

Олексюк О. Р., к. пед. н., доцент кафедри змісту і методик навчальних предметів, Тернопільський обласний комунальний інститут післядипломної педагогічної освіти

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У ВИРІШЕННІ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ

***Анотація.** У публікації проаналізовано сучасні підходи до використання інформаційних технологій для збереження довкілля. Основна увага приділяється впровадженню штучного інтелекту (ШІ), що може значно покращити можливості науковців та екологів у їх діяльності, зокрема через аналіз великих даних, автоматизований моніторинг та прогнозування екологічних змін. Окреслено перспективи використання ШІ в екологічних проєктах, що сприятиме більш ефективному вирішенню актуальних проблем збереження природних ресурсів.*

***Ключові слова:** штучний інтелект, моніторинг довкілля, біоіндикація, супутниковий моніторинг, екологічні технології, збереження природи.*

Антропогенний вплив на довкілля має згубні наслідки для природних екосистем. Забруднення повітря, водойм, ґрунтів, втрата біорізноманіття, інвазія чужорідних видів є наслідком нашого бездумного природокористування. Сучасне суспільство переосмислює принципи взаємодії з навколишнім середовищем, зважаючи на екологічну кризу глобального масштабу. Цивілізовані країни активно розробляють і впроваджують програми, проєкти та заходи, спрямовані на зменшення шкідливого впливу на природу. До них належать: розвиток відновлюваних джерел енергії, зниження викидів парникових газів, підвищення ефективності використання природних ресурсів та збереження біорізноманіття.

Сучасні інформаційні технології розвиваються щороку, надаючи екологам, науковцям та майбутнім фахівцям нові можливості у вирішенні екологічних проблем. Важливо зазначити, що вже активно використовуються передові досягнення у сфері моніторингу за станом довкілля, зокрема супутниковий моніторинг, моніторинг з використанням безпілотних літальних апаратів, моделювання та прогнозування кліматичних змін, тощо. Штучний інтелект є одним із останніх досягнень у розвитку технологій, і його застосування в екології може значно допомогти у вирішенні існуючих проблем довкілля. Використання ШІ дозволяє знаходити нові шляхи вирішення екологічних проблем, а також інтегрувати досягнення інших наукових галузей для розробки нових систем охорони навколишнього середовища та вдосконалення наявних.

***Моделювання розвитку екосистем.** Комп'ютерні системи та технології ШІ надають можливості для моделювання складних, багатофакторних моделей, дозволяючи дослідникам симулювати різні сценарії зміни впливу клімату, втручання людини або природних катастроф на екосистеми. Алгоритми машинного навчання можуть передбачити розповсюдження інвазійних видів і допомогти розробити ефективні стратегії для їх контролю; прогнозувати зміни у врожайності сільськогосподарських культур під впливом кліматичних факторів;*

аналізувати екологічні показники у містах та виявлення потенційних кризових ситуацій; допомогти у виявленні джерел викидів парникових газів та розробці ефективних методів їх зниження.

Автоматизований моніторинг. Алгоритми комп'ютерного зору можуть автоматично аналізувати зображення з камери пасток, ідентифікуючи тварин і досліджуючи їхню чисельність та поведінку. Використання ШІ для аналізу звукових записів може допомогти в біоіндикації птахів, земноводних та інших тварин за їхніми звуками. Це особливо корисно для моніторингу важкодоступних територій. Використовуючи сенсори цифрових засобів та дані супутників, ШІ може виявляти та аналізувати вплив людської активності, як-то незаконна вирубка лісу або браконьєрство, в реальному часі. Використання даних супутникового моніторингу для розробки систем раннього попередження лісових пожеж; використання метаданих з різних джерел, таких як кліматичні моделі, історичні дані про інвазію та дані про транспортні маршрути, для покращення прогнозів розповсюдження інвазійних видів.

Оптимізація управлінських рішень. Алгоритми штучного інтелекту можуть допомогти в оптимізації управління природними ресурсами для сталого розвитку, розробляючи стратегії збереження екосистем, рекомендацій з захисту природи на основі аналізу екологічних даних; управлінні відходами в міських умовах, проєктуванні систем збору і переробки відходів для мінімізації екологічного впливу; підвищити ефективність сортування відходів, використовуючи комп'ютерний зір для автоматичного розпізнавання та класифікації різних типів відходів; плануванні маршрутів збору та переробки відходів, забезпечуючи оптимальне використання ресурсів та зменшення викидів парникових газів; оптимізувати виробництво, розподіл та споживання енергії, зменшуючи втрати та підвищуючи ефективність енергосистем.

Аналіз генетичних даних. Використовуючи алгоритми машинного навчання, можна автоматизувати ідентифікацію видів за генетичними маркерами, що значно прискорює дослідження біорізноманітності; аналізувати широкий набір генетичних даних для виявлення генетичної різноманітності популяцій. Це може допомогти у виявленні слабких місць у геномних видах, які знайшли під загрозою, і сприяти розробці стратегій для їх збереження.

Традиційні наукові методи вивчення чинників впливу на екосистеми часто обмежені в можливостях аналізу. Наприклад, намагаючись передбачити передачу хвороби, дослідники часто стикаються з безліччю взаємодіючих факторів, від екологічних до соціально-культурних аспектів. Інтеграція штучного інтелекту може оптимізувати ці аналізи, забезпечуючи цілісне розуміння. Як зазначає Шеннон Ладло, здатність штучного інтелекту асимілювати величезні та різноманітні джерела даних може виявити чинники та взаємодії в екологічних системах, на які раніше не звертали уваги [1].

Особливо цінними для українських науковців є використання штучного інтелекту в умовах, коли неможливо провести роботи на місцевості. В умовах російської агресії проти України часто відсутній доступ до місць пожеж, зокрема лісових [2], які відбуваються на межі зіткнення.

Важливо зазначити, що однією з ключових можливостей ШІ є його здатність виявляти приховані зв'язки та залежності в даних. Ці "невидимі ланки" можуть представляти непередбачені взаємодії або впливи між компонентами екосистеми, які важко або неможливо побачити за допомогою традиційних методів дослідження. Завдяки здатності виявляти невидимі зв'язки та обробляти великі обсяги даних, ШІ може допомогти сформулювати нові гіпотези та зробити відкриття, які раніше не були можливими. Це може призвести до кращого розуміння того, як працюють екосистеми, а також до розробки нових стратегій збереження та управління навколишнім середовищем. Ще одним напрямком використання результатів є використання технологій ШІ в освітній сфері майбутніх спеціалістів-екологів, студентів та викладачів. Важливо використовувати ШІ відповідально та етично в екологічних дослідженнях, щоб гарантувати, що він використовується для збереження та захисту довкілля.

Список використаних джерел

1. A synergistic future for AI and ecology / B. A. Han et al. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2023. Vol. 120, no. 38. URL: <https://doi.org/10.1073/pnas.2220283120> (date of access: 26.05.2024).
2. How AI can help the world fight wildfires. *World Economic Forum*. URL: <https://www.weforum.org/agenda/2022/05/how-ai-can-help-the-world-fight-wildfires/>.
3. Олексюк О. Р. Реалізація STEM-проектів на основі технологій штучного інтелекту. *Інноваційні практики наукової освіти* : матеріали III Всеукраїнської науково-практичної конференції (Київ, 6–12 грудня 2023 року). – Київ : Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2023. С.575-580.
4. Олексюк О.Р., Вітенко І.М. Цифрові інструменти вчителя для формування екологічної компетентності учнів Біорізноманіття України в контексті сучасних природних умов середовища: матеріали Міжнародної наук.-практ. конф., (Тернопіль, 04-05 червня, 2020) [ред.кол. : В.Черняк (відп.ред.) та ін.] ; Тернопільський ОКІППО. – Тернопіль: Вид. центр ТОКІППО, 2020. С.177-179
5. Вітенко, І. М.; Олексюк, О. Р.; Кучер, Л. А. Реалізація концепції STEM-освіти в системі підвищення кваліфікації педагогічних працівників. *Наукові записки Малої академії наук України*, 2022, №3. С.38-46.

Онук Л. Л., к.біол.н., завідувач відділу фітосозології, *Кременецький ботанічний сад*

РОСЛИННИЙ ПОКРИВ УРОЧИЩА «ПОКАЯННА ГОРА» (С. КОМАРИН КРЕМЕНЕЦЬКИЙ РАЙОН ТЕРНОПІЛЬСЬКА ОБЛАСТЬ)

Анотація. Представлено результати геоботанічних обстежень урочища «Покаянна гора» (Кременецький р-н Тернопільська обл.). Рослинний покрив представлений злаково-різнотравними остепненими луками класу *Festuco-Brometea Br.-Bl. et Tx. ex Soo 1947*. У флористичному складі відмічено 72 види рослин. Подано созологічний аналіз та визначено природоохоронні та господарські цінності даної території, яку запропоновано взяти під охорону.