


ЛІСОВЕ ГОСПОДАРСТВО

УДК 630.17:674.094.542.5

Механізація і транспортування лісу: інноваційні підходи у лісоексплуатації та лісогосподарських роботахСитник О. С. , Хрик В. М. , Кімейчук І. В. , Левандовська С. М. ,
Масальський В. П. , Лозінська Т. П. , Пенькова С. В. *Білоцерківський національний аграрний університет* E-mail: Кімейчук І. В. ivan.kimeichuk@btsau.edu.ua

Ситник О. С., Хрик В. М., Кімейчук І. В., Левандовська С. М., Масальський В. П., Лозінська Т. П., Пенькова С. В. Механізація і транспортування лісу: інноваційні підходи у лісоексплуатації та лісогосподарських роботах. «Агробіологія», 2024. № 1. С. 153–159.

Sytnyk O., Khryk V., Kimeichuk I., Levandovska S., Masalskyi V., Lozinska T., Penkova S. Mechanization and transportation of timber: innovative approaches in forest exploitation and forestry operations. «Agrobiology», 2024. no. 1, pp. 153–159.

Рукопис отримано: 17.03.2024 р.

Прийнято: 01.04.2024 р.

Затверджено до друку: 24.05.2024 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2024-187-1-153-159

Актуальність теми дослідження обумовлена постійним зростанням потреб у сталому й ефективному використанні лісових ресурсів у зв'язку зі збільшенням обсягів лісових робіт та пошуку більш оптимальних і екологічно безпечних методів їх проведення.

Визначено фундаментальні поняття, такі як лісове господарство та лісоексплуатація. Проаналізовано стан лісової галузі в Україні та виокремлено її основні проблеми. Здійснено аналіз інноваційних підходів у лісоексплуатації та лісогосподарських роботах, котрі впроваджують лісогосподарські підприємства. Надано пропозиції щодо подальшого розвитку і впровадження інновацій у галузі лісового господарства для підвищення його сталості та ефективності.

Встановлено, що вітчизняні підприємства лісової галузі поступово впроваджують інноваційні підходи у лісоексплуатації та лісогосподарських роботах. Однак цей процес потребує активізації, котра сприятиме підвищенню продуктивності робіт, зниженню витрат та оптимізації управління лісовими ресурсами. Для цього запропоновано здійснити низку заходів, а саме: продовжити реформування лісової галузі; провести навчання працівників лісового господарства з основ цифрових технологій; сприяти дослідницьким проектам та стимулювати інвестиції у цей сектор; проводити науково-дослідні роботи у галузі розробки та виробництва лісогосподарської техніки вітчизняними виробниками; здійснювати оновлення машинно-тракторного парку лісогосподарських підприємств через закупівлю інноваційної техніки іноземного виробництва.

Практичне значення дослідження полягає в можливості застосування отриманих результатів для вдосконалення лісового господарства в Україні. Запропоновані пропозиції щодо впровадження інноваційних підходів у лісоексплуатації та лісогосподарських роботах передбачають збільшення продуктивності, зниження витрат та оптимізацію управління лісовими ресурсами.

Ключові слова: транспорт лісу, лісоексплуатація, механізація лісогосподарських робіт, лісосічні роботи, лісопродукція.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. У сучасному економічному ландшафті життєздатність будь-якого підприємства, галузі, регіону чи країни залежить від здатності до інновацій. Це особливо актуально для таких галузей як лісове господарство, де інтеграція передових підходів визначає конкурентоспроможність. В Україні ліси мають важливе зна-

чення для економіки, тому інноваційні підходи у лісоексплуатації та лісогосподарських роботах є не лише вигідними, а також необхідними.

Ліси в Україні – життєво важливий ресурс для різних галузей, який сприяє економічному розвитку та забезпечує необхідні умови життя населення. Однак лісовий сектор має проблеми, які перешкоджають його оптимальному

розвитку. Тож, існує нагальна потреба пошуку інноваційних підходів для підвищення ефективності лісового господарства.

Застосування інноваційних технологій, зокрема у механізації та транспортуванні лісу, має численні переваги. По-перше, такі технології покращують продуктивність та ефективність праці, зменшуючи витрати, пов'язані з робочою силою та операціями. Зі свого боку, це підвищує конкурентоспроможність української лісової продукції на внутрішньому та міжнародному ринках. По-друге, інноваційні підходи сприяють економії ресурсів та екологічній стійкості. Удосконалена техніка та методи транспортування не лише мінімізують споживання пального, а також зменшують вплив лісозаготівель на навколишнє середовище. Надаючи першість збереженню довкілля, Україна може забезпечити довгострокову життєздатність своїх лісів, відповідаючи водночас міжнародним стандартам.

Крім того, інновації у лісогосподарській діяльності підвищують стандарти безпеки для працівників. Автоматизовані машини та сучасне обладнання зменшують ризики, пов'язані з ручною працею, сприяючи створенню безпечного робочого середовища [1].

Упровадження інноваційних підходів до лісокористування та ведення лісового господарства сприяє не лише економічній вигоді, а також сталому розвитку, збереженню біорізноманіття та забезпеченню добробуту громад, які залежать від лісових ресурсів. Тож, ця тема цікавить багатьох вітчизняних і зарубіжних науковців, таких як В.В. Макарова, Л.М. Могильна, А.В. Ткаченко [1], В.Д. Бондаренко, С.М. Землинський, Л.І. Копій, Г.Т. Криницький, В.В. Лавний, В.Г. Мазепа [2], А. Николук, Н. Семенченко [4], В.А. Никифорак, Я.В. Сеньовська, І.В. Човбан [9], К.В. Процак, Д.В. Хрущ [10], Є. Мендела [11], R. Gini, D. Passoni, L. Pinto, G. Sona [15], В.К. Тіунчик, Ю.О. Гром'як [16], В.М. Хрик [18], А.У. Карпук, О.М. Дзюбенко [19], В.П. Власюк [20] та інші. Попри значну кількість праць, присвячених лісовому господарству та інноваціям для підвищення його ефективності, недостатньо дослідженими залишаються інноваційні підходи у механізації та транспортуванні лісу в контексті лісоексплуатації та лісогосподарських робіт. Відсутність комплексного підходу та нестача наукових досліджень, що враховують специфіку українських умов, ускладнюють повне розуміння потенціалу інновацій галузі. Отже, подальші дослідження та аналіз інноваційних підходів у механізації і транспортуванні лісу в контексті лісоексплуатації та лісогосподарських робіт є

важливими для розвитку галузі й забезпечення сталого використання лісових ресурсів.

Мета дослідження – запропонувати способи подальшого розвитку і впровадження інноваційних підходів у галузі лісового господарства для підвищення його сталості та ефективності.

Матеріал і методи дослідження. У процесі дослідження використали загальнонаукові методи пізнання. За допомогою методу критичного аналізу визначили стан лісової галузі України та її основні проблеми. Синтез інформації дав змогу визначити інноваційні підходи у лісоексплуатації та лісогосподарських роботах, які впроваджують лісогосподарські підприємства. Методом індукції та дедукції розробили рекомендації для подальшого розвитку і впровадження інновацій у галузі лісового господарства з метою підвищення його сталості та ефективності.

Результати дослідження та обговорення. Передусім необхідно з'ясувати фундаментальні поняття лісового господарства та лісоексплуатації. Вони закладають основу для всебічного розуміння інноваційних підходів, які досліджують.

Термінологічний словник лісівництва визначає лісове господарство як комплексну дисципліну, що охоплює науку та мистецтво створення, вирощування, використання, збереження і відтворення лісів та пов'язаних з ними ресурсів для досягнення конкретних цілей, вимог і цінностей на благо людства [2].

Відповідно до Економічної енциклопедії, лісове господарство є галуззю, що перетинається із сільським господарством і займається такими видами діяльності як вирощування, розчищення, охорона та експлуатація лісів. Воно також передбачає створення та утримання природоохоронних територій [3].

А. Ніколаюк та Н. Семенченко вважають, що лісове господарство є життєво важливою галуззю суспільного виробництва, яка охоплює обстеження, документування, відтворення та розширення лісових масивів. Ведення лісового господарства спрямоване на охорону лісів від пожеж, шкідників і хвороб, а також регулювання лісокористування з метою задоволення потреб національної економіки в деревині та інших продуктах лісу [4].

Отже, лісове господарство є важливою сферою діяльності, що об'єднує наукові, технічні та соціально-економічні аспекти для ефективного управління лісовими ресурсами з метою забезпечення нарощування, використання і збереження лісів та пов'язаних з ними екосистем на користь людства і збереження природи.

Досягнення цієї мети можливе завдяки ефективній лісоексплуатації, яку відповідно до Великого тлумачного словника української мови визначають як використання лісу у господарських, природоохоронних та інших цілях, що охоплює низку лісогосподарських робіт, таких як промислова заготівля деревини, відновлення лісів, контроль над пожежами і шкідниками тощо [5]. Зі свого боку, ефективність лісоексплуатації та лісогосподарських робіт суттєво залежить від упровадження інновацій, які сприяють революціонізації технології лісового господарства, зокрема вдосконаленню механізмів збирання, транспортування і оброблення деревини, впровадженню ефективних систем моніторингу та управління лісовими ресурсами, а також зменшенню впливу на екосистему за допомогою сталих практик і технологій.

За даними Державного агентства лісових ресурсів України, площа лісового фонду нашої держави становить приблизно 10,4 млн га, з яких вкрито лісовою рослинністю 9,6 млн га [6]. Показово, що за останні п'ять десятиліть в Україні відбулося значне зростання лісистості – майже в півтора рази, а запаси деревини збільшилися втричі. Однак попри зростання, лісистість України залишається нижчою за норму, визначену в наказі Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України «Про затвердження показників регіональних нормативів оптимальної лісистості території і мінімально необхідної захисної лісистості

агроландшафтів України». Згідно з документом, вона становить 20 % [7]. Наразі фактична лісистість становить лише 15,9 %, що значно нижче, ніж в інших країнах Європи. За площею лісів наша держава займає 8 місце в Європі (табл. 1).

Таблиця 1 – Площа лісів і лісистість країн Європи [8]

№	Країна	Площа земель, вкритих лісом, тис. га	% вкритих лісом земель від загальної площі
1	Швеція	27980	68,7
2	Фінляндія	22409	73,3
3	Туреччина	22220	28,9
4	Іспанія	18572	37,2
5	Франція	17253	31,5
6	Норвегія	12180	40
7	Німеччина	11419	32,7
8	Україна	9690	15,9
9	Італія	9566	32,5

Примітка: систематизовано автором.

На думку науковців, невтішною є вікова структура лісу [9]. Частка середньовікових насаджень є досить високою і становить 47,5 %. Натомість частка молодняку становить лише 16,9 % (рис. 1).

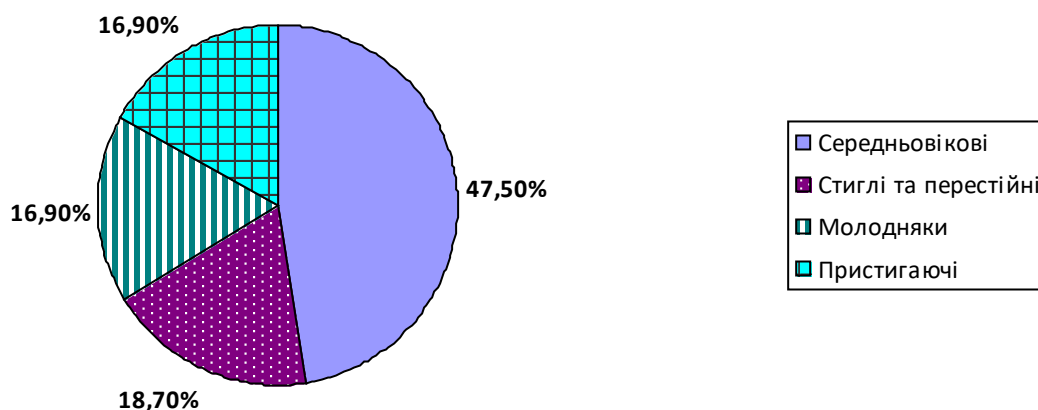


Рис. 1. Вікова структура лісових насаджень в Україні, % [8].

Примітка: систематизовано автором.

Така ситуація спричинена недостатніми площами молодняків, які не встигають оновитися на тлі зростання кількості вирубок [10]. Водночас перевірити законність таких вирубок майже неможливо. Це доводить необхідність заходів, спрямованих на збільшення та збереження лісових ресурсів України.

Зазначимо, що попри труднощі держава намагається забезпечити розвиток і стратегічне планування лісового господарства України, орієнтуючись на раціональне використання лісових ресурсів з упровадженням інноваційних підходів у лісоексплуатації та лісогосподарських роботах. Розглянемо їх детальніше.

Оцифрування послуг у лісовому господарстві. Оцифрування послуг у лісовому господарстві є важливою складовою реформи лісової галузі. Упровадження загальнодержавного електронного реєстру лісорубних квитків і загальнодержавної системи електронного обліку деревини, яка є обов'язковою для всіх постійних лісокористувачів, сприяє доступності інформації, пов'язаної з лісовим господарством, і зменшенню обігу незаконно заготовленої деревини [11]. Першим підприємством, яке отримало лісорубний квиток, стала філія «Костопільське лісове господарство» ДСГП «Ліси України». Дозвіл на використання лісових ресурсів отримали онлайн через платформу ЕкоСистема [12].

Використання інноваційних технологій для візуального моніторингу, патрулювання лісів, захисту від лісових шкідників, лісонасінневої справи, мультиспектральної зйомки та картографування. Останніми роками серед приватних лісівників і лісових господарств України зростає попит на дрони. Вони дають змогу здійснювати швидкий і точний огляд лісових ділянок, збирати великі обсяги даних за короткий час і надавати цінну інформацію для прийняття рішень у сфері лісового господарства. Дрони можуть виявляти пошкодження дерев, оцінювати обсяги деревини, а також допомагати у виявленні ризикових зон для виникнення пожеж та розповсюдження хвороб у лісі [13].

Механізація лісогосподарських робіт. Під час лісосічних робіт, а саме заготівлі деревини, використовують сучасні механізовані системи. Наприклад, системи деревної довжини та системи різання довжини за допомогою харвестерів – багатофункціональних машин, які виконують кілька операцій одночасно, зокрема валку лісу, обрізання сучків, розкрязування та упакування сортиментів під час проведення суцільних рубок, а також рубок, пов'язаних із лісовим господарством. Використання таких машин надає безліч переваг, серед яких висо-

ка швидкість заготівлі деревини, зниження виробничих витрат, підвищення безпеки працівників, зменшення руйнування поверхневого цінного шару ґрунтів тощо [14].

Для збирання даних щодо розташування дерев лісники використовують портативні лазерні далекоміри, оскільки вимірювання відстані між ними має вагоме значення під час розрахунку відповідних показників, оцінювання ділових лісів та їх розвитку.

Для оптимізації процесу виробництва лісової господарства використовують Sawmill – лісопилну систему керування сканерами та автоматизованими процесами оброблення. За допомогою датчиків і лазерів вона визначає, як оптимізувати процес виробництва скороченням первинного розпилювання дерева. Завдяки камері отримують найточніші результати, що дає змогу лісовим господарствам підвищити свої фінансові результати [15].

Оптимізація транспорту лісу. Інноваційні технології застосовують для оптимізації перевезення деревини. Зокрема, лісогосподарські підприємства поступово впроваджують електронні товаро-транспортні накладні. Одразу після формування такі накладні передають вантажоперевізнику. Це мінімізує час, необхідний для оброблення документів, і прискорює транспортування лісу. Крім того, використання ЕТТН знижує витрати, пов'язані з паперовою документацією, її зберіганням та обробленням.

Для перевезення деревини лісогосподарські підприємства використовують сучасну техніку – форвардери. Основні завдання цих машин полягають у зборі, сортуванні та перевезенні сортиментів від місця заготівлі до дороги, лісового транспортного засобу, складу або місця зберігання. Варто зазначити, що як харвестери, так і форвардери значно полегшують людську працю, вирізняються високою продуктивністю, маневреністю, мінімальним техногенним впливом на лісове середовище [14].

Враховуючи зазначене, доцільно зробити висновок про поступове впровадження вітчизняними підприємствами інноваційних підходів у лісоексплуатації та лісогосподарських роботах, яке відбувається на тлі постійного розвитку технологій і зростання потреб у сталому й ефективному використанні лісових ресурсів. Активізація цього процесу сприятиме підвищенню продуктивності робіт, зниженню витрат та оптимізації управління лісовими ресурсами [16]. Однак для цього необхідно здійснити низку заходів, а саме:

– продовжити реформування лісової галузі, зокрема, подальшу цифровізацію та розбудову інфраструктури [17];

– провести навчання працівників лісового господарства з основ цифрових технологій, що застосовують у лісовому господарстві [18];

– сприяти створенню та впровадженню інноваційних рішень у сфері лісового господарства через допомогу дослідницьким проєктам та стимулювання інвестицій у цей сектор [19];

– проводити науково-дослідні роботи у галузі розроблення і виробництва лісогосподарської техніки вітчизняними виробниками або здійснювати оновлення машинно-тракторного парку лісогосподарських підприємств через закупівлю інноваційної техніки іноземного виробництва (Eco Log, Deere & Company, Farmi Komatsu, Kesla, Ponsse, Logset, Binderberger, Амкордор та ін.) [20].

Реалізація зазначених заходів є важливим кроком щодо розвитку сучасного конкурентоспроможного та сталого лісового господарства в Україні.

Висновки. Вітчизняні лісогосподарські підприємства інтегрують інноваційні підходи у лісоексплуатаційну діяльність. Однак, щоб повною мірою використати інновації та досягти більшої продуктивності, економічної ефективності та покращити управління лісовим господарством, необхідно інтенсифікувати зусилля. Запропоновані заходи охоплюють продовження реформ у лісовому секторі, комплексні програми навчання працівників лісового господарства цифровим технологіям, стимулювання наукових досліджень та залучення інвестицій, підтримку вітчизняного виробництва лісогосподарської техніки, а також оновлення обладнання інноваційними моделями іноземного виробництва. Практичне значення дослідження полягає в тому, що воно здатне суттєво покращити стан лісового сектору України через упровадження інноваційних підходів, спрямованих на підвищення продуктивності, зниження витрат та оптимізацію методів ведення лісового господарства.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Макарова В.В., Могильна Л.М., Ткаченко А.В. Інноваційні напрями розвитку збутової зовнішньоекономічної діяльності лісогосподарських підприємств завдяки інформаційним та цифровим технологіям. Електронне наукове фахове видання з економічних наук «Modern Economics». 2023. № 39. С. 104–111. DOI: 10.31521/modecon. V39(2023)-16.
2. Лісівництво: термінологічний словник. М-во освіти і науки, молоді та спорту України, НЛТУ України / В.Д. Бондаренко та ін. Львів: НЛТУ України, 2013. 84 с.
3. Економічна енциклопедія. Словopedia. 2024. URL: <http://slovopedia.org.ua/38/53403/381328.html>
4. Николук А., Семенченко Н. Лісове господарство. Vseslova. 2024. URL: http://vseslova.com.ua/word/%D0%9B%D0%B5%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%85%D0%BE%D0%B7%D1%8F%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE-57210u.
5. Великий тлумачний словник сучасної мови. Slovnyk. Me. 2024. URL: <https://slovnyk.me/dict/vts/%D0%BB%D1%96%D1%81%D0%BE%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%BF%D0%BB%D1%83%D0%B0%D1%82%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F>.
6. Загальна характеристика лісів України. Державне агентство лісових ресурсів України. 2024. URL: <https://forest.gov.ua/napryamki-diyalnosti/lisi-ukrayini/zagalna-harakteristika-lisiv-ukrayini>.
7. Про затвердження показників регіональних нормативів оптимальної лісистості території і мінімально необхідної захисної лісистості агроландшафтів України: Наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України від 22.07.2021 р. № 494. ВПУ. 2021. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1043-21#n16>.
8. Публічний звіт голови державного агентства лісових ресурсів України за 2022 рік. Державне агентство лісових ресурсів України. 2023. URL: <https://forest.gov.ua/storage/app/sites/8/public/zvit/publichnii-zvit-za-2022.pdf>
9. Никифорак В.А., Сеньовська Я.В., Човбан І.В. Використання інноваційних технологій у лісовому господарстві України. Науковий журнал «ЛОГОС. Мистецтво наукової думки». 2019. № 4. С. 22–25. URL: <https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/2617-7064/article/view/193/176>.
10. Процак К.В., Хрущ Д.В. Інновації у лісовому господарстві України. Національний університет «Львівська політехніка», 2020. URL: <https://ena.lpnu.ua:8443/server/api/core/bitstreams/605305c5-8cb3-470b-a360-e296a234d6e3/content>.
11. Мендела Є. Інноваційний розвиток лісової галузі України. Вісник Хмельницького національного університету. 2022. № 6. Т. 1. С. 50–60. DOI: 10.31891/2307-5740-2022-312-6(1)-8.
12. Перший в Україні: Костопільський лісгосп отримав електронний лісорубний квиток. Рівне 1. URL: <https://rivne1.tv/news/149528-pershiy-v-ukraini-kostopilskiy-lishosp-otrimav-elektronniy-lisorubniy-kvitok>.
13. Небесний патруль. НУБІП. 2020. URL: <https://nubip.edu.ua/node/71824>.
14. Харвестери та форвардери: машини, що допомагають волинським лісівникам. Волинь. 2023. URL: <https://www.volyn.com.ua/news/252100-kharvestery-ta-forvardery-mashyny-shcho-dopomahaiut-volynskym-lisivnykam-foto>
15. Gini R., Passoni D., Pinto L., Sona G. Aerial images from an UAV system: 3D modeling and tree species classification in a park area. The international archives of the photogrammetry, remote sensing and spatial information sciences. XXII ISPRS Congress. Melbourne. 2012. P. 361–366.
16. Тіунчик В.К., Гром'як Ю.О. Стан і перспективи розвитку механізації лісового господарства

ДЛГО «Львівліс». Науковий вісник УкрДЛТУ. 2002. № 12 (2). С. 58–63.

17. Як проходить реформа лісового господарства в Україні під час війни – інтерв'ю з генеральним директором ДП «Ліси України» Юрієм Болоховцем. Liga Zakon. 2024. URL: https://biz.ligazakon.net/interview/224665_yak-prokhorodit-reforma-lisovogo-gospodarstva-v-ukran-pd-chas-vyni-ntervyu-z-generalnim-direktorom-dp-lsi-ukrani-yurm-bolokhovtsem.

18. Хрик В.М. Підготовка майбутніх фахівців лісового господарства до професійної діяльності: теорія, методика, практика МОН України. Біла Церква: Середняк Т. К., 2022. 386 с.

19. Карпук А.У., Дзюбенко О.М. Інвестиційні процеси у лісовому господарстві: регіональні особливості. Інвестиції: практика та досвід. Київ, 2017. № 7. С. 19–24. URL: http://www.investplan.com.ua/pdf/7_2017/6.pdf.

20. Власюк В.П. Проблеми та перспективи розвитку механізації лісогосподарських робіт в Україні. Поліський національний університет. 2021. URL: <https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/logos/article/view/8464/8431>.

REFERENCES

1. Makarova, V.V., Mohyl'na, L.M., Tkachenko, A.V. (2023). Innovatsiyni napryamy rozvytku zbutovoyi zovnishn'oeconomichnoyi diyal'nosti lisohospodars'kykh pidpryyemstv zavdyaky informatsiynym ta tsyfrovym tekhnolohiyam [Innovative directions of development of sales foreign economic activity of forestry enterprises thanks to information and digital technologies]. *Elektronne naukove fakhove vydannya z ekonomichnykh nauk «Modern Economics»* [Electronic scientific publication on economic sciences "Modern Economics"]. no. 39, pp. 104–111. DOI: 10.31521/modecon.V39(2023)-16.

2. Bondarenko, V.D., Zemlyns'kyu, S.M., Kopyy, L.I., Krynyts'kyu, H.T., Lavnyy, V.V., Mazepa, V.H. (2013). Lisivnytstvo: terminolohichnyy slovnyk [Forestry: Terminological Dictionary]. Lviv, NLTU Ukrayiny, 84 p.

3. Ekonomichna entsyklopediya [Economic encyclopedia]. Slovopediya, 2024. Available at: <http://slovopedia.org.ua/38/53403/381328.html>.

4. Nykolyuk, A., Semenchenko, N. (2024). Lisove hospodarstvo [Forestry]. Vseslova. Available at: http://vseslova.com.ua/word/%D0%9B%D0%B5%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%85%D0%BE%D0%B7%D1%8F%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE-57210u.

5. Velykyy tлумachnyy slovnyk suchasnoyi movy [A large explanatory dictionary of the modern language]. Slovnyk. Me. 2024. Available at: <https://slovnyk.me/dict/vts/%D0%BB%D1%96%D1%81%D0%BE%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%BF%D0%BB%D1%83%D0%B0%D1%82%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F>

6. Zahal'na kharakterystyka lisiv Ukrayiny [General characteristics of the forests of Ukraine]. Derzhavne ahentstvo lisovykh resursiv Ukrayiny [State Agency

of Forest Resources of Ukraine]. 2024. Available at: <https://forest.gov.ua/napryamki-diyalnosti/lisi-ukrayini/zagalna-harakteristika-lisiv-ukrayini>

7. Pro zatverdzhennya pokaznykiv rehional'nykh normatyviv optymal'noyi lisystosti terytoriyi i minimal'no neobkhidnoyi zakhysnoyi lisystosti ahrolandshaftiv Ukrayiny: Nakaz Ministerstva zakhystu dovkillya ta pryrodnykh resursiv Ukrayiny vid 22.07.2021 № 494 [On the approval of indicators of regional norms of optimal forest coverage of the territory and minimum necessary protective forest coverage of agrolandscapes of Ukraine: Order of the Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine dated July 22, 2021 No 494]. VRU, 2021. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1043-21#n16>.

8. Publichnyy zvit holovy derzhavnoho ahentstva lisovykh resursiv Ukrayiny za 2022 rik [Public report of the head of the State Forest Resources Agency of Ukraine for 2022]. Derzhavne ahentstvo lisovykh resursiv Ukrayiny [State Agency of Forest Resources of Ukraine]. 2023. Available at: https://forest.gov.ua/storage/app/sites/8/publich_zvit/publichnii-zvit-za-2022.pdf.

9. Nykyforak, V.A., Sen'ovs'ka, YA.V., Chovban, I.V. (2019). Vykorystannya innovatsiynykh tekhnolohiy u lisovomu hospodarstvi Ukrayiny [Use of innovative technologies in forestry of Ukraine]. *Naukovyy zhurnal «LOHOS. Mystetstvo naukovoyi dumky»* [Scientific journal "LOHOS". The art of scientific thought"]. no. 4, pp. 22–25. Available at: <https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/2617-7064/article/view/193/176>.

10. Protsak, K.V., Khrushch, D.V. (2020). Innovatsiyni u lisovomu hospodarstvi Ukrayiny [Innovations in forestry of Ukraine]. *Natsional'nyy universytet «L'vivs'ka politekhnika»*. Available at: <https://ena.lpnu.ua:8443/server/api/core/bitstreams/605305c5-8cb3-470b-a360-e296a234d6e3/content>.

11. Mendela, Ye. (2022). Innovatsiynyy rozvytok lisovoyi haluzi Ukrayiny [Innovative development of the forest industry of Ukraine]. *Visnyk Khmel'nyts'koho natsional'noho universytetu* [Bulletin of the Khmelnytskyi National University]. no. 6, Vol. 1, pp. 50–60. DOI: 10.31891/2307-5740-2022-312-6(1)-8.

12. Pershyy v Ukrayini: Kostopil's'kyy lishosp otrymav elektronnyy lisorubnyy kvytok [The first in Ukraine: Kostopil forest farm received an electronic logging ticket]. Rivne 1. 2023. Available at: <https://rivne1.tv/news/149528-pershiy-v-ukraini-kostopilskiy-lishosp-otrimav-elektronnyy-lisorubnyy-kvytok>.

13. Nebesnyy patrol' [Sky patrol]. NUBIP, 2020. Available at: <https://nubip.edu.ua/node/71824>.

14. Kharvestery ta forvardery: mashyny, shcho dopomahayut' volyns'kym lisivnykam [Harvesters and forwarders: machines that help Volyn foresters]. Volyn, 2023. Available at: <https://www.volyn.com.ua/news/252100-kharvestery-ta-forvardery-mashyny-shcho-dopomahaiut-volynskym-lisivnykam-foto>.

15. Gini, R., Passoni, D., Pinto, L., Sona, G. (2012). Aerial images from an UAV system: 3D mod-

eling and tree species classification in a park area. The international archives of the photogrammetry, remote sensing and spatial information sciences. XXII ISPRS Congress. Melbourne, pp. 361–366.

16. Tiunchyk, V.K., Hromyak, Yu.O. (2002). Stan i perspektyvy rozvytku mekhanizatsiyi lisovoho hospodarstva DLHO «L'vivlis» [The state and prospects for the development of the mechanization of forestry at Lvivlis DLGO]. *Naukovyy visnyk UkrDLTU* [Scientific Bulletin of UkrDLTU]. no. 12 (2), pp. 58–63.

17. Yak prokhodyt' reforma lisovoho hospodarstva v Ukraini pid chas viyny – interv'yu z heneral'nym dyrektorom DP «Lisy Ukrainy» Yuriyem Bolokhovtsem [How is the reform of forestry in Ukraine during the war – an interview with Yuri Bolokhovets, the general director of the State Enterprise "Forests of Ukraine"]. *Liga Zakon*, 2024. Available at: https://biz.ligazakon.net/interview/224665_yak-prokhodit-reforma-lisovogo-gospodarstva-v-ukran-pd-chas-vyni-ntervyu-z-generalnim-direktorom-dp-lsi-ukrani-urm-bolokhovtsem.

18. Khryk, V.M. (2022). Pidhotovka maybutnikh fakhivtsiv lisovoho hospodarstva do profesiynoyi diyal'nosti: teoriya, metodyka, praktyka MON Ukrainy [Training of future forestry specialists for professional activity: theory, methodology, practice of the Ministry of Education and Culture of Ukraine]. *Bila Tserkva, Srednyak T.K.*, 386 p.

19. Karpuk, A.U., Dzyubenko, O.M. (2017). Investytsiyni protsesy u lisovomu hospodarstvi: rehional'ni osoblyvosti [Investment processes in forestry: regional features]. *Investytsiyni: praktyka ta dosvid* [Investments: practice and experience]. Kyiv, no. 7, pp. 19–24. Available at: http://www.investplan.com.ua/pdf/7_2017/6.pdf.

20. Vlasyuk, V.P. (2021). Problemy ta perspektyvy rozvytku mekhanizatsiyi lisohospodars'kykh robit v Ukraini [Problems and prospects for the development of mechanization of forestry work in Ukraine]. *Polis National University*. Available at: <https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/logos/article/view/8464/8431>.

Mechanization and transportation of timber: innovative approaches in forest exploitation and forestry operations

Sytnyk O., Khryk V., Kimeichuk I., Levandovska S., Masalskyi V., Lozinska T., Penkova S.

The relevance of the research topic is due to the constant growth of the demand for sustainable and efficient use of forest resources in connection with the growth of forest operations and the search for more optimal and environmentally safe methods of their implementation.

Fundamental concepts such as forestry and forest exploitation have been defined. The state of forest industry in Ukraine was analyzed and its main problems were identified. An analysis of innovative approaches in forest exploitation and forestry works implemented by forestry enterprises was carried out. Proposals for further development and implementation of innovations in the field of forestry to increase its sustainability and efficiency have been provided.

It has been established that domestic forestry enterprises are gradually introducing innovative approaches of forest exploitation and forestry operations. However, this process requires activation to improve productivity, reduce costs and optimize forest resource management. To achieve this it has been proposed to implement a number of measures: continue reforming the forestry industry; conduct training for forestry workers on the basics of digital technologies; promote research projects and stimulate investment in this sector; conduct research work in the field of forestry equipment development and production by domestic manufacturers; update the machine and tractor fleet of forestry enterprises through the purchase of innovative foreign-made equipment.

Practical significance of the research is the possibility of applying the obtained results to improve forestry in Ukraine. Suggested proposals for the implementation of innovative approaches in forest exploitation and forestry operations involve increasing productivity, reducing costs and optimization of forest resources management.

Key words: forest transport, forest exploitation, mechanization of forestry operations, logging operations, forest products.



Copyright: Ситник О. С. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Ситник О. С.

Хрик В. М.

Кімейчук І. В.

Левандовська С. М.

Масальський В. П.

Лозінська Т. П.

Пенькова С. В.

<https://orcid.org/0009-0002-2637-1849>

<https://orcid.org/0000-0003-1912-3476>

<https://orcid.org/0000-0002-9100-1206>

<https://orcid.org/0000-0002-8485-6134>

<https://orcid.org/0000-0001-8001-2631>

<https://orcid.org/0000-0002-7119-0759>

<https://orcid.org/0000-0001-6256-3122>