

УДК 004.8:[005:502/504]

DOI <https://doi.org/10.32782/apfs.v056.2025.29>**А. С. Лобанова**ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3852-2675>*доктор соціологічних наук, професор,
професор кафедри соціології та соціальної роботи
Криворізького державного педагогічного університету***О. Б. Остапенко**ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0001-8691-7367>*аспірант кафедри соціології та соціальної роботи
Криворізького державного педагогічного університету*

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ У МЕНЕДЖМЕНТІ ПРИРОДООХОРОННОЇ ДІЯЛЬНОСТІ: МЕТОДОЛОГІЧНІ ПІДХОДИ, НАПРЯМИ ЗАСТОСУВАННЯ ТА РИЗИКИ

Постановка проблеми. Сучасне суспільство переживає період глобальних трансформацій, зумовлених цифровізацією, інтенсивним розвитком інформаційно-комунікаційних технологій і зростанням ролі інтелектуальних систем у процесах управління. Штучний інтелект (ШІ) дедалі активніше інтегрується у різні сфери діяльності – від економіки й державного управління до соціальної сфери та освіти. Це створює нові можливості для оптимізації управлінських рішень, підвищення ефективності організаційних процесів, прогнозування ризиків і стратегічного планування. Разом із цим виникає низка проблем, а саме: відсутність цілісної теоретико-методологічної основи використання ШІ в управлінні; брак універсальних концептуальних моделей, які б дозволяли інтегрувати штучний інтелект у традиційні управлінські системи, а також існують ризики етичного, правового та соціального характеру, пов'язані з делегуванням управлінських функцій інтелектуальним технологіям. Гострота проблеми посилюється й тим, що більшість досліджень ШІ зосереджуються переважно на його технічних можливостях, тоді як теоретико-методологічні аспекти управлінського застосування залишаються недостатньо розробленими. Саме відсутність узагальненої методології, яка б враховувала міждисциплінарний характер ШІ (поєднання інформатики, менеджменту, соціології, психології, етики і права), перешкоджає ефективному впровадженню цих технологій в менеджмент природоохоронної діяльності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У науковому дискурсі останніх років спостерігається підвищений інтерес до проблематики використання штучного інтелекту (далі ШІ) в управлінських практиках як у сфері виробництва, так і у природоохоронній діяльності. Зарубіжні науковці у своїй більшості розгляда-

ють можливості використання машинного навчання, нейронних мереж, експертних систем і технологій «великих даних» для підвищення ефективності управління складними системами. Так, М. Фаррук (M. Farooq), Х. О. Буздар (H. O. Buzdar) і С. Мухаммад (S. Muhammad) зазначають, що найбільші революційні зміни стосуються дослідницьких парадигм, методик і методів, що використовуються для аналізу великих обсягів інформації щодо виявлення особливостей взаємодії між людьми і машинами в багатьох сферах, зокрема, у виробничій і освітній [1]. К. Дреснер (K. Dresner) і П. Стоун (P. Stone) у своїх роботах наводять приклади застосування багатоагентних систем і алгоритмів для управління складними системами, зокрема при розробці транспортних сценаріїв [2]. Науковці також аналізують роль інтелектуальних алгоритмів у моніторингу стану довкілля, прогнозуванні змін клімату, управлінні відходами, оптимізації використання природних ресурсів. Зокрема, увага приділяється розробці моделей, що дозволяють виявляти закономірності у великих масивах екологічних даних і створювати системи раннього попередження екологічних загроз. Наприклад, дослідження Е. Алоатаїбі (E. Alotaibi) та Н. Нассіф (N. Nassif) містить комплексний бібліометричний та глибокий аналіз застосування штучного інтелекту та машинного навчання у моніторингу навколишнього середовища, зокрема якості повітря та води за період з 1991 по 2024 рік, включаючи моделювання кліматичних змін, оцінку біорізноманіття та управління надзвичайними ситуаціями [3].

Нігерійські науковці Д. Б. Олаваде (D. B. Olawade), О. З. Вада (O. Z. Wada), А. Олуфунке (A. Olufunke) і І. Егбеволе (I. Egbewole) обґрунтували думку про те, що застосування штучного інтелекту (ШІ) в моніторингу навколишнього середовища забезпечує точні про-

гнози щодо стихійних лих, виявлення джерел забруднення та комплексний моніторинг якості повітря і води. Однак реалізація повного потенціалу ШІ стикається з такими перешкодами, як нестача спеціалізованих експертів з ШІ в екологічному секторі та доступом до даних, контролем та конфіденційністю [4]. С. Гоур (C. Gohr) і Г. Родрігес Г. (G. Rodríguez) з колегами провели систематичний огляд 792 наукових публікацій, що застосовують технології ШІ у дослідженнях, пов'язаних із цілями сталого розвитку (SDG). Переважну кількість застосування інструментів ШІ зосереджено на алгоритмах глибинного навчання та супервізованого машинного навчання для прогнозування і оптимізації систем [5]. Вони наголошують, що близько 70% усіх проєктів ШІ у сфері сталого розвитку прямо або опосередковано пов'язані з екологічними аспектами: від управління ресурсами до прогнозування кліматичних ризиків, зокрема моніторингом навколишнього середовища (аналіз супутникових знімків, IoT-сенсори, алгоритми класифікації ландшафтів); моделюванням ризиків (повені, пожежі, забруднення); оптимізацією енергетичних і транспортних систем [5].

Л. Грейф (L. Greif), Ф. Рьокель (F. Röckel), А. Кіммір (A. Kimmig) і Дж. Овчарова (J. Ovtcharova) здійснили огляд більш ніж 400 наукових статей, у яких ШІ застосовувався для досягнення екологічних цілей сталого розвитку. Серед основних підходів вони виділяють: машинне навчання для прогнозування динаміки забруднень та оцінки якості повітря; глибоке навчання у дистанційному зондуванні Землі; еволюційні алгоритми для оптимізації систем управління відходами; багаторівневе агентне моделювання для аналізу поведінкових патернів у споживанні ресурсів. Дослідники зазначають, що понад 60% досліджень у цій сфері мають чітко виражену прикладну спрямованість, однак залишаються обмеженими у плані перевірки моделей на локальних даних, що знижує достовірність результатів у контексті конкретних регіонів [6].

Різні аспекти використання ШІ в менеджменті та маркетингу природоохоронної діяльності активно досліджують і українські науковці. А. Абрамова дослідила особливості автоматизованих систем екологічного моніторингу та ресурсозбереження [7]. А. Мацерук окреслив шляхи застосування штучного інтелекту в контексті сталого розвитку громад [8]. Ю. Кривицький здійснив загальнотеоретичний аналіз правового статусу ШІ [9]. А. Лобанова, Баюра В. І., Візниця Ю. В., Братченко Л. Є. і Каритка В. В. вважають, що для результативної екологізації

виробництва в промислових регіонах, зокрема в Криворізькому, доцільно запроваджувати європейський досвід «розумного» розвитку, який ґрунтується на інтелегентній (розумній) спеціалізації, що враховує специфіку людських, наукових і природних ресурсів регіону і ґрунтується на запровадженні новітніх розумних технологій [10].

Отже, аналіз праць українських і зарубіжних науковців засвідчує, що існує широкий спектр досліджень, в яких розкриваються окремі виміри використання ШІ у менеджменті природоохоронної діяльності та сталого розвитку. Між тим відсутнє цілісне концептуальне поле, яке б поєднувало методологічні засади застосування ШІ в управлінні природоохоронною діяльністю з урахуванням міждисциплінарного контексту їх дослідження.

Тому метою статті є обґрунтування теоретико-методологічних підходів до застосування штучного інтелекту в управлінні природоохоронною діяльністю, визначення напрямів його використання та виявлення можливих ризиків технічного, соціального, етичного і правового характеру.

Виклад основного матеріалу дослідження. У сучасній науковій парадигмі сталого розвитку та екологічного менеджменту застосування штучного інтелекту (ШІ) розглядається як ключовий напрям технологічної модернізації управління природними ресурсами. Системи ШІ, інтегровані у сфери моніторингу, прогнозування та прийняття рішень, дозволяють досягати більшої точності, оперативності й об'єктивності у контролі стану довкілля. Однак, одночасно з розширенням можливостей зростає й потреба оцінки соціальних, правових і екологічних наслідків впровадження цих технологій, особливо у промислових регіонах, де техногенне навантаження є значним.

Аналіз праць останніх років – як зарубіжних, так і українських – показує, що роль ШІ у природоохоронній діяльності набуває багатовимірного характеру. Дослідження охоплюють як технічні аспекти (моделювання, аналітика, візуалізація), так і нормативно-правові, соціально-економічні та етичні виміри використання інтелектуальних систем.

Німецькі науковці Л. Грейф (L. Greif), Ф. Рьокель (F. Röckel), А. Кіммір (A. Kimmig) і Дж. Овчарова (J. Ovtcharova) з метою визначити методи штучного інтелекту, застосовані для досягнення цілей сталого розвитку (SDGs), проаналізували наукові публікації із провідних баз даних (*IEEE Xplore*, *Scopus*, *Web of Science*, *ACM DL*, *ScienceDirect*) за 2017–2023 роки і оцінили їхній потенціал для підвищення екологіч-

ної сталості. Вони зокрема, зазначили, що ІІІ є ключовим інструментом у природоохоронній діяльності – від моніторингу довкілля та управління ресурсами до прогнозування ризиків. Водночас акцентували увагу на викликах, пов'язаних із вуглецевим слідом технологій, обмеженою увагою до соціально-правового контексту, етичних аспектів і особливу увагу звернули на парадокс «екологічного сліду» ІІІ – високому енергоспоживанні під час тренування великих моделей [6]. Як варіант вирішення цієї проблеми, науковці пропонують упровадження пояснювального ІІІ (Explainable Artificial Intelligence, XAI), етичних регуляцій і гібридних моделей машинного навантаження Auto ML (Automated Machine Learning), що автоматично підбирають ефективні й менш енергозатратні алгоритми. Ці стратегії допомагають створювати штучний інтелект, який працює ефективно, прозоро і без шкоди для довкілля і забезпечує баланс між технологічною ефективністю й екологічною сталістю. Доречно підкреслити, що проблема «екологічного сліду» технологій ІІІ розглядається і Організацією економічного співробітництва та розвитку (OECD), яка у своєму звіті за 2022 «“Measuring the environmental impacts of artificial intelligence compute and applications: The AI footprint” надає комплексний *фреймворк* для його оцінки, акцентуючи увагу на прямих і непрямих впливах від обчислень та застосувань. Дослідження, засноване на огляді літератури, консультаціях з експертами та опитуванні громадськості, визначає вуглецевий слід ІІІ (AI foot print), як сукупність ресурсів та енергоспоживання на етапах виробництва, транспортування, експлуатації та утилізації ІІІ-систем, а також непрямі ефекти від їхнього використання. У звіті виділено критичну необхідність інтеграції цих оцінок у впровадження ІІІ-рішень для довкілля, аби уникнути парадоксу, коли технології, призначені для сталості, посилюють екологічні навантаження [11]. Варто погодитися з науковцями, які закликають враховувати ці фактори при плануванні екологічних програм, адже використання великих моделей без їх оптимізації може створювати нові ризики для сталого розвитку. Отже, впровадження ІІІ в природоохоронну діяльність має супроводжуватися оцінкою його життєвого циклу (Life Cycle Assessment) і формуванням енергетично збалансованої інфраструктури.

Серед українських науковців способи запровадження ІІІ у екологічну сферу розвиває А. Абрамова, яка описує архітектуру локальних інформаційних систем, алгоритми попередньої обробки даних і модулі ІІІ-систем для розпізнавання аномалій у даних екологічних спостережень. Вона

зокрема зазначає, що в Україні було розроблено декілька інформаційно-вимірювальних систем для оперативного збору, обробки і представлення даних про стан довкілля (АСКЗС), але жодна з цих систем не була використана для державної мережі моніторингу, оскільки не випускалась серійно. Зарубіжні АСКЗС застосовуються лише на декількох промислових майданчиках, де існує значна загроза аварійного забруднення повітря. Система дозволяє безперервно отримувати інформацію про концентрації домішок і гідрометеорологічних параметрах. Автоматизовані системи використовуються для контролю атмосферного повітря та природних вод [7, с. 34].

В контексті менеджменту природоохоронної діяльності промислових регіонів України важливе методологічне значення має дослідження А. Мацерука, який пропонує розглядати штучний інтелект не лише як технічний інструмент автоматизації, а як соціальну інновацію, що формує нову модель взаємодії між владою, громадою та бізнесом у системі природоохоронної діяльності. Такий підхід узгоджується з принципами сталого розвитку, визначеними ООН, і водночас вимагає врахування правових та соціальних аспектів впровадження ІІІ – особливо у воєнних і повоєнних умовах, коли зростає потреба у відновленні екологічно збалансованої інфраструктури та забезпеченні прозорості управлінських рішень [8]. Водночас А. Мацерук звертає увагу на потенційні ризики – зокрема, етичні дилеми, що стосуються приватності даних, алгоритмічної упередженості та цифрової нерівності між громадами з різним рівнем ресурсного забезпечення.

Теоретичний аналіз правового статусу запровадження ІІІ в процес управління презентує Ю. Кривицький, який розглядає його як новий суб'єкт правовідносин у сфері прийняття рішень. Для екологічного менеджменту це означає необхідність формування правових стандартів відповідальності за помилки моделей і процедур їх валідації, що важливо для запобігання маніпуляціям з даними моніторингу [9].

Отож аналітичний огляд наукових праць щодо використання ІІІ в управлінні природоохоронною діяльністю, свідчить про те, що, *по-перше*, міжнародні дослідження фокусуються переважно на технічних аспектах ефективності алгоритмів, у той час як українські автори зосереджуються на правових і соціальних умовах їх впровадження; *по-друге*, в усіх роботах підкреслюється необхідність створення мультидисциплінарних моделей, що поєднують природничо-науковий, технічний та правовий підходи і, *по-третє*, актуальною залишається проблема енергетичної ефективності самих ІІІ-технологій і врахування їхнього вуглецевого сліду при розробці природо-

охоронних стратегій. Беручи до уваги контекст інтеграції штучного інтелекту у сферу сталого розвитку, дослідники виокремлюють *низку критичних моментів та ризиків*, які стримують прогрес у цій галузі: (1) значна частина досліджень зосереджена на розробці алгоритмів та технічних аспектів ШІ, тоді як контекст сталого розвитку, включаючи соціальні та етичні аспекти, залишається недостатньо вивченим; (2) спостігається дефіцит міждисциплінарних підходів, які б поєднували соціальні, правові та політичні перспективи з технологіями ШІ для вирішення проблем сталості; (3) існують етичні та правові ризики, такі як порушення приватності, упереженість алгоритмів, нерівний доступ до технологій та недостатня прозорість систем; (4) навіть за наявності ефективних моделей ШІ, їх масштабування та впровадження в промислових чи екологічних контекстах часто обмежені через брак якісних даних, ресурсів та відповідної нормативної бази. Ці фактори підкреслюють необхідність комплексного підходу до розробки та застосування ШІ у сфері сталого розвитку.

Отже, можна стверджувати, що використання ШІ в управлінні природоохоронною діяльністю має подвійний характер: як інструменту оптимізації управління, так і джерела нових викликів – енергетичних, етичних та правових. Успішність впровадження залежить від здатності поєднати технологічні інновації з соціально-правовими гарантіями прозорості, доступності та екологічної відповідальності. І тому методологія використання ШІ в управлінні природоохоронною діяльністю повинна носити міждисциплінарний характер, ґрунтуючись на поєднанні таких підходів, як: системний, кібернетичний, менеджментний, соціально-гуманітарний і етично-правовий.

Як підкреслює М. В. Туленков, у *системному підході* яскраво простежується його «принципова здатність бути методологічним ключем у розв'язанні складних завдань і проблем, тому що він за своєю суттю є інтегральною сукупністю прийомів комплексного наукового пізнання», і виявлятися як «сукупність раціональних і опрацьованих способів пізнавальної практики, що реалізуються з системних позицій» [12, с. 46]. А відтак, застосування системних методів у процесі науково-дослідної практики і є *системним аналізом* екологічних об'єктів й управлінських процесів як елементів єдиної системи «суспільство–природа–технології», у якій ШІ використовується як інструмент оптимізації зв'язків між цими елементами.

У сучасному управлінні системний аналіз не можливий без кібернетичного підходу, адже як справедливо зазначає І. В. Діордіца, кібер-

нетика, будучи комплексною наукою, «створює значні можливості для дослідження кібернетичного простору з метою проактивного формування алгоритмів соціального управління, соціалізації штучного інтелекту, формування балансу інтересів розвитку людини і розвитку штучного інтелекту» [13]. І тому саме цей підхід дозволяє розглядати систему управління природоохоронною діяльністю як кібернетичну систему, яка має ресурси (вода, ліси, повітря), впливи (викиди, забруднення), цілі (сталий розвиток, відновлення природи) і механізми регулювання (екополітика, моніторинг, контроль). А ШІ виступає як «мозок» цієї системи, оскільки збирає дані з датчиків, супутників, дронів; аналізує їх; прогнозує наслідки дій (наприклад, вирубки, забруднення); пропонує оптимальні рішення. І в цьому реалізується функція управління, коли отримання та обробка інформації спонукають до прийняття рішень та їх реалізації.

Завдяки *менеджментному підходу* до впровадження ШІ в природоохоронну діяльність, можлива ефективна реалізація управлінських функцій – планування, організації, мотивації та контролю і запровадження ефективних технологій управління. Як підкреслює Н. М. Буняк, «технологія управління на базі штучного інтелекту» засновується на пріоритеті відпрацьованої практики, статистики і сучасних економіко-математичних методів, реалізованих у вигляді баз знань або баз даних в контексті сучасних інформаційних комп'ютерних технологій» [14, с. 78]. ШІ забезпечує аналіз екологічних даних, формування стратегій, оптимізацію ресурсів та системний контроль результатів, що підвищує результативність природоохоронної політики та сприяє сталому використанню природних ресурсів.

Адаптація соціально-гуманітарного підходу до дослідження ШІ в природоохоронному управлінні полягає у розгляді штучного інтелекту не лише як технології, а як соціального явища, що трансформує екологічні цінності, комунікації, довіру між владою і громадянами, моделі участі та етичну відповідальність у взаємодії «людина – природа – технологія». Ідея цього підходу полягає у тому, що у центр управління ставиться не технічна ефективність ШІ, а людина, суспільство, цінності, культура та етичні наслідки. Соціально-гуманітарний підхід, на думку зарубіжних науковців, дозволяє також врахувати соціальні наслідки впровадження ШІ, включаючи адаптацію управлінських кадрів, підготовку персоналу та формування довіри як до інтелектуальних систем, що впливають на екологічний моніторинг і управління ресурсами, так і до державних інституцій, які їх впроваджують [15].

Етико-правовий підхід у дослідженні ІІІ в екологічному управлінні дозволяє визначити правові аспекти і моральні обмеження функціонування алгоритмічних систем. Він поєднує норми екологічного законодавства, міжнародні стандарти сталого розвитку та принципи етики – справедливості, прозорості, відповідальності і повагу до прав людини та природи. Враховуючи, що ІІІ-системи можуть формувати значний «екологічний слід» через енергоспоживання чи непрямі впливи, необхідна удосконалена нормативно-правова база та етичні стандарти (наприклад, для забезпечення відповідальності за рішення, ухвалені на основі алгоритмів). Як підкреслює Н. Чудик, розробка концептуальних підходів до створення збалансованої системи правового регулювання ІІІ та визначення її етичних принципів вимагає комплексного підходу, що враховує, зокрема такі напрямки, як: впровадження багаторівневої системи регулювання, яка включає законодавче закріплення базових принципів розробки та використання ІІІ; гармонізацію національного законодавства з міжнародними стандартами та з регуляторними підходами ЄС; розвиток інституційної складової регулювання, включаючи створення спеціалізованих органів з питань ІІІ та механізмів міжвідомчої координації; впровадження механізмів захисту персональних даних та приватності при використанні ІІІ-систем; розробку стандартів прозорості алгоритмів, впровадження механізмів оскарження автоматизованих рішень та забезпечення належного рівня захисту персональних даних [16, с. 47].

Таким чином, на основі розглянутих методологічних підходів можна виділити *п'ять ключових напрямків використання штучного інтелекту в управлінні природоохоронною діяльністю*: (1) *системний аналіз і моделювання екосистем*, які дозволяють інтегрувати дані про природу, суспільство та технології для комплексного оцінювання стану екологічних систем. Завдяки ІІІ можна прогнозувати наслідки управлінських рішень і забезпечувати цілісне бачення взаємозв'язків між компонентами системи «людина–природа–технологія»; (2) *адаптивне управління та кібернетичне моделювання*, що забезпечують обробку великих обсягів екологічних даних у режимі реального часу, прогнозування загроз та корекцію дій. Завдяки цьому управлінська система стає саморегульованою, здатною навчатися на власному досвіді та ефективно реагувати на зміни навколишнього середовища; (3) *оптимізація управлінських процесів (менеджмент)*, яка передбачає впровадження ІІІ у традиційні управлінські практики: планування, організацію, мотивацію та контроль природоохоронних

заходів. Алгоритми ІІІ дозволяють підвищити ефективність використання ресурсів, оцінювати результати та формувати стратегії, що забезпечують сталий розвиток і результативність екологічної політики; (4) *соціально-гуманітарна інтеграція ІІІ*, що фокусується на взаємодії технологій із суспільством і передбачає врахування соціальних і культурних аспектів, формування довіри громадян до інтелектуальних систем і стимулювання участі людей у прийнятті рішень щодо охорони природи, що підсилює екологічну свідомість та відповідальність і (5) *етично-правове забезпечення*, яке визначає правові та моральні норми застосування ІІІ в природоохоронному управлінні і включає дотримання екологічного законодавства, принципів етики, сталого розвитку та забезпечення відповідальності за рішення, ухвалені на основі алгоритмів, що дозволяє уникати зловживань і підтримувати прозорість управлінських процесів.

Важливим аспектом впровадження ІІІ в природоохоронне управління є оцінка потенційних ризиків. До основних груп ризиків належать *технічні*, які пов'язані з помилками алгоритмів, некоректною обробкою даних та збоями у функціонуванні систем; *соціальні*, що охоплюють втрату довіри громадян, нерівний доступ до технологій, непередбачувані зміни поведінки людей та можливі конфлікти інтересів; *етичні*, які виникають при порушенні принципів справедливості, прозорості та відповідальності в прийнятті рішень; *правові*, що зумовлені недосконалістю нормативної бази, відсутністю регуляторних механізмів для алгоритмічних рішень і потенційним порушенням екологічного законодавства і *екологічні*, які охоплюють непрямий негативний вплив ІІІ-систем, включно з високим енергоспоживанням, формуванням «екологічного сліду» та можливими помилковими управлінськими рішеннями. Усвідомлення цих ризиків дозволяє розробляти більш безпечні, адаптивні та ефективні системи управління на базі ІІІ, забезпечуючи баланс між технологічною ефективністю, соціальною відповідальністю та екологічною безпекою.

Висновки і напрями подальших досліджень. У сучасних умовах глобальних екологічних викликів та стрімкого розвитку інформаційних технологій ІІІ стає не лише інструментом автоматизації та обробки великих обсягів даних у сфері природоохоронної діяльності, а й засобом оптимізації управлінських процесів, моделювання екосистем, прогнозування екологічних загроз та забезпечення сталого використання природних ресурсів. Проте ефективність впровадження ІІІ-систем залежить не лише від технічних можливостей алгоритмів, а й від правиль-

ного вибору методологічної основи, інтеграції міждисциплінарних підходів, врахування соціально-гуманітарних аспектів та забезпечення етико-правових стандартів.

У роботі визначено основні перешкоди у застосуванні ІІІ в менеджменті природоохоронної діяльності і обґрунтовується авторська думка про те, що методологічна основа його запровадження ґрунтується на міждисциплінарному підході, який поєднує *системний* (забезпечує цілісне сприйняття взаємопов'язаних елементів «суспільство–природа–технології» та інтегрує різні наукові прийоми для комплексного аналізу); *кібернетичний* (перетворює управління на адаптивну систему з обробкою даних, прогнозуванням і саморегуляцією); *менеджментний* (фокусує увагу на ефективному плануванні, організації та контролі ресурсів за допомогою ІІІ); *соціально-гуманітарний* (підкреслює роль людини, соціальних цінностей, довіри та етичних аспектів у використанні ІІІ) і *етично-правовий* (визначає нормативно-правові рамки та моральні обмеження для безпечного та відповідального функціонування алгоритмічних систем у природоохоронному управлінні).

У менеджменті природоохоронної діяльності штучний інтелект пропонується розглядати як суб'єктно-орієнтовану та *системно-орієнтовану технологію управління, яка враховує не лише технічні параметри, а й соціально-етичні та гуманітарні виміри*. Такий підхід забезпечує адаптивність управлінської системи, дозволяє прогнозувати екологічні загрози, коригувати управлінські дії в режимі реального часу та оптимізувати використання природних ресурсів, враховуючи потенційні ризики – технічні, соціальні, етичні, правові та екологічні, що виникають при впровадженні ІІІ.

Перспективами подальших досліджень є вдосконалення алгоритмів прогнозування екологічних загроз, розвиток адаптивного управління та інтеграція штучного інтелекту у стратегічне планування природоохоронної діяльності, а також оцінка соціально-гуманітарних і етико-правових аспектів його застосування.

Література

1. Farooq M., Buzdar H., Muhammad S. AI-Enhanced Social Sciences: A Systematic Literature Review and Bibliographic Analysis of Web of Science Published Research Papers. *Pakistan Journal of Society, Education and Language (PJSSEL)*. 2023. Vol. 10, No. 1. P. 250–267. URL: <https://pjsel.jehanf.com/index.php/journal/article/view/1299> (дата звернення: 22.09.2025).
2. Dresner K., Stone P. A multiagent approach to autonomous intersection management. *Journal of Artificial Intelligence Research*. 2008. Vol. 31. P. 591–656. DOI: <https://doi.org/10.1613/jair.2502> (дата звернення: 12.09.2025).
3. Alotaibi E., Nassi N. Artificial intelligence in environmental monitoring: in depth analysis. *Discover Artificial Intelligence*. 18 November 2024. DOI: <https://doi.org/10.1007/s44163-024-00198-1> URL : (дата звернення: 02.10.2025).
4. Olawade D., Wada O., Olufunke A., Egbewole I. Artificial intelligence in environmental monitoring. *Hygiene and Environmental Health Advances*. 2024. Vol. 12, No. 1. Article 100114. DOI: 10.1016/j.heha. (дата звернення: 26.09.2025).
5. Gohr C., Rodriguez G., Belomestnykh S., Berg-Moelleken D., Chauhan N. et.al. Artificial intelligence in sustainable development research. *Nature Sustainability*. 21 July 2025. 8. P. 970–978. URL: <https://www.nature.com/articles/s41893-025-01598-6> (дата звернення: 21.09.2025).
6. Greif L., Rцckel F., Kimmig A., Ovtcharova J. A systematic review of current AI techniques used in the context of the SDGs / sustainability. *Environmental Reviews (Springer)*. 2024/2025. DOI: <https://doi.org/10.1007/s41742-024-00668-5> (дата звернення: 02.10.2025).
7. Автоматизовані системи екологічного моніторингу та ресурсозбереження: навч. посіб. Київ : КНІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. 96 с. URL: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/906867ac-1e7a-40c0-b55c-1b52834705d0/content> (дата звернення: 02.10.2025).
8. Мацєрук А. Застосування штучного інтелекту в контексті сталого розвитку громад. Herald of Khmelnytskyi National University. *Economic Sciences*. 2024. DOI: 10.31891/2307-5740-2024-328-17 (дата звернення: 11.10.2025).
9. Kryvytskyi Yu. Artificial Intelligence as a Tool of Legal Reform: Potential, Trends and Prospects. *Scientific Journal of the National Academy of Internal Affairs*. 2021. Vol. 26, No. 2. P. 90–101. DOI: <https://doi.org/10.33270/01211192.90> (дата звернення: 07.10.2025).
10. Lobanova A., Bayura V., Viznytsya Y., Bratchenko L., Karitka V. Intelligent specialization as a promising strategy for the sustainable development of industrial regions of Ukraine (the case of Kryvyi Rih industrial region). *E3S Web Conf. Vol. 166, 10020. The International Conference on Sustainable Futures: Environmental, Technological, Social and Economic Matters (ICSF 2020)*. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202016610020> (дата звернення: 10.10.2025).
11. OECD. Measuring the environmental impacts of artificial intelligence compute and applications: The AI footprint. *OECD Digital Economy Papers*, No. 341. Paris: OECD Publishing, 2022. DOI: 10.1787/7babf571-en (дата звернення: 15.10.2025).
12. Туленков М. В. Теорія систем і системний аналіз у соціології: підручник. Київ : Каравела, 2020. 596 с.
13. Діордіца І. В. Методологія дослідження кібербезпекової політики: кібернетичний підхід. *GOAL*. 2018. URL: <https://goal-int.org/metodologiya-doslidzhennya-kiberbezpekovoyi-politiki-kibernetichnij-pidhid/> (дата звернення: 22.10.2025).
14. Буняк Н. М. Менеджмент організацій: навч. посіб. Луцьк : ВНУ імені Лесі Українки, 2023. 192 с. URL: <https://evnuir.vnu.edu.ua/>

bitstream/123456789/23314/1/menorg_posibnyk.pdf (дата звернення: 20.10.2025).

15. Bach T. A., Khan A., Hallock H., Beltrro G., Sousa S. A Systematic Literature Review of User Trust in AI-Enabled Systems: An HCI Perspective. *International Journal of Human Computer Interaction*. 2022. AarXiv preprint. Cornell University. 18 April 2023. URL: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2304.08795> (дата звернення: 18.10.2025).

16. Lahusen Ch., Maggetti M., Slavkovik M. Trust, trustworthiness and AI governance. *Scientific Reports*. 2024. Sep 5;14:20752. DOI: 10.1038/s41598-024-71761-0.. doi: 10.1038/s41598-024-71761-0 URL: (дата звернення: 23.10.2025).

17. Чудик Н. Етико-правові аспекти впровадження систем штучного інтелекту: балансування технологічного прогресу та фундаментальних прав людини в умовах цифрової трансформації суспільства. *Актуальні проблеми правознавства*. 2024. № 3 (39). С. 42–47. DOI: 10.35774/app2024.03.042 (дата звернення: 21.10.2025).

Анотація

Лобанова А. С., Остапенко О. Б. Штучний інтелект у менеджменті природоохоронної діяльності: методологічні підходи, напрями застосування та ризики. – Стаття.

У статті досліджується проблема використання штучного інтелекту (ШІ) в управлінні природоохоронною діяльністю. На основі аналітичного опрацювання зарубіжних та українських наукових джерел з'ясовано, що запровадження ШІ в управлінську систему природоохоронною діяльністю потребує не тільки концептуалізації методологічної бази, але й вирішення проблеми енергетичної ефективності самих ШІ-технологій і врахування їхнього вуглецевого сліду при розробці природоохоронних стратегій.

У роботі визначено, що ефективне впровадження ШІ потребує міждисциплінарного підходу, який об'єднує системний, кібернетичний, менеджментний, соціально-гуманітарний та етично-правовий аспекти. Обґрунтовано, що системний метод дозволяє комплексно оцінювати стан екосистем і прогнозувати наслідки управлінських рішень; кібернетичний – забезпечує адаптивність і саморегуляцію системи; менеджментний – ефективну організацію, контроль і мотивацію у природоохоронних процесах; соціально-гуманітарний підкреслює роль людини, соціальних цінностей та довіри громадян, а етично-правовий визначає нормативні й моральні рамки використання ШІ. На основі цих підходів виокремлено п'ять ключових напрямків застосування ШІ: системний аналіз і моделювання екосистем, адаптивне управління та кібернетичне моделювання, оптимізація управлінських процесів, соціально-гуманітарна інтеграція та етично-правове забезпечення. Водночас визначено технічні, соціальні, етичні, правові та екологічні ризики застосування ШІ у менеджменті природоохоронною діяльністю, які потребують контролю та мінімізації.

Дослідження демонструє, що інтеграція ШІ з урахуванням міждисциплінарної методології дозволяє створювати ефективні, адаптивні та відповідальні системи природоохоронного управління, що забезпечують сталий розвиток та підвищують якість прийняття рішень у сфері охорони довкілля.

Ключові слова: штучний інтелект, менеджмент, природоохоронна діяльність, системний аналіз, кібернетичний підхід, соціально-гуманітарний підхід, етично-правовий підхід, ризики.

Summary

Lobanova A. S., Ostapenko O. B. Artificial intelligence in environmental management: methodological approaches, areas of application, and risks. – Article.

The article examines the issue of using artificial intelligence (AI) in the management of environmental protection activities. Based on an analytical review of foreign and Ukrainian scientific sources, it was found that the introduction of AI into the environmental management system requires not only the conceptualization of a methodological framework but also addressing the energy efficiency of AI technologies themselves and considering their carbon footprint when developing environmental strategies.

The study identifies that effective AI implementation requires an interdisciplinary approach combining systemic, cybernetic, management, socio-humanitarian, and ethical-legal aspects. It is substantiated that the systemic method allows a comprehensive assessment of ecosystem conditions and prediction of the consequences of managerial decisions; the cybernetic approach ensures adaptability and self-regulation of the system; the management approach provides effective organization, control, and motivation in environmental processes; the socio-humanitarian approach emphasizes the role of humans, social values, and public trust; and the ethical-legal approach defines the normative and moral frameworks for AI usage. Based on these approaches, five key directions for AI application are distinguished: systemic analysis and ecosystem modeling, adaptive management and cybernetic modeling, optimization of managerial processes, socio-humanitarian integration, and ethical-legal support. At the same time, technical, social, ethical, legal, and environmental risks associated with AI implementation in environmental management are identified, requiring careful control and minimization.

The study demonstrates that integrating AI within an interdisciplinary methodological framework enables the creation of effective, adaptive, and responsible environmental management systems, ensuring sustainable development and improving decision-making quality in environmental protection.

Key words: artificial intelligence, management, environmental protection, systemic analysis, cybernetic approach, socio-humanitarian approach, ethical-legal approach, risks.

Дата надходження статті: 31.10.2025

Дата прийняття статті: 11.11.2025

Опубліковано: 15.12.2025