

Сасюк В.Р., студентка спеціальності G18 Геодезія та землеустрій

Мороз А.О., студент спеціальності 193 Геодезія та землеустрій

Науковий керівник: Дубницька М.В., PhD, асистент кафедри геодезії, картографії та землеустрою

(Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна)

ВИКОРИСТАННЯ ШІ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ЗМІН ЛАНДШАФТУ В ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ

Сучасний ландшафт зазнає значних змін внаслідок глобальної кліматичної кризи, підвищених темпів урбанізації в окремих регіонах та великого антропогенного навантаження. Зміни землекористування та земної поверхні (Land use/land cover, LULC), такі як ерозія ґрунтів, розмивання берегів чи збільшення кількості міст, потребують точних прогнозів та технологій аналізу, моделювання і передбачення для ефективного планування населених територій. Основним інструментом для аналізу просторових даних є геоінформаційні системи (ГІС), що потребують високої точності та достовірності. Для покращення та спрощення роботи в геоінформаційних системах все частіше застосовують прогресивний інструмент роботи з різними типами даних - штучний інтелект (ШІ), зокрема нейронні мережі та алгоритми машинного навчання. Метою роботи є огляд сучасних методів інтеграції ШІ-технологій та геоінформаційних систем у світі та подальші перспективи їх розвитку та застосування в землеустрою України.

Зі збільшенням обчислювальної потужності комп'ютерів, великі набори навчальних даних стали використовуватися для аналізу обчислювальних моделей вхідних даних на основі нейронних зв'язків. Оскільки нейронні мережі складаються з багатьох («глибоких») шарів пов'язаних нейронів, фахівці зі штучного інтелекту називають ці методи «глибоким навчанням» [2]. Ця форма нейронних мереж є найпоширенішою та активно використовується для прогнозування змін ландшафту.

Прикладом є алгоритми Random Forest, ці алгоритми визначають та класифікують типи землекористування (високогір'я, гори, відкриті землі, забудована місцевість, рослинність та сільськогосподарські угіддя) і необроблена земля) на основі супутникових знімків Sentinel-2 з високою точністю.

Вивчення змін на поверхні Землі є життєво важливим для розуміння екологічних та соціальних змін у ландшафтах. Використання традиційних методів та аерофотозйомки для збору інформації займає багато часу та є недостатньо точним. Однак, можливо спостерігати зміни на супутникових знімках. В останні десятиліття знімки ДЗЗ (дистанційне зондування землі) все частіше використовуються для виявлення змін у землекористуванні та земній поверхні (LULC) і рослинності. Оскільки існують великі колекції історичних даних та знімків ДЗЗ, можна легко дослідити та простежити антропогенний вплив на ландшафти [1].

Google Earth Engine (GEE) – це потужний інструмент для маніпулювання зображеннями отриманими в результаті дистанційного зондування для створення карт земного покриття на великих територіях. Серед супутникових знімків, включених до GEE, є Landsat 8, MODIS, Sentinel 2 та багато інших, зокрема часові ряди Landsat, які охоплюють майже 40 років [1]. За допомогою вивчення змін ландшафтів у минулому, ШІ-технології можуть прогнозувати ймовірну зміну земної поверхні у майбутньому з високою точністю.

У статті (Atef, I., Ahmed, W., & Abdel-Maguid, R.H. (2023) [1] проведено дослідження динаміки зміни ландшафту в одному з регіонів Єгипту внаслідок швидкої урбанізації та негативного антропогенного впливу, опустелення. У дослідженні

використовувалися супутникові дані за останні 20 років для аналізу стану земної поверхні. Результати показали високу ефективність визначення змін земного покриття протягом тривалого проміжку часу. Ці дані можна використати в прогнозування таких змін у майбутньому, що дає змогу знайти способи запобігання негативного впливу на ландшафти. Для України це може бути корисним для моніторингу стану земної поверхні протягом останніх років та ведення заходів землеустрою.

Застосування ШІ в геоінформаційних системах має значні переваги. ШІ прискорює роботу з даними, а саме обробку в 10-100 разів в порівнянні з традиційними методами, що важливо для великих територій.[5] Також моделі ШІ, такі як MLP-NN, прогнозують зміни земної поверхні (деградація лісів, урбанізація) на декілька десятків років вперед із високою точністю. [2]. Ці методи можна застосувати в екологічному моніторингу (оцінки ерозії ґрунтів, спустелення), в урбаністичному плануванні та управлінні природно-сировинними ресурсами [4]. Для України застосування цих технологій буде сприятливим у прогнозуванні втрат лісів через незаконні вирубки чи кліматичних змін, сприяючи сталому розвитку.

Технологій штучного інтелекту в GIS мають також і свої обмеження та недоліки. По-перше, потрібні великі обсяги даних для навчання алгоритмів, що може бути проблемою для регіонів з обмеженим доступом до супутникових знімків [5]. По-друге, алгоритми ще в стадії розробки, тому можуть дані можуть бути неповними або неточними, що негативно впливає на всю роботу ГІС- систем. Також виникають етичні питання з використанням гео-просторових конфіденційних даних у мережі інтернет [3].

Інтеграція ШІ-технологій з ГІС-системами відкриває нові перспективи для прогнозування змін ландшафту, роблячи землеустрій більш ефективним та точним. Методи, як нейронні мережі та Random Forest, дозволяють швидко аналізувати великі обсяги даних, що є корисним для планування міст, моніторингу стану навколишнього середовища та цілей сталого розвитку в Україні. Однак, існують виклики, пов'язані з доступом до даних ДЗЗ та етичними нормами в суспільстві, що потребують дослідження та подальшого вирішення. У найближчому майбутньому ШІ-технологій можуть стати основою для прогнозування ландшафтних змін, внаслідок глобальної зміни клімату чи антропогенного впливу, сприяючи збереженню природних ресурсів та раціонального використання природних територій.

Перелік посилань:

1. Atef I. Modelling of land use land cover changes using machine learning and GIS techniques: a case study in El-Fayoum Governorate, Egypt / I. Atef, W. Ahmed, R. H. Abdel-Maguid // *Environmental Monitoring and Assessment*. – 2023. – Vol. 195, № 6. – P. 1–18. – DOI: <https://doi.org/10.1007/s10661-023-11224-7>.
2. Alqadhi S. Spatial and decadal prediction of land use/land cover using multi-layer perceptron-neural network (MLP-NN) algorithm for a semi-arid region of Asir, Saudi Arabia / S. Alqadhi, J. Mallick, A. Balha [et al.] // *Earth Science Informatics*. – 2021. – Vol. 14. – P. 1547–1562. – DOI: 10.1007/s12145-021-00633-2.
3. Hohl A. Autonomous GIS: the next-generation AI-powered GIS / A. Hohl, K. C. Clarke // *International Journal of Digital Earth*. – 2023. – Vol. 16, № 1. – P. 1–20. – DOI: <https://doi.org/10.1080/17538947.2023.2278895>.
4. Li Y. Artificial Intelligence in Landscape Ecology: Recent Advances, Perspectives, and Opportunities / Y. Li, X. Zhang // *Current Landscape Ecology Reports*. – 2024. – Vol. 9, № 1. – P. 1–15. – DOI: <https://doi.org/10.1007/s40823-024-00103-7>.