

ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЯК ІНСТРУМЕНТ ЛІСОВОЇ ПОЛІТИКИ ДЛЯ ДОСЯГНЕННЯ ЦІЛЕЙ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES AS A FOREST POLICY INSTRUMENT TO ACHIEVE SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

Соловій І.П.

доктор економічних наук, професор,
професор кафедри екологічної економіки та бізнесу,
Національний лісотехнічний університет України
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5885-6264>

Король І.М.

аспірант кафедри екологічної економіки та бізнесу,
Національний лісотехнічний університет України
ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-0790-7139>

Soloviy Ihor, Korol Ihor

Ukrainian National Forestry University

У статті досліджено роль лісового сектору в досягненні Цілей сталого розвитку (ЦСР). На основі аналізу міжнародного досвіду, та трендів у реформуванні лісового сектора України розглядаються ключові синергії та компроміси, що виникають при реалізації ЦСР, пов'язаних з лісами. Аналізується внесок сталого управління лісами у досягнення не лише екологічних (ЦСР 13, 15), але й соціально-економічних цілей (ЦСР 1, 2, 8). Окрему увагу приділено застосуванню інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) як інструменту моніторингу, підвищення прозорості та управління складними взаємозв'язками в лісовому секторі. Висвітлено використання геоінформаційних систем (ГІС), дистанційного зондування, мобільних технологій та блокчейну для боротьби з незаконними рубками, оптимізації планування землекористування та залучення громад. Надано рекомендації щодо інтегрованої політики, яка враховує міжсекторальні взаємозв'язки для максимізації позитивного внеску лісів у Порядок денний до 2030 року.

Ключові слова: лісовий сектор, Цілі сталого розвитку (ЦСР), стале лісове господарство, інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ), синергії, компроміси, міжсекторальна політика.

This article analyzes international experience and scientific data on the role of the forest sector in achieving the SDGs, with a particular focus on synergies, trade-offs, and information and communication technologies (ICTs), which can serve as powerful policy tools in the field of forest resource use and ecosystem services. An analysis of the role of forests in the 2030 Agenda for Sustainable Development reveals their central position. A direct correlation has been identified between forests and Sustainable Development Goal 15 (Life on Land), with an indirect contribution to other goals as well. The contribution of forests extends beyond the realm of addressing fundamental environmental challenges, such as biodiversity conservation, climate change adaptation, and mitigation. The well-being of millions of people is inextricably linked to the health of these ecosystems. In the face of mounting demand for forest resources, which encompasses not only timber but also a broader array of ecosystem services, effective forest resource management is imperative. This transition necessitates a shift from conventional methods to advanced, data-driven approaches. The contribution of the forest sector to sustainable development has been highlighted in numerous studies. A substantial body of international research, including studies by Kohl M., Linser S., and Bastion O., has demonstrated that forests provide livelihoods for millions of people (SDG 1), ensure food security (SDG 2), supply clean water (SDG 6), and provide renewable energy (SDG 7). This paper explores the key synergies and trade-offs that arise in implementing forest-related Sustainable Development Goals (SDGs) based on an analysis of international experiences and current trends in the reform of Ukraine's forest sector. The analysis

demonstrates the pivotal role of sustainable forest management in achieving not only environmental objectives (SDGs 13, 15) but also socio-economic goals (SDGs 1, 2, 8). In recent years, Information and Communication Technologies (ICTs) have evolved from ancillary tools to a pivotal component of state policy for sustainable forest development, offering monitoring, transparency, and predictive modeling. The integration of ICT into sustainable forest management strategies constitutes more than a mere technological upgrade; rather, it represents a pivotal component in the transition towards a more sustainable, equitable, and efficient model of forest use and restoration. This assertion is particularly salient in the context of Ukraine's pursuit of a sustainable European future. A particular emphasis is placed on the utilization of Geographic Information Systems (GIS), remote sensing, mobile technologies, and blockchain in the efforts to combat illegal logging, optimize land-use planning, and engage communities in the decision-making process regarding forest resources. A series of recommendations are provided for integrated policies that consider cross-sectoral interlinkages to maximize the positive contribution of forests to the 2030 Agenda.

Keywords: forest sector, Sustainable Development Goals (SDGs), sustainable forest management, information and communication technologies (ICT), synergies, trade-offs, cross-sectoral policy.

Постановка проблеми. Ліси відіграють центральну роль у Порядку денному зі сталого розвитку до 2030 року, маючи прямий стосунок до ЦСР 15 (Збереження екосистем суходолу) та опосередковано до досягнення інших цілей. Внесок лісів виходить за межі внеску у вирішення основних екологічних проблем збереження біорізноманіття, адаптації і попередження змін клімату, адже від лісів залежить добробут мільйонів людей. Однак ефективне управління лісовими ресурсами в умовах зростаючого попиту не лише на деревину а й все ширше коло екосистемних послуг, вимагає переходу від традиційних до високотехнологічних методів, керованих даними рішень.

За останні кілька років інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ) перетворюються з допоміжних інструментів на центральний елемент державної політики сталого розвитку лісового сектора, забезпечуючи моніторинг, прозорість та предиктивне моделювання.

Інтеграція ІКТ у стратегії сталого управління лісами є не просто технологічним оновленням, а ключовим елементом переходу до більш стійкої, справедливої та ефективної моделі використання та відновлення лісових ресурсів планети, що є особливо актуальним для України в її прагненні до сталого європейського майбутнього.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Тематиці внеску лісового сектору у досягнення Цілей сталого розвитку (ЦСР) присвячені роботи багатьох вчених. Дослідження Kohl M., Linser S., Bastion O. довели, що ліси є джерелом засобів існування для мільйонів людей (ЦСР 1), забезпечують продовольчу безпеку (ЦСР 2), постачають чисту воду (ЦСР 6) та відновлювану енергію (ЦСР 7) [9]. За дослідженнями Gratzner G. та Keeton W. S., ліси є тими осередками біорізноманіття на суші, де мешкає понад 80 % усіх видів наземних організмів (комах, рослин і тварин) і де регулюється 80 % якості питної води для досягнення ЦСР 6 і 15 [6]. Kindermann G. зазначає, що ліси також є величезними поглиначами вуглецю, демонструючи природні механізми захисту від глобальних наслідків зміни клімату та водночас сприяючи досягненню ЦСР 13 [8]. У дослідженні Swamy L. розкрито як завдяки

високій здатності лісів до поглинання вуглецю, країни зі значним лісовим покривом отримали вигоду від таких програм, як механізми чистого розвитку та програми скорочення викидів від вирубування та деградації лісів (REDD+), які зменшують рівень забруднення, знижують ризики стихійних лих, зміцнюють глобальні відносини та сприяють зростанню економіки країни шляхом досягнення ЦСР 8, 11, 13 та 17 [12]. Крім того, ліси також відіграють величезну роль у скороченні бідності, збереженні культурної цілісності та забезпеченні можливостей для працевлаштування. Toscani P та Sekot W. на прикладі лісів австрійських Альп дослідили, як добре захищені місцевими жителями ліси слугують джерелом невеликого доходу навіть у суворих умовах, що свідчить про їх важливість лісів для досягнення ЦСР 1, 2 та 15 [13]. Отже, як довели комплексні дослідження Patra S. пріоритетне ставлення до лісів як до важливих елементів глобальних планів сталого розвитку має вирішальне значення для досягнення цілей сталого розвитку ООН [11]. Однак реалізація потенціалу лісів ускладнюється через складні та часто суперечливі взаємозв'язки між різними цілями. Наприклад, як дослідили Verdone R. та Seidl M., розширення сільськогосподарських угідь для забезпечення продовольчої безпеки може призвести до знеліснення, що є яскравим прикладом необхідності пошуку компромісів між ЦСР 2 та ЦСР 15 [14].

Для України питання досягнення ЦСР набуло особливої гостроти та складності через повномасштабне військове вторгнення. До вже наявних проблем додалися безпрецедентні виклики.

Мета статті полягає в ідентифікації теоретичних та практичних аспектів використання інформаційно-комунікаційних технологій як інструментів політики досягнення цілей сталого розвитку ООН (Sustainable Development Goals – англ.) з урахуванням результатів можливих взаємодій між процесами, пов'язаними з конкретних цілями, що мають значення для лісів (сприяння, посередництво, синергетичний вплив).

Виклад основного матеріалу дослідження. Досягнення ЦСР вимагає розуміння того, як дії в одному секторі впливають на інші. У лісовому

господарстві ці взаємозв'язки є особливо вираженими. На основі систематичного огляду літератури ми розглянули вплив цілей Сталого розвитку ООН (ЦСР) на лісові екосистеми та визначили цілі, пов'язані з потенційно корисним, шкідливим або змішаним (тобто негативним та/або позитивним) впливом залежно від контексту [4]. Типи впливу не є однаковими в рамках ЦСР назагал, а також в рамках окремих цілей. Цілі, пов'язані з енергетикою та інфраструктурою, є одними з найбільш вагомих за негативним впливом і найкраще вивчених, тоді як цілі, які, як очікується, можуть принести позитивні результати, зазвичай пов'язані з соціальним прогресом і добробутом, досліджувалися в набагато меншій мірі, особливо в контексті зовнішніх

втручань. Значна частина цілей мають певні відмінності стосовно напрямку їхнього впливу, що свідчить про потенціал досягнення у багатьох випадках позитивного, а не негативного впливу.

Взаємодії заходів, спрямованих на досягнення різних цілей, можна розглядати як сприятливі (досягнення однієї цілі дозволяє досягти іншої, що має подальший вплив), посередницькі (тобто досягнення однієї цілі опосередковано впливає на очікуваний вплив іншої) або синергетичні (тобто досягнення двох або більше цілей призводить до впливу, який є більшим, ніж очікуваний від однієї цілі). Зазначимо, що з наведених у таблиці 1 прикладів більша частина має сприятливий або посередницький характер, а синергетичних прикладів наведено менше.

Таблиця 1
Приклади взаємодій між цілями сталого розвитку, що мають значення для лісів

Тип взаємодії	Цілі або завдання	Механізм впливу	Очікуваний напрямок впливу
Сприяння	16.1. Покласти край насильству та пов'язаним з ним смертями) 1.4. Рівні права на володіння та контроль над землею та майном)	Для визнання прав на землю зазвичай необхідне припинення війни та конфлікту. Збільшення місцевих та індивідуальних прав на землю має неоднозначний вплив на ліси.	Змішаний
	ЦСР 4. Доступ до освіти та можливостей навчання 8.3. Сприяння створенню робочих місць та підприємництва	Підвищення рівня освіти надає людям більш різноманітні можливості працевлаштування, включаючи несільсько-господарську зайнятість, що призводить до зменшення впливів сільського господарства в ліси.	Позитивний
	11.3. Інклюзивна та стабільна урбанізація) 7.1. Доступ до сучасних енергетичних послуг	Дані свідчать, що міські домогосподарства частіше використовують сучасніші види палива, які менше шкодять лісам.	Позитивний
	9.3. Доступ до ринків та фінансових послуг, включаючи кредитування) 2.3. Подвоєння продуктивності сільського господарства)	Доступ до кредитів забезпечує капітал, необхідний фермерам для розширення сільськогосподарської діяльності на нові території, а також дозволяє інвестувати в нові технології, що сприяють інтенсифікації.	Змішаний
Посередництво	16.6.Ефективні, підзвітні та прозорі інституції) 10.b. Збільшення офіційної допомоги на цілі розвитку та прямих іноземних інвестицій	Ефективне управління може допомогти пом'якшити негативні наслідки, які часто виникають внаслідок прямих іноземних інвестицій .	Позитивний
	10.1.Досягнення рівності багатства в країні) 8.1.Підтримка економічного зростання на душу населення)	Деякі дані свідчать про те, що зменшення майнової нерівності може мати посередницький вплив на шкідливі аспекти економічного зростання.	Позитивний
Синергетичний вплив	8.9. Сприяння сталому туризму) 9.1. Розвиток інфраструктури)	Туризм зазвичай вимагає розбудови інфраструктури, а краща інфраструктура приваблює більше туристів. Сукупний негативний вплив обох факторів, ймовірно, буде більшим у поєднанні, ніж окремі їхні впливи.	Негативний

Джерело: на основі [4] зі змінами

Стале ведення лісового господарства (*Sustainable Forest Management – SFM*) може одночасно сприяти досягненню низки зазначених нижче цілей.

Соціально-економічний розвиток (ЦСР 1, 8, 10): Лісовий сектор забезпечує понад 86 мільйонів «зелених» робочих місць та підтримує засоби до існування для багатьох громад, особливо корінних народів [4]. Продукти нетваринного походження, такі як їстівні рослини, мед та лікарські трави, є життєво важливими для подолання бідності та забезпечення харчуванням.

Здоров'я та добробут (ЦСР 3, 6): Ліси є джерелом чистої води, оскільки вони фільтрують опади та регулюють водний стік. Вони також надають рекреаційні можливості та є джерелом генетичних ресурсів для створення нових ліків.

Клімат та енергетика (ЦСР 7, 13): Ліси є найбільшим наземним поглиначем вуглецю, відіграючи ключову роль у пом'якшенні наслідків зміни клімату. Деревина також є важливим джерелом відновлюваної енергії (біомаси), що може зменшити залежність від викопного палива.

Водночас існують конфлікти та конкурентні ситуації, які потребують управління:

1. *Ліси проти продовольства (ЦСР 15 проти ЦСР 2):* Це один з найгостріших конфліктів. Перетворення лісових земель на сільськогосподарські угіддя для виробництва продуктів харчування залишається головною причиною знеліснення у світі. Біоенергетика проти біорізноманіття (ЦСР 7 проти ЦСР 15): Хоча деревна біомаса є відновлюваним джерелом енергії, створення великомасштабних монокультурних плантацій для її виробництва може призвести до втрати біорізноманіття та деградації ґрунтів [14].

2. *Економічне зростання проти збереження (ЦСР 8 проти ЦСР 15):* Інтенсивна лісозаготівля, спрямована на економічне зростання, може виснажувати лісові ресурси та руйнувати екосистеми, якщо вона не здійснюється на сталих засадах. Управління цими компромісами вимагає інтегрованих підходів до планування землекористування та міжсекторальної координації політики, де ІКТ можуть відігравати вирішальну роль. В умовах складних взаємозв'язків ІКТ пропонують інструменти для збору даних, аналізу та підтримки прийняття рішень, що дозволяє краще управляти синергіями та пом'якшувати компроміси. Це зокрема:

3. *Моніторинг лісових ресурсів та боротьба з незаконною діяльністю (ЦСР 15, 16):* Технології ДЗЗ та ГІС дозволяють не лише відстежувати знеліснення, але й моделювати різні сценарії землекористування, щоб знайти оптимальний баланс між сільським господарством та збереженням лісів. Платформа Global Forest Watch (GFW) використовує супутникові дані для надання майже в режимі реального часу інформації про зникнення лісового покриву. У Бразилії системи PRODES та DETER, що базуються на супутниковому моніторингу,

стали ключовими інструментами у боротьбі з незаконним знелісненням лісів басейну Амазонки [10]. Ефективність систем моніторингу значно зростає, коли дані є відкритими та доступними для широкого загалу, що сприяє громадському контролю та підзвітності.

4. *Забезпечення прозорості та відстежуваності ланцюгів постачання (ЦСР 12, 15, 16):* ІКТ допомагають створити прозорі системи управління ланцюгами постачання деревини, що є критично важливим для боротьби з незаконною торгівлею. Використання систем маркування деревини (штрих-коди, RFID) та технології блокчейн дозволяє створити незмінний цифровий слід продукції від лісу до споживача. Це допомагає підтвердити легальність походження деревини, що вимагається такими регуляціями, як EUTR чи EUDR в ЄС. Технологія завжди має бути підкріплена сильними інституціями та правовим полем. Без належного контролю та відповідальності за внесення даних, системи можуть бути вразливими до маніпуляцій.

5. *Розширення прав та можливостей місцевих громад (ЦСР 1, 10, 16):* Мобільні технології та краудсорсингові платформи дають змогу місцевим громадам брати активну участь у моніторингу та охороні лісів. Проект Rainforest Connection використовує старі смартфони, перетворені на сонячні аудіосенсори, для виявлення звуків бензопил у віддалених районах тропічних лісів, автоматично сповіщаючи рейнджерів. Для успішного залучення громад необхідно забезпечити їхню безпеку, надати навчання та створити чіткі механізми реагування на їхні повідомлення.

5. *SFM та сертифікація (ЦСР 8, 15):* «Точне лісівництво» (*precision forestry*) використовує дрони, лідари та сенсорні мережі для оптимізації лісгосподарських операцій, що дозволяє підвищити продуктивність при одночасному зниженні впливу на довкілля. У скандинавських країнах ІКТ широко використовуються для точної інвентаризації лісів та планування лісосік, що дозволяє зберігати ключові біотопи та мінімізувати пошкодження ґрунту. Високі витрати та потреба у кваліфікованих фахівцях є основними перешкодами для широкого впровадження «точного лісівництва» [7].

Незважаючи на значний потенціал, досягненню ЦСР у лісовому секторі перешкоджає низка викликів:

– *Політична неузгодженість:* Часто політика у сфері сільського господарства, енергетики та інфраструктури суперечить цілям збереження лісів.

– *Неврегульованість землекористування:* Невизначеність прав власності на землю та корупція створюють умови для незаконної експлуатації лісів.

– *Цифровий розрив:* Нерівний доступ до Інтернету та цифрових технологій обмежує можливість застосування ІКТ у багатьох регіонах.

– *Брак фінансування*: Відсутність достатніх інвестицій у стале господарювання в лісах та впровадження сучасних технологій.

– *Людський капітал*: Брак кваліфікованих фахівців, здатних працювати з сучасними технологіями та впроваджувати інтегровані підходи.

На глобальному рівні синергія AI, IoT та ДЗЗ дозволяє реалізувати предиктивне та адаптивне господарювання для пом'якшення наслідків зміни клімату [3]. Внесок технологій Індустрії 4.0 у лісовий сектор зосереджений на широкому спектрі видів діяльності: від ведення лісового господарства, заготівлі та транспортування деревини до реалізації продукції [2]. В Україні впровадження ІКТ у лісовому секторі також стало пріоритетом державної політики, ключовою метою якої стала «цифровізація лісової галузі» для забезпечення її прозорості, ефективності та сталого розвитку. Згідно з офіційними підсумками Державного агентства лісових ресурсів України за 2024 рік та планами на 2025 рік, продовження цифровізації є одним із пріоритетів реформи (Державне агентство лісових ресурсів України, 2024) [1]. Основний акцент робиться на прозорості та прослідкованості всіх виробничих процесів для подолання корупційних ризиків та незаконного обігу деревини. Це безпосередньо сприяє досягненню ЦСР 16 (Мир, справедливість та сильні інститути), оскільки ІКТ (електронний облік деревини, супутниковий моніторинг рубок) стають інструментом забезпечення верховенства права в галузі. Важливим каталізатором впровадження ІКТ стала необхідність адаптації до нових міжнародних торговельних стандартів. Регламент ЄС щодо знеліснення (EUDR), який починає повноцінно діяти з кінця 2024 – середини 2025 року, вимагає від усіх експортерів деревини до ЄС надавати точні геопросторові дані про ділянки, де була заготовлена деревина, та доводити відсутність зв'язку з процесами знеліснення (Forest Europe, 2023) [5]. Виконання цієї вимоги неможливе без розгалуженої національної системи ІКТ, що включає супутниковий моніторинг та надійні цифрові реєстри походження продукції. Таким чином, ІКТ стають обов'язковим інструментом торгової політики, що пов'язує економічні інтереси (ЦСР 8: Гідна праця та економічне зростання) з екологічними зобов'язаннями (ЦСР 12: Відповідальне споживання та виробництво).

Незважаючи на війну, Україна продовжує впроваджувати цифрові інструменти для підвищення прозорості в лісовому секторі. Система єдиного державного електронного обліку деревини (яка є частиною проєкту «Ліс у смартфоні») стала ключовим інструментом для відстеження руху лісопродукції. Вона допомагає боротися з «тіньовим» ринком та забезпечує прозорість аукціонів з продажу деревини. Онлайн-карти рубок та інші публічні дані надають громадянам доступ до інформації про лісогосподарську діяльність, дозволяючи здійснювати громадський контроль.

Ці інструменти безпосередньо сприяють досягненню ЦСР 16, підвищуючи прозорість та підзвітність. Процес відновлення України відкриває унікальне вікно можливостей для «зеленого» відновлення. Для лісового сектору це означає необхідність:

– *Інтеграції сталих практик*: Планування лісовідновлення має базуватися на сучасних підходах наближеного до природи лісівництва (наприклад, висадка змішаних, стійких до кліматичних змін порід дерев замість монокультур).

– *Масштабування ІКТ*: Подальше вдосконалення цифрових систем моніторингу (включаючи супутниковий моніторинг для точної оцінки збитків та контролю за відновленням) та управління є пріоритетом. Розмінування територій за допомогою дронів та інших технологій є першочерговим завданням.

– *Міжнародне партнерство*: Залучення міжнародної технічної та фінансової допомоги може прискорити впровадження передових технологій та європейських стандартів управління.

Таким чином, для України ІКТ стають не просто інструментом для досягнення ЦСР, а життєво важливим елементом забезпечення прозорого та сталого відновлення лісового фонду, що постраждав від війни.

Висновки. Ліси є надзвичайно важливими для досягнення ЦСР, але їхній внесок є складним та багатограним. Стале управління лісами створює значні синергії, позитивно впливаючи на подолання бідності, продовольчу безпеку, чисту воду та боротьбу зі зміною клімату. Водночас існують гострі компроміси, особливо з аграрним сектором та енергетикою, які вимагають збалансованих політичних рішень. Інформаційно-комунікаційні технології трансформують лісовий сектор, переходячи від простого збору даних до комплексних систем підтримки прийняття рішень. Технології ДЗЗ, ГІС, мобільні додатки та блокчейн довели свою ефективність у підвищенні прозорості, боротьбі з незаконною діяльністю та залученні громад. Вони є незамінними для управління складними компромісами між різними ЦСР. Технології самі по собі не вирішують проблем. Їх успіх залежить від наявності сильних, прозорих та підзвітних інституцій, чіткої нормативно-правової бази, гарантованих прав на землю та політичної волі для боротьби з корупцією. Без цих елементів навіть найсучасніші ІКТ-рішення залишаються неефективними. В умовах війни та післявоєнного відновлення цифровізація стає критично важливою не лише для поточного управління, але й як інструмент для точної оцінки збитків, планування «зеленого» відновлення та забезпечення прозорості міжнародної допомоги.

Інформаційно-комунікаційні технології остаточно закріпилися як незамінний інструмент політики для досягнення Цілей сталого розвитку в лісовому секторі. В українському контексті

ІКТ є ключем до реформування галузі, забезпечуючи прозорість (ЦСР 16) та сталий розвиток, а також стають обов'язковою умовою доступу до міжнародних ринків через вимоги, подібні

до EUDR. Інтеграція цих технологій у національні політики є критичним викликом та водночас можливістю для досягнення цілей сталого розвитку.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Управління лісовим господарством: підсумки 2024 та плани на 2025 рік. *Державне агентство лісових ресурсів України*: веб-сайт. URL: <https://s.forest.gov.ua/novini/novina/upravlinnja-lisovim-gospodarstvom-pidsumki-2024-ta-plani-na-2025-rik> (дата звернення: 17.10.2025).
2. Соловій І. П., Король І. М. Сталий розвиток лісового сектора економіки з урахуванням технологій Індустрії 4.0. *Scientific Bulletin of UNFU*. 2024. №34(1), С. 42–47. URL: <https://doi.org/10.36930/40340106> (дата звернення: 17.10.2025).
3. Ali G., Mijwil M. M., Adamopoulos I., Ayad J. Leveraging the Internet of Things, Remote Sensing, and Artificial Intelligence for Sustainable Forest Management. *Babylonian Journal of Internet of Things*. 2025. №1–65. DOI: <https://doi.org/10.58496/BJIoT/2025/001> (дата звернення: 18.10.2025).
4. Carr J. A., G. Petrokofsky, D.V. Spracklen, S. L. Lewis, D.Roe, N.Trull, A.Vidal, S.Wicander, J. Worthington-Hill, S.M. Sallu. Anticipated impacts of achieving SDG targets on forests – a review, *Forest Policy and Economics*. 2021. Vol. 126, 102423, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2021.102423> (дата звернення: 20.10.2025).
5. Підтримка відновлення і сталого управління лісами України й лісовим сектором України. Forest Europe. веб-сайт. URL: <https://foresteurope.org/wp-content/uploads/2023/07/UA-Supporting-the-recovery-and-sustainable-management-of-Ukrainian-forests-and-Ukraines-forest-sector.pdf> (дата звернення: 18.10.2025).
6. Gratzner G. & Keeton W. S. Mountain forests and sustainable development: The potential for achieving the United Nations' 2030 Agenda. *Mountain Research and Development*. 2017. №37(3), С.246–253.
7. Holopainen M., Vastaranta M. & Hyypä J. Outlook for the next generation's precision forestry in Finland. *Forests*. 2014. № 5(7). P. 1682–1694. DOI: <https://doi.org/10.3390/f5071682> (дата звернення: 19.10.2025).
8. Kindermann G., Obersteiner M., Sohngen B., Sathaye J., Andrasko K., Rametsteiner E. & Beach R. Global cost estimates of reducing carbon emissions through avoided deforestation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2008. №105(30). P. 10302–10307.
9. Kohl M., Linser S., Bastion O. The role of forests in the light of the 2030 Agenda for Sustainable Development. *Journal of Forest Policy and Economic*. 2019. № 105. P. 107–117. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2019.05.011> (дата звернення: 10.10.2025).
10. Nepstad D., McGrath D., Stickler C., Alencar A., Azevedo A., Swette B., Hess, L. Slowing Amazon deforestation through public policy and interventions in beef and soy supply chains. *Science*. 2014. № 344(6188). P. 1118–1123. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1248525>
11. Patra S., Saikia P., Kumar A., Lei X., Khan M. L. Forests and their role in achieving United Nations sustainable development goals. *Forests for Inclusive and Sustainable Economic Growth, Elsevier*. 2025. P. 3–14. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-31406-3.00001-1> (дата звернення 01.11.2025).
12. Swamy L., Drazen E., Johnson W. R., Bukoski J. J. The future of tropical forests under the United Nations sustainable development goals. *Journal of Sustainable Forestry*. 2017. № 37(2). P. 221–256. URL: <https://doi.org/10.1080/10549811.2017.1416477> (дата звернення 30.10.2025).
13. Toscani P., Sekot W. Assessing the economic situation of small-scale farm forestry in mountain regions: A case study in Austria. *Mountain Research and Development*. 2017. № 37(3). P. 271–280.
14. Verdone M., Seidl R. Time lags in the policy cycle of forest disturbances in Europe. *Forest Policy and Economics*. 2017. № 84. P. 49–57. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2017.03.003>

REFERENCES:

1. Derzhavne ahentstvo lisovykh resursiv Ukrainy. *Upravlinnia lisovym hospodarstvom: pidsumky 2024 ta plany na 2025 rik* [Forestry management: 2024 results and 2025 plans]. Available at: <https://s.forest.gov.ua/novini/novina/upravlinnja-lisovim-gospodarstvom-pidsumki-2024-ta-plani-na-2025-rik>
2. Soloviy I. P. & Korol I. M. (2024) Stalyi rozvytok lisovoho sektora ekonomiky z urakhuvanniam tekhnolohii Industrii 4.0 [Sustainable development of the forest sector of the economy considering Industry 4.0 technologies]. *Scientific Bulletin of UNFU*, №34(1). P. 42–47. DOI: <https://doi.org/10.36930/40340106>
3. Ali G., Mijwil M. M., Adamopoulos I. & Ayad J. (2025) Leveraging the Internet of Things, Remote Sensing, and Artificial Intelligence for Sustainable Forest Management. *Babylonian Journal of Internet of Things*, 2025. №1–65. DOI: <https://doi.org/10.58496/BJIoT/2025/001>
4. Carr J. A., G. Petrokofsky, D.V. Spracklen, S. L. Lewis, D.Roe, N.Trull, A.Vidal, S.Wicander, J. Worthington-Hill, S.M. Sallu (2021) Anticipated impacts of achieving SDG targets on forests – a review, *Forest Policy and Economics*. Vol. 126,102423. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2021.102423>
5. Forest Europe. *Pidtrymka vidnovlennia i staloho upravlinnia lisamy Ukrainy y lisovym sektorom Ukrainy* [Support for the restoration and sustainable management of Ukraine's forests and forest sector]. Available at: <https://foresteurope.org/wp-content/uploads/2023/07/UA-Supporting-the-recovery-and-sustainable-management-of-Ukrainian-forests-and-Ukraines-forest-sector.pdf>

6. Gratzner G. & Keeton W. S. (2017) Mountain forests and sustainable development: The potential for achieving the United Nations' 2030 Agenda. *Mountain Research and Development*, №37(3). P. 246–253.
7. Holopainen M., Vastaranta M. & Hyyppä J. (2014) Outlook for the next generation's precision forestry in Finland. *Forests*, №5(7). P. 1682–1694. DOI: <https://doi.org/10.3390/f5071682>
8. Kindermann G., Obersteiner M., Sohngen B., Sathaye J., Andrasko K., Rametsteiner E. & Beach R. (2008) Global cost estimates of reducing carbon emissions through avoided deforestation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, №105(30). P.10302–10307.
9. Kohl M., Linser S. & bastion O. (2019) The role of forests in the light of the 2030 Agenda for Sustainable Development. *Journal of Forest Policy and Economics*, №105. P. 107–117. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2019.05.011>
10. Nepstad D., McGrath D., Stickler C., Alencar A., Azevedo A., Swette B., ... & Hess L. (2014) Slowing Amazon deforestation through public policy and interventions in beef and soy supply chains. *Science*, 2014. №344(6188). P. 1118–1123. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1248525>
11. Patra S., P. Saikia, A. Kumar, X. Lei, M. L.Khan. (2025) Chapter 1 – Forests and their role in achieving United Nations sustainable development goals, Editor(s): Purabi Saikia, Amit Kumar, Mohammed Latif Khan, Xiangdong Lei, *Forests for Inclusive and Sustainable Economic Growth, Elsevier*, 2025. P. 3–14. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-31406-3.00001-1>
12. Swamy L., Drazen E., Johnson W. R. & Bukoski J. J. (2017) The future of tropical forests under the United Nations sustainable development goals. *Journal of Sustainable Forestry*, №37(2). P. 221–256. DOI: <https://doi.org/10.1080/10549811.2017.1416477>
13. Toscani P. & Sekot W. (2017) Assessing the economic situation of small-scale farm forestry in mountain regions: A case study in Austria. *Mountain Research and Development*. № 37(3). P. 271–280.
14. Verdone M. & Seidl R. (2017) Time lags in the policy cycle of forest disturbances in Europe. *Forest Policy and Economics*, № 84. P. 49–57. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2017.03.003>

Стаття надійшла: 27.10.2025
Стаття прийнята: 12.11.2025
Стаття опублікована: 28.11.2025