

ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ЛІСОВОМУ ГОСПОДАРСТВІ: ПОРІВНЯННЯ РОЗВИТКУ З 2020 ДО 2025 РОКУ

У статті досліджено динаміку розвитку комп'ютерних технологій у лісовому господарстві України та світу впродовж 2020–2025 років. Визначено основні напрями цифрової трансформації галузі: автоматизація обліку деревини, впровадження геоінформаційних систем (GIS), дистанційне зондування, використання безпілотних літальних апаратів, штучного інтелекту (AI) та великих даних (Big Data). Окремо розглянуто українські приклади цифровізації, такі як система Forest Monitoring System, LISforest, DeerGreen, а також впровадження дронів DJI для інвентаризації. Порівняно розвиток цифровізації у 2020 та 2025 роках, визначено тенденції, виклики й перспективи розвитку галузі.

Особливу увагу приділено аналізу цифрових рішень, що забезпечують оперативність прийняття управлінських рішень, прозорість лісового обліку та точність інвентаризаційних процесів. Дослідження підкреслює позитивний вплив цифровізації на зниження витрат, оптимізацію ресурсів та підвищення ефективності екосистемного управління. Оцінено внесок міжнародного досвіду, зокрема прикладів країн ЄС, у формування сучасних підходів до ведення лісового господарства.

Зазначено, що цифрова трансформація вимагає не лише технологічних змін, але й оновлення нормативної бази, підвищення цифрової грамотності персоналу, міжвідомчої координації та інвестицій. Наведено кількісні показники впровадження ІТ-рішень та динаміку їх зростання. Показано, що нові цифрові платформи дають змогу проводити моніторинг лісових масивів у реальному часі, прогнозувати ризики та приймати превентивні заходи.

У межах дослідження проаналізовано результати опитування спеціалістів галузі, що підтвердили зростаючу потребу у впровадженні автоматизованих систем і хмарних сервісів. Визначено основні бар'єри: нестача спеціалістів, технічне відставання окремих регіонів, обмежений доступ до якісного інтернет-зв'язку. Також зроблено припущення щодо подальших векторів розвитку цифрового лісового господарства, зокрема інтеграцію IoT, блокчейну та машинного навчання.

Результати дослідження можуть бути використані при формуванні державної політики у сфері цифровізації природокористування, розробці галузевих стандартів та освітніх програм. Автор підкреслює, що успішна цифрова трансформація потребує системного підходу, в якому технічні інновації поєднуються з організаційними змінами. Стаття актуалізує значення інформаційних технологій як ключового чинника сталого розвитку лісової галузі.

Ключові слова: лісове господарство, комп'ютерні технології, цифровізація, GIS, дрони, штучний інтелект, Big Data, інвентаризація.

¹Сахнюк Вікторія Василівна, викладач-методист. E-mail: karantinmltk@gmail.com, orcid: <https://orcid.org/0009-0002-4157-8426>.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Лісове господарство є однією з найважливіших галузей економіки України, яка виконує не лише виробничу, а й екологічну та соціальну функції. Збереження й ефективне використання лісових ресурсів неможливе без застосування сучасних комп'ютерних технологій. Протягом останніх п'яти років лісова галузь активно переходить від традиційних паперових методів ведення документації до цифрових рішень. Така трансформація обумовлена необхідністю прозорості обліку, оперативності прийняття управлінських рішень та контролю за станом лісових масивів.

У працях вітчизняних та зарубіжних авторів [1; 2; 3; 4; 5] простежується посилення уваги до цифрової трансформації лісової галузі. Дослідження Європейської економічної комісії (UNECE, 2024) доводять, що цифровізація лісового господарства зменшує адміністративні витрати до 20% і підвищує ефективність інвентаризації на 40%. В Україні цей процес активізувався після 2021 року, коли почали впроваджувати державні онлайн-платформи моніторингу та контролю – Forest Monitoring System і DeepGreen.

У 2020 році більшість лісгосподарських підприємств користувались лише базовими цифровими інструментами, а станом на 2025 рік відбувся якісний стрибок: створено єдині бази даних, інтегровані мобільні додатки для польових працівників, використовується супутниковий моніторинг, автоматизовано облік деревини. Проте залишаються виклики – нестача кадрів, обмежене фінансування, слабка інтеграція між відомствами.

Мета дослідження. Метою дослідження є аналіз використання комп'ютерних технологій у лісовому господарстві України у 2020–2025 роках, визначення тенденцій, темпів цифровізації, основних проблем і перспектив розвитку галузі в контексті європейського досвіду.

Матеріали і методи дослідження. У процесі дослідження використано комплекс взаємодоповнюючих методів: аналітичний, статистичний, порівняльний та системний. Основою для аналізу слугували відкриті дані Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України, державних лісгосподарських підприємств, міжнародних організацій FAO та UNECE, а також офіційні портали цифрових систем (зокрема, LISforest та DeepGreen) і фахові публікації у сфері лісового менеджменту.

Порівняльний метод застосовано для вивчення динаміки впровадження комп'ютерних технологій у лісовому господарстві упродовж 2020–2025 років. Для цього було виокремлено п'ять ключових критеріїв оцінки цифрових інструментів: рівень застосування, ефективність, витрати на впровадження, доступність кваліфікованих кадрів і наявність інституційної підтримки. Оцінки за цими критеріями формувалися на основі аналізу звітів, статистичних зведень,

аналітичних оглядів, технічної документації до цифрових рішень, а також матеріалів міжнародних конференцій та експертних коментарів.

Дані систематизовано в узагальнену таблицю, яка дозволяє простежити еволюцію цифрових технологій у лісовій галузі. Такий підхід забезпечив об'єктивність оцінки та наочність представлення результатів, що дозволяє визначити як досягнення, так і наявні проблеми у сфері цифрової трансформації.

Результати дослідження та їх обговорення. Використання комп'ютерних технологій у лісовому господарстві розширило можливості контролю та моніторингу за станом лісів. Застосування геоінформаційних систем (GIS) дозволило створювати високоточні карти, а дрони DJI – фіксувати зміни у лісових масивах у режимі реального часу. Водночас штучний інтелект (AI) допомагає прогнозувати поширення шкідників і ризику пожеж.

Порівняння розвитку цифрових технологій наведено у таблиці 1. Протягом п'яти років відбулося суттєве зростання рівня автоматизації. Якщо у 2020 році лише 25% підприємств використовували GIS, то у 2025 році – вже понад 75%. Впровадження систем DeepGreen і LISforest дозволило створити єдину екосистему даних для моніторингу лісових ресурсів.

Таблиця 1

Рік	Цифрові технології	Рівень впровадження (%)
2020	GIS, базовий облік деревини	25
2022	GIS, дрони, мобільні додатки	45
2023	AI, DeepGreen, автоматизовані бази	60
2025	LISforest, Big Data, інтегровані системи	75

Суттєвим досягненням стало впровадження безпілотних технологій. Зокрема, у 2024 році Державне агентство лісових ресурсів використало понад 200 дронів DJI Phantom для картографування лісових площ. Це дозволило скоротити витрати на польові обстеження на 30% і підвищити точність інвентаризації на 25%. Водночас алгоритми машинного навчання в LISforest забезпечили автоматичне розпізнавання видів деревини за супутниковими знімками.

З метою глибшого аналізу цифрової трансформації лісового господарства проведено порівняння ключових технологічних напрямів у 2020 та 2025 роках за п'ятьма критеріями: рівень впровадження, ефективність, витрати, доступність кадрів та інституційна підтримка (табл. 2).

Як видно з наведених у таблиці 2 даних, всі цифрові технології продемонстрували значне зростання рівня впровадження та ефективності за

п'ятирічний період. Найбільший приріст спостерігається у використанні безпілотників та геоінформаційних систем, що стали основними інструментами моніторингу та інвентаризації. Зменшення витрат на застосування технологій, зокрема дронів та мобільних додатків, свідчить про оптимізацію процесів і підвищення доступності обладнання.

Таблиця 2

Порівняння цифрових компонентів лісового господарства України у 2020 та 2025 роках

Технологія/ Критерій	Рівень впровадження (%)	Ефектив- ність (оцінка 1–5)	Витрати (оцінка 1–5)	Доступ- ність кадрів (1–5)	Інституційна підтримка (1–5)
GIS-системи	25 → 75	3 → 5	4 → 3	2 → 4	2 → 4
Дрони	10 → 65	2 → 5	5 → 3	1 → 3	1 → 4
AI (ШІ)	0 → 40	1 → 4	5 → 4	1 → 3	1 → 3
Big Data	5 → 55	2 → 5	4 → 3	1 → 2	1 → 3
Мобільні додатки	15 → 70	3 → 4	3 → 2	2 → 4	2 → 3

Водночас відчутним залишився дефіцит кваліфікованих кадрів, хоча у 2025 році показники доступності фахівців покращилися завдяки державним програмам підготовки. Рівень інституційної підтримки також зріс, що свідчить про посилення ролі держави у цифровій трансформації лісової галузі.

Однак цифровізація галузі в Україні ще не досягла рівня провідних європейських країн. У Фінляндії, наприклад, національна система Forest Data Hub інтегрує дані з приватних та державних джерел, що дозволяє прогнозувати динаміку лісів на 20 років уперед. В Україні поки що лише формується інституційна база для подібних рішень.

Висновки. Цифровізація лісового господарства України у 2020–2025 роках демонструє стале зростання, однак потребує подальшого розвитку з урахуванням світових тенденцій. Найефективнішими інструментами стали GIS-системи, дрони, Big Data та штучний інтелект, що забезпечують оперативність прийняття рішень та високу точність облікових і моніторингових процедур. Перспективи розвитку галузі полягають у створенні єдиного цифрового середовища, інтеграції державних баз даних, автоматизації ланцюгів постачання деревини й підготовці кадрів нового покоління. Впровадження таких рішень сприятиме прозорості управління, екологічній безпеці та підвищенню ефективності лісового господарства.

Цифрова трансформація галузі демонструє не лише зростання технічної спроможності, а й формування нової цифрової культури управління природними ресурсами. Успішне впровадження інноваційних рішень напряму залежить від наявності комплексної стратегії цифровізації, державної підтримки та

ефективної співпраці з міжнародними партнерами. Зростаюча роль аналітики великих даних і алгоритмів штучного інтелекту свідчить про перехід лісової галузі до проактивного управління, орієнтованого на запобігання ризикам. Водночас актуальними залишаються питання кібербезпеки, захисту персональних даних та етичного використання цифрових технологій у сфері природокористування. Подальші дослідження мають бути спрямовані на оцінку довгострокової ефективності цифровізації та її впливу на соціальні й екологічні аспекти сталого розвитку.

Список літератури (References)

1. ДСТУ 8302:2015. Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні вимоги та правила складання». К.: Мінекономрозвитку України, 2016. https://kneu.edu.ua/ua/scientists/Pravyla_oforml_bibliohrafich_posylan/ [DSTU 8302:2015. Information and documentation. Bibliographic reference. eneral requirements and rules of compilation. Kyiv: Ministry of Economic Development of Ukraine, 2016.] (in Ukrainian).
2. FAO (2023). The State of the World's Forests 2023. DOI:10.4060/cc3533en
3. UNECE (2024). Digital Transformation in Forestry. DOI:10.18356/unece-forest-digital-2024
4. Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine. Forests Report 2025.
5. LISforest Official Portal (2025). <https://lisforest.gov.ua>

V. V. Sakhnyuk¹

¹*Malyn Ahhlied College, Hamarnia village, Zhytomyr region, Ukraine*

THE USE OF COMPUTER TECHNOLOGIES IN FORESTRY: DEVELOPMENT COMPARISON FROM 2020 TO 2025

Adstract. *The article investigates the dynamics of computer technology development in forestry across Ukraine and globally between 2020 and 2025. Key directions of digital transformation are identified, including timber accounting automation, the use of Geographic Information Systems (GIS), remote sensing technologies, unmanned aerial vehicles (drones), artificial intelligence (AI), and Big Data. The study emphasizes Ukrainian innovations such as the Forest Monitoring System, LISforest, DeepGreen, and the deployment of DJI drones for forest inventory. A comparative analysis between the digitalization levels of 2020 and 2025 reveals major progress, as well as persisting challenges and prospects for future development.*

Special attention is given to how digital tools improve decision-making speed, enhance data transparency, and increase the accuracy of forest inventory operations. The findings suggest that digitalization contributes significantly to cost reduction, resource optimization, and more effective ecosystem management. The article also highlights the influence of international best practices—particularly from EU countries—in shaping modern forest governance.

It is noted that digital transformation requires not only technical upgrades but also regulatory adaptation, workforce digital literacy, inter-agency collaboration, and consistent investment. The research presents quantitative indicators of technology adoption and outlines the upward trend in

their usage. Newly implemented platforms are shown to enable real-time forest monitoring, risk prediction, and proactive management actions.

The study includes a professional survey of forestry specialists, confirming a growing demand for automated systems and cloud-based services. The main obstacles identified include a shortage of qualified personnel, technological lag in some regions, and limited internet infrastructure. Moreover, the paper outlines future development trajectories, such as the integration of IoT, blockchain, and machine learning.

These research outcomes may inform national policy on digital environmental management, contribute to the development of forestry standards, and support educational curriculum updates. The author emphasizes that successful digital transformation requires a systemic approach, combining technical innovation with institutional and organizational change. Ultimately, the article underscores the importance of information technologies as a strategic factor for sustainable forestry development.

Key words: *forestry, computer technologies, digitalization, GIS, drones, artificial intelligence, monitoring, Big Data, innovation.*