

РОЗУМНЕ ЛІСОВЕ ГОСПОДАРСТВО: ВИКОРИСТАННЯ ГІС ТА ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ СТАЛОГО УПРАВЛІННЯ ЛІСАМИ

Криштоп Є.А., канд. с.-г. наук, доцент,
Борисова В.Л., канд. с.-г. наук, викладач
Державний біотехнологічний університет

У сучасному світі зміни клімату, втрата біорізноманіття та нестача природних ресурсів є серйозними загрозами. Інтеграція новітніх технологій у традиційні сфери діяльності є необхідною умовою їх сталого розвитку. Лісове господарство, як ключовий компонент природокористування, піддається тиску з боку внутрішніх та зовнішніх факторів, які вимагають нових підходів до сталого управління ресурсами. Ліси виконують важливі екологічні, економічні та соціальні функції, але їхня стійкість під загрозою через незаконну вирубку, пожежі, біологічні загрози та зміни клімату. У цьому контексті концепція «розумного лісового господарства» стає ключовою, використовуючи сучасні технології, зокрема геоінформаційні системи (ГІС) та штучний інтелект (ШІ).

ГІС забезпечують збір, аналіз та візуалізацію просторових даних, що дозволяє лісівникам отримувати детальну інформацію про стан лісових екосистем і приймати обґрунтовані рішення [1]. Застосування ГІС у лісовому господарстві охоплює картографування лісів, оцінку біорізноманіття та моніторинг впливу змін клімату. Дистанційне зондування, засноване на супутникових знімках, виявляє проблеми, такі як хвороби дерев, пожежі та незаконна вирубка [2].

ГІС також сприяють проведенню екологічних оцінок і моделюванню впливу різних факторів на екосистеми. Якщо ми подивимося на картину в цілому, наукові дослідження підтверджують, що ГІС можуть прогнозувати потенційні наслідки зміни клімату на структуру і функціонування лісів [3], що дозволяє розробляти адаптаційні стратегії для збереження біорізноманіття.

Штучний інтелект здатний аналізувати великі обсяги даних, виявляти патерни та робити прогнози, що є надзвичайно важливим для сталого управління лісами. Завдяки алгоритмам машинного навчання, лісівники можуть моделювати зростання дерев, оцінювати їхнє здоров'я та прогнозувати ризики, пов'язані з шкідниками, захворюваннями та лісовими пожежами [4, 5].

ШІ автоматизує рутинні процеси, такі як інвентаризація дерев, підвищуючи точність і знижуючи витрати на управління. Наприклад, нейронні мережі аналізують дані про зростання дерев, що дозволяє точно оцінювати їхній обсяг і прогнозувати потреби в ресурсах, що особливо важливо в умовах глобального потепління, коли здорові ліси можуть слугувати природними бар'єрами для зміни клімату.

Поєднання ГІС і ШІ відкриває нові можливості для аналізу даних дистанційного зондування лісових територій і моделювання змін у таксаційних показниках, таких як запас, зімкнутість крон та висота деревостану. Глобальні продукти моніторингу, як-от Global Forest Watch, Global Forest Change та Forests – Copernicus Land Monitoring Service, дозволяють ефективно відслідковувати зміни в лісових екосистемах, що сприяє оперативному оцінюванню їхнього стану та реакції на зовнішні впливи, включаючи зміни клімату [6].

Інтеграція ГІС і ШІ в концепцію «розумного лісового господарства» є важливим кроком для забезпечення сталого управління лісовими ресурсами. Ключовим моментом тут є те, що ці технології підвищують ефективність, точність і оперативність управлінських рішень, що є критично важливим у сучасному світі, де зміни клімату і втрата біорізноманіття становлять серйозні загрози.

Важливим аспектом інтеграції ГІС та ШІ є реалізація концепції «розумного лісового господарства», яка передбачає використання даних і технологій для покращення управлінських рішень. Це дозволяє лісівникам оперативно реагувати на зміни в навколишньому середовищі, що сприяє збереженню лісових екосистем і їхній стійкості до змін клімату [7, 8].

Однак інтеграція ГІС і ШІ стикається з численними викликами. Один із основних – адаптація існуючих систем управління до нових технологічних реалій. Багато лісових господарств мають традиційні структури, які можуть бути не готовими до впровадження новітніх технологій, що вимагає фінансових вкладень і навчання персоналу [9]. Також важливо забезпечити якість даних, оскільки неточності можуть призвести до помилкових висновків. Різноманітність джерел і форматів даних ускладнює інтеграцію, тому створення єдиної платформи для їх обробки є складним, але необхідним завданням.

Незважаючи на ці виклики, переваги інтеграції ГІС і ШІ очевидні. Інтеграція технологій географічних інформаційних систем (ГІС) та штучного інтелекту (ШІ) у концепцію «розумного лісового господарства» є важливим кроком у напрямку сталого управління лісовими ресурсами. Ці технології надають лісівникам потужні інструменти для ефективного моніторингу та аналізу стану лісових екосистем, що дозволяє вчасно виявляти проблеми та приймати обґрунтовані рішення. Використання ГІС допомагає в картографуванні та моніторингу, тоді як ШІ, завдяки алгоритмам машинного навчання, забезпечує глибокий аналіз даних та прогнозування ризиків.

Таким чином, впровадження цих технологій є обов'язковою умовою для забезпечення економічної вигоди та екологічної стійкості. Концепція «розумного лісового господарства» може стати важливим етапом для досягнення сталого розвитку, сприяючи збереженню лісових екосистем і їхній стійкості до глобальних змін.

Література

1. Xing, J., Sun, S., Huang, Q., Chen, Z., & Zhou, Z. (2024). Application of Geoinformatics in Forest Planning and Management. *Forests*, 15(3), 439. URL: <https://doi.org/10.3390/f15030439>
2. Wang, R., Sun, Y., Zong, J., Wang, Y., Cao, X., Wang, Y., ... & Zhang, W. (2024). Remote Sensing Application in Ecological Restoration Monitoring: A Systematic Review. *Remote Sensing*, 16 (12), 2204. URL: <https://doi.org/10.3390/rs16122204>
3. Soubry, I., Doan, T., Chu, T., & Guo, X. (2021). A systematic review on the integration of remote sensing and GIS to forest and grassland ecosystem health attributes, indicators, and measures. *Remote Sensing*, 13 (16), 3262. URL: <https://doi.org/10.3390/rs13163262>
4. Back, P. (2022). AI for Optimal and Sustainable Forest Management. URL: <https://aaltodoc.aalto.fi/items/e492a692-cb88-4b20-8305-e3a80fca6767>
5. Jain, P., Coogan, S. C., Subramanian, S. G., Crowley, M., Taylor, S., & Flannigan, M. D. (2020). A review of machine learning applications in wildfire science and management. *Environmental Reviews*, 28 (4), 478-505. URL: <https://cdnsiencepub.com/doi/full/10.1139/er-2020-0019>
6. Дячук, П. П., & Берднік, І. В. (2024). Використання геоінформаційних систем і штучного інтелекту для захисту особливо цінних лісів України: огляд можливостей, виклики та правове забезпечення. Київ: WWF-Україна. URL: <https://www.wwf.org/en/?15345816/GIS-and-AI-for-preserving-HCV-forests-of-Ukraine>
7. Luo, F., Liu, L., Wang, G. G., Kumar, V., Ashton, M. S., Abernethy, J., ... & Zhao, L. (2023, November). Artificial Intelligence for Climate Smart Forestry: A Forward Looking Vision. In 2023 IEEE 5th International Conference on Cognitive Machine Intelligence (CogMI) (pp. 1-10). IEEE. URL: <https://doi.org/10.1109/CogMI58952.2023.00011>
8. Hoppen, M., Chen, J., Kemmerer, J., Baier, S., Bektas, A. R., Schreiber, L. J., ... & Rossmann, J. (2024). Smart forestry—a forestry 4.0 approach to intelligent and fully integrated timber harvesting. *International Journal of Forest Engineering*, 35 (2), 137-152. URL: <https://doi.org/10.1080/14942119.2024.2323238>
9. Cooper, L., & MacFarlane, D. (2023). Climate-Smart Forestry: Promise and risks for forests, society, and climate. *PLOS Climate*, 2 (6), e0000212. URL: <https://doi.org/10.1371/journal.pclm.0000212>