

ОСНОВИ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ NATURAL RESOURCES

УДК 504.064.2

Tetiana I. Kryvomaz, Dr, Professor of Department of Labour and Environment Protection
ORCID ID: 0000-0001-7426-8745, *e-mail*: ecol@i.ua

Antonina M. Savchenko, senior lecturer
e-mail: asav2509@gmail.com

Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine

THE ADAPTATION OF CITY DEVELOPMENT SECTORS TO CLIMATE CHANGE

Abstract. *As a result of global climate change, the duration of hot periods and the intensity of natural hydrometeorological phenomena are increasing, the precipitation regime is changing, which, combined with increasing urbanization, poses a serious threat to social stability, economic and environmental safety of the urban population and environment. Reducing the vulnerability of cities to climate change involves measures to increase adaptation capacity, reduce risks and vulnerabilities, increase the capacity to cope with emergencies and benefit from climate change. Reducing the impact of the urban environment on climate change requires a comprehensive strategic action plan for each sector of urban development.*

Key words: *climate change; cities; sustainable development; risks; environmental safety*

Т.І. Кривомаз, А.М. Савченко

Київський національний університет будівництва та архітектури, м. Київ, Україна

АДАПТАЦІЯ СЕКТОРІВ МІСЬКОГО РОЗВИТКУ ДО КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН

Анотація. *В результаті глобальних кліматичних змін зростає тривалість спекотних періодів та інтенсивність стихійних гідрометеорологічних явищ, змінюється режим випадання опадів, що у поєднанні з підвищенням темпів урбанізації представляє серйозну загрозу соціальній стабільності, економічній та екологічній безпеці міського населення та середовища. Зменшення вразливості міст до кліматичних змін передбачає заходи, спрямовані на підвищення адаптаційного потенціалу, зниження ризиків та ступеня чутливості, збільшення потенціалу для подолання надзвичайних подій та отримання вигоди внаслідок кліматичних змін. Зниження впливу урбанізованого середовища на кліматичні зміни потребує комплексного стратегічного плану заходів для кожного сектору міського розвитку.*

Ключові слова: *кліматичні зміни; урбанізовані території; сектори міського розвитку; екологічна безпека*

DOI: 10.32347/2411-4049.2021.2.64-78

© Т.І. Кривомаз, А.М. Савченко, 2021

ISSN: 2411-4049. Екологічна безпека та природокористування, № 2 (38), 2021

Вступ

Проблему глобальних кліматичних змін досліджують вже третє століття. Після відкриття парникового ефекту та обґрунтування взаємозв'язку з викидами CO₂ і підвищенням температури з'явилися припущення, що потепління вийде за рамки звичайних погодних коливань, почнеться зміщення кліматичних зон, збільшиться площа посушливих районів, льодовикові щити почнуть танути, що призведе до затоплення великих ділянок суші [24]. На жаль, більшість з цих прогнозів вже реалізувались і продовжують втілюватись у життя. За даними вимірювань супутників GRACE (Gravity Recovery And Climate Experiment), Гренландія і Антарктика втрачають масу приблизно 100 км² на рік і швидкість їх танення зростає з кожним роком [16]. Згідно з кліматичними сценаріями, у цьому столітті рівень Світового океану підніметься на 1 метр, а якщо продовжувати використовувати викопне паливо, то показники можуть досягти 5 метрів [21]. Внаслідок кліматичних змін багато місць проживання людей може бути повністю втрачено в результаті підвищення рівня океану. На даний момент близько 150 мільйонів людей проживають на суші, яка до 2050 року опиниться під водою [15]. Вже сьогодні кліматичні зміни активізували переселення людей, яких називають «кліматичними біженцями». Міграція населення досягла рекордних показників, і останнім часом люди частіше покидають свої домівки через кліматичну кризу, ніж через ескалацію військових конфліктів [25].

В результаті глобальних кліматичних змін зростає тривалість спекотних та посушливих періодів, повторюваність хвиль тепла, інтенсивність стихійних гідрометеорологічних явищ, а також змінюється тривалість залягання стійкого снігового покриву та режим випадіння опадів [10]. Всього 50 років тому такі аномалії поширювалися на 0,2–0,3% поверхні суші, а в останні роки вони зросли в 25–50 разів, охоплюючи приблизно 10% суші [19]. За оцінками ООН частота повеней на території більшої частини Європи зростає в 10 разів [25]. Кліматичні сценарії, розраховані за максимальними показниками, припускають підвищення температури на 4–7°C на більшій частині земної кулі до 2100 року [11].

Згідно з проєкцією на основі RCP-сценаріїв, до 2050 року середня температура в Україні може зрости на 1,5–2°C, а середня кількість опадів до 2030 року може збільшитися на 7% із значними коливаннями, в залежності від регіону, наприклад, на півдні України у серпні опадів може стати на 20% менше, а в січні на заході – на 26% більше [10]. Внаслідок кліматичних змін в окремих регіонах України почастішають повені та підтоплення, а на півдні України невеликі річки можуть пересохнути до 2050 року.

Міста суттєво впливають на кліматичні зміни, оскільки вони споживають 78% світової енергії і виробляють понад 60% викидів парникових газів, хоча при цьому вони займають менше 2% поверхні Землі [25]. Водночас температурні зміни та стихійні гідрометеорологічні явища призводять до значних економічних та соціальних наслідків в урбанізованому середовищі, особливо в зв'язку з повенями, зсувами та аномальним підвищенням температури. Кліматичні зміни у поєднанні з підвищенням темпів урбанізації представляють дедалі більшу загрозу для світової економіки, населення і збалансованого розвитку [14]. На фоні аномальних кліматичних подій та погіршення стану довкілля спостерігається підвищення вразливості населення

міст в результаті демографічних, технологічних і соціально-економічних трансформацій урбанізованих територій. Зростаючі темпи урбанізації у поєднанні з кліматичними змінами представляють серйозну загрозу соціальній стабільності, економічній та екологічній безпеці України, що зумовлює необхідність формування комплексних стратегій адаптації міст.

Постановка завдання

Метою дослідження є аналіз взаємозв'язків кліматичних змін з функціонуванням секторів міського розвитку. В узгодженні з метою сформульовано такі цілі:

- проаналізувати негативні наслідки аномальних кліматичних подій та стихійних гідрометеорологічних явищ для міського населення та середовища;
- визначити вплив секторів міського розвитку на кліматичні зміни;
- обґрунтувати ключові заходи адаптації міст до кліматичних ризиків;
- встановити шляхи зменшення негативного впливу міст на зміну клімату.

Результати досліджень

В Україні за останні десятиріччя надзвичайні ситуації природного характеру поступово переходять від об'єктового та місцевого рівня до регіонального та державного рівня [3]. Зростання об'ємів збитків та масштабів процесів деградації урбанізованих територій пов'язано з динамікою, частотою повторюваності та інтенсивністю проявів надзвичайних ситуацій метеорологічного, гідрологічного, геологічного характеру та пожеж у містах України [4]. Серед основних негативних наслідків кліматичних змін для міст відзначають тепловий стрес, підтоплення, зменшення площ та порушення видового складу міських зелених зон, стихійні гідрометеорологічні явища, зменшення кількості та погіршення якості питної води, зростання кількості інфекційних захворювань та алергійних проявів, порушення нормального функціонування енергетичних систем міста [13]. Кліматичні зміни прямо чи опосередковано впливають на кожен із секторів міського розвитку. Згідно зі «Стратегією розвитку міста Києва» виділяють такі сектори: адміністративні послуги, безпека та цивільний захист, екополітика та охорона довкілля, житлово-комунальне господарство, інвестиції, історична та архітектурна спадщина, культура, освіта, охорона здоров'я та здоровий спосіб життя, промисловість та розвиток підприємництва, публічний простір, ринок праці, розбудова міста і земельні відносини, соціальна підтримка та допомога, транспорт та міська мобільність, туризм [9]. В контексті кліматичних змін сектори міського розвитку розподіляються на п'ять категорій: 1) впливає на зміну клімату; 2) вразливий до кліматичних змін; 3) двосторонній взаємозв'язок з кліматичними змінами; 4) має опосередковане відношення до зміни клімату; 5) ніяк не пов'язаний зі змінами клімату.

Рівень викидів на міських територіях залежить від значної кількості взаємопов'язаних факторів: 1) географічна ситуація, що включає місцеві кліматичні показники; 2) розподіл природних ресурсів для життєдіяльності та виробництва; 3) типи економічної діяльності, що здійснюється на міських територіях; 4) демографічні показники, які враховують склад, соціальний стан

та моделі поведінки населення; 5) форма та щільність міських територій, що визначає вразливість населення до зміни клімату та впливає на схеми використання енергії; 6) можливість використання відновлюваних джерел енергії [7]. Для розробки заходів з адаптації необхідно проводити моніторинг викидів парникових газів (ПГ) згідно з Міжнародним протоколом аналізу викидів ПГ для місцевих органів влади та Міжнародним стандартом визначення викидів ПГ для міст [8]. Розробка концепції оцінки ризиків внаслідок зміни клімату вимагає суттєвої кількості детальної інформації та технічних знань для побудови статистичних, кліматичних, гідрологічних, економічних моделей для конкретних міських територій. Підвищення рівня екологічної безпеки міського середовища передбачає зменшення вразливості забудованих територій до негативного впливу небезпечних природних явищ, викликаних зміною клімату.

Розбудова міста і земельні відносини. В процесі планування міської забудови слід здійснювати картування зон високого кліматичного ризику і категорично забороняти нове будівництво на таких територіях, щоб уникнути збитків від надзвичайних явищ. Всі документи, які стосуються планування розбудови міст та земельних відносин, повинні містити розділ «Адаптація до зміни клімату». Доцільно залучати кліматичних експертів до вдосконалення законодавчої бази та державних будівельних норм з урахуванням змін кліматологічних показників та правил захисту будівель від екстремальних погодних умов. Плани міського землекористування повинні передбачати ефективну систему дренажу, враховувати шляхи циркуляції дощової води для зменшення ризиків затоплення. Для запобігання зсувам, обвалам, осипам, просіданню ґрунту внаслідок повеней та геологічних надзвичайних ситуацій рекомендують озеленення схилів рослинністю з розгалуженою кореневою системою. Для зменшення ефекту теплового острова та підвищення об'ємів депонування вуглецю штучні поверхні у місті замінюють зеленим покривом. Рослини також використовують для захисту підземних водоносних пластів. Історична та архітектурна спадщина міст потребує особливого захисту.

Публічний простір. Для протистояння кліматичним ризикам публічний міський простір потребує більшої інтеграції природних об'єктів в урбаністичні території. Розгалужена міська зелена інфраструктура забезпечує захист від спеки і повеней. Зелені зони знижують локальну температуру повітря і сприяють зниженню ризиків теплового стресу та виникнення островів тепла. Засаджені рослинами території служать ефективною дренажною системою під час проливних дощів на відміну від поширених у містах штучних водонепроникних поверхонь, які посилюють ризик підтоплення. Для спекотних періодів рекомендують створити карти прохолодних зон та використовувати громадські будівлі у якості місць для охолодження. Пом'якшенню теплового режиму у місті сприяють природні водойми, штучні системи поливу, рамки охолоджувального обприскування, фонтани, бювети.

Житлово-комунальне господарство. Пошкодження та руйнування об'єктів житлово-комунального господарства внаслідок стихійних лих та кліматичних процесів завдає матеріальних та фінансових збитків, а також може представляти загрозу життю та здоров'ю людей. Також прогнозованим наслідком кліматичних змін стане дефіцит чистої питної води. Більшість міст України потребує модернізації систем водопостачання та каналізації з дренажною системою для відновлення та розподілу дощової води після

сильних опадів. Збереження дощової води та сніжних опадів у резервуарах дозволяє регулювати стоки, очищувати їх шляхом фільтрації з подальшим використанням для технічних потреб і для виробництва електроенергії. Також для збору дощової води застосовують «блакитні» дахи, з яких накопичена вода використовується для змиву в туалетах, поливу та інших технічних потреб. Раціональне поводження з відходами не тільки сприяє чистоті міського середовища, але й мінімізує викиди ПГ. Високим ступенем кліматозалежності житлово-комунального міського господарства характеризуються системи опалення та кондиціонування. Стандарти кліматичного дизайну для захисту від перегріву враховують орієнтацію будівель у просторі, сучасні системи теплоізоляції і вентиляції, достатнє надходження свіжого повітря природним шляхом, засоби для затінення, використання світлих матеріалів. Енергоефективні конструкції та сонячні панелі встановлюють у багатьох містах світу на адміністративних, громадських та житлових будинках. «Зелені» дахи та фасади покращують ізоляцію будівель під час спеки та холоду, очищують повітря, утримують дощову воду, зменшують пил і шум, підтримують міське біорізноманіття та приносять естетичну насолоду.

Транспорт та міська мобільність. Транспортна система міст здійснює вагомий внесок у викиди ПГ, особливо внаслідок використання застарілих моделей автомобілів, тому транспортні засоби потребують контролю та оновлення. Для транспортної інфраструктури особливо небезпечним є збільшення обсягів опадів та зміна температури, внаслідок яких не тільки руйнуються дороги, але й зростає смертність від дорожньо-транспортних аварій. Для запобігання деформації дорожнього покриття при екстремальних температурах використовують асфальтовий бетон або бетон для автомобільних доріг із спеціалізованих вуглеводневих сумішей підвищеної міцності та еластичності. Також дорожній матеріал повинен ефективно поглинати або відштовхувати воду на випадок сильних дощів, а розміри дренажних систем навколо транспортних шляхів необхідно збільшувати. У зимовий період проти ковзання й обледеніння доріг рекомендують використовувати несоляні сполуки, наприклад форміат калію. Міський підземний транспорт потребує модернізації систем вентиляції та додаткового захисту від паводків.

Екополітика та охорона довкілля. Заходи охорони довкілля на урбанізованих територіях включають захист біорізноманіття, ландшафтів, геологічного розмаїття і зеленої інфраструктури. Згідно з оцінкою Міжурядової групи експертів зі зміни клімату (IPCC), 20–50% видів живих істот можуть зникнути до кінця століття. Натомість прогнозується поширення інвазивних видів рослин і тварин, зокрема шкідників і алергенів. Тому для озеленення міських територій обирають ті види рослин, які краще пристосовуються до кліматичних змін, але при цьому слід уникати використання інвазивних видів. Для відновлення деградованих та забруднених територій насаджують та розширюють захисні лісосмуги навколо міст. Озеленення стабілізує ґрунт, покращує водний баланс, захищає підземні води і знижує залежність від дощу. Покращення навколишнього природного середовища урбанізованих територій передбачає збільшення об'єктів природно-заповідного фонду, створення міграційних коридорів для тварин, які вимушені змінювати середовище існування під впливом кліматичних змін та антропогенного навантаження. Основами ґрунтової та успішної адаптації до

кліматичних змін є політична воля, наукові дослідження та оцінка, а також різноманітний набір практичних заходів, до яких необхідно залучати всіх зацікавлених осіб.

Охорона здоров'я та здоровий спосіб життя. Кліматичні зміни безпосередньо впливають на здоров'я людей і посилюють існуючі проблеми охорони здоров'я. Важливим чинником для оцінки вразливості міста до кліматичних змін є структура міського населення. За фізіологічними показниками до групи найбільшого ризику входять люди похилого віку та діти, а також хворі з респіраторними проблемами, важкими та хронічними захворюваннями. Під впливом несприятливих кліматичних факторів зростає кількість смертей від ішемічної хвороби серця, діабету, суїцидів, убивств, порушень психіки [26]. Ризики смертності від серцево-судинних, ендокринних і метаболічних порушень зростають з підвищенням середньодобової максимальної температури на кожен 1°C [1]. За прогнозами Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), у період з 2030 по 2050 рр. зміна клімату спричинить 250 тис. передчасних смертей у світі щорічно, викликаних переважно серцево-судинними захворюваннями, недостатнім харчуванням, кишковими інфекціями та прямими негативними впливами аномально високих температур на організм [12]. Під впливом спеки збільшується число хвороб, які передаються через воду, та створюються умови для поширення небезпечних патогенних мікроорганізмів, збудників кишкових інфекцій та виникнення харчових отруєнь. Кліматичні зміни впливають на розширення ареалу інфекційних збудників та паразитів, що обумовлює збільшення частоти дизентерії, черевного тифу, гепатиту А, сальмонельозу, лямбліозу, криптоспоридіозу [6]. Тому необхідне вдосконалення лабораторних процедур для виявлення чутливих до кліматичних змін патогенних мікроорганізмів. Підвищення концентрацій забруднюючих речовин у повітрі внаслідок високих температур сприяє поширенню алергій, бронхіальної астми, бронхітів та інших захворювань дихальної системи. Значимість впливу зміни клімату на здоров'я залежить від рівня адаптивності людей та міських громад до негативних змін у зовнішньому середовищі. Для населення, яке не звикло до сильної спеки, існує вища ймовірність теплового удару та респіраторних захворювань. Необхідно впровадити систему спостереження та контролю за пов'язаними з кліматом захворюваннями. Для зниження кліматичної вразливості важлива наявність належного медичного обслуговування, тому необхідна модернізація системи охорони здоров'я. Межі стійкості людського організму до кліматичного впливу можливо розширити шляхом здорового способу життя та поліпшення якості життя.

Соціальна підтримка та допомога. Соціально-економічні фактори забезпечення життєдіяльності визначають рівень стійкості як окремих людей, так і цілих соціальних груп до негативних факторів зміни клімату. До найбільш вразливих соціальних груп належать малозабезпечені верстви населення, для яких кліматичні ризики визначаються характером і сферою зайнятості, способом життя, доступом до якісного харчування та чистої питної води. Аномальна спека без кондиціонування приміщень може стати смертельною небезпекою, особливо в умовах відімкнення електроенергії та нестачі питної води. План превентивних заходів передбачає проведення моніторингу вразливих груп населення та підтримку осіб групи ризику. Негативні наслідки глобального потепління змушують людей залишати місця постійного

проживання, і за різними оцінками кількість кліматичних мігрантів до 2050 року становитиме від 25 млн до мільярда [25]. Соціальні наслідки зміни клімату для урбанізованих територій полягають у загостренні расової, гендерної та майнової нерівності [15]. У зв'язку з цим перед населенням міст, куди перемістяться кліматичні біженці, стоїть завдання створення чіткої моделі глобального гуманітарного реагування на масові переміщення в результаті природних катаклізмів. Таким чином, зміна клімату підвищує щільність населення окремих регіонів і поглиблює нерівність, що негативно впливає на життя нинішніх і майбутніх поколінь. Вирішення проблеми потребує комплексного підходу і адекватних дій у сферах розвитку інфраструктури, охорони здоров'я, освіти, протидії злочинності тощо.

Освіта. Критична ситуація обумовлює необхідність впровадження освітніх і навчальних програм та проведення інформаційних кампаній про зміну клімату. Кількісні та якісні характеристики кліматичних змін значно різняться в залежності від місцевості проживання, стану довкілля та екологічної свідомості громадян. Важливо підвищувати рівень загальної обізнаності про зміну клімату та необхідність адаптації. Актуально проведення інформаційних заходів про ефективне використання води, про небезпеку сильної спеки та тепловий стрес, які слід підкріплювати практичними рекомендаціями. Доцільно розробити спеціальні рекомендації для окремих соціальних груп, місцевих громад щодо тих кроків, які вони можуть зробити для зменшення наслідків зміни клімату. Заклади культури у співпраці з науковцями та освітянами повинні здійснювати публічні акції та заходи на кліматичну тематику. Для представників різних економічних сфер та секторів міського розвитку необхідно впровадити спеціалізовані тренінги про галузеве використання кліматичної інформації. Кліматична освіта передбачає поширення інформації щодо зміни клімату та надзвичайних погодних явищ для підвищення рівня обізнаності та створення потенціалу для проведення заходів з адаптації.

Безпека та цивільний захист. Вразливість міста до стихійних гідрометеорологічних явищ визначається ризиком виникнення перебоїв у нормальній роботі інфраструктури міста, аварійних викидів чи скидів забруднюючих речовин, руйнування об'єктів інфраструктури та людських жертв [2]. Зростання частоти випадання надмірних опадів у поєднанні з недоліками функціонування міської інфраструктури підвищують ризик підтоплення міст, тому необхідно розробити план превентивних заходів для уникнення або мінімізації негативних наслідків та надання допомоги населенню. На основі наявних даних та аналітичного моделювання необхідно сформувати карту міста з позначенням небезпечних ділянок, де можуть виникнути пожежі або статися інше стихійне лихо, пов'язане з кліматичними змінами. На випадок надзвичайних подій слід передбачити альтернативні транспортні шляхи і засоби. У періоди сильної спеки пожежну охорону та швидку допомогу необхідно переводити у стан підвищеної готовності. Вразливість міста до погіршення якості та зменшення кількості питної води визначається ризиком нестачі або втрати власних джерел водопостачання та необхідністю переходу до використання привозної води та ймовірним погіршенням здоров'я населення внаслідок незадовільних характеристик якості води [4]. Вразливість енергетичних систем міста внаслідок надзвичайних кліматичних подій визначається зростанням попиту на електроенергію,

збільшенням навантаження на енергосистему та пошкодженням енергетичних об'єктів. З урахуванням впливу кліматичних змін необхідно здійснювати моделювання майбутнього попиту на енергію та потенційних періодів його піку. Для зниження вразливості енергетичної системи міста на випадок аварійних кліматичних ситуацій необхідна наявність кількох джерел електропостачання, альтернативних джерел та автономних джерел енергії, особливо для об'єктів критичної інфраструктури [2]. Дані метеорологічних та гідрологічних станцій або постів використовують для стратегічного управління кліматичними ризиками. На їх основі доцільно створити систему оперативного оповіщення мешканців міст про небезпечні кліматичні явища.

Промисловість та розвиток підприємництва. Наявність у місті потужних промислових підприємств, що здійснюють викиди тепла в атмосферу, призводить до посилення острова тепла та підвищує ймовірність виникнення теплового стресу. Відповідні види зелених насаджень навколо таких підприємств та на їх території сприятимуть біоремедіації шкідливих викидів та допоможуть знизити техногенне навантаження на населення міста. Підприємства, що надають послуги населенню, повинні адаптувати свій графік в залежності від кліматичних умов. Для робітників, що працюють на відкритому повітрі, необхідно розробляти плани роботи з урахуванням погодних умов та забезпечувати чергування служби швидкої допомоги у періоди екстремальних кліматичних явищ. Підприємствам з високим енергоспоживанням необхідно розраховувати структуру попиту та розподілу енергії, в залежності від потреб міста та піків навантаження на електромережі. Для зниження споживання води у промисловості необхідно підвищити об'єми рециркуляції води для технічних потреб та встановити обмеження на використання води у періоди максимального навантаження на міські системи водопостачання. В залежності від категорії використання, пори року та наявних ресурсів слід використовувати різні тарифні системи для постачання води і енергії. Впровадженню ресурсозберігаючих та енергоощадних технологій сприяє економічне стимулювання через застосування субсидій, податків і штрафів.

Інвестиції. Економічні наслідки зміни клімату для міст полягають в підвищенні вразливості міських активів, вірогідності прямих збитків їх руйнування та ускладнень для виконання контрактів. Це вимагає посилення роботи щодо адаптації, розвитку відповідної власної інфраструктури, що має забезпечуватися постійним фінансуванням, у тому числі через створення екологічного фонду за кошти екологічного податку з їх подальшим використанням виключно на природоохоронні цілі. Ефективна адаптація до зміни клімату може бути реалізована на базі комплексу документів економічного спрямування, зокрема щодо оподаткування, ліцензування, субсидій, запровадження стандартів, технологій, посилення вимог до об'єктів критичної інфраструктури, фінансування науково-технічних робіт, а також підвищення обізнаності населення у питаннях зміни клімату [23]. Інвестиції у сонячні батареї та енергоефективну реконструкцію будівель для міського населення зменшують залежність та навантаження на енергомережі. Завдяки інвестиціям на ринку праці з'являються нові робочі місця. Кліматичні ризики вносять корективи щодо запланованих інвестицій у сектори міського розвитку, але водночас відкривають можливість для додаткового фінансового стимулювання.

Туризм. Для міських бюджетів вразливою виявляється туристична галузь, яка залежить від надійного функціонування транспортної інфраструктури та місцевих кліматичних показників. Кліматичні зміни вимагають розширення областей туристичного інтересу та створення нових сфер туристичних розваг з одночасним забезпеченням комфорту перебування у місті за будь-яких погодних умов. Туристична активність планується в узгодженні з іншими секторами міського розвитку для урегулювання пропускнуої здатності міст. Логістичні можливості туризму залежать від своєчасного усунення пошкоджень транспортної системи внаслідок впливу снігу, льоду та паводків.

Обговорення

Загальними підходами до вирішення проблем антропогенної зміни клімату є пом'якшення її наслідків, тобто запобігання надмірним викидам парникових газів, сприяння їх поглинанню, а також адаптація до зміни клімату. Першочерговим кроком для ефективної адаптації до зміни клімату є чітке розуміння очікуваних наслідків, уразливостей і ризиків, пов'язаних зі зміною клімату у короткостроковій, середньостроковій і довгостроковій перспективах для основних сфер життєдіяльності суспільства. Виділяють чотири типи заходів з адаптації до зміни клімату, що активно впроваджуються в багатьох країнах світу. Вони спрямовані на підвищення адаптаційного потенціалу, зниження ризиків та ступеня чутливості, збільшення потенціалу для подолання надзвичайних подій та отримання вигоди внаслідок кліматичних змін [6]:

1) **Заходи, спрямовані на зміцнення адаптаційного потенціалу** міст до зміни клімату, передбачають відповідні рішення уряду, інформаційні кампанії чи наукові дослідження, що аналізують та оцінюють існуючі ризики та загрози. Вони включають оцінку вразливості секторів міського розвитку та ризиків для населення міст, дослідження наслідків зміни клімату, аналіз витрат і вигід, картування повеней та пожеж, розроблення планів дій у випадках стихійних лих тощо.

2) **Заходи, спрямовані на зниження ризику та ступеня чутливості** населення міст до наслідків зміни клімату, мають підготовчий характер і спрямовані на зменшення потенційно небезпечних наслідків та на підвищення стійкості міст. До них залучено широке коло учасників на всіх адміністративних рівнях і в усіх соціально-економічних галузях міста. Системи раннього оповіщення про надзвичайні події, нові будівельні норми і правила для захисту будівель від екстремальних погодних умов сприяють зниженню ризиків ушкоджень та руйнувань, а також спрямовані на зниження ступеня чутливості людей, майна та природних ресурсів до дії довгострокових кліматичних змін.

3) **Заходи, спрямовані на підвищення потенціалу міст для подолання надзвичайних кліматичних подій**, застосовують під час або після стихійних лих із масштабною мобілізацією людських та фінансових ресурсів. Такі заходи розробляють і планують заздалегідь, і відповідальність за їх реалізацію покладається на адміністративні органи. Заходи включають створення «місць для охолодження» під час сильної спеки, швидку мобілізацію спеціальних бригад для розчищення доріг після ураганів та повеней, виділення коштів із спеціального фонду на випадок пожеж або інших надзвичайних ситуацій.

4) **Заходи, спрямовані на отримання вигоди**, окреслюють позитивні аспекти кліматичних змін та розкривають перспективи залучення додаткового фінансування до певних секторів міського розвитку та галузей економіки [6]. Наприклад, програми інвестування енергоефективної реконструкції житлово-комунального господарства, зелені тарифи для сонячної енергетики тощо.

Для умов України визначення таких заходів та формулювання методичних рекомендацій було здійснено в дослідженні «Оцінка вразливості до змін клімату: Україна» [8]. Включення цих заходів до стратегічних документів розвитку міст дозволить суттєво посилити стійкість урбанізованих територій до кліматичних ризиків. Необхідними умовами успішного втілення адаптаційних стратегій є обізнаність муніципальної влади щодо наслідків кліматичних змін та готовність до активного впровадження відповідних заходів, наявність інформаційної бази оцінок масштабів та ризиків, спроможність розробляти дієві стратегічні плани з адаптації, можливість залучення фінансування, високий рівень екологічної свідомості та соціальної відповідальності населення, активність громадянського суспільства. Загальна схема підготовки стратегії з адаптації до впливів зміни клімату має включати такі кроки: визначення очікуваних впливів зміни клімату і створення умов для успішного втілення адаптаційних процесів, оцінка вразливості території та секторів міського розвитку, визначення напрямків стратегії з адаптації, вибір та впровадження адаптаційних заходів. Місцеві стратегії з адаптації мають бути невід'ємною частиною будь-якої стратегії територіального розвитку при розробці місцевих планів реконструкції соціального житла, реагування на спалахи хвороб, протипаводкових заходів, розвитку систем місцевої екологічної стабільності, транспортної інфраструктури тощо.

Відповідно до рекомендацій Європейської Комісії всі політики, стратегії, плани і програми повинні враховувати повний обсяг ризиків, пов'язаних зі зміною клімату [20]. В Україні підхід до включення заходів з адаптації до стратегічних планів розвитку міст реалізується через ініціативу «Угода мерів за сталий енергетичний розвиток на місцевому рівні», що була започаткована Європейською комісією в 2008 році. На сьогодні підписантами Угоди є понад 190 міст, селищ та ОТГ, в яких проживає близько 49% населення України [12]. Відповідно до Угоди міста зобов'язуються здійснювати заходи для сприяння сталому енергетичному розвитку, пом'якшенню зміни клімату, зменшенню кількості викидів парникових газів та адаптації до наявних змін. Кожне місто-учасник має створити Базовий кадастр викидів та розробити і реалізувати План дій зі сталого енергетичного розвитку та клімату до 2030 року [6].

На виконання Паризької угоди та Плану заходів щодо виконання Концепції реалізації державної політики у сфері зміни клімату на період до 2030 року розроблено Стратегію низьковуглецевого розвитку України до 2050 року, в якій Україна взяла на себе зобов'язання по досягненню зниження індикативного показника викидів парникових газів на 31–34% у 2050 році порівняно з 1990 роком [8]. Для зниження темпів глобального потепління до 1,5°C необхідні швидкі та широкомасштабні зміни у використанні енергетичних, земельних, міських та інфраструктурних об'єктів (включаючи транспорт і будівлі) і промислових систем [3]. Слід зазначити, що за останні роки Україна значно піднялася в рейтингу Climate Change Performance Index, увійшовши у світові ТОП-20 країн, що здійснюють значний внесок у розвиток міжнародного

кліматичного руху [19]. Міста є центрами інноваційного розвитку, що посилює відповідальність та відкриває можливості перевести процеси адаптації та підвищення стійкості до зміни клімату на якісно новий рівень.

Висновки

1. В результаті глобальних кліматичних змін зростає тривалість спекотних періодів та інтенсивність стихійних гідрометеорологічних явищ, змінюється режим випадання опадів, що у поєднанні з підвищенням темпів урбанізації представляє серйозну загрозу соціальній стабільності, економічній та екологічній безпеці міського населення та середовища.

2. Серед секторів міського розвитку транспортна інфраструктура та міська мобільність, промисловість та розвиток підприємництва, житлово-комунальне господарство та публічний простір, розбудова міста і земельні відносини найбільш суттєво впливають на кліматичні зміни.

3. За умов належного стратегічного планування та розвитку, такі міські сектори, як інвестиції, охорона здоров'я та здоровий спосіб життя, освіта, соціальна підтримка та допомога, екополітика та охорона довкілля, безпека та цивільний захист, адміністративні послуги, можуть значно сприяти зменшенню негативних наслідків урбанізації на клімат та підвищити захист міського населення та територій від впливу кліматичних змін.

4. Вразливим до кліматичних впливів виявився туристичний сектор міського розвитку, а також встановлено опосередковані взаємозв'язки з кліматичними змінами для таких секторів, як історична та архітектурна спадщина, культура та ринок праці.

5. Зменшення вразливості міст до кліматичних змін передбачає заходи, спрямовані на підвищення адаптаційного потенціалу, зниження ризиків та ступеня чутливості, збільшення потенціалу для подолання надзвичайних подій та отримання вигоди внаслідок кліматичних змін.

6. Зниження впливу урбанізованого середовища на кліматичні зміни потребує комплексного стратегічного плану для кожного сектору міського розвитку з переліком конкретних заходів на основі кращого міжнародного досвіду з адаптацією до конкретних міських територій.



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



The publication was prepared in the framework of project «Multilevel Local, Nation- and Regionwide Education and Training in Climate Services, Climate Change Adaptation and Mitigation 619285-EPP-1-2020-1-FI-EPPKA2-CBHE-JP» The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents, which reflect the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Демоскоп Weekly. Волны жары и смертность населения. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.demoscope.ru/weekly/2010/0439/tema02.php>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 10.04.2021.
2. Державна служба України з надзвичайних ситуацій [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.dsns.gov.ua/>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 10.04.2021.
3. Зміна клімату: наслідки та заходи адаптації: аналіт. доповідь / [С.П. Іванюта, О.О. Коломієць, О.А. Малиновська, Л.М. Якушенко]; за ред. С.П. Іванюти. – К. : НІСД, 2020. – 110 с.
4. Інформаційно-аналітична довідка про виникнення НС в Україні упродовж 2019 року [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.dsns.gov.ua/ua/Dovidka-za-kvartal/103179.html>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 10.04.2021.
5. Кривомаз Т.І. Зниження впливу будівельної галузі на кліматичні зміни шляхом впровадження принципів зеленого будівництва / Т.І. Кривомаз, А.М. Савченко // Екологічна безпека та природокористування. – 2021. – № 37 (1). – С. 55-68.
6. Массей Е. Довід Європейського Союзу в адаптації до зміни клімату та застосування його в Україні. – Бюро Координатора з економічної та довкілляної діяльності ОБСЄ, 2012. – 40 с.
7. Обиход Г. Організаційно-економічні механізми превентивації впливу кліматичних змін на урбонуральні території / Г. Обиход, А. Омельченко // Економіка природокористування і сталий розвиток. – 2020. – № 7. – С. 15–20.
8. Оцінка вразливості до змін клімату: Україна [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://necu.org.ua/wpcontent/uploads/ukraine_cc_vulnerability.pdf. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 10.04.2021.
9. Стратегія розвитку міста Києва до 2025 року (нова редакція) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://dei.kyivcity.gov.ua/files/2017/7/28/Strategy2025new.pdf>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 10.04.2021.
10. Шевченко О., Сніжко С. Зміна клімату та українські міста: прояви та проєкції до кінця ХХІ століття на основі RCP-сценаріїв / О. Шевченко, С. Сніжко // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка: ГЕОГРАФІЯ. – 2019. – 2(75). – С. 11–18.
11. A Good Climate For Counties [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://webgate.ec.europa.eu/life/publicWebsite/index.cfm?fuseaction=search.dspPage&n_proj_id=3773. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 10.04.2021.
12. C40 Cities [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.c40.org. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 10.04.2021.
13. Cities and climate change global report on human settlements. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://unhabitat.org/cities-and-climate-change-global-report-on-human-settlements-2011>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 10.04.2021.
14. Climate Change Performance Index. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.climate-changeperformance-index.org>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 10.04.2021.
15. Comparing apples and oranges: The dependent variable problem in comparing and evaluating climate change adaptation policies. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959378013001283>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 10.04.2021.
16. GRACE (Gravity Recovery And Climate Experiment) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://grace.jpl.nasa.gov>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 10.04.2021.
17. Guide to Climate Change Adaptation in Cities – The International Bank for Reconstruction and Development, 2011 – 100 p.

18. Hoffmann P. Statistical-dynamical downscaling of the urban heat island in Hamburg, Germany / P. Hoffmann, R. Schoetter, K.H. Schlünzen // *Meteorologische Zeitschrift*. – 2016. – Vol. 27(2). – P. 89–109.
19. IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.ipcc.ch>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 10.04.2021.
20. ISO 14090 «Адаптація до зміни клімату – принципи, вимоги та керівництва» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://docs.cntd.ru/document/1200167738>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 10.04.2021.
21. Kozarcenin S. The effect of increased coupling strength between electricity and heating systems in different climate scenarios for Europe / S. Kozarcenin, G.B. Andresen // *Energy and Climate Change*. – 2021. – Vol. 2. – 100039.
22. Kryvomaz T. Applying of green building standards for implementation of the city development strategies in Kyiv / T. Kryvomaz, D. Varavin // *USEFUL*. – 2019. – Vol. 3(1). – P. 16-30.
23. New Climate Economy. A Roadmap for Financing Sustainable Infrastructure [Електронний ресурс]. – Режим доступу: newclimateeconomy.report/2016/a-roadmap-for-financing-sustainable-infrastructure. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 10.04.2021.
24. Santer B. D. Celebrating the Anniversary of Three Key Events in Climate Change Science / B.D. Santer, C.J.W. Bonfils, Q. Fu, J.C. Fyfe, G.C. Hegerl, C. Mears, J.F. Painter, S. Po-Chedley, F.J. Wentz, M.D. Zelinka, C.-Z. Zou // *Nature Climate Change*. – 2019. – Vol. 9. – P. 180–182.
25. The United Nations Human Settlements Programme – UN-НАВІТАТ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://unhabitat.org>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 10.04.2021.
26. World Health Organization (WHO) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.who.int. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 10.04.2021.

Стаття надійшла до редакції 15.04.2021 і прийнята до друку після рецензування 31.05.2021

REFERENCES

1. Demoskop Weekly. Volny zhary i smertnost' naselenija [Demoscope Weekly. Heat waves and mortality]. Retrieved 10.04.2021 from: <http://www.demoscope.ru/weekly/2010/0439/tema02.php> (in Russian).
2. State emergency service of Ukraine. Retrieved 10.04.2021 from <https://www.dsns.gov.ua/> (in Ukrainian).
3. Ivaniuta, S.P., Kolomiets, O.O., Malynovska, O.A., & Yakushenko, L.M. (2020). *Zmina klimatu: naslidky ta zakhody adaptatsii: analit. dopovid* [Climate change: consequences and adaptation measures: analyte. report]. (S.P. Ivaniuta, Ed.). Kyiv: NISD (in Ukrainian).
4. Informatsiyno-analitychna dovidka pro vynyknennya NS v Ukrayini uprodovzh 2019 roku [Information and analytical report on the occurrence of emergencies in Ukraine during 2019]. Retrieved 10.04.2021 from: <https://www.dsns.gov.ua/ua/Dovidka-za-kvartal/103179.html> (in Ukrainian).
5. Kryvomaz, T. I., & Savchenko, A. M. (2021). The reducing of construction industry influence on climate change by implementation of green building principles. *Environmental Safety and Natural Resources*, 37 (1), 55-68. <https://doi.org/10.32347/2411-4049.2021.1.55-68> (in Ukrainian).
6. Massey, E. (2012). *Dosvid Yevropeys'koho Soyuzu v adaptatsiyi do zminy klimatu ta zastosuvannya yoho v Ukrayini* [The experience of the European Union in adapting to climate change and its application in Ukraine]. Office of the OSCE Economic and Environmental Coordinator (in Ukrainian).
7. Obykhod, H., & Omel'chenko, A. (2020). Orhanizatsiyno-ekonomichni mekhanizmy preventyziatsiyi vplyvu klimatychnykh zmin na urborural'ni terytoriyi [Organizational and

- economic mechanisms for preventing the impact of climate change on urban areas]. *Ekonomika pryrodokorystuvannya i stalyy rozvytok*, 7, 15-20 (in Ukrainian)
8. Otsinka vrazlyvosti do zmin klimatu: Ukrayina [Climate change vulnerability assessment: Ukraine]. Retrieved 10.04.2021 from: http://necu.org.ua/wpcontent/uploads/ukraine_cc_vulnerability.pdf (in Ukrainian)
 9. Stratehiyi rozvytku mista Kyyeva do 2025 roku (nova redaktsiya) [Kyiv City Development Strategies until 2025 (new edition)]. Retrieved 10.04.2021 from: <https://dei.kyivcity.gov.ua/files/2017/7/28/Strategy2025new.pdf> (in Ukrainian)
 10. Shevchenko, O., & Snizhko, S. (2019). Zmina klimatu ta ukrayins'ki mista: proyavy ta proektsiyi do kintsya KhKhI stolittya na osnovi RCP-stsenariyiv [Climate change and Ukrainian cities: manifestations and projections to the end of the XXI century based on RCP-scenarios]. *Visnyk Kyyivs'koho natsional'noho universytetu imeni Tarasa Shevchenka: HEOHRAPHIA*, 2 (75), 11-18 (in Ukrainian)
 11. A Good Climate For Counties. Retrieved 10.04.2021 from: https://webgate.ec.europa.eu/life/publicWebsite/index.cfm?fuseaction=search.dspPage&n_proj_id=3773.
 12. C40 Cities. Retrieved 10.04.2021 from: www.c40.org.
 13. Cities and climate change global report on human settlements. Retrieved 10.04.2021 from: <https://unhabitat.org/cities-and-climate-change-global-report-on-human-settlements-2011>.
 14. Climate Change Performance Index. Retrieved 10.04.2021 from: <https://www.climate-changeperformance-index.org>.
 15. Comparing apples and oranges: The dependent variable problem in comparing and evaluating climate change adaptation policies. Retrieved 10.04.2021 from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959378013001283>.
 16. GRACE (Gravity Recovery And Climate Experiment) Retrieved 10.04.2021 from: <https://grace.jpl.nasa.gov>.
 17. Guide to Climate Change Adaptation in Cities (2011). The International Bank for Reconstruction and Development.
 18. Hoffmann, P., Schoetter, R., & Schlünzen, K.H. (2016). Statistical-dynamical downscaling of the urban heat island in Hamburg, Germany. *Meteorologische Zeitschrift*, 27 (2), 89-109.
 19. IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change Retrieved 10.04.2021 from: <https://www.ipcc.ch>.
 20. ISO 14090 «Adaptatsiya do zminy klimatu – pryntsypy, vymohy ta kerivnytstva» [ISO 14090 "Climate change adaptation – principles, requirements and guidelines"]. Retrieved 10.04.2021 from: <https://docs.cntd.ru/document/1200167738> (in Ukrainian).
 21. Kozarcenin, S., & Andresen, G.B. (2021). The effect of increased coupling strength between electricity and heating systems in different climate scenarios for Europe. *Energy and Climate Change*, 2, 100039.
 22. Kryvomaz, T., & Varavin, D. (2019). Applying of green building standards for implementation of the city development strategies in Kyiv. *USEFUL*, 3 (1), 16-30.
 23. New Climate Economy. A Roadmap for Financing Sustainable Infrastructure. Retrieved 10.04.2021 from: newclimateeconomy.report/2016/a-roadmap-for-financing-sustainable-infrastructure.
 24. Santer, B.D., Bonfils, C.J.W., Fu, Q., Fyfe, J.C., Hegerl, G.C., Mears, C. et al. (2019). Celebrating the Anniversary of Three Key Events in Climate Change Science. *Nature Climate Change*, 9, 180-182.
 25. The United Nations Human Settlements Programme – UN-HABITAT. Retrieved 10.04.2021 from: <https://unhabitat.org>.
 26. World Health Organization (WHO). Retrieved 10.04.2021 from: www.who.int.

The article was received 15.04.2021 and was accepted after revision 31.05.2021

Кривомаз Тетяна Іванівна

доктор технічних наук, кандидат біологічних наук, професор кафедри охорони праці та навколишнього середовища Київського національного університету будівництва та архітектури

Адреса робоча: 03037 Україна, м. Київ, проспект Повітрофлотський, 31

ORCID ID: 0000-0001-7426-8745, *e-mail:* ecol@i.ua

Савченко Антоніна Михайлівна

старший викладач Київського національного університету будівництва та архітектури

Адреса робоча: 03037 Україна, м. Київ, проспект Повітрофлотський, 31

e-mail: asav2509@gmail.com