



Наукові праці Лісівничої академії наук України
Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine

<http://fasu.nltu.edu.ua>
<https://doi.org/10.36930/412614>
Article received 2025.10.14
Article revised 2026.03.20
Article accepted 2026.04.16
Article published 2026.05.22

ISSN 1991-606X print
ISSN 2616-5015 online
@ ✉ Correspondence author
Halyna Lesiuk
halyna.lesiuk@nltu.edu.ua
103 General Chuprynka St.,
Lviv, 79057, Ukraine

This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 (CC BY 4.0) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)



УДК 630*6:004.9:330.15:502.131.1

Цифровізація лісового сектору України: основні тренди та соціально-економічні виклики

Г.М. Лесюк¹, І.П. Соловій²

Досліджено трансформаційні процеси цифровізації лісового сектору України в контексті глобальних трендів Індустрії 4.0. Актуальність теми зумовлена необхідністю підвищення прозорості управління та адаптації вітчизняного бізнесу до жорстких вимог ринку ЄС. Метою роботи є аналіз сучасних тенденцій та ідентифікація ключових соціально-економічних викликів, що перешикоджують масштабуванню цифрових інновацій у галузі. Дослідження базується на методах наративного синтезу та статистичного аналізу даних Державного агентства лісових ресурсів та Державної служби статистики України. Систематизовано ключові державні ініціативи, зокрема впровадження системи електронного обліку деревини, створення 3D-карт лісового фонду та запуск інтегрованого порталу «ЕкоСистема». Встановлено, що цифровізація державного управління лісами демонструє високу динаміку, сприяючи системній детінізації ринку та покращенню оперативного моніторингу лісових ресурсів. Водночас виявлено суттєву «цифрову асиметрію» між державним та приватним сегментами: на деревообробних і меблевих підприємствах рівень впровадження передових технологій (ERP, CRM, штучний інтелект) залишається критично низьким і не перевищує 7,5%. Це підтверджує, що приватний сектор наразі перебуває лише на стадії базової автоматизації, не використовуючи потенціал великих даних та хмарних обчислень для підвищення доданої вартості продукції. Основними бар'єрами визначено високу вартість інтеграції складних кіберфізичних систем, дефіцит кваліфікованих кадрів із подвійними компетенціями та застарілу матеріально-технічну базу. Доведено, що подальший розвиток сектору залежить від створення єдиної цифрової інфраструктури для моніторингу вуглецевого депонування та дотримання вимог Регламенту ЄС щодо запобігання знелісенню та деградації лісів EUDR. Цифрова трансформація має стати стратегічним інструментом не лише контролю, але й економічного зростання в умовах післявоєнного відновлення. Практична значущість результатів полягає у визначенні ключових

¹ Лесюк Галина Миколаївна – доктор філософії, асистент кафедри економіки, туризму та рекреації. Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. E-mail: halyna.lesiuk@nltu.edu.ua ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1889-3623>

² Соловій Ігор Павлович – академік Лісівничої академії наук України, віце-президент ЛАН України, доктор економічних наук, професор кафедри економіки, туризму та рекреації. Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. E-mail: soloviy@yahoo.co.uk ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5885-6264>

викликів та перспектив цифровізації лісового сектору України для підвищення ефективності управління, прозорості обігу деревини та формування стратегії цифрової трансформації галузі.

Ключові слова: Індустрія 4.0; цифрова трансформація; інформаційно-комунікаційні технології; проекти; цифрові інновації; лісовий сектор.

Вступ (Introduction).

Ліси важливі не лише для підтримання стійкості екосистем та ландшафтів, але й економічного розвитку України та забезпечення добробуту суспільства. За різними оцінками, частка лісового сектору України становила за останні роки 0,5-1,7% валового внутрішнього продукту (ВВП) країни (World Bank, 2020; Центр розвитку ринкової економіки, 2022). Частка лісового господарства у структурі ВВП складає 0,3%, водночас разом із деревообробною і меблевою галузями вага лісового сектору у вітчизняній економіці сягає 1,17% ВВП (Центр розвитку ринкової економіки, 2022). Впродовж останніх десятиліть лісовий сектор України загалом демонстрував стійкий сприятливий розвиток, випереджаючи багато галузей національної економіки за річними темпами зростання. Водночас у контексті реформування зростають ризики зниження соціо-екологічної ефективності на регіональному і локальному рівнях через втрату гнучкості у прийнятті рішень щодо фінансування природоохоронних заходів та соціальної підтримки місцевих громад (Соловій та ін., 2026).

Внаслідок російсько-української війни ліси та лісове господарство зазнали значних збитків (Лесюк, Соловій, 2024), однак галузь і надалі розвивається, зокрема реагуючи на глобальні тренди використання інформаційно-комунікаційних технологій. Технології, що є рушійною силою четвертої промислової революції, все більше інтегровані у лісовому секторі.

Питанню цифровізації лісового сектору присвячено чимало досліджень, зокрема орієнтованих винятково на національний рівень. Ranacher та ін. (2023) досліджували питання ефективності цифровізації малих і середніх лісопильних підприємств в Австрії. Gašpar та ін. (2023) вивчали цифровізацію основних бізнес-процесів підприємств на прикладі деревообробного кластеру «Герцеговина». Sahal et al. (2021) досліджували використання розумних пристроїв для збору даних під час моніторингу лісових пожеж. Дослідженню питань, пов'язаних з цифровізацією лісового сектору України присвятили свої праці Заверюха (2024), Соловій і Король (2024), Галячук (2025) та ін. Водночас на сьогодні напрями, ініціативи та проекти цифровізації лісового сектору України недостатньо розглянуті у наукових публікаціях.

Актуальність теми зумовлена тим, що Державна стратегія управління лісами України до 2035 р. виокремлює підвищення прозорості лісогосподарської діяльності та забезпечення функціонування електронної інформаційної системи у сфері лісового господарства як стратегічне завдання розвитку лісового господарства (Кабінет Міністрів України, 2021). Створення електронної інформаційної системи відповідає загальному тренду цифровізації галузей економіки і демонструє цифровий поступ в галузі.

Метою дослідження є ідентифікація основних напрямів та соціально-економічних викликів цифровізації лісового сектору України. Для досягнення зазначеної мети визначено такі основні завдання дослідження: з'ясувати сутність понять “цифровізація” та “цифровізація лісового сектору”; систематизувати чинні на сьогодні напрями та ініціативи цифровізації лісового сектору України; ідентифікувати виклики цифровізації лісового сектору України у соціально-економічній сфері.

Об'єкт і методика досліджень (Materials and methods).

Об'єкт дослідження – процес цифрової трансформації лісового сектору України в умовах глобальних технологічних трендів та переходу до парадигми Індустрії 4.0. Предмет дослідження – сукупність теоретичних засад, сучасних тенденцій, соціально-економічних викликів та інструментальних рішень (ГІС, ERP, блокчейн, ШІ), що визначають динаміку та ефективність впровадження цифровізації в державному та приватному сегментах лісового сектору України.

Для досягнення мети дослідження застосовано методи наративного синтезу та статистичного аналізу. У соціальних науках розрізняють декілька категорій синтезу, зокрема традиційний (конвенціональний), кількісний, якісний, що поділяються на окремі види та мають спільну мету – узагальнити, підсумувати або об'єднати результати досліджень з різноманітних джерел (Steingut et al., 2022, Schick-Makaroff et al., 2016). Якщо метою дослідження є відстеження розвитку та еволюції концепції, теорії чи ідеї, то застосовують наративний синтез (Schick-Makaroff et al., 2016). Наративний синтез може складатись із чотирьох основних етапів: 1) розроблення теоретичного підґрунтя дослідження; 2) попередній синтез

даних; 3) визначення взаємозв'язків між даними та розгляд чинників, що впливають на дослідження; 4) оцінювання результатів синтезу та формулювання висновків. Етапи 2-4 супроводжуються вибором інструментів і технік дослідження, серед яких найпоширенішими є концептуальне мапування, текстовий аналіз, контент-аналіз, табулювання, кластеризація (Poraу et al., 2006). У цьому дослідженні цей метод застосовано за етапами: концептуалізація поняття “цифровізація лісового сектору”, синтез ініціатив та проєктів цифровізації лісового господарства України та їх табулювання, визначення соціально-економічних викликів цифровізації лісового сектору України, формування висновків щодо стану цифровізації лісового сектору України. Табулювання (зведення в таблиці) обрано з огляду на зручність його застосування у наративному синтезі для представлення кількісних показників та/або якісних даних візуально (Poraу et al., 2006). Статистичний аналіз застосовано як комплементарний метод для оцінювання основних показників використання інформаційно-комунікаційних технологій на деревообробних і меблевих підприємствах України на основі статистичних даних.

Інформаційною базою дослідження є матеріали та звіти Державного агентства лісових ресурсів України і Державної служби статистики України за період з 2018 року. Часові обмеження обрані з огляду на затвердження у 2018 р. “Концепції розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018-2020 роки” (Кабінет Міністрів України, 2018).

Результати (Results).

На сьогодні цифровізація є наскрізним технологічним та соціально-економічним трендом, який змінює бізнес-середовище та суспільство загалом. Темпи цифровізації різняться між галузями економічної діяльності та країнами (Jaumotte et al., 2023), хоча пандемія COVID-19 пришвидшила використання інформаційно-комунікаційних технологій у всіх сферах.

У наукових джерелах цифровізацію переважно визначають як використання цифрових технологій і даних з метою створення доходу, трансформації бізнес-процесів та створення сприятливого середовища для ведення бізнесу, для якого цифрова інформація є основою. Цифровізацію також розглядають, як явище перетворення аналогових даних на цифрову мову, що, своєю чергою, може покращити ділові стосунки між клієнтом і бізнесом та у результаті створити додану вартість для всієї економіки і суспільства (Reis et

al., 2020). У праці Parviainen et al. (2017) цифровізація трактується як “дія або процес оцифрування, перетворення аналогових даних (особливо даних у форматі зображень, відео та тексту) у цифрову форму”.

Варто зазначити, що стосовно галузей економічної діяльності застосовують два поняття: “цифровізація” та “оцифрування даних”. У цьому дослідженні цифровізацію розглядаємо як широке поняття, яке характеризує повсюдний процес соціо-технічної трансформації суспільства на основі використання цифрових технологій і даних. Оцифрування ж стосується процесу перетворення даних у цифровий формат і створення цифрових артефактів за допомогою перетворення та вдосконалення даних (Gradillas, Llewellyn, 2023).

Цифровізація є одним із пріоритетів для Європейського Союзу (ЄС). У 2021 р. Європейська Комісія затвердила “Цифровий компас ЄС на період до 2030 р.”, задекларувавши досягнення на рівні ЄС чотирьох цілей: 1) розвиток цифрових навичок: принаймні 80% дорослого населення має оволодіти базовими цифровими навичками, і 20 млн. спеціалістів з інформаційно-комунікаційних технологій має бути працевлаштовано в ЄС; 2) цифрова трансформація бізнесу: 75% компаній повинні використовувати сервіси хмарних обчислень, великі дані та штучний інтелект, понад 90% малих і середніх підприємств в ЄС мають досягти принаймні базового рівня цифрової інтенсивності, а кількість стартапів з високою вартістю має подвоїтися; 3) розвиток інфраструктури: усі домогосподарства ЄС повинні мати гігабітне з'єднання, усі населені пункти мають бути покриті 5G, виробництво передових та екологічно чистих напівпровідників у Європі має становити 20% світового виробництва, 10 000 кліматично нейтральних високозахищених периферійних вузлів мають бути розгорнуті в ЄС, і Європа повинна мати свій перший квантовий комп'ютер; 4) електронні державні послуги: всі ключові державні послуги мають бути доступні онлайн, всі громадяни повинні мати доступ до своїх електронних медичних карток, і 80% громадян повинні використовувати електронну ідентифікацію (European Commission, 2021).

Цифровізація стає національним пріоритетом і в Україні. Хоча ефективність впровадження “Концепції розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018-2020 роки” не оцінена, деякі ініціативи, зокрема, портал державних послуг і мобільний застосунок «Дія» та електронна система охорони здоров'я

«eHealth» засвідчують поступ України на шляху до цифрової трансформації суспільства. Окрім того, Міністерство цифрової трансформації вимірює процеси інформатизації та цифровізації у 24 областях через індекс цифрової трансформації регіонів України, згідно з яким наявні позитивні напрацювання у впровадженні цифрових послуг, електронного документообігу та підключенні до швидкісного інтернету (Міністерство цифрової трансформації України, 2023). Зауважимо, що у комунікації про розширення ЄС за 2023 р. Європейська комісія відзначила національний прогрес у сфері цифровізації та оцінила, що Україна перебуває між середнім і добрим рівнем підготовки в сфері цифрових технологій (European Commission, 2023).

Цифровізація виробництва та економіки є вирішальною для розвитку Індустрії 4.0 в Україні – оновленої концепції “розумного виробництва”, що ототожнюється з четвертою промисловою революцією та появою кіберфізичних систем (Кабінет Міністрів України, 2018). Основними компонентами, які характеризують Індустрію 4.0, є: кіберфізичні системи, Інтернет речей та послуг, розумна фабрика. Під кіберфізичними системами варто розуміти складні інтелектуальні системи, які забезпечують поєднання фізичного та віртуального світу. Прикладами кіберфізичних систем є розумні будинки, автоматизовані системи керування. Мережу, в якій взаємодіють кіберфізичні системи, можна описати як Інтернет речей. Інтернет послуг розуміється як можливість надання послуг, а також виробничих технологій через Інтернет. Розумна фабрика є центром і кінцевою метою впровадження концепції Індустрії 4.0. Розумна фабрика складається з автономних фрактальних систем, які пов’язані через Інтернет речей та послуг. Тобто її машини та обладнання мають здатність покращувати процеси шляхом самооптимізації та автономного прийняття рішень (Müller et al., 2019).

За останні десятиріччя інформаційно-комунікаційні технології активно застосовувалися у різних галузях економічної діяльності. Цифровізація лісового сектору передбачає стаłe впровадження передових інформаційно-комунікаційних технологій для покращення збору, аналізу та моніторингу даних, що стосуються лісів, моніторингу ланцюгів постачання деревини, поряд з автоматизацією виробничих процесів у тих галузях економічної діяльності, що використовують деревину як сировину.

До технологій, які можна ефективно використовувати для цифровізації лісового сектору, насамперед варто віднести Інтернет речей, бездротові сенсорні мережі та машинне навчання (Singh et al., 2022). Зауважимо, що використання концепції і технологій Індустрії 4.0 у лісовому секторі зумовило виникнення окремої концепції “Лісове господарство 4.0” (Forestry 4.0), ключовими ознаками якої є автоматизація, використання у галузі Інтернету речей (Internet of Forest Things), штучного інтелекту, розумних пристроїв, блокчейну і цифрових двійників (Reitz et al., 2019). Ці передові технології використовують як для вирішення операційних проблем, так і для прогнозування майбутньої діяльності (Sahal et al., 2021).

Основними прикладами застосування технологій Індустрії 4.0 у лісовому секторі є такі (Muller et al., 2019; Sahal et al., 2021, Singh et al., 2022): *геоінформаційні системи* (GIS) – використання супутникових даних для моніторингу стану лісів та сталого управління лісовими ресурсами; *дистанційне зондування* – застосування аерофотознімання, лазерного сканування (Light Detection and Ranging – LiDAR) для створення точних карт лісів; *автоматизовані системи управління* – використання електронних платформ і цифрових сервісів для забезпечення електронного обліку деревини та відстеження ланцюгів постачання деревини; *Інтернет речей* (IoT) – впровадження сенсорів у техніку і виробничі процеси для збору даних про екологічні параметри та якість деревини; *хмарні технології та великі дані* (Big Data) – аналіз великих масивів інформації для прогнозування продуктивності лісів, оптимізації заготівлі деревини та логістики; *блокчейн-технології* – створення прозорих і незмінних реєстрів для контролю походження деревини та боротьби з незаконними рубками; прикладом застосування технологій у лісовому господарстві є FSC Trace (раніше FSC Blockchain) – захищений запис перевірених транзакцій і даних про джерела отримання деревини, призначений для забезпечення безперешкодної перевірки відповідності матеріалів на кожному етапі ланцюгів постачання (FSC, 2025); *цифрові двійники* (Digital Twins) – створення віртуальних копій лісів з метою оптимізації управління лісовими ресурсами.

На практиці застосування концепції Forest 4.0 – це поєднання низки технологій, наприклад, дистанційного зондування, аналізу великих масивів даних і штучного інтелекту для відстеження та аналізу біорізноманітності видів у лісових екосистемах (Damasevicius et al., 2024). Деякі додатки використовують блокчейн для

безпечного та децентралізованого моніторингу вуглецевих кредитів, інтегруючи Інтернет речей, бездротові сенсорні мережі та блокчейн для збору, аналізу та зберігання даних (Saurabh & Dey, 2021). Це забезпечує прозорість і безпеку на ринках торгівлі вуглецевими квотами.

Аналіз міжнародного досвіду засвідчує, що лісове господарство є здебільшого високо-автоматизованим, тоді як деревообробна і меблева промисловості характеризується меншим прогресом у використанні машин та автоматизованого обладнання (Gaspar et al., 2023). Виготовлення виробів з деревини часто відбувається із застосуванням ручної праці, що зумовлено культурними аспектами та установленими традиціями в галузі (Landscheidt & Kans, 2016). Цифровізація у деревообробній промисловості здебільшого зводиться до використання хмарних технологій і спеціалізованого програмного забезпечення для

планування та управління матеріальними ресурсами (MRP-системи), планування ресурсів підприємства (ERP-системи), управління відносинами з клієнтами (CRM-системи) (Ranacher et al., 2023).

Більшість сучасних ініціатив цифровізації лісового господарства України спрямовані на відстеження ланцюга постачання деревини та детінізацію ринку (табл. 1). На операційному рівні їхня реалізація забезпечується державним підприємством “Лісогосподарський інноваційно-аналітичний центр” (ДП «ЛІАЦ»). Підписання Меморандуму про співпрацю між Державним агентством лісових ресурсів України та Програмою розвитку Організації Об’єднаних Націй уможливило реалізацію проекту зі створення 3D-карти лісів України та застосування технологій дистанційного зондування за допомогою лазерних імпульсів (Болоховець, 2022).

Таблиця 1. Основні ініціативи з цифровізації лісового господарства України (сформовано авторами на основі: Кабінет Міністрів України, 2019a, 2019b; Еко-система, 2024; Державне агентство лісових ресурсів України, 2022, Державне агентство лісових ресурсів України, 2023; ДП “Лісогосподарський інноваційно-аналітичний центр”, 2024)

Table 1. Key Initiatives for the Digitalization of Ukraine’s Forestry Sector (compiled by the authors based on : Cabinet of Ministers of Ukraine, 2019a, 2019b; Eco-System, 2024; State Agency of Forest Resources of Ukraine, 2022; State Agency of Forest Resources of Ukraine, 2023; State Enterprise “Forestry Innovation and Analytical Center,” 2024)

Початок впро- вадження (рік)	Ініціатива	Характеристика
2019	Електронні аукціони з продажу деревини	Постанова КМУ №1178 «Про реалізацію експериментального проекту щодо проведення електронних аукціонів з продажу необробленої деревини» визначила механізм продажу підприємствами – постійними лісокористувачами окремих партій необробленої деревини в електронній торговій системі Prozorro. Продажі
2019	Електронний облік деревини	Електронний облік деревини здійснюється відповідно до постанови Кабінету Міністрів України від 04.12.2019 № 1142 «Про затвердження Порядку проведення моніторингу внутрішнього споживання вітчизняних лісоматеріалів необроблених і контролю за не перевищенням обсягу внутрішнього споживання вітчизняних лісоматеріалів необроблених».
2019	Єдиний реєстр лісорубних квитків	Електронний реєстр заготівлі деревини, онлайн-карти рубок, перевірка легальності лісових та лісорубних квитків. Забезпечується через веб сайт ДП «ЛІАЦ».
2020	Сервіс перевірки походження легальності деревини	Перевірка походження легальності деревини за номером бирки, номером автомобіля, чи номером товарно-транспортної накладної. Забезпечується через вебсайт ДП «ЛІАЦ».
2021	Автоматизована система «Пожежі»	Платформа єдиної електронної бази лісових пожеж для контролю та аналізу внесених даних на різних етапах гасіння пожеж, та отримання оперативної інформації про лісові пожежі. Забезпечується через вебсайт ДП «ЛІАЦ».
2022	ДроваЄ	Онлайн-магазин для замовлення та купівлі дров населенням у лісогосподарських підприємствах.

Початок впро- вадження (рік)	Ініціатива	Характеристика
2022	ЕкоСистема	Онлайн-платформа Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України, яка містить моніторингові дані про довкілля. Окремий функціональний модуль – “е-ліс” – потенційно повинен об'єднати дані моніторингу лісів, інформацію про пожежі, розрахункові лісосіки.
2023	е-Наряд	Тестування функціоналу GPS- моніторингу та е-Наряд для ДП «Ліси України» для відстеження руху спеціалізованих автотранспортних засобів у лісових масивах.
2026	Формування цифрової карти лісів України	Відпрацювання методики визначення точних координат перетинів кварталних ліній та налагодження процесу оперативної передачі даних до ВО «Укрдержліспроект» (серія практичних навчань для лісових офісів).

Аналізуючи застосування інформаційно-комунікаційних технологій на деревообробних і меблевих підприємствах (табл. 2), можемо зробити висновок, що цифровізація певних галузей лісового сектору перебуває на початковій стадії. Зауважимо, що статистична звітність відносить до тієї ж групи поліграфічну діяльність та ремонт машин і устаткування, тому висновок стосується ширшої сфери економічної діяльності.

Незважаючи на окремі ініціативи, застосування систем планування ресурсів

підприємства (ERP-систем), систем управління відносинами з клієнтами (CRM-систем), Інтернету речей та хмарних обчислень характерне для обмеженої кількості деревообробних і меблевих підприємств. Застосування Інтернету речей на деревообробних і меблевих підприємствах зазвичай відбувається з метою забезпечення безпеки приміщень та ефективного енергоспоживання через окремі технічні пристрої – сенсори безпеки і датчики енергоспоживання.

Таблиця 2. Використання інформаційно-комунікаційних технологій на деревообробних і меблевих підприємствах України, 2022 р. (сформовано авторами на основі даних Державної служби статистики України, 2024,

https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2018/zv/ikt/arh_ikt_u.html)

Table 2. Usage of information and communication technologies at woodworking and furniture enterprises in Ukraine, 2022 (compiled by the authors based on data from the State Statistics Service of Ukraine, 2024, https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2018/zv/ikt/arh_ikt_u.html)

Вид економічної діяльності, показник	Виготовлення виробів з деревини, паперу та поліграфічна діяльність	Виробництво меблів, іншої продукції, ремонт і монтаж машин та устаткування
Частка кількості підприємств, що купують послуги хмарних обчислень, у загальній кількості підприємств, %	8,3	8,4
Частка кількості підприємств, що використовують програмне забезпечення для планування ресурсів підприємства (ERP), у загальній кількості підприємств, %	6,2	4,4
Частка кількості підприємств, що використовують програмне забезпечення для управління відносинами з клієнтами (CRM), у загальній кількості підприємств, %	2	1,8
Частка кількості підприємств, що використовують Інтернет речей, у загальній кількості підприємств, %	6	6,2
Частка кількості підприємств, що використовують технології штучного інтелекту, у загальній кількості підприємств, %	4,1	7,5

Дані щодо застосування штучного інтелекту на деревообробних і меблевих підприємствах України свідчать про відносно низький рівень їх впровадження. Найбільш застосовуваними є

технології проведення аналізу писемної мови, технології підтримки процесу прийняття рішень і технології машинного навчання для аналізу даних (рис.).

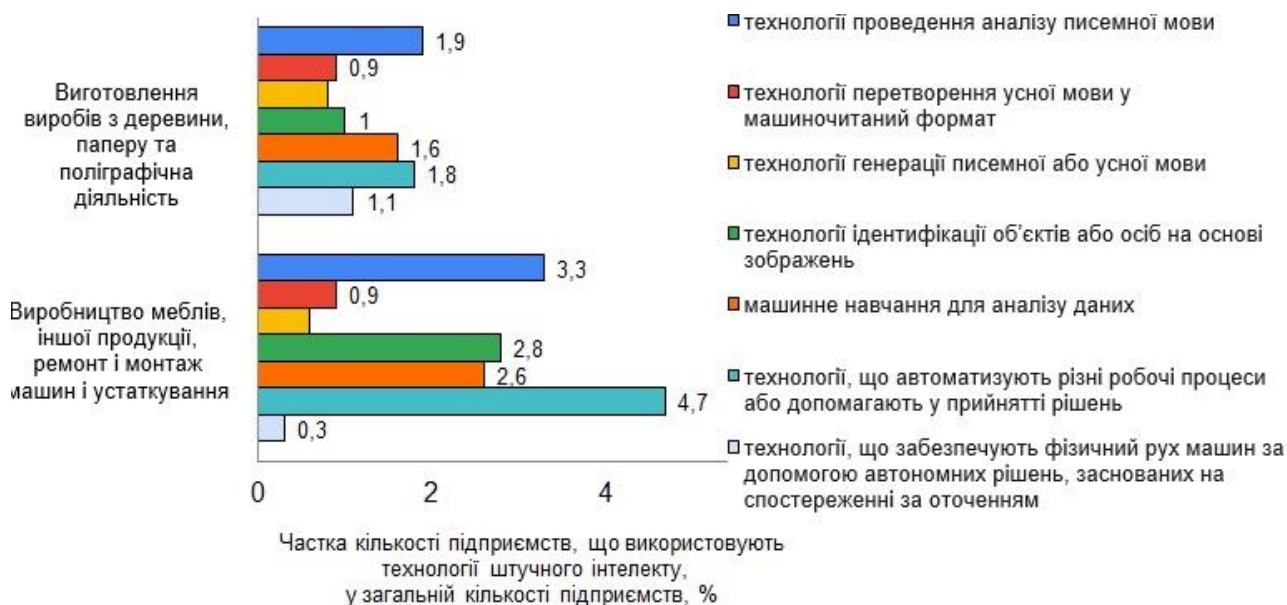


Рис. Застосування технологій штучного інтелекту на підприємствах деревообробної та меблевої промисловості у 2022 р. (побудовано авторами на основі даних Державної служби статистики України, 2024) (https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2018/zv/ikt/arh_ikt_u.html)

Fig. Application of artificial intelligence technologies in woodworking and furniture manufacturing enterprises in 2022 (compiled by the authors based on data from the State Statistics Service of Ukraine, 2024) (https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2018/zv/ikt/arh_ikt_u.html)

На підставі аналізу можна виокремити низку технічних і соціо-економічних викликів, що впливають на цифровізацію лісового сектору.

1. *Складна структура ланцюга створення доданої вартості у лісовому секторі, що характеризується високим ступенем поділу праці.* Лісовий сектор об'єднує різномірні зацікавлені сторони, які нарізно працюють зі спеціалізованими машинами, портативними пристроями та різноманітними програмними продуктами. Діджиталізація може сприяти оптимізації ланцюгів постачань. Однак у технологічному контексті, особливо в рамках моделей цифрового переходу, вагомим викликом є і сам процес постійного розвитку технологій. Він може створювати значні проблеми сумісності, що вимагає коригування інфраструктури. Зміни в інфраструктурі можуть спричинити такі ускладнення, як утилізація обладнання, що часто асоціюється з відходами. Наукові дослідження звертають увагу на цю проблему, пропонуючи нові стратегії управління застарілими технологіями (Bastos et al., 2024).

2. *Середовище роботи.* Окремі види робіт виконуються у віддалених лісових масивах, де неможливо гарантувати надійне підключення до Інтернету та використання спеціалізованих програмних продуктів.

3. *Взаємозалежність з іншими видами економічної діяльності,* тому рішення щодо цифровізації мають бути прийняті на основі системного підходу (Reitz et al., 2019).

4. *Безпека і захист даних.* Готовність до використання цифрових технологій значною мірою визначається довірою користувачів до захисту даних, і включає не лише технічну складову – надійні механізми захисту даних, але й юридичну – верховенство закону щодо захисту даних.

5. *Належні знання та мотивація працівників до впровадження нових технологій.* Більшість лісгосподарських підприємств не має достатнього штату кваліфікованих працівників для використання нових цифрових програм, що вимагає відповідного попереднього навчання. Поза тим, навіть найпростіша автоматизація робіт пов'язана з потенційною втратою робочих місць (Müller et al., 2019).

6. *Обмеженість фінансових ресурсів.* Реалізація комплексної стратегії цифровізації вимагає інвестицій у кілька основних напрямів водночас: підвищення цифрової компетентності працівників через тренінги і навчальні програми, придбання спеціалізованого обладнання, а також його оновлення, включно з ліцензіями та новими версіями програмних продуктів.

Варто зазначити, що згадані виклики стосуються діджиталізації назагал. Водночас є й такі, які властиві певним інформаційно-комунікаційним технологіям. Наприклад, застосування блокчейн, окрім необхідності високих початкових інвестицій, також зумовлює інші виклики, такі як *енергозатратність* – процеси майнінгу та обробки транзакцій споживають значні обсяги енергії; *регуляторну невизначеність* – у багатьох країнах законодавство щодо блокчейну ще не розроблене або недостатньо чітке; *складність інтеграції* – технічні бар'єри у впровадженні блокчейну в системи бізнесу (Загвойська та ін., 2025).

Дискусія (Discussion).

Аналіз динаміки цифровізації лісового сектору України вказує на виражену асиметрію між державним управлінням та приватним бізнесом. Впровадження концепції «Forestry 4.0» підтверджує глобальні тренди, описані Qiu et al., (2023), згідно з якими використання «цифрових двійників» (*Digital Twins*) стає основою для предиктивного моделювання стану лісових екосистем та оптимізації господарських заходів. Розвиток інструментів прозорості, таких як «ЕкоСистема», електронний облік деревини та онлайн-аукціони, свідчить про активну роль держави у формуванні «Цифрового лісового господарства». Такий підхід корелює із глобальними трендами, висвітленими у звіті FAO (2024), де цифрові інновації визначено як ключовий механізм подолання кліматичних викликів та забезпечення легальності ланцюгів постачання. Проте, якщо в країнах ЄС фокус зміщується на глибоку інтеграцію даних, в Україні зусилля наразі зосереджені переважно на фіскальних функціях контролю. Важливим аспектом є наукова верифікація даних. Без побудови надійних цифрових реєстрів неможливе прозоре планування лісового господарства.

Дослідження Palander et al. (2024) акцентує увагу на тому, що впровадження передових технологій у ланцюги постачання деревини є ключовим для підвищення стійкості галузі в умовах глобальних криз. В Україні цей процес гальмується браком фінансових стимулів для малого і середнього бізнесу. Крім того, Komdeur et al. (2021) обґрунтовують надзвичайну перспективність блокчейн-технологій для забезпечення повної простежуваності деревини.

Проте результати нашого дослідження щодо використання інформаційно-комунікаційних технологій на деревообробних і меблевих підприємствах висвітлюють критичний розрив у цифровій зрілості. Низька частка використання ERP-систем та систем штучного інтелекту свідчить про те, що приватний сектор переважно фокусується на базовій автоматизації. Наші дані

доповнюють висновки Gašpar та ін. (2023), Ranacher та ін. (2023): у той час як лісозаготівля стає все більше прозорою завдяки державному контролю, деревообробка залишається «цифровою периферією» через високу вартість технологій і дефіцит кваліфікованих кадрів. Ситуація набуває особливої актуальності для українських експортерів у контексті впровадження регламенту EUDR. Ці висновки засвідчують, що без державної підтримки цифрової модернізації меблевої та деревообробної галузей українська продукція ризикує втратити доступ до високомаржинальних європейських ринків через неможливість забезпечити цифрове підтвердження легальності походження сировини. Таким чином, перехід до концепції «Лісове господарство 4.0» в Україні потребує створення цілісної системи, де дані державних реєстрів інтегруються з внутрішніми управлінськими системами підприємств.

Висновки (Conclusion).

1. Цифрова трансформація лісового сектору України має виражений асиметричний характер: на фоні успішного впровадження державних інструментів моніторингу (електронний облік деревини, ГІС-системи), приватний сектор деревообробки демонструє низьку активність у використанні складних технологій (III, ERP), що обмежує його операційну ефективність.

2. Виявлено ключові соціально-економічні бар'єри цифровізації, серед яких домінують висока капіталомісткість інноваційних рішень для суб'єктів малого бізнесу, гострий дефіцит профільних фахівців із цифровими компетенціями та відсутність єдиної інтегрованої платформи для прозорого обміну даними між усіма учасниками ланцюга постачання.

3. Подолання «цифрового розриву» потребує переходу від фрагментарної автоматизації до побудови цілісної екосистеми «Forestry 4.0», яка базуватиметься на науково верифікованих математичних моделях оцінювання ресурсів і сучасних інструментах «цифрових двійників» лісового фонду.

4. Стратегічним пріоритетом розвитку галузі є впровадження блокчейн-технологій для верифікації ланцюгів постачання деревини, що забезпечить повну відповідність української лісопродукції регламенту EUDR та розроблення цифрової інфраструктури і наборів даних з вимірювання, звітування та верифікації (MRV) у ланцюгах створення вартості на вуглецевому ринку, а також інвентаризації та відстеження викидів парникових газів.

Конфлікт інтересів (Conflicts of Interest).

Автори заявляють про відсутність у них відомих конкурентних фінансових інтересів чи особистих зв'язків, які могли б вплинути на результати, висвітлені у цій статті.

Список літератури (References)

- Bastos, T., Teixeira, L. C., & Nunes, L. J. (2024). Forest 4.0: technologies and digitalization to create the residual biomass supply chain of the future. *Journal of Cleaner Production*, 467, 143041. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.143041>
- Bolokhovets, Y. (2022). Digitalization of Ukrainian forests thanks to UNDP assistance. https://lb.ua/blog/yurii_bolokhovets/531323_tsifr ovizatsiya_ukrainskih_lisiv.html [Болоховець Ю. (2022). Цифровізація українських лісів завдяки допомозі ПРООН] (in Ukrainian)
- Cabinet of Ministers of Ukraine. (2018). On approval of the Concept for the development of the digital economy and society of Ukraine for 2018-2020 and approval of the action plan for its implementation. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/67-2018-%D1%80#Text> [Про схвалення Концепції розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018-2020 роки та затвердження плану заходів щодо її реалізації] (in Ukrainian)
- Cabinet of Ministers of Ukraine. (2019a). On the implementation of an experimental project for conducting electronic auctions for the sale of raw timber. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1178-2019-%D0%BF#Text> [Про реалізацію експериментального проєкту щодо проведення електронних аукціонів з продажу необробленої деревини] (in Ukrainian)
- Cabinet of Ministers of Ukraine. (2019b). On approval of the Procedure for monitoring internal consumption of raw domestic timber and control over not exceeding the volume of internal consumption of raw domestic timber. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1142-2019-%D0%BF#Text> [Про затвердження Порядку проведення моніторингу внутрішнього споживання вітчизняних лісоматеріалів необроблених і контролю за не перевищенням обсягу внутрішнього споживання вітчизняних лісоматеріалів необроблених] (in Ukrainian)
- Cabinet of Ministers of Ukraine. (2021). On approval of the State Forest Management Strategy of Ukraine until 2035. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1777-2021-%D1%80#Text> [Про схвалення Державної стратегії управління лісами України до 2035 року] (in Ukrainian)
- Center for Market Economy Development. (2022). Economic analysis of the expediency of creating a single state unitary commercial specialized forestry enterprise: Analytical report. <https://www.openforest.org.ua/239980/> [Центр розвитку ринкової економіки (2022). Економічний аналіз доцільності створення єдиного державного унітарного комерційного спеціалізованого лісгосподарського підприємства: Аналітичний звіт] (in Ukrainian)
- Damaševičius, R., Mozgeris, G., Kurti, A., & Maskeliūnas, R. (2024). Digital transformation of the future of forestry: An exploration of key concepts in the principles behind Forest 4.0. *Frontiers in Forests and Global Change*, 7, 1424327. <https://doi.org/10.3389/ffgc.2024.1424327>
- EcoSystem. (2024). National online platform containing up-to-date information on the state of the environment. <https://eco.gov.ua/> [Національна онлайн-платформа, яка містить актуальну інформацію про стан довкілля] (in Ukrainian)
- European Commission. (2021). *2030 Digital Compass: the European way for the Digital Decade*. https://commission.europa.eu/document/download/9fc32029-7af3-4ea2-8b7a-4cd283e8e89e_en?filename=cellar_12e835e2-81af-11eb-9ac9-01aa75ed71a1.0001.02_DOC_1.pdf
- European Commission. (2023). *Communication on EU Enlargement policy*. https://neighbourhood-enlargement.ec.europa.eu/system/files/2023-11/SWD_2023_699%20Ukraine%20report.pdf
- FAO. (2024). *The State of the World's Forests 2024: Forest-sector innovations towards a more sustainable future*. Rome. <https://doi.org/10.4060/cd1265en>
- Forestry Innovation and Analytical Center. (2024). <https://www.ukrforest.com/> [ДП “Лісгосподарський інноваційно-аналітичний центр”] (in Ukrainian)
- FSC. (2025). *FSC Trace*. <https://fsc.org/en/fsctrace>
- Gaspar, D., Ćorić, I., & Mabić, M. (2023). Digitalization of key processes in the wood processing companies. *Economic Review – Journal of Economics and Business*, 21(2), 3–12. <https://doi.org/10.51558/2303-680X.2023.21.2.3>
- Gradillas, M., & Thomas, L. D. W. (2023). Distinguishing Digitization and Digitalization: A Systematic Review and Conceptual Framework. *Journal of Product Innovation Management*, 41(2), 112–142. <https://doi.org/10.1111/jpim.12690>
- Holiachuk, N. (2025). Digital transformation of forestry: aspects of electronic accounting of wood. *Galician economic journal*, 93(2), 25–32. https://doi.org/10.33108/galicianvisnyk_tntu2025.02 [Голячук, Н. (2025). Цифрова трансформація лісового господарства: аспекти електронного обліку деревини. *Галицький економічний вісник*, 93(2), 25–32] (in Ukrainian)
- Jaumotte, F. L., Li, A., Medici, M., Oikonomou, C., Pizzinelli, I., Shibata, J. Soh, & Tavares, M. M.

- (2023). "Digitalization During the COVID-19 Crisis: Implications for Productivity and Labor Markets in Advanced Economies", *Staff Discussion Notes*, 003 (2023), accessed 27.05.2026, <https://doi.org/10.5089/9798400232596.006>
- Komdeur, E. F. M., & Ingenbleek, P. T. M. (2021). The potential of blockchain technology in the procurement of sustainable timber products. *International Wood Products Journal*, 12(4), 249–257. <https://doi.org/10.1080/20426445.2021.1967624>
- Landscheidt, S., & Kans, M. (2016). *Automation Practices in Wood Product Industries: Lessons learned, current Practices and Future Perspectives*. In: The 7th Swedish Production Symposium SPS, Lund University, Sweden. <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:lnu:diva-58199>
- Lesiuk, H., & Soloviy, I. (2024). The role of the Ukrainian forest sector in the national post-war recovery plan and the European Green Deal: a preliminary analysis. *Economy of Ukraine*, 8, 88–104 [Лесюк, Г., Соловій, І. (2024). Роль лісового сектору України в національному плані повоєнного відновлення і Європейському зеленому курсі: попередній аналіз. *Економіка України*, 8, 88–104] (in Ukrainian) <https://doi.org/10.15407/economyukr.2024.08.088>
- Ministry of Digital Transformation of Ukraine. (2023). *Digital transformation index of the regions of Ukraine: results of 2023*. <https://surl.li/berqgb> [Міністерство цифрової трансформації України. (2023). *Індекс цифрової трансформації регіонів України підсумки 2023 року*] (in Ukrainian)
- Müller, F., Jaeger, D., & Hanewinkel, M. (2019). Digitization in wood supply – A review on how Industry 4.0 will change the forest value chain. *Computers and Electronics in Agriculture*, 162, 206–218. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2019.04.002>
- Palander, T., Tokola, T., Borz, S. A., & Rauch, P. (2024). Forest Supply Chains During Digitalization: Current Implementations and Prospects in Near Future. *Current Forestry Reports*, 10, 223–238 <https://doi.org/10.1007/s40725-024-00218-4>
- Parviainen, P.; Tihinen, M.; Kääriäinen, J.; & Teppola, S. (2017). Tackling the digitalization challenge: how to benefit from digitalization in practice," *International Journal of Information Systems and Project Management*, 5(1), Article 5, 63–77. <https://aisel.aisnet.org/ijispm/vol5/iss1/5>
- Popay, J., Roberts, H., Sowden, A., Petticrew, M., Arai, L., Rodgers, M., ... Duffy, S. (2006). *Guidance on the conduct of narrative synthesis in systematic reviews: A product from the ESRC Methods Programme*. <https://doi.org/10.13140/2.1.1018.4643>
- Qiu, H., Zhang, K., Lei, H., & Zhang, X. Hu. (2023). Forest digital twin: a new tool for forest management practices based on Spatio-Temporal Data, 3D simulation Engine, and intelligent interactive environment. *Computers and Electronics in Agriculture*, 215, 108416. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2023.108416>
- Ranacher, L., Stocker, R., Riegler, M., Schwarzbauer, P., & Hesser, F. (2023). Digitalization of small and medium sized sawmills in Austria: a survey about business processes. *European Journal of Wood and Wood Products*, 81, 267–280. <https://doi.org/10.1007/s00107-022-01800-y>
- Reis, J., Amorim, M., Melão, N., Cohen, Y., & Rodrigues, M. (2020). Digitalization: A Literature Review and Research Agenda. In J. Reis, M. Amorim, N. Melão, & J. P. Davim (Eds.), *Proceedings on 25th International Joint Conference on Industrial Engineering and Operations Management – IJCIEOM* (pp. 443–456). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-43616-2_47
- Reitz, J., Schluse, M., & Roßmann, J. (2019). Industry 4.0 beyond the factory: An application to forestry. *Tagungsband des 4. Kongresses Montage Handhabung Industrieroboter*, 107–116. https://doi.org/10.1007/978-3-662-59317-2_11
- Sahal, R., Alsamhi, S. H., Breslin, J. G., & Ali, M. I. (2021). Industry 4.0 towards Forestry 4.0: Fire Detection Use Case. *Sensors*, 21, 694. <https://doi.org/10.3390/s21030694>
- Saurabh, K., & Dey, K. (2021). Blockchain technology adoption, architecture, and sustainable supply chain: a systematic method. *Microprocessors and Microsystems*, 82, 103721. <https://doi.org/10.1016/j.micpro.2021.103721>
- Schick-Makaroff, K., MacDonald, M., Plummer, M., Burgess, J., & Neander, W. (2016). What Synthesis Methodology Should I Use? A Review and Analysis of Approaches to Research Synthesis. *AIMS Public Health*, 3(1), 172–215. <https://doi.org/10.3394/publichealth.2016.1.172>
- Singh, R., Gehlot, A., Akram, S. V., Thakur, A. K., Buddhi, D., & Das, P. K. (2022). Forest 4.0: Digitalization of forest using the Internet of Things (IoT). *Journal of King Saud University – Computer and Information Sciences*, 34(8, Part B), 5587–5601. <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2021.02.009>

- Soloviy, I. P., & Korol, I. M. (2024). Sustainable development of the forest sector of the economy taking into account Industry 4.0 technologies. *Scientific Bulletin of Ukrainian National Forestry University*, 34(1), 42–47. [Соловій, І. П., Король, І. М. (2024). Сталій розвиток лісового сектора економіки з урахуванням технологій Індустрії 4.0. *Науковий вісник НЛТУ України*, 34(1), 42–47] (in Ukrainian). <https://doi.org/10.36930/40340106>
- Soloviy, I., Dynka, P., Vaidanich, T., & Hohol, T. (2026). Socio-ecological and economic efficiency of investing in forestry in the context of radical reform of the sector's management. *Investytsiyi: Praktyka ta Dosvid*, 5, 75–83. <https://doi.org/10.32702/2306-6814.2026.5.75> [Соловій, І., Динька, П., Вайданич, Т., Гоголь, Т. (2026). Соціо-еколого-економічна ефективність інвестування в лісове господарство в умовах радикального реформування управління галуззю. *Інвестиції: практика та досвід*, 5, 75–83] (in Ukrainian)
- State Enterprise “Forestry Innovation and Analytical Center”. (2024). *Information catalog of SE “LIAC”* https://www.ukrforest.com/about_us [ДП “Лісогосподарський інноваційно-аналітичний центр” (2024). *Інформаційний каталог ДП “ЛІАЦ”*] (in Ukrainian)
- State Forest Resources Agency of Ukraine. (2022). *Public report of the Head of the State Forest Resources Agency of Ukraine for 2022*. https://forest.gov.ua/storage/app/sites/8/public_h_zvit/publichnii-zvit-za-2022.pdf [Державне агентство лісових ресурсів України. (2022). *Публічний звіт голови Державного агентства лісових ресурсів України за 2022 рік*] (in Ukrainian)
- State Forest Resources Agency of Ukraine. (2023). *Public report of the Head of the State Forest Resources Agency of Ukraine for 2023*. <https://forest.gov.ua/storage/app/sites/8/uploaded-files/Публічний%20звіт%20Голови%202023.pdf> [Державне агентство лісових ресурсів України. (2023). *Публічний звіт голови Державного агентства лісових ресурсів України за 2023 рік*] (in Ukrainian)
- State Statistics Service of Ukraine. (2024). *Use of information and communication technologies at enterprises*. https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2018/zv/ikt/arh_ikt_u.html [Державна служба статистики України. (2024). *Використання інформаційно-комунікаційних технологій на підприємствах*] (in Ukrainian)
- Steingut, R. R., Patall, E., & Fong, J. C. (2022). *Research Synthesis Methods*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781138609877-REE55-1>
- World Bank (2020). *Ukraine Country Forest Note*. <https://documents1.worldbank.org/curated/en/938941593413817490/pdf/Ukraine-Country-Forest-Note-Growing-Green-and-Sustainable-Opportunities.pdf>
- Zahvoyska, L. D., Soloviy, I. P., & Pelyukh, O. R. (2025). Artificial intelligence and blockchain in Business 4.0: Opportunities and challenges for sustainable development. *International Scientific Journal "Grail of Science"*, 48, 140–151. <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.10.01.2025.014> [Загвойська, Л. Д., Соловій, І. П., Пелюх, О. Р. (2025). Штучний інтелект і блокчейн у бізнесі 4.0: можливості та виклики для сталого розвитку. *Міжнародний науковий журнал "Грааль науки"*, 48, 140–151] (in Ukrainian)
- Zaveryukha, M. M. (2024). Digitalization of forest relations under martial law. *Dnipro Scientific Journal of Public Administration, Psychology, Law*, 1, 145–149. <https://doi.org/10.51547/ppp.dp.ua/2024.1.24> [Заверюха, М. М. (2024). Діджиталізація лісових відносин в умовах воєнного стану. *Дніпровський науковий часопис публічного управління, психології, права*, 1, 145–149] (in Ukrainian)

Digitalization of the forest sector of Ukraine: major trends and socio-economic challenges

H. Lesiuk¹, I. Soloviy²

The forest sector is a vital component of Ukraine's economy, contributing significantly to the national GDP and social well-being. In the context of the Fourth Industrial Revolution, the integration of Industry 4.0 technologies has become a global necessity for ensuring sustainable forest management and transparent supply chains. For Ukraine, this transition is further emphasized by the State Forest Management Strategy until 2035, which prioritizes the development of electronic information systems to enhance transparency and efficiency. Despite the severe impacts of the Russian-Ukrainian war, the sector continues to evolve, necessitating a deep understanding of how digital innovations like the Internet of Things (IoT), Artificial Intelligence (AI), and blockchain can be effectively implemented in a national context.

The primary goal of this research is to identify the key directions and socio-economic challenges associated with the digitalization of the Ukrainian forest sector. To achieve this, the study aims to: 1) clarify the conceptual framework of "digitalization" and "Forestry 4.0"; 2) systematize existing national initiatives and projects; and 3) identify the barriers and challenges faced by both state and private stakeholders.

The study utilizes a combination of narrative synthesis and statistical analysis. Narrative synthesis was employed to track the evolution of digitalization concepts and to systematize Ukrainian initiatives through four stages: conceptualization, data synthesis, relationship identification (tabulation), and result evaluation. Statistical analysis served as a complementary method to assess the adoption of information and communication technologies (ICT) among woodworking and furniture enterprises based on data from the State Statistics Service and the State Agency of Forest Resources of Ukraine for the

period 2018-2022.

The research systematizes a wide array of state-led digitalization projects introduced since 2019, including electronic timber tracking, e-auctions via Prozorro.Sale, the "Fire" automated system, and the "EcoSystem" platform. These initiatives have significantly improved transparency and state control over forest resources. However, statistical data reveals a critical "digital gap" in the private sector. As of 2022, only a small fraction of woodworking and furniture enterprises utilized advanced technologies: cloud computing (approx. 8%), ERP systems (4-6%), and AI (4-7.5%). The analysis shows that while the state focuses on transparency and monitoring, private enterprises are still in the early stages of basic automation, primarily using IoT for security and energy monitoring.

The study provides a first-of-its-kind systematic classification of Ukraine's digital forest initiatives and identifies a pronounced asymmetry in digital maturity between state forest management and private manufacturing. It introduces a refined understanding of how the "Forestry 4.0" concept manifests in a developing economy under crisis conditions, highlighting the transition from analog data to integrated cyber-physical systems.

Theoretically, the work expands the discourse on digital transformation within the bioeconomy. Practically, the findings inform policymakers about the need for targeted investment in digital infrastructure and the creation of specialized educational programs to bridge the skill gap. The results provide a roadmap for aligning Ukraine's forest sector, ensuring international competitiveness and sustainable development.

Key words: Industry 4.0; digital transformation; information and communication technologies; projects; digital innovation; forestry sector.

¹ Halyna Lesiuk – PhD in Economics, Assistant at the Department of Economics, Tourism and Recreation. Ukrainian National Forestry University, 103 General Chuprynka St., Lviv, 79057, Ukraine. E-mail: halyna.lesiuk@nltu.edu.ua ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-4619>

² Ihor Soloviy – Full Member of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, Vice-president of the Ukrainian Forestry Academy of Sciences, Doctor of Economic Sciences, Professor at the Department of Economics, Tourism and Recreation. Ukrainian National Forestry University, 103 General Chuprynka St., Lviv, 79057, Ukraine. E-mail: soloviy@yahoo.co.uk ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5885-6264>