
ЗМІНА КЛІМАТУ

УДК 551.583:504.05

DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2024.eco.1-52.2.19>

ДОСЛІДЖЕННЯ ВРАЗЛИВОСТІ УРБОЕКОСИСТЕМИ М. УМАНЬ ДО ЗМІН КЛІМАТУ

Гуреля І.В.

Уманський національний університет садівництва
вул. Інститутська, 1, 20300, м. Умань
ivan.gurelya@ukr.net

Різноманітні прогнози зміни клімату України вказують на те, що основні тенденції змін клімату в майбутньому будуть пов'язані зі збільшенням температури повітря та зменшенням або несуттєвою зміною кількості опадів з відповідним зростанням посушливості клімату. Існують також особливі наслідки змін клімату пов'язані із містами, включаючи посилення ефекту міського «острова тепла» та загострення проблеми забруднення повітря, збільшення потреби в енергії (особливо в літній період). Зміна клімату прискорюється, тоді як структурні зміни в містах відбуваються повільніше. Розуміючи, плануючи та адаптуючись до змін клімату, міські громади можуть скористатися можливостями і зменшити існуючі ризики.

Було проведено дослідження вразливості урбоєкосистеми м. Умань до змін клімату. Дана оцінка проводилась на основі методики, яка передбачає оцінку міської системи за індикаторами, які поділені на сім груп. Дослідження основних груп індикаторів показують, що вище 60% від максимально можливого значення мають дві групи. Це індикатори для оцінки вразливості міських зелених зон (14 балів) та індикатори для оцінки вразливості до погіршення якості та зменшення кількості питної води (18 балів).

Останніми роками в місті спостерігається скорочення площ озеленення. Основною причиною втрат та деградації насаджень є потепління клімату та антропогенний фактор. Рослини різних еколого-фітоценотичних поясів міста відчувають водний дефіцит, збільшення якого обумовлюється посушливими умовами і накопиченням на листках пилу, а в листках – основних поллютантів, що надійшли від автотранспорту.

Забезпечення питною водою – це одна із найбільших проблем міста. Водозабори питних підземних вод Уманського родовища експлуатуються близько 70 років. Також питна вода постачається в місто з р. Рось через магістральний водогін «Біла Церква-Умань» протяжністю 125 км. Все це в комплексі посилює вразливість міста до потенційних наслідків зміни клімату.
Ключові слова: урбоєкосистема, зміни клімату, вразливість міської території, міські зелені зони, забезпеченість питною водою.

Study of the vulnerability of the Uman urboecosystem to climate changes. Hurelya I.

Various climate changes forecasts for Ukraine indicate that the main trends of climate change in the future will be associated with an increase air temperature and a decrease or slight change in precipitation with a corresponding increase in climate aridity. There are also special consequences of climate change associated with cities, including the strengthening of the urban “heat island” effect and the exacerbation of air pollution, increasing the need for energy (especially in the summer). Climate change is accelerating, while structural change in cities is occurring more slowly. By understanding, planning and adapting to climate change, urban communities can take advantage of opportunities and reduce existing risks.

A study of the vulnerability of the urban territory of the Uman city to climate change was conducted. This assessment was carried out on the basis of the methodology, which provides for the assessment of the city system according to indicators, which are divided into seven groups. Studies of the main groups of indicators show that two groups have more than 60% of the maximum possible value. These are indicators for assessing the vulnerability of urban green zones (14 points) and indicators for assessing vulnerability to the deterioration of the quality and reduction of drinking water (18 points).

In recent years, the city has seen a decrease in greening areas. The main reason for the loss and degradation of plantations is the warming of the climate and the anthropogenic factor. Plants of various ecological and phytocenotic zones of the city experience a water deficit, the increase of which is caused by dry conditions and the accumulation of dust on the leaves, and in the leaves of the main pollutants that came from motor vehicles.

Provision of drinking water is one of the biggest problems of the city. The drinking water intakes of the Uman field have been operated for about 70 years. Drinking water is also supplied to the city from the Ros River through the 125 km long Bila Tserkva–Uman main water pipeline. All this in the complex increases the vulnerability of the city to the potential consequences of climate change.
Key words: urban ecosystem, climate change, vulnerability of urban territory, urban green zones, supply of drinking water.

Постановка проблеми. У містах проживає більше половини населення світу, і, тому, міста займають лідируючі позиції в аспекті проблеми зміни клімату [1]. Зміна клімату створює додатковий стрес для міст через, серед іншого, збільшення кількості теплових хвиль і частіші сильні посухи та періодичні підтоплення [2–3]. Існують також особливі наслідки

змін клімату пов'язані із містами, включаючи посилення ефекту міського острова тепла та загострення забруднення повітря, збільшення потреби в енергії (особливо в літній період) та, як наслідок, викиди парникових газів і вразливість, спричинена зростанням кількості міського населення та високою щільністю населення [4–6].

Ці виклики підкреслюють ідеї, що міським органам управління потрібно переосмислити, як забезпечити оптимальний захист міського населення, які інвестиції в інфраструктуру є пріоритетними, і як кліматичні зміни можуть вплинути на довгострокову перспективу зростання економічного потенціалу та розвиток міської громади.

Актуальність дослідження. Незважаючи на те, що міста явно вразливі до кліматичних змін, вони також унікальні у здатності взяти на себе провідну роль у передбаченні мінливості та зміни клімату, проектуванні стійкості до їх розвитку, щоб збільшити надійність вдалого розвитку проєктів, спрямованих на надання якісних екосистемних послуг населенню [7]. Розуміючи, плануючи та адаптуючись до змін клімату, міські громади можуть скористатися можливостями і зменшити існуючі ризики.

Міста є ключем до розвитку економіки та інновацій, а також осередком основних економічних активів. З іншого боку, міста – це осередки, де більшість людей відчувають вплив змін клімату, оскільки близько трьох чвертей населення України є міськими жителями. Комбінація щільності населення з економічними активами та міськими послугами/системами (наприклад, енергія, вода, відходи, їжа та інше) робить міські райони дуже вразливими до мінливості клімату та її наслідків [8]. Тому дослідження вразливості міст до змін клімату є актуальним урбо-екологічним завданням.

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями.

Дана стаття містить результати досліджень, які є частиною наукової роботи «Розробка методологічних підходів і практичного механізму екологічно-збалансованого природокористування» (державний номер реєстрації – 0108U009772), що проводиться в Уманському національному університеті садівництва.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Результати досліджень вітчизняних [9–11] та іноземних науковців [12–14] дозволяють зробити висновок, що урбоекосистеми значно вразливіші до проявів кліматичних змін порівняно з природними екосистемами. Особливий внесок в розробку методики оцінювання їх вразливості зробила Шевченко О. Г. [15, 16]. Дана методика була успішно апробована для подібних наукових досліджень в м. Київ [17], м. Одеса [18], м. Хмельницький [19], м. Львів [20], м. Рівне [21].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Загальна проблема, котрій присвячена стаття, – оцінка потенційних наслідків кліматичних змін. Проте, метою дослідження є виявлення окремих найбільш вразливих елементів урбоекосистеми міста Умань (з населенням менше 100 тис. осіб) до змін кліматичних показників.

Новизна. У статті проаналізована вразливість урбоекосистеми м. Умань до змін клімату. При

цьому вперше визначено основні дві групи індикаторів такої вразливості. Це – індикатори для оцінки вразливості міських зелених зон та індикатори для оцінки вразливості до погіршення якості та зменшення кількості питної води.

Методологічне або загальнонаукове значення. Результати досліджень, викладені у статті, свідчать про зростання ролі поєднання негативних наслідків урбанізації та кліматичних змін, отже, про високу актуальність даного аналізу вразливості урбоекосистеми до зміни клімату і про необхідність розробки і впровадження відповідних заходів до адаптації.

Викладення основного матеріалу. Оцінка вразливості міста Умань до змін клімату проводилась на основі методики Шевченко Ольги [16], яка передбачає оцінку міської системи за індикаторами, які поділені на сім груп:

I група – індикатори для оцінки вразливості до теплового стресу;

II група – індикатори для оцінки вразливості міста до підтоплення;

III група – індикатори для оцінки вразливості міських зелених зон;

IV група – індикатори для оцінки вразливості до стихійних гідрометеорологічних явищ;

V група – індикатори для оцінки вразливості до погіршення якості та зменшення кількості питної води;

VI група – індикатори для оцінки вразливості до зростання кількості інфекційних захворювань та алергійних проявів;

VII група – індикатори оцінки вразливості енергетичних систем міста.

Дана методика ґрунтується на оцінці кожної із зазначених груп індикаторів та передбачає заповнення оціночної форми з підрахунком балів актуальності («неактуально» – 0 балів, «актуально» – 1 бал, «дуже актуально» – 2 бали). Якщо певна група індикаторів в результаті підрахунку кількості балів набрала їх понад 14 (вище 60 % від максимально можливого), то це свідчить, що місто є дуже вразливим до даного негативного наслідку зміни клімату і потребує розробки заходів з адаптації.

Для груп індикаторів, що наберуть меншу кількість балів (8–14 або 34–60 %), також бажано планувати заходи з адаптації для техногенно-навантажених урбоекосистем. Для групи індикаторів, що наберуть менше ніж 8 балів (34 %), робиться відповідний висновок, що на даному етапі вони не потребують розробки заходів, однак слід проводити постійний моніторинг даних індикаторів, адже за умов швидких змін в соціальній структурі міста, енергетичній системі, динаміці розвитку зелених зон, можуть з'явитися нові результати моделювання наслідків змін клімату [15].

Територія України характеризується помірно-континентальним кліматом. У західній та північно-західній частинах України клімат м'який із надмірним

зволоженням і помірним температурним режимом, у східній і південно-східній – дефіцит опадів і дещо підвищений температурний фон. Дослідження клімату України проведені різними науковцями свідчать, що протягом останніх десятиліть температура та деякі інші метеорологічні параметри відрізняються від значень усередненої кліматичної норми.

Різноманітні прогнози зміни клімату для України вказують на те, що основні тенденції змін клімату в майбутньому будуть пов'язані зі збільшенням температури повітря та зменшенням або несуттєвою зміною кількості опадів з відповідним зростанням посушливості клімату.

Згідно з науковими прогнозами, отриманими за допомогою регіональної числової моделі атмосферної циркуляції, а також напівемпіричної моделі зміни клімату [22], до 2050 року середня приземна температура може зрости на 1,5–2,0°C. Кількість опадів може незначно зрости в зимовий період після 2040 року, а влітку їх кількість залишатиметься в межах норми.

На рисунку 1 представлена проєкція змін середньомісячних температур (°C) та середніх місячних сум опадів (%) в центральній частині України у 2011–2030 рр. відносно 1991–2010 рр. (за даними фахівців з УкрНДГМІ [23]).

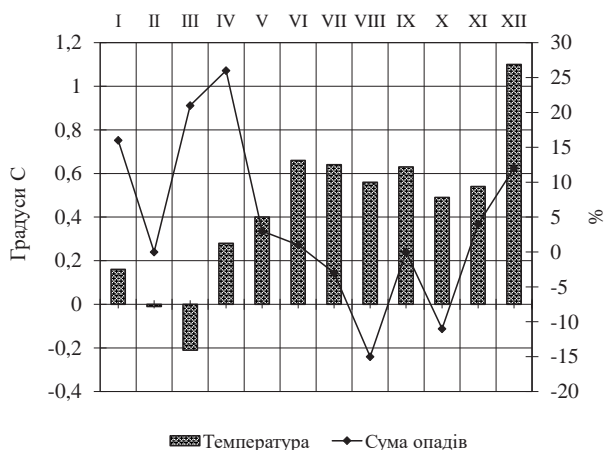


Рис. 1. Проєкція змін середньомісячних температур (°C) та середніх місячних сум опадів (%) в центральній частині України у 2011–2030 рр. відносно 1991–2010 рр.

Результати досліджень [23] дозволяють зробити висновок, що до 2030 р. зростання середньорічної температури по Україні буде в межах 0,5°C. Протягом року найбільше зростання температури повітря ймовірно відбуватиметься у грудні (1,04°C), крім того, значно зросте температура повітря у червні–вересні (0,64–0,67°C). До 2030 р. зросте і кількість опадів – в середньому по Україні на 7 % за рік, найбільше в квітні – на 21 %, та січні і березні – по 17 %. У серпні кількості опадів прогнозовано зменшиться на 12 %, у жовтні на 7 % та липні на 1 %.

Дослідження 520 великих міст світу показує, що до 2050 року близько 77 відсотків усіх міст відчують зміну свого кліматичного режиму [24]. Зміна клімату прискорюється, тоді як структурні зміни в містах відбуваються повільніше. До основних негативних наслідків зміни клімату, що можуть бути потенційно важливими у містах, належать: тепловий стрес, періодичні підтоплення, зменшення площ осередків озеленення та порушення біорізноманіття міських зелених зон, стихійні гідрометеорологічні явища, зменшення об'ємів та погіршення якості міської питної води, зростання кількості випадків інфекційних захворювань та тих, що мають алергічну природу, порушення функціонування енергетичних систем міста.

Нами було проведено дослідження вразливості міської території м. Умань до змін клімату. Місто Умань – друге за кількістю населення місто в Черкаській області, яке розташоване на Придніпровській височині на берегах річки Уманка. Клімат Умані обумовлений близькістю до степової зони помірного поясу. Загалом клімат помірно-континентальний і характеризується м'якою зимою та теплим літом.

Оцінювання вразливості урбоєкосистеми проводилось на основі аналізу доступної інформації (рис. 2). III та V групи індикаторів в результаті підрахунку кількості балів актуальності для даного міста набрали 14 та 18 відповідно. Це свідчить, що місто є дуже вразливим до даних негативних наслідків зміни клімату і потребує розробки заходів з адаптації.

III група – це індикатори для оцінки вразливості міських зелених зон. Останніми роками в місті спостерігається скорочення площ озеленення. Основними причинами втрат та деградації насаджень є потепління клімату та антропогенний фактор. Дослідження рослинності м. Умань [25, 26] дозволяють зробити висновки, що рослини різних еколого-фітоценотичних поясів міста відчувають водний дефіцит, збільшення якого обумовлюється посушливими умовами. Крім того, високий рівень забруднення атмосферного повітря міста посилює вразливість насаджень до потенційних наслідків зміни клімату.

V група – це індикатори для оцінки вразливості до погіршення якості та зменшення кількості питної води. На території району є водозабори питних підземних вод Уманського родовища (водозабори «Городецький», «Паланківський» («Кельманський» та «Осташівський»), «Олександрівський»), які експлуатуються ще з 1954 року. Крім того існує джерело надходження питної води через магістральний водогін «Біла Церква–Умань» (протяжністю 125 км) з р. Рось. Кліматичні зміни та підвищення температури повітря вплинули і на дану водну екосистему. В останні десятиліття спостерігається збільшення випаровування води й зменшення водності Росі. В період, коли водність річки невелика, частка стічних вод може сягати третини стоку, а на дея-

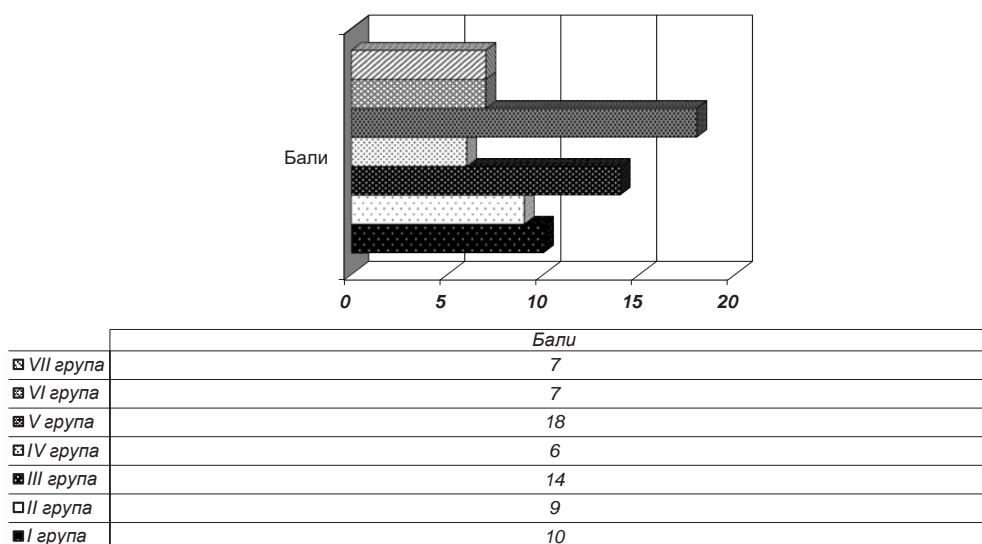


Рис. 2. Оцінка вразливості м. Умань до кліматичних змін

ких ділянках навіть його половини [27]. Крім того, термін перебування води у водогоні – майже 13 діб. Отже, забезпечення питною водою – це одна із найбільших проблем міста.

Крім того, є проблеми і в організації поверхневого стоку міста: зношеність колекторів та насосного обладнання, відсутність якісної організації дощових стоків в певних районах міста.

Головні висновки. Отже в м. Умань чітко можна прослідкувати вразливість до проявів глобальної зміни клімату: фіксується ріст температури повітря, зміна динаміки випадання опадів та зміщення кліматичних сезонів. Дослідження основних груп індикаторів, що свідчать про цю вразливість, показують, що вище 60 % від максимально можливого мають дві групи. Це – індикатори для оцінки вразливості місь-

ких зелених зон (14 балів) та індикатори для оцінки вразливості до погіршення якості та зменшення кількості питної води (18 балів). Крім того, неналежний стан певних видів інфраструктури (наприклад, зношеність колекторів, відсутність якісної організації дощових стоків, тощо) та високий рівень забруднення атмосферного повітря міста посилюють вразливість міста до потенційних наслідків зміни клімату.

Перспективи використання результатів дослідження. Результати досліджень, викладені в даній статті, дозволяють з метою зменшення або усунення виявлених наслідків кліматичних змін розпочати розробку програми стратегічного планування управління урбоєкосистемою в даних умовах та заходів, щодо покращення адаптаційних можливостей м. Умань.

Література

- Kalafatis S. When do climate change, sustainability, and economic development considerations overlap in cities? *Environ. Politics*. 2017. 27. P. 1–24.
- Tapia C., Abajo-Alda B., Feliu E., Mendizabal M., Martínez-Sáenz J.A., Fernández G., Laburu T., Lejarazu A. Profiling urban vulnerabilities to climate change: An indicator-based vulnerability assessment for European cities. *Ecol. Indic.* 2017. 78. P. 142–155.
- Kron W., Löw P., Kundzewicz Z.W. Changes in risk of extreme weather events in Europe. *Environ. Sci. Policy*. 2019. 100. P. 74–83.
- Zhou Q., Leng G., Su J., Ren Y. Comparison of urbanization and climate change impacts on urban flood volumes: Importance of urban planning and drainage adaptation. *Sci. Total Environ.* 2019. 658. P. 24–33.
- Benevolenza M.A., DeRigne L. The impact of climate change and natural disasters on vulnerable populations: A systematic review of literature. *J. Hum. Behav. Soc. Environ.* 2019. 29. P. 266–281.
- Broto V.C. Urban Governance and the Politics of Climate Change. *World Dev.* 2017. 93. P. 1–15.
- Patterson J.J., Huitema D. Institutional Innovation in Urban Governance: The Case of Climate Change Adaptation. *J. Environ. Plan. Manag.* 2019. 62. P. 374–398.
- EEA, European Environmental Agency. Urban adaptation to climate change in Europe – challenges and opportunities for cities together with supportive national and European policies. *EEA Report*. 2012. No. 2. Copenhagen. Luxembourg: Publications Office of the European Union. DOI:10.2800/41895.
- Іванюта С.П., Коломієць О.О., Малиновська О.А., Якушенко Л.М. Зміна клімату: наслідки та заходи адаптації: аналіт. доповідь. К.: НІСД, 2020. 110 с.
- Лящук О., Гузенко А. Адаптація до зміни клімату: короткий путівник для громад. Рівне, 2023. 38 с.

11. Шевченко О., Сніжко С. Зміна клімату та українські міста: прояви та проєкції до кінця XXI століття на основі RCP-сценаріїв. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Серія: Географія*. 2019. 2 (75). С. 11–18. doi: 10.17721/1728-2721.2019.75.2
12. Bueno de Moraes M.V., Guerrero V.V.U., Droprinchinski Martins L., Martins J.A. Dynamical Downscaling of Future Climate Change Scenarios in Urban Heat Island and Its Neighborhood in a Brazilian Subtropical Area. *Proceedings of the 2nd International Electronic Conference on Atmospheric Sciences*. 2017. Vol. 1. P. 106. doi:10.3390/ecas2017-04130
13. Sachindra D. A., Ng A., Muthukumaran S. Perera B. J. C. Impact of climate change on urban heat island effect and extreme temperatures: a case-study. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*. 2016. Vol. 142. P. 172–186. DOI: 10.1002/qj.2642
14. Wilson, L., New, S., Daron, J., Golding, N. Climate Change Impacts for Ukraine. Met Office. 2021.
15. Шевченко О.Г. Вразливість урбанізованого середовища до змін клімату. *Фізична географія та геоморфологія*. 2014. Вип. 4(76). С. 114–120.
16. Шевченко О. Г. та ін. *Оцінка вразливості до зміни клімату: Україна*. Київ, 2005. 63 с.
17. Радомська М. М., Юрків М.В. Оцінка ступеня адаптації урбосистеми міста Києва до кліматичних змін. *Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності*. 2018. 14. С. 102–108.
18. Оцінка вразливості та заходи з адаптації до зміни клімату м. Одеса. URL: https://necu.org.ua/wp-content/uploads/ad_Odesa_City_A4.pdf
19. Оцінка вразливості та заходи з адаптації до зміни клімату м. Хмельницький. URL: https://necu.org.ua/wp-content/uploads/ad_Khmelniyskiy_City_A4.pdf
20. Оцінка вразливості та заходи з адаптації до зміни клімату м. Львів. URL: https://necu.org.ua/wp-content/uploads/ad_Lviv_City_A4.pdf
21. Поль О., Ляшук О., Кондратюк О. Оцінка вразливості до зміни клімату Рівненської громади та рекомендації щодо заходів з адаптації до зміни клімату. Рівне, 2022. 159 с.
22. Ліпінський В.М. Глобальна зміна клімату та її відгук в динаміці клімату України. *Інвестиції та зміна клімату: можливості для України*: тези доп. Міжнар. конф. м. Київ, 10–11 липня 2002 р.
23. Краковська С.В. Можливі сценарії майбутніх кліматичних умов для Полтавської області. *Підтримка регіональних зусиль з розробки регіональних планів заходів з адаптації до зміни клімату*: матеріали державного семінару, Київ, 24–25 жовтня 2013 р.
24. Bastin J.-F., Clark E., Elliott T., Hart S., Hoogen J., van den Hordijk I., Ma H., Majumder S., Manoli G., Maschler J. et al. Understanding climate change from a global analysis of city analogues. *PLoS ONE*. 2019. 14. P. 75–92.
25. Василенко О.В., Балабак А.О., Балабак А.В., Нікітіна О.В. Оцінка адаптації рослин Липи сердцелистої (*Tilia cordata mill.*) до забруднення урбофітоценозів в умовах змін клімату. *Екологічні науки*. 2022. 2 (41). С. 146–150. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.2-41.25>
26. Василенко О.В., Балабак А.В., Балабак О.А. Екологічна оцінка посухостійкості ліщини деревовидної (*Corylus Colurna L.*) в умовах урбоекосистеми міста Умань. *Екологічні науки*. 2021. №34. С. 188–191.
27. Розв'язання проблем річки Рось – можливість до відновлення малих річок України. Сайт Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України. URL: <https://mepr.gov.ua/rozv-yazannya-problem-richky-ros-mozhlyvist-do-vidnovlennya-malyh-richok-ukrayiny/>