

АНАЛІЗ ВПЛИВУ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН НА СТРУКТУРУ ТА ДИНАМІКУ ПРИРОДНИХ ЛАНДШАФТІВ

Герасимчук О.Л., Кагукіна А.М., Шевчук Л.М., Васильєва Л.А.

Державний університет «Житомирська політехніка»

вул. Чуднівська, 103, 10005, м. Житомир

kgt_gol@ztu.edu.ua, ke_kham@ztu.edu.ua, knz_shlm@ztu.edu.ua, knz_vla@ztu.edu.ua

У статті висвітлено ключові вектори трансформації природних ландшафтів, які відбуваються в умовах глобальних кліматичних змін, що дедалі частіше виявляються у вигляді підвищення середньорічної температури, зростання кількості екстремальних погодних явищ, порушення водного режиму, деградації ґрунтів і зменшення біорізноманіття. Кліматичні зміни у XXI столітті розглядаються як один із найвпливовіших чинників перебудови як природних, так і культурно-антропогенних ландшафтів. Особлива увага приділена комплексному міждисциплінарному підходу, що поєднує географічні, екологічні, соціально-економічні та просторово-планувальні знання. У роботі наведено приклади ландшафтних трансформацій у різних регіонах світу – від танення вічної мерзлоти в Арктиці до опустелювання у Середземномор'ї, а також охарактеризовано специфіку таких змін на території України. Аналіз проведено з урахуванням регіональних особливостей – зокрема, деградації чорноземів у степовій зоні, змін у лісових угрупованнях лісостепу, перебудови гідрологічних режимів Полісся та вертикальної міграції флори в Карпатах.

Увага зосереджена на необхідності формування нових концептуальних підходів до управління ландшафтами в умовах кліматичної нестабільності. Дослідження дозволяє краще зрозуміти складні взаємозв'язки між компонентами довкілля та суспільством, підкреслюючи важливість інтеграції наукових знань у практику адаптації до змін клімату. Це сприятиме формуванню сталих стратегій розвитку, що враховують як природні, так і соціальні виклики сучасності. Такий підхід відкриває нові горизонти для комплексного управління природними ресурсами, створюючи умови для гармонійного співіснування людини і природи в контексті мінливого клімату. *Ключові слова:* кліматичні зміни, природні ландшафти, ландшафтна динаміка, міждисциплінарний підхід, деградація ґрунтів, біорізноманіття, адаптивне управління, географія, ландшафтні послуги, сталий розвиток, зміна клімату, просторове планування.

Analysis of the impact of climate change on the structure and dynamics of natural landscapes. Herasymchuk O., Kahukina A., Shevchuk L., Vasilieva L.

The article highlights the key vectors of transformation of natural landscapes that occur in the context of global climate change, which is increasingly manifested in the form of an increase in average annual temperature, an increase in the number of extreme weather events, disruption of the water regime, soil degradation and a decrease in biodiversity. Climate change in the twenty-first century is considered to be one of the most influential factors in the restructuring of both natural and cultural and anthropogenic landscapes. Particular attention is paid to an integrated interdisciplinary approach that combines geographical, ecological, socio-economic and spatial planning knowledge. The paper provides examples of landscape transformations in different regions of the world – from permafrost melting in the Arctic to desertification in the Mediterranean – and describes the specifics of such changes in Ukraine. The analysis is based on regional peculiarities, in particular, the degradation of black soils in the steppe zone, changes in forest communities of the forest-steppe, restructuring of hydrological regimes in Polissya and vertical migration of flora in the Carpathians. Attention is focused on the need to develop new conceptual approaches to landscape management in the face of climate instability. The research allows for a better understanding of the complex interrelationships between environmental components and society, emphasising the importance of integrating scientific knowledge into climate change adaptation practices. This will contribute to the formation of sustainable development strategies that take into account both natural and social challenges of our time. This approach opens up new horizons for integrated natural resource management, creating conditions for the harmonious coexistence of humans and nature in the context of a changing climate. *Key words:* climate change, natural landscapes, landscape dynamics, interdisciplinary approach, soil degradation, biodiversity, adaptive management, geography, landscape services, sustainable development, climate change, spatial planning.

Актуальність дослідження. Кліматичні зміни, які відбуваються у XXI столітті, мають глибокий і комплексний вплив на функціонування геосистем. Клімат – один із головних формотворчих чинників ландшафту, його тривалі зміни спричиняють суттєві перетворення як у фізико-географічних, так і в біо-екологічних складниках ландшафтів. За останні десятиліття спостерігається загальносвітова тенденція до

підвищення температури, зростання кількості посух, а також порушення сезонних циклів, що напряму впливає на структуру та функціонування природних комплексів [1]. Зростання середньорічної температури призводить до зменшення площі снігового покриву і багаторічної мерзлоти, зміщення меж ландшафтних зон та пришвидшення біогеохімічних циклів у ґрунтах. Зменшення або перерозподіл

опадів змінює гідрологічний режим річок і озер, вологість ґрунтів, динаміку заболочування або опустелювання територій та створює ризики ерозійних процесів та зсувів. Підвищення частоти екстремальних явищ таких як повені, шторми, тривалі засухи, призводять до руйнування ландшафтно́ї структури, деградації ґрунтів, втрати фітоценозів та біоценозів та активізації природних небезпек. Просторовим прикладом трансформацій є Арктика [2], де танення вічної мерзлоти спричиняє утворення термокарстів і заболочення тундрових ландшафтів. Також, ще одним прикладом є Середземномор'я, де зменшення опадів веде до опустелювання й заміни лісів ксерофітними формаціями. В Україні у південних і східних регіонах спостерігається зростання частоти посух, деградація чорноземів і поступове зміщення меж лісостепу на північ [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

У сучасних наукових дослідженнях ландшафт розглядається як складна динамічна система, що реагує на численні зовнішні й внутрішні чинники – від кліматичних змін до антропогенного впливу. Розуміння структури, функцій та трансформацій ландшафтів є важливим не лише для географії чи екології, а й для сталого планування територій, охорони довкілля та розробки адаптаційних стратегій в умовах глобальних змін. У науковому дискурсі особливу увагу приділяють міждисциплінарному підходу до вивчення ландшафтних процесів, що дозволяє глибше усвідомити взаємозв'язки між природними й соціальними компонентами середовища. Сучасні наукові праці висвітлюють ключові аспекти трансформації ландшафтів, зокрема вплив танення льодовиків, зміни землекористування, формування нових екосистем, збереження ландшафтно́ї пам'яті та запровадження концепцій, які мають прикладне значення для управління ландшафтами в умовах кліматичних викликів. Дослідження [3, с. 382] присвячене аналізу змін льодовикового покриву та їхнього впливу на глобальні та регіональні ландшафти. Авторами доведено, що танення льодовиків є безпосереднім свідченням впливу клімату на морфологію та гідрологію ландшафтів [3, с. 384]. В науковій праці [4, с. 21], автором доведено важливість історичної структури ландшафтів для формування майбутньої територіальної політики, вивчається концепція «ландшафтно́ї пам'яті» та її вплив на ідентичність місцевості, збереження біорізноманіття та сталий розвиток. Стаття [5] є ключовою для розуміння взаємозв'язку між змінами в ландшафті та глобальними екологічними процесами, авторами запропоновано міждисциплінарний підхід, що об'єднує географію, екологію та соціальні науки в аналізі трансформацій землекористування. У роботі [6] розглянуто трансформації ландшафтів унаслідок антропогенного впливу й кліматичних змін, автори вводять поняття «нових екосистем» та обґрунтовують адаптивні стратегії ландшафтно́ї реконструкції. Автори [7, с. 439] вводять

поняття «антропогенних біомів» – нову концепцію, яка дозволяє по-іншому поглянути на сучасні ландшафти, сформовані значною мірою під впливом людської діяльності. У дослідженні підкреслюється, що більшість наземних екосистем нині вже не є «природними» у класичному розумінні, а є результатом тривалої взаємодії людини та природи. Такий підхід відкриває ширші можливості для аналізу глобальних трансформацій у середовищі існування та розуміння новітньої структури ландшафтів. У дослідженні [8, с. 570] розглядаються широкомасштабні наслідки змін у землекористуванні, які відчутно впливають на кліматичні процеси, стан біорізноманіття та функціонування екосистем, оскільки перетворення природних територій, спричинене діяльністю людини, має складні й взаємопов'язані екологічні наслідки. У [9, с. 241] автори розглядають можливості застосування адаптаційних стратегій для збереження й ефективного управління природними ландшафтами в умовах зростаючого кліматичного тиску. Основна увага приділяється пошуку шляхів, які дозволяють зберігати екологічну рівновагу, підтримувати функціональність екосистем та мінімізувати ризики, пов'язані зі змінами клімату. Розглянуто поняття «ландшафтного управління» – підходу, який враховує не лише екологічні чинники, а й соціально-економічний контекст території. Автори наголошують на важливості довгострокового бачення та інтеграції наукових знань у практику управління ландшафтами з метою забезпечення їхньої стійкості та здатності адаптуватися до нових умов. На прикладі Середземномор'я показано регіональні наслідки глобальних змін, а саме як зміни клімату впливають на водний режим, ерозійні процеси та структуру ландшафту [10]. У [11] впроваджується поняття «ландшафтних послуг», які поєднують екологічну функцію з соціальною цінністю. Це сучасний підхід до охорони та відновлення ландшафтів із залученням місцевих громад.

Метою дослідження є проаналізувати вплив кліматичних змін на структуру та динаміку природних ландшафтів у глобальному та регіональному контексті, з акцентом на міждисциплінарний підхід до дослідження ландшафтних трансформацій.

Виклад основного матеріалу дослідження.

У сучасному світі ландшафти все більше розглядаються не лише як природні утворення, а як складні, динамічні системи, що постійно змінюються під впливом взаємодії природних процесів і людської діяльності [12]. Вони відображають історію землекористування, культурні практики, економічні потреби та екологічні виклики. Особливої актуальності набуває міждисциплінарний підхід до вивчення ландшафтів – як у межах ландшафтно́ї екології, так і в контексті глобальних екологічних змін. У контексті зростаючого тиску на природні ресурси, викликаного урбанізацією, інтенсифікацією сільського господарства та зміною клімату, виникає потреба

в нових наукових підходах до управління просторовими структурами. Наука про зміни земель та концепція ландшафтних послуг відкривають можливості для глибшого розуміння зв'язку між людиною і довкіллям, а також для розробки практичних рішень щодо сталого розвитку територій [13–15]. Ландшафти змінюються, оскільки вони є вираженням динамічної взаємодії між природними та культурними силами в навколишньому середовищі [16]. Культурні ландшафти є результатом послідовної реорганізації землі з метою кращої адаптації її використання та просторової структури до змінних суспільних потреб [4]. Наука про зміни земель стала фундаментальним компонентом досліджень глобальних змін навколишнього середовища та сталого розвитку. Ця міждисциплінарна галузь прагне зрозуміти динаміку земного покриву та землекористування як пов'язану систему людина-довкілля для вирішення теорії, концепцій, моделей та застосувань, що стосуються екологічних та суспільних проблем, включаючи їх перетин [5]. Люди фундаментально змінили глобальні моделі біорізноманіття та екосистемних процесів [7]. Землекористування загалом вважається локальною екологічною проблемою, але воно стає силою глобального значення. Зміни в лісах, сільськогосподарських угіддях, водних шляхах та повітрі [17] у всьому світі зумовлені необхідністю забезпечити їжею, клітковиною, водою та житлом понад шість мільярдів людей. За останні десятиліття площі сільськогосподарських угідь, пасовищ, плантацій та міських районів у світі розширилися, що супроводжується значним збільшенням споживання енергії, води та добрив, а також значними втратами біорізноманіття [8]. Управління екосистемами – це орієнтована на дії структура, спрямована на сприяння соціально-екологічній стійкості планети, що швидко змінюється [9]. Ландшафтна екологія має можливість стати науковою основою сталого розвитку ландшафтів. Коли політика просторового планування децентралізована, місцеві суб'єкти повинні співпрацювати, щоб вирішувати питання змін, які необхідно внести в ландшафт, щоб краще врахувати їхнє сприйняття цінності [11]. Дослідження ландшафтно-екологічних питань повинні більше зосереджуватися на цих питаннях, і пропонуємо концепцію ландшафтних послуг як об'єднуючої спільної основи, де вчених з різних дисциплін заохочують до співпраці у створенні спільної бази знань, яку можна інтегрувати в багатофункціональний, керований суб'єктами розвиток ландшафтів [11]. Ландшафти слід розглядати як відкриті системи, які постійно адаптуються до соціальних, економічних і екологічних викликів. Зміни землекористування, зростання антропогенного навантаження [18] та глобальні кліматичні трансформації формують нову реальність, у якій традиційні підходи до вивчення та управління ландшафтами вже не є достатніми. Інтеграція знань із різних галузей – географії, екології, соціології, пла-

нування – дозволяє формувати сучасне бачення ландшафтно-політики, орієнтованої на довгострокову екологічну рівновагу та соціальну справедливість.

Значним викликом у контексті кліматичних змін є деградація ґрунтового покриву, яка проявляється у формі ерозії, виснаження органічної речовини та зниження водоутримувальної здатності. Навіть незначне зменшення кількості опадів може призвести до незворотних змін у ґрунтовому профілі [19]. Такі процеси не лише впливають на локальні екосистеми, а й порушують загальну екологічну рівновагу регіонів [20]. Крім того, кліматичні зміни змінюють ареали природної рослинності, зокрема відбувається вертикальна та широтна міграція видів. У гірських системах спостерігається поступове зсування рослинних поясів, що змінює флористичний склад ландшафтів і може спричинити втрату ендемічних видів. Ці біотичні зрушення супроводжуються перебудовою ландшафтних структур – зменшенням стабільності фітоценозів, порушенням міжвидових взаємозв'язків і зростанням ризику інвазії чужорідних видів. Ще одним важливим аспектом є вплив кліматичних змін на водний баланс природних територій. Зміни сезонності опадів, скорочення обсягу снігового покриву та підвищення температури впливають на гідрологічний режим річок, озер і водно-болотних угідь. Унаслідок цього змінюється не лише водозабезпечення екосистем, а й формуються нові мікроландшафтні умови, що сприяють виникненню нетипових біотопів або деградації існуючих. Також, варто звернути увагу на соціоекологічний вимір ландшафтних змін. Підвищення частоти природних катастроф, таких як зсуви, повені, лісові пожежі, посилює тиск на природні системи, вимагаючи впровадження превентивних стратегій просторового планування. У зв'язку з цим актуальним стає застосування концепції адаптивного ландшафтного менеджменту, який передбачає гнучке реагування на кліматичні ризики з урахуванням природної стійкості територій та потреб місцевого населення. Кліматичні зміни мають комплексний і багатовимірний вплив на природні ландшафти, зумовлюючи структурні перебудови, зміну динаміки процесів та необхідність нових підходів до ландшафтного аналізу й управління.

В умовах України кліматичні зміни [21; 22] також спричиняють помітні зрушення у структурі природних ландшафтів. Найвразливішими вважаються степові регіони Півдня та Сходу, де збільшення середньорічної температури, зменшення опадів та збільшення кількості посушливих днів призводить до опустелювання, деградації ґрунтів та втрати продуктивності природної рослинності. Особливо страждають чорноземні ландшафти, які втрачають вологу та біологічну активність, що загрожує не лише екологічною деградацією, а й зниженням сільськогосподарського потенціалу території. У лісостеповій зоні відзначаються зміни у складі лісових угру-

повань. Через зниження вологості та підвищення температур частішають випадки всихання дубових і соснових лісів, зростає вразливість до шкідників та лісових пожеж. Крім того, скорочення тривалості снігового покриву знижує водонакопичення в ґрунтах у весняний період, що порушує баланс вологи у лісових екосистемах. Полісся, як зона з відносно вологим кліматом, демонструє поступове зміщення ареалів вологолюбних рослин на північ. Зміни в режимі опадів та підвищення температур сприяють заболочуванню в одних районах і водночас осушенню в інших. Це призводить до перебудови торфових і болотних ландшафтів, змін у гідрології та втрати характерних біотопів. У Карпатах спостерігається підняття межі лісу, що є проявом вертикальної міграції біоценозів. Зокрема, види, типові для нижчих поясів, поступово «піднімаються» вище, витісняючи субальпійську флору. Танення снігу та льодовиків (зокрема, малих карових форм) порушує гідрологічний режим, збільшуючи ризик паводків і зсувів, що впливає як на природні, так і на антропогенно змінені ландшафти.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Кліматичні зміни виступають одним із головних чинників, що визначають сучасну трансформацію природних ландшафтів. У різних географічних зонах вони проявляються через зміну температурного режиму, перерозподіл опадів, зростання частоти екстремальних погодних явищ, деградацію ґрунтів, зміщення меж рослинних ареалів і зміни у водному

балансі територій. Усе це спричиняє перебудову морфологічної структури ландшафтів, порушення екологічної рівноваги та втрату природного різноманіття. Узагальнення наукових напрацювань дало змогу констатувати, що трансформаційні процеси в ландшафтах під впливом кліматичних змін характеризуються не лише природною детермінованістю, а й виразним соціоекологічним компонентом. Стійкість ландшафтних систем залежить від ефективності адаптаційного управління, застосування міждисциплінарних підходів та врахування локальних особливостей кожної території. Застосування таких концепцій, як ландшафтні послуги, адаптивне планування та інтегроване землекористування, створює підґрунтя для збалансованого розвитку в умовах змінного клімату. Формування стратегій сталого управління природними ландшафтами вимагає глибокого наукового осмислення сучасних кліматичних викликів, постійного моніторингу стану довкілля та залучення місцевих спільнот до прийняття рішень. Лише в умовах співпраці науки, суспільства та влади можливо забезпечити адаптивність і життєздатність природних ландшафтів у ХХІ столітті. Кліматичні зміни чинять істотний і багатовекторний вплив на природні ландшафти, а їх динаміка вимагає постійного моніторингу, адаптивного управління територіями та впровадження принципів сталого розвитку. Майбутні дослідження мають базуватись на міждисциплінарному підході, що враховує як природні, так і соціально-економічні аспекти трансформацій геосистем.

Література

1. Пацева І.Г., Кагукіна А.М., Луньова О.В. Тенденції зміни клімату Житомирщини. *Екологічні науки*. 2023. Вип. 6(51). С. 156–159.
2. Безлатня Л.О., Ситник О.І. Кліматичні зміни в Арктиці: вплив на океанічні течії та екосистеми Атлантичного океану. *Природнича освіта та наука*. 2025. № 1. С. 118–126. <https://doi.org/10.32782/NSER/2025-1.19>
3. M. Zemp, M. Huss, E. Thibert, N. Eckert, R. McNabb, J. Huber, M. Barandun, H. Machguth, S. U. Nussbaumer, I. Gärtner-Roer, L. Thomson, F. Paul, F. Maussion, S. Kutuzov, J. G. Cogley. Global glacier mass changes and their contributions to sea-level rise from 1961 to 2016. *Nature*. 2019. Vol. 568. P. 382–386. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1071-0>
4. Antrop M. Why landscapes of the past are important for the future. *Landscape and Urban Planning*. 2005. Vol. 70(1–2). P. 21–34.
5. Turner B.L., Lambin E.F., Reenberg A. The emergence of land change science for global environmental change and sustainability. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2007. Vol. 104(52). P. 20666–20671. <https://doi.org/10.1073/pnas.0704119104>
6. Perring M.P., Standish R.J., Hobbs R.J. Incorporating novelty and novel ecosystems into restoration planning and practice in the 21st century. *Ecological Processes*. 2013. Vol. 2(1). P. 1–8. <https://doi.org/10.1186/2192-1709-2-1>
7. Ellis E.C., Ramankutty N. Putting people in the map: anthropogenic biomes of the world. *Frontiers in Ecology and the Environment*. 2008. Vol. 6(8). P. 439–447. <https://doi.org/10.1890/070062>
8. Jonathan A. Foley, Ruth Defries, Gregory P. Asner, Carol Barford, Gordon Bonan, Stephen R. Carpenter, F. Stuart Chapin, Michael T. Coe, Gretchen C. Daily, Holly K. Gibbs, Joseph H. Helkowski, Tracey Holloway, Erica A. Howard, Christopher J. Kucharik, Chad Monfreda, Jonathan A. Patz, I. Colin Prentice, Navin Ramankutty, Peter K. Snyder. Global Consequences of Land Use. *Science*. 2005. Vol. 309(5734). P. 570–574. <https://doi.org/10.1126/science.1111772>
9. F. Stuart Chapin, Stephen R. Carpenter, Gary P. Kofinas, Carl Folke, Nick Abel William C. Clark, Per Olsson, D. Mark Stafford Smith, Brian Walker, Oran R. Young, Fikret Berkes, Reinette Biggs, J. Morgan Grove, Rosamond L. Naylor, Evelyn Pinkerton, Will Steffen, Frederick J. Swanson. Ecosystem stewardship: sustainability strategies for a rapidly changing planet. *Trends in Ecology & Evolution*. 2010. Vol. 25(4). P. 241–249. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2009.10.008>
10. Massimo Zecchin, Daniel Praeg, Silvia Ceramicola, Francesco Muto Mediterranean water resources in a global change scenario. *Earth-Science Reviews*. 2015. Vol. 143. P. 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2015.01.006>
11. Termorshuizen J.W., Opdam P. Landscape services as a bridge between landscape ecology and sustainable development. *Landscape Ecology*. 2009. Vol. 24. P. 1037–1052. <https://doi.org/10.1007/s10980-008-9314-8>
12. Ковальчук І., Мартинюк В., Логвиненко І., Зубкович І. Ландшафтна структура та гідрохімічний стан ставу Верхів як передумова розробки екологічного паспорта водойми. *Природнича освіта та наука*. 2024. № 6. С. 136–145. <https://doi.org/10.32782/NSER/2024-6.18>

13. Герасимчук О.Л., Мельник-Шамрай В.В., Шевчук Л.М., Васільєва Л.А. Інноваційні підходи до розвитку землеустрою в контексті сталого розвитку територій. *Екологічні науки*. 2023. № 4(55). С. 202–206.
14. Кагукіна А.М., Пацева І.Г. Графічний аналіз закономірностей сезонних температурних коливань та концентрації забруднювачів атмосфери міського середовища. *Екологічні науки*. 2024. Вип. 5(56). С. 193–197.
15. Луньова О.В., Герасимчук О.Л., Кагукіна А.М. Аналіз стану водних ресурсів Житомирської області та їх вплив на організм людини. *Екологічні науки*. 2022. Вип. 6(45). С. 31–34.
16. Герасимчук О., Гой В., Харів В. Використання сучасних геодезичних технологій для проведення оцінки земельних ресурсів у віддалених районах. *Технічні науки та технології*. 2024. № 4(38). С. 313–324. [https://doi.org/10.25140/2411-5363-2024-4\(38\)-313-324](https://doi.org/10.25140/2411-5363-2024-4(38)-313-324).
17. Кагукіна А.М., Пацева І.Г. Взаємозв'язок метеорологічних параметрів та забруднюючих речовин у повітряному басейні міста Житомир. *Екологічні науки*. 2025. Вип. 1(58). С. 58–64.
18. Луньова О.В., Кагукіна А.М. Аналіз антропогенного забруднення Житомирського регіону. *Екологічні науки*. 2023. Вип. 3(48). С. 48–52.
19. Харченко В.В. Використання геоінформаційних систем для потреб ландшафтного районування України. *Природнича освіта та наука*. 2024. № 4. С. 119–127. <https://doi.org/10.32782/NSER/2024-4.19>
20. Пацева І.Г., Герасимчук О.Л., Сікач Т.І., Івашкіна О.Л. Формування та реалізація державної екологічної політики. *Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського*. 2023. Вип. 6(143). <https://doi.org/10.32782/1995-0519.2023.6.7>
21. Kahukina A., Patseva I. Assessment and forecast of atmospheric pollutant dynamics in the urban ecosystem of Zhytomyr. *Technology Audit and Production Reserves*. 2025. № 2(3(82)). Р. 36–42. <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2025.326893>
22. Patseva I., Herasymchuk L., Kahukina A., Patsev I., Valerko R., Ustymenko V. The impact of forest fires in the context of climate change: an interdisciplinary analysis. *Technology Audit and Production Reserves*. 2025. № 3(3(83)). С. 25–37.

Дата першого надходження рукопису до видання: 28.10.2025

Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 28.11.2025

Дата публікації: 15.12.2025