

менеджменту та цифрових інновацій, сприяючи розвитку національної економіки та підвищуючи її технологічний рівень.

Практичне значення цифровізації екологічного менеджменту для України полягає у створенні системного підходу до екологічного управління, який сприяє сталому розвитку, підвищенню економічної ефективності та покращенню екологічного стану країни. Це важливий крок до сучасної екологічної політики, що відповідає глобальним трендам цифровізації та охорони довкілля.

DOI 10.51587/9798-9895-14670-2024-020-24-39

ЧЕРЕП Алла Василівна,

д-р екон. наук, професор,
академік НАН ВО України,
Запорізький національний університет
ORCID ID: 0000-0001-5253-7481

ВОРОНKOBA Валентина Григорівна,

д-р філос. наук, професор,
академік НАН ВО України,
в. о. зав. кафедри менеджменту організацій та управління
проектами, Інженерний навчально-науковий інститут
ім. Ю. М. Потебні
Запорізький національний університет
ORCID ID: 0000-0002-0719-1546

ЧЕРЕП Олександр Григорович,

д-р екон. наук, професор,
Запорізький національний університет
ORCID ID: 0000-0001-5253-7481

НІКІТЕНКО Віталіна Олександрівна,

д-р філос. наук, професор,
Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю. М. Потебні
Запорізького національного університету
ORCID ID: 0000-0001-9588-7836
Україна

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ ЯК ІНСТРУМЕНТ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ТА СТАЛОГО РОЗВИТКУ

Актуальність дослідження штучного інтелекту як інструменту забезпечення екологічної безпеки та сталого розвитку дозволяє швидко реагувати на природні та техногенні катастрофи, передбачати екологічні ризики і розробляти стратегії для зниження негативних впливів на природу та

суспільство. Штучний інтелект (ШІ) має величезний потенціал для забезпечення екологічної безпеки завдяки своїм аналітичним можливостям, здатності обробляти великі обсяги даних та прогнозувати екологічні ризики. Штучний інтелект (ШІ) має величезний потенціал для забезпечення екологічної безпеки завдяки своїм аналітичним можливостям, здатності обробляти великі обсяги даних та прогнозувати екологічні ризики. Основні напрями його використання в цій сфері включають (табл.1)

Таблиця 1

**Основні напрями використання штучного інтелекту
для моніторингу екологічної безпеки**

Основні напрями	Зміст та характеристика
1	2
1. Оцінка життєвого циклу продукту (LCA)	Цей метод дозволяє проаналізувати екологічний вплив продукту на кожному етапі його життєвого циклу – від отримання сировини до утилізації. Це дає змогу організаціям виявити етапи з найбільшими ризиками для довкілля і розробити способи їх зменшення
2. Впровадження екологічних стандартів і сертифікації	Дотримання міжнародних стандартів, таких як ISO 14001, сприяє систематичному підходу до управління екологічними аспектами. Сертифікація за такими стандартами підвищує довіру споживачів і партнерів, демонструючи прихильність організації до екологічної відповідальності.
3. Моніторинг забруднення навколишнього середовища	ШІ дозволяє здійснювати постійний моніторинг якості повітря, води, стану ґрунтів і викидів парникових газів за допомогою датчиків та супутників. Наприклад, алгоритми машинного навчання здатні аналізувати дані зі спостережень та швидко виявляти зміни, що вказують на забруднення чи екологічну загрозу.
4. Прогнозування природних катастроф	ШІ допомагає у передбаченні природних катастроф, таких як повені, пожежі, землетруси, шляхом обробки великих масивів історичних і метеорологічних даних. Це дозволяє вчасно виявляти ризики та мінімізувати їхній вплив на людей і довкілля. ШІ аналізує дані з датчиків і супутників для відстеження якості повітря, води, ґрунтів та рівня шумового забруднення в реальному часі. Це дозволяє швидко виявляти перевищення екологічних норм і розробляти корегувальні дії.
5. Оптимізація використання ресурсів	ШІ може сприяти сталому використанню природних ресурсів, аналізуючи й оптимізуючи процеси в сільському господарстві, промисловості та транспорті. Завдяки розумному управлінню ресурсами, зменшується кількість відходів і викидів, що позитивно впливає на екологічну безпеку.
6. Зниження викидів парникових газів	ШІ аналізує дані про викиди на різних етапах виробництва та допомагає розробляти стратегії для їх зменшення. Це включає оптимізацію енергоспоживання, скорочення шкідливих викидів та впровадження екологічно чистих технологій.
7. Виявлення незаконної вирубки лісів та браконьєрства	Супутниковий моніторинг із підтримкою ШІ дозволяє швидко виявляти незаконні дії, які загрожують біорізноманіттю, а також допомагає правоохоронним органам ефективніше контролювати великі території природних заповідників.

Продовження табл. 1

1	2
8. Управління відходами	Штучний інтелект спрощує сортування, обробку та переробку відходів, що допомагає знизити кількість сміття на звалищах і покращити екологічну ситуацію. Наприклад, алгоритми розпізнавання зображень можуть автоматизувати процес сортування сміття на переробних заводах.
9. Оцінка екологічного впливу	Використання ШІ в аналізі даних дозволяє точно оцінювати екологічний вплив діяльності підприємств. Це важливо для планування екологічно безпечного розвитку міст, регіонів та для запобігання негативним наслідкам.
10. Розробка екологічної політики	Можливості ШІ дозволяють урядам і компаніям формувати екологічну політику на основі фактичних даних і прогнозів, що сприяє довгостроковому плануванню і розвитку стратегій екологічної безпеки.
11. Прогнозування екологічних ризиків	Алгоритми ШІ здатні моделювати і прогнозувати вплив людської діяльності або природних факторів на навколишнє середовище. Це особливо корисно для управління ризиками, такими як повені, пожежі, або змін клімату, що дозволяє швидко реагувати на потенційні загрози.
12. Аналіз ефективності екологічних ініціатив і політики	Штучний інтелект аналізує результати впроваджених екологічних заходів та дозволяє оцінювати їх вплив. На основі великих даних можна визначати, чи призводять екологічні ініціативи до бажаних результатів і де можна оптимізувати політику для підвищення ефективності.
13. Моніторинг біорізноманіття та захист екосистем	ШІ допомагає відстежувати стан біорізноманіття, спостерігати за видами тварин та рослин, особливо у зонах з високою екологічною цінністю. Це дає змогу контролювати зміни у флорі та фауні під впливом людської діяльності та змін клімату.
14. Автоматизація моніторингу викидів парникових газів	Штучний інтелект дозволяє автоматизувати контроль за рівнями парникових газів, таких як CO ₂ , на підприємствах і у промисловості. Це полегшує дотримання норм і стандартів, передбачених екологічною політикою.
15. Виявлення та попередження екологічних порушень	Завдяки машинному навчанню, ШІ виявляє незаконні дії, такі як незаконна вирубка лісів, браконьєрство або несанкціоноване забруднення. Системи ШІ можуть автоматично аналізувати супутникові зображення та дані з дронів, щоб швидко знаходити і повідомляти про порушення.
16. Підтримка прийняття рішень у сфері екологічної політики	Штучний інтелект обробляє та структурує великі обсяги даних, надаючи їх у формі аналітичних звітів і рекомендацій для політиків та управлінців. Це дозволяє ухвалювати більш обґрунтовані та ефективні рішення для збереження навколишнього середовища.
17. Розробка моделей сталого розвитку	ШІ здатен моделювати стратегії сталого розвитку на базі різних сценаріїв, передбачаючи вплив нових технологій та економічних змін на екологію. Це допомагає знаходити шляхи зменшення викидів, заощадження ресурсів та забезпечення екологічної стабільності.

Таблиця 1 (сформована авторами)

Основні напрями використання штучного інтелекту для моніторингу екологічної політики охоплюють різні технологічні та аналітичні рішення, що сприяють ефективному контролю та аналізу екологічних процесів¹. Використання штучного інтелекту для моніторингу екологічної політики є важливим інструментом для підвищення ефективності управління навколишнім середовищем, оптимізації ресурсів та реалізації принципів сталого розвитку². Інтеграція ШІ в екологічний менеджмент дозволяє: 1) скоротити час реакції на екологічні загрози; 2) підвищити точність прогнозів і прийняття рішень; 3) підтримувати стале управління природними ресурсами; 4) сприяти сталому розвитку, зменшуючи негативний вплив людської діяльності на природу. Штучний інтелект не лише дозволяє вчасно реагувати на екологічні загрози, але й сприяє розвитку нових, інноваційних підходів до захисту довкілля, роблячи екологічну безпеку більш ефективною, а самі процеси – економічно вигіднішими та екологічно дружніми.

Штучний інтелект (ШІ) відіграє важливу роль в екологічній безпеці, забезпечуючи нові можливості для моніторингу, аналізу та захисту довкілля. Він допомагає запобігати екологічним загрозам, знижувати ризики та сприяти сталому розвитку. Завдяки аналізу великих обсягів даних, ШІ може передбачати ймовірність виникнення природних катаклізмів, таких як повені, пожежі, землетруси та інші небезпечні явища. На основі великих даних та аналітичних моделей ШІ може допомагати розробляти стратегії сталого розвитку, які враховують екологічні ризики та можливості для збереження природи. ШІ моделі можуть аналізувати історичні дані та кліматичні показники для прогнозування природних катастроф, таких як повені, зсуви, лісові пожежі або урагани. Це дозволяє владі і відповідним службам краще підготуватися і запобігти великим втратам³.

ШІ допомагає визначати шляхи для повторного використання ресурсів, зниження відходів та оптимізації виробничих процесів, що сприяє розвитку економіки замкнутого циклу і мінімізує негативний вплив на

1 Теоретико-методичні основи забезпечення соціально-економічної безпеки економіки України в умовах діджиталізації бізнес-процесів: колективна монографія / А. В. Череп, В. Г. Воронкова, І. М. Дашко, Ю. О. Огренич, О. Г. Череп. Львів – Торунь : Liha-Pres, 2024. 202 с. URL: <https://dspace.znu.edu.ua/xmlui/handle/12345/24047>

2 Нікітенко В., Воронкова В. Управління безпекою штучного інтелекту (ШІ) в умовах глобальної цифровізації. Стратегічні пріоритети розвитку підприємництва, торгівлі та біржової діяльності: матеріали V-ої Міжнародної науково-практичної конференції, 16-17 травня 2024 року / За заг. редак. проф. Ткаченко А.М. – Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2024. С. 159-163.

3 Воронкова В.Г., Нікітенко В.О. Синергія цифрових технологій та зеленого розвитку: взаємодія і взаємозв'язок. Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції «Green Construction» («Зелене будівництво»). Київ: Київський національний університет будівництва і архітектури. 2024. С.68-72. URL: https://www.knuba.edu.ua/wp-content/uploads/2024/05/zbirnyk_gotovyyj-4.pdf

екологію. Завдяки такому використанню ШІ стратегія сталого розвитку може бути комплекснішою, адже вона враховує довгострокові екологічні ризики та можливості для охорони природи. Подібні рішення вже активно впроваджуються в різних галузях, зокрема в енергетиці, сільському господарстві, логістиці та міському плануванні. ШІ допомагає моніторити викиди парникових газів на виробництвах, а також прогнозувати обсяги та оптимізувати процеси переробки відходів. Це сприяє зниженню загального впливу на екологію і підвищенню рівня екологічної безпеки⁴.

Завдяки комп'ютерному зору та машинному навчанню ШІ може розпізнавати різні види рослин і тварин, відстежувати їхню чисельність, аналізувати зміну популяцій і захищати рідкісні види від зникнення. Такі технології особливо корисні у віддалених або важкодоступних районах. ШІ також використовується для розробки освітніх програм, які допомагають підвищувати екологічну обізнаність серед населення. Наприклад, ШІ-асистенти і чат-боти можуть відповідати на екологічні питання, пропонувати поради щодо збереження ресурсів, пояснювати значення екологічних ініціатив⁵.

Штучний інтелект (ШІ) відіграє важливу роль у забезпеченні екологічної безпеки, оскільки він здатний автоматизувати процеси збору та аналізу даних, прогнозувати ризики і допомагати у прийнятті рішень, спрямованих на захист довкілля. Завдяки ШІ можна обробляти величезні обсяги даних, отриманих з різних джерел, таких як супутники, дрони, сенсори і мобільні пристрої. Це дозволяє відстежувати стан повітря, водних ресурсів, ґрунтів і екосистем у режимі реального часу, швидко реагуючи на забруднення або інші загрози. За допомогою алгоритмів ШІ можна оптимізувати управління ресурсами у промисловості, аграрному секторі і міському господарстві, що знижує навантаження на екосистеми. Наприклад, в сільському господарстві ШІ може допомагати точно дозувати воду та добрива, знижуючи забруднення і економлячи ресурси⁶.

4 Воронкова В.Г., Череп А.В., Нікітенко В.О., Череп О.Г. Політика національної безпеки як чинник забезпечення стабільності та захисту інтересів держави. Contemporary ukrainian science: theoretical and practical achievements : collective monograph / Compiled by V. Shpak; Chairman of the Editorial Board S. Tabachnikov. Sherman Oaks, California : GS Publishing Services, 2024. P. 40-55

5 Нікітенко В.О., Воронкова В.Г. Місце і роль штучного інтелекту в постінформаційному суспільстві. Комунікаційний простір постінформаційного суспільства: виклики в умовах воєнного часу : Збірник матеріалів II Всеукраїнської науково-практичної конференції (Київ, 30 травня 2024 року) / Заред. Жорнокуй У.В. Кивлюк О.П. Київ: НУБіПУК України. 2024. С.50- 53. URL: <https://zenodo.org/records/13627536>

6 Воронкова Валентина. Штучний інтелект (ШІ) як каталізатор трансформації бізнесу, підприємств, організацій. Theory and Practice: Problems and Prospects: International Scientific-Practical Conference: Book of Abstracts, 14th–15th of May, 2024 Virtual Conference. С. 38. URL: <http://dspace.lsu.lt/handle/123456789/120>

Безпрецедентні досягнення в галузі цифрових технологій включають генеративний штучний інтелект, відкривають неймовірні шляхи цифрового прориву. Штучний інтелект був у центрі уваги п'ятого Всесвітнього саміту «Штучний інтелект на благо», що відбувся в Женеві, Швейцарія. Саміт був організований Міжнародним союзом електрозв'язку, спеціалізованим агентством ООН з інформаційних та комунікаційних технологій у співпраці з 40 агентствами ООН, включаючи Управління ООН з прав людини, та урядом Швейцарії. П'ятий Всесвітній саміт «Штучний інтелект на благо» відбувся в Женеві, Швейцарія, з 6 по 7 липня 2023 року. Цей захід зібрав експертів з різних сфер для обговорення того, як штучний інтелект може сприяти розв'язанню глобальних проблем, таких як зміни клімату, охорона здоров'я, освіта та сталий розвиток, підкреслюючи можливості ШІ для соціального прогресу. Метою саміту є визначення практичних застосувань штучного інтелекту, оптимізація рішень з урахуванням його глобального впливу та прискорення прогресу у досягненні цілей ООН у сфері сталого розвитку⁷.

Саміт був основною платформою Організації Об'єднаних Націй щодо використання штучного інтелекту для просування здоров'я, клімату, гендерних питань, інклюзивного процвітання, сталої інфраструктури та інших глобальних пріоритетів розвитку. Метою цього саміту є розробка політики та розвиток управління для запобігання порушенням прав людини, викликаних штучним інтелектом, щоб допомогти вирішити потрійну планетарну кризу, включаючи досягнення стабільності клімату, життя в гармонії з природою та планету, вільне від забруднення. ЮНЕП також вивчає вплив розвитку цих технологій на навколишнє середовище шляхом кількісної оцінки загального впливу виробничого циклу, що дозволяє країнам та компаніям узгоджувати обмеження, стандарти та передовий досвід для мінімізації впливу⁸.

Життєво важливо, щоб держави стали приділяти більше уваги праву на користь від науки. Враховуючи швидкість розвитку технологій та їх широке використання у різних галузях, дуже важливо забезпечити, щоб усі зацікавлені сторони осмислено та постійно брали участь у розробці та

7 Воронкова В.Г., Нікітенко В.О., Кивлюк О.П. Філософія штучного інтелекту у контексті викликів, можливостей та змін. Modern innovative strategies in education and science : collective monograph / Compiled by V. Shpak; Chairman of the Editorial Board S. Tabachnikov. Sherman Oaks, California : GS Publishing Services, 2024. С. 90-103. URL: https://www.eo.kiev.ua/resources/arhivMonographs/Mono-modernInnovation/mono_2024_119.pdf

8 Метеленко Наталя, Сіліна Ірина, Попова Алла, Афанов Роман. Оптимізація фінансової безпеки промислового підприємства в епоху цифровізації за допомогою інформаційно-аналітичних технологій. Humanities studies: Collection of Scientific Papers / Ed.V. Voronkova. Zaporizhzhia : Publishinghouse «Helvetica», 2024. 18 (95). С.163-175. URL: <http://humstudies.com.ua/article/view/299872/292376>

управлінні технологіями, включаючи державу, громадянське суспільство, бізнес, наукові кола. Хоча інші питання також важливі, екологічні проблеми, можливо, є найбільш серйозними, враховуючи посилення глобального потепління та зміни клімату, свідками якого є світ, що загрожує існуванню людства на Землі, враховуючи серйозне забруднення повітря, води та ґрунту трьох основних компонентів. екосистем і найактуальніші⁹.

Штучний інтелект (ШІ) має значний потенціал для вирішення глобальних проблем, завдяки своїй здатності швидко аналізувати великі обсяги даних, передбачати результати та оптимізувати процеси. Зміни клімату: ШІ може сприяти розвитку екологічно чистих технологій, поліпшувати моделі прогнозування клімату та моніторингу забруднення; допомагає виявляти й контролювати джерела викидів парникових газів, оптимізувати енергетичні системи й підтримувати енергетичний перехід до відновлюваних джерел енергії. Завдяки ШІ можна діагностувати захворювання на ранніх стадіях, аналізувати медичні дані для кращого розуміння поширення хвороб, а також розробляти нові лікарські препарати; допомагає в прогнозуванні епідемій і розробці моделей для забезпечення ефективного розподілу ресурсів у сфері охорони здоров'я¹⁰. Сталий розвиток: ШІ сприяє реалізації принципів сталого розвитку через оптимізацію виробничих процесів, ефективне використання ресурсів і мінімізацію відходів. У сільському господарстві він допомагає покращувати врожайність, зменшувати використання води та пестицидів, роблячи його екологічно стійкішим. Так, штучний інтелект (ШІ) має дійсно великий вплив у різних сферах, в яких ШІ може стати ключовим інструментом:

Таблиця 2

Вплив штучного інтелекту на різні сфери

Сфера розвитку	Вплив штучного інтелекту на різні сфери
1	2
1. Екологія та зміни клімату	ШІ допомагає аналізувати кліматичні дані, будувати прогнози змін погоди, відстежувати забруднення та передбачати природні катастрофи. Це дозволяє швидше й точніше реагувати на екологічні виклики та впроваджувати технології, що сприяють зниженню викидів і збереженню біорізноманіття.

9 Воронкова В.Г., Нікітенко В.О., Метеленко Н.Г. Система мережевої безпеки як чинник забезпечення цілісності кіберпростору. VII Міжнародна науково-практична конференція «PERSPECTIVES OF CONTEMPORARY SCIENCE: THEORY AND PRACTICE» 19-21.08.2024 року. Львів, 2024. С. 633-639

10 Воронкова В.Г., Нікітенко В.О., Кивлюк О.П., Белоконь К.В., Карпенко Г.В. Філософія штучного інтелекту (ШІ) як міждисциплінарна галузь знань з філософії, комп'ютерних наук, техногенної безпеки, права та психології. The 29th International scientific and practical conference «Business culture in the conditions of socio-cultural transformation of society» (July 23 – 26, 2024) Lyon, France. International Science Group. 2024. 234 p. С. 165-174; URL: <https://isg-konf.com/business-culture-in-the-conditions-of-socio-cultural-transformation-of-society/>

Продовження табл. 2

1	2
2. Охорона здоров'я	ШІ використовується для розробки персоналізованих методів лікування, діагностики захворювань на ранніх стадіях, прогнозування поширення інфекцій і створення нових ліків. Він також допомагає обробляти величезні обсяги медичних даних, що значно покращує ефективність медичних досліджень і лікування.
3. Моніторинг та прогнозування змін навколишнього середовища	ШІ дозволяє відстежувати екологічні параметри в реальному часі, зокрема рівень забруднення повітря та води, стан ґрунтів, викиди парникових газів тощо. ШІ-моделі аналізують зібрані дані та прогнозують, як зміняться екосистеми під впливом кліматичних змін або людської діяльності. Це сприяє своєчасному реагуванню на загрози та прийняттю ефективних рішень.
4. Оптимізація енергетичних систем	Штучний інтелект (ШІ) відіграє ключову роль у забезпеченні екологічної безпеки завдяки можливостям аналізу великих даних, прогнозування та автоматизації екологічних процесів. Ось кілька напрямків, у яких ШІ допомагає підвищувати рівень екологічної безпеки
5. Освіта	Завдяки ШІ можна персоналізувати освітній процес, адаптуючи навчальні матеріали до індивідуальних потреб студентів. Також ШІ сприяє поширенню дистанційного навчання і розвитку освітніх платформ, роблячи освіту доступнішою для людей у віддалених регіонах і соціально незахищених груп населення.
6. Сталий розвиток і економіка	ШІ допомагає розробляти ефективні способи використання ресурсів, знижувати кількість відходів та покращувати виробничі процеси. Наприклад, у сільському господарстві ШІ сприяє оптимізації використання води й добрив, підвищуючи врожайність і зменшуючи вплив на довкілля. Він також допомагає створювати інноваційні рішення для розумних міст, підвищуючи ефективність управління міськими ресурсами.
7. Безпека та соціальна справедливість	ШІ може використовуватися для моніторингу й попередження злочинності, захисту прав людини та сприяння соціальній справедливості. Аналітичні системи на основі ШІ допомагають у боротьбі з корупцією, відстеженні незаконних фінансових операцій і забезпеченні кібербезпеки.
8. Управління «розумними» енергетичними системами	ШІ допомагає в розробці й управлінні «розумними» енергетичними системами, які оптимізують використання ресурсів і знижують шкідливі викиди. Наприклад, системи на основі ШІ можуть регулювати споживання електроенергії, прогнозувати пікові навантаження та інтегрувати відновлювані джерела енергії, зменшуючи залежність від вичерпного палива.
9. Захист біорізноманіття та управління природними ресурсами	ШІ допомагає вивчати та захищати популяції різних видів. За допомогою дронів та сенсорів, які передають дані в ШІ-системи, відстежують пересування видів, стан лісових масивів, водойм та інших екосистем. Це допомагає зберігати біорізноманіття й запобігати винищенню видів, що є важливим аспектом екологічної безпеки.

Продовження табл. 2

1	2
10. Прогнозування та реагування на екологічні катастрофи	Завдяки ШІ можна оптимізувати виробничі процеси таким чином, щоб мінімізувати кількість відходів. Системи на основі ШІ аналізують усі етапи виробництва, визначають оптимальне використання сировини та розробляють шляхи для її ефективного використання. Це дозволяє знизити витрати й екологічний вплив виробництва.
11. Сільське господарство та стале управління земельними ресурсами	ШІ підтримує «розумне» сільське господарство, де автоматизовані системи аналізують стан ґрунту, прогнозують врожайність та пропонують оптимальні методи використання води та добрив. Це зменшує навантаження на екосистеми й допомагає запобігти виснаженню природних ресурсів.

Таблиця 2 (сформована авторами)

ШІ стає важливим інструментом у забезпеченні екологічної безпеки¹¹, допомагаючи зберігати природні ресурси, запобігати катастрофам та забезпечувати стале майбутнє. Але для максимальної ефективності необхідно створити системи етичного та відповідального використання ШІ, які враховуватимуть потенційні проблеми. Завдяки цьому потенціалу ШІ є важливим інструментом у побудові більш стійкого, здорового та справедливого світу. Однак його використання вимагає ретельного етичного підходу та регулювання, щоб уникнути ризиків і несправедливих наслідків¹².

Штучний інтелект допомагає вирішувати екологічні проблеми, тому новітні технології повинні використовуватися для боротьби із забрудненням довкілля і тим самим досягти екологічної стійкості, якої прагне Організація Об'єднаних Націй. На цьому тлі Фонд Earth.org нещодавно опублікував на своїй платформі звіт, написаний дослідником Оуеном Малхірном, який пояснює, як штучний інтелект можна використовувати для досягнення сталого розвитку в екологічній сфері. Штучний інтелект потенційно може посилити глобальні зусилля щодо захисту навколишнього середовища та збереження ресурсів шляхом моніторингу забруднення повітря та викидів енергії, надання

11 Воронкова В.Г., Череп А.В., Нікітенко В.О., Череп О.Г. Штучний інтелект та його атрибути: умови поліпшення функціональності та взаємодії з користувачами. Actual problems of education and science in the conditions of war : collective monograph / Compiled by V. Shpak; Chairman of the Editorial Board S. Tabachnikov. Sherman Oaks California : GS Publishing Services, 2023. С. 39-55. URL: <http://doi.org/10.51587/9798-9866-95969-2023-06>

12 Оксана, Бугайчук. Філософські засади цифрової стратегії організації: аксіологічні, онтологічні, герменевтичні підходи. Humanities studies: Collection of Scientific Papers / Ed. V. Voronkova. Zaporizhzhia : Publishing house «Helvetica», 2024. 19 (96). P. 9–18. URL: <http://humstudies.com.ua/article/view/307050/298400>

допомоги у розвитку транспортних мереж, моніторингу вирубки лісів та прогнозування екстремальних погодних умов¹³.

Машинне навчання та штучний інтелект мають потужні можливості у зборі та аналізі даних, які допоможуть боротися зі зміною клімату, оскільки машинне навчання можна використовувати для покращення методів виробництва енергії, регулювання попиту на енергію та зосередження уваги на використанні відновлюваних джерел енергії. Крім того, датчики та інтелектуальні лічильники можуть бути встановлені всередині приміщень для збирання, моніторингу, аналізу та покращення енергоспоживання всередині приміщень. Використання штучного інтелекту для захисту різноманітності навколишнього середовища має велике значення, оскільки штучний інтелект, пов'язаний із супутниками, може виявляти зміни у землекористуванні, контролювати рослинність та лісовий покрив, прогнозувати стихійні лиха, а також відстежувати та аналізувати їх наслідки, а також відстежувати конкретні прибульці». (інвазивні) види в екологічних зонах, таких як екологічні заповідники, яким може загрожувати небезпека, виявлення та відстеження чужорідних видів та використання машинного навчання для їх знищення¹⁴.

У галузі покращення якості повітря, очисники повітря, які використовують штучний інтелект, можуть постійно записувати дані про якість повітря та навколишнє середовище та працювати над підвищенням ефективності повітряних фільтрів. Пристрої, що керуються штучним інтелектом, також можуть надавати мешканцям інформацію про людей у міста та міські райони, що надсилають попередження про рівні забруднення у своїх районах. Існують інструменти, які можуть швидко та точно виявляти джерела забруднення, оскільки машинне навчання може аналізувати дані, зібрані з транспортних засобів та літаків, радарів та камер, щоб зменшити забруднення повітря.

Зарубіжний досвід застосування штучного інтелекту (ШІ) для забезпечення екологічної безпеки має велике значення для аналізу даної теми (табл. 3)

13 Andrii Krupa, Vitalina Nikitenko, Valentina Voronkova (2024). The Role of Digital Technologies in Addressing Today's Global Challenges. *Baltic Journal of Economic Studies*, 10(3), 193-200. URL: <https://mail.google.com/mail/u/0/?ogbl#inbox/FMfcgzQXJGnxrKSJhPbRprJsSITQrmhS?projector=1&messagePartId=0.1>

14 Vitalina, Nikitenko, Valentyna, Voronkova, Olga Kyvliuk, Oleksenko, Roman, Valeriia, Suhenko. Philosophical reflection on artificial intelligence and its impact on the development of society, human, and education. *Humanities studies: Collection of Scientific Papers* / Ed. V. Voronkova. Zaporizhzhia: Publishing house «Helvetica», 2024. 19 (96). P. 67–76. URL: <http://humstudies.com.ua/article/view/307058/298408>

Таблиця 3

**Міжнародний досвід застосування штучного інтелекту (ШІ)
для забезпечення екологічної безпеки**

Країна	Досвід застосування штучного інтелекту (ШІ) для забезпечення екологічної безпеки
1	2
1. США – моніторинг забруднення повітря та води	У США активно застосовують ШІ для моніторингу стану довкілля. Наприклад, Агентство з охорони довкілля (EPA) використовує ШІ для аналізу даних про якість повітря, які надходять від сенсорів і супутників. Ці системи дозволяють оперативно виявляти зони високого забруднення і прогнозувати наслідки для здоров'я людей та екосистем. Також у США застосовують ШІ для моніторингу якості води в річках і озерах, прогножуючи можливі випадки забруднення та зміни в екосистемах.
2. Китай – «розумні» міста та управління ресурсами	Китай значно інвестує у технології ШІ для побудови «розумних» міст, які оптимізують споживання ресурсів і покращують екологічний стан міського середовища. Наприклад, у Ханчжоу впроваджено систему «City Brain», яка контролює транспорт, знижуючи затори і скорочуючи викиди. Також у Китаї використовують ШІ для моніторингу стану лісів, водних ресурсів та управління сільськогосподарськими процесами, щоб зменшити викиди й оптимізувати використання води.
3. Європейський Союз – захист біорізноманіття та боротьба зі змінами клімату	У країнах Європейського Союзу широко застосовують ШІ в дослідженнях щодо змін клімату та захисту біорізноманіття. Європейська комісія фінансує численні проекти, спрямовані на розробку ШІ для прогнозування кліматичних змін, відстеження стану лісів, морів та інших природних середовищ. Наприклад, проект Copernicus Climate Change Service використовує ШІ для аналізу супутникових даних з метою відстеження кліматичних аномалій, змін у рослинності та температурі морів. Це допомагає країнам-членам ЄС приймати ефективні рішення для зниження негативного впливу на природу.
4. Індія – оптимізація водних ресурсів та сільського господарства	Індія стикається з проблемами нестачі води та змін клімату, тому ШІ активно використовується для оптимізації управління водними ресурсами. Один із проектів у цій галузі – система Krishi AI, яка аналізує стан ґрунтів, погоду і наявність водних ресурсів, надаючи фермерам рекомендації щодо оптимального використання води та добрив. Це не лише сприяє підвищенню врожайності, але й знижує негативний вплив на довкілля.
5. Австралія – боротьба з лісовими пожежами	Австралія активно використовує ШІ для боротьби з лісовими пожежами, які часто виникають у регіоні. Зокрема, у цій країні розроблено систему, яка використовує дані з супутників та сенсорів для прогнозування пожежонебезпечних зон. ШІ аналізує такі параметри, як температура, вологість повітря, швидкість вітру та наявність сухих рослин, і на основі цих даних прогнозує можливість виникнення пожеж. Це дозволяє вчасно реагувати і запобігати масштабним катастрофам.

Продовження табл. 3

1	2
6. Нідерланди – управління прибережними екосистемами та водопостачанням	Нідерланди, як країна з розвинутою інфраструктурою водного контролю, використовують ІІІ для управління прибережними екосистемами та системами водопостачання. Один із прикладів – проект Deltares, у межах якого ІІІ аналізує стан річок і моря, відстежуючи рівень води, якість води та стан берегової лінії. Це важливо для захисту країни від повеней і підтримки здоров'я водних екосистем.
7. Канада – захист лісових масивів і дикої природи	Канада активно використовує ІІІ для моніторингу лісів і дикої природи. В країні розроблено кілька проєктів, де ІІІ аналізує дані з супутників, дронів та сенсорів для відстеження стану лісових масивів, попередження незаконної вирубки лісу та моніторингу міграції диких тварин. Це особливо важливо для збереження місцевих екосистем і підтримки стабільності екологічного балансу в умовах кліматичних змін.
8. Японія – використання ІІІ для підвищення енергоефективності та зниження викидів CO ₂	Японія впроваджує ІІІ для оптимізації використання енергії та скорочення викидів парникових газів у промисловості й енергетиці. Наприклад, ІІІ використовується для прогнозування пікових навантажень у мережах і регулювання споживання електроенергії. Це дозволяє уникати надмірного використання ресурсів і знижувати навантаження на довкілля. Також у Японії використовують системи ІІІ для покращення роботи відновлюваних джерел енергії, таких як сонячні батареї та вітрові турбіни, що сприяє зниженню залежності від викопного палива.
9. Сінгапур – міський моніторинг і зелений розвиток	Сінгапур використовує ІІІ для інтеграції зелених технологій у міське середовище, зокрема через систему моніторингу якості повітря, води та зелених насаджень. Одним із прикладів є «розумні» паркові зони, де ІІІ контролює стан рослинності та вологість ґрунту, а також прогнозує потребу в поливі. Завдяки цим системам місто зберігає та розширює свої зелені зони, водночас підтримуючи високий рівень екологічної безпеки навіть у щільно забудованих районах.
10. Німеччина – управління відходами та переробка	У Німеччині розробляють системи ІІІ для управління процесами збору та переробки відходів, а також мінімізації їх впливу на навколишнє середовище. Наприклад, у містах встановлюють «розумні» контейнери для сміття, які відстежують рівень заповненості та оптимізують маршрути вивезення відходів. Це не лише знижує витрати на транспорт, але й зменшує викиди CO ₂ , пов'язані з перевезенням. Такі технології також сприяють розвитку циркулярної економіки, де відходи перетворюються на ресурси.
11. Швейцарія – захист і управління водними ресурсами	У Швейцарії застосовують ІІІ для моніторингу стану водних ресурсів, зокрема для аналізу даних з річок, озер і льодовиків. Це допомагає прогнозувати рівень води, якість та наявність забруднень. Такий підхід є особливо важливим з огляду на зміну клімату, яка впливає на танення льодовиків і баланс водних ресурсів країни. ІІІ також дозволяє ефективніше управляти водними ресурсами, що є критично важливим для підтримки екосистем і безпеки питної води.

Продовження табл. 3

1	2
12. Ізраїль – оптимізація сільського господарства в умовах нестачі води	Ізраїль широко використовує ШІ для ефективного управління водними ресурсами та оптимізації сільського господарства, особливо в посушливих умовах. Система, відома як Agrintelligence, допомагає фермерам контролювати полив і використання добрив на основі реальних даних про ґрунти й погодні умови. Це дозволяє зменшити витрати на воду та добрива, одночасно підвищуючи врожайність і зменшуючи негативний вплив на екосистему.

Таблиця 3 (сформована авторами)

Міжнародний досвід застосування штучного інтелекту (ШІ) для забезпечення екологічної безпеки є досить широким і включає різні інноваційні проекти та підходи¹⁵. Зарубіжний досвід свідчить про високу ефективність використання ШІ для екологічної безпеки в різних аспектах – від зниження забруднення та оптимізації споживання ресурсів до боротьби з катастрофами й захисту біорізноманіття. Інші країни можуть перейняти ці практики, адаптуючи їх до власних потреб і екологічних викликів¹⁶. Міжнародний досвід демонструє, що застосування штучного інтелекту (ШІ) для забезпечення екологічної безпеки має широкий спектр переваг і перспектив. Продовження вивчення й адаптації цих методів може суттєво допомогти іншим країнам у вирішенні власних екологічних викликів. Міжнародний досвід застосування ШІ в екологічній сфері свідчить про значний потенціал цієї технології для забезпечення стійкого розвитку та екологічної безпеки. Інноваційні рішення, розроблені в різних країнах, дають змогу знизити рівень забруднення, зберегти ресурси та підтримувати здоров'я екосистем. Цей досвід може бути адаптований і застосований в інших країнах з урахуванням місцевих потреб і викликів, що дозволить досягти глобальних цілей сталого розвитку¹⁷.

Тема застосування штучного інтелекту (ШІ) для забезпечення екологічної безпеки має як теоретичне, так і практичне значення. Теорія ШІ допомагає створювати нові методи обробки та аналізу даних, що сприяє

15 Cherep, Alla, Voronkova, Valentyna, Cherep, Oleksandr, & Kaliuzhna, Iuliia. A humanistic and cross-cultural approach to organization management as a factor of people's democracy. *Humanities studies: Collection of Scientific Papers* / Ed. V. Voronkova. Zaporizhzhia : Publishing house «Helvetica», 2023. 14 (91). P. 184–195. URL: <http://humstudies.com.ua/article/view/277869/272617>

16 Воронкова В.Г., Белоусов В.В., Колюх В.В., Бізнес-аналітика як стратегічний ресурс інформаційно-аналітичного забезпечення управління підприємствами та організаціями в умовах цифрової трансформації. *Цифрова економіка та економічна безпека*. Одеса: Причорноморський науково-дослідний інститут економіки та інновацій. 2024. Вип. 5(14). С. 8–15. URL: <http://dees.iei.od.ua/index.php/journal/article/view/439/421>

17 Коломонець Тетяна, Верлос Наталя, Нікітенко Віталіна Воронкова Валентина, *Цифрові права в умовах розвитку штучного інтелекту та глобалізації: виклики та можливості*. *Humanities studies: Collection of Scientific Papers* / Ed. V. Voronkova. Zaporizhzhia : Publishing house «Helvetica», 2024. 19 (96). P. 207–217. URL: <http://humstudies.com.ua/article/view/312143/303213>

формуванню теоретичної бази для прогнозування екологічних процесів. Це дозволяє розробити інструменти для комплексного розуміння взаємозв'язків у природних системах. У теорії ШІ створюються моделі, що здатні відтворювати природні процеси й прогнозувати наслідки різних екологічних сценаріїв. Це особливо цінно для екологічного менеджменту, де важливо розуміти довгостроковий вплив діяльності людини на довкілля. Використання ШІ в екологічній сфері викликає важливі етичні питання щодо права природи на захист і відповідальності людини за її збереження. Ці питання спонукають до розвитку нових теоретичних підходів до екологічної етики, пов'язаної з технологіями. Завдяки ШІ можна вивчати і класифікувати різні види ризиків для навколишнього середовища та розробляти ефективні стратегії реагування. Це сприяє формуванню науково обґрунтованих підходів до управління екологічними загрозами¹⁸.

Завдяки ШІ можна впроваджувати системи безперервного моніторингу якості повітря, води, стану ґрунтів тощо. Такі системи дозволяють своєчасно виявляти загрози, вживаючи заходів для зменшення негативного впливу. ШІ аналізує екологічні дані й пропонує рішення для зниження шкідливого впливу, оптимізації ресурсів і планування дій у випадках екологічних катастроф. Це особливо корисно для урядів і організацій, що приймають рішення щодо захисту навколишнього середовища¹⁹. Завдяки ШІ можна розробляти стратегії, що знижують витрати на сировину та зменшують обсяг відходів. Це особливо актуально у виробництві та сільському господарстві, де зменшення екологічного сліду стає частиною стійкого розвитку. ШІ може передбачити можливі екологічні катастрофи, такі як повені, пожежі та землетруси, завчасно сповіщаючи населення та владу. Це дозволяє мінімізувати економічні й соціальні наслідки.

Системи ШІ допомагають відстежувати та захищати рідкісні та зникаючі види, забезпечуючи належний контроль за станом популяцій та охоронюваних територій²⁰. Отже, використання штучного інтелекту для

18 Voronkova V. Oleksenko R. Nikitenko V. Environmental problems solving as a factor in the formation of a sustainable and balanced development paradigm. International Multidisciplinary Scientific Geo Conference Surveying Geology and Mining Ecology Management, PlumX Article Metrics by Elsevier. SGEM; URL: https://epslibrary.at/sgem_jresearch_publication_view.php?page=view&editid1=9452

19 Gramchuk, Marina, & Nikitenko, Vitalina. Present trends and prospects of smart city development. Humanities studies: Collection of Scientific Papers / Ed.V. Voronkova. Zaporizhzhia : Publishinghouse «Helvetica», 2023. 14 (91). P. 35–41. URL: <http://humstudies.com.ua/article/view/277848/272598>

20 Voronkova, V., Cherep, O., & Bexhter, L. (2024). Conceptual foundations for the formation of personnel strategy at industrial enterprises in the context of digitalisation (Концептуальні основи формування кадрової стратегії на промислових підприємствах в умовах цифровізації). Baltic Journal of Economic Studies, 10(2), 60-67. URL: <http://baltijapublishing.lv/index.php/issue/article/view/2412>

захисту екологічної безпеки та моніторингу навколишнього середовища має велике практичне значення для забезпечення стійкого та екологічно безпечного розвитку, одночасно створюючи нові наукові перспективи й поглиблюючи розуміння взаємодії між технологіями та природою. Штучний інтелект (ШІ) відкриває широкі можливості для забезпечення екологічної безпеки та підтримки сталого розвитку в усьому світі. Його впровадження дозволяє не лише оперативно реагувати на екологічні загрози, але й ефективно управляти природними ресурсами, зменшувати викиди шкідливих речовин і покращувати стан довкілля. Зарубіжний досвід показує, що використання ШІ в різних країнах значно підвищує ефективність екологічних ініціатив: від моніторингу забруднення та прогнозування стихійних лих до оптимізації управління водними ресурсами та переробки відходів. Завдяки інноваційним технологіям, таким як аналіз супутникових даних, розумні сенсори й автоматизовані системи моніторингу, країни здатні краще розуміти екологічні процеси і приймати виважені рішення для збереження природи. Використання ШІ сприяє побудові економіки замкнутого циклу, де ресурси використовуються максимально ефективно, а негативний вплив на довкілля мінімізується²¹. Таким чином, ШІ є потужним інструментом для підтримки екологічної безпеки і може суттєво сприяти досягненню цілей сталого розвитку, якщо його застосовувати з урахуванням етичних і правових аспектів. Адаптація успішного зарубіжного досвіду у поєднанні з розвитком власних інновацій може допомогти країнам вирішувати складні екологічні виклики, що стоять перед сучасним світом, і забезпечувати екологічно безпечне майбутнє для наступних поколінь²². Продовження розвитку й впровадження штучного інтелекту для екологічної безпеки потребує системного підходу та співпраці між державами, науковими установами, технологічними компаніями та громадськими організаціями. Лише комплексні рішення можуть забезпечити ефективне використання ШІ у цій сфері, а саме поглиблення досліджень з використання ШІ в екологічних ініціативах має

21 Алла Череп, Валентина Воронкова, Регіна Андриякайтене, Максим Денисенко. Соціально-економічна безпека у контексті міжнародного економічного клімату задля забезпечення конкурентоспроможності економіки. *Acta Academiae Beregsasiensis. Economics*. Вип. 3(2023). Volum 3(2023). С. 172-179. URL: <https://aab-economics.kmf.uz.ua/aabe/article/view/87/84>

22 Алла Череп, Валентина Воронкова, Олександр Череп. Вплив глобальних трендів діджиталізації на сучасний економічний розвиток: нові можливості та виклики. *Humanities studies: Collection of Scientific Papers* / Ed. V. Voronkova. Zaporizhzhia : Publishing house «Helvetica», 2023. 17 (94). P. 200–208. URL: <http://humstudies.com.ua/article/view/298045>

бути пріоритетом для урядів і міжнародних організацій. Розробка нових алгоритмів та моделей, які можуть точніше прогнозувати зміни клімату, споживання ресурсів та наслідки екологічних катастроф, сприятиме підвищенню ефективності заходів з охорони природи.

Екологічні виклики не обмежуються кордонами, тому міжнародна співпраця є ключовою для успішного застосування ШІ. Обмін екологічними даними, створення глобальних екосистем моніторингу та проєктів зі спільного використання інфраструктури ШІ допоможуть краще відстежувати і прогнозувати зміни в екосистемах планети. Поширення знань про можливості та етичні виклики, пов'язані з ШІ у сфері екології, є важливим аспектом розвитку цієї сфери. Освітні програми, які готують нове покоління фахівців для роботи на перетині екології та ШІ, допоможуть забезпечити якісну підготовку кадрів і прискорити впровадження технологій. Важливо створювати та впроваджувати етичні принципи і правові норми для використання ШІ в екологічних проєктах. Це допоможе уникнути можливих зловживань і ризиків, пов'язаних з надмірною автоматизацією та надмірним втручанням у природні процеси. Дотримання етичних стандартів і забезпечення прозорості у використанні даних є ключовими для суспільної довіри²³. Людство повинно бути обізнаним про можливості ШІ для захисту довкілля, а також брати участь у процесі змін. Громадські організації, державні структури й освітні установи мають поширювати інформацію про ефективність та потенційні ризики впровадження ШІ для екологічної безпеки. Штучний інтелект є потужним інструментом для збереження довкілля та забезпечення сталого розвитку. Його ефективне застосування може значно знизити негативний вплив людської діяльності на природу, забезпечуючи сталий розвиток майбутніх поколінь²⁴.

DOI 10.51587/9798-9895-14670-2024-020-39-54

23 Valentyna Voronkova, Natalya Metelenko, Vitalina Nikitenko, Olga Kyvliuk, Roman Oleksenko. Formation and Development of Digital Society 5.0. Scientific Journal «Newsletter on the results of scholarly work in sociology, criminology, philosophy and political science» Volume 4, Issue 2, 54-71 Published: September 17, 2023. URL: <https://sci-result.de/journal/article/view/71/88>

24 Воронкова В.Г., Нікітенко В.О., Череп А.В., Череп О.Г. Концепція платформенної економіки як різновиду мережевої та інтернет-економіки. Актуальні проблеми освіти і науки в умовах війни: матеріали Першої науково-практичної онлайн-конференції з міжнародною участю «Актуальні проблеми освіти і науки в умовах війни» (Київ, 6-7 червня 2023 року/ упор. В.Шпак, за загальною редакцією С.Табачнікова. Київ: ДП «Експрес-об'ява», 2023. С. 7- 20.