сталого розвитку м. Херсон використано набір індикаторів і методологічну базу [8–10] на основі модифікування системи оцінювання (набору індикаторів); перерозподілу індикаторів за напрями (цілі, завдання); оцінювання актуальності індикаторів для м. Херсон; коригування масштабів вимірювання змінних.

Розроблення критеріїв та індикаторів сталого розвитку здійснювалася на основі використання двох основних підходів [11]:

- побудови інтегрального індексу на основі агрегованої оцінки стійкості,
- побудови системи часткових індикаторів стійкості.

Оцінка сталого розвитку урбосистеми м. Херсон здійснювалася згідно із статистичним набором екологічних, соціальних та економічних індикаторів (рис. 1).

Серед цих показників виділено позитивні та негативні індикатори. Збільшення числових параметрів позитивних показників зумовлює покращення стану системи сталого розвитку:

$$X_{\text{поз}} = \frac{N_i - N_{i(\text{мін})}}{N_{i(\text{макс})} - N_{i(\text{мін})}}. \quad (1)$$

Негативні індикатори зумовлюють погіршення системи у разі збільшення числових базових показників сталого розвитку:

$$X_{\text{негат}} = \frac{N_{i(\text{макс})} - N_i}{N_{i(\text{макс})} - N_{i(\text{мін})}}, \quad (2)$$

де $X_{\text{поз}}$ – позитивний базовий індикатор; $X_{\text{негат}}$ – негативний базовий індикатор; N_i – фактичне значення базового індикатора досліджуваної міської системи; $N_{i(\text{макс})}$ – максимальне значення індикатора; $N_{i(\text{мін})}$ – мінімальне значення індикатора.

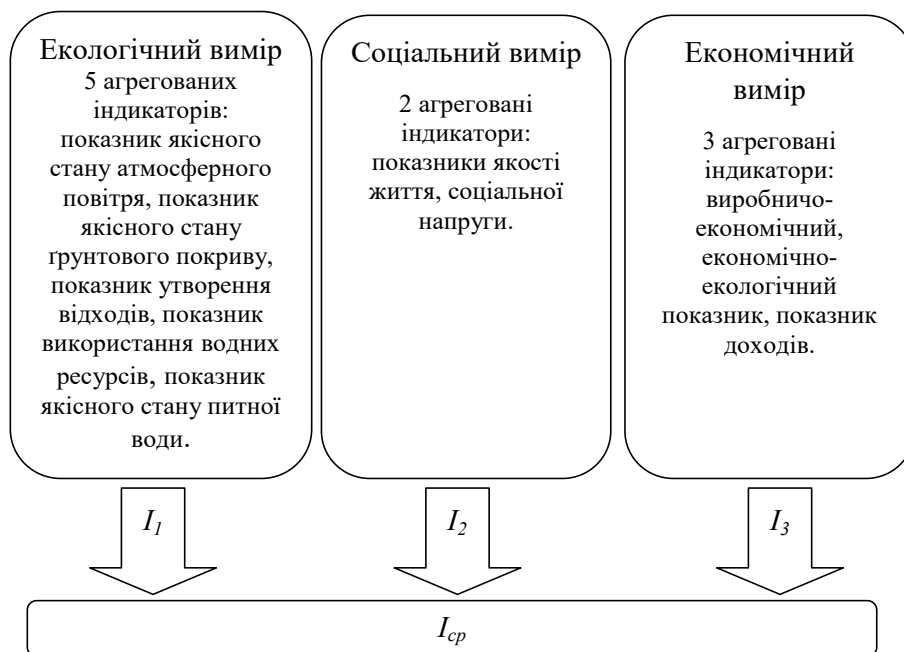


Рис. 1. Методологія вимірювання індексу сталого розвитку

Джерело: адаптовано відповідно до [12]

При цьому враховувалося, що індикатори та індекси, які входять до моделі сталого розвитку, вимірюються за допомогою різних фізичних величин, мають різні інтерпретації та змінюються в різних діапазонах. Тому вони були приведені до нормованого виду згідно з обґрунтованим вибором неграфічних максимальних і мінімальних значень екологічних, соціальних та економічних індикаторів у діапазоні від 0 до 1 (табл. 1).

Таблиця 1

Рівні сталого розвитку за значенням індексів

| Рівень сталого розвитку | Значення індексу сталого розвитку |
|-------------------------|-----------------------------------|
| Критичний | 0–0,2 |
| Загрозливий | 0,4–0,2 |
| Задовільний | 0,4–0,6 |
| Сприятливий | 0,6–0,8 |
| Еталонний | 0,8–1,0 |

Інтегровані екологічні, соціальні, економічні індекси обчислювалися, шляхом методу згортки базових показників в агреговані, а агреговані – в інтегровані за формулою середнього геометричного:

$$x_a = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n x_i} \quad (3)$$

де x_a – агрегований індикатор сталого розвитку; x – базовий індикатор сталого розвитку; n – кількість базових індикаторів.

Інтегральний індекс сталого розвитку (I_{cp}) розраховувався за формулою:

$$I_{cp} = \sqrt[3]{I_1 \cdot I_2 \cdot I_3} \quad (4)$$

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

Сталий розвиток міських територій базується на збалансованому поєднанні трьох основних підсистем: соціальної, економічної та екологічної [11]. Визначивши, на якому етапі розвивається урбосистема, можливо оцінити сучасний стан різноманітних сфер життєдіяльності суспільства, врахувати основні деталі та проблеми розвитку. Економічна сфера м. Херсон має позитивні та негативні тенденції свого розвитку. До позитивних належать збільшення питомої ваги випуску та реалізації промислової продукції, активне сприяння розвитку малого підприємництва, наявність значного потенціалу для розбудови курортно-рекреаційного комплексу, зростання частки іноземних інвестицій. Головними проблемами у сфері економіки міста є низька конкурентоспроможність та інвестиційна привабливість більшості підприємств, висока енерго- та матеріаломісткість виробництва, низький рівень фінансування підприємствами власних прикладних розробок і досліджень, безсистемність і неузгодженість інвестиційних проектів, відсутність підтримки державних органів влади суб'єктів підприємницької діяльності, нестабільність законодавчих актів у податковій політиці, високий розвиток тіньової економіки.

Негативні процеси спостерігаються і в соціальній сфері: прогресивне старіння населення, гендерний розрив показників середньої тривалості життя

(для чоловіків – 62 роки, для жінок – 74 роки), високий рівень безробіття, захворюваності населення (36,7%) [13–15].

Крім того, погіршення якості навколишнього природного середовища у м. Херсон, яке проявляється у забрудненні атмосферного повітря, ґрунтів, поверхневих і підземних вод, сприяє тому, що охорона навколишнього середовища повинна стати пріоритетною частиною економічного й соціального розвитку досліджуваної урбанізованої території.

Сучасні проблеми зниження якості навколишнього середовища, життя, здоров'я населення, нерівномірність економічного зростання вимагають пошуку нової стратегії розвитку міських територій, яка б узгодила екологічну, економічну та соціальну сфери на основі формування інтегрованої системи показників (індикаторів). Проте сьогодні немає єдиного методологічного підходу у вирішенні та обґрунтуванні цього питання як на державному, так і на регіональному рівнях. Розроблені Комісією ООН, ЄС та вітчизняними науковцями індикатори сталого розвитку є лише базисом для подальшого розширення та вдосконалення власного набору показників, які характеризують стан і розвиток будь-якої селітебної території. Оцінка стану міської території може здійснюватися за індикаторами сталого розвитку, які характеризують людську активність і певні процеси (наприклад, зростання населення або зростання емісії парникових газів); за індикаторами стану, які характеризують сталий розвиток у місті в цей момент (наприклад, щільність населення, частка міського населення, запаси природних ресурсів); за індикаторами реагування, які вказують на зміни характеристик сталого розвитку, тобто ефективність суспільства у вирішенні нагальних проблем (наприклад, витрати на покращення здоров'я, законодавство, нормування та регулювання) [1].

Певною проблемою в досягненні сталості міської території є гармонійне поєднання екологічної, еко-

номічної та соціальної сфер. Наприклад, розвиток економічної діяльності без використання ресурсозберігаючих технологій призводить до погіршення якості навколишнього середовища та рівня життя населення. Забруднення навколишнього середовища, у свою чергу, впливає на якість продукції та загальний прибуток підприємств. Низький рівень соціальних показників (стан здоров'я, тривалість життя, вікова структура населення) призводять до негативних процесів в економічній сфері через зниження сукупних факторів виробництва, зокрема трудового капіталу. З огляду на це формування індикаційної системи сталого розвитку м. Херсон має містити екологічний аспект, який ґрунтується на охороні компонентів навколишнього природного середовища з використанням відновлюваних ресурсів. При цьому збереження природно-ресурсного потенціалу м. Херсон не повинно впливати на екологічний і соціальний стан інших міст. З огляду на це важливим показником екологічного стану міста є екологічна рівновага між територіями селітебних, промислових, транспортних ландшафтів і природними територіями лісопарків, луків, заповідних ділянок у співвідношенні 40% : 60% [2].

Попри взаємодію тріади сталого розвитку, провідна роль у формуванні об'єктивної системи оцінки стану території та досягнення сталості урбоєкосистем належить екологічному складникові, оскільки її негативний стан має негативний вплив на соціальну сферу, а саме – на якість життя населення, стан популяційних процесів (репродуктивна здатність, рівень загальної та дитячої смертності, тривалість життя, рівень захворювання), а також на економічну сферу через масштаби матеріальних збитків у галузі виробництва та погіршення якості продукції. Тому, зважаючи на пріоритетність екологічного складника сталого розвитку, необхідним постає оцінювання екологічної сталості селітебної території на основі взаємозалежних факторів середовища для забезпечення

Таблиця 2

Оцінка екологічного стану Херсонської урбосистеми

| Агреговані індикатори | Базові індекси | min/max значення | Значення індексів |
|--|--|------------------|-------------------|
| Якісний стан атмосферного повітря | Сумарні викиди забруднюючих речовин, тис. т | 20–100 | 0,66 |
| | Кількість викидів від стаціонарних джерел забруднення, тис. т | 0,5–10 | 0,61 |
| | Кількість викидів від пересувних джерел, тис. т | 5–50 | 0,52 |
| Показник кількісного та якісного стану води | Невідповідність проб за хімічними показниками, % | 10–20 | 0,30 |
| | Невідповідність проб за бактеріологічними показниками, % | 0,3–10 | 0,95 |
| | Показник питомого водоспоживання, м ³ | 67–260 | 0,43 |
| | Водозабезпеченість на душу населення, тис. м ³ на рік | 0,2–2 | 0,62 |
| Якісний стан ґрунту | Вміст Pb, щодо значень ГДК | 1,5–3,5 | 0,15 |
| | Вміст Cd, щодо значень ГДК | 0,28–1,5 | 0,44 |
| Наявність відходів | Утворення відходів I–III класу небезпеки, тис. т | 1–50 | 0,57 |
| | Утворення ТПВ на душу населення, м ³ | 1–3,2 | 0,60 |
| Інтегральний індекс екологічного розвитку, I_e | | | 0,44 |

її соціо-економічного розвитку. Спираючись на наукові праці В.М. Боголюбова, М.О. Клименка [1; 2], О.А. Брежицької [11], ми запропонували екологічні індикатори сталого екологічного розвитку, які характеризують екологічний стан навколишнього середовища Херсонської урбосистеми. Серед агрегованих показників виділено такі: показник якісного стану атмосферного повітря, показник якісного стану ґрунтового покриву, показник утворення відходів і показник кількісного та якісного стану питної води, які описувалися 11 базовими показниками (табл. 2).

Забезпечення сталого розвитку нерозривно пов'язано з комплексом соціальних показників, за якими здійснюється оцінка розвитку міської системи. Оскільки у м. Херсон виявлено проблеми соціального характеру, запровадження індикаційних показників надало можливість виявити рівень проблемності розвитку та визначити ефективні напрями покращення цієї сфери. При цьому побудова соціальних індикаторів відбувалася з метою забезпечення ефективної оцінки розвитку такої суспільно-значимої категорії, як «якість життя». Соціальний блок сталого розвитку м. Херсона містив 2 агреговані індикатори: індикатор якості життя, індикатор соціальної напруги, які описувалися 8 базовими показниками (табл. 3).

Економічний стан Херсонської урбосистеми характеризується низкою негативних чинників, які впливають на сталий розвиток території, серед яких виділено енерго- та матеріаломісткість виробництва, відсутність на підприємствах системи екологічної сертифікації, низькі інвестиційні можливості, скорочення промислового виробництва. Така ситуація створює сприятливі передумови для запровадження структурних змін техніко-технологічної та матеріальної бази підприємств на основі наукових проєктів, розроблення системи індикації економічного сталого розвитку міста Херсона (табл. 4).

З метою виявлення сильних і слабких сторін економічної системи, підвищення рівня економічного розвитку, забезпечення зростання реалізації ефективних управлінських рішень індикатори сталого економічного розвитку для м. Херсон склалися із трьох агрегованих показників: виробничо-економічного, економічно-екологічного та показника доходів, описувалися 9 базовими показниками.

Згідно з проведеною індикативною оцінкою сталого розвитку встановлено, що економічний складник сталого розвитку ($I_3 = 0,30$) м. Херсон є в загрозовому стані. Найбільш критичними виявилися індикатори валового регіонального продукту, обсягу інвестицій, витрати міського бюджету на природоохоронні заходи,

Таблиця 3

Оцінка соціального стану Херсонської урбосистеми

| Агреговані індикатори | Базові індекси | min/max значення | Числові значення |
|---|---|------------------|------------------|
| Якість життя | Очікувана тривалість життя за народження, років | 66–75 | 0,43 |
| | Природний рух населення | (–7), – (+3) | 0,12 |
| | Міграційний приріст | (–1,5) – (0,5) | 0,20 |
| | Рівень безробіття, % | 7–12 | 0,20 |
| | Навантаження на одне робоче місце | 1–20 | 0,52 |
| Соціальна напруга | Заборгованість зарплати, млн грн. (обласний показник) | 4–17 | 0,76 |
| | Кількість злочинів, тис. випадків | 1–30 | 0,84 |
| | Кількість інвалідів, тис. осіб | 3,5–20 | 0,38 |
| Інтегральний індекс соціального розвитку, I_2 | | | 0,36 |

Таблиця 4

Оцінка економічного розвитку м. Херсон

| Агрегований показник | Базові показники | min/max значення | Числові значення |
|--|--|------------------|------------------|
| Виробничо-економічний показник | Індекс виробництва промислової продукції, % | 95–110,0 | 0,76 |
| | Показник зростання ВРП, млн грн | 17–30 | 0,12 |
| | ВРП на особу, млн грн | 17–30 | 0,57 |
| | Індекс споживчих цін, % | 99–120 | 0,57 |
| | Індикатор обсягу інвестицій на одну особу, грн | 500–20 000 | 0,16 |
| Індикатор доходів | Показник середньої заробітної плати, грн | 5000–11 000 | 0,34 |
| | Показник доходів місцевого бюджету на особу, тис. грн | 1 000–2 500 | 0,60 |
| Економіко-екологічний показник | Показник витрат міського бюджету на природоохоронні заходи, тис. грн | 300–11 000 | 0,44 |
| | Показник системи екологічної сертифікації (ISO). | 30–112 | 0,07 |
| Інтегральний індекс економічного розвитку, I_1 | | | 0,30 |

системи екологічної сертифікації (ISO). Загрозливий стан спостерігається і в соціальній сфері ($I_2 = 0,36$), спричинений високим рівнем захворюваності, криміногенності, зниженням демографічних показників регіону.

Попри більш збалансований розвиток екологічного виміру ($I_1 = 0,44$), порівняно із соціально-економічною системою, загрозливий розвиток мали такі базові екологічні показники, як санітарно-гігієнічний стан ґрунтів за вмістом свинцю та якість питної води за хімічним складом. Інтегральний індекс сталого розвитку Херсонської урбосистеми згідно з інтегрованими екологічними, соціальними та економічними індикаторами оцінений як загрозливий ($I_{cp} = 0,36$).

Розроблена система індикаторів сталого розвитку для м. Херсон дала змогу виявити рівень проблемності екологічної, соціальної та економічної сфер. Тому для досягнення та забезпечення основних цілей сталого розвитку вони повинні бути узгодженими та взаємозалежними, оскільки незадовільний стан однієї сфери не може бути компенсований покращенням іншої.

Система оцінки сталого розвитку є ефективним базисом для прийняття дієвих управлінських рішень щодо створення загальної системи формування та аналізу збалансованої стратегії розвитку селітебної міської території. При цьому важливою передумовою реалізації механізму формування індикації

сталого розвитку є виявлення критичних індикаторів сталого розвитку.

Тому, зважаючи на вищесказане, досягнення сталості м. Херсон повинно базуватися на принципах гармонійної взаємодії людини і довкілля. При цьому основним завданням має бути забезпечення оптимального співвідношення між економічним розвитком, здоров'ям населення та станом навколишнього середовища, обов'язкового врахування екологічного чинника в розробленні місцевих планів дій з охорони довкілля.

Головні висновки та перспективи подальших досліджень. Доведено, що досягнення сталого розвитку селітебної території залежить від розробленої системи індикаторів сталого розвитку міських територій. Згідно з проведеною оцінкою екологічного, соціального та економічного стану м. Херсон, на основі розрахунків інтегральних індексів сталого розвитку встановлено, що екологічний стан оцінений як задовільний ($I_1 = 0,44$), соціальний та економічний стани ($I_2 = 0,36$), ($I_3 = 0,30$) – як загрозливі. Інтегрований індекс сталого розвитку Херсонської урбосистеми становить $I_{cp} = 0,36$ та оцінений як загрозливий.

При цьому розвиток міста за допомогою розроблених індикаторів соціальної, екологічної та економічної сфер є одним із перспективних напрямів подальшого вдосконалення системи індикаційної оцінки сталого розвитку із врахуванням механізмів адаптації до нових умов функціонування міста.

Література

1. Стратегія сталого розвитку : підручник / В.М. Боголюбов та ін. Херсон : Олді-плюс, 2017. 446 с.
2. Клименко М.О., Прищепя А.М., Брежицька О.А. Оцінювання стану територій міста за показниками сталого розвитку : монографія. Рівне : НУВГП, 2018. 221 с.
3. Ілляшенко І.О. Механізми екологічного франчайзингу в реалізації потенціалу сталого розвитку. *Економіка природокористування і охорони довкілля*. 2011. № 2011. С. 121–127.
4. Бондаренко Л.М., Внукова Н.М., Лимонова Л.О. Концептуальні засади стратегії розвитку Харківського регіону. Харків : Модель Всесвіту, 2001. 52 с.
5. Герасимчук З.В., Серета О.В. Стан, проблеми та перспективи стратегічного управління розвитком міст України. *Економічні науки. Серія : Регіональна економіка*. 2012. Вип. 9(35). Ч. 1. С. 104–111.
6. Згуровський М.З. Сталий розвиток у глобальному і регіональному вимірах: аналіз за даними 2005 р. Київ : НТУУ «КПІ», 2006. 84 с.
7. Горяня І.В. Формування методик оцінювання сталості розвитку регіонів. *Економічний аналіз*. 2013. Т. 14. № 1. С. 59–63.
8. Масловська Л.Ц. Сталий розвиток продуктивних сил регіонів: теорія, методологія, практика : монографія. Київ : КНЕУ, 2003. 365 с.
9. Карпінський Б.А., Божко С.М. Сталий розвиток економіки: узагальнена модель : монографія. Львів : Логос, 2005. 256 с.
10. Качинський А.Б. Індикатори національної безпеки: визначення та застосування їх граничних значень. Київ : НСІД, 2013. 104 с.
11. Брежицька О.А. Оцінювання стану селітебних територій за показниками сталого розвитку (на прикладі міста Дубно Рівненської області) : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 03.00.16. Суми, 2010. 20 с.
12. Нестеренко О.О. Індикатори оцінки рівня сталого розвитку та їх вплив на показники інтегрованої звітності. *Науковий вісник Ужгородського національного університету*. 2017. Вип. 15. Ч. 2. С. 44–50.
13. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Херсонській області у 2017 році. Херсон, 2018. 238 с.
14. Статистичний збірник. Соціальні індикатори рівня життя населення / відп. за вип. І.В. Калачова. Київ : ДП «Інформаційно-видавничий центр Держстату України», 2014. 221 с.
15. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2016 році. Київ, 2017. 415 с.