



ERASMUS-EDU-2024-CBHE

## **BOOK OF ABSTRACTS**

Forest Sector Transformation  
towards Ukraine's Post-War Green  
Rebuilding: Meeting Changing  
Demands for Professionals

19-20 March, Kyiv, Ukraine

Kyiv - 2026

*International Conference “Forest Sector Transformation towards Ukraine’s Post-War Green Rebuilding: Meeting Changing Demands for Professionals” organized within the framework of the international ForestPost project “Modernisation of Master Programmes to Support the Transformation of the Forest Sector towards Ukraine’s Post-War Green Rebuilding” (GA №101179074, ERASMUS-EDU-2024-CBHE).*

*Project partners:*

- *Ukrainian National Forestry University*
- *National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*
- *State Biotechnological University*
- *University of Valladolid*
- *Transilvania University of Braşov*
- *Eberswalde University for Sustainable Development*

*Recommended for publication by the Scientific Council of the Research Institute of Forestry and Landscape Horticulture of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine (Protocol No. 2, dated March 23, 2026)*

*Managing Editor:*

- *Director of the Research Institute of Forestry and Landscape Horticulture, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor Oleksandr Bala*
- *Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor Viktoriya Minder*
- *Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor Oleksandr Soshenskyi*

*© National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Educational and Research Institute of Forestry and Landscape-Park Management, Research Institute of Forestry and Landscape Horticulture, 2025*

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them.

## TABLE OF CONTENTS

<i>Bazarnyk Y., Somar H., Kshyvetskyy B.</i> TECHNO-ENVIRONMENTAL CHALLENGES OF RECYCLING CONTAMINATED WOOD FROM CONSTRUCTION RUBBLE	10
<i>Blyshchuk V.</i> FOREST RECREATION AND TOURISM IN POST-WAR UKRAINE: TRENDS AND PROSPECTS	13
<i>Diakonov V., Skrypnyk O., Lisniak S.</i> FORMATION OF A METHODOLOGICAL FRAMEWORK FOR THE RESTORATION FIELD IN THE TRAINING OF SPECIALISTS IN WOODWORKING AND FURNITURE TECHNOLOGIES UNDER THE CURRENT CONDITIONS IN UKRAINE	15
<i>Dumitru D, Robu I., Muşat E.</i> ANALYSIS OF DEGRADATIONS RECORDED ON GRAVEL FOREST ROADS ACCORDING TO TRANSPORTED VOLUMES	17
<i>Gayda S.</i> ANALYSIS AND RANKING OF R-STRATEGIES OF THE CIRCULAR ECONOMY IN THE FOREST SECTOR	21
<i>Grytsak S., Grytsak S.</i> ESTABLISHING THE DEPENDENCE OF ASH WOOD BENDING QUALITY ON TECHNOLOGICAL REGIMES	24
<i>Kalchuk Y. V., Soshenskyi O. M.</i> SURFACE FUEL STRUCTURE AND LOADING IN SCOTS PINE STANDS OF DIFFERENT AGE GROUPS	27
<i>Khan Yev., Soshenskyi O., Kravets P.</i> THE ROLE OF THIRD-PARTY FOREST CERTIFICATION IN FINANCING UKRAINE'S LOW-CARBON CONSTRUCTION	30
<i>Koshkalda I.</i> BUSINESS SOCIAL RESPONSIBILITY IN THE FORESTRY SECTOR IN THE CONTEXT OF POST-WAR RECOVERY AND GREEN RECONSTRUCTION	34
<i>Kozak Yu., Gayda S.</i> ESTABLISHING THE INFLUENCE OF STRUCTURAL MATERIAL CHARACTERISTICS ON THE STRENGTH INDICATORS OF WOODEN CONSTRUCTIONS	37

<i>Kyyanka V., Gayda S.</i> ANALYSIS OF TRENDS IN THE GENERATION AND UTILIZATION PATHWAYS OF WOOD RESIDUES AT A FURNITURE ENTERPRISE	40
<i>Lakyda Y., Kharchuk A.</i> STRUCTURAL FEATURES AND ANALYSIS OF THE MECHANICAL PROPERTIES OF SOLID AND HOLLOW WOODEN BEAMS	43
<i>Lesiv L., Gayda S.</i> ESTABLISHING THE DEPENDENCE OF STRENGTH INDICATORS OF COMBINED BLOCKBOARDS ON THE WIDTH OF SLATS MADE OF POST-CONSUMER WOOD	45
<i>Lomaha V.</i> EXTENSION OF THE SERVICE LIFE OF WOODEN PRODUCTS USING FIRE-PROTECTIVE COATINGS IN THE CONTEXT OF CIRCULAR ECONOMY	48
<i>Lutsenko A., Gayda S.</i> PECULIARITIES OF FORMING A GENERALIZED MODEL OF ADAPTIVE DESIGN OF WOOD PRODUCTS IN THE IMOS ENVIRONMENT	51
<i>Maksymets O., Muravjov Yu.</i> PRICING MANAGEMENT MECHANISMS IN THE TIMBER MARKET IN UKRAINE	54
<i>Maksymiv M.</i> CONCEPTUAL FOUNDATIONS OF REGENERATIVE ECONOMY IN WOOD WASTE UTILIZATION TECHNOLOGIES: ECOLOGICAL AND TECHNICAL ASPECTS	57
<i>Medvid L., Gayda S.</i> TECHNOLOGY OF PREPARING POST-CONSUMER WOOD FOR THE PRODUCTION OF BLOCKBOARDS	60
<i>Mitrofan Ii., Sumedrea S., Muşat E.</i> PLANT RESIDUES AS POSSIBLE FOREST FUELS IN CONIFERS FORESTS	63
<i>Nazarenko V., Pasternak V.</i> "FOREST ECOSYSTEM SERVICES" COURSE IN THE MASTER'S PROGRAM: DUAL LEARNING MODEL	67
<i>Nikitchenko Y.</i> BEYOND TECHNICAL EXPERTISE: INTEGRATING DONOR GOVERNANCE COMPETENCE INTO FORESTRY EDUCATION	69

<i>Parashchyn R.</i> ENSURING LEGAL, TRANSPARENT, AND SUSTAINABLE FOREST MANAGEMENT IN UKRAINE THROUGH TECHNOLOGY AND INTERNATIONAL STANDARDS	76
<i>Pasternak V., Buksha I., Pyvovar T.</i> INTEGRATION OF SCIENTIFIC APPROACHES TO FOREST ASSESSMENT IN MASTER'S PROGRAM: A DUAL MODEL OF TRAINING IN THE CONDITIONS OF MILITARY CHALLENGES	79
<i>Pinchevska O., Kolomiets O., Somar H., Vynohradenko S.</i> ENVIRONMENTAL IMPROVING OF WOOD COMPOSITE MATERIALS	81
<i>Podibka T., Gayda S.</i> ESTABLISHING THE INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS ON THE STRENGTH OF BEECH FURNITURE PANELS	84
<i>Pohorilyi V.</i> DEVELOPING SKILLS IN SELECTING DUST-COLLECTION EQUIPMENT AMONG STUDENTS OF WOODWORKING SPECIALTIES IN THE CONDITIONS OF DUAL EDUCATION	87
<i>Shevchenko S.</i> TECHNIQUE FOR CONDUCTING PRACTICAL CLASSES ON DETERMINING OF INFLUENCE OF SWIRLING WOOD GRAIN ON WOOD SPLINTERING AT MILLING FINGER JOINT ELEMENTS	89
<i>Skrypnyk O., Diakonov V.</i> APPLYING CIRCULAR ECONOMY PRINCIPLES TO FURNITURE DESIGNED FOR SHELTERS	92
<i>Sokolovskiy I., Olefirenko O., Somar H., Seneta Z.</i> FINANCIAL FOUNDATIONS OF THE FORESTRY SECTOR IN UKRAINE: SOURCES, STRUCTURE, AND INSTITUTIONAL FEATURES	94
<i>Soloviy I., Dubovich I., Lesiuk H.</i> ALIGNING UKRAINIAN FOREST LEGISLATION WITH THE EU FOREST ACQUIS: A GAP ANALYSIS	97
<i>Tsipan Yu.</i> COMPARATIVE ASSESSMENT OF PYROGENIC AND TRANSPORT IMPACTS ON HEAVY METAL MOBILITY IN FOREST SOILS (IN THE CONTEXT OF FOREST ECOSYSTEM RECOVERY)	102

<i>Waeber P., Melnykovych M., Soloviy I., Soshenskyi O, Zibtseva I.</i> PATHWAYS FOR FOREST RESTORATION IN UKRAINE UNDER POST- WAR RECONSTRUCTION CONDITIONS	107
<i>Yukhnovskiy V., Sovakov O., Tupchii O.</i> POST-WAR RESTORATION OF SHELTERBELTS IN THE CONTEXT OF THE MASTER'S COURSE "AGROFORESTRY SYSTEMS, PRACTICE AND TECHNOLOGIS"	110
<i>Yurkiv N.</i> CORPORATE SOCIAL RESPONSIBILITY OF BUSINESS AS A FACTOR OF ENSURING BUSINESS ADAPTABILITY IN MODERN CONDITIONS	113
<i>Zibtsev S., Myroniuk V., Goliaka D., Soshenskyi O., Gumeniuk V., Goldammer J. G., Sydorenko S., Tupchiy O., Kondratiuk L.</i> SHAPING MASTER COURSE "LANDSCAPE FIRES: SCIENCE, POLICY AND MANAGEMENT" TO CHALLENGES OF UKRAINE'S POST-WAR GREEN REBUILDING	117
<i>Zongaym Y.V.</i> MODERNIZING FORESTRY EDUCATION IN UKRAINE: INTEGRATING RESILIENCE AND SUSTAINABILITY FOR POST-WAR RECOVERY	119
<i>Баденко А.С.</i> ВПЛИВ ІНДОЛІЛ-3-МАСЛЯНОЇ КИСЛОТИ (100 МГ/Л) НА РИЗОГЕНЕЗ ЖИВЦІВ ЯЛИНИ КОЛЮЧОЇ ФОРМИ БЛАКИТНОЇ ( <i>PICEA PUNGENS F. GLAUCA</i> )	123
<i>Біла Ю.М., Распоіна С. П., Горошко В. В., Гордіященко А.Ю.</i> БІОЛОГІЧНА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОСНОВОГО СУБОРУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ	126
<i>Білоус М.М., Виговський А.Ю.</i> ІНТЕГРАЦІЯ ПРИНЦИПІВ НАБЛИЖЕНОГО ДО ПРИРОДИ ЛІСІВНИЦТВА У ВИКЛАДАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ДИСЦИПЛІН	129
<i>Васильчук Д. М.</i> РІДКІСНІ ВИДИ РОСЛИН ТА РОСЛИННІ УГРУПОВАННЯ У БІОТОПАХ З ЕКСТРЕМАЛЬНИМИ ЕКОЛОГІЧНИМИ УМОВАМИ НА ТЕРИТОРІЇ БРОНИЦЬКОГО ЛІСНИЦТВА, ЗВЯГЕЛЬСЬКОГО НАДЛІСНИЦТВА, ФІЛІЇ «СТОЛИЧНИЙ ЛІСОВИЙ ОФІС» ДП «ЛІСИ УКРАЇНИ»	131
<i>Гоголь Т.М., Динька П.К.</i> КАДРОВИЙ ПОТЕНЦІАЛ ДЕРЖАВНОГО ПІДПРИЄМСТВА «ЛІСИ УКРАЇНИ» В УМОВАХ РЕФОРМУВАННЯ УПРАВЛІННЯ ГАЛУЗЗЮ	134

<i>Слісавенко Ю.А.</i> ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА КОМПЛЕКСНОЇ ПАМ'ЯТКИ ПРИРОДИ МІСЦЕВОГО ЗНАЧЕННЯ «МУЗЕЙ-САДИБА М. КОЦЮБИНСЬКОГО» ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ	137
<i>Загвойська Л. Д., Міц Л. В.</i> МЕХАНІЗМИ ВРАХУВАННЯ ЦІННОСТІ ЕКОСИСТЕМНИХ ПОСЛУГ У ДІЯЛЬНОСТІ ЛІСОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ	140
<i>Задорожнюк Р.М., Міськова О.В., Ковбаса Я.В., Білоус А.М.</i> ВИКОРИСТАННЯ БПЛА ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ ПІДНАМЕТОВОЇ ФЛОРИ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ	143
<i>Зібцева О.В.</i> НОВІ ВИКЛИКИ ЩОДО ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ: ТРАНСФОРМАЦІЯ ВІД КЛАСИЧНОГО ДО МІСЬКОГО ЛІСІВНИЦТВА	145
<i>Крикун В. В., Куцкий В.О.</i> ВІД ТРАДИЦІЙНИХ МЕТОДІВ ДО ЦИФРОВИХ: FIELD-MAP В ЛІСОВПОРЯДКУВАННІ УКРАЇНИ	147
<i>Кроль А. В., Протас Т. І., Мовчан А. Ю., Блистів В. І.</i> ОЦІНКА СТАНУ ВИПРОБНИХ КУЛЬТУР ЗОНАЛЬНИХ НАСІННЄВИХ ОБ'ЄКТІВ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ	150
<i>Кульбанська І. М.</i> ЕТІОЛОГІЯ ТА ПОШИРЕННЯ БАКТЕРІАЛЬНИХ ХВОРОБ ДЕРЕВНИХ РОСЛИН У МІСЬКИХ НАСАДЖЕННЯХ КИЄВА	153
<i>Куцкий В. О., Василюшин Р. Д.</i> ФОРМУВАННЯ МІШАНИХ І РІЗНОВІКОВИХ НАСАДЖЕНЬ ЯК ІНСТРУМЕНТ ПІДВИЩЕННЯ КЛІМАТИЧНОЇ СТІЙКОСТІ ЛІСОВОГО ГОСПОДАРСТВА	156
<i>Лавний А. В.</i> ЕКОСИСТЕМНИЙ ПІДХІД У ПРОФЕСІЙНОМУ ДИСКУРСІ ПУБЛІЧНИХ СЛУЖБОВЦІВ: ОЧІКУВАНІ ЕФЕКТИ ТА РИЗИКИ ВПРОВАДЖЕННЯ	159
<i>Лавний В.В</i> ВИБІРКОВА СИСТЕМА ГОСПОДАРЮВАННЯ В ЛІСАХ ЯК ОСНОВА НАБЛИЖЕНОГО ДО ПРИРОДИ ЛІСІВНИЦТВА	162
<i>Левченко В. Б., Гуржій Р. В., Громовий Є. М., Агієнко М. В.</i> ЛІСОВІДНОВЛЕННЯ ТЕРИТОРІЙ, ЩО ПОСТРАЖДАЛИ ВНАСЛІДОК ВОЄННИХ ДІЙ В УМОВАХ ЗОНИ ПОЛІССЯ УКРАЇНИ	165

<i>Левченко В. Б., Джевага Г. В., Котляревська У. М., Остроух О. М.</i> ВПЛИВ ПОГОДНО-КЛІМАТИЧНИХ УМОВ НА ПІРОГЕННИЙ СТАН ЛІСІВ ПОЛІСЬКОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВІДНИКА ТА ДП «СНОВСЬКАГРОЛІСГОСП»	169
<i>Левченко В. Б., Мостепанюк В. А., Бабич Р. М.</i> ФЕРОМОННИЙ МЕТОД ЩОДО ВИЗНАЧЕННЯ ВИДОВОГО СКЛАДУ ШКІДНИКІВ ЛІСУ В УМОВАХ ДП «СНОВСЬКРАЙАГРОЛІСГОСП»	174
<i>Левченко В. Б., Сергеева Д. Ф., Доготер А. Г.</i> ПРИРОДНО-КЛІМАТИЧНІ ТА ГІДРОФІЗИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЛІСОВИХ БОЛОТНИХ ЕКОСИСТЕМ ПОЛІСЬКОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВІДНИКА	177
<i>Левченко В. Б., Трофименко П. І., Кушнарєва Н. М., Пархомець Д. В.</i> АНАЛІЗ МЕТОДОЛОГІЙ ТА ЗАСТОСУВАННЯ ЦИФОРОВІЗАЦІЇ В ОЦІНЦІ ОБ'ЄМУ КРУГЛИХ ЛІСОМАТЕРІАЛІВ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ В УМОВАХ ДП «СНОВСЬКАГРОЛІСГОСП»	181
<i>Леснік О.М., Фесюк М.О., Сіжук О.В.</i> ВПЛИВ КЛІМАТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ НА РАДІАЛЬНИЙ ПРИРІСТ ДЕРЕВ У СОСНОВИХ НАСАДЖЕННЯХ ВОЛИНСЬКОГО ПОЛІССЯ	185
<i>Манзюк А.О., Маєвський В.О.</i> СТІНОВІ ДЕРЕВ'ЯНІ КОНСТРУКЦІЇ КАРКАСНОГО ТИПУ З ЦЕЛЮЛОЗНИМ НАПОВНЮВАЧЕМ У ПІСЛЯВОЄННІЙ ВІДБУДОВІ ЖИТЛА	187
<i>Матушевич Л. М., Лакида П. І., Макаревич А. М.</i> ЛІСИ ПІВНІЧНОГО СТЕПУ УКРАЇНИ – ЕКОЛОГІЧНИЙ КАРКАС СТАБІЛЬНОСТІ РЕГІОНУ	191
<i>Одруженко А. І., Білоус В. М., Цибаровський В. В., Білоус А. М.</i> ВЕРИФІКАЦІЯ ПОРУШЕНИХ ЛІСОВИХ ДІЛЯНОК ВНАСЛІДОК БОЙОВИХ ДІЙ В УКРАЇНІ ЗА ДАНИХ OSINT	194
<i>Опашинюк А.О., Лисенко К.О.</i> АНАЛІЗ РОЗВИТКУ ДЕРЕВООБРОБНОЇ ГАЛУЗІ В СИСТЕМІ ПІСЛЯВОЄННОГО ЗЕЛЕНОГО ВІДНОВЛЕННЯ УКРАЇНИ	196
<i>Осадчук Л.С., Кондратюк Л.М., Мельник Ю.А.</i> НЕДЕРЕВИННА ПРОДУКЦІЯ ЛІСУ ЯК СКЛАДОВА ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМНИХ ПОСЛУГ	199
<i>Распоіна С. П.</i> МЕЛІОРАТИВНІ ВЛАСТИВОСТІ ПОЛЕЗАХИСНИХ СТЕПОВИХ НАСАДЖЕНЬ НА СОЛОНЦЮВАТИХ ҐРУНТАХ	202

<i>Рашковська Ю.В., Колесніченко О.В.</i> ПАРТИСИПАТИВНЕ ПРОЄКТУВАННЯ РЕАБІЛІТАЦІЙНИХ ПРОСТОРІВ В УКРАЇНІ НА ПРИКЛАДІ ЗЕЛЕНИХ НАСАДЖЕНЬ МІСТА КИЄВА	204
<i>Савчук І. А.</i> ОСЕЛИЩА ФЛОРИСТИЧНО БАГАТИХ ДУБОВИХ І СОСНОВО- ДУБОВИХ ЛІСІВ У КОРОСТИШІВСЬКОМУ НАДЛІСНИЦТВІ ФІЛІЇ «СТОЛИЧНИЙ ЛІСОВИЙ ОФІС» ДП «ЛІСИ УКРАЇНИ»	207
<i>Спірочкін А. К., Кушнір Д. В.</i> ОБґРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИГОТОВЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЙНИХ ПЛИТ З ДОДАВАННЯМ ДЕРЕВНИХ ЧАСТИНОК ЯК ЗЕЛЕНОЇ ІННОВАЦІЇ В БУДІВНИЦТВІ	210
<i>Тертишній А. П., Попович С. Ю.</i> ТАКСОНОМІЧНА СТРУКТУРА ЕКЗОТИЧНОЇ ДЕНДРОСОСОФЛОРИ IN VIVO УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ	212
<i>Усцький І. М., Дишко В. А., Жадан І. В.</i> ДИНАМІКА ПОШИРЕННЯ ПАТОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В СОСНОВИХ ДЕРЕВОСТАНАХ РЕГІОНАЛЬНИХ ОФІСІВ ДП «ЛІСИ УКРАЇНИ» ЗА ПЕРІОД 2018-2025 РР.	213
<i>Файдюк В.О.</i> ОЦІНКА УСПІШНОСТІ АКЛІМАТИЗАЦІЇ МАЛОПОШИРЕНИХ ДЕРЕВНИХ І ЧАГАРНИКОВИХ ВИДІВ У М. ЖИТОМИР	216
<i>Черкавський О. В.</i> ОСОБЛИВІ ЦІННОСТІ ДЛЯ ЗБЕРЕЖЕННЯ (ОЦЗ) НА ТЕРИТОРІЇ БАРАНІВСЬКОГО НАДЛІСНИЦТВА ФІЛІЇ «СТОЛИЧНИЙ ЛІСОВИЙ ОФІС» ДП «ЛІСИ УКРАЇНИ»	218
<i>Яремчук Л. А., Кропотов А.В.</i> ОСОБЛИВОСТІ ЗАБАРВЛЕННЯ ДЕРЕВИНИ БУКА	221
<i>Яремчук Л. А., Чорнобай Л. В.</i> ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ОЛІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ОПОРЯДЖЕННЯ ДЕРЕВИНИ	224
<i>Яценко Я.В.</i> ТИПОЛОГІЯ ТА ПРОСТОРОВИЙ РОЗПОДІЛ САДІВ НА ШТУЧНИХ ОСНОВАХ У КИЄВІ	227

## TECHNO-ENVIRONMENTAL CHALLENGES OF RECYCLING CONTAMINATED WOOD FROM CONSTRUCTION RUBBLE

*Bazarnyk Yu.<sup>1</sup>, PhD Student in Environmental Engineering; Somar H.<sup>1</sup>, PhD in Environmental Engineering; Bohdan Kshyvetsky B.<sup>1</sup>, DSc in Environmental Engineering*  
[24bazarnyk.yu@nltu.edu.ua](mailto:24bazarnyk.yu@nltu.edu.ua)  
*Ukrainian National Forestry University, Ukraine*

This study addresses the techno-environmental challenges of managing contaminated wood waste from large-scale construction rubble in post-war reconstruction. While wood is a critical resource, its recovery is hindered by heavy metals, legacy adhesives, and products of incomplete combustion. The research evaluates technical bottlenecks in on-site identification and mechanical processing, proposing a multi-layered methodology integrating "Digital Waste Passports," XRF/LIBS screening, and advanced separation protocols. Findings indicate that these solutions can return 40–60% of wood waste into the production cycle, ensuring resource security and environmental resilience.

The intensification of reconstruction in disaster-affected regions necessitates a revision of construction and demolition waste (CDW) management. Wood waste presents a dual challenge: while traditionally viewed as biodegradable, its recovery from rubble is complicated by chemical and physical contamination.

The technical difficulty lies in the on-site separation of processed timber from mineral components. Residues often contain hazardous additives (lead-based paints, chemical preservatives) that alter their environmental profile and disrupt standard recycling cycles through risks of secondary pollution. This study evaluates technological limitations and defines safety criteria for sustainable wood utilization in post-war restoration.

Mechanical processing of rubble-derived wood is hindered by three critical bottlenecks:

Sorting and Identification: Effective separation at the site of destruction is compromised by dust, charring, or moisture, which interfere with NIR or X-ray sensors. Distinguishing structurally sound timber from wood treated with legacy preservatives (CCA or creosote) is essential to prevent batch cross-contamination.

Vulnerability of equipment: Embedded nails, reinforcement bars, and glass cause accelerated wear or catastrophic failure of high-speed grinders. Abrasive mineral dust further increases maintenance costs, necessitating multi-stage magnetic and ballistic separators before crushing.

Technological Decontamination: Scaling cleaning processes, such as mechanical planing or thermal stripping, is required to remove hazardous coatings without compromising fiber integrity, while maintaining economic viability.

#### Environmental & Safety Aspects

The feasibility of recycling is dictated by the chemical profile of the material.

Chemical Toxicity: Timber often contains heavy metals (As, Cu, Cr) and products of incomplete combustion (PAHs, dioxins). These substances require rigorous laboratory screening before authorization for reuse.

Uncontrolled Secondary Use: Improper utilization poses severe hazards. Incineration without advanced flue-gas cleaning emits toxic aerosols, while uncontrolled particleboard production leads to indoor VOC off-gassing or chemical leaching.

LCA Perspective: Life Cycle Assessment (LCA) indicates that recycling is counterproductive if decontamination of energy exceeds the benefits of saving virgin timber. Recycled wood offers lower carbon emissions only when strict toxicity thresholds and efficient processing are met.

#### Proposed Solutions / Methodology:

To maximize recovery, a multi-layered methodology is proposed:

Integrated Monitoring: Implementation of "Digital Waste Passports" combined with portable XRF and LIBS scanners allows field teams to categorize wood by toxicity before shredding, diverting high-risk fractions to specialized streams.

Advanced Separation: An improved scheme includes high-intensity magnetic separators and air-density tables. A mechanical "scouring" technique (removing the outer 1-2 mm layer) is proposed to upgrade contaminated wood for industrial board production.

Energetic Recovery: For deeply impregnated fractions, the study advocates high-efficiency gasification or pyrolysis with multi-stage treatment, adhering to EU "End-of-Waste" criteria to provide local energy while minimizing landfilling.

Transforming construction rubble into a strategic resource is vital for infrastructure recovery. Overcoming technical barriers can return 40–60%

of wood waste to the production cycle as secondary raw materials or biofuels, aligning with Circular Economy principles.

The practical value of this research lies in the proposed roadmap for on-site classification and purification. Establishing a specialized regulatory and technological framework is not merely a waste issue, but a critical component of national resource security and environmental resilience in the post-war period.

### References

1. Hossain, M. U., Ng, S. T., Antwi-Afari, P., & Amor, B. (2020). Circular economy and the construction industry: Existing trends, challenges and prospective framework for sustainable construction. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 130, 109944.
2. Krook, J., Anderberg, S., & Mårtensson, A. (2006). Swedish recovered wood waste: Linking regulation and contamination. *Waste Management*, 26(4), 381-394. (Класичне дослідження про хімічне забруднення деревини).
3. Daian, G., Ozarska, B., & Daian, M. (2022). Circular Economy of Construction and Demolition Wood Waste—A Theoretical Framework Approach. *Sustainability*, 14(17), 10478.
4. Sandberg, K. V., & Orłowski, K. A. (2017). Sorting of recovered wood from construction and demolition waste. *Wood Material Science & Engineering*, 12(4), 185-192.
5. Mercante, I. T., Bovea, M. D., Ibáñez-Forés, V., & Arena, A. P. (2012). Life cycle assessment of construction and demolition waste management systems: a case study in Argentina. *Waste Management & Research*, 30(4), 420-429.
6. Zhu, J., et al. (2023). Life cycle assessment of construction and demolition waste management: Lessons from developing countries. *Engineering, Construction and Architectural Management*.
7. Butera, S., Christensen, T. H., & Astrup, T. F. (2014). Life cycle assessment of construction and demolition waste management. *Waste Management*, 34(12), 2495-2505.

## **FOREST RECREATION AND TOURISM IN POST-WAR UKRAINE: TRENDS AND PROSPECTS**

*Blyshchyk V., PhD in Forestry*

[blysh@nubip.edu.ua](mailto:blysh@nubip.edu.ua)

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine*

The current era of recreational management is defined by a fundamental shift from the anthropocentric exploitation of natural spaces toward a sophisticated, multifunctional socio-ecological approach. This transition is especially critical for the Ukrainian forest sector in the post-war rebuilding.

Forest recreation encompasses a broad range of activities performed outdoors. Although some forms require considerable physical effort, recreation remains fundamentally a leisure pursuit, distinct from occupational duties. Given the impact of such activities on natural resources, effective management is essential. Currently, the following modern approaches to recreational management development can be identified:

1. Digital transformation and Big Data integration. The transition toward Digital Visitor Management is the most significant operational shift, moving digital tools from secondary accessories to indispensable management infrastructure. Leveraging Big Data and human mobility analytics (GPS-derived data) enables high-resolution monitoring of visitor behavior, revealing socio-demographic gaps and enabling more inclusive, precise management of recreational areas (Gonyo et al., 2024; Mangold et al., 2024).

2. Climate-resilient adaptive stewardship. Management is shifting from “command-and-control” to adaptive frameworks that prioritize ecological resilience and transition over predictable outcomes. “Climate-smart silviculture” should balance the need for carbon sequestration and forest health with the aesthetic and safety demands of recreational users (Averbeck et al., 2026; Nagel et al., 2026).

3. The regenerative tourism paradigm. A fundamental shift is underway from “sustainable” (harm-reduction) to “regenerative” (net-positive) models of socio-ecological development. This paradigm views destinations as living systems, where success is measured by improvements in socio-ecological health and the depth of community-led stewardship rather than by mere visitor volume (Iddawala & Lee, 2025; Liburd & Duedahl, 2025).

4. Forests as health infrastructure (ecotherapy). Nature-Based Interventions and forest therapy are increasingly recognized as clinical tools to combat “technostress” and improve mental health. Quantitative sensory metrics, such as soundscape analysis and eye-tracking, are becoming essential for designing “therapeutic trails” that maximize physiological restoration (Hansen et al., 2017; Shang et al., 2025; Weng et al., 2024).

5. Job Professionalization. The outdoor recreation economy is growing faster than the overall national economy, creating an urgent need for advanced technical literacy (GIS, Big Data analytics) and leadership skills to navigate “wicked problems” at the intersection of ecology, policy, and community interests (Lawson, 2025).

The future of recreational management lies in integrating digital precision with a regenerative approach, where forest sectors serve as catalysts for both ecological healing and community well-being. For Ukraine’s post-war rebuilding, this paradigm offers a path to transform forests into resilient and multifunctional landscapes.

#### References

- Averbeck, P., Frör, O., & Knutzen, F. (2026). Forest management in a changing climate: Assessing the impacts of adaptation measures on the visual aesthetics of forests—the example of Germany. *European Journal of Forest Research*, 145(1), 7. <https://doi.org/10.1007/s10342-025-01843-9>
- Gonyo, S. B., Burkart, H., & Regan, S. (2024). Leveraging big data for outdoor recreation management: A case study from the York river in Virginia. *Journal of Environmental Management*, 354, 120482. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.120482>
- Hansen, M. M., Jones, R., & Tocchini, K. (2017). Shinrin-Yoku (Forest Bathing) and Nature Therapy: A State-of-the-Art Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(8), 851. <https://doi.org/10.3390/ijerph14080851>
- Iddawala, J., & Lee, D. (2025). Regenerative Tourism: Context and Conceptualisations. *Tourism Planning & Development*, 1–31. <https://doi.org/10.1080/21568316.2025.2527614>
- Lawson, M. (2025). Three trends showcase the strength of the outdoor recreation economy. *Headwaters Economics*. <https://headwaterseconomics.org/outdoor-recreation/three-trends-outdoor-recreation-economy>
- Liburd, J., & Duedahl, E. (2025). *Regenerative Tourism Worldmaking for Flourishing Futures*. University of Southern Denmark. Center for Tourism, Innovation and Culture.
- Mangold, M., Schwietering, A., Zink, J., Steinbauer, M. J., & Heurich, M. (2024). The digitalization of outdoor recreation: Global perspectives on the opportunities and challenges for protected area management. *Journal of Environmental Management*, 352, 120108. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.120108>
- Nagel, L. M., Janowiak, M. K., Clark, P. W., Peterson, C. L., Vicini, M. R., Palik, B. J., D’Amato, A. W., Battaglia, M. A., & Swanston, C. W. (2026). Ten Years of Adaptive Silviculture for Climate Change: An Applied, Coproduced Experimental Framework. *BioScience*, 76(2), 157–170. <https://doi.org/10.1093/biosci/biaf170>
- Shang, X., Lu, J., Tao, M., Fei, C., & Fei, J. (2025). Benefits of forest therapy for adult mental health: A systematic review and meta-analysis based on the Profile of Mood States (POMS). *Frontiers in Psychology*, 16, 1670804. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2025.1670804>
- Weng, Y., Zhu, Y., Ma, S., Li, K., Chen, Q., Wang, M., & Dong, J. (2024). Quantitative Analysis of Physiological and Psychological Impacts of Visual and Auditory Elements in Wuyishan National Park Using Eye-Tracking. *Forests*, 15(7), 1210. <https://doi.org/10.3390/f15071210>

**FORMATION OF A METHODOLOGICAL FRAMEWORK FOR  
THE RESTORATION FIELD IN THE TRAINING OF  
SPECIALISTS IN WOODWORKING AND FURNITURE  
TECHNOLOGIES UNDER THE CURRENT CONDITIONS IN  
UKRAINE**

*Diakonov V., PhD in Technical; Skrypnyk O., PhD in Technical;  
Lisniak S., Bachelor of Woodworking and Furniture Technologies*

*[v.i.diakonov@gmail.com](mailto:v.i.diakonov@gmail.com)*

*State Biotechnological University, Ukraine*

The scale of destruction in Ukraine caused by the war is extensive and includes private apartments, private houses, and dormitories. In total, more than 3 million such dwellings have been affected. These premises contained residents and valuable items, primarily made of wood, many of which are potentially restorable.

A fundamentally new methodological situation has emerged, as previous recommendations based on analytical approaches are insufficient for addressing both theoretical and practical restoration tasks at this stage. To define and regulate restoration tasks and assess the technical condition of individual structures, a corresponding methodology has been developed. In contrast to current standards, this methodology proposes determining the technical condition through direct calculation rather than through expert evaluation.

Assistance to affected residents begins with an inspection. Given the significant losses and damage, it is evident that restorers face highly complex and critical tasks. Drawing on successful national and international experience, the authors propose considering restoration-based recovery. Research into the state of preservation of an object is conducted through mechanical layer-by-layer cleaning. Cleaning is typically combined with conservation and restoration measures and can be carried out even under conditions of severe destruction.

The following tools are used for this purpose: shovels, soft brushes, brushes, knives, etc. Cleaning of poorly preserved objects or their individual fragments is performed by a restorer; corrosion products mixed with soil must not be removed from such items.

Fragile, destroyed, and fragmented objects require priority reinforcement. Preservation of the object from the moment of extraction until its transfer to a restoration laboratory involves providing it with sufficient stability and mechanical strength, i.e., stabilization. Reinforcement must be carried out using solutions that can be easily removed during subsequent restoration work; therefore, the solutions must be reversible.

The restoration of wooden furniture and interior wooden elements recovered from damaged residential premises requires a systematic methodological approach. Such objects are typically exposed to multiple destructive factors, including mechanical damage, moisture, contamination with soil and debris, and biological degradation. Therefore, restoration work must begin with a comprehensive assessment of the object's condition.

The first stage involves a visual inspection and documentation of the object. Restorers identify structural damage, missing fragments, surface contamination, and possible biological deterioration such as fungal growth or insect activity. Photographic documentation is recommended to record the initial condition of the object before restoration interventions.

After documentation, the object undergoes careful mechanical cleaning aimed at removing loose contaminants without damaging preserved structural layers. Cleaning is typically carried out using soft brushes and low-abrasive tools to expose the original material surface while preserving historically significant layers.

If furniture elements are severely fragmented, temporary structural stabilization is required before further conservation measures. Stabilization may include fixing detached elements, reinforcing weakened joints, and consolidating degraded wooden fibers to prevent further material loss during restoration.

The final stages include consolidation of degraded wooden structures using reversible materials, reconstruction of missing fragments, and protective treatment of the restored object to prevent further deterioration caused by environmental factors.

## **ANALYSIS OF DEGRADATIONS RECORDED ON GRAVEL FOREST ROADS ACCORDING TO TRANSPORTED VOLUMES**

*Dumitru D.E., Robu I., Muşat E.C.*

[elena.musat@unitbv.ro](mailto:elena.musat@unitbv.ro)

*<sup>1</sup>Transilvania University of Brasov, Faculty of Silviculture and forest engineering, Romania*

At the Romanian level, forestry transport routes have constantly evolved, depending on technical achievements (Bereziuc et al., 2013), but the main forestry transport routes for the forestry sector will remain forest roads (Bereziuc, 2004). Thus, forestry traffic is carried out both on the forest road network, consisting largely of paved roads, and on the public road network, paved or with modern surfaces.

Wood transportation plays an important role, both economically and socially, because it ensures the circulation of goods in the production process (Olteanu, 2003). For technological transport, vehicles of different capacities are used, specialized or adapted to wood transport, such as: trucks, road trains, platform trucks and specialized vehicles, used for transport wood in different assortments, mostly of high capacity, which makes the impact of traffic directly felt on forest roads (Muşat and Bitir, 2022). For this reason, to ensure the safe and comfortable movement of vehicles, the current forestry transport network must be periodically subjected to maintenance and repair works (Bitir et al., 2019). In addition, to support the new traffic conditions, characterized by increased tonnages, the current forest roads must be modernized, so that the road structures are brought up to the requirements of modern traffic (Muşat and Bitir, 2022).

The maximum overall dimensions for vehicles that travel on paved forest roads and can also travel on public roads, according to the normative acts, indicating a length of 12 m for a truck without a trailer and up to 18.75 m for a forest road train, a width of 2.55 m and a height of 4.00 m. According to the Forest Road Design Standard in force, the maximum total permissible weight is 38 tons for trucks with trailers, compared to 25 tons as specified in the old standard.

On the other hand, maintaining forest roads in optimal conditions for traffic is conditioned not only by the vehicles that circulate on these roads,

but also by atmospheric conditions and the way the road structure is made up. In relation to the nature of the materials used, two categories of road structures appear, respectively (Muşat and Bitir, 2022): non-rigid road structures, as in the case of the road under study, made up of granular materials, with or without bituminous binders, and rigid road structures, which include at least one layer of cement concrete.

From the above, the purpose of the present research emerges, namely to analyse the degree of degradation on a paved forest road in accordance with the volumes of wood transported and to establish the possible factors contributing to road degradation.

The research was conducted on the Răchitaş-Şoimu forest road, located within the Vidra Experimental Base, administered by I.N.C.D.S. “Marin Drăcea” – Bucharest, in the commune of Vizantea Livezi, Vrancea County. It is a secondary forest road, with an average width of the road platform of 3.5 m and a total length of 3.8 km. Field data collection was carried out in two stages, more precisely in April and May 2021, identifying the main degradations that affected the roadway (potholes, undulations and ruts), for which the dimensions (length, width and depth) were measured.

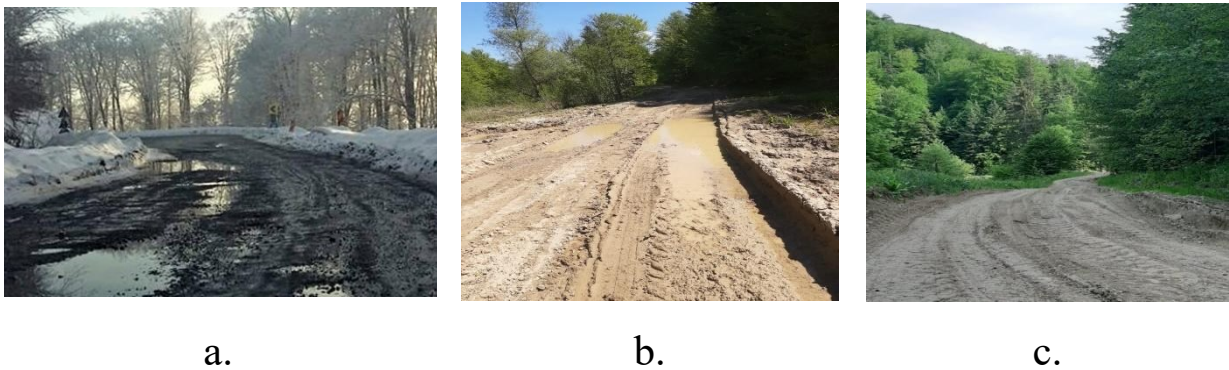


Figure 1. Degradations identified on the Răchitaş-Şoimu forest road: a. potholes; b. ruts; c. undulations

Following measurements carried out in April, 15 potholes, 18 ruts and 8 undulating areas were identified along the entire length of the road. Regarding the dimensions of the identified potholes (figure 2), it is found that they generally have differences between length and width of 12...18 cm, but there are also smaller differences between the two dimensions (4...9 cm), ones of the potholes having a square shape. Regarding the surface areas, it is observed that most of them have surfaces close to or larger than 1 m<sup>2</sup>

(78%), but a pothole with a surface area of 0.7 m<sup>2</sup> was also encountered, respectively one with a surface area of 1.6 m<sup>2</sup>.

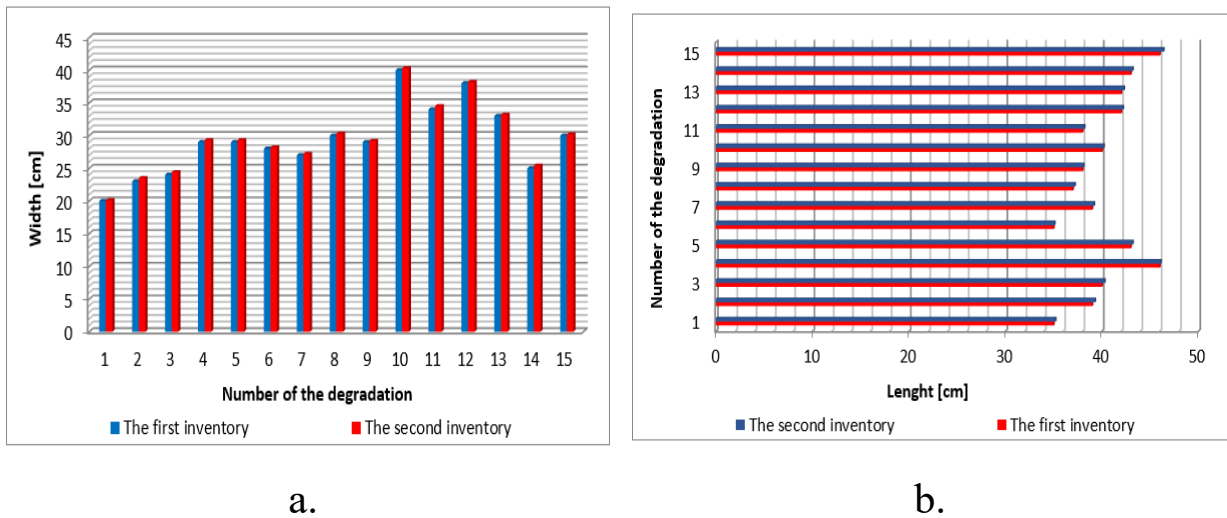


Figure 2. The comparative evolution of dimensions (a. – width and b. – length) for the pits identified on the Răchitaș-Șoimu forest road

The second measurement identified 15 potholes and 18 ruts. From the data analysis, it was observed that the depth of the pits varied between 7.5 and 14.2 cm, with widths of 20.1 ... 40.3 cm and lengths of 35.1 ... 46.4 (figure 2). The surface areas also varied widely, from 0.71 to 1.87 m<sup>2</sup>, but most had areas close to or greater than 1 m<sup>2</sup> (93%).

By comparatively analysing the data from the first and second measurements, it is found that the areas of the potholes have increased, although insignificantly. Instead, significant changes in lengths and widths occur from the first inventory to the second, which leads to the idea that, under traffic, the degradations change their dimensions, even if they do not expand significantly in short periods of time (one month in this case).

Along with the field measurements, all elements of the Răchitaș-Șoimu forest road were inspected and it was found that numerous ditches and footbridges were clogged, which led to water stagnation on the road platform and in its area, significantly contributing to the sharp degradation of the road.

During the period between the first and second inventory, a volume of 315 m<sup>3</sup> was transported on the road under study, the information being collected from the certificates accompanying the wood material.

Centralizing all the results and all the field data, it can be concluded that in the case of the Răchitaș-Șoimu forest road, the identified degradation is not due to traffic, but mainly to the failure to carry out maintenance works to ensure the drainage of water from the road area.

#### References

1. Bereziuc, R., 2004. Realizări și perspective în domeniul căilor forestiere de transport (Achievements and perspectives in the field of forest transport routes). Annals of the „Ștefan cel Mare” University of Suceava, Section Silviculture, no. 2, pp. 9-14.
2. Bereziuc, R., Alexandru, V., Ciobanu, V., 2013. Forest accessibility. A main condition for Forest sustainable management. Proceedings of the Biennial International Symposium “*Forest and Sustainable Development*”, Brasov, October 2012, pp. 145-150.
3. Bitir, I., Mușat, E.C., Derczeni, R.A., Ciobanu, V.D., 2019. The influence of the increased tonnage upon the superstructure of forest roads. Conference Proceedings of the 19<sup>th</sup> International Multidisciplinary Scientific Geoconference SGEM 2019, vol. 19, issue 3.2, pp. 853-860.
4. Mușat, E.C., Bitir, I., 2022. Evaluating the forest road systems subjected to different loadings by using the Finite Element Method. Forests, vol. 13, ID article 1872.
5. Olteanu, N., 2003. Rețele de drumuri forestiere (Forest road networks). Transilvania University Publishing house, 152 p.

## **ANALYSIS AND RANKING OF R-STRATEGIES OF THE CIRCULAR ECONOMY IN THE FOREST SECTOR**

*Gayda S., Doctor of Engineering Sciences, Professor*

*[serhiy.hayda@nltu.edu.ua](mailto:serhiy.hayda@nltu.edu.ua)*

*Ukrainian National Forestry University, Ukraine*

The transformation of Ukraine's forest sector in the context of post-war green rebuilding requires the integration of circular economy principles into forest management, wood processing, and post-consumer wood (PCW) utilization. This study aims to analyze and rank the hierarchy of 10R strategies of the circular economy in the forest sector and to develop a methodological framework for determining a circularity indicator. The weighted average circularity indicators for Ukraine's forest sector were calculated at 13.71% (current baseline), 43.65% (mid-term forecast), and 70.85% (long-term perspective to 2050). The proposed methodological approach provides a quantitative tool for assessing circular transformation and supports the modernization of educational programs and professional competencies in line with the objectives of the ForestPost project.

The forest sector plays a strategic role in Ukraine's post-war green rebuilding [5, 6]. Forests are limited natural resources that require responsible management to ensure biodiversity conservation, climate resilience, and long-term socio-economic stability [1]. Traditional linear models of resource extraction, processing, consumption, and disposal generate wood residues, environmental pressures, and economic inefficiencies [1].

The circular economy paradigm offers a systemic framework for minimizing waste, optimizing resource use, extending product life cycles, and creating regenerative material flows [4, 5]. However, despite numerous theoretical contributions and international initiatives, the practical assessment of circularity in the forest sector remains insufficiently developed. One of the unresolved scientific and methodological issues is the determination of a measurable circularity indicator that reflects the integration of 10R strategies across different life-cycle stages of wood resources [4, 8, 10].

In the context of Ukraine's recovery and alignment with EU Green Deal policies, it becomes essential to quantify circular performance and prioritize strategies that maximize environmental and economic benefits [1-3].

Aim of the study is to analyze and rank the 10R strategies of the circular economy in the forest sector and to develop a methodology for determining the circularity indicator under different development scenarios.

Object of the study is circular economy processes within the forest sector of Ukraine. Subject of the study is the hierarchy and quantitative weighting of 10R strategies applied to logging, manufacturing of wood products, and processing of post-consumer wood.

The integration and prioritization of higher-order R-strategies (Refuse, Rethink, Reduce) significantly increase the circularity indicator of the forest sector compared to traditional waste-management-focused approaches.

Two complementary approaches to determining circularity were applied:

Based on statistical data:  $CI = V_{\text{reused}} / V_{\text{total}} \times 100\%$ .

The hierarchy of 10R strategies was analyzed and ranked in a funnel model, where upper-level strategies contribute more significantly to circularity. The percentage importance of strategies was determined: Refuse (18.72%); Rethink (17.05%); Reduce (15.05%); Reuse (13.05%); Repair (11.04%); Repurpose (9.03%); Remanufacture (7.03%); Refurbish (5.02%); Recycle (3.01%); Recover (1.00%); Dispose (0.00%). Three scenarios were developed: Scenario 1 (Low efficiency): Traditional utilization technologies. Scenario 2 (Medium efficiency): Progressive technologies and life-extension models. Scenario 3 (Advanced circular economy): Smart production and smart consumption. Circularity was calculated for three sectoral components: logging, manufacturing, and post-consumer wood processing.

Results. S-1 (baseline – current situation in Ukraine): logging: 6.02%, manufacturing: 10.03%, PCW processing: 25.09%, weighted average: 13.71%; S-2 (mid-term development, 10-15 years): logging: 26.09%, manufacturing: 43.14%, PCW processing: 61.71%, weighted average: 43.65%; S-3 (advanced circular economy, perspective to 2050): logging: 43.15%, manufacturing: 76.24%, PCW processing: 93.15%, weighted average: 70.85%. The results demonstrate that the circularity level increases significantly when higher-priority strategies are systematically implemented across all stages of the wood life cycle [7, 10].

A quantitative ranking of 10R strategies specifically adapted to the forest sector was developed. A weighted circularity indicator model integrating hierarchical R-strategies was proposed. A scenario-based approach linking circular strategies with measurable sectoral performance

was formulated. The research provides a methodological bridge between theoretical circular economy principles and applied forest-sector analytics.

The proposed methodology: Enables policymakers to assess and forecast circular transformation in the forest sector. Supports evidence-based modernization of forest-sector regulations. Provides a tool for monitoring post-war green rebuilding performance. Contributes to the modernization of master programs under the ForestPost project by integrating circular metrics into professional training. Facilitates strategic planning aligned with EU Circular Economy Action Plan and Industry 5.0 principles.

The implementation of circular economy principles in the forest sector is crucial for Ukraine's sustainable post-war recovery. The 10R hierarchy demonstrates that preventive and design-oriented strategies generate the highest contribution to circularity. The current circularity level (13.71%) indicates significant potential for improvement. To increase the circularity indicator are recommended prioritize Refuse, Rethink, and Reduce strategies in forest policy and education. The proposed approach provides a structured analytical framework for assessing circular transformation and supports the strategic goals of Ukraine's forest sector transformation within the ForestPost project.

### References

1. Gayda, S.V. (2007). A problem of arboreal raw material is in Europe and Ukraine. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 33, 55-63. <https://doi.org/10.36930/42073312>
2. Gayda, S.V. (2018). A investigation and analysis of characteristics of solid furniture boards made of post-consumer wood. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 44, 15-25. <https://doi.org/10.36930/42184402>
3. Gayda, S.V. (2018). MDF-facade technologies. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 44, 72-82. <https://doi.org/10.36930/42184410>
4. Gayda, S.V. (2023). Determination of the circularity indicator in the forest sector according to the principles of the circular economy. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 49, 99-114. <https://doi.org/10.36930/42234908>
5. Gayda, S.V. (2024). Analysis of the trend of the main indicators of the wood processing industry in the context of the circular economy. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 50, 4-15. <https://doi.org/10.36930/42245001>
6. Gayda, S.V. (2025). Dynamics of the wood harvesting industry in the context of the circular economy. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 51, 4-16. <https://doi.org/10.36930/42255101>
7. Gayda, S.V., & Kiyko O.A. (2023). Study of Physical and Mechanical Properties of Post-Consumer Wood of Different Age. *Drewno. Prace naukowe. Doniesienia. Komunikaty*, 66(212), 00010. <https://doi.org/10.53502/wood-177453>.
8. Gayda, S.V., & Lesiv, L.E. (2023). Mathematical model of forecasting volumes of post-consumer wood production. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 49, 33-47. <https://doi.org/10.36930/42234903>

## ESTABLISHING THE DEPENDENCE OF ASH WOOD BENDING QUALITY ON TECHNOLOGICAL REGIMES

*Grytsak S., Post-graduate student; Grytsak S., PhD, Assoc. Professor,*

*[hrytsak.stepan@ntu.lviv.ua](mailto:hrytsak.stepan@ntu.lviv.ua)*

*Ukrainian National Forestry University, Ukraine,*

The transformation of Ukraine's forest sector under post-war green rebuilding conditions requires the development of advanced wood processing technologies that ensure high product quality and resource efficiency. Bending of hardwood species, particularly ash (*Fraxinus excelsior* L.), is widely applied in furniture production and structural components due to its favorable anatomical and mechanical properties. However, bending quality strongly depends on technological regimes, including material thickness, bending radius, and plasticization duration. This study establishes the quantitative dependence of bending quality, expressed as the number of high-quality bent blanks, on key technological parameters. Experimental investigations were conducted to evaluate the influence of thickness ( $h$ ), bending radius ( $R$ ), and plasticization time ( $T$ ). A multivariate regression model in natural variables was developed to predict the output of defect-free bent elements. The obtained results provide a scientific basis for optimizing technological regimes in ash wood bending and contribute to the modernization of master-level education under the ForestPost project.

The increasing demand for environmentally sustainable wooden products in Ukraine's post-war reconstruction highlights the importance of efficient wood processing technologies [6–8]. Bent wooden elements are widely used in furniture, architectural components, and interior design due to their structural integrity and aesthetic value [1]. Ash wood is characterized by: high elasticity, favorable fiber structure, good response to hydrothermal plasticization, high strength-to-weight ratio. Despite these advantages, bending quality is highly sensitive to technological conditions. Improper combinations of thickness, bending radius, and plasticization duration may lead to cracking, fiber rupture, or structural damage. Therefore, establishing a quantitative relationship between technological regimes and bending quality is essential for process optimization and waste reduction.

Aim of the study is to establish the dependence of ash wood bending quality on technological regimes and to develop a predictive regression model in natural variables.

Object of the study – ash wood blanks subjected to bending after hydrothermal plasticization. Subject of the study – the influence of thickness (h), bending radius (R), and plasticization duration (T) on bending quality.

Research hypothesis – bending quality, expressed as the number of defect-free bent blanks, can be reliably predicted by a multivariate regression model incorporating thickness, radius, and plasticization duration, with optimal parameter combinations maximizing yield [6–8, 9, 11].

The research included [1, 2]: preparation of ash wood specimens; hydrothermal plasticization under controlled regimes; bending using a fixed-radius forming system; quality assessment based on visual and structural criteria; statistical processing using multiple regression analysis [1]. Independent variables: h – material thickness (mm); R – bending radius (mm); T – plasticization duration (min).

Dependent variable:  $Y_n$  – number of high-quality bent blanks (pcs).

Regression model in natural variables. Based on statistical analysis of experimental data, the regression equation describing the number of high-quality bent blanks is (coefficient of determination:  $R^2=0.91$ ):

$$Y_n=92.4-2.85h+0.034R+1.12T-0.018hR-0.042hT+0.00021R^2.$$

Interpretation of the model: increasing thickness negatively affects bending quality; larger bending radius improves bending yield; increased plasticization duration enhances material plasticity; interaction terms indicate that excessive thickness combined with small radius reduces quality. The model demonstrates predictive capability and practical applicability.

A statistically significant relationship between technological parameters and bending quality was established. Thickness is identified as the most critical parameter affecting cracking risk. Increased plasticization time improves flexibility but must be optimized to prevent structural degradation. The developed regression model allows prediction of defect-free yield. Process optimization reduces waste and improves material utilization.

Development of a multivariate regression model in natural variables for predicting ash wood bending quality. Quantitative assessment of interaction effects between thickness, radius, and plasticization duration. Integration of technological modeling into sustainable wood processing practices [6–9].

The results enable optimization of industrial bending regimes; reduce production defects and waste; improve resource efficiency; support sustainable hardwood utilization; contribute to modernization of educational programs within ForestPost.

Bending quality of ash wood strongly depends on technological regime parameters; thickness has a dominant negative influence when radius is small; proper plasticization duration significantly increases bending success rate; the developed regression model enables reliable process forecasting. It is recommended to: implement predictive modeling in industrial bending processes; develop automated monitoring systems for plasticization regimes; expand research to include moisture-temperature interaction effects; integrate bending process optimization into master-level curricula. The study contributes to sustainable wood processing and supports the transformation of Ukraine's forest sector toward high-performance and resource-efficient production systems [3-5].

#### References

1. Grytsak, S. (2024). Study of the technological process of bending ash wood. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 50, 52-64. <https://doi.org/10.36930/42245005>
2. Grytsak, S., & Grytsak, S. (2023). Determination of the influence of pressing parameters on the bending process of beech furniture blankets. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 49, 48-60. <https://doi.org/10.36930/42234904>
3. Gayda, S.V. (2007). A problem of arboreal raw material in Europe and Ukraine. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 33, 55-63. <https://doi.org/10.36930/42073312>
4. Gayda, S.V. (2018). A investigation and analysis of characteristics of solid furniture boards made of post-consumer wood. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 44, 15-25. <https://doi.org/10.36930/42184402>
5. Gayda, S.V. (2018). MDF-facade technologies. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 44, 72-82. <https://doi.org/10.36930/42184410>
6. Gayda, S.V. (2023). Determination of the circularity indicator in the forest sector according to the principles of the circular economy. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 49, 99-114. <https://doi.org/10.36930/42234908>
7. Gayda, S.V. (2024). Analysis of the trend of the main indicators of the wood processing industry in the context of the circular economy. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 50, 4-15. <https://doi.org/10.36930/42245001>
8. Gayda, S.V. (2025). Dynamics of the wood harvesting industry in the context of the circular economy. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 51, 4-16. <https://doi.org/10.36930/42255101>
9. Gayda, S.V., & Kiyko O.A. (2023). Study of Physical and Mechanical Properties of Post-Consumer Wood of Different Age. *Drewno. Prace naukowe. Doniesienia. Komunikaty*, 66(212), 00010. <https://doi.org/10.53502/wood-177453>.
10. Gayda, S.V., & Lesiv, L.E. (2023). Mathematical model of forecasting volumes of post-consumer wood production. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 49, 33-47. <https://doi.org/10.36930/42234903>
11. Gayda, S.V., Kiyko, O.A., & Guz, M.M. (2022). Comparative studies of the macro- and microstructures of stump-root wood and stemwood. *Folia Forestalia Polonica, Series A – Forestry*, 64(3), 131-142. <https://doi.org/10.2478/ffp-2022-0013>

## **SURFACE FUEL STRUCTURE AND LOADING IN SCOTS PINE STANDS OF DIFFERENT AGE GROUPS**

*Kalchuk Y.<sup>1</sup>, PhD student; Soshenskyi O., PhD in Forestry,*

*[yevhen.kalchuk@nubip.edu.ua](mailto:yevhen.kalchuk@nubip.edu.ua)*

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine*

In Ukraine, the wildfire problem has intensified considerably over the past decades and continues to worsen under the compounding pressures of climate change and ongoing war. These conditions highlight the need for science-based adaptation of the national forest fire protection system. Fire behavior modeling and fire spread prediction, integrated into comprehensive fire management frameworks, provide essential tools for reducing fire risk and preventing large-scale wildfire.

Understanding surface fuel dynamics is fundamental to wildfire research and fire risk assessment. Among the components of the forest fuel complex, surface fuels is particularly organic layer fuels which represent a key factor in fire behavior modeling and hazard evaluation. This study contributes to an emerging research direction in Ukraine focused on quantifying forest fuel loads in the Polissya natural zone, recognized as the highest fire risk region in the country, where only limited research has been conducted by V. Gumeniuk, V. Koren and S. Sydorenko. The study targets the duff and litter layers, which play a decisive role in fire ignition and spread. Litter consists of freshly deposited organic material, primarily needles and small woody debris, while duff is the underlying partially decomposed organic matter that retains greater moisture but sustains smoldering combustion. To measure surface fuel accumulation in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) stands of Ukrainian Polissya, 56 sample plots were established in stands representing different age classes. On Figure 1 illustrates two distinct patterns of fuel loading across stand age groups.

---

<sup>1</sup>Scientific supervisor – Associate Professor, *PhD in Forestry*, Soshenskyi O.

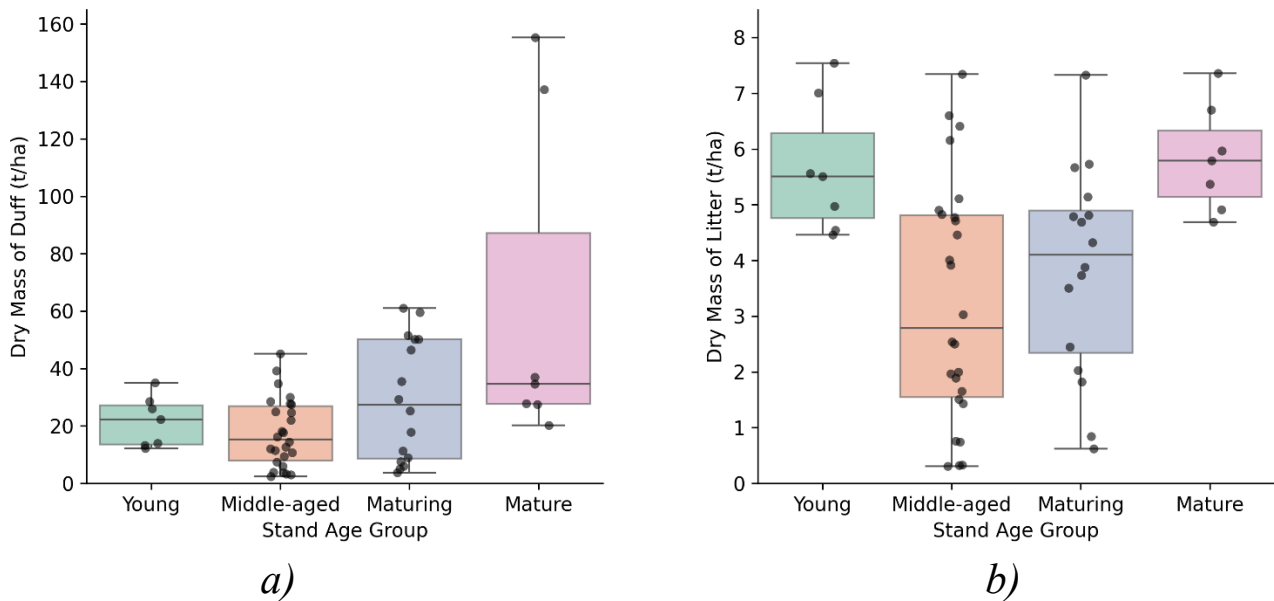


Fig. 1. Fuel load in oven-dry condition by age class: a) duff  $t \cdot ha^{-1}$ ;  
b) litter  $t \cdot ha^{-1}$

As shown in Figure 1a, duff loading follows a clear increasing trend with stand age. In young stands, fuel distribution is relatively uniform, which reflects the homogeneous canopy structure characteristic of this age class. In mature stands, however, canopy gaps, openings, and crown clusters create spatial heterogeneity in fuel distribution. As a result, duff accumulation becomes highly variable: some microsites show minimal organic layer depth, while topographic depressions and areas beneath large tree crowns accumulate thick duff layers, which explains the wide range observed in mature plantations. Figure 1b illustrates greater variability in litter loading across stand age classes. Middle-aged stands exhibit the lowest median litter loads combined with the highest plot-to-plot variability, likely reflecting accelerated decomposition rates under a closed, dense canopy with increased moisture retention. Young and mature stands show comparably higher and more consistent litter loading. The distribution of litter loading across age classes is presented in Table 1.

Table 1

Mean duff and litter fuel loading and standard deviations  
by stand age class,  $t \cdot ha^{-1}$

Age groups	Number of measurements	Duff, $t \cdot ha^{-1}$	Litter, $t \cdot ha^{-1}$	Total, $t \cdot ha^{-1}$
Young	7	21,61 ± 8,81	5,65 ± 1,19	27,27 ± 8,89
Middle-aged	26	17,58 ± 12,03	3,24 ± 2,15	20,81 ± 13,77
Maturing	16	29,34 ± 21,23	3,83 ± 1,87	33,17 ± 22,67
Mature	7	62,8 ± 57,52	5,83 ± 0,95	68,63 ± 58,03

Total surface fuel loading exhibits a distinct decline in middle-aged stands. In young stands, rapid needle cast and self-pruning of lower branches drive active organic matter accumulation. As stands transition to the middle-aged class, canopy closure creates a moister microclimate under the canopy, which accelerates decomposition rates and results in a net reduction in total fuel load. In mature stands, progressive canopy thinning increases solar radiation reaching the forest floor, reducing moisture retention in the organic layer, slowing decomposition, and promoting fuel accumulation [1].

Mean surface fuel loading in young stands was  $27,27 \pm 8,89 \text{ t ha}^{-1}$ , declining to a sample minimum of  $20,81 \pm 13,77 \text{ t ha}^{-1}$  in middle-aged stands, with surface fuel loading increasing from the maturing age class, ranging from  $33,17 \pm 22,67 \text{ t ha}^{-1}$  to  $68,63 \pm 58,03 \text{ t ha}^{-1}$  in mature stands.

Surface fuel loading in Scots pine stands of Ukrainian Polissya demonstrates clear age-dependent patterns. Based on the findings presented, mature pine stands in the Polissya natural zone represent the highest surface fire hazard in terms of fuel availability. These results provide a quantitative baseline for integrating fuel load data into fire behavior models and developing age-class-specific fire risk assessments for Ukrainian forest management. The presented results are part of an ongoing study currently in an active research phase.

#### References

1. Koren V., Soshenskyi O., Gumeniuk V. Fuel load in Scots pine stands of Western Polissya of Ukraine. *Ukrainian Journal of Forest and Wood Science*. 2020. Vol. 10. P. 53–63. DOI: <https://doi.org/10.31548/forest2019.04.053>.

## THE ROLE OF THIRD-PARTY FOREST CERTIFICATION IN FINANCING UKRAINE'S LOW-CARBON CONSTRUCTION

*Khan Y.<sup>1,2</sup>, Candidate of Agricultural Sciences; Soshenskyi O.<sup>1</sup>, Candidate of Agricultural Sciences; Kravets P.<sup>2,3</sup>, Candidate of Agricultural Sciences*  
[khan@nubip.edu.ua](mailto:khan@nubip.edu.ua)

<sup>1</sup>*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine*

<sup>2</sup>*FSC Ukraine, Ukraine*

<sup>3</sup>*Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotsky, Ukraine*

Ukraine's reconstruction is unfolding in two distinct phases, each with fundamentally different sustainability requirements and financing mechanisms. The current emergency phase prioritizes essential public and residential buildings in de-occupied territories, structures damaged by ongoing Russian attacks, and limited new housing for internally displaced persons. Funding comes primarily through bilateral grants, loans, and municipal budgets. At this stage, sustainability requirements remain largely non-mandatory, with some incentives for applying New European Bauhaus principles, and wood materials are limited to structural applications in low-rise buildings. The long-term reconstruction phase, by contrast, will encompass thousands of buildings across post-conflict territories, financed through international financial institution loans, EU accession instruments, and potential extensions of the Ukraine Facility. This shift entails mandatory compliance with EU Taxonomy criteria, including whole life cycle carbon footprint minimization – requirements that demand strategic preparation well before full-scale reconstruction begins.

The regulatory context for this transition is shaped by the European Green Deal, which increasingly governs reconstruction conditionality as Ukraine progresses toward EU membership. The 2022 Lugano Declaration codified the "build back better" principle and the "do no significant harm" approach as foundational commitments for international reconstruction assistance. These principles carry particular weight for the construction sector, which accounts for approximately 40% of global material consumption and generates 35–40% of total greenhouse gas emissions. Within this footprint, embodied carbon – the emissions associated with

material extraction, manufacturing, transportation, and installation – constitutes roughly half of all building-related emissions. Accordingly, the EU environmental acquis under Chapter 27, which Ukraine must transpose as part of accession, integrates circular economy principles that prioritize resource efficiency, material reuse, and recycling over energy recovery.

Within this policy framework, the cascading use principle offers a coherent conceptual basis for deploying renewable materials in low-carbon construction. The European Commission defines cascading as the sequential prioritization of value-adding material applications before end-of-life energy recovery (Vis et al., 2016). The New EU Forest Strategy for 2030 operationalizes this principle by promoting long-lived wood products that remain in the economy through multiple use cycles. Mass timber construction – including cross-laminated timber (CLT) and glue-laminated timber (glulam) – represents an optimal application of this approach: atmospheric carbon captured through photosynthesis is stored in building structures for decades before eventual recycling or, ultimately, energy recovery. Comparative life cycle assessments consistently demonstrate 22–50% embodied carbon reductions in mass timber structures relative to reinforced concrete equivalents, with broader literature reviews indicating average emission reductions of up to 43% through material substitution.

Realizing these carbon benefits at reconstruction scale, however, requires certified timber supply chains capable of meeting both volume demands and sustainability verification requirements. Forest Stewardship Council (FSC) certification offers a recognized mechanism for this purpose. Research demonstrates that forest certification reduces investment risk, strengthens investor confidence, and facilitates access to competitive international markets (Corticeiro et al., 2024). Market data confirms growing institutional interest: the Global Impact Investing Network's 2024 survey of 293 organizations indicates 53% growth in forestry assets under management year-on-year, with 49% of respondents planning further allocation increases. Notably, the GIIN Forestry Impact Performance Benchmark reveals that 75% of certified forestry investments hold FSC certification specifically – establishing it as the prevalent standard among impact investors evaluating sustainable forestry assets.

This investor preference is reflected in explicit certification requirements adopted by leading asset managers – precedents relevant to reconstruction material supply chains. The BNP Paribas Future Forest Fund

mandates that all portfolio assets be FSC certified or certifiable as a core investment criterion. Similarly, the Mirova Sustainable Land Fund 2 requires investees either to hold FSC certification at the time of investment or to demonstrate achievable certification plans within defined timeframes, treating certification as complementary to IFC Performance Standards for environmental and social due diligence. The Mobilising Finance for Forests programme, established by the UK government and FMO, conducts pre-feasibility assessments evaluating FSC certification likelihood before committing capital. These requirements indicate that certification readiness will increasingly influence access to the international financing instruments upon which long-term reconstruction depends.

Beyond its role in investment mobilization, FSC certification addresses a fundamental condition for the carbon benefits of wood construction: verifiable sustainable sourcing. The climate advantage of mass timber depends entirely on forest management practices – if timber originates from unsustainably managed forests or land clearance without replanting, the resulting land use change emissions negate any carbon storage benefits. Independent research substantiates FSC's environmental performance on this dimension. A study published in *Nature* (Zwerts et al., 2024) found 4.5 times higher faunal biomass in FSC-certified forest concessions compared to non-certified operations in Central Africa. A global meta-analysis of 57 studies (Matias et al., 2024) confirmed significant positive effects on mammal populations, particularly threatened species, as well as higher vascular plant richness in FSC-certified areas. These environmental co-benefits illustrate the added value FSC certification brings to wood construction projects: beyond the inherent carbon storage capacity of timber, certification provides independent verification of sustainable sourcing that enhances project attractiveness for ESG-focused investors and green finance instruments.

The current emergency reconstruction phase thus presents an opportunity for developing the certification infrastructure and supply chain capacity that long-term reconstruction will require. As EU accession conditionality intensifies, FSC certification offers a verified mechanism for demonstrating sustainable sourcing, accessing green finance instruments, and satisfying emerging disclosure requirements. Integrating cascading use principles into reconstruction material strategies enables Ukraine to maximize carbon sequestration in long-lived building products while

aligning with circular economy objectives central to European sustainability policy. The New European Bauhaus initiative, with its emphasis on sustainability, aesthetics, and inclusion, provides an additional framework for promoting wood-based construction that combines environmental performance with quality of living. Investment in FSC certification systems, mass timber production capacity, and regulatory harmonization during the emergency phase can strengthen partnerships between Ukrainian forestry enterprises, European investors, and international development institutions – laying the foundation for scaled low-carbon construction in the years ahead.

### References

- Corticeiro, S., Brás, G., Tomé, M., Lillebø, A., & Vieira, H. (2024). Forest certification and economic insights: A European perspective. *Frontiers in Forests and Global Change*, 7, 1464837.
- Hand, D., Sunderji, S., Ulanow, M., Remsberg, R., & Xiao, K. (2024). State of the market 2024: Trends, performance and allocations. Global Impact Investing Network.
- Matias, G., Cagnacci, F., & Rosalino, L.M. (2024). FSC forest certification effects on biodiversity: A global review and meta-analysis. *Science of the Total Environment*, 908, 168296.
- Vis, M., Mantau, U., & Allen, B. (Eds.) (2016). Study on the optimised cascading use of wood. European Commission.
- Zwerts, J.A., Sterck, E.H.M., Verweij, P.A., et al. (2024). FSC-certified forest management benefits large mammals compared to non-FSC. *Nature*, 628, 563–568.

## **BUSINESS SOCIAL RESPONSIBILITY IN THE FORESTRY SECTOR IN THE CONTEXT OF POST-WAR RECOVERY AND GREEN RECONSTRUCTION**

*Koshkalda I., Professor, Doctor of Economic Sciences, Head of the Department of Land Management, Geodesy and Cadastre, [irinavit1506@gmail.com](mailto:irinavit1506@gmail.com)  
State Biotechnological University, Ukraine*

The post-war recovery of Ukraine requires new approaches to natural resource management, among which business social responsibility is particularly important. During national reconstruction, it is essential to develop economic models that combine economic efficiency with environmental protection and social development. This issue is especially relevant for the forestry sector, as forests perform economic, environmental, and social functions, including climate regulation, biodiversity conservation, and soil protection. For regions heavily affected by military actions, particularly the Kharkiv region, restoring forest ecosystems and developing sustainable management models are key components of green reconstruction.

The forestry sector of the Kharkiv region plays an important role in maintaining ecological stability, biodiversity, and natural ecosystems. However, military actions have significantly damaged forest areas through fires, landmines, infrastructure destruction, and forest degradation. These losses weaken not only the environment but also the socio-economic potential of the region, as forestry supports employment and local economic development. Therefore, restoring forest resources requires joint efforts by the state, business, and local communities, increasing the importance of corporate social responsibility.

Business social responsibility in the forestry sector involves enterprises voluntarily committing to comply with environmental standards, ensure the rational use of natural resources, restore damaged forest areas, and support local communities. This approach integrates economic, environmental, and social interests in business activities (Grace B. Villamor and Lisa Wallace, 2024). Key directions include participation in forest restoration programs, implementation of nature-based solutions, development of environmentally responsible timber harvesting and

processing technologies, creation of jobs in rural areas, and support for environmental education and public awareness.

In the context of green reconstruction, integrating environmental, economic, and social components of forestry development is particularly important. This approach includes not only the restoration of damaged forests but also the development of sustainable forest management models. Businesses can contribute through forest restoration projects, creation of protective plantations, land rehabilitation, and the implementation of innovative practices such as forest monitoring technologies, climate-oriented forestry, and circular models of wood use.

An important aspect of business social responsibility is interaction with local communities. In the post-war period, such cooperation contributes to restoring the socio-economic potential of territories, supporting local employment, and increasing environmental awareness among the population. The implementation of joint projects for the restoration of forest ecosystems, environmental education, and the development of recreational infrastructure can become an important factor in the sustainable development of the region. In addition, involving communities in the processes of planning and managing forest resources contributes to increasing the transparency of management decisions and building trust between business, authorities, and society.

It should be noted that business social responsibility in the forestry sector positively affects the improvement of companies' reputations, reduces the risks of environmental conflicts, increases the trust of local communities, and stimulates the sustainable use of natural resources. In the long term, the implementation of CSR principles contributes to increasing the competitiveness of enterprises, their integration into international markets, and the attraction of investments into the development of the forestry sector.

However, modern research indicates the existence of a certain gap between the declared principles of social responsibility and their practical implementation. In particular, corporate reports often contain general statements about environmental responsibility but lack specific indicators reflecting the real environmental impact of business activities. This situation complicates the objective assessment of the effectiveness of environmental and social initiatives and reduces the level of public trust.

In this regard, in order to increase the effectiveness of business social responsibility in the forestry sector and minimize the gap between declarations and real practice, it is necessary to implement a set of measures.

These include the introduction of specific environmental and social performance indicators with mandatory public reporting; certification of activities in accordance with international standards (FSC, PEFC, ISO 14001) and regular audits; ensuring transparency through open access to information and reports; financial incentives for sustainable practices through tax benefits, grants, and green financial instruments; active cooperation with local communities, including consultations and joint forest restoration projects; and the integration of corporate social responsibility principles into business processes, strategic planning, and staff training systems.

The application of such approaches creates the preconditions for the formation of an effective system of sustainable forest resource management and for increasing the environmental and social efficiency of enterprises. At the same time, it will contribute to the restoration of natural ecosystems, increase the ecological resilience of territories, and ensure the integration of the forestry sector of the Kharkiv region into the processes of post-war green reconstruction.

Thus, the development of business social responsibility in the forestry sector of the Kharkiv region is an important tool for ensuring post-war recovery and green reconstruction. The combination of the economic interests of enterprises with the needs of environmental protection and the development of local communities will contribute to the formation of an effective model of sustainable forest resource management, increase the ecological resilience of territories, and strengthen the socio-economic potential of the region.

#### **References**

1. Grace B. Villamor, Lisa Wallace (2024). Corporate social responsibility: Current state and future opportunities in the forest sector. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*. 202431(4). 3194-3209 <https://doi.org/10.1002/csr.2743>

## ESTABLISHING THE INFLUENCE OF STRUCTURAL MATERIAL CHARACTERISTICS ON THE STRENGTH INDICATORS OF WOODEN CONSTRUCTIONS

*Kozak Yu., Post-graduate student; Gayda S., Doctor of Engineering Sciences, Professor*

[kozak.iurii@ntu.lviv.ua](mailto:kozak.iurii@ntu.lviv.ua)

*Ukrainian National Forestry University, Ukraine,*

Mechanical performance of timber elements is determined by the interaction of material characteristics, primarily density, modulus of elasticity, and moisture content. However, the quantitative relationship between these parameters and bending strength remains insufficiently systematized for engineering forecasting in sustainable construction. This study establishes the influence of key structural material characteristics on the static bending strength of wooden constructions and develops a regression model for strength prediction. Experimental and analytical approaches were applied to evaluate the dependence of bending strength on density ( $\rho$ ), modulus of elasticity ( $E$ ), and moisture content ( $W$ ). The obtained model enables quantitative forecasting of structural performance and supports optimized material selection under circular and sustainable forestry principles. The results contribute to the modernization of master programs within the ForestPost project and support the transformation of Ukraine's forest sector toward high-performance timber engineering.

The transformation of Ukraine's forest sector under post-war rebuilding conditions necessitates the development of structurally safe and resource-efficient wooden constructions [8–10]. Timber structures are increasingly used in sustainable buildings due to their low carbon footprint and renewability [1, 5]. However, the strength of wooden constructions depends on intrinsic material characteristics that vary significantly due to biological origin and environmental conditions [2, 4].

The main influencing factors include: density ( $\rho$ ), reflecting structural compactness; modulus of elasticity ( $E$ ), indicating stiffness; moisture content ( $W$ ), affecting mechanical resistance [2, 4]. While each parameter independently influences mechanical behavior, their combined effect requires quantitative modeling for reliable structural design [3, 11]. Therefore, establishing a predictive regression model for bending strength

is essential for engineering calculations and sustainable timber construction [7, 11].

Aim of the study is to determine the influence of density, modulus of elasticity, and moisture content on the static bending strength of wooden constructions and to develop a predictive regression model. Object of the study – wood used in load-bearing wooden constructions. Subject of the study – the quantitative relationship between structural material characteristics ( $\rho$ , kg/m<sup>3</sup>, E, MPa, W, %) and bending strength ( $\sigma_b$ , MPa).

Research hypothesis: The bending strength of wooden constructions can be reliably predicted by a multivariate regression model incorporating density, modulus of elasticity, and moisture content, with density and stiffness having a positive influence and moisture having a negative effect.

The research methodology included: laboratory testing of timber specimens under static bending; determination of density according to standard gravimetric methods; measurement of modulus of elasticity in bending; moisture content evaluation using the drying method; statistical processing and regression analysis. A multiple linear regression approach in natural variables was applied to model bending strength.

Regression model for predicting bending strength. Based on statistical analysis, the bending strength under static bending can be described by the following regression equation in natural variables (coefficient of determination [2, 6, 11]:  $R^2=0.89$ ):  $\sigma_b=-18.5+0.065\rho+0.00042E-0.72W$ .

Interpretation of the model: density ( $\rho$ ) has a direct positive influence on bending strength; modulus of elasticity (E) contributes positively, reflecting stiffness-strength interaction; moisture content (W) has a negative coefficient, confirming the reduction in mechanical resistance with increasing moisture. The regression model demonstrates high predictive reliability and practical engineering applicability.

A statistically significant dependence between material characteristics and bending strength was established. Density is identified as the primary determinant of strength performance. Moisture content significantly reduces load-bearing capacity. The regression model enables engineering forecasting of bending strength. The approach supports optimized material grading and structural safety.

Scientific novelty: development of a multivariate regression model in natural variables for predicting bending strength; quantitative assessment of the combined influence of density, stiffness, and moisture; integration of mechanical modeling within sustainable forest-sector transformation.

The obtained results enable reliable prediction of structural performance; support optimization of material selection for load-bearing constructions; reduce overdesign and material waste; improve structural safety in post-war reconstruction projects; contribute to modernization of forestry and wood engineering curricula under ForestPost.

Bending strength of wooden constructions depends primarily on density and modulus of elasticity; increased moisture significantly reduces structural performance; the developed regression model provides reliable engineering prediction. It is recommended to: implement predictive modeling in structural design practice; introduce digital grading systems combining density and stiffness measurement; extend research to nonlinear and interaction models. The study contributes to sustainable timber engineering and supports Ukraine's forest sector transformation toward resilient, high-performance construction systems.

#### References

1. Medvid, L.V. (2021). Post-consumer wood – an additional reserve of raw materials for construction materials. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 47, 34-46. <https://doi.org/10.36930/42214706>
2. Gayda, S.V., & Kiyko O.A. (2023). Study of Physical and Mechanical Properties of Post-Consumer Wood of Different Age. *Drewno. Prace naukowe. Doniesienia. Komunikaty*, 66(212), 00010. <https://doi.org/10.53502/wood-177453>.
3. Gayda, S.V., & Lesiv, L.E. (2023). Mathematical model of forecasting volumes of post-consumer wood production. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 49, 33-47. <https://doi.org/10.36930/42234903>
4. Gayda, S.V., Kiyko, O.A., & Guz, M.M. (2022). Comparative studies of the macro- and microstructures of stump-root wood and stemwood. *Folia Forestalia Polonica, Series A – Forestry*, 64(3), 131-142. <https://doi.org/10.2478/ffp-2022-0013>
5. Gayda, S.V. (2007). A problem of arboreal raw material is in Europe and Ukraine. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 33, 55-63. <https://doi.org/10.36930/42073312>
6. Gayda, S.V. (2018). A investigation and analysis of characteristics of solid furniture boards made of post-consumer wood. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 44, 15-25. <https://doi.org/10.36930/42184402>
7. Gayda, S.V. (2018). MDF-facade technologies. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 44, 72-82. <https://doi.org/10.36930/42184410>
8. Gayda, S.V. (2023). Determination of the circularity indicator in the forest sector according to the principles of the circular economy. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 49, 99-114. <https://doi.org/10.36930/42234908>
9. Gayda, S.V. (2024). Analysis of the trend of the main indicators of the wood processing industry in the context of the circular economy. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 50, 4-15. <https://doi.org/10.36930/42245001>
10. Gayda, S.V. (2025). Dynamics of the wood harvesting industry in the context of the circular economy. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 51, 4-16. <https://doi.org/10.36930/42255101>
11. Kozak, Yu.O. (2025). Building a regression model for predicting the strength of wooden structures based on the influence of density, moisture content and elastic modulus. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 51, 94-108. <https://doi.org/10.36930/42255107>

**ANALYSIS OF TRENDS IN THE GENERATION  
AND UTILIZATION PATHWAYS OF WOOD RESIDUES  
AT A FURNITURE ENTERPRISE**

*Kyyanka V., Post-graduate student; Gayda S., Doctor of Engineering  
Sciences, Professor*

[25kyianka.v@nltu.edu.ua](mailto:25kyianka.v@nltu.edu.ua)

*Ukrainian National Forestry University, Ukraine*

The transformation of Ukraine's forest sector under post-war green rebuilding conditions requires increased efficiency in wood resource utilization and minimization of industrial waste. Furniture manufacturing enterprises generate significant volumes of wood residues during primary processing, machining, and finishing operations. Effective management of these residues is essential for improving circular performance and reducing environmental impact. This study analyzes the dynamics and structural proportions of wood residues generated at a furniture enterprise over a five-year period and evaluates alternative utilization pathways. The results demonstrate a steady increase in production volumes accompanied by a proportional reduction in specific waste generation due to technological modernization. The findings substantiate the feasibility of transitioning from linear disposal practices toward integrated circular utilization models aligned with Industry 5.0 and the objectives of the ForestPost project.

The furniture industry is one of the most resource-intensive segments of the forest sector [5]. During cutting, milling, drilling, sanding, and finishing operations, substantial quantities of wood residues are generated [1], including slabs, offcuts, chips, sawdust, sanding dust, and defective elements. In the context of Ukraine's post-war reconstruction and integration into European green policies, minimizing wood waste and increasing the efficiency of secondary resource use have become strategic priorities [3, 4, 8]. Despite technological progress, many enterprises still apply traditional waste management models focused on combustion or disposal rather than high-value utilization [10]. A systematic analysis of the trends in residue generation and identification of rational utilization pathways are necessary for ensuring sustainable transformation of furniture production systems [1, 3].

Aim of the Study is to analyze the dynamics and structural proportions of wood residues generated at a furniture enterprise and to determine optimal utilization pathways within a circular economy framework.

Object of the study is wood residues generated during furniture manufacturing processes. Subject of the study is quantitative and structural patterns of residue formation and their dependence on production volumes and technological factors. The implementation of technological modernization and circular utilization strategies reduces the specific share of wood residues per unit of production and increases the economic efficiency of the enterprise.

Statistical data from a medium-sized furniture enterprise were analyzed over a five-year period (2020-2024). The total annual production volume and total wood residue volume were recorded [1, 10]. Wood residues were classified into: slabs and large offcuts; medium-sized technological offcuts; chips and sawdust; sanding dust; defective products. Methods: comparative dynamic analysis; structural percentage analysis; regression modelling; circularity assessment [3, 4, 9].

Dynamics and structural proportions of wood residues. The data indicate: overall production growth trend (+26% over 5 years); reduction of specific residue share: 30.0% (2020), 28.3% (2021), 26.7% (2022), 25.0% (2023), 23.1% (2024); improvement in material utilization efficiency. Structural Proportions (Average for 2024): large offcuts – 28%; medium offcuts – 21%; chips and sawdust – 32%; sanding dust – 12%; defective products – 7%. The dominant share is represented by chips and sawdust, indicating high potential for panel manufacturing and bioenergy applications [2, 6, 7].

Regression model. Based on statistical analysis, the dependence of annual residue volume (R, thousand m<sup>3</sup>) on production volume (P, thousand m<sup>3</sup>) is described by:  $R=0.84+0.18P-0.003P^2$ . The model indicates: nonlinear relationship between production scale and residue generation; decreasing marginal waste intensity with increased production efficiency; determination coefficient  $r^2 \approx 0.91$ . The regression confirms that technological optimization reduces waste intensity at higher production volumes.

A stable downward trend in specific waste generation was observed. Structural composition of residues demonstrates high potential for secondary processing. Regression modeling confirms improved material efficiency due to modernization. Circular integration of residues into particleboard production, briquette manufacturing, and internal energy systems increases enterprise sustainability. **Novelty:** Quantitative analysis of long-term residue dynamics at enterprise level. Development of regression model in natural variables describing residue formation.

Structural assessment aligned with circular economy principles in furniture manufacturing.

The results provide a decision-making basis for waste reduction strategies; support development of internal recycling systems; enable forecasting of residue volumes for production planning; contribute to modernization of educational programs within ForestPost; enhance professional competencies in sustainable furniture manufacturing.

Wood residue formation demonstrates a decreasing specific trend under technological modernization. Chips and sawdust represent the main secondary resource potential. Transition from combustion-focused disposal to value-added utilization is economically justified. It is recommended to: implement digital material flow monitoring systems; increase integration with panel production enterprises; develop closed-loop recycling technologies. The study supports sustainable transformation of furniture manufacturing in line with Ukraine's post-war green rebuilding strategy and European circular economy policies.

#### References

1. Kyyanka, V., & Gayda, S. (2024). Determination of the dynamics of the formation of wood residues and waste from production activities at LLC "Fortuna-Mebli". *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 50, 103-116. <https://doi.org/10.36930/42245009>
2. Gayda, S.V., & Kiyko O.A. (2023). Study of Physical and Mechanical Properties of Post-Consumer Wood of Different Age. *Drewno. Prace naukowe. Doniesienia. Komunikaty*, 66(212), 00010. <https://doi.org/10.53502/wood-177453>.
3. Gayda, S.V. (2023). Determination of the circularity indicator in the forest sector according to the principles of the circular economy. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 49, 99-114. <https://doi.org/10.36930/42234908>
4. Gayda, S.V. (2024). Analysis of the trend of the main indicators of the wood processing industry in the context of the circular economy. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 50, 4-15. <https://doi.org/10.36930/42245001>
5. Gayda, S.V. (2007). A problem of arboreal raw material is in Europe and Ukraine. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 33, 55-63. <https://doi.org/10.36930/42073312>
6. Gayda, S.V. (2018). A investigation and analysis of characteristics of solid furniture boards made of post-consumer wood. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 44, 15-25. <https://doi.org/10.36930/42184402>
7. Gayda, S.V. (2018). MDF-facade technologies. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 44, 72-82. <https://doi.org/10.36930/42184410>
8. Gayda, S.V. (2025). Dynamics of the wood harvesting industry in the context of the circular economy. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 51, 4-16. <https://doi.org/10.36930/42255101>
9. Gayda, S.V., & Lesiv, L.E. (2023). Mathematical model of forecasting volumes of post-consumer wood production. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 49, 33-47. <https://doi.org/10.36930/42234903>
10. Kyyanka, V., & Gayda, S. (2025). Development of approaches for the utilization of wood residues and waste from the processing of wood and composite structural materials in furniture manufacturing at LLC «Fortuna-Mebli». *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 51, 109-123. <https://doi.org/10.36930/42255108>

## **STRUCTURAL FEATURES AND ANALYSIS OF THE MECHANICAL PROPERTIES OF SOLID AND HOLLOW WOODEN BEAMS**

*Lakyda Y., PhD in Engineering; Kharchuk A., PhD student*

*[yuriy.lakyda@nubip.edu.ua](mailto:yuriy.lakyda@nubip.edu.ua)*

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine*

In modern woodworking production, there is a growing need to implement technologies that increase the efficiency of wood utilization and reduce raw material consumption. One of the innovative directions in this field is the production of hollow wooden beams, which combine low weight, sufficient strength, and high energy efficiency of structures.

The aim of the study is to summarize existing technological solutions and to determine ways to improve the efficiency of hollow beam manufacturing in the context of energy saving and optimization of material consumption.

The planning of experimental tests was carried out in order to evaluate the influence of structural features and the type of adhesive joint on the mechanical properties of wooden beams. For the study, it was planned to manufacture a series of samples of two types: solid beams and hollow glued beams with a vertical adhesive joint. Particular attention was paid to the formation of an internal cavity by orienting the waney sides of the blanks inside the cross-section, which made it possible to simulate real technological conditions for manufacturing structures from small-diameter timber. The testing program included a comparative analysis of samples bonded with different types of adhesives (PVA and polyurethane) in order to determine the influence of adhesive joint stiffness on the performance of the composite cross-section. Before conducting the mechanical tests, the geometric parameters of the samples were determined, the required number of test beams was prepared, and identical manufacturing and conditioning conditions were ensured, which made it possible to obtain objective and comparable research results (Fig. 1).

The use of hollow glued beams with a vertical joint arrangement makes it possible to reduce the self-weight of the structure without a loss of load-bearing capacity. The best results were demonstrated by samples bonded with PVA adhesive: in the presence of a technological cavity, their

bending strength was 85.8% higher (52.78 MPa) compared to the solid beam (28.40 MPa).

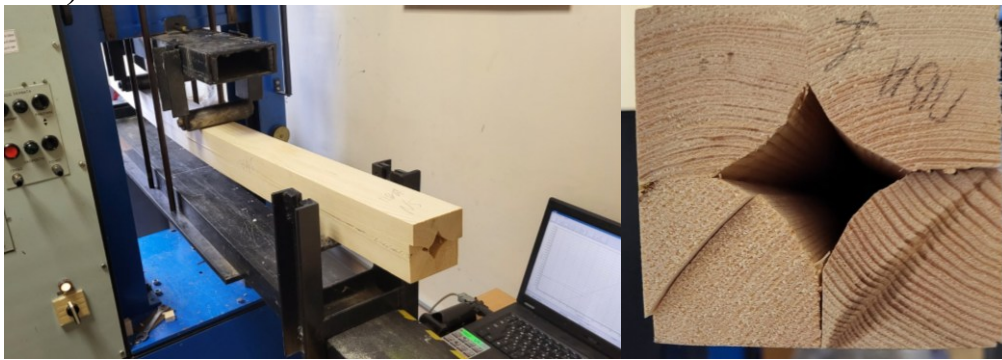


Figure. 1. The process of testing the strength of a hollow wooden beam and a sample of a failed beam bonded with PVA adhesive

The use of hollow glued beams with a vertically oriented adhesive joint not only reduces the material consumption of the structure but can also significantly increase its strength when the appropriate adhesive is selected. The best performance was demonstrated by samples bonded with PVA adhesive: with a 1% reduction in the cross-sectional area (due to the cavity), their strength increased by 86% compared to a solid beam. In this configuration, polyurethane adhesive (PUR) did not provide a strengthening effect, showing results at the level of solid wood, which can be explained by the higher elasticity of the adhesive joint and the adhesive nature of failure.

A decisive influence of the adhesive joint stiffness on the behavior of the composite cross-section was established. Polyvinyl acetate adhesive (PVA) ensured the monolithic performance of the structure by preventing the displacement of the elements. In contrast, polyurethane adhesive (PUR), due to the increased elasticity of the joint and the adhesive nature of failure, showed results at the level of solid wood (28.98 MPa).

The proposed method of forming the internal cavity by orienting the waney sides of the blanks toward the inside of the cross-section eliminates the need for additional milling operations. This simplifies the technological process and reduces energy consumption during manufacturing.

The developed design makes it possible to effectively use small-dimension timber ( $45 \times 45$  mm cross-section). The utilization of waney wood parts, which are usually treated as waste or used for low-value processing, within the internal invisible zone of the beam significantly increases the coefficient of wood utilization and reduces the production cost of the finished product.

## **ESTABLISHING THE DEPENDENCE OF STRENGTH INDICATORS OF COMBINED BLOCKBOARDS ON THE WIDTH OF SLATS MADE OF POST-CONSUMER WOOD**

*Lesiv L., Post-graduate student; Gayda S., Doctor of Engineering Sciences, Professor*  
[lev.lesiv@nltu.edu.ua](mailto:lev.lesiv@nltu.edu.ua)  
*Ukrainian National Forestry University, Ukraine*

The post-war green rebuilding of Ukraine requires efficient utilization of secondary wood resources and the development of engineered wood materials based on post-consumer wood (PCW). Combined blockboards manufactured from reused wood slats represent a promising structural solution; however, the influence of slat width on strength performance remains insufficiently studied. This research establishes the dependence of bending strength of combined blockboards on the width of slats made of reclaimed pine wood and particleboard (PB). Experimental studies were conducted using slats with widths of 30 mm, 50 mm, and 70 mm under standardized manufacturing conditions. Regression analysis in natural variables revealed a nonlinear relationship between bending strength and slat width. The results indicate the existence of an optimal slat width ensuring maximum mechanical performance. The study contributes to circular material engineering and supports the transformation of the forest sector towards sustainable post-war reconstruction.

The forest sector plays a crucial role in Ukraine's sustainable post-war rebuilding [2, 6, 7]. The shortage of high-quality primary timber resources and the need to reduce environmental pressure necessitate the wider use of post-consumer wood in engineered products [6]. Post-consumer wood often demonstrates variable physical and mechanical properties due to prior service conditions [3, 9]. When used in combined blockboards, the geometric parameters of slats significantly influence structural performance [1, 10]. However, methodological approaches to determining optimal slat dimensions for post-consumer wood remain insufficiently developed.

Establishing the relationship between slat width and strength characteristics is therefore essential for designing reliable, resource-efficient blockboard panels that meet modern professional and industrial requirements.

Aim of the study is to establish the quantitative dependence of bending strength ( $\sigma_b$ ) of combined blockboards on the width of slats made of PCW. Object of the study is combined blockboards manufactured from reclaimed pine wood ( $B_{PCW}$ ) and particleboard ( $B_{PB}$ ). Subject of the study is The influence of slat width on bending strength indicators of blockboards.

Research hypothesis. There exists an optimal slat width at which bending strength of combined blockboards reaches a maximum due to the balance between adhesive bonding area and internal stress distribution.

Reclaimed pine wood (*Pinus sylvestris* L.) was used for manufacturing slats. Slats were prepared with widths of 30, 50 and 70 mm. Thickness and length were kept constant [3, 9]. Panels were assembled using standardized adhesive bonding technology under controlled pressing conditions. Specimens were tested for bending strength in accordance with relevant European standards for wood-based panels. Statistical processing was carried out using regression analysis [1,8].

Based on experimental data, a second-order polynomial regression model was obtained in natural variables:  $\sigma_b = 22.374 - 0.092B_{PCW} - 0.197B_{PB} + 0.0000125B_{PCW}^2 + 0.002765B_{PB}^2 + 0.000045B_{PCW}B_{PB}$ .

The model demonstrates a parabolic relationship with a maximum point corresponding to optimal slat width. The coefficient of determination confirmed high adequacy of the model.

Experimental results demonstrated that increasing slat width initially leads to growth in bending strength due to increased effective bonding area. However, excessive width reduces strength because of higher internal stress concentration and structural heterogeneity. The regression analysis indicates that the optimal slat width lies within the range of approximately 30-40 mm, where bending strength reaches its maximum. The results confirm: narrow slats (30 mm) increase the number of glue joints but may introduce structural discontinuities. wide slats (70 mm) reduce joint frequency but increase defect sensitivity. medium-width slats ensure balanced stress distribution. The established mathematical model enables prediction of strength characteristics for intermediate width values [1, 4, 5].

Novelty. The dependence of bending strength of combined blockboards on slat width made of post-consumer wood has been quantitatively established. A regression model in natural variables suitable for engineering calculations has been developed. The study substantiates the feasibility of optimizing geometric parameters for circular wood material engineering.

The obtained results provide engineering justification for optimal slat width selection; support resource-efficient manufacturing technologies;

enable rational use of reclaimed timber in post-war reconstruction; contribute to modernization of master programs under the ForestPost project; enhance professional competencies in circular material design.

The bending strength of combined blockboards depends nonlinearly on slat width. The regression model confirms the existence of an optimal width interval. Slat width of approximately 30-40 mm ensures maximum mechanical performance. Rational geometric optimization enhances both strength performance and circular resource efficiency. For industrial implementation, it is recommended to: Apply medium-width slats when using reclaimed pine wood. Integrate regression-based optimization into production design. Expand research to other wood species and loading modes. The results support sustainable transformation of the forest sector and the development of circular engineering materials aligned with Ukraine's post-war green rebuilding strategy.

#### References

1. Lesiv, L.E. (2025). Theoretical substitution of the patterns of the influence of components from post-consumer wood on the physical and mechanical characteristics of combined blockboards. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 51, 80-93. <https://doi.org/10.36930/42255106>
2. Gayda, S.V. (2025). Analysis of trends in the production volumes of construction materials in Ukraine and Europe. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 51, 34-48. <https://doi.org/10.36930/42255103>
3. Gayda, S.V., & Lesiv, L.E. (2025). The influence of the properties of structural elements made of post-consumer wood on the strength characteristics of combined blockboards. *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 29, 211-220. doi: <https://doi.org/10.15421/412517>
4. Gayda, S.V. (2018). A investigation and analysis of characteristics of solid furniture boards made of post-consumer wood. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 44, 15-25. <https://doi.org/10.36930/42184402>
5. Gayda, S.V. (2018). MDF-facade technologies. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 44, 72-82. <https://doi.org/10.36930/42184410>
6. Gayda, S.V. (2023). Determination of the circularity indicator in the forest sector according to the principles of the circular economy. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 49, 99-114. <https://doi.org/10.36930/42234908>
7. Gayda, S.V. (2025). Dynamics of the wood harvesting industry in the context of the circular economy. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 51, 4-16. <https://doi.org/10.36930/42255101>
8. Gayda, S.V., & Lesiv, L.E. (2023). Mathematical model of forecasting volumes of post-consumer wood production. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 49, 33-47. <https://doi.org/10.36930/42234903>
9. Gayda, S.V., Kiyko, O.A., & Guz, M.M. (2022). Comparative studies of the macro- and microstructures of stump-root wood and stemwood. *Folia Forestalia Polonica, Series A – Forestry*, 64(3), 131-142. <https://doi.org/10.2478/ffp-2022-0013>
10. Lesiv, L.E. (2022). Study of the characteristics of combined of blockboards made of post-consumer wood. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 48, 69-86. <https://doi.org/10.36930/42214806>

## **EXTENSION OF THE SERVICE LIFE OF WOODEN PRODUCTS USING FIRE-PROTECTIVE COATINGS IN THE CONTEXT OF CIRCULAR ECONOMY**

*Lomaha V., PhD*

[vlomaha@nubip.edu.ua](mailto:vlomaha@nubip.edu.ua)

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine*

Wood remains one of the most widely used natural materials in construction, architecture, and furniture manufacturing due to its favorable mechanical properties, low density, aesthetic value, and environmental sustainability. At the same time, wood is characterized by high flammability and the ability to rapidly spread flame across its surface, which significantly limits the safety of wooden structures and products. Improving the fire resistance of wood is therefore an important scientific and practical task aimed at increasing the durability and operational reliability of wood-based materials (Tsapko et al., 2021).

In the context of the transition toward a circular economy, increasing the service life of products and reducing the consumption of primary natural resources are key priorities. Extending the durability of wood products through the application of protective coatings contributes to the reduction of material losses, decreases the need for replacement of structural elements, and promotes the efficient use of renewable resources. Fire-retardant technologies therefore play an important role not only in improving safety but also in ensuring the sustainable use of wood in construction and furniture production (European Commission, 2020).

Fire protection of wood is typically achieved through the application of impregnating compositions and coatings capable of forming heat-insulating layers on the surface of the material. During exposure to high temperatures, such coatings undergo chemical transformations that result in the formation of protective barriers preventing oxygen access and slowing down combustion processes. Among the most effective fire-retardant systems are compositions based on phosphorus-containing compounds, ammonium salts, and polymer film-forming substances that promote the formation of intumescent protective layers during heating (Krüger et al., 2016; Gaff et al., 2019).

The aim of the research was to investigate the mechanism of fire protection of wood treated with fire-retardant impregnating compositions and to evaluate their influence on combustion characteristics. Experimental studies were carried out using pine wood samples with a density of approximately 450-470 kg/m<sup>3</sup>. The samples were treated with impregnating compositions based on ammonium phosphate with antiseptic additives as well as with a composition containing urea, phosphoric acids, and starch. The coatings were applied to the surface of the samples with a consumption rate of 240-260 g/m<sup>2</sup> followed by drying to constant weight. After preparation, the samples were subjected to fire exposure using a laboratory installation equipped with a gas burner and temperature measurement system (Tsapko et al., 2021).

During the experimental tests, key combustion parameters were recorded, including the temperature of gaseous combustion products and the mass loss of the samples. The burning rate of wood was calculated based on the change in sample mass over time relative to the damaged surface area. The results showed that untreated wood samples ignited rapidly and experienced intensive charring accompanied by a sharp increase in combustion gas temperature. In contrast, wood treated with fire-retardant compositions demonstrated significantly improved fire resistance.

Experimental results confirmed that the maximum temperature of gaseous combustion products for treated samples was significantly lower than for untreated wood. In particular, wood treated with ammonium-phosphate-based impregnating compositions exhibited temperatures not exceeding approximately 260 °C with mass losses below 9%. Even higher efficiency was observed for samples treated with a composition of urea, phosphoric acids, and starch, where mass loss decreased to about 3.6%. In addition, the burning rate of treated wood samples decreased by approximately 3.1-7.1 times compared with untreated wood, indicating a substantial improvement in fire protection efficiency (Tsapko et al., 2021).

The mechanism of fire protection is associated with the thermal decomposition of flame-retardant components accompanied by heat absorption and the release of non-combustible gases. At elevated temperatures, the protective coating forms a swollen foam-coke layer that acts as a thermal barrier and significantly reduces heat transfer to the

underlying material. This protective layer prevents intensive burning of wood and slows down the propagation of flame across the surface.

From the perspective of circular economy principles, the application of fire-retardant coatings contributes to the extension of the life cycle of wood products and increases their functional durability. The reduction of combustion intensity and improvement of fire resistance enhance the safety of wooden structures while simultaneously reducing the need for frequent replacement of materials. As a result, the consumption of raw wood resources can be reduced, supporting sustainable resource management and environmentally responsible production practices.

Thus, the conducted research confirms the effectiveness of fire-retardant compositions based on phosphorus-containing compounds and polymer film-forming components for improving the fire resistance of wood. The formation of an intumescent insulating layer significantly reduces burning rate, temperature exposure, and mass loss of wooden materials. The obtained results demonstrate the potential of such protective technologies for improving the safety, durability, and sustainability of wood products within the framework of circular economy principles.

#### References

1. Tsapko, Yu., Tsapko, A., Bondarenko, O., Sukhanevych, M., & Kobryn, M. (2019). Research of the process of spread of fire on beams of wood with fire-protected intumescent coatings. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/708/1/012112>.
2. European Commission (2020). EU Circular Economy Action Plan. URL: [https://environment.ec.europa.eu/strategy/circular-economy-action-plan\\_en](https://environment.ec.europa.eu/strategy/circular-economy-action-plan_en).
3. Krüger, S., Gluth, G., Watolla, M., Morys, M., Häßler, D., & ScharTEL, B. (2016). Reactive fire protection coatings for extreme conditions. *Bautechnik*, 93(8), 531–542.
4. Gaff, M., Kačík, F., Gašparík, M., Osvaldová, L., & Čekovská, H. (2019). The effect of synthetic and natural fire-retardants on burning and chemical characteristics of thermally modified wood. *Construction and Building Materials*, 200, 551–558. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.12.158>.
5. Tsapko, Yu., Lomaha, V., Bondarenko, O., & Sukhanevych, M. (2021). Research of Mechanism of Fire Protection with Wood Lacquer. *Materials Science Forum*, 1038, 531–538. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.1038.531>.

## **PECULIARITIES OF FORMING A GENERALIZED MODEL OF ADAPTIVE DESIGN OF WOOD PRODUCTS IN THE IMOS ENVIRONMENT**

*Lutsenko A., Post-graduate student; Gayda S., Doctor of Engineering  
Sciences, Professor*

*[lutsenko.a@nltu.edu.ua](mailto:lutsenko.a@nltu.edu.ua)*

*Ukrainian National Forestry University, Ukraine*

The transformation of Ukraine's forest sector within the framework of post-war green rebuilding requires the implementation of digital technologies that enhance design flexibility, production efficiency, and sustainability. The IMOS system, as an integrated CAD/CAM solution for furniture and wood product design, provides opportunities for adaptive and parametric modeling. However, the formation of a generalized adaptive design model that ensures continuous improvement of the digital system remains insufficiently structured. This study proposes a conceptual and mathematical framework for forming a generalized adaptive design model of wood products in the IMOS environment. The model integrates user experience feedback, time optimization, and accuracy improvement into a cyclic digital development process. A functional relationship describing iterative system enhancement is presented. The results contribute to digital transformation of the wood-processing sector and support modernization of master-level education under the ForestPost project.

Post-war green rebuilding of Ukraine demands a technologically advanced forest sector capable of delivering customized, high-quality wood products with minimal resource consumption [12]. Digital design environments play a critical role in achieving these goals [3]. IMOS, as an integrated CAD/CAM platform, enables: parametric modeling of furniture components, automatic generation of technical documentation, CNC data export, integration with production workflows [8,9]. However, most implementations focus on static configuration rather than adaptive system evolution [1, 2]. Modern digital environments must incorporate feedback-driven improvement mechanisms to enhance efficiency and design precision over time [10, 11]. Therefore, developing a generalized adaptive model for wood product design in IMOS is a relevant scientific and practical task [4,7].

Aim of the study – to develop a generalized adaptive design model for wood products in the IMOS environment that ensures cyclic system improvement based on performance indicators. Object of the study – digital

design processes of wood products within the IMOS CAD/CAM environment. Subject of the study – the structural and functional parameters influencing adaptive improvement of the IMOS-based design system. Research hypothesis – an adaptive digital design system integrating user feedback, time optimization, and accuracy improvement can ensure continuous cyclic enhancement of IMOS-based wood product design processes.

The research methodology included: structural analysis of IMOS design workflows [1, 2, 3]; parametric modeling assessment; evaluation of time and accuracy performance indicators; development of a cyclic adaptive mathematical model; conceptual integration of feedback mechanisms into system updates. The approach combines systems engineering, digital modeling theory, and performance optimization principles [4, 5, 6, 9].

Generalized adaptive model of IMOS-based design. The adaptive design system is based on cyclic improvement of the digital environment according to the functional relationship:  $IMOS_{v(n+1)}=f(IMOS_{v(n)}, UX_{feedback}, \Delta T, \Delta E)$ ,

where:  $IMOS_{v(n)}$  – current system version;  $IMOS_{v(n+1)}$  – improved system version;  $UX_{feedback}$  – user experience feedback indicator;  $\Delta T$  – time optimization increment;  $\Delta E$  – accuracy improvement increment.

Interpretation of model components:  $UX_{feedback}$  reflects ergonomic efficiency, interface usability, and user-driven corrections;  $\Delta T$  represents reduction in design and production preparation time;  $\Delta E$  reflects improved modeling precision and error reduction. The model ensures iterative improvement of digital workflows and supports parametric adaptability [8, 9].

A generalized adaptive framework for IMOS-based wood product design was developed; a cyclic improvement principle integrating feedback and performance indicators was formalized; the adaptive model increases design efficiency and reduces production errors; integration of feedback loops enhances digital system sustainability; the model supports digital transformation of wood-processing enterprises.

Scientific novelty: development of a generalized cyclic adaptive model for CAD/CAM-based wood product design; formalization of digital system evolution using performance-based functional relationships; integration of UX-driven optimization into forestry-sector digitalization.

The proposed model improves design speed and precision; reduces production preparation time; enhances integration between design and

manufacturing; supports digital maturity of wood-processing enterprises; contributes to modernization of master programs under ForestPost.

Adaptive digital modeling is essential for sustainable forest-sector transformation; integration of user feedback significantly improves system efficiency; time and accuracy indicators should be embedded into system evaluation; the proposed functional model ensures cyclic digital evolution.

It is recommended to: implement feedback-driven adaptive mechanisms in IMOS; develop automated performance monitoring modules; expand the model to include AI-assisted design optimization; integrate adaptive modeling principles into master-level education. The study supports digital transformation of Ukraine's wood-processing sector and aligns with the objectives of post-war green rebuilding and ForestPost modernization initiatives.

### References

1. Gayda, S.V. (2003). Flexible automated production – the future of woodworking. *Equipment and tools for professionals*, 1, 53-60.
2. Gayda, S.V. (2003). Analysis of the characteristics of flexible automated production. *Equipment and tools for professionals*, 5, 52-59.
3. Gayda, S.V. (2004). Software foundations of production flexibility. *Furniture technologies*, 2, 49-61.
4. Gayda, S.V. (2007). Research of concentration of operations is in modern furniture production. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 33, 73-79. <https://doi.org/10.36930/42073314>
5. Gayda, S.V. (2007). A problem of arboreal raw material is in Europe and Ukraine. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 33, 55-63. <https://doi.org/10.36930/42073312>
6. Gayda, S.V. (2018). A investigation and analysis of characteristics of solid furniture boards made of post-consumer wood. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 44, 15-25. <https://doi.org/10.36930/42184402>
7. Gayda, S.V. (2018). MDF-facade technologies. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 44, 72-82. <https://doi.org/10.36930/42184410>
8. Lutsenko, A.O. (2025). Formulation of a mathematical model of adaptive furniture design within the IMOS CAD Environment. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 51, 135-150. <https://doi.org/10.36930/42255110>
9. Lutsenko, A.O. (2024). Ensuring effective symbiosis of the Imos program with flexible automated furniture production. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 50, 77-93. <https://doi.org/10.36930/42245007>
10. Orikhovskyy, R.Ya., & Gayda, S.V. (2024). Determination of runnibg time losses in automated processing systems of woodworking. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 50, 41-51. <https://doi.org/10.36930/42245004>
11. Orikhovskyy, R.Ya, Gayda, S.V., Grytsak, S.A., Salapak, L.V. (2025). Choice of the sequence of productivity of machinery in automated production systems of the woodworking manufacturing. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 51, 17-33. <https://doi.org/10.36930/42255102>
12. Gayda, S. (2025). Analysis of trends in the production volumes of construction materials in Ukraine and Europe. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 51, 34-48. <https://doi.org/10.36930/42255103>

## PRICING MANAGEMENT MECHANISMS IN THE TIMBER MARKET IN UKRAINE

*Maksymets O., PhD in Economics; Muravjov Yu., PhD in Economics*

[olena.maksymets@ntu.edu.ua](mailto:olena.maksymets@ntu.edu.ua)

*Ukrainian National Forestry University, Ukraine*

The forest sector plays an important role in the development of Ukraine's economy, providing raw materials for the woodworking, furniture, construction, and energy industries. The efficiency of forestry operations largely depends on the mechanisms of pricing for timber and the organization of its market distribution [1; 6].

Under current conditions, timber sales in Ukraine are mainly carried out through a system of electronic auctions designed to ensure transparency of trade, competition, and the formation of market-based timber prices [3; 5]. At the same time, the practice of the timber market functioning indicates a number of problems, including significant price volatility, the influence of intermediaries on auction results, imperfections in regulatory frameworks, and limited access of certain enterprises to forest resources [5; 9].

Another pressing issue is the insufficient level of deep wood processing. A significant share of forest resources is sold in the form of roundwood, which leads to the loss of potential added value and reduces the economic benefits for the national economy [6; 8; 9].

The purpose of this study is to analyze the current features of pricing for roundwood in Ukraine, identify the main problems in the functioning of the timber market, and substantiate prospects for improving pricing management mechanisms in the timber market. The following research methods were used: analysis and synthesis, a systemic approach, comparative analysis, statistical methods, SWOT analysis, PEST analysis, and the generalization method.

Auction trading is one of the most effective mechanisms for the sale of forest resources, as it ensures competitive price formation and transparency in timber sales [6]. In most European countries, timber is sold through open auctions organized by state or private forest owners [2]. The choice of pricing methodology depends on the applied approach (Table 1).

## Approaches for timber pricing

Approach	Characteristics	Features
Market approach (actual auctions)	The price on the exchange is formed through bidding, where the winner is the participant offering the highest price for the lot. Exchange prices serve as the basis for the market valuation of roundwood	This is the most transparent approach, reflecting the real balance of supply and demand at a given moment
Starting auction prices	Often established based on the weighted average of previous exchange prices over a certain period (quarter/month)	This approach helps avoid inflated bids and instability at the beginning of auctions
Cost-based approach	The price is formed based on harvesting costs (planned costs of logging, transportation, reforestation activities, taxes and fees, e.g., stumpage fee)	This approach is less common specifically for the timber market but can be used as a baseline estimate of the minimum economically justified price

Electronic auctions make it possible to attract a wider range of market participants, reduce transaction costs, and increase the level of competition [5]. Under such conditions, timber prices are formed under the influence of supply and demand, which corresponds to the principles of a market economy. The main stages of auction timber sales include lot formation, publication of auction information, submission of applications by participants, the auction itself, and the conclusion of a contract [2]. Price formation for timber depends on many economic factors, including domestic and foreign demand, volumes of timber harvesting, transportation costs, and the macroeconomic situation [2].

A significant problem is the high volatility of timber prices, which may negatively affect the financial stability of forestry enterprises. During periods of declining demand, enterprises are forced to sell timber at lower prices, which leads to reduced revenues and limits the ability to finance reforestation activities [5].

In addition, intermediaries significantly influence price formation by purchasing forest resources at auctions and reselling them with additional markups. This practice may limit the access of woodworking enterprises to raw materials and reduce the efficiency of market functioning. Another problem is the insufficient development of domestic wood processing. The sale of roundwood without further processing leads to the loss of a significant share of added value and reduces the competitiveness of the economy.

To improve the efficiency of the timber market, it is necessary to enhance auction trading mechanisms and pricing policies. One important direction is the creation of conditions for direct access of woodworking enterprises to forest resources, which will reduce the influence of intermediaries on price formation.

A promising instrument is the introduction of long-term contracts between forestry enterprises and major timber consumers. This would help stabilize enterprise revenues and reduce the risks of market price fluctuations. Another important direction is stimulating the development of the woodworking industry and the production of high value-added products.

### References

1. Forest Code of Ukraine: Law of Ukraine dated 21.01.1994 No. 3852-XII.
2. On approval of the procedure for the sale of roundwood: Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine.
3. State Forest Resources Agency of Ukraine. Official website. URL: <https://forest.gov.ua>
4. State Enterprise “Forests of Ukraine”. Analytical materials and activity statistics.
5. Muravjov, Yu. V., & Maksymets, O. V. (2025). Management of timber auction trading: problems and prospects of pricing. *Efficiency of Public Administration*, 3(84/85), 77–83. <https://doi.org/10.36930/508411>
6. Ukrainian Universal Exchange. Analytics of timber exchange trading.
7. Trade Map. International Trade Statistics for Forest Products (HS code 4403).
8. FAO. *Global Forest Resources Assessment 2022*. Rome: FAO, 2022.
9. UNECE. *Forest Products Annual Market Review 2023–2024*. Geneva: United Nations, 2024.

## CONCEPTUAL FOUNDATIONS OF REGENERATIVE ECONOMY IN WOOD WASTE UTILIZATION TECHNOLOGIES: ECOLOGICAL AND TECHNICAL ASPECTS

*Maksymiv M., PhD Student*

*Ukrainian National Forestry University, Ukraine*

[maksymiv.mi@nltu.edu.ua](mailto:maksymiv.mi@nltu.edu.ua)

In the context of global climate change and other ecological, economic, social, and political challenges, the traditional linear model of resource consumption has exhausted itself. This necessitates a transition from the paradigms of sustainable development and circular economies (including bioeconomy) to the principles of a regenerative economy. At its core lies the idea that the economy should function similarly to nature. In other words, a regenerative economy is not merely "sustainable development" – which typically aims only at minimizing harm – but a model for the active restoration and improvement of ecological and social systems [1].

Among the natural resources well-suited for processing within a regenerative framework, wood and its primary component, cellulose, hold a prominent place. They are the most abundant and vital sustainable materials available to humanity for addressing major societal challenges. Wood-based materials represent a crucial, if not the only, industrial-scale production stream capable of continuously meeting societal needs with advanced materials. Cellulose, which emerged through cyanobacterial biosynthesis over 3.5 billion years ago and migrated into the plant kingdom over eons, is the fundamental building block of life on Earth and the most prevalent natural polymer at our disposal. Consequently, wood became the primary material that civilized humanity [2].

In ancient times, toolmaking and housing construction from wood enabled the emergence of settlements and cities. Later, wood revolutionized information dissemination through paper, and in the last century, it paved the way for modern polymer chemistry and synthetic plastics. The industrial processing of cellulose in the 1900s led to a significant expansion of the forestry, woodworking, and paper industries, providing a reliable source of renewable raw materials [2].

In Ukraine, industrial roundwood accounts for 45.5% of the total harvested timber volume (14,885.9 thousand m<sup>3</sup>), while the remainder

consists of fuelwood (54.4%) and non-liquid wood (0.1 thousand m<sup>3</sup>). The total sales volume of all types of roundwood amounted to 14,823.8 thousand m<sup>3</sup>, totaling UAH 25,723.9 million. Of this total, industrial roundwood accounted for 6,686.6 thousand m<sup>3</sup> (valued at UAH 18,497.8 million), while fuelwood accounted for 8,137.2 thousand m<sup>3</sup> (valued at UAH 7,226.1 million) [3].

Waste is an inherent element of production and technological processes at all stages of forest cultivation, harvesting, and wood processing. Utilizing wood waste within a regenerative model means that businesses do not simply incinerate refuse but create a system where logging by-products restore soil, social infrastructure, and energy. Thus, wood waste is viewed not merely as a byproduct but as a strategic asset – a vital component of natural capital capable of restoring ecosystem balance and ensuring the sustainable development of the forest industrial complex.

The Renewable Energy Directive III (RED III), adopted in 2023 [4], is a pivotal EU legislative act that radically alters the landscape for the forestry and energy sectors by imposing strict limits on wood incineration and incentivizing regenerative use. The Directive introduces the Cascading Principle and prohibits state support for burning wood that can be used otherwise. According to the cascading principle, the priority of wood use is established as follows: high-quality wood products (furniture, structures); extending product life; reuse and recycling; and finally, bioenergy (incineration only as a last resort). Thus, the cascading principle is not a standalone technology but a strategic approach: wood is first used for solid products, then processed into boards (MDF), then into insulation materials, and only ultimately for energy or fertilizers.

The key to effective wood waste utilization under the cascading principle lies in clear classification and innovative sorting technologies [5]. High-precision automated separation (AI & NIR) serves as the "gateway" to regeneration. To ensure wood becomes a valuable resource rather than fuel, clean wood must be separated from contaminated material (containing varnishes, glues, or PVC edges). This can be achieved through:

- Near-Infrared Spectroscopy (NIR): allowing for the instantaneous identification of the chemical composition of coatings.
- AI-driven Robotic Sorting: recognizing wood species and product types for subsequent high-quality processing (upcycling).

A promising method for wood waste utilization is the production of Wood-Plastic Composites (WPC). This exemplifies closing the loop, where

wood flour is mixed with recycled polymers to create durable materials for decks, facades, and outdoor furniture, which are themselves recyclable.

Modern waste management also includes thermochemical conversion—pyrolysis and gasification. If wood is unsuitable for reuse, the regenerative approach favors the production of Biochar (carbon that is not burned to release CO<sub>2</sub> but is "sequestered"). It is added to soil to restore fertility or to concrete to create a negative carbon footprint.

In Ukraine, startups and pilot projects are already utilizing pyrolysis plants to process residues from logging sites and sanitary felling. Such projects have been implemented, for example, in the Transcarpathian region, where wood waste is converted into biochar, subsequently used by local farms to restore depleted soils. The regenerative aspect of this technology lies in the fact that it is not just disposal, but the restoration of natural capital (soil fertility) and the creation of a long-term carbon sink (Biochar does not decompose in the soil for hundreds of years).

#### References

1. Fullerton J. Regenerative Economics: Revolutionary Thinking for a World in Crisis,
2. Hamed M. M., Sandberg M., Olsson R. T., Pedersen J., Bensefelt T., Wohler J., Wood and Cellulose: the Most Sustainable Advanced Materials for Past, Present, and Future Civilizations. *Adv. Mater.* 2025, 37, 2415787. 10.1002/adma.202415787
3. SSSU (2023). State Statistics Service of Ukraine. *Statistical data on population and environment*. ULR: [https://ukrstat.gov.ua/operativ/menu/menu\\_u/cg.htm](https://ukrstat.gov.ua/operativ/menu/menu_u/cg.htm).
4. Directive (EU) 2023/2413 of the European Parliament and of the Council of 18 October 2023 amending Directive (EU) 2018/2001, Regulation (EU) 2018/1999 and Directive 98/70/EC as regards the promotion of energy from renewable sources, and repealing Council Directive (EU) 2015/652 (RED III). *Official Journal of the European Union*, L 2023/2413. SSSU (2024). State Statistics Service of Ukraine. *Statistical data on population and environment*. ULR: [https://ukrstat.gov.ua/operativ/menu/menu\\_u/cg.htm](https://ukrstat.gov.ua/operativ/menu/menu_u/cg.htm)
5. Kshivetskyi B.Ya., Maksymiv M.I. WOOD WASTE MANAGEMENT TECHNOLOGIES IN THE CONTEXT OF POST-WAR GREEN REBUILDING OF UKRAINE / Forestry Contribution to the European Green Deal: Bridges between EU and Ukrainian Educational Practices. Book of Abstracts of the International International Conference (SBTU, Kharkiv, Ukraine, June 5-6, 2025). – Kharkiv, Ukraine, SBTU: 2025. – P. 155-157. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.17079555>.

## **TECHNOLOGY OF PREPARING POST-CONSUMER WOOD FOR THE PRODUCTION OF BLOCKBOARDS**

*Medvid L., Post-graduate student; Gayda S., Doctor of Engineering  
Sciences, Professor*

*[lyubomyr.medvid@nltu.edu.ua](mailto:lyubomyr.medvid@nltu.edu.ua)*

*Ukrainian National Forestry University, Ukraine*

The post-war green rebuilding of Ukraine requires the efficient utilization of secondary wood resources and the development of circular technological solutions within the forest sector. Post-consumer wood (PCW) represents a significant raw material potential; however, its structural heterogeneity, contamination, and variable mechanical properties complicate its reuse in wood products. Develops a technological process for preparing reclaimed wood into dimensionally suitable slats for blockboard production. The technological stages are analyzed, and the relative importance of each operation within the overall preparation process is quantified. The proposed framework integrates material inspection, defect removal, dimensional optimization, moisture stabilization, and structural grading. The research demonstrates that technological preparation accounts for the dominant share of final product quality, directly influencing strength, durability, and bonding reliability. The results support the modernization of master programs and contribute to the transformation of Ukraine's forest sector toward circular and sustainable production systems under the ForestPost project.

Ukraine's post-war recovery requires sustainable resource management and the reduction of dependence on primary timber resources [3, 6, 7]. The growing volume of post-consumer wood (PCW) generated from dismantled buildings, furniture, and construction waste provides a valuable secondary raw material base [1]. However, PCW is characterized by irregular geometry, presence of nails, adhesives, and coatings, biological degradation, variable moisture content, internal structural defects [8, 9].

These factors complicate its direct use in engineered wood products such as blockboards [2, 4]. Without systematic technological preparation, PCW cannot meet structural and bonding requirements [2, 10]. The development of a structured preparation technology is therefore essential for ensuring stable mechanical performance and industrial feasibility [1, 2].

Aim of the study. To develop and substantiate a technological process for preparing PCW into dimensionally suitable slats for blockboard manufacturing. Object of the study. PCW intended for reuse in blockboard production. Subject of the study. Technological operations and their influence on the quality and structural suitability of prepared slats. Research hypothesis. A structured multi-stage preparation process with optimized technological operations significantly improves the dimensional stability, bonding quality, and mechanical performance of blockboards made from PCW.

The study integrates: technological analysis of preparation operations; experimental preparation of reclaimed pine wood; structural grading; moisture stabilization assessment; evaluation of dimensional accuracy; process efficiency analysis [1, 5, 8]. Each technological stage was evaluated according to its contribution to final slat quality. A weighted importance coefficient was assigned based on structural influence, defect reduction efficiency, and bonding reliability impact.

The preparation of PCW for blockboard production includes the following stages – summary of operational importance (%): 1. Initial sorting and visual inspection – 12%. This stage prevents structurally unsuitable material from entering further processing. 2. Removal of foreign inclusions (metal detection and extraction) – 14%. Critical for preventing equipment damage and ensuring bonding reliability. 3. Cutting and primary dimensioning – 18%. This stage determines dimensional optimization and material yield. 4. Defect elimination and structural optimization – 16%. Directly affects mechanical performance. 5. Drying and moisture stabilization – 15%. Target moisture content: 8-10%. Ensures bonding stability and dimensional accuracy. 6. Calibration planing and thickness adjustment – 10%. Provides geometric precision. 7. Structural grading and strength classification – 8%. Ensures uniformity in structural performance. 8. Final precision ripping into slats – 7%. The highest influence is attributed to primary cutting and defect elimination (34% combined), indicating the decisive role of dimensional and structural optimization.

A structured preparation model for PCW was developed; the weighted contribution of each technological stage was quantified; dimensional stability and bonding reliability improved after full technological preparation; the integrated preparation system enhances material yield and reduces rejection rate; the approach supports circular engineering in furniture and construction materials.

Scientific novelty: systematization of PCW preparation technology into a weighted multi-stage model; quantitative assessment of technological

stage importance; integration of structural grading with circular wood engineering principles; adaptation of reclaimed wood preparation technology to blockboard production. Practical Significance. The developed technology: enables industrial-scale reuse of post-consumer wood; reduces dependence on primary timber resources; improves product quality consistency; supports sustainable reconstruction initiatives; enhances professional competencies in circular wood processing under the ForestPost framework.

Technological preparation is the key determinant of PCW usability in blockboard manufacturing; dimensional optimization and defect elimination have the greatest impact on final product performance; moisture stabilization ensures bonding reliability and structural durability; a structured preparation system increases circular resource efficiency. It is recommended to: implement digital tracking of PCW preparation stages; introduce standardized grading protocols. The developed technological framework contributes to sustainable transformation of Ukraine's forest sector and supports post-war green rebuilding strategies aligned with EU circular economy principles.

#### References

1. Medvid, L.V. (2021). Post-consumer wood – an additional reserve of raw materials for construction materials. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 47, 34-46. <https://doi.org/10.36930/42214706>
2. Medvid, L.V., & Gayda, S.V. (2023). Determination of the strength indicators of normal blockboard made of post-consumer wood. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 49, 85-98. <https://doi.org/10.36930/42234907>
3. Gayda, S.V. (2007). A problem of arboreal raw material is in Europe and Ukraine. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 33, 55-63. <https://doi.org/10.36930/42073312>
4. Gayda, S.V. (2018). A investigation and analysis of characteristics of solid furniture boards made of post-consumer wood. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 44, 15-25. <https://doi.org/10.36930/42184402>
5. Gayda, S.V. (2018). MDF-facade technologies. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 44, 72-82. <https://doi.org/10.36930/42184410>
6. Gayda, S.V. (2023). Determination of the circularity indicator in the forest sector according to the principles of the circular economy. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 49, 99-114. <https://doi.org/10.36930/42234908>
7. Gayda, S.V. (2025). Dynamics of the wood harvesting industry in the context of the circular economy. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 51, 4-16. <https://doi.org/10.36930/42255101>
8. Gayda, S.V., & Kiyko O.A. (2023). Study of Physical and Mechanical Properties of Post-Consumer Wood of Different Age. *Drewno. Prace naukowe. Doniesienia. Komunikaty*, 66(212), 00010. <https://doi.org/10.53502/wood-177453>.
9. Gayda, S.V., Kiyko, O.A., & Guz, M.M. (2022). Comparative studies of the macro- and microstructures of stump-root wood and stemwood. *Folia Forestalia Polonica, Series A – Forestry*, 64(3), 131-142. <https://doi.org/10.2478/ffp-2022-0013>
10. Gayda S.V., Medvid L.V. (2024). Construction of the mathematical model of the strength of post-consumer wood made blockboard of different designs. *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 27, 180-189. <https://doi.org/10.15421/412424>

## **PLANT RESIDUES AS POSSIBLE FOREST FUELS IN CONIFERS FORESTS**

*Mitrofan I., Sumedrea S., Muşat E.C., Faculty of Silviculture and forest engineering*

*[elena.musat@unitbv.ro](mailto:elena.musat@unitbv.ro)*

*Transilvania University of Braşov, Romania*

The plant materials existing in a forest (moss, lichens, herbaceous cover, litter, undergrowth, stands and exploitation residues) vary from one type of forest to another (Muşat, 2024), but are also conditioned by the age, exposure and altitude (Davies-Colley et al., 2000), as well as by the interventions of the human factor in order to comply with the rules of management of stands in accordance with the prescriptions of the forestry arrangements.

In general, the aerial part of a tree, located above the felling level, is used as a result of the harvesting process. This volume includes the volume of the trunk and branches (with a diameter greater than 5 cm for conifers and 3 cm for deciduous trees), which represents about 81% of the total volume of a tree for conifers and 79% for deciduous trees (Ciubotaru, 1998). The rest of the material remains in the forest and can represent fuel for a future forest fire.

Fuels are defined as all materials in solid, liquid or gaseous state, which, in the presence of air, can ignite and burn, contributing to the increase in the amount of heat developed by the fire (Burlui, 2014). If the respective material is located in the forest area and is of plant origin, then it is called forest fuel.

On the other hand, combustibility represents the property of a material to ignite and burn in the presence of air, contributing to increasing the amount of heat developed by the fire (Ciobanu and Ioraş, 2007). In general, conifers contain a higher heat of combustion than hardwoods because they contain resins that have a higher energy value than cellulosic material (Adam, 2007). The amount of fuel available is influenced by the moisture content and the spatial distribution of the total fuel. The shape and dimensions determine flammability and the heat transfer. To prevent forest

fires, knowledge of the combustibility and flammability of forests is of particular importance, especially since, in the case of forests, combustibility and flammability are influenced by a series of factors, which can be grouped into silvicultural factors and meteorological factors (Ciobanu and Ioraş, 2007). The category of silvicultural factors includes: the type of forest, the consistency of the stand, the nature of the litter and grass cover, as well as the age of the trees.

In order to quantify the material damage that a fire can cause, it was considered appropriate to establish the quantities of fuels remaining on the forest ground in coniferous stands. In this regard, the purpose of the research was to estimate the quantity of combustible materials found on the forest ground in stands consisting predominantly of coniferous species, representative for mountain areas.

Coniferous forests are characterized by a higher burning capacity, while deciduous forests have a much lower burning capacity (Calvino-Cancela et al., 2017). The increased burning capacity of coniferous forests is explained by the fact that both the foliage and the litter contain a lot of resin (Adam, 2007).

The research was carried out within the Bucegi Piatra Craiului Ciucaş R.A. Forest District, more precisely in Production Unit no. I – Moieciu, where the important share is occupied by coniferous forests, where five management units (compartments) were studied, different in terms of the stationary factors that would influence combustibility of the forests.

The methodology involved collecting data from each compartment, by placed randomly five experimental plots of 2 x 2 m (4 m<sup>2</sup>), delimited with stakes and tape. From these experimental plots all the plant materials, that could constitute fuels for a forest fire, were differentiated and weighed (dry needles and branches, green needles and branches, cones, wood debris, bark and dry grass).

A comparative analysis of the data between the five compartments indicates the preservation of a balanced distribution, so that the largest quantities of combustible materials consist of needles, branches, cones and woody debris, and the smallest refer to bark and grass.

In the case of compartment number 25D, large quantities of cones were encountered in all 5 experimental plots. This may be due to the fact that the stand is 100 years old and consists only of spruce trees (100% spruce), i.e. trees that are close to the age of exploitation, but that bear fruit abundantly.

Within compartment number 25A, the predominance of needles and dry branches at ground level was observed, with other combustible materials being found in small quantities, under 1 kg for each type of combustible material, which may be due to the composition of the stand, which involves 30% beech.

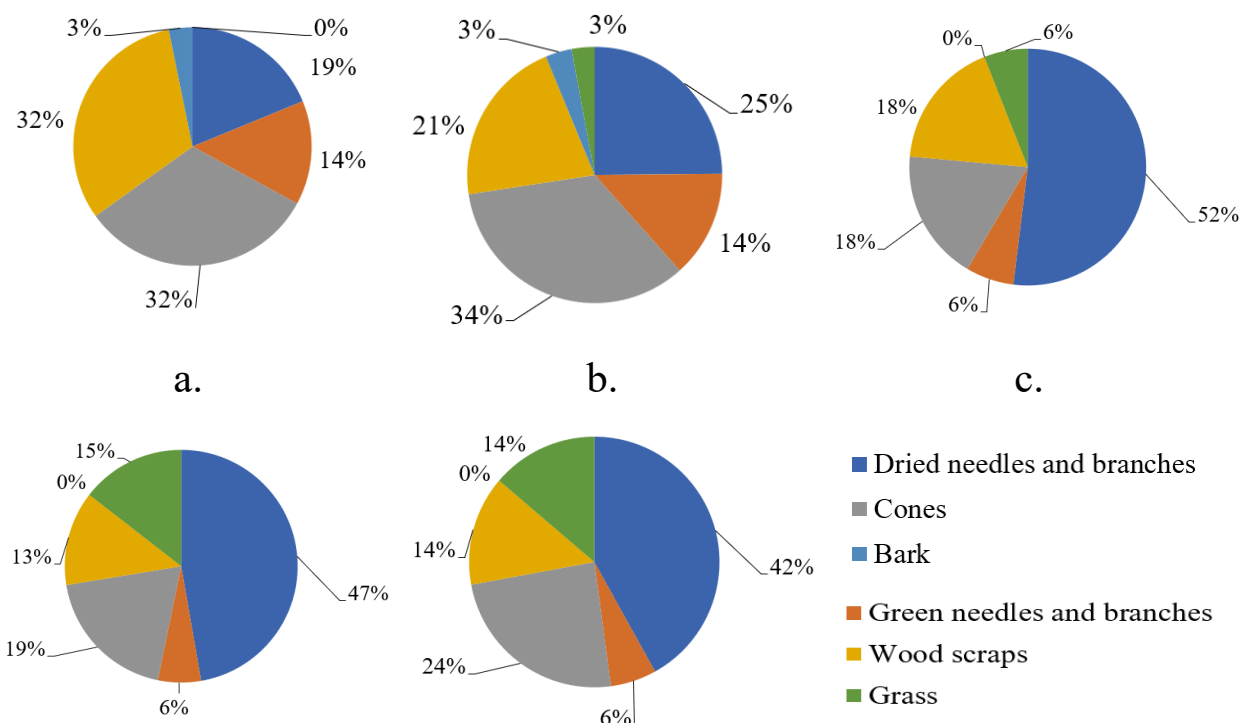


Figure 2. Percentage distribution of various types of forest fuels on management units: a. 27C; b. 25D; c. 25A; d. 24B; e. 22A

In the experimental plots established in compartments 24B and 22A, a similar distribution of both quantities and types of fuels encountered is observed. This aspect can be explained by the fact that both stands are of similar ages (50-55 years), even if differences appear in terms of composition (24B – 80% spruce, 20% beech, and 22A – 100% spruce).

The consistency of the stand is a determining factor that contributes to the quantitative value of the combustible materials in the stands studied. The type of forest and the age of the stand are other factors that contribute, to a large extent, to the quantitative value of these combustible materials. Advanced age is another factor that increases the risk in the event of a fire, and in terms of consistency, 0.7 is a suitable consistency, where the litter is not too dry, but at the same time the propagation speed will be lower.

The degree of accessibility in the forest is another important factor in managing potential fires, as a denser network of forest roads and transport

routes makes accessibility better, and interventions will be more efficient. Thickening the transportation network would bring a real benefit because it would increase accessibility and thus hard-to-reach areas would be easy to monitor and fires could be managed efficiently.

#### References

1. Adam, I., 2007. Metodă de evaluare a riscului de incendiu în pădurile României (Fire risk assessment method in Romanian forests). *Analele I.C.A.S.*, vol. 50, pp. 261-271.
2. Burlui I., 2014. Incendiile de pădure – Cauze, manifestare și stingere (Forest fires-Causes, manifestation and extinguishing methods). Lidana Publishing House, Suceava, Romania, 201 p.
3. Calvino-Cancela M., Chas-Amil M.L., Garcia-Martinez E.D., Touza J., 2017. Interacting effects of topography, vegetation, human activities and wildland-urban interfaces on wildfire ignition risk. *Forest Ecology and Management*, vol. 397, pp. 10-17.
4. Ciobanu V., Ioraș Fl., 2007. Incendii forestiere (Forest fires). Transilvania University Publishing House, Brasov, Romania, 131 p.
5. Ciubotaru, A., 1998. Exploatarea pădurilor (Forest harvesting). Lux Libris Publishing House, Brasov, Romania, 303 p.
6. Davies-Colley R.J., Payne G.W., van Elswijk M., 2000. Microclimate gradients across a forest edge. *New Zealand Journal of Ecology*, vol. 24(2), pp. 111-121.
7. Mușat, E.C., 2024. Impact of forest fires on the trees and wood quality - A case study for a beech stand. *Fire, Special Issue Post-fire effects on environment*, vol. 7(9), ID article 325.

## "FOREST ECOSYSTEM SERVICES" COURSE IN THE MASTER'S PROGRAM: DUAL LEARNING MODEL

*Nazarenko V.<sup>1</sup>, PhD in Forestry; Pasternak V.<sup>1,2</sup>, Doctor habil.  
(Agricultural Sciences)  
[pasternak65@ukr.net](mailto:pasternak65@ukr.net)*

*<sup>1</sup>State Biotechnological University, Ukraine*

*<sup>2</sup>Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration, Ukraine*

Forests of Ukraine perform important ecological, social and resource functions, are one of the most powerful factors that stabilize the natural ecosystems and enhance their resistance to anthropogenic impact and climate change (Tkach, 2002). Ecosystem services link ecosystems and the production-consumption activities of governmental institutions, enterprises, and the population. Indicators of ecosystem services can be presented in physical or monetary units. In frame of the EU INCA project (Integrated Accounting for Natural Capital and Ecosystem Services) it was assessed seven ecosystem services – provision of agricultural products and timber, water purification, flood protection, crop pollination, carbon sequestration and recreation in natural areas (Accounting for ecosystems and their services, 2012).

Ecosystem services are divided into supporting, provisioning, regulating and cultural. Supporting services aid the functioning of ecosystems, without delivering products or varying any environmental conditions that directly benefit humans. Provisioning services are the services and goods that can be collected or harvested in the forests, such as: raw material; food; water; genetic resources. Regulating services are the benefits obtained from the function of ecosystem processes such as: erosion and flood control; water and air purification; climate regulation. Cultural services are the non-material benefits people obtain from ecosystems through spiritual enrichment, development and recreation. According to generalized estimates total cost of ecosystem services is 171 521 mln. EUR, woodland and forests 81 414 mln. EUR (Ecosystem services, 2025).

In the period of post-war rebuilding, Ukraine will need to increase the use of forest resources, and it is quite important to understand their rational and balanced use. According to the European Green Deal, forests are not only a source of wood, it emphasizes the concept of multifunctionality of forests, which are managed to provide a wide range of benefits, including

ecological services. In this context that understanding the diversity of ecosystem services, importance of rational use, conservation and multiplication makes the study of the course "Forest Ecosystem Services" relevant in order to ensure the formation of "green" skills in future forest industry specialists in our country. As part of the project “Modernizing master programs to support forest sector transformation towards Ukraine’s post-war green rebuilding (ForestPost)” founded by the European Union, the development of courses, including “Forest Ecosystem services” are envisaged with the implementation of elements of dual education.

The course, which is designed for 3 ECTS credits for the Master's educational and professional program "Forestry", provides for consideration of modern European approaches assessment of ecosystem services, their regulatory and legal support, as well as the role of forests in the formation of environmental restoration processes. Special attention is planned to be paid to the methodology of assessment of forest ecosystem services using modern approaches and classifications, as well as the practical application of information technologies for the analysis and justification of management decisions. As a result of studying the discipline, applicants acquire knowledge and practical skills in the identification, assessment and comparative analysis of forest ecosystem services. An important element in consolidating the course is the stay of applicants at workplaces in enterprises, institutions and organizations subordinate to the State Forest Resources Agency, which act as associated partners within the project.

Practical training will be based on real research methodologies and datasets. Part of the practical classes are planned to be conducted in collaboration with specialists of research institution and Forest Management Unit, with the involvement of specialists in planning and carrying out fieldwork, participating in seminars, discussing applied case studies and forestry tasks. Students would gain practical experience in conducting research and analysing forest management materials, which strengthens the practical focus of the program and prepares graduates for scientific research, design and practical activities in forestry. This approach promotes the integration of education, science and production and meets the modern challenges of the transformation of the forest sector of Ukraine.

#### **References**

1. Accounting for ecosystems and their services in the European Union (INCA). 2012. Final Report from phase II:
2. Ecosystem services. 2025. <https://forest.eea.europa.eu/topics/society/ecosystem-services>
3. Tkach V.P. 2002. Forests and forest cover of Ukraine: the current state and perspectives of development. Ukrainian geographical journal, 2. 53-54.

## **BEYOND TECHNICAL EXPERTISE: INTEGRATING DONOR GOVERNANCE COMPETENCE INTO FORESTRY EDUCATION**

*Nikitchenko Y., Associate Professor of Environmental Management and Entrepreneurship, Project Manager*

[u1620@hnee.de](mailto:u1620@hnee.de)

*Eberswalde University for Sustainable Development, Germany*

Forestry education in Ukraine remains predominantly technical, while sectoral development increasingly operates within international funding frameworks defined by performance-based evaluation and accountability requirements. This paper identifies a structural gap between technical forestry expertise and the governance logics that shape access to financing and project approval. It conceptualizes donor governance competencies as the professional capacity to interpret funding rules, align initiatives with policy priorities, design measurable interventions, and operate strategically within institutional environments. Highlighting the temporal mismatch between long-term forest management cycles and short-term project funding, the paper proposes a three-level model for embedding governance competence into higher education and reframes it as a structural dimension of contemporary forestry professionalism.

Forestry education in Ukraine has traditionally prioritized discipline-specific and technically oriented training. Curricula are structured around forest management planning, silviculture, ecosystem restoration, biodiversity conservation and resource assessment. This model has ensured strong expertise and field-level competence among practitioners. However, the institutional environment in which forestry professionals operate is undergoing transformation. Many forest-related initiatives are now implemented within international financing frameworks that evaluate projects according to clearly defined priorities, eligibility criteria, performance indicators and reporting standards [1, 5]. As a result, forest management no longer functions as an autonomous technical domain; it must increasingly be articulated in governance terms, framed through policy alignment, measurable indicators and accountability requirements.

While elements of project management have been incorporated into many study programmes, these additions primarily address administrative execution rather than the development of donor governance competencies as the capacity to interpret donor rules, anticipate compliance requirements and strategically position sectoral projects within competitive funding systems [3].

This paper conceptualizes donor governance competencies as a necessary extension of contemporary forestry professionalism. By framing governance capacity as a structural dimension of professional identity rather than an external administrative requirement, it contributes to debates on sectoral modernization and the role of higher education in preparing professionals to operate within governance-oriented policy environments.

Institutional transformation and the governance logic of funding. Funding in any sector has always been subject to formal criteria and reporting requirements [4]. However, the increasing reliance on international financing has strengthened the role of performance-based evaluation, policy alignment and standardized accountability procedures as structuring elements of sectoral development. These mechanisms no longer function merely as administrative conditions; they increasingly shape how projects are designed, prioritized and justified [3].

As a result, forestry projects must be formulated in ways that correspond not only to technical standards and feasibility, but also to institutional evaluation logics. Projects are assessed against predefined indicators, strategic priorities and compliance frameworks that influence funding continuity and institutional positioning. One manifestation of this shift is the temporal tension between long-term ecological processes and short-term funding cycles. Forestry operates within planning horizons that extend over decades, whereas funding programmes are typically organized around two- to five-year project frameworks. Translating long-term project objectives into measurable short-term outputs requires institutional competence that goes beyond technical expertise.

The significance of this transformation lies in its implications for professional education. While governance requirements increasingly influence sectoral practice, forestry curricula remain predominantly focused on technical training [2]. The ability to navigate funding architectures, interpret evaluation criteria and align interventions with institutional frameworks is often treated as peripheral rather than foundational. This

misalignment between professional reality and educational preparation underscores the need to reconsider how competencies are defined and integrated within forestry education.

Conceptualizing donor governance competencies. Donor governance competencies refer to the professional capacity to interpret donor-defined rules, align sectoral initiatives with funding priorities, structure interventions in accordance with accountability standards, and represent institutional interests within international financing processes. These competencies extend beyond conventional project management. While project management focuses on organizing and delivering predefined tasks, donor governance competence concerns institutional positioning within funding environments. It requires understanding how priorities are formulated, how evaluation criteria shape project design and how compliance mechanisms influence longer-term sectoral strategies. The distinction lies in the level of engagement: execution versus strategic navigation.

Core elements of donor governance competence include familiarity with donor architectures and financing instruments; the ability to interpret policy frameworks and align initiatives accordingly; skills in formulating measurable outputs and impact indicators consistent with performance-based systems; and knowledge of monitoring, reporting and multi-actor coordination processes. Together, these capacities enable professionals not only to submit funding applications but to shape how projects are framed and integrated into broader policy agendas.

Conceptualizing these competencies as part of forestry professionalism implies that governance literacy is an internal dimension of sectoral expertise rather than an external administrative addition. As funding systems increasingly define the parameters of sectoral action, the translation of ecological knowledge into institutionally legible formats becomes integral to professional practice.

Embedding donor governance competencies in forestry education. Integrating donor governance competencies into forestry education requires structural alignment rather than incremental additions. The objective is not to introduce isolated governance-related modules, but to recalibrate how technical expertise is taught, evaluated and applied within institutional contexts shaped by international financing systems. This integration can be

conceptualized along three interconnected dimensions: functional, institutional and strategic.

Functional integration occurs when governance is embedded as a criterion of professional competence within the educational process. At this level, governance requirements are incorporated into the design and assessment of technical assignments. Students are expected to demonstrate how proposed interventions align with funding frameworks, policy priorities, and accountability standards. For example, a forest restoration plan should include measurable outputs, defined indicators, a phased implementation structure, and a clear justification of its funding relevance. This approach reorients competence development from the acquisition of technical knowledge alone to the ability to apply that knowledge within institutional and evaluative frameworks.

At the institutional level, integration concerns curriculum architecture. Forestry education should not treat ecological, economic and regulatory dimensions as separate domains. Instead, case-based modules should require simultaneous consideration of feasibility, financial structuring, compliance requirements and policy alignment. Joint assignments involving forestry, economics and public administration students can simulate the multi-actor environments characteristic of internationally financed initiatives [4]. The purpose is not interdisciplinary exposure per se, but coordinated problem-solving under governance constraints. This approach mirrors real project environments and strengthens cross-sectoral competence.

At the strategic level, governance competence must be developed through direct exposure to real institutional settings. Universities should formalize student participation in externally financed projects, assigning clearly defined tasks related to proposal structuring, indicator development, monitoring documentation or stakeholder communication. Such engagement transforms governance literacy from theoretical familiarity into accountable practice. It allows students to observe how funding priorities are negotiated, how compliance standards are applied, and how sectoral interests are articulated within decision-making arenas.

Together, these three dimensions establish a progression from embedded governance criteria in technical tasks, to coordinated interdisciplinary design, to experiential participation in institutional

processes. This framework positions donor governance competence as a structural component of forestry education rather than an auxiliary skill.

The proposed integration framework requires mechanisms that distinguish structural reform from symbolic adjustment. The presence of governance-related content in course descriptions does not indicate substantive transformation. Integration must be observable through formalized standards of curriculum design and institutional organization.

First, governance competencies must be reflected in formally articulated learning outcomes. If programmes do not explicitly state the ability to interpret funding frameworks, align sectoral initiatives with policy priorities, and design interventions consistent with accountability standards, competence formation remains incidental rather than intentional. Second, governance criteria should be embedded in assessment structures. The evaluation of technical assignments must incorporate dimensions such as policy alignment, indicator coherence, and compliance logic. When governance requirements shape grading standards, they become integral to academic performance rather than peripheral knowledge. Third, exposure to authentic governance documentation should form part of student assessment. The systematic use of real funding calls, evaluation grids, and reporting templates signals that training is oriented toward institutional realities rather than abstract simulation. Taken together, these indicators provide observable evidence that governance competence has been incorporated into the internal logic of curriculum design.

Also, operational integration depends on broader institutional capacities. Faculty members must possess sufficient familiarity with international funding systems to teach governance-related content confidently. This may require targeted professional development or collaboration with practitioners experienced in externally financed programmes. Access to real cases and documentation is equally necessary. Without institutional partnerships that provide updated information and practical engagement opportunities, governance training risks remaining theoretical. Finally, accreditation frameworks and programme evaluation standards must recognize governance competencies as part of professional qualification requirements. Formal recognition within quality assurance systems ensures continuity beyond individual initiatives and protects reform efforts from becoming temporary or personality-driven.

By distinguishing between indicators of integration and conditions of implementation, this framework moves the discussion from normative recommendation to institutional design. Governance competence is thus positioned not as an optional curricular addition, but as a reform measurable through formal standards and sustained through organizational capacity.

Professional identity and sectoral implications. The integration of donor governance competencies into forestry education reflects a broader transformation in the professional configuration of the sector. Traditionally, forestry expertise has been defined through specific knowledge, field-based management and long-term stewardship of natural systems. This model presupposed that technical competence was sufficient for effective professional practice. However, as sectoral action increasingly unfolds within institutional environments structured by international financing and accountability systems, professional competence becomes inseparable from governance literacy.

From a theoretical perspective, this shift can be understood as an expansion of professional jurisdiction. The domain of forestry expertise no longer encompasses only ecosystem management, but also the capacity to translate interventions into institutionally legible formats. Professional authority is exercised not solely through technical judgment, but through the ability to navigate funding architectures, interpret policy frameworks and participate in multi-actor coordination processes. Governance competence thus represents an extension of the cognitive and institutional boundaries of the profession rather than an external administrative addition.

At the sectoral level, this transformation alters patterns of influence and autonomy. When governance capacity is embedded within professional training, sectoral actors are better positioned to engage in agenda-setting processes rather than merely responding to externally defined funding criteria. The ability to operate within transnational policy environments affects how priorities are articulated, how projects are framed and how long-term strategies are aligned with competitive funding mechanisms. In this sense, curriculum reform functions as a structural investment in institutional agency.

Embedding donor governance competencies within higher education therefore contributes to the reconfiguration of forestry as a profession operating at the intersection of forestry management and institutional governance. The long-term implications extend beyond individual

employability to the collective capacity of the sector to shape its development trajectory within evolving international policy and financing systems.

Taken together, these developments demonstrate that the transformation of funding and governance environments necessitates a corresponding reconfiguration of professional preparation in forestry. Donor governance competence emerges not as an auxiliary administrative skill, but as a structural condition for exercising sectoral expertise within transnational institutional settings. Embedding this dimension in higher education aligns technical training with the regulatory and evaluative frameworks that increasingly shape sectoral action. In doing so, forestry education becomes a site where professional knowledge and institutional capacity are jointly constituted.

#### References

1. OECD. (2021). Applying evaluation criteria thoughtfully. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/543e84ed-en>
2. Muñoz López, D. T. (2022). A competency-based curricular framework for forestry professionals, human development, and a sustainable environment. *Revista de la Educación Superior*. <https://doi.org/10.35429/JHS.2022.16.6.10.18>
3. Moya-Colorado, A., León-Bolaños, N., & Yagüe-Blanco, J. L. (2021). The role of donor agencies in promoting standardized project management in Spanish development non-government organizations. *Sustainability*, 13(3), 1490. <https://doi.org/10.3390/su13031490>
4. Tenhunen-Lunkka, A. (2024). Project coordination success factors in European Union research and innovation funding. *Innovation and Entrepreneurship*, 11, Article 363. <https://doi.org/10.1186/s13731-024-00363-x>
5. Winkel, G. (2022). Governing Europe's forests for multiple ecosystem services. *Forest Policy and Economics*, 143, 102764. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2022.102764>

## **ENSURING LEGAL, TRANSPARENT, AND SUSTAINABLE FOREST MANAGEMENT IN UKRAINE THROUGH TECHNOLOGY AND INTERNATIONAL STANDARDS**

*Parashchyn R., PhD student*

*[parashchyn.roman@nltu.lviv.ua](mailto:parashchyn.roman@nltu.lviv.ua)*

*Ukrainian National Forestry University, Ukraine*

The forestry sector in Ukraine is characterized by the presence of complex problems that cover all stages of the timber supply chain and significantly affect the ecological, social, and economic spheres of the industry. One of the key challenges is illegal logging, driven by financial motivations, low enforcement efficiency, and conflicts of interest. The illegal harvesting of high-quality timber without proper permits and tax payments creates substantial economic gains, which serve as a primary factor for violations. Insufficient resources and a formalistic approach to oversight by responsible authorities create favorable conditions for unlawful activities [5]. The concentration of planning, harvesting, accounting, and assortment marketing functions within a single enterprise intensifies conflicts of interest and deepens the problem. The consequences include the depletion of forest resources, environmental degradation, reduction in tax revenues, and increased corruption risks.

An additional risk factor is excessive timber harvesting that exceeds the average annual increment [3]. Growing domestic and international demand for timber, as well as pressure from SE “Forest of Ukraine” on subordinate branches to increase harvesting volumes, contribute to surpassing established cutting limits. The lack of proper control over actual harvest volumes allows certain enterprises to exceed the annual increment of timber, creating a threat to the depletion of forest resources and undermining the principles of sustainable forest management.

The institutional and legal framework of Ukraine’s forest sector requires radical modernization and optimization. The excessive complexity of regulatory documents, ambiguous interpretation of legislative norms, and low effectiveness of their implementation create conditions of legal uncertainty [1]. The inability to unify timber quality standards and the limited efficiency of production processes reduce the competitiveness of products in domestic and international markets, undermining consumer trust

and lowering overall product quality. High dependence on global market fluctuations increases the sector's vulnerability to changes in prices and demand, which is especially critical under martial law and limited transport infrastructure, creating a threat of reduced revenues and hindering reforms [1].

Countering illegal timber circulation and corrupt practices remains a priority to ensure transparency, sustainable forest use, and strategic sectoral development. The implementation of modern technological solutions, such as satellite monitoring, GPS tracking, and blockchain, allows for operational control of forest stand conditions, timber movement, and the verification of data throughout the entire logistics chain.

Enhancing public participation and ensuring transparency in control procedures is critically important. The creation of public registries for logging permits, harvesting and transport authorizations, as well as the development of mobile applications for reporting violations and notifying regulatory authorities, improves oversight efficiency and trust. The scaling of FSC and PEFC certification systems ensures the legality of timber harvesting and the traceability of logging operations, while incentive mechanisms stimulate active participation in identifying violations and supporting anti-corruption initiatives.

International cooperation and data exchange are critically important for improving the efficiency of control over the legality of timber and countering illegal timber trade. In particular, European Union initiatives such as the European Union Deforestation Regulation (EUDR) establish an obligation for importers to verify the sources of timber and wood products, significantly reducing the risk of illegal products entering the European market [2]. Within these initiatives, procedures for document verification, supplier audits, and timber tracking systems are standardized, contributing to enhanced supply chain transparency.

For Ukraine, this creates an opportunity to adapt similar control mechanisms and timber accounting systems, using international standards as a model for implementing national reforms. Specifically, the introduction of unified supplier verification procedures, the integration of electronic registries, and digital monitoring technologies allows for tracking timber from the point of harvest to the end consumer, increasing the effectiveness of oversight and reducing corruption risks. Additionally, information exchange with other countries, including auditing and certification practices, allows for the creation of predictive models to assess the risks of illegal harvesting and to develop preventive policies in the forestry sector.

Accordingly, international cooperation serves not only as a tool to counter the import of illegal timber but also as a platform for transferring best practices, standardizing procedures, enhancing transparency, and integrating Ukraine into global sustainable forest management systems [4].

Thus, comprehensive reform of the forest sector requires a holistic approach, which includes: improving control efficiency, integrating innovative technologies, ensuring transparency in production and processing processes, as well as enhancing the legal framework and regulatory mechanisms to achieve sustainable and rational use of forest resources.

### References

1. Barchuk, V. (2020). Conceptual definition of the category of forest: Scientific and legislative approach. In Modern problems of legal science in Ukraine: Proceedings of the International Scientific-Practical Conference (Kyiv, March 17–18, 2020). Kyiv, Ukraine: Research Institute of Public Law, pp. 21–23.
2. European Commission. (2025). Guidance document for Regulation (EU) 2023/1115 on deforestation-free products (C/2025/4524). URL: [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=OJ:C\\_202504524](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=OJ:C_202504524).
3. Inventory of forests: A new look at old problems. (2020). EconomicTruth. URL: <https://www.epravda.com.ua/rus/columns/2020/08/4/663663/>.
4. Monitoring of domestic timber consumption. (n.d.). Official website of the State Agency of Forest Resources of Ukraine. URL: <https://forest.gov.ua/napryamki-diyalnosti/vikoristannya-lisovih-resursiv/monitoring-vnutrishnogo-spozhyvannyavitchiznyanih-lisomateriali>.
5. Zaichko O. Prevention of illegal logging or illegal transportation, storage, and sale of timber. (2019) Kharkiv: Pravo, 192 p.

## **INTEGRATION OF SCIENTIFIC APPROACHES TO FOREST ASSESSMENT IN MASTER'S PROGRAM: A DUAL MODEL OF TRAINING IN THE CONDITIONS OF MILITARY CHALLENGES**

*Pasternak V.<sup>1,2</sup>, Doctor habil. (Agricultural Sciences; Buksha I.<sup>1</sup>, PhD in Forestry; Pyvovar T.<sup>1</sup>, PhD in Forestry*

*[buksha@uriffm.ofg.ua](mailto:buksha@uriffm.ofg.ua)*

*<sup>1</sup>Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration, Ukraine*

*<sup>2</sup>State Biotechnological University, Ukraine*

Forest ecosystems of Ukraine have been significantly affected by military operations, some territories are temporarily inaccessible, significant areas are contaminated with explosives, which makes it impossible to conduct full-fledged field surveys. Under such conditions, the traditional ground-based observation system, in particular the National Forest Inventory (NFI), does not provide operational and complete territorial coverage. At the same time, there is a growing need for comprehensive information on the state of forest resources, their structure, productivity, biomass and carbon stocks for strategic planning of forest sector restoration, ensuring international reporting and implementing the principles of green transformation. These challenges require a review of approaches to training forestry specialists with the need to develop master's courses built on a combination of ground-based and distance approaches to forest assessment with the introduction of elements of dual education.

As part of the project “Modernizing master programs to support forest sector transformation towards Ukraine’s post-war green rebuilding (ForestPost)” founded by the European Union, the development of courses, including “Forest Phytomass Estimation by Ground and Remote Methods” are envisaged. The course is aimed at developing integrated competencies that involve combining field measurements with remote sensing data, using geographic information systems for spatial analysis and justifying management decisions under uncertainty. In particular, the course plans to consider: traditional methods of establishing sample plots and assessing phytomass components; use of Sentinel-2 multispectral images and calculation of vegetation indices; assessment of the quality of results.

The methodological basis is modern scientific developments in the field of remote forest inventory (Myronyuk et al., 2023, 2024), biomass modelling and carbon stock assessment (Lakyda et al., 2020). Integration of

field data with satellite images and tree canopy height models allows for increased accuracy in estimating stocks and biomass and forms the basis of modern approaches that should be integrated into master's training.

The introduction of the discipline is aimed at training specialists capable of working in the conditions of post-war restoration and digitalization of the forest sector. It is expected to form the ability to integrate ground and remote data, apply modern approaches to assessing biomass and carbon stocks, and use the results of the analysis to inform management decisions. In combination with remote sensing data and other components of the NFI, this creates the prerequisites for spatially detailed planning of forest restoration and assessment of their contribution to maintaining ecosystem functions and carbon stocks (Myroniuk et al., 2023).

A distinctive feature of the master's course is the direct transfer of scientific research results into the educational process. Practical training is based on real research methodologies and datasets. Part of the practical classes is conducted in cooperation with research and management planning institutions, with the involvement of specialists in planning and carrying out fieldwork, participating in seminars, and discussing applied forestry tasks and case studies. Such an approach strengthens the link between academic training and professional practice. Students gain hands-on experience in organizing field research and analysing forest management materials, which enhances the practical orientation of the program and prepares graduates for work in both research institutions and operational forestry.

The combination of scientifically sound methods for assessing phytomass with elements of the dual learning model creates the prerequisites for training specialists focused on both research activities and practical management of forest resources. This approach contributes to the integration of science, education and production and meets the current challenges of transforming the forest sector of Ukraine.

#### References

1. Lakyda P., Lovynska V., Buchavy Y. (2020). Assessment of the accuracy of aboveground phytomass assessment of pine forest stands by remote methods. Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, 21, 117-125. <https://doi.org/10.15421/412032>.
2. Myroniuk, V., Weinreich, A., Von Dosky, V., Polley, H., & Dees, M. (2023). Remote Sensing Based Forest Inventory of Ukraine (RS-Inventory): Methodology, output maps, and estimates (W-UKR 21-01; 44 p.). <https://nfi.lisproekt.gov.ua/wp-content/uploads/2024/02/sfi-report-ua-myroniuk-v.1.2.2.pdf>
3. Myroniuk V., Weinreich A, Vincent von Dosky, et al. (2024). Nationwide remote sensing framework for forest resource assessment in war-affected Ukraine. Forest Ecology and Management. 569, 122-156.

## ENVIRONMENTAL IMPROVING OF WOOD COMPOSITE MATERIALS

*Pinchevska O.<sup>1</sup>, Professor; Kolomiets O.<sup>1</sup>, PhD student; Somar H.<sup>2</sup>, Associate Professor; Vynohradenko S.<sup>3</sup>, Associate Professor*  
[olenapinchevska@nubip.edu.ua](mailto:olenapinchevska@nubip.edu.ua)

<sup>1</sup>*National University of Life Science and Environmental of Ukraine, Ukraine*

<sup>2</sup>*Ukrainian National Forestry University, Ukraine*

<sup>3</sup>*State Biotechnological University, Ukraine*

One of the most popular composite materials is plywood, which is produced in the woodworking industry and used for a wide range of structures, interior and exterior applications from formwork to interior panels. A significant share of production is accounted for by general-purpose plywood for use in furniture production, construction, ship and railway carriage building, etc. The fields of application for plywood products are consistently expanding, leading to an increase in its production and consumption both in Ukraine and globally. Demand for plywood products continues to grow despite the challenging operating conditions of domestic production capacities. In the period from 2016 to 2020, plywood production in the country was 181 thsd m<sup>3</sup>. Today, it has increased to almost 200 thsd m<sup>3</sup>. The largest producer of plywood in Ukraine is ODEK Ukraine LLC with an annual plywood production volume of 47% of the total plywood production in Ukraine. ODEK Ukraine LLC is one of the twenty largest producers of birch plywood in Europe.

Overall, demand for plywood is expected to increase both in Ukraine and globally due to the construction boom. Despite its significant advantages, the main disadvantage of plywood production is the emission of formaldehyde from the finished material and the toxicity of the adhesives themselves. Plywood production uses phenol- (PF) and urea-formaldehyde (UF) resins and other phenol and formaldehyde derivatives that are carriers of formaldehyde. The World Health Organization recognises formaldehyde as a carcinogen. This forces plywood producers to reduce formaldehyde emissions to the lowest possible levels.

UF adhesives are the most widely used due to their short curing time, colourlessness, water solubility and ability to cure at 10-150°C, good adhesion and low price. They account for about 85% of the total volume worldwide. However, formaldehyde emissions from furniture, panels, etc.

made of wood composite materials are one of the main factors causing the 'sick building syndrome'. Furniture made from such materials (chipboard, MDF or plywood) emits an unpleasant formaldehyde smell for a long time, which is dangerous to human health, causing skin and eye irritation, breathing difficulties, headaches, and, with prolonged and severe exposure, cancer.

Therefore, a lot of scientific research is devoted to finding ways to reduce formaldehyde emissions and improve the physical and mechanical properties of wood-based panels. Over the past two decades, significant progress has been made in the use of nanofillers, i.e. particles with sizes ranging from 1 to 100 nm, which are added to the binder. Both organic materials, such as nanofibres, and inorganic materials, such as nanoclay and metal nanoparticles, have been used as nanofillers.

There is a limited number of studies on the improvement of binders for the manufacture of high-quality non-toxic plywood reinforced with nanoparticles of various metals. The study on determining the level of formaldehyde emission in the manufacture of plywood using a modified UF adhesive is actual. For the study, nanoparticles of aluminium (Al), silver (Ag), and zinc (Zn) oxides with a size of 30-50 nm were used. All particles were manufactured using the electrospark method at the Department of Constructive Materials and Materials Science of NUBiP of Ukraine.

Experimental studies were carried out at the Technical University of Zvolen (Slovakia). Samples of five-layer plywood were made of beech veneer with dimensions of 310x310x1.4 mm. The adhesive composition consisted of UF resin, thickener, hardener and metal nanoparticles with different concentrations of -2%, 4% and 6%. The composition was thoroughly mixed and applied to the veneer sheets to form a five-layer package for pressing in a laboratory press. Control plywood samples were also produced without the addition of metals to the adhesive. The pressing schedule for all samples was the same: pressure  $P = 1.8$  MPa, temperature of the press plates  $t = 105-107$  °C, pressing time -  $\tau = 8$  min.

The density of the studied plywood samples was in the range of  $770 \text{ kg/m}^3 \pm 3 \text{ kg/m}^3$ , and the average moisture content was  $8\% \pm 2\%$ .

The finished samples were aged for 7 days for further examination by cutting into 5x15 cm samples. After that, they were placed in desiccators filled with distilled water and placed in a climate chamber with the following parameters: air temperature  $t = 20 \pm 2$  °C, relative humidity  $\phi = 65 \pm 5\%$ . After stabilisation of the conditions and adsorption of free formaldehyde with distilled water for 24 hours, formaldehyde emission was

measured using the desiccator method described using a UviLine S/5000 spectrophotometer. This procedure was repeated after the samples had been in the laboratory for 30 days.

Results of formaldehyde emission reduction compared to control samples show that the addition of metal particles reduces the content of free formaldehyde in plywood. A downward trend was observed after 7 days of exposure in the case of some metal nanoparticles. A much greater decrease was observed after measuring after 30 days of exposure.

The greatest difference was shown by silver Ag particles with a concentration of 4% after 30 days of exposure. A decrease in the content of free formaldehyde was recorded with an increase in the concentration of zinc particles Zn, and the opposite trend was observed when using aluminium nanoparticles Al. The use of a mixture of metals also showed a tendency to reduce the formaldehyde content, but not significantly.

The degree of swelling was determined according to the European standard. The results of the experiments to determine the degree of swelling are shown that all the plywood samples bonded with the modified UF adhesive have less swelling than the control sample by an average of 23%. When silver and nano-aluminium were used as fillers with a concentration of 4%, the result was better than when nano-zinc was used with the same concentration, but the mixture of nano-zinc and nano-aluminium showed a positive result.

The results of determining the quality of bonding of plywood samples with modified UF adhesive using the LaborTech testing machine are shown an increase in the bonding strength of veneer sheets was observed in the manufacture of 5-layer plywood with UF adhesive modified with metal particles compared to the classic adhesive. However, aluminium nanoparticles Al provided the greatest strengthening.

Comparing the results of determining formaldehyde emissions, swelling and bonding quality, it can be argued that the use of aluminium Al as well as zinc Zn and silver Ag nanoparticles is promising, which will contribute to the production of environmentally friendly plywood with improved physical and mechanical properties. These research results provide a different perspective on the possibilities of improving the quality of plywood by using metal nanoparticles. The use of non-toxic glue for plywood production will contribute to the environmental friendliness of furniture, building structures and other products that will not affect human health.

## ESTABLISHING THE INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS ON THE STRENGTH OF BEECH FURNITURE PANELS

*Podibka T.<sup>1</sup>, PhD, Assist.; Gayda S.<sup>1</sup>, Doctor of Engineering Sciences,  
Professor*

*[t.podibka@nltu.edu.ua](mailto:t.podibka@nltu.edu.ua)*

*Ukrainian National Forestry University, Ukraine*

The transformation of Ukraine's forest sector within the framework of post-war green rebuilding requires the development of technologically optimized and structurally reliable wood-based products [7–9]. Beech (*Fagus sylvatica* L.) is widely used in the production of solid furniture panels due to its high density, mechanical strength, and favorable machining properties [10]. However, the mechanical performance of glued furniture panels depends significantly on technological parameters applied during manufacturing [1–3], particularly adhesive consumption and lamella width. A mathematical regression model in natural variables was developed to predict static bending strength ( $\sigma_b$ ) as a function of adhesive consumption (Q) and lamella width (S) [1]. The obtained results provide a scientific basis for optimizing production regimes, reducing material consumption, and improving structural performance. The research contributes to the modernization of master-level educational programs under the ForestPost project and supports sustainable development of the wood-processing sector in Ukraine.

Solid glued furniture panels represent an important structural material widely used in interior construction and furniture manufacturing [4, 5]. Beech wood is characterized by: high density and strength, homogeneous structure, good bonding capacity, stable mechanical properties under proper technological conditions [10, 12]. However, the mechanical strength of furniture panels depends not only on intrinsic wood properties but also on technological parameters during gluing [1–3, 5, 6].

Two key factors influencing bending strength are: adhesive consumption (Q), determining bond line integrity, lamella width (S), affecting stress distribution and structural homogeneity [1, 3]. Insufficient adhesive reduces bonding strength, while excessive adhesive may not proportionally increase mechanical performance and leads to higher production costs [2].

Therefore, establishing a quantitative relationship between technological parameters and bending strength is essential for production optimization.

Aim of the study – to establish the influence of adhesive consumption and lamella width on the static bending strength of beech furniture panels and to develop a predictive regression model in natural variables. Object of the study – beech furniture panels manufactured by edge gluing lamellas. Subject of the S study – the dependence of static bending strength ( $\sigma_b$ , MPa) on adhesive consumption (Q) and lamella width (S). Research Hypothesis – static bending strength of beech furniture panels can be reliably predicted using a multivariate regression model, where adhesive consumption positively influences strength up to an optimal level, while excessive lamella width may reduce structural homogeneity and bending performance.

The research methodology included: preparation of beech lamellas with controlled width (S, mm); application of adhesive at controlled consumption levels (Q, g/m<sup>2</sup>); edge gluing on smooth surfaces; conditioning of panels under standard climate conditions; static bending tests according to relevant standards; statistical analysis and regression modeling in natural variables.

Based on experimental data processing, the regression equation describing static bending strength is:

$$\sigma_b = 32.6 + 0.085Q - 0.42S - 0.00035Q^2 + 0.006S^2 + 0.0012QS.$$

Coefficient of determination:  $R^2 = 0.93$ .

Interpretation of model: increasing adhesive consumption improves bending strength up to an optimal level (negative quadratic term indicates saturation); increasing lamella width may reduce strength due to stress concentration effects; the interaction term (QS) reflects the combined influence of adhesive amount and lamella geometry. The model demonstrates high predictive reliability and allows optimization of technological regimes.

A statistically significant dependence between technological parameters and bending strength was established; excessively wide lamellas may reduce structural uniformity; the developed model enables forecasting of strength values; optimized adhesive consumption reduces production costs while maintaining strength.

Novelty: development of a multivariate regression model in natural variables for predicting bending strength of beech furniture panels; quantitative assessment of nonlinear effects of adhesive consumption; integration of technological optimization into sustainable wood-processing practices.

The obtained results enable optimization of adhesive usage; improve structural reliability of panels; reduce raw material and adhesive waste; increase competitiveness of Ukrainian wood-processing enterprises; support modernization of educational curricula under ForestPost.

Bending strength of beech furniture panels significantly depends on adhesive consumption and lamella width; there exists an optimal adhesive consumption level ensuring maximum mechanical performance; excessively large lamella width may reduce bending strength. It is recommended to: implement predictive modeling in industrial panel production; establish technological standards for adhesive application; optimize lamella geometry for uniform stress distribution.

The research contributes to sustainable wood engineering and supports the transformation of Ukraine's forest sector toward high-performance and resource-efficient furniture production systems [10, 11].

#### References

1. Podibka, T. (2024). Construction of the mathematical model of the strength of furniture panels made of glaminated beech laws. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 50, 65-76. <https://doi.org/10.36930/42245006>
2. Podibka, T. (2022). Mathematical model for calculating the economic efficiency of the process of manufacturing defect-free sections for shape-resistant furniture panels. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 48, 57-68. <https://doi.org/10.36930/42214805>
3. Podibka, T. (2020). A investigation of form of stability of variously designed furniture board made of pine wood of different constructions. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 46, 108-120. <https://doi.org/10.36930/42204613>
4. Gayda, S.V. (2007). A problem of arboreal raw material is in Europe and Ukraine. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 33, 55-63. <https://doi.org/10.36930/42073312>
5. Gayda, S.V. (2018). A investigation and analysis of characteristics of solid furniture boards made of post-consumer wood. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 44, 15-25. <https://doi.org/10.36930/42184402>
6. Gayda, S.V. (2018). MDF-facade technologies. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 44, 72-82. <https://doi.org/10.36930/42184410>
7. Gayda, S.V. (2023). Determination of the circularity indicator in the forest sector according to the principles of the circular economy. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 49, 99-114. <https://doi.org/10.36930/42234908>
8. Gayda, S.V. (2024). Analysis of the trend of the main indicators of the wood processing industry in the context of the circular economy. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 50, 4-15. <https://doi.org/10.36930/42245001>
9. Gayda, S.V. (2025). Dynamics of the wood harvesting industry in the context of the circular economy. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 51, 4-16. <https://doi.org/10.36930/42255101>
10. Gayda, S.V., & Kiyko O.A. (2023). Study of Physical and Mechanical Properties of Post-Consumer Wood of Different Age. *Drewno. Prace naukowe. Doniesienia. Komunikaty*, 66(212), 00010. <https://doi.org/10.53502/wood-177453>.
11. Gayda, S.V., & Lesiv, L.E. (2023). Mathematical model of forecasting volumes of post-consumer wood production. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 49, 33-47. <https://doi.org/10.36930/42234903>

## **DEVELOPING SKILLS IN SELECTING DUST-COLLECTION EQUIPMENT AMONG STUDENTS OF WOODWORKING SPECIALTIES IN THE CONDITIONS OF DUAL EDUCATION**

*Pohorilyi V., Master in industrial machinery engineering  
[vadympohorilyi@btu.kharkov.ua](mailto:vadympohorilyi@btu.kharkov.ua)  
State Biotechnological University, Ukraine*

In the training of specialists for the woodworking industry, it is important to focus not only on acquiring theoretical knowledge but also on developing practical skills to analyze production processes and make technical decisions related to occupational safety and environmental protection [1].

It is well known that wood dust generated during wood processing is harmful to workers' health and, at high concentrations, can create an explosive hazard. Therefore, an important aspect of training is teaching students methods for selecting equipment for cleaning dust-laden air flows generated during the mechanical processing of wood.

Such skills can be developed particularly effectively within the framework of dual education, when part of the learning process takes place directly at woodworking enterprises. This enables students to become familiar with the operation of woodworking equipment in real production conditions, analyze the process of wood waste generation, and, on this basis, make a more informed selection of air-cleaning equipment for specific production conditions [2].

During practical training at an enterprise, the student studies a specific production process and identifies the type of woodworking equipment used to process the workpieces. In particular, parameters such as the type and purpose of the machine, the feed speed of the workpiece, the geometric parameters of the cutting tool, and its rotational speed are determined.

In addition, attention is paid to the dimensions of the workpiece and the machining allowances, since these factors directly influence the volume of material removed during processing and, consequently, the amount of chips and dust generated.

Larger workpiece dimensions or increased machining allowances generally lead to a greater volume of removed material, which in turn increases the intensity of chip formation and the load on the aspiration system. Taking these parameters into account allows the student to better

understand how technological conditions affect the formation of wood waste and the characteristics of the dust-air flow.

At the next stage, the chip formation process during wood processing is evaluated. Attention is paid to the amount of chips generated, the approximate size of individual particles, and their shape. The student also considers the relationship between the initial dimensions of the workpiece, the machining allowance, and the resulting volume of removed material, which significantly affects the intensity of chip and dust formation during processing. In practical conditions, even relatively small changes in machining allowances can lead to noticeable differences in the amount of generated waste. Therefore, evaluating these parameters helps the student to more accurately determine the expected characteristics of the dust-air mixture formed during the operation of woodworking equipment.

Based on these data, the student proceeds to select air-cleaning equipment. It is important that the student can justify the choice of a particular type of dust collector, taking into account the characteristics of wood dust, the parameters of the technological process, and the required efficiency of air purification.

#### References

1. Osman E., Pala, K. Occupational exposure to wood dust and health effects on the respiratory system in a minor industrial estate in Bursa/Turkey. *International journal of occupational medicine and environmental health*. 2009. 22(1). Pp. 43-50. doi: 10.2478/v10001-009-0008-5
2. International Finance Corporation. Environmental, health, and safety guidelines for sawmilling & manufactured wood products. 2007. 16 p. <https://www.ifc.org/content/dam/ifc/doc/2000/2007-sawmilling-wood-products-ehs-guidelines-en.pdf>

## **TECHNIQUE FOR CONDUCTING PRACTICAL CLASSES ON DETERMINING OF INFLUENCE OF SWIRLING WOOD GRAIN ON WOOD SPLINTERING AT MILLING FINGER JOINT ELEMENTS**

*Shevchenko S., D.Sc. in Technics*

[serg.shevchen@btu.kharkiv.ua](mailto:serg.shevchen@btu.kharkiv.ua)

*State Biotechnological University, Ukraine*

An important component of training specialists in the wood-processing industry is the ability to conduct research and process its results using modern digital technologies. Under the conditions of dual education, it is advisable to use the most common means of recording the processes under investigation (smartphones, tablets, etc.) and to provide the possibility of processing the results using freely available software. Cloud-based spreadsheets are particularly convenient for this purpose, as they allow academic staff to remotely monitor the progress of the work and, if necessary, promptly provide relevant guidance. In particular, this may take place directly during online classes using collaborative tools such as videoconferencing platforms.

An example of practical work aimed at acquiring the above-mentioned skills is the investigation of influence of swirling wood grain on wood splintering at milling finger joint elements.

In the removal of wood defects such as knots, optimisation lines are widely used. Modern machine-vision systems make it possible to detect not only knots but also distortions of the surrounding wood fibres, etc. [1], using colour or X-ray scanning or the tracheid effect [2, 3]. In the manufacture of structural products, pronounced deviations in the fibre direction are not permitted; however, in the production of furniture and finishing products the visual appearance is of primary importance, and the requirements regarding fibre deflection are less strict. However, an important issue remains need for a rational selection of the cutting location when removing knots from slats, in order to prevent both excessive wood consumption and wood splintering during milling of finger joint elements.

Practical classes are conducted on the examples of jointed slats. To conduct the classes, photographs of the slat joint areas that exhibit defects in tenoning operation (wood splintering) and, for comparison, those without such defects were used.

First, students take photos of the slat joint areas that exhibit defects in tenoning operation (wood splintering) and, for comparison, those without such defects. The photo is then imported into a 2D CAD system (e.g., LibreCAD), where all spikes are marked and the angle of annual growth ring deflection is measured.

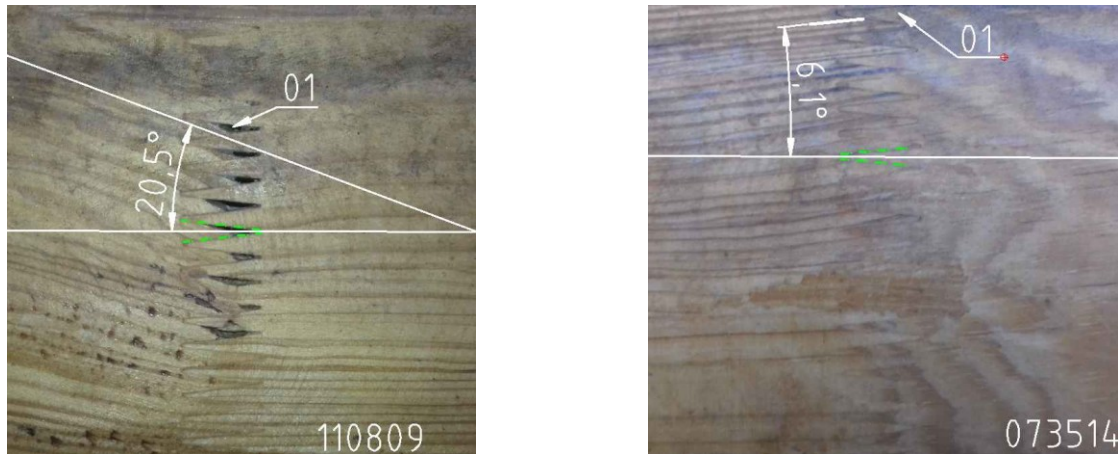


Fig. 1. Finger joint with defects in tenoning and without such defects

It is advisable for students to use photos of blanks or jointed slats taken directly at the enterprise.. If such technologies are not used at the enterprise, students may instead use photographs of finger joints [4] available in the EU repository Zenodo and analyse them following the academic staff guidance.

The experimental results are considered as a realisation of a random function whose values correspond to the probability of wood splintering during milling of a finger joint element. Subsequently, a statistical analysis of the measurement results is carried out to determine the regression dependence of the probability of wood splintering on the angle of annual growth ring deviation. A nonlinear regression function is constructed to characterise the dependence of the mathematical expectation of wood splintering during milling of a finger joint element on the angle between the annual growth ring and the longitudinal axis of the slat.

To construct a regression relationship, you should use the sigmoidal function. For example, function (1) may be applied, although task variants may involve the use of other sigmoidal functions.

$$P(\varphi_0, k, \varphi) = 0,5 + \frac{1}{\pi} \operatorname{arctg}(\varphi_0 + k \varphi) \quad , \quad (1)$$

where  $P$  is the probability of splintering;  $\varphi$  is the angle between the annual growth ring and the longitudinal axis of the slat, degrees;  $\varphi_0$  is the constant term, degrees;  $k$  is the scaling coefficient.

For parametric identification of the regression dependence (1), the least squares method is used. The numerical solution of the extremum search problem was carried out in a spreadsheet. Since this problem belongs to the class of non-linear optimisation problems, the objective function may have not only a global minimum but also local minima. For the approximate solution of such problems, the use of genetic search algorithms is recommended. In the example given in [4], the following regression equation was obtained:

$$P(\varphi) = 0,5 + \frac{1}{\pi} \operatorname{arctg}(-42,1 + 2,63\varphi) . \quad (2)$$

The regression graph (2) is attached to the measurement results.

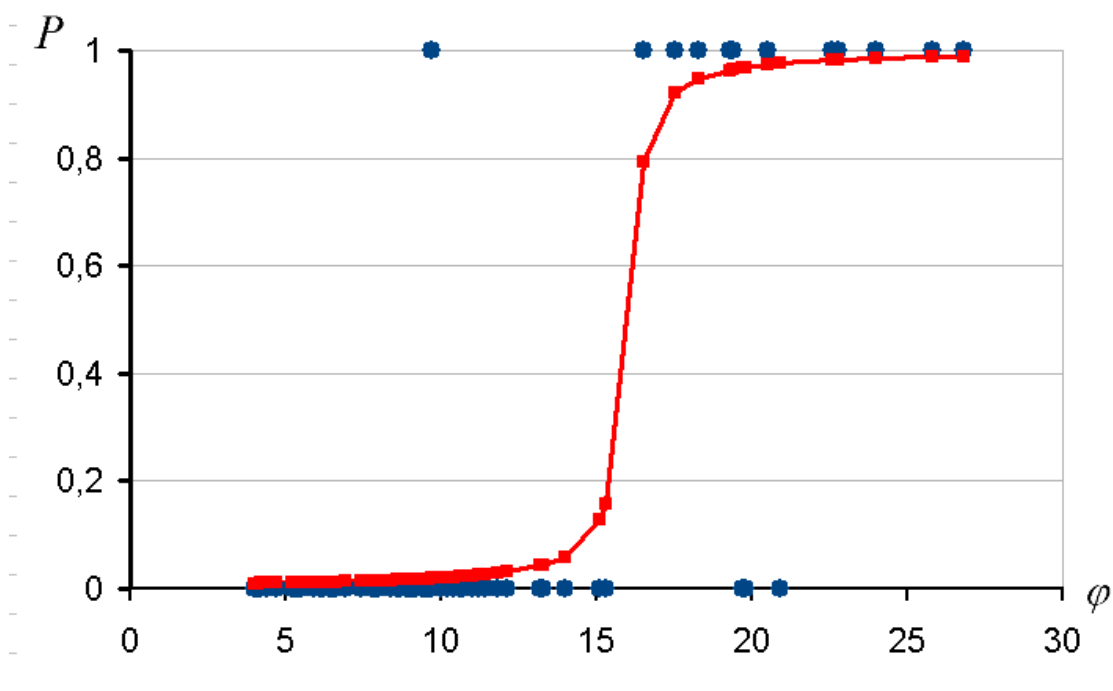


Fig. 2. Measurement results and regression dependence

#### References

1. Vitalii Tkachuk, Sava Kostiuk, Olga Pavlova, Vitalii Alekseiko, Mariia Kostiuk. Real-time method of detection wood defects using YOLOv8 model. The Second International Conference of Young Scientists on Artificial Intelligence for Sustainable Development (YAISD), May 8-9, 2025, Ternopil, Ukraine. URL: <https://ceur-ws.org/Vol-3974/paper09.pdf> (access date 08.03.2026).
2. Steven Collins. Gerhard Fink. Grain angle determination of silver birch by laser light scattering and tensile fracturing. Materials and Structures. 2022. 55:162. <https://doi.org/10.1617/s11527-022-01995-9>
3. Monika Zieliska and Magdalena Rucka. Non-destructive Testing of Wooden Elements. 2021 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 1203. 032058. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1203/3/032058>
4. Shevchenko Serhii. Raw and Analyzed Data for: Research into Influence of Swirling Wood Grain on Wood Splintering at Milling Finger Joint Elements: [data set]. Kharkiv, Ukraine, 2026. URL: <https://doi.org/10.5281/zenodo.18914780>

## APPLYING CIRCULAR ECONOMY PRINCIPLES TO FURNITURE DESIGNED FOR SHELTERS

*Skrypnyk O., PhD in Technical Sciences; Diakonov V., PhD in Technical  
Sciences*

[elenases2015@gmail.com](mailto:elenases2015@gmail.com)

*State Biotechnological University, Ukraine*

The global increase in forced displacement due to conflicts and natural disasters has created an urgent demand for sustainable and rapidly deployable emergency housing solutions [1, 2]. Current furniture production for shelters often follows a linear "take-make-waste" model, which contributes significantly to landfill waste and environmental degradation [3, 4]. This study explores the integration of circular economy principles – specifically designing out waste, circulating products at their highest value, and using renewable materials – to transform the humanitarian furniture sector [3, 5, 6].

The objective of this research is to evaluate how circular strategies, such as design for disassembly and material upcycling, can be applied to shelter furniture to enhance longevity, portability, and sustainability. The methodology involves a multi-criteria analysis of joinery systems, material performance tests for recycled cardboard and plastic, and the evaluation of modular transformable prototypes [7].

A core strategy for circularity in shelter furniture is design for disassembly. Traditional joinery methods involving adhesives, staples, or hammered fasteners often result in destructive disassembly, rendering components unusable for reuse. By implementing fully disassemblable joinery, such as cam/bolt fasteners or innovative tool-free "click" systems, furniture can be repaired, reconfigured, and recycled without damaging its parts. This approach is essential for modular systems where interchangeable components allow for the replacement of fast-wearing elements, thereby extending the product's overall lifespan [7].

The results of the study suggest that the implementation of multi-functional modular designs, such as "bench-bed" modules, optimizes the limited space available in urban shelters. By utilizing digital tools like CAD and Digital Product Passports, manufacturers can enhance material

transparency and lifecycle monitoring. Adopting these circular strategies ensures that furniture for shelters becomes a durable asset within a technical cycle rather than a disposable burden on the environment [7]. Adopting these circular strategies leads to a significant reduction in environmental footprint, faster deployment times, and the creation of more dignified living conditions for displaced populations.

### References

1. Trieu R. 8 shelter-design innovations provide eco-friendly homes during crisis. Autodesk. 2021. URL: <https://www.autodesk.com/design-make/articles/shelter-design-innovations> (дата звернення: 05.03.2026).
2. Implementation of Paper-Based Materials in Emergency Architecture: Research and Development of Transportable Emergency Cardboard Houses / J. F. Łątka et al. *Materials*. 2025. Vol. 18, Iss. 17. 4134. URL: <https://doi.org/10.3390/ma18174134> (дата звернення: 04.03.2026).
3. Circular Economy Furniture: Sustainable Choices for Your Home. *Green Cabinet Source*. 2024. URL: <https://greencabinetsource.org> (дата звернення: 05.03.2026).
4. The circular economy in detail. *Ellen MacArthur Foundation*. 2019. URL: <https://ellenmacarthurfoundation.org/the-circular-economy-in-detail-deep-dive> (дата звернення: 05.03.2026).
5. Circular Economy Principles. *Ellen MacArthur Foundation*. 2024. URL: <https://ellenmacarthurfoundation.org/topics/circular-economy-introduction/overview> (дата звернення: 05.03.2026).
6. IKEA's Design for Disassembly. *World Design Council*. 2025. URL: <https://worlddesigncouncil.org/ikeas-design-for-disassembly/> (дата звернення: 05.03.2026).
7. Sydor M., Stańczyk K. Analyzing Joinery for Furniture Designed for Disassembly. *Journal of Manufacturing and Materials Processing*. 2025. Vol. 9, Iss. 5. 162. URL: <https://doi.org/10.3390/jmmp9050162> (дата звернення: 04.03.2026).

## FINANCIAL FOUNDATIONS OF THE FORESTRY SECTOR IN UKRAINE: SOURCES, STRUCTURE, AND INSTITUTIONAL FEATURES

*Sokolovskyi I., PhD in Technical Sciences, Director of the Institute of Social Sciences, Administration and Law; Olefirenko O., PhD in Public Administration, Associate Professor at the Department, Public Management and Administration; Somar H., PhD in Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Environmental Protection Technologies; Seneta Z., Ph.D in Economics Sciences, Senior lecturer of the Department of Economics, Tourism and Recreation*

[s.ia@nltu.edu.ua](mailto:s.ia@nltu.edu.ua)

*Ukrainian National Forestry University, Ukraine*

Forest resources in Ukraine occupy approximately 15.9% of the country's territory (over 10.4 million hectares) and constitute one of the key elements of its socio-economic and environmental development. Forested areas provide the raw material base for the woodworking industry, play a decisive role in stabilizing climatic conditions, serve as centers for biodiversity conservation, and create conditions for the development of green tourism.

Forest sector is strategic for the country from both an economic and environmental perspective. Despite transformations in recent years, its contribution to GDP formation, tax revenues, and export potential remains significant. At the same time, the sector has considerable untapped potential that needs to be systematically supported and developed even under wartime challenges, primarily including workforce shortages, limited access to certain forest resources, the need to improve management systems, constrained financial resources for forest restoration activities, and a lack of transparency in the allocation of financial revenues.

Meanwhile, Ukraine's path toward EU accession is irreversible, so the sector must proactively—rapidly adapting to European standards and fully leveraging new opportunities [5].

The financial component of forest management in Ukraine is a determining factor in the efficiency of the forestry sector and the dynamics of forest resource regeneration. Own financial revenues account for 80–85% of the total sector funding, demonstrating a high level of financial self-sufficiency of forestry enterprises, while simultaneously highlighting their significant dependence on market conditions. Therefore, The aim of the research is to analyze the level of financial provision in forest management

in Ukraine as a determinant of the effectiveness of the forestry sector and the dynamics of forest resource regeneration.

The revenue structure of forest management encompasses several key sources. The most significant of these is the fee for the special use of forest resources, which includes timber harvesting, secondary forest use activities (collection of non-timber forest products—mushrooms, berries, medicinal raw materials), as well as the operation of hunting grounds. Other sources include corporate income tax of forestry enterprises and rent payments for the use of forest plots in state ownership.

According to the State Forest Resources Agency of Ukraine, in 2024, the total revenue of the forestry sector amounted to approximately UAH 21.3 billion, which is 15% lower than the pre-war level of 2021. Over 85% of this revenue is directed to the state budget, while the share allocated to local budgets does not exceed 15%. Such a financial flow structure indicates a trend of centralization in forest resource management. Accordingly, strengthening the financial autonomy of regions and local communities is a relevant issue. Direct financial incentives for decentralized management contribute to increased efficiency in forest resource utilization. In particular, in regions where communities actively participate in forest policy planning, losses from illegal logging have decreased by 25–30%, as confirmed by the State Forest Resources Agency [1]. Community participation enhances the effectiveness of environmental monitoring and the accountability of forest users. This lays a foundation for a system of “local environmental responsibility,” where local authorities are motivated to reduce illegal logging, improve environmental monitoring, and ensure transparent use of forest revenue [3]. As of early 2025, according to the The Ministry for Development of Communities and Territories of Ukraine, over 120 territorial communities are implementing their own programs for forest restoration, fire protection, and environmental monitoring, with the most active processes occurring in the Carpathian and Polissia regions, where forests cover over 40% of the territory.

At the same time, the share of funds allocated for forest restoration remains low – only 7–9% of total sector revenue. By comparison, in most European Union countries, this indicator is 20–25%, enabling the maintenance of high-quality forest ecosystems and ensuring their natural regeneration.

State budget financing continues to be insufficient to meet the sector’s needs. In 2024, expenditures on forestry amounted to approximately UAH 1.1 billion, representing only 0.06% of total state spending. More than half of these funds were directed toward forest fire management and forest protection, while financing for forest restoration, scientific research, and personnel training remains limited. According to the World Bank, the minimum financing requirement for forest sector of Ukraine is at least UAH

3.5 billion per year, which is three times higher than the actual budgetary expenditure.

International grant programs play an important role in financing the ukrainian forest sector. During 2023–2024, the country received substantial support from international partners. In particular, the FAO program “Resilient Forests” financed over 25 projects aimed at forest restoration, demonstrating positive examples of leveraging external resources [2]. Despite this, the current forestry financing system remains unbalanced: centralized allocation of forest revenues limits regional financial autonomy and does not incentivize territorial communities to actively participate in forest restoration. According to the State Treasury Service, only 15% of territorial communities have special programs in their budgets to support forestry or forest protection, while the rest are entirely dependent on state funding.

Implementation of such measures will strengthen the financial resilience of forestry enterprises, ensure adequate funding for forest restoration, enhance the role of local communities in natural resource management, and facilitate Ukraine’s adaptation to the european model of sustainable and financially responsible forest governance [4].

Among the key priorities of the forest sector are: economic strengthening of the sector through increased timber harvesting, development of deeper processing, expansion of domestic markets and exports, and more active utilization of non-timber forest products. At the same time, the issue of afforested lands and their gradual inclusion in the forest fund requires regulation, which would enhance ecological sustainability and the resource base. For many communities, forestry remains the foundation of the local economy, supporting employment, infrastructure, and rural development.

#### References

1. Deregulation in the field of environment: changes to 38 laws and cancellation of 63 control instruments. 2025 <https://ukraine-oss.com/deregulyacziya-u-sferi-dovkillya-zminy-do-38-zakoniv-ta-skasuvannya-63-instrumentiv-kontrolyu/>.
2. FAO coordinates support program for the support of Ukraine’s forestry sector. URL: <https://eustafor.eu/fao-coordinates-support-programme-for-the-support-of-ukraines-forestry-sector/>.
3. Gyultekin O. O. (2022) Ecological and economic support of recreational forest management under deepening decentralization processes]. *Ekonomika ta suspilstvo*, № 44, 102–110.
4. Post-war green recovery: how Ukraine will use international experience. 2025 State Forest Resources Agency of Ukraine. <https://forest.gov.ua/news/povoienna-zelena-vidbudova-iak-ukraina-vykorystovuvatyme-mizhnarodnyi-dosvid>.
5. State Forest Resources Agency of Ukraine discussed increasing timber harvesting and sector results for 2025. 2026 Ministry of Economy, Environment and Agriculture of Ukraine, URL: <https://www.kmu.gov.ua/news/u-derzhlisahentstvi-obhovoryly-zbilshennia-zahativli-derevyny-ta-pidsumky-roboty-haluzi-za-2025-rik>.

## ALIGNING UKRAINIAN FOREST LEGISLATION WITH THE EU FOREST ACQUIS: A GAP ANALYSIS

*Soloviy I., D.Sc in Economics, Professor; Dubovich I., PhD in  
Geography, Professor; Lesiuk H., PhD in Economics*

[soloviy@yahoo.co.uk](mailto:soloviy@yahoo.co.uk)

*Ukrainian National Forestry University, Ukraine*

On 23 June 2022, Ukraine was officially granted candidate status for accession to the European Union. Based on the experience of countries such as Poland and Bulgaria, the period between submitting an application and achieving EU membership usually takes around ten to twelve years. In its annual EU Enlargement Package, the European Commission provided a comprehensive assessment of the progress made by the candidate countries [1]. Despite the ongoing war between Russia and Ukraine, Ukraine has successfully completed the screening process and advanced in several areas of reform. In particular, Ukraine has fulfilled the conditions required to open negotiations on the following clusters: Cluster 1 (The Fundamentals of the Accession Process), Cluster 6 (External Relations) and Cluster 2 (The Internal Market). Notable achievements in the environmental sector include the adoption of a climate policy law, which brings Ukraine closer to the EU's climate neutrality goal of 2050, as well as progress in the renewable energy market and legislation aimed at preventing industrial pollution [2].

Prior to joining the EU, candidate countries must adopt a substantial part of the EU legal and regulatory framework – the *acquis communautaire* (acquis). This includes harmonizing all policy areas, particularly environmental and forest policy, which represents a particularly challenging task under the current conditions in Ukraine. In this context, identifying existing policy and governance gaps becomes essential for understanding the barriers to effective alignment with EU environmental and forest policy requirements and for defining priorities for further legislative and institutional reforms.

The analysis of policy and strategy gaps within a specific sector is guided by the OECD Multi-level Governance Framework Tool. This framework helps identify key governance implementation challenges that arise across different administrative levels, as well as the policy instruments used by governments to address them. Initially developed for analysing gaps

issues in other's natural resources sectors, the framework distinguishes seven types of governance gaps [3]:

- Administrative gap - geographic mismatch between forest ecosystems and administrative boundaries, which can lead to fragmentation in governance and service provision.
- Information gap - asymmetry of information (in quantity, quality, or type) among stakeholders involved in forest governance and policy-making.
- Legal and policy gap - fragmentation of responsibilities across institutions or insufficient regulatory frameworks addressing forest sustainability and environmental protection.
- Capacity gap (institutional and human resources gap) - insufficient scientific, technical, or institutional capacity for implementing sustainable forest management policies and strategies.
- Financial gap - insufficient or unstable financial resources to implement sustainable forest management, biodiversity conservation, and climate-related measures.
- Accountability gap - difficulty ensuring transparency, monitoring, and enforcement of forest legislation due to weak control mechanisms or limited stakeholder participation.
- Objectives gap - divergence in priorities or rationales among actors, creating obstacles to establishing shared goals and coordinated policy targets.

Based on the OECD multi-level governance framework, a gap analysis of Ukraine's forest policy and legislation was conducted. The main identified gaps and corresponding legislative proposals to the Forest Code of Ukraine [4] are presented in the Table 1.

*Table 1*

## Gap Analysis of Ukrainian Forest Legislation in Relation to the EU Forest Acquis

Type of Gap	Identified Gap in the Ukrainian Forest Legislation	Legislative Proposal
Administrative Gap	Need to improve the legal framework for the designation and management of protected areas similar to the Natura 2000 network, including clear criteria and management regimes.	Proposal to amend Article 37 of the Forest Code of Ukraine by introducing provisions defining criteria for identifying areas of special conservation value and establishing management regimes to develop a national ecological network aligned with EU standards, including Natura 2000.
Information Gap	Lack of comprehensive legal provisions implementing the EU Regulation on Deforestation-Free Products (EUDR), including due diligence, supply chain traceability, and responsibilities of operators and traders.	Proposal to introduce a new section in the Forest Code (e.g., Section V-A) establishing due diligence obligations for operators and traders to prevent placing timber or forest products linked to deforestation or forest degradation on the market, in line with EU Regulation 2023/1115.
Legal and Policy Gap	Incomplete alignment with Chapter 27 (Environment) of the EU-Ukraine Association Agreement, particularly regarding biodiversity protection, pollution control, and greenhouse gas accounting in the LULUCF sector.	Proposal to amend provisions of the Forest Code of Ukraine (Section VI) regulating forest protection by strengthening biodiversity conservation requirements, protection of rare species, and introducing measures for environmental pollution control related to forestry and wood-processing activities.
Capacity Gap (Institutional and Human Resources)	Limited understanding and insufficient integration of sustainable forest management principles in accordance with the EU Forest Strategy for 2030, including the balance of economic, environmental, and social forest functions and climate adaptation measures.	Proposal to amend Article 1 of the Forest Code of Ukraine by introducing a definition of sustainable forest management that incorporates balanced economic, ecological, and social functions and includes forest adaptation to climate change.

<b>Type of Gap</b>	<b>Identified Gap in the Ukrainian Forest Legislation</b>	<b>Legislative Proposal</b>
Financial Gap	Insufficient economic mechanisms to support sustainable forest management and ecosystem service provision by forests.	Introduce modern economic instruments: establish a legal framework for Payments for Ecosystem Services (PES) provided by forests (water protection, recreation, carbon sequestration, etc.), and improve the economic incentive system (Article 99 of the Forest Code of Ukraine) to encourage sustainable, nature-based forest use and biodiversity conservation.
Accountability Gap	Weak enforcement mechanisms and insufficient control over compliance with forest legislation, including illegal logging.	Proposal to amend Section VIII of the Forest Code of Ukraine to strengthen state and public control mechanisms and increase liability for illegal logging and other forest-related violations.
Objectives Gap	Lack of clearly articulated strategic principles and shared policy objectives guiding sustainable forest management and multifunctional forest use.	Introduce modern conceptual foundations into the Forest Code of Ukraine: strengthen provisions defining sustainable forest management (SFM) as an integrated approach balancing ecological, economic, and social forest functions; further develop the concept of forest multifunctionality, specifying key ecosystem services (climate regulation, water protection, recreation, biodiversity conservation); and introduce the principles of close-to-nature forestry and adaptive forest management.

– The main shortcomings of the current Forest Code of Ukraine are due to its insufficient adaptability to modern challenges – in particular, the consequences of Russia's war against Ukraine, climate change, biodiversity loss, need to maintain multiple ecosystem services, implement the principles of sustainable forestry, and digitalize a forest sector.

– Aligning Ukrainian forest legislation with the EU Forest Acquis is an important step towards European integration. This will promote sustainable forest management and the conservation of forest biodiversity, while also facilitating Ukraine's integration into the global forest products market. To ensure the effective implementation of policies and the engagement of stakeholders, the following actions are necessary:

– Establish an interagency working group on the alignment of Ukrainian forest legislation with the EU Forest Acquis, involving representatives of

public authorities, research institutions, civil society organisations, the private sector and international experts.

– Conduct broad consultations with all stakeholders at each stage of the development and adoption of legislative acts.

– An information and awareness campaign should be launched to increase public and business understanding of the requirements of the EU Forest Acquis and the importance of its implementation in Ukraine.

– Mobilise financial and technical support from the EU and international organisations to facilitate the reform of forest legislation and strengthen institutional capacity.

### References

1. European Commission (2025a). Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. 2025 Communication on EU enlargement policy. URL: [https://enlargement.ec.europa.eu/2025-communication-eu-enlargement-policy\\_en](https://enlargement.ec.europa.eu/2025-communication-eu-enlargement-policy_en)
2. European Commission (2025b). Commission staff working document: Ukraine 2025 Report accompanying the document Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the regions. 2025 Communication on EU enlargement policy. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:52025SC0759>
3. OECD (2011). Water Governance in OECD Countries – A multi-level approach. OECD Publishing. Paris. URL: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264119284-en>
4. Forest Code of Ukraine (1994). Official Bulletin of the Verkhovna Rada of Ukraine. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3852-12#Text>

*Prepared within the framework of the agreement “Adaptation of the Forest Legislation of Ukraine to the Legislation of the European Union” between the FAO Project Office in Ukraine and the Ukrainian National Forestry University. The work is carried out as part of activities aimed at adapting Ukraine’s forest legislation to the legislation of the European Union, implemented to fulfill the forestry component of the EU-funded project “Inclusive, Competitive and Sustainable Value Chain Development in Agriculture, Fisheries and Forestry”, implemented by the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). The views expressed by the authors do not necessarily reflect the views of FAO.*

**COMPARATIVE ASSESSMENT OF PYROGENIC AND  
TRANSPORT IMPACTS ON HEAVY METAL MOBILITY IN  
FOREST SOILS (IN THE CONTEXT OF FOREST ECOSYSTEM  
RECOVERY)**

*Tsipan Yu., Post-Graduate Student, Senior Lecturer, Department of  
Forestry, Nadsluchansky Institute*

*[y.r.tsipan@nuwm.edu.ua](mailto:y.r.tsipan@nuwm.edu.ua)*

*National University of Water and Environmental Engineering, Ukraine*

Forest soils serve as a fundamental and most conservative component of terrestrial ecosystems, performing vital functions of accumulation, transformation, and migration of chemical elements. Under conditions of increasing anthropogenic pressure, the problem of heavy metal accumulation in the pedosphere becomes particularly acute. These metals are characterized by high toxicity, the ability to bioaccumulate in trophic chains, and long persistence in the environment.

In the context of modern challenges, green reconstruction, and the transformation of the forest sector - which is a key direction for Ukraine's post-war recovery - the issue of maintaining the ecological stability of forest soils becomes unprecedentedly critical. Practical aspects of Ukrainian and international experience in restoring forest areas after military actions inevitably encounter the consequences of extreme ecosystem disturbances. Dominant among these are large-scale forest fires (pyrogenic factor) and intensive movement of heavy machinery (mechanical-transport factor).

Unlike the total content, it is the mobile forms of metals that serve as the most informative indicator, as they determine the actual bioavailability, migration activity, and potential ecotoxicological hazard for forest biocoenoses. Major sources of heavy metals entering forest soils include transport emissions, atmospheric transport of pollutants, industrial activities, and forest fires [1]. It is established that fires lead to intensive combustion of organic matter [2], radical changes in the physical and chemical properties of the soil [3], transformation of organo-mineral complexes [4], and specific redistribution of elements within the profile [5]. Conversely, constant transport load forms a long-term cumulative effect, manifesting in a gradual, latent increase in concentrations of lead (Pb), zinc

(Zn), cadmium (Cd), and other metals in the surface soil layer along logistical routes [6, 7].

The aim of this study is a comparative assessment of the content of mobile forms of Cu, Zn, Pb, and Cd in forest soils subject to different levels and types of anthropogenic load (chronic transport vs. extreme pyrogenic), as well as the determination of their spatial and temporal dynamics.

The research was conducted on representative forest sites within the subors (pine forest types) of the southeastern part of Volyn Polissia. To ensure experimental purity, the sites were selected with identical soil and forest-growing conditions (forest site type B2 – fresh subors), which allowed for the minimization of natural variability. All study sites are characterized by sod-medium podzolic surface-gleyed loamy soils. The forest stand is formed primarily by pine plantations with a naturally formed deciduous understory.

Three locations were selected as monitoring objects:

Site No. 1 (S1): Located within a recreational zone near a highway (50°54'24.6"N 26°29'45.5"E). It is subject to forest litter disturbance and constant influence of transport emissions.

Site No. 2 (S2): A forest area (50°50'44.4"N 26°56'30.0"E) that underwent a medium-intensity forest fire, representing a typical consequence of extreme (including military) impacts.

Site No. 3 (S3): An undisturbed forest massif within the forestry (50°47'53.0"N 27°03'58.4"E), used as a reference control.

Fieldwork was carried out in the first decade of June during 2022–2025. Sampling was performed from the upper humus horizon (0–10 cm) after the preliminary removal of forest litter using a stainless steel soil auger. At each site, a composite sample was formed by mixing 5–7 point samples using the "envelope" method in accordance with ISO 10381-4:2005 requirements. The determination of mobile metal forms was conducted using extraction with an ammonium acetate buffer solution (pH 4.8). The ecological state was assessed relative to the Maximum Permissible Concentrations (MPC) of mobile forms of heavy metals in soil (Cu – 3.0 mg/kg, Zn – 23.0 mg/kg, Pb – 6.0 mg/kg, Cd – 0.7 mg/kg).

The analysis of research results for 2022 and 2025 revealed profound spatial and temporal differences in the soil cover's response to various types of anthropogenic intervention.

In the first year of monitoring (2022), the highest concentrations of lead (1.37 mg/kg) and cadmium (0.18 mg/kg) were recorded specifically at the post-fire site (S2). Such a sharp surge in metal mobility ("shock effect")

is explained by the thermal transformation of soil organic matter. During a fire, intensive mineralization of forest litter occurs, releasing elements previously accumulated in biomass and concentrating them in ash. Disrupted organo-mineral bonds cause the transition of heavy metals into highly mobile, bioavailable forms, creating a temporary hazard for regenerating vegetation.



Fig. 1. Content of mobile forms of heavy metals in soil at the study sites, 2022

However, the 2025 results (three years post-fire) demonstrated active self-recovery processes. A significant decrease in the concentrations of most studied metals was observed: copper (Cu) content decreased 1.9 times to 0.09 mg/kg (0.03 MPC), and zinc (Zn) almost halved to 0.24 mg/kg (0.01 MPC). Pb (1.35 mg/kg) and Cd (0.16 mg/kg) concentrations remained at a stable level (0.23 MPC). This dynamics indicates the gradual stabilization of post-fire geochemical processes, the restoration of the soil's buffering capacity, and the migration of metals into deeper horizons of the soil profile.

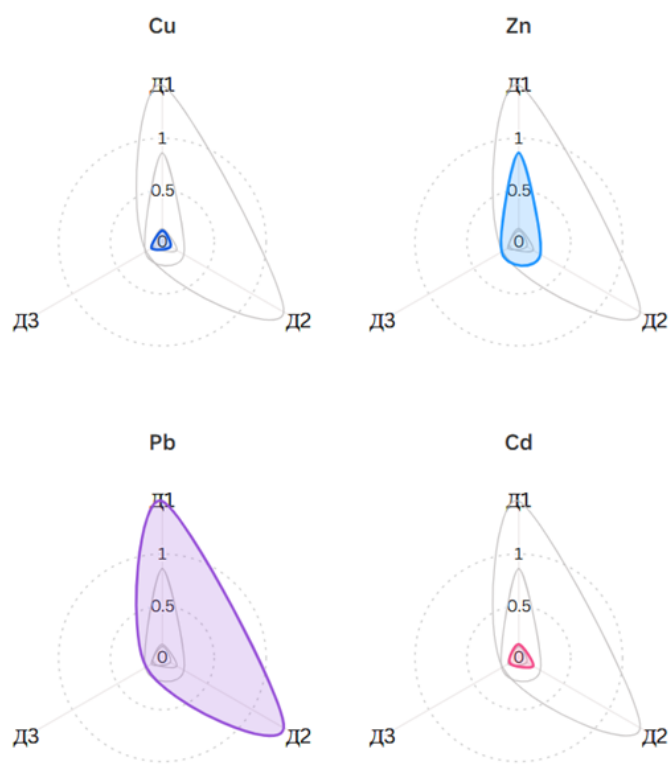


Fig. 2. Content of mobile forms of heavy metals in soil at the study sites, 2025.

A fundamentally different geochemical situation developed at the roadside recreational site (S1), where a chronic impact factor is present. While in 2022 the lead content here was 0.96 mg/kg, by 2025 an increase to 1.51 mg/kg was recorded, which is the maximum among all sites and constitutes 0.25 MPC. An increase in Zn concentration to 0.86 mg/kg (0.04 MPC) was also observed. These data undeniably confirm the cumulative nature of transport pollution. The constant influx of pollutants from engine emissions and vehicle part wear leads to a continuous, slow, yet relentless accumulation of toxicants, posing a latent threat to adjacent forest strips.

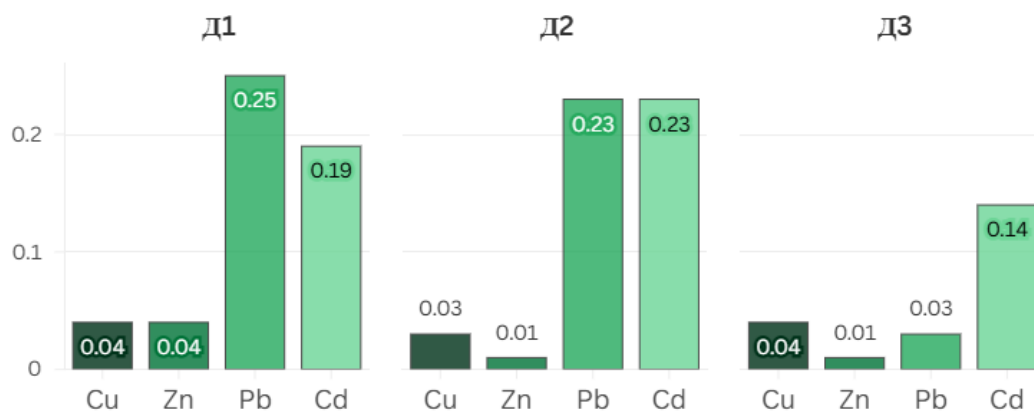


Fig. 3. Levels of mobile forms of heavy metals relative to MPC in soil at the study sites, 2025

The control site (S3) confirmed its role as a reference, demonstrating stable background values throughout the monitoring period (in 2025: Cu – 0.12 mg/kg, Zn – 0.19 mg/kg, Pb – 0.18 mg/kg, Cd – 0.10 mg/kg), reflecting the natural geochemical level. Overall, in 2022–2025, the content of mobile forms of metals at all sites did not exceed regulatory values, however, the identified vectors of change are critically important for predicting the state of ecosystems.

The nature of anthropogenic load is a key determinant of the dynamics of mobile forms of heavy metals in forest soils. The pyrogenic factor (fires) causes an extreme but short-term surge in element mobility (particularly Pb and Cd) due to organic matter destruction, with subsequent stabilization of post-fire processes within a 3-year perspective.

The transport factor forms a chronic cumulative effect, manifested in the continuous increase of Pb and Zn concentrations in the surface soil layer, requiring special attention even in the absence of direct MPC exceedance.

In light of the post-war transformation and reconstruction of Ukraine's forest sector, the obtained results prove the necessity of implementing differentiated environmental monitoring. Understanding toxicant migration mechanisms after fires is fundamental for developing practical measures to restore forest areas affected by military actions, while transport corridors require preventive solutions to curb cumulative pollution.

### References

1. Lu Q., Wang S., Bai X., Liu F., et al. Quantitative assessment of human health risks under different land uses based on soil heavy metal pollution sources. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*. 2020. P. 1–17. URL: <https://doi.org/10.1080/10807039.2019.1710811>.
2. González-Pérez J. A., González-Vila F. J., Almendros G., et al. The effect of fire on soil organic matter—a review. *Environment International*. 2004. Vol. 30, no. 6. P. 855–870. URL: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2004.02.003>.
3. Gonzáles H., Ocaña C. L., Cubas J. A., et al. Impact of forest fire severity on soil physical and chemical properties in pine and scrub forests in high Andean zones of Peru. *Trees, Forests and People*. 2024. Vol. 18. P. 100659. URL: <https://doi.org/10.1016/j.tfp.2024.100659>.
4. Zhu Z., Ma Y., Tigabu M., et al. Effects of forest fire smoke deposition on soil physico-chemical properties and bacterial community. *Science of The Total Environment*. 2024. Vol. 909. P. 168592. URL: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.168592>.
5. Poirier V., Paré D., Boiffin J., et al. Combined influence of fire and salvage logging on carbon and nitrogen storage in boreal forest soil profiles. *Forest Ecology and Management*. 2014. Vol. 326. P. 133–141. URL: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2014.04.021>.
6. Yang J., Zhao Y., Ruan X., et al. Anthropogenic Contribution and Migration of Soil Heavy Metals in the Vicinity of Typical Highways. *Agronomy*. 2023. Vol. 13, no. 2. P. 303. URL: <https://doi.org/10.3390/agronomy13020303>.
7. Khalid Farooq A., Wiliam HG H., Alistair D Headley and Mohammad A. Heavy Metal Contamination of Roadside Soils of Northern England. *Soil and Water Research*. 2013. Vol. 1, No. 4. P. 158–163. URL: <https://doi.org/10.17221/6517-swr>.

## PATHWAYS FOR FOREST RESTORATION IN UKRAINE UNDER POST-WAR RECONSTRUCTION CONDITIONS

*Waeber P.<sup>1</sup>, PhD in Forest Sciences, Melnykovych M.<sup>1</sup>, PhD in Forestry, Soloviy I.<sup>2</sup>, DSc in Forestry, Soshenskyi O.<sup>3</sup>, PhD in Forestry, Zibtseva I.<sup>3</sup>*  
[patrick.waeber@bfh.ch](mailto:patrick.waeber@bfh.ch)

<sup>1</sup>*Bern University of Applied Sciences BFH, Switzerland*

<sup>2</sup>*Ukrainian National Forestry University (NLTU), Ukraine*

<sup>3</sup>*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine (NUBIP), Ukraine*

Russia's full-scale invasion has profoundly transformed Ukraine's natural and socio-economic landscapes. Forest ecosystems have sustained severe impacts from active combat operations, large-scale wildfires, infrastructure destruction, disruption of management systems, and restricted access to extensive forest territories. These disturbances compound pre-existing challenges, including climate change, proliferating forest pests and pathogens, as well as structural governance deficiencies within the forest sector.

Simultaneously, post-war reconstruction opens a critical strategic window of opportunity to reconceptualize the role of forests in national development. Forests can play a pivotal role in supplying material resources for reconstruction, sustaining landscape ecosystem functions, and strengthening the socio-ecological resilience of rural territories. They provide timber and bioenergy feedstocks, support biodiversity conservation, and perform vital regulating ecosystem services, including soil erosion control, hydrological regulation, and climate extremes mitigation. Moreover, forests are of paramount importance for rural livelihoods and local economy development.

Within this context, forests are best conceptualized as forest socio-ecological systems, wherein natural processes, governance institutions, economic activities, and local communities exist in continuous interaction and mutual dependence (Ostrom 2009; Folke et al. 2016). Armed conflicts profoundly transform these interdependencies: they precipitate ecosystem degradation, undermine governance institutions, and alter the structure and dynamics of land-use systems (Baumann and Kuemmerle 2016). Accordingly, post-conflict forest restoration depends not solely on ecological recovery of forest ecosystems, but equally on the reinforcement of institutional and social mechanisms governing forest management.

Recent scholarship has examined plausible restoration scenarios for Ukraine's forest socio-ecological systems under post-war reconstruction.

Drawing on this framework, Melnykovych et al. (2025) identify three distinct restoration pathways reflecting divergent ways in which forests may contribute to national recovery. In the present study, these pathways are employed as an analytical framework for interpreting possible trajectories of Ukraine's forest restoration within the post-war reconstruction process.

The first pathway is associated with economic recovery through forest sector development. Forest resources can underpin the reconstruction process by supplying timber for the restoration of residential and infrastructure facilities, promoting renewable energy production, and generating new employment opportunities in rural regions. In this context, large-scale demining operations will be critically important for restoring access to forest and agricultural lands. Demining activities may simultaneously create employment opportunities for military personnel transitioning to civilian life, given that many veterans already possess relevant technical and operational competencies acquired during active service.

The second pathway emphasizes nature-based and community-oriented forest management. This approach prioritizes ecological restoration and the long-term sustainability of forest ecosystems. Mixed-species and structurally diverse forests exhibit enhanced resistance to disturbance regimes such as drought, insect outbreaks, and wildfire. Close-to-nature forest management further promotes biodiversity conservation and ecosystem stability. Forest biomass may simultaneously play a significant role in Ukraine's energy transition: the utilization of wood chips in decentralized district heating systems can contribute to reduced fossil fuel dependency under conditions of protracted energy crisis. Initiatives such as the 'From Crisis to Resilience' project demonstrate how nature-based forest management can integrate ecological restoration with the development of more resilient forest ecosystems.

The third pathway pertains to anticipatory governance development and institutional adaptation. Post-war reconstruction will unfold under conditions of profound uncertainty, driven by climate change, large-scale infrastructure rehabilitation processes, and transforming land-use patterns. Under such conditions, closer cross-sectoral coordination becomes imperative, particularly among forestry, agriculture, and civil protection systems. One practical approach entails training demobilized military personnel for work at the interface of these sectors, integrating competencies in wildfire response, forest management, and landscape restoration. Developing such cross-sectoral professional profiles can substantially enhance the resilience of rural landscapes, where forests, agricultural lands, and fire risk are closely interrelated.

These three pathways should be understood as strategic orientations rather than mutually exclusive development scenarios. In practice, Ukraine's forest restoration will likely integrate elements of all three approaches. Economic recovery, ecological restoration of forest ecosystems, and institutional transformation of forest governance are inherently interconnected and interdependent processes. An exclusive focus on any single pathway may generate new vulnerabilities. Therefore, developing sustainable forest management models will require reconciling the economic imperatives of reconstruction with long-term objectives of ecological sustainability and effective governance.

Ukraine's forests vividly illustrate how armed conflict simultaneously transforms landscapes and institutions. In several war-affected regions, increased wildfire occurrence has been recorded due to military activities and restricted access for fire suppression operations. Infrastructure destruction further impedes forest monitoring and management activities. Nevertheless, forests remain critically important for climate regulation, biodiversity conservation, and the protection of agricultural landscapes from soil erosion and drought.

Post-war reconstruction thus generates both risks and new opportunities for the development of Ukraine's forest sector. Urgent economic recovery needs may intensify pressure on forest resources and stimulate their more intensive utilization. Concurrently, the reconstruction process presents an opportunity to reconceptualize approaches to forest management and to develop more sustainable natural resource use models. Aligning forest restoration policy with climate policy, biodiversity conservation, and rural development can substantially strengthen the long-term resilience of forest socio-ecological systems. In this context, forests may emerge as a critical factor not only for ecological recovery, but also for shaping a more resilient and balanced model of Ukraine's post-war development.

#### References

1. Baumann, M., & Kuemmerle, T. (2016). The impacts of warfare and armed conflict on land systems. *Journal of Land Use Science*, 11(6), 672–688. <https://doi.org/10.1080/1747423X.2016.1241332>
2. Folke, C., Biggs, R., Norström, A. V., Reyers, B., & Rockström, J. (2016). Social-ecological resilience and biosphere-based sustainability science. *Ecology and Society*, 21(3), 41. <https://doi.org/10.5751/ES-08748-210341>
3. Melnykovich, M., Nijnik, M., Soshenskyi, O., et al. (2025). Pathways for Ukraine's post-war nature recovery: Focus on forest socio-ecological systems. *Ambio*. <https://doi.org/10.1007/s13280-025-02158-8>
4. Ostrom, E. (2009). A general framework for analyzing sustainability of socio-ecological systems. *Science*, 325(5939), 419–422. <https://doi.org/10.1126/science.1172133>

## **POST-WAR RESTORATION OF SHELTERBELTS IN THE CONTEXT OF THE MASTER'S COURSE "AGROFORESTRY SYSTEMS, PRACTICE AND TECHNOLOGIS"**

*Yukhnovskyi V.<sup>1</sup>, Doctor of Science; Sovakov O<sup>1</sup>, PhD in Forestry;  
Tupchii O.<sup>2</sup>, PhD in Forestry, senior Lecturer*  
[yukhnov@nubip.edu.ua](mailto:yukhnov@nubip.edu.ua)

<sup>1</sup>*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine*

<sup>2</sup>*State Biotechnological University, Ukraine*

The academic course “Agroforestry Systems, Practices and Technologies” is a component of the selective block “Forest Management in Eastern Europe” within the Master’s degree program in “Forestry”.

The purpose of the subject is to study the impact of woody plant species on the improvement of soil health and the environment, as well as on the diversification of agroforestry landscapes, through the establishment of various types of agroforestry plantations, their spatial distribution, and the management of agrolandscapes.

The subject of the course “Agroforestry Systems, Practices and Technologies” is a system of general principles and approaches related to scientific and practical activities in the areas of agroforestry, forestry, agroecology, and landscape science.

The course covers the theoretical principles and practical methods of designing, establishing, reconstructing, and maintaining agroforestry and field protection plantations. It encompasses the study of the ecological role of shelterbelts, soil erosion control, the selection of tree species, and the assessment of afforestation effectiveness. The main sections of the course cover the spatial structure of agroforestry landscapes, with a detailed examination of natural components and the system of agroforestry and reclamation plantations, anthropogenic impacts and their assessment, agroforestemelioration monitoring, technologies for establishing agroforestry plantations, assessment of ecosystem functions, and agroforestry landscape management.

Given the presence of large areas in the zone of military conflict, it is considered appropriate to introduce an additional module titled “Reproduction of Agroforestry Plantations Destroyed as a Result of Hostilities and Natural and Anthropogenic Factors.”

Shelterbelts in the occupied and frontline territories (Kharkiv, Donetsk, and Kherson regions) have been most severely affected, having been destroyed by fires, shelling, and mining. Particularly severe destruction of shelterbelts is observed in the forestless steppe regions of eastern and southern Ukraine, where it reaches 18%. In the frontline areas, more than 57% of the functionality of protective plantings has been lost, leading to wind erosion of soils (Klerk at al. 2026). It is proposed that this modul be presented in the following order.

Shelterbelts that protected fields from erosion have been transformed into dry, felled, and burned stands, destroyed by the felling of trees for fortification constructions, dugouts, and protective shelters (Fig. 1). These actions, along with the movement of heavy military equipment, cause mechanical soil displacement and the destruction of the soil cover. It is important to convey to students the methods of technical recultivation and phytoremediation of the soil cover.



Figure. 1. A trench in the windbreak to shelter heavy equipment (Photo: Petro Ternopilskyi)

Knowledge of phytoremediation techniques is extremely important for forestry specialists. After all, it is an environmentally safe method of cleaning soils, wastewater and air, which uses higher plants and associated microorganisms to remove, degrade or immobilize pollutants (heavy metals, petroleum products, pesticides). Here it is important to choose an assortment of woody and herbaceous plants that clean the soil and allow pollutants to

accumulate in biomass. Fast-growing species are used for cleaning, such as cultivars of willows, poplars, paulownia, which are also energy species.

In addition to mechanical and physical damage to the soil cover of shelterbelts as a result of shell explosions, mines undergo chemical contamination of the soil with petroleum products, various compounds containing heavy metals. Therefore, it is important for students to be able to diagnose these types of pollution, as well as methods for their decontamination.

The full-scale war led to large-scale forest fires. More than 13 thousand hectares of forests were destroyed by fires. Fires in forest belts cause irreparable ecological and economic damage, losing the reclamation properties of plantations, destroying biodiversity, and degrading soils. Fire often destroys vegetation, forming "scars", the restoration of which takes decades. Therefore, forest specialists need to master fire safety methods, fire extinguishing agents, the introduction of buffer tree species that restrain the spread of fire, etc.

An additional burden is created by climate change, which disrupts the water balance, increases the number of pest outbreaks, and causes more frequent extreme weather events. Therefore, it is recommended to restore severely damaged, thinned, low-efficiency plantations through reconstructive felling (Rules...2020). Since shelterbelts edges are usually damaged more during military operations, it is advisable to remove the outer rows of trees and shrubs. During the implementation of such measures, it is advisable to convert shelterbelts into silvo-arable agroforestry plantations with the formation of two- or three-row shelterbelts (Yukhnovskyi et al. 2023).

Therefore, the introduction of an additional module into the training course will ensure the reproduction of field shelterbelts using scientifically sound methods, which will increase the ecological and economic potential of agricultural landscapes.

#### References

Klerk L. et al. (2026) Climate damage caused by Russian's war in Ukraine. 24 February 2022 - 23 February 2026. By the Initiative GHG Accounting of War. [https://en.ecoaction.org.ua/wp-content/uploads/2026/02/Climate-Damage-Caused-by-War-48-months\\_ENs.pdf](https://en.ecoaction.org.ua/wp-content/uploads/2026/02/Climate-Damage-Caused-by-War-48-months_ENs.pdf)

Rules for the maintenance and preservation of forest shelterbelts located on agricultural lands. Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine No. 650 of 22.07.2020. <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-zatverdzhennya-pravil-utrimann-650>

Yukhnovskyi V., Jagodzinski A., Tupchii O, (2023). Post-war restoration of the forest component of agrolanscapes with innovative afroforestry. [https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u381/materiali\\_dopovidey.pdf](https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u381/materiali_dopovidey.pdf)

## **CORPORATE SOCIAL RESPONSIBILITY OF BUSINESS AS A FACTOR OF ENSURING BUSINESS ADAPTABILITY IN MODERN CONDITIONS**

*Yurkiv N.*, PhD in Economy

[borysnadia@nltu.edu.ua](mailto:borysnadia@nltu.edu.ua)

*Ukrainian National Forestry University, Ukraine*

In the context of globalization and the growth of environmental, social, and economic problems, corporate social responsibility is becoming an important element of an enterprise's adaptability to modern business conditions. Corporate social responsibility involves voluntary acceptance by companies of responsibility for the impact of their activities on society and the environment. Currently, corporate social responsibility is viewed by companies as an ethical obligation and as an effective tool for sustainable development, which increases reputation, customer loyalty, and competitiveness. Modern enterprises realize that the development and implementation of a corporate social responsibility development strategy really helps to neutralize the threat of negative environmental impact, improve relations with stakeholders, and ensure long-term financial sustainability. Companies are increasingly aware of the importance of corporate social responsibility for their success. CSR is not only a positive impact on society, but also an important factor in investment attractiveness and competitiveness. Companies that integrate CSR principles into their activities have a greater chance of success in the long term.

CSR plays an important role in forming a company's positive image and increasing its competitiveness. Modern consumers and partners increasingly prefer brands that demonstrate responsibility to society and the environment.

By embedding CSR principles in the foundation of the organization's corporate culture, management should direct its influence on both the internal and external environment. The main benefits of an organization's adherence to CSR principles are as follows:

- increased staff motivation;
- increased labor productivity;
- increased employee loyalty;
- reduced staff turnover;
- improved socio-psychological climate;
- improved quality of employees' working life;

- creation of a positive image of the organization;
- increased value of intangible assets (reputation, brand value);
- increased consumer loyalty to the organization's brand and its products;
- increased sales volumes;
- positive attitude towards the organization by the state and society;
- the possibility of participating in state programs;
- the possibility of participating in leading ratings;
- the possibility of attracting investments;
- the possibility of attracting the best specialists;
- simplified obtaining loans;
- facilitated establishment of partnership relations with counterparties.

Thus, adherence to CSR principles affects all groups of stakeholders of the organization and contributes to increasing the efficiency of the organization's interaction with them (Tab. 1) (Lifinsev D.S., 2013).

*Table 1*

The impact of adhering to CSR principles on the effectiveness of an organization's interaction with key stakeholders

<b>“Stakeholders”</b>	<b>Possible positive consequences for the organization</b>
Staff	Increased productivity; Increased staff loyalty; Ability to attract the best specialists; Reduced staff turnover; Improved socio-psychological climate
Shareholders	Increased investment opportunities; Increased company capitalization; Increased brand value
Consumers	Increased sales; Increased brand loyalty; Increased brand awareness
Partners	Improving the image of the organization; Obtaining better contract terms; Facilitating obtaining loans
State	Possibility of participation in government projects; Possibility of receiving government orders
Society	Improving the image of the organization; Representation in industry, regional, international rankings

The company's areas of work in the field of CSR include (Lifinsev D.S., 2013):

- interaction with “stakeholders”;
- submission of non-financial reporting;
- management of environmental impact;
- adherence to CSR principles in working with personnel and partners;
- interaction with society, social development, charity.

At the same time, CSR expenses are considered by the company as “long-term social investments” that bring tangible economic effects. This is evidenced by the stable development of the company, a positive image in society and consumer trust.

With the beginning of the war in Ukraine, another direction of CSR has developed, namely assistance to the army. The organization for sustainable

development in Ukraine “Development of CSR” has released the first Catalog of the contribution of business to the victory of Ukraine. The catalog already describes the activities of more than 300 companies, including 227 national and 83 international.

In Ukraine, in the context of war, the social responsibility of business has acquired particular importance. Companies are introducing personnel assistance programs, including relocation, psychological support, and housing (Myronyk B., 2025).

Despite the negative consequences of the war, which have a strong impact on the achievement of the SDGs in Ukraine and other European countries, 96% of national enterprises continue to focus on the Sustainable Development Goals in their activities, even during war. Humanitarian aid and support for civilians suffering from war has become a priority of CSR for Ukrainian companies. In addition, for responsible business in Ukraine, it is important not only to demonstrate charitable and sponsorship initiatives, but also to use the professional competence of its team to solve complex problems. Each CSR initiative must bring value to society.

Today, the classic aspects of social responsibility have receded into the background, and the following come to [3]:

- financial assistance to support the Armed Forces of Ukraine, purchase of equipment, medical supplies, and other necessary equipment;
- financial assistance in the form of large investments in humanitarian aid to Ukrainians affected by the war;
- humanitarian aid in the form of material assistance in the form of food, equipment, vehicles etc.;
- assistance to veterans through social support programs for veterans, providing them with opportunities for labor rehabilitation, training, and other social services;
- organization of charitable events, through fundraising for the needs of the army;
- psychological support to veterans and their families, facilitating their adaptation to civilian life;
- psychological support to war victims and support to enterprise employees.

Thus, in modern conditions, especially given the Russian aggression against Ukraine, the classical aspects of CSR have been significantly transformed, and areas directly related to supporting the country and the population affected by the war have come to the fore. Thus, in war conditions, the social responsibility of business has evolved from mainly environmental and socio-economic programs to direct, systematic and targeted support for national security, humanitarian initiatives and the

restoration of the country's human potential. This indicates a deep integration of business into national efforts to overcome the consequences of the war (Vasiutkina N. et al., 2025).

In Ukraine, the destruction of infrastructure, chemical leakage, pollution of reservoirs and air are worsening the situation with environmental protection. Business initiatives to restore the environment (Berzhanir A. L., 2014). For example, Carlsberg Ukraine is implementing programs to reduce water consumption and CO<sub>2</sub> emissions. In Ukraine, during the war, companies actively publish reports on their activities, humanitarian aid and support for the army. At the moment, CSR in Ukraine remains voluntary and the state does not require businesses to implement ESG approaches. In EU countries, companies that actively implement CSR initiatives receive tax benefits and support. There are no such mechanisms in Ukraine yet.

Compliance with the principles of corporate social responsibility today is a necessary condition for the functioning of any business organization, any form of ownership and any region of the world. Ukrainian business is gradually integrating CSR into its activities, adapting global practices to local conditions and making a significant contribution to the sustainable development of society.

Thus, corporate social responsibility is becoming not only a tool for ensuring the sustainable development of society, but also an important driver for business, which helps companies develop and adapt in the face of global changes, increasing their long-term sustainability and competitiveness.

#### Referenses

1. Lifinsev D.S. (2013) Corporate social responsibility as organization culture component: economic meaning. *Efficient economy № 11*. <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=2505>
2. Myronyk B. (2025). Corporate social responsibility as a tool for sustainable development of the enterprise: current trends and challenges. *Scientific perspectives № 2(56)*. [https://doi.org/10.52058/2708-7530-2025-2\(56\)-960-987](https://doi.org/10.52058/2708-7530-2025-2(56)-960-987)
3. *Socially responsible business: what is it and how does it work in Ukraine today?* URL: <https://www.forfuture.life/blog/socialno-vidpovidalny-biznes-shcho-ce-i-yak-vono-pracyuie-sogodni-v-ukrayini>
4. Vasiutkina Nataliia, Babich Bohdan (2025). Corporate social responsibility as a factor in adapting to ensure the development of an enterprise in the context of business innovation. *Economy and society Issue # 77*. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-77-61>
5. Berzhanir A. L. (2014). Corporate social responsibility as a factor in increasing the efficiency of modern business. *Economics and management organization. № 1 (17) – 2 (18)*. [https://dspace.udpu.edu.ua/bitstream/6789/4001/1/Korporat\\_soc\\_vidpovid.pdf](https://dspace.udpu.edu.ua/bitstream/6789/4001/1/Korporat_soc_vidpovid.pdf)

**SHAPING MASTER COURSE  
“LANDSCAPE FIRES: SCIENCE, POLICY AND MANAGEMENT”  
TO CHALLENGES OF UKRAINE’S POST-WAR  
GREEN REBUILDING**

*Zibtsev S.<sup>1</sup>, Myroniuk V.<sup>1</sup>, Goliaka D.<sup>1</sup>, Soshenskyi O.<sup>1</sup>, Gumeniuk V.<sup>1</sup>  
Goldammer J. G.<sup>2</sup>, Sydorenko S.<sup>3</sup>, Tupchiy O.<sup>4</sup>, Kondratiuk L.<sup>5</sup>  
[sergiy.zibtsev@nubip.edu.ua](mailto:sergiy.zibtsev@nubip.edu.ua)*

<sup>1</sup>*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine*

<sup>2</sup>*Global Fire Monitoring Center, Freiburg, Germany*

<sup>3</sup>*Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration, Ukraine*

<sup>4</sup>*State Biotechnological University, Ukraine*

<sup>5</sup>*Ukrainian National Forestry University, Ukraine*

Over recent decades, fire management in Ukraine has faced national, regional, and global challenges that have significantly increased the risks of large-scale due to greater fuel loads, droughts, and extreme wind speeds. Traditionally, Ukraine's climate in the twentieth century was mild, with average winds of 3–5 m/s, and most forest fires were efficiently suppressed by foresters, who were historically responsible for initial response. According to official statistics, the total annual area affected by forest fires at the start of the twenty-first century ranged from 3,000 to 5,000 hectares nationwide.

The privatization of more than 40 million hectares of arable land in the early 2000s radically altered landscape fire regimes. Many small landowners actively used fire to clear residues after harvesting. Consequently, aerosols and black carbon emissions from agricultural burning became a major regional source in 2006, impacting the Arctic ice sheet (Stohl et al., 2006; Zibtsev & Goldammer, 2010). Numerous parcels were abandoned, and these lands often burned when vegetation fires swept through the landscape. Pine forests were frequently damaged when fires escaped from agricultural burns. Currently, there is no national agency coordinating all aspects of landscape fires.

The effects of climate change began to appear between 2010 and 2020, during which Ukraine experienced its largest recorded fires, particularly in pine forests in the north and east. In 2020, four major fires in Kyivska, Zhytomyrska, Kharkivska, and Luhanska oblasts burned totally up to

160,000 hectares of forest and non-forested land, destroying villages, resulting in fatalities, and causing extensive damage to forests. A significant fire also occurred in the Carpathian Mountains in August 2022. Between 2022 and 2025, 2.1 million hectares across Ukraine were burned, 70-80% along the frontline of war.

All these factors influencing current fire regimes will be addressed in the development of the course. Master's students enrolled in the course will gain essential knowledge to do fire research or alternatively to serve as officers in state agencies or as fire managers within forest enterprises.

The fire science component of the course will cover the basics of forest combustion at the forest site and landscape level, fuel load trends, fire behavior, fire weather patterns, fire risks, and fire hazards. Fundamental knowledge and practical skills in using GIS and Remote Sensing tools for analyzing landscape fire regimes will be provided. Students will study and apply for their study cases modern research fire related software developed by the US Missoula Fire Lab such as FlamMap, FARSITE, BEHAVEPLUS. The fire policy section will include national strategies for integrated landscape fire management worldwide, relevant legislation, and regulations at the forest enterprise level. The management part of the course will be studied on forest enterprise and include safety procedures and trainings of fire fighters and incident commanders, personal protection means, fire engines, fire pumps, fire reservoirs, prevention, preparedness, strategic location of fire engines, strategy and tactics of suppression, defense of villages and rural assets and other topic.

#### References

1. Zibtsev, S., Goldammer, J.G., Myroniuk et al. 2024: Wildfires in Ukraine in times of war. Report on the large wildfires of 2022 in Europe (EC JRC), 157-169. Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2024, <https://data.europa.eu/doi/10.2760/19760> , JRC138859.
2. Zibtsev S., Braiko V., Soshenskyi O., Gumeniuk V. Pocket Guideline of forest firefighter. NUBIP, 2024. URL: [https://nubip.edu.ua/sites/default/files/rich\\_text\\_files/New%20Dovidnyk-compressed.pdf](https://nubip.edu.ua/sites/default/files/rich_text_files/New%20Dovidnyk-compressed.pdf)

## **MODERNIZING FORESTRY EDUCATION IN UKRAINE: INTEGRATING RESILIENCE AND SUSTAINABILITY FOR POST- WAR RECOVERY**

*Zongaym Y., PhD in Public Management and Administration*

[yu.zonhaim@nltu.lviv.ua](mailto:yu.zonhaim@nltu.lviv.ua)

*Ukrainian National Forestry University, Ukraine*

The current state of Ukraine's forest sector is defined by two critical factors: global climate change and the catastrophic consequences of full-scale military aggression. These challenges have fundamentally altered the paradigm of forest management, establishing new requirements for professional qualifications. While the forestry profession was previously perceived primarily through the lens of a "timber harvester" focused on resource exploitation and industrial needs, this role has now transformed into that of a manager of complex forest ecosystems.

For a long period, forestry education in Ukraine was based on the traditional Soviet model, which was strictly oriented toward planned timber harvesting and the establishment of even-aged monocultures. However, the current situation – over 3 million hectares of forests damaged by military actions, mined forest areas, increasing fire frequency, and mass dieback of stands due to droughts – demonstrates the inefficiency of these old approaches [1]. Monocultures have proven vulnerable to biotic and abiotic stressors, and outdated management methods fail to allow for rapid adaptation to rapidly changing conditions.

The central thesis of this study is that the successful post-war "green" recovery of Ukraine is impossible without a radical modernization of higher forestry education. This requires a shift away from the resource-exploitation model in favor of integrating the principles of the EU Green Deal, climate adaptation strategies, and the implementation of Close-to-nature forestry (CTNF) methods [2, 3]. Future professionals must possess competencies that allow them not only to restore forest cover but also to ensure its high ecological resilience, biodiversity, and the provision of vital ecosystem services in the long term.

An analysis of the current state of higher education in the forestry sector reveals a series of systemic problems hindering the training of a new generation of specialists. The most critical aspect is the profound gap between academic theory and the practical demands of modern forestry,

which has significantly widened under the conditions of martial law and the climate crisis.

Most existing curricula remain inertial and insufficiently flexible. Specifically, the following are observed: a deficit of attention to natural regeneration methods (programs still focus on energy-intensive artificial reforestation methods, ignoring the self-recovery potential of forests, which is the cornerstone of the CTNF concept); outdated fire management approaches (under the pressures of military actions and global warming, traditional firefighting methods are becoming ineffective. Education requires the implementation of new international protocols for integrated landscape fire management that account for shifting fire behavior and the risks of landmine contamination).

The economic context of the last decade has become a major barrier to the development of the scientific base. Since 2016, the transition of the forestry sector to full self-financing has led to: a decline in research investment (forest enterprises, primarily focused on survival and tax compliance, rarely act as clients for innovative research and development); demotivation of young professionals (the lack of state funding for doctoral programs and the low prestige of scientific work encourage the most talented graduates to leave the sector or emigrate, creating a risk of losing professional knowledge continuity) [4].

While global forestry is moving toward "Industry 4.0," Ukrainian education faces a shortage of modern tools. There is an urgent need to integrate advanced GIS technologies (Geographic Information Systems) and Remote Sensing methods (Sentinel/Landsat satellite data) into the learning process. A modern forester must be able to build predictive models for stand growth and dynamics under stress conditions (droughts, pests), which requires proficiency in specialized software and Big Data analysis.

The response to these outlined challenges is the implementation of the international project Erasmus+ ForestPost ("Modernizing master programs to support forest sector transformation towards Ukraine's post-war green rebuilding"). This project serves as a platform for the systemic transformation of the educational process, aligning it with European standards and the requirements of the EU Forest Strategy 2030 [5, 2].

The modernization of master's programs involves a shift away from narrow-profile training. A modern curriculum must include:

Economics of ecosystem services: training specialists in methods for assessing the non-timber value of forests — from carbon sequestration and water regulation to recreational potential. This will allow the forestry sector

to find new sources of funding through carbon markets and environmental funds.

Social forestry: developing communication skills with communities, which is critical for decentralized management and resolving land-use conflicts.

An important tool for bridging the gap between theory and practice is the use of demonstration sites for close-to-nature forestry (for example, at the Boyarka Forest Research Station).

Students have the opportunity to directly study the processes of transforming artificial monocultures into mixed uneven-aged forests. Training is based on real cases (case-based learning), where master's students develop management plans for specific areas, considering their resistance to fire and climate stress.

Through partnerships with leading EU universities, the ForestPost project ensures the adaptation of curricula (implementation of training modules in adaptive forestry that have already proven their effectiveness in European countries) and academic mobility (creating conditions for the exchange of experience between teachers and students, allowing Ukrainian science to integrate into the global research space).

Post-war recovery of Ukraine's forest sector should not be a simple return to the pre-war state. The "Build Back Better" concept envisages the creation of forests that will be more resilient to future challenges.

In this process, modernized education plays a decisive role, as trained specialists must work with unique and complex tasks.

Among them: reclamation of de-occupied territories (development of forest restoration strategies on lands subjected to mechanical and chemical impacts due to military actions); demining and safety (a new generation of foresters must possess knowledge of risk assessment and interaction with demining units for the safe resumption of forestry operations); transformation of vulnerable stands (replacing fire-damaged pine monocultures with resilient mixed stands, which will reduce the risk of repeated catastrophic fires).

Post-war recovery of Ukraine's forest sector should not be a simple return to the pre-war state. The "Build Back Better" concept envisages the creation of forests that will be more resilient to future challenges.

In this process, modernized education plays a decisive role, as trained specialists must work with unique and complex tasks [6]:

Reclamation of de-occupied territories – development of forest restoration strategies on lands subjected to mechanical and chemical impacts due to military actions.

Demining and safety – a new generation of foresters must possess knowledge of risk assessment and interaction with demining units for the safe resumption of forestry operations.

Transformation of vulnerable stands – replacing fire-damaged pine monocultures with resilient mixed stands, which will reduce the risk of repeated catastrophic fires.

The modernization of forestry education in Ukraine is not merely an academic necessity but a strategic condition for national environmental security. The ForestPost project lays the foundation for the formation of intellectual capital capable of implementing the transition from a resource-based model to sustainable, close-to-nature forestry. The integration of EU Green Deal principles, the digitalization of the sector, and the implementation of adaptive management methods will allow Ukraine not only to restore lost forest resources but also to become an active participant in the European environmental space. The future of the Ukrainian forest depends on how flexible and innovative the specialist training system will be starting today.

#### References

1. Zibtsev, S., Pasternak, V., Vasylyshyn, R., Myroniuk, V., Sydorenko, S., & Soshenskyi, O. (2024). Assessment of carbon emissions due to landscape fires in Ukraine during war in 2022. *Ukrainian Journal of Forest and Wood Science*, 15(1), 126–139. <https://doi.org/10.31548/forest/1.2024.126>.
2. European Commission (2021). *New EU Forest Strategy for 2030*. Brussels. URL: [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip\\_21\\_3723](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_21_3723)
3. Krynytskyi, H. T., Cherniavskyi, M. V., et al. (2014). *Close-to-nature and multifunctional forest management in the Carpathian region of Ukraine and Slovakia: A manual*. NGO FORZA. Uzhhorod: P.P. "Kolo". 278 p.
4. SSSU (2023). *State Statistics Service of Ukraine. Statistical data on environment*. URL: <https://ukrstat.gov.ua>.
5. ForestPost Project (2024). *Modernizing master programs to support forest sector transformation towards Ukraine's post-war green rebuilding*. Erasmus+ Programme of the European Union.
6. Cabinet of Ministers of Ukraine (2021). *State Forest Management Strategy of Ukraine until 2035*. Verkhovna Rada of Ukraine. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1777-2021-%D1%80.#Text>

## ВПЛИВ ІНДОЛІЛ-3-МАСЛЯНОЇ КИСЛОТИ (100 МГ/Л) НА РИЗОГЕНЕЗ ЖИВЦІВ ЯЛИНИ КОЛЮЧОЇ ФОРМИ БЛАКИТНОЇ (*PICEA PUNGENS F. GLAUCA*)

*Баденко А.С., аспірант лісового господарства*

[andriybadenko55@gmail.com](mailto:andriybadenko55@gmail.com)

*Уманський національний університет, Україна*

Ялина колюча форма блакитна (*Picea pungens Engelm. f. glauca*) є надзвичайно затребуваною культурою в ландшафтному дизайні завдяки своїм високим естетичним якостям, зокрема густій конічній кроні та сріблясто-блакитному кольору хвої [2]. Проте її насіннєве розмноження супроводжується розщепленням ознак, через що лише незначна кількість сіянців успадковує бажане забарвлення [1]. Вегетативне розмноження (живцювання) є єдиним надійним методом збереження сортових характеристик. Водночас ця культура належить до важковкорінюваних видів із низькою природною здатністю до утворення адвентивних коренів [3]. Дане дослідження спрямоване на визначення ефективності застосування середніх концентрацій екзогенних фітогормонів, зокрема індоліл-3-масляної кислоти (ІМК) у дозуванні 100 мг/л.

Для вивчення процесу ризогенезу було закладено експеримент в умовах захищеного ґрунту. Досліди проводилися протягом двох років (2024–2025 рр.). Матеріалом для живцювання слугували напівдерев'янілі пагони довжиною 10–12 см без п'ятки. Їх заготовляли з верхньої частини крони молодих маточних дерев віком від 5 до 8 років, оскільки саме вони мають найкращу регенераційну здатність. Живці висаджували у спеціально підготовлений субстрат із суміші піску та верхового торфу у співвідношенні 1:1 за температури повітря 25–30 °С. У рамках цього зрізу результатів оцінювалася виключно дія водного розчину ІМК із концентрацією 100 мг/л за трьох часових експозицій: 6, 12 та 24 години. Кожен варіант дослідів включав чотири повторності по 30 живців.

Аналіз контрольної групи (оброблення водою) підтвердив низький природний регенераційний потенціал *Picea pungens f. glauca* — середній показник укорінення становив лише 5,41 % (1,5 живця). Це

доводить, що ендогенного вмісту фітогормонів у тканинах ялини абсолютно недостатньо для самостійного подолання фізіологічних перешкод калюсоутворення та ініціації кореневих примордіїв.

Застосування розчину ІМК у концентрації 100 мг/л суттєво змінило динаміку ризогенезу та продемонструвало зміщення оптимуму дії в бік середньої тривалості оброблення.

Показники вкорінення живців ялини колючої за роками досліджень та різної тривалості замочування наведено в Табл. 1.

Таблиця 1

Динаміка вкорінення живців ялини колючої форми блакитної (*Picea pungens f. glauca*) за оброблення розчином ІМК (100 мг/л) залежно від часу експозиції

Варіант оброблення	Тривалість замочування, год	Укорінення у 2024 р., %	Укорінення у 2025 р., %	Середнє за 2024–2025 рр., %
Контроль (вода)	-	4,16	6,66	5,41
ІМК 100 мг/л	6	16,67	20,83	18,75
ІМК 100 мг/л	12	22,5	27,5	25
ІМК 100 мг/л	24	20	22,5	21,25

Під час моніторингу було зафіксовано такі закономірності:

6-годинна експозиція: Забезпечила середній показник укорінення на рівні 18,75 % (5,5 шт.). Варто зазначити, що цей результат повністю відповідає максимальному показнику, якого вдалося досягти за меншої концентрації (50 мг/л) лише після тривалого 24-годинного оброблення.

12-годинна експозиція: Продемонструвала найвищу ефективність для даного дозування. Частка вкорінених живців сягнула 25 % (у середньому 7,5 шт.). Саме середня концентрація стимулятора в поєднанні з помірною тривалістю контакту створила найкращі умови для формування кореневих примордіїв у живцях ялини колючої.

24-годинна експозиція: Призвела до незначного зниження показника приживлюваності – до 21,25 % (6,5 шт.). З фізіологічної точки зору це зниження не є критичним, однак воно чітко сигналізує про початок перенасичення базальних тканин живця стимулятором. Замість подальшої активації процесу клітинного поділу, надлишок

ауксину при тривалому контакті починає викликати легке гальмування ростових процесів.

Згідно дослідження зроблено такі висновки:

1. Використання індоліл-3-масляної кислоти в концентрації 100 мг/л є дієвим та високоефективним агротехнічним прийомом, який дозволяє надійно перевищити показники контрольного (природного) вкорінення живців ялини колючої.

2. Виявлено складну нелінійну залежність між часом експозиції та результативністю ризогенезу за даної концентрації. Абсолютним фізіологічним оптимумом є 12-годинне замочування, яке забезпечує 25 % вкорінення.

3. Збільшення часу експозиції до 24 годин за концентрації 100 мг/л є недоцільним, оскільки призводить до перенасичення тканин ауксином і початку легкого пригнічення регенераційних процесів.

4. Отримані результати мають значну практичну цінність і дозволяють оптимізувати технологію вегетативного розмноження *Picea pungens f. glauca* в умовах промислових декоративних розсадників, уможливлуючи збільшення виходу якісного садивного матеріалу.

#### Список використаної літератури:

1. Tikkinen, M., Latvala, T., & Aronen, T. (2021). Interest in vegetatively propagated Norway spruce materials – a survey among Finnish forest owners and professionals. *Silva Fennica*, vol. 55, no. 3, article ID 10506. <https://doi.org/10.14214/sf.10506>

2. Pacholczak, A., & Nowakowska, K. (2020). The effect of biostimulators and indole-3-butyric acid on rooting of stem cuttings of two ground cover roses. *Acta Agrobotanica*, vol. 73, no. 1, article ID 7314. <https://doi.org/10.5586/aa.7314>

3. Cao, X., Gao F., Qin, C., Chen, S., Cai, J., Sun, C., Weng, Y., & Tao, J. (2022). Optimizing somatic embryogenesis initiation, maturation and preculturing for cryopreservation in *Picea pungens*. *Forests*, vol. 13, no. 12, article ID 2097. <https://doi.org/10.3390/f13122097>

## БІОЛОГІЧНА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОСНОВОГО СУБОРУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

*Біла Ю.М.<sup>1</sup>, канд. с.-г. наук, доц.; Распопіна С. П.<sup>1,2</sup>, д-р с.-г. наук,  
доц.; Горошко В.В.<sup>1</sup>, канд. с.-г. наук, доц.; Гордіященко А.Ю.<sup>1</sup>,  
викладач*

[belay\\_1980@ukr.net](mailto:belay_1980@ukr.net)

<sup>1</sup>Державний біотехнологічний університет,

<sup>2</sup>УкрНДІЛГА ім. Г. М. Висоцького

На півдні лісостепової зони України біологічна продуктивність штучних лісів вивчена недостатньо. Наші дослідження проведені в найбільш поширеному і господарський цінному типі соснових лісів – у свіжому сосновому суборі (піщана тераса р. Сіверський Донець, в межах території ДП «Скрипаївське НДЛГ» Харківської області ДБТУ).

При дослідженні біологічної продуктивності соснового субору у Лісостепу України, основну й важливу роль відіграють вивчення кліматичних умов. Клімат району помірно континентальний. Середньорічна температура повітря  $+6,5^{\circ}$  З, сума температур  $\geq 10^{\circ}$  за вегетаційний період  $2669^{\circ}$ , середня тривалість безморозного періоду 155 днів. Вегетаційний період починається в Квітні, закінчується в Жовтні. Середньорічна кількість опадів 522 мм. Упродовж 28 днів з Квітня по Жовтень дмуть суховії [1]. Нестача вологи є основним чинником, лімітуючим продуктивність лісів: до осені вологість верхнього метрового шару ґрунту знижується до мінімальних порогів (2–5%).

Ґрунт під досліджуваними деревостанами дерновий розвинений (чи слабо розвинений) опідзолений глинисто–піщаний на древнеаллювіальному кварцевому піску. З глибини 0,5 – 1,0 м зазвичай залягають тонкі суглинні прошарки (псевдофібри). Рельєф слабо хвилястий, ґрунтові води залягають на глибині більше 10 м і не впливають на рослинність. У живому надґрунтовому покриві переважають Війник наземний, Осока (приземкувата та верещатникова), Купена лікарська, Ястребінка (зонтична та синяковидная) та ін. в 80 – 100-річних насадженнях широко поширені зелені мохи: Дикранум хвилястий і Плеврозіум Шребра.

Для верхнього горизонту (0 – 18 см) характерне накопичення гумусу (до 1,4%) і обмінно–поглинених основ (7,9 мг–екв/100 г ґрунту). Реакція ґрунту кисла (рН сольового витягу 4,4). Мулких часток (менше 0,001 мм) до 4%, з глибиною їх кількість в псевдофібрах збільшується.

Досліджувані насадження – чисті по складу соснові культури, створені на вирубах минулих років. Облік фітомаси насаджень проведений по відомих методичних рекомендаціях [3, 5]. Надземна маса деревостанів визначена по п'яти середніх модельних деревах, підземна – по середніх деревах центрального класу і двох крайніх з п'яти класів товщини; маса кори стовбура (гілок) в корі та ваговому співвідношенні кори та деревини, розрахованому по окремих випилах (відрізкам гілок). Точність визначення маси фракцій модельних дерев не перевищує 10 – 15%. Ваговий поточний приріст деревини та кори стовбура визначений по відсотку об'ємного поточного приросту стовбура без кори з урахуванням ваги деревини та кори, допускаючи рівність відносних вагового і об'ємного приростів.

Середній приріст гілок розрахований шляхом ділення маси гілок з двометрових обрубків стовбура на середній вік цих гілок: він дорівнює половині суми річних кілець на нижньому і верхньому зрізах. Середній приріст коренів дерев розрахований по відсотку середнього приросту фітомаси в надземній частині [4].

Лісотаксаційні та вагові дані середніх модельних дерев сосни свідчать про те, що в стовбурах 100-річних дерев накопичується фітомаси в 21 раз, а в живих сучках – в 14 разів більше, ніж в стовбурах 26-річних. Загальна надземна фітомаса 100-річного дерева перевищує масу 26-річного в 18 разів. Вологість хвої зі збільшенням віку деревостанів зменшується від 56,7 до 53,8 %, сучків від 59,8 до 53,1 %, стовбурів – від 58 до 49,7% (по середніх значеннях) [2].

Зі збільшенням віку деревостанів вагові співвідношення частин і фракцій дерев закономірно змінюються. Вага хвої в загальній вазі біомаси надземної частини середніх модельних дерев 26-, 50-, 80- і 100-річних деревостанів складає відповідно до 5,4, 2,6, 1,2, 1,4 %. Відсоток ваги гілок без хвої в 26-річному віці найбільший – 7,1, в 80-річному найменший – 3,6, а в 50- і 100-річних приблизно однаковий – 4,7 – 4,9. При цьому співвідношення маси дрібних (завтовшки до 1 см) і великих (більше 1 см) гілок приблизно однакове.

Вагова участь стовбурів в надземній фітомасі дерев збільшується в насадженнях від 26 – до 50 – , 80-річного віку з 87 до 92 – 95 %.

Запаси, структура та приріст фітомаси насаджень свіжій сосною субори формується в умовах змінної напруженості водного режиму і бурхливого розвитку в живому покриві кореневищного злаку – Війника наземного.

#### Перелік використаних джерел

1. Агрокліматичний довідник Харківської області, 1997р
2. Ю.М. Біла Лісомеліоративна компонента екологічної оптимізації агроландшафтів Луганської області / Ю.М. Біла // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія «Лісівництво та декоративне садівництво» /– К.: ВЦ НУБіП України, 2016- Вип. 238,– с.119-130.
3. Ю.М. Біла Формування лісомеліоративного комплексу екологічно збалансованих агроландшафтів байрачного лісу /Ю.М. Біла, Л.І. Ткач, В.Ю. Юхновський// Монографія .Київ.- 2018- 236сторінок
4. М.М. Ведмідь, Основні засади стратегії лісорозведення в Україні М.М. Ведмідь, Ю.М. Дебринюк, С.П. Распопіна, В.Ю. Юхновський, Ю.М. Біла Forestry Academy of Sciences of Ukraine Наукові праці Лісівничої академії наук України Proceeding sof the Forestry Academy of Sciences of Ukraine2019 №2 стор.89-100
5. С.В. Сидоренко Вплив щільності вертикальної структури лісових смуг на мікрокліматичні показники міжсмугового простору/ С.В. Сидоренко, Ю.М. Біла //Лісівництво і агролісомеліорація: зб. Наук. Праць – Харків: Вид-во УкрНДЛПГА. 2017. №131. с.104-113

## ІНТЕГРАЦІЯ ПРИНЦИПІВ НАБЛИЖЕНОГО ДО ПРИРОДИ ЛІСІВНИЦТВА У ВИКЛАДАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ДИСЦИПЛІН

*Білоус М.М., кандидат сільськогосподарських наук;*

*Виговський А.Ю., кандидат технічних наук*

[mbelous@nubip.edu.ua](mailto:mbelous@nubip.edu.ua)

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

У сучасних умовах трансформації економіки України та формування стратегії повоєнного зеленого відновлення особливої актуальності набувають питання сталого управління природними ресурсами. Лісове господарство відіграє важливу роль у цьому процесі, оскільки ліси виконують не лише ресурсну, а й екологічну, кліматорегулюючу, рекреаційну та соціальну функції. У зв'язку з цим постає необхідність удосконалення системи підготовки фахівців лісового сектору, здатних поєднувати економічну ефективність виробництва з принципами збереження та відтворення природних екосистем. Одним із важливих напрямів такої підготовки є вдосконалення програм викладання технологічних дисциплін на засадах наближеного до природи лісівництва.

Повномасштабна війна завдала значних втрат природним ресурсам України, зокрема лісовим екосистемам. Пошкодження лісових масивів, мінування територій, деградація ґрунтів і порушення природних екосистем потребують комплексного підходу до їх відновлення. У цьому контексті принципи наближеного до природи лісівництва набувають особливого значення, оскільки вони передбачають ведення господарства з урахуванням природних процесів розвитку лісу, підтримання його біологічного різноманіття та забезпечення довготривалої екологічної стабільності.

Навчальні дисципліни технологічного напрямку є важливою складовою професійної підготовки фахівців лісового господарства, які охоплюють питання організації, техніки та технологій заготівлі деревини, транспортування лісоматеріалів, первинної переробки деревини та раціонального використання лісових ресурсів. В умовах сучасних викликів, що пов'язані з необхідністю відновлення лісових екосистем та переходу до сталого розвитку, окрім технічних і економічних аспектів виробництва, варто інтегрувати екологічні принципи у зміст навчальних програм.

Наближене до природи лісівництво ґрунтується на збереженні природної структури лісових насаджень, підтриманні вікової різноманітності деревостанів, використанні природного поновлення та мінімізації антропогенного впливу на екосистему. У контексті лісопромислового виробництва це передбачає впровадження таких технологій заготівлі деревини, які забезпечують мінімальне пошкодження ґрунтового покриву, підросту та залишкових деревостанів. Важливим аспектом є також оптимізація транспортної мережі, раціональне планування лісосічних робіт та застосування сучасної техніки з низьким рівнем впливу на ґрунт.

У процесі викладання дисциплін важливим є формування у студентів системного розуміння взаємозв'язку між технологічними процесами лісопромислового виробництва та екологічним станом лісових екосистем. Більше уваги варто приділятися аналізу різних систем заготівлі деревини, зокрема хлистової та сортиментної, а також оцінці їхнього впливу на довкілля. Використання сортиментної технології з застосуванням сучасних систем машин – дозволяє зменшити площу порушених територій і забезпечити більш раціональне використання деревної сировини.

Важливу роль у підготовці майбутніх фахівців відіграє поєднання теоретичних знань із практичними заняттями та польовими дослідженнями. Під час навчальних, технологічних чи виробничих практик студенти повинні оцінювати наслідки різних способів організації лісозаготівельних робіт, знайомитися з сучасною технікою та технологіями, а також аналізувати їхній вплив на стан лісових екосистем. Такий підхід сприяє формуванню професійних компетентностей і відповідального ставлення до використання природних ресурсів.

Не менш важливим аспектом викладання технологічних дисциплін є формування у студентів екологічної культури та відповідального ставлення до природних ресурсів. Саме такий підхід є необхідною передумовою для відновлення та сталого розвитку лісового господарства в післявоєнний період.

Загалом, адаптація освітніх програм викладання технічних і технологічних дисциплін згідно з засадами наближеного до природи лісівництва є важливим кроком на шляху підготовки фахівців нового покоління, що забезпечить ефективне використання лісових ресурсів, відтворення пошкоджених екосистем та гармонійний розвиток лісового комплексу України в довгостроковій перспективі.

**РІДКІСНІ ВИДИ РОСЛИН ТА РОСЛИННІ УГРУПОВАННЯ У  
БІОТОПАХ З ЕКСТРЕМАЛЬНИМИ ЕКОЛОГІЧНИМИ  
УМОВАМИ НА ТЕРИТОРІЇ БРОНИЦЬКОГО ЛІСНИЦТВА,  
ЗВ'ЯГЕЛЬСЬКОГО НАДЛІСНИЦТВА, ФІЛІЇ «СТОЛИЧНИЙ  
ЛІСОВИЙ ОФІС» ДП «ЛІСИ УКРАЇНИ»**

*Васильчук Д.М., здобувач вищої освіти*

*[vasylchuk.zviagel\\_lis@gmail.com](mailto:vasylchuk.zviagel_lis@gmail.com)*

*Житомирський агротехнічний фаховий коледж, Україна*

Збереження фіторізноманіття на видовому, ценотичному та екосистемному рівнях організації у сучасних умовах є пріоритетним напрямком практичної діяльності лісогосподарської галузі України [2]. Поступово у лісовому господарстві країни на практиці втілюються елементи екологізації [3], а головним напрямком розвитку є перехід до наближеного до природи лісівництва – для забезпечення сталого розвитку [11].

Важливою складовою цього процесу є застосування оселищного підходу до оцінки лісових екосистем, їх рідкісності, раритетного фіторізноманіття, необхідності охорони [5].

Броницьке лісництво знаходиться у північно-західній частині Житомирського Полісся [4], його територія характеризується переважанням суходільних лісів, за площею типи лісу лісництва можна розмістити у такому ряду:  $C_3ГД > C_2ГДС > B_2ДС > C_3ГДС > B_3ДС$ . Заболочені типи лісу представлені:  $C_4Влч$ ,  $C_5Влч$ ,  $C_5БС$ ,  $B_5БС$ . На території лісництва зустрічаються рідкісні для нього типи лісу та, відповідно, оселища в екстремальних екологічних умовах [6] –  $B_1ДС$ , які репрезентують бідні та сухі умови, та  $B_5БС$  та  $A_5С$ , які репрезентують дуже бідні та мокрі умови.

Метою даної роботи є оцінка поширення оселищ в екстремальних екологічних умовах Броницького лісництва – у типах лісу  $B_1ДС$ ,  $B_5БС$  та  $A_5С$ , раритетного фіторізноманіття в їх складі, забезпеченість охороною.

Результати аналізу таксаційного опису дослідженого лісництва продемонстрували, що на його території типи лісу  $B_1ДС$ ,  $A_1С$  лісовпорядкуванням не виділено. Однак, наші польові дослідження

2025 року виявили у багатьох місцях ділянки типу лісу В<sub>1</sub>ДС, які входять до укрупнених виділів, віднесених таксаторами до типу лісу В<sub>2</sub>ДС. Такі ділянки В<sub>1</sub>ДС мають площу 0,5-1,0 га, зустрічаються у кварталі 14, вид. 16 (0,6 га), кв. 15, вид. 10 (1,0 га) та ін., представлені переважно сосняками лишайниковими. До їх складу входять види рослин, занесені до Європейського червоного списку [10] – смілка литовська (*Silene lithuanica* Zapal.) та козельці українські (*Tragopogon ucrainicus* Artemcz.). Угруповання в Україні не є рідкісним. Однак оселища у даному типі лісу – Д2.2.1 Лишайникові ліси сосни звичайної – є рідкісними у Європі, внесені до Додатку I Оселищної Директиви ЄС [9] як 91Т0 – центральноєвропейські лишайникові ліси сосни звичайної.

Лісо-болотні оселища у типі лісу В<sub>5</sub>БС є комплексними та строкатими, представленими сосново-березовими насадженнями невисокої повноти (05-0,6), а на найбільш бідних ділянках до них домішуються низькоповнотні ділянки типу лісу А<sub>5</sub>С з переважанням пригніченої *Pinus sylvestris* L. у деревостані. У типах лісу В<sub>5</sub>БС та А<sub>5</sub>С представлений біотоп Д2.2.5 Оліготрофні болота з ярусом сосни. Вони занесені до «Зеленої книги України» [1]. Ці оселища також внесені до Резолюції 4 Бернської конвенції як G3.E – комплекси верхових боліт та Додатку I Оселищної Директиви як 91D0 – оліготрофні та мезотрофні заболочені ліси. В цих біотопах виявлено види рослин, занесені до Резолюції 6 Бернської конвенції [7] та «Червоної книги України» [8]: осоку тонкокореневищну (*Carex chordorrhiza* Ehrh.), пухирник проміжний (*Utricularia intermedia* Hayne), пальчатокорінник Фукса (*Dactylorhiza fuchsii* (L.) Soó), пальчатокорінник плямистий (*Dactylorhiza maculata* (L.) Soó) тощо.

У Броницькому лісництві оселища у типах лісу В<sub>1</sub>ДС, В<sub>5</sub>БС та А<sub>5</sub>С охороняються у загальнозоологічному заказнику загальнодержавного значення «Казява».

#### Список використаних джерел

1. Зелена книга України. За ред. Я. П. Дідуха. Київ: Альтерпрес, 2009. 448 с.
2. Козловський М.П., Шкаруба А.Д., Шпаківська І.М., Рожак В.П. Екологічні засади ведення лісового господарства в Україні в контексті євроінтеграції. Науковий вісник НЛТУ України. 2018, т. 28, № 11. С. 48–54.
3. Кравець П. В., Павліщук О. П., Розвод С. В. Екологізація лісового господарства в Україні під впливом лісової сертифікації. Український журнал лісівництва та деревинознавства. 2013. 187(3). С. 136–143.

4. Маринич О.М., Пархоменко Н. О., Пащенко В.М., Петренко, О. М., Шищенко П.Н. Фізико-географічне районування. Карта. Національний атлас України. За ред. Л.Н. Руденка. К.: Картографія, 2007. С. 228–229.
5. Національний каталог біотопів України. За ред. А.А. Куземко, Я.П. Дідуха, В.А. Онищенко, Я. Шеффера. Київ: ФОП Клименко Ю.Я., 2018. 442 с.
6. Ткач В. П., Тарнопільська О. М., Орлов О. О. 2024. Типи лісових формацій України в системі європейських класифікацій. За редакцією В.П. Ткача. Харків: Друкарня Мадрид, 2024. 415 с.
7. Резолюція № 6 (1998) Бернської конвенції щодо переліку видів, які потребують особливих заходів щодо збереження оселищ (Listing the species requiring specific habitat conservation measures) [Electronic resource]. – Mode of access: *WWW.URL: <https://wcd.coe.int/wcd/ViewDoc.jsp?id=1475233&Site=DG4-Nature&BackColorInternet=DBDCF2&BackColorIntranet=FDC864&BackColorLogged=FDC864>*.
8. Червона книга України. Рослинний світ. За ред. Я. П. Дідуха. Київ: Глобалконсалтинг, 2009. 900 с.
9. Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora // Official journal. – 1992. – L 206. P. 7-50. [http://lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1992L0043:20070101:EN: PDF](http://lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1992L0043:20070101:EN:PDF)
10. European Red List of Globally Threatened Animals and Plants [Electronic resource] (13 files) // Environment Directorate General of the European Commission. – Mode of access: *WWW.URL: <http://ec.europa.eu/environment/nature/conservation/species/redlist/>*
11. Krynytskyi H.T., Chernyavskyi M.V., Krynytska O.H., Dejneka A.M., Kolisnyk B.I., & Tselen Y.P. Close-to-nature forestry as the basis for sustainable forest management in Ukraine. Scientific Bulletin of UNFU, 2017, 27(8), с. 26-31. <https://doi.org/10.15421/40270803>

## КАДРОВИЙ ПОТЕНЦІАЛ ДЕРЖАВНОГО ПІДПРИЄМСТВА «ЛІСИ УКРАЇНИ» В УМОВАХ РЕФОРМУВАННЯ УПРАВЛІННЯ ГАЛУЗЗЮ

*Гоголь Т.М., аспірант, Динька П.К., доцент*  
[hohol.t@nltu.lviv.ua](mailto:hohol.t@nltu.lviv.ua)

*Національний лісотехнічний університет України, Україна*

Масштабне трансформування лісового сектору України в умовах воєнного стану та необхідності післявоєнного «зеленого» відновлення вимагає нових підходів до формування кадрового потенціалу Державного підприємства «Ліси України», який сьогодні перебуває в стадії адаптування до нової структури управління.

Аналізування ефективності соціальної та кадрової політики ДП «Ліси України» [1] та фінансових результатів за 2023–2024 рр. [2, 3] свідчить про глибокі зміни в структурі та ефективності роботи його персоналу. Зокрема, протягом двох років відбулося значне скорочення фактичної чисельності працівників: з 27 586 осіб у 2023 році до 22 022 осіб у 2024 році, що складає приблизно 20%. У зв'язку з цим спостерігалася стрімке зростання коефіцієнту вибуття кадрів, який у 2023 році становив 36%, а у 2024 році досяг критичних 64%. Таке безпрецедентне скорочення чисельності працівників свідчить не тільки про складність адаптування працівників до нових умов управління, вплив зовнішніх чинників (мобілізація, міграція), але й можливу потребу в перегляді стратегій управління персоналом.

Водночас, спостерігалася позитивна динаміка підвищення кваліфікаційного рівня персоналу, завдяки чому частка фахівців із вищою та неповною вищою освітою зросла з 62% до 73%, що свідчить про зміщення фокусу кадрової політики на залучення та утримання більш кваліфікованих кадрів. Підприємство також демонструє високу ефективність у сфері інклюзивності. Показник працевлаштування осіб з інвалідністю суттєво перевищує встановлений законодавством норматив (4%): у 2023 році він становив 8% , а у 2024 році зріс до 9%. Гендерна структура залишається стабільною з незначним коливанням частки жінок: 16% у 2023 р. та 15% у 2024 р., що, головним чином, зумовлено специфікою галузі.

Основними соціально-економічними викликами в новоутвореному підприємстві є:

-необхідність формування в персоналу нових управлінських компетентностей, знання цифрових інструментів (електронний облік деревини, ГІС-технології) та корпоративної етики

-дисбаланс в уніфікованій системі оплати праці, яка не завжди враховує рівень і складність фахового навантаження та ризики (особливо, в прифронтових територіях);

-погіршення соціально-психологічного клімату в колективах через недоліки комунікування щодо обґрунтованості реформування галузі та оптимізування чисельності персоналу;

-тенденція до зниження престижності професії лісівника через формування негативного ставлення до працівників галузі у певної частини суспільства, що не сприяє притоку молодих фахівців та спричиняє «старіння» кадрового складу.

Водночас, загострюються екологічні та безпекові виклики, серед яких:

-зростання вимог до «зелених» компетентностей працівників, які вимагають переорієнтування системи освіти з традиційного лісівництва на екосистемний менеджмент, збереження біорізноманіття та адаптування лісів до кліматичних змін.

-формування потреби у специфічних компетентностях фахівців для роботи в умовах вибухової та мінної небезпеки і забруднення, пов'язаного з бойовими діями та постійним чи тимчасовим перебуванням військових і обслуговуючих підрозділів на території лісового фонду.

Оскільки 73% працівників підприємства вже мають вищу або неповну вищу освіту, підприємству доцільно зосередитися не тільки на базовій підготовці, а також і на перекваліфікуванні персоналу, адаптуванні його до європейських стандартів сталого лісогосподарювання, активній участі у створенні нових освітніх продуктів. Для забезпечення післявоєнного зеленого відновлення та євроінтеграції лісової галузі система підготовки та розвитку кадрів ДП «Ліси України» потребує комплексної освітньої трансформації, яка повинна включати, на нашу думку, такі напрями:

1. Удосконалення існуючих освітніх програм (Спеціальність Н4 «Лісове господарство») шляхом:

-впровадження обов'язкових модулів щодо європейських екологічних стандартів (Natura 2000, Європейський зелений курс/Green Deal), сертифікації лісів (FSC, PEFC) та оцінювання екосистемних послуг;

-доповнення програм дисциплінами з мінної безпеки в лісах та відновлення лісових екосистем, пошкоджених внаслідок бойових дій.

2. Започаткування нових освітніх та міждисциплінарних програм, до прикладу, таких як:

-«Екосистемний лісовий менеджмент та зелена економіка» - міждисциплінарна програма на межі лісівництва, менеджменту, економіки та екології, що готуватиме фахівців для монетизування послуг лісових екосистем та управління вуглецевими кредитами;

-«Лісова інженерія та інформаційні технології» для підготовки фахівців, здатних розробляти та обслуговувати високотехнологічне обладнання і програмне забезпечення для лісової галузі;

-«Управління персоналом у лісовому господарстві» для підготовки менеджерів з управління персоналом, які розуміють специфіку лісового сектору та можуть розробляти ефективні стратегії розвитку людського капіталу підприємства в умовах реформування, а також формувати нові вимоги до компетенцій фахівців для забезпечення соціально-екологічної стабільності та економічної ефективності галузі.

3. Враховуючи, що на підприємстві рівень працевлаштування осіб з інвалідністю перевищує загальнодержавний норматив і складає 9%, необхідно створювати адаптовані навчальні програми та робочі місця для ветеранів, що повертаються з фронту з інвалідністю (наприклад, оператори дронів, диспетчери ГІС-систем тощо). Для цього слід запровадити систему короткострокових сертифікатних програм для швидкої перекваліфікації ветеранів війни або фахівців із суміжних галузей.

Таким чином, успішне трансформування ДП «Ліси України» та досягнення цілей післявоєнного зеленого відновлення неможливі без переходу від традиційного лісогосподарського мислення до сучасного екосистемного менеджменту. Це вимагає тісної синергії між підприємством та закладами вищої освіти для формування фахівців нової формації, здатних відповідати на виклики війни, кліматичних змін та євроінтеграції.

#### **Список використаних джерел**

1. Державне підприємство «Ліси України». Офіційний вебсайт. URL: <https://e-forest.gov.ua/>
2. Фінансова звітність за 2023 рік: офіційний вебсайт / ДП «Ліси України». URL: <https://e-forest.gov.ua/finansova-zvitnist-2023/>
3. Фінансова звітність за 2024 рік: офіційний вебсайт / ДП «Ліси України». URL: <https://e-forest.gov.ua/finansova-zvitnist-za-2024-rik/>

## **ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА КОМПЛЕКСНОЇ ПАМ'ЯТКИ ПРИРОДИ МІСЦЕВОГО ЗНАЧЕННЯ «МУЗЕЙ-САДИБА М. КОЦЮБИНСЬКОГО» ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ**

*Єлісавенко Ю.А., кандидат сільськогосподарських наук*  
[yelis2009@ukr.net](mailto:yelis2009@ukr.net)

*ДП «Вінницька лісова науково-дослідна станція», Україна*

В умовах інтенсивної урбанізації, об'єкти садово-паркового мистецтва є важливими осередками збереження біорізноманіття, а також вони виконують рекреаційну функцію. Збереження їх належного санітарного стану є важливим аспектом виконання ними покладених функцій.

В умовах військової агресії, на території України велика кількість об'єктів садово-паркового мистецтва зазнали інтенсивного впливу, що призвело до їх ураження або цілковитого знищення. Проте, на сьогодні не лише військові дії несуть вплив на садово-паркові комплекси. В умовах тотального недофінансування господарських заходів щодо збереження та реконструкції зелених насаджень в межах населених пунктів спостерігається їх деградація.

В межах Вінницької області дана проблема також гостро стоїть в списку сучасних екологічних проблем регіону.

Музей-садиба М.М. Коцюбинського – комплексна пам'ятка природи місцевого значення в Україні. Об'єкт природно-заповідного фонду Вінницької області. Розташована в межах міста Вінниця, на вулиці І. Бевза, 15. Площа 0,5 га. Статус надано Рішенням 13 сесії 22 скликання Обласної ради 1997 року. Перебуває у віданні Літературно-меморіального Музею ім. М. Коцюбинського Департаменту культури Вінницької міської Ради. Статус надано з метою збереження цінних деревних і кущових насаджень, що зростають на території Вінницького літературно-меморіального музею М. М. Коцюбинського. Збереглися старі дерева, посаджені родиною Михайла Коцюбинського, серед яких липа, віком близько 250 років, а також яблуні, груші. Зростають дерева і кущі, посаджені працівниками музею, зокрема: калина, агава, магнолія, тамариск тощо [1, 2].

Обстеження паркового насадження проводили шляхом визначення стану дерев відповідно до санітарних правил в лісах України [3].

Обстеження показало, що на території парку є значна кількість дерев, які досягли віку технічної стиглості. Такі дерева є уже не біологічно стійкими і мають низький рівень толерантності перед фітопатогенними шкідниками та хворобами. Відповідні дерева можуть стати також осередками їх поширення та знижуватимуть фіто-санітарний стан та рекреаційну привабливість парку. І як результат такі дерева будуть відпадати із складу насаджень. Результати обстеження наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Характеристика всохлих та всихаючих дерева, які необхідно видалити за складу насадження садово-паркового комплексу

Українська назва	Латинська назва	Кількість, шт.	Причина видалення
яблуня домашня	<i>Malus domestica</i>	23	Стовбурова гниль, омела біла
клен гостролистий	<i>Acer platanoides</i>	13	Судинний мікоз
ялина європейська	<i>Picea abies</i>	20	Короїд верхівковий
черешня лісова	<i>Prunus avium</i>	9	Стовбурова гниль
вишня пташина	<i>Cerasus avium</i>	43	Стовбурова гниль
горіх грецький	<i>Juglans regia L.</i>	4	Стовбурова гниль
сумах	<i>Rhus L.</i>	5	Стовбурова гниль
верба біла	<i>Salix alba</i>	2	Стовбурова гниль
алича	<i>Prunus cerasifera</i>	10	Стовбурова гниль
груша домашня	<i>Pyrus communis</i>	9	Стовбурова гниль
липа дрібнолиста	<i>Tilia cordata</i>	3	Некроз
туя західна	<i>Thuja occidentalis</i>	21	Всихання
акації білої	<i>Robinia pseudoacacia L.</i>	3	Стовбурова гниль
шовковиці білої	<i>Morus alba</i>	2	Поперечний рак
Разом		167	

Згідно даних таблиці, всього на території пам'ятки необхідно відвести у рубку 167 дерев.

Відмирання більшості дерев парку відбулося у результаті: біологічної взаємодії дерев у змішаних насадженнях та інтенсивного пошкодження хворобами і патогенами, а також стовбуровими шкідниками (гриби, стовбурові гнилі, омела біла) (рис. 1).



Рис. 1. Всохлі та всихаючі дерева, які необхідно видалити

З метою забезпечення підвищення рекреаційних, естетичних та науково-пізнавальних функцій паркового насадження Музею-садиби М.М. Коцюбинського рекомендуємо розширити асортимент деревних порід шляхом висаджування цінних інтродукованих видів, які є акліматизованими для лісорослинних умов Вінницької області. Тому доцільним є створення групи інтродуцентів хвойних видів: сосна чорна (*Pinus nigra Arn.*), ялиця біла (*Abies alba Mill.*), сосна веймутова (*Pinus strobus, L.*), сосна кедрова європейська (*Pinus cembra, L.*), дугласія (*Pseudotsuga Mirb.*), гінкго дволопатеве (*Ginkgo biloba L.*); та групи листяних деревних порід: бук лісовий (*Fagus sylvatica L.*), магнолія кобус (*Magnolia kobus Thunb.*), тюльпанове дерево (*Liriodendron tulipiferum L.*), сакура (*Cerasus serrulata Lindl.*), багряник японський (*Cercidiphyllum japonicum S.*) та катальпа звичайна (*Catalpa bignonioides*) та ін.

#### Список використаних джерел

1. Еталони природи Вінниччини / О.В. Мудрак, Г.В. Мудрак, В.М. Поліщук, С.Л. Кушнір, Ю.А. Єлісавенко, М.М. Ганчук, Т.В. Бриндак [Монографія] // За заг. ред. О.В. Мудрака. – Вінниця: ТОВ “Нілан-ЛТД” 2014. – 532 с.
2. Єлісавенко Ю.А. Парки-пам’ятки садово-паркового мистецтва Східного Поділля як біоцентри регіональної екомережі / Ю.А. Єлісавенко, Л.В. Смашнюк, О.Г. Василевський // Вісник НУВГП. Серія: Сільськогосподарські науки. – Рівне, 2018. – Випуск 1(81). – С. 142-149.
3. Санітарні Правила в лісах України. Постанова Кабінету Міністрів України від 26.10.2016 р. № 756. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-95-%D0%BF#Text>

## МЕХАНІЗМИ ВРАХУВАННЯ ЦІННОСТІ ЕКОСИСТЕМНИХ ПОСЛУГ У ДІЯЛЬНОСТІ ЛІСОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ

*Загвойська Л.Д., кандидат економічних наук, професор,  
Миц Л.В., аспірант кафедри економіки, туризму і рекреації*  
[zahvoyska@ukr.net](mailto:zahvoyska@ukr.net)

*Національний лісотехнічний університет України, Україна*

Урахування екосистемних послуг у діяльності лісогосподарських підприємств передбачає трансформацію їх із «невидимого природного фону» в об'єкт управління, оцінювання та економічної капіталізації [1].

У найпростішому визначенні екосистемні послуги – це всі корисні ресурси та вигоди, які людина може отримати від природи. Збереження природних екосистем (лісів, боліт, степів) є інвестицією у власний добробут та безпеку, оскільки порушення цих процесів призводить до значних екологічних та економічних збитків. Відповідно, платежі за екосистемні послуги – це добровільні або регульовані компенсаційні виплати власникам чи розпорядникам екосистем (у даному випадку лісогосподарським підприємствам) за підтримання або покращення екосистемних функцій.

Економічна логіка оцінки екосистемної послуги визначає, що, якщо послуга не має ринкової ціни (наприклад, регулювання клімату або збереження біорізноманіття), вона не відображається у фінансових розрахунках, тобто недооцінюється. PES формує фінансовий стимул для збереження цієї послуги. Платежі за екосистемні послуги (PES) – це інноваційний підхід до охорони природи.

Платежі за екосистемні послуги – це назва, дана різноманітним механізмам, за допомогою яких бенефіціари екологічних послуг, від захисту водозборів та збереження лісів до поглинання вуглецю та краси ландшафтів, винагороджують тих, чий землі забезпечують ці послуги, субсидіями або ринковими платежами.

В умовах трансформації економіки України та посилення екологічних викликів особливої актуальності набуває питання врахування екосистемних послуг у систему управління лісогосподарськими підприємствами. Зростання антропогенного навантаження, глобальні кліматичні зміни, євроінтеграційні процеси

та гармонізація екологічного законодавства з нормами ЄС зумовлюють необхідність формування дієвого механізму врахування екологічних чинників у господарській діяльності.

Механізм врахування екосистемних послуг у діяльності лісогосподарських підприємств доцільно визначати як комплекс взаємопов'язаних інструментів, методів, інституційних структур і регуляторних важелів, спрямованих на включення вартості та відображення функціональної значущості екосистемних послуг у процесі стратегічного, фінансового й операційного управління суб'єктів господарювання. Такий механізм забезпечує узгодження економічних інтересів підприємства із завданнями збереження довкілля та раціонального використання природних ресурсів.

*Таблиця 1*

Порівняльна характеристика ключових механізмів, які застосовують для врахування екосистемних послуг у діяльності лісопідприємств

Категорія механізму	Механізм/Інструмент	Короткий опис прикладу	Джерело / Посилання
Економічні інструменти	Плата за послуги екосистем	Продаж сертифікатів вуглецевих знижок, послуг водорегулювання	Millennium Ecosystem Assessment, 2005
Ринкові механізми	Зелені фінансові продукти	Зелені бонди на відновлення лісів, кредитні лінії ESG	WEF Global Risks Report, 2026
Інформаційні інструменти	Екологічна звітність	Включення оцінки екосистемних послуг до нефінансової звітності	GRI Standards
Регуляторні інструменти	Державні стимули	Підтримка лісових господарств за збереження біорізноманіття	Європейська Зелена Угода
Ринкове маркування	Екокерування сертифікацією (FSC, PEFC)	Сертифікація лісогосподарської продукції з урахуванням стійких послуг	FSC, PEFC
Техніко-економічні інструменти	Моделі оцінки вартості послуг	Інструменти економічної оцінки (контингентна оцінка, вартість уникнення шкоди)	TEEB, 2010
Технологічні інструменти	GIS-інструменти	Просторовий аналіз для моніторингу послуг	Burkhard et al., 2017

*Джерело: сформовано за [1-6]*

Отже, врахування екосистемних послуг у діяльності лісогосподарських підприємств є багаторівневим процесом, який

охоплює: фінансові стимули, регуляторну підтримку, інформаційні інструменти, ринкові механізми, управлінські інновації.

У сучасному еколого-економічному контексті ці механізми формують основу переходу від екстенсивного лісокористування до моделі управління природним капіталом, який поєднує прибутковість, екологічну відповідальність і суспільну цінність.

#### **Список використаної літератури**

1. Millennium Ecosystem Assessment (MEA). *Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis*. Washington, DC: Island Press, 2005.
2. World Economic Forum. (2026). *The Global Risks Report 2026*. Geneva: World Economic Forum.
3. European Commission. *The European Green Deal*. Brussels: European Commission, 2019. Available at: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52019DC0640>.
4. Programme for the Endorsement of Forest Certification (PEFC). *PEFC International Standard: Sustainable Forest Management*. Geneva: PEFC International, 2018. URL: <https://pefc.org>.
5. TEEB. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Ecological and Economic Foundations*. London; Washington: Earthscan, 2010.
6. Burkhard, B., & Maes, J. (2017). *Mapping ecosystem services*. Pensoft Publishers.

## ВИКОРИСТАННЯ БПЛА ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ ПІДНАМЕТОВОЇ ФЛОРИ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ

*Задорожнюк Р.М.*<sup>1</sup>; *PhD, Міськова О.В.*<sup>2</sup>; *PhD, Ковбаса Я.В.*<sup>1</sup>;  
*кандидат сільськогосподарських наук; Мацала М.С.*<sup>3</sup>, *PhD;*  
*Білоус А.М.*<sup>1,4</sup>, *доктор сільськогосподарських наук*  
[zadorozhniuk@nubip.edu.ua](mailto:zadorozhniuk@nubip.edu.ua)

<sup>1</sup>*Національний університет біоресурсів і природокористування України,  
Україна*

<sup>2</sup>*Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, Україна*

<sup>3</sup>*Southern Swedish Forest Research Centre, Swedish University of  
Agricultural Sciences, Sweden*

<sup>4</sup>*Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Germany*

Війна в Україні є впливає на лісові екосистеми, особливо у регіонах з тривалими бойовими діями. Цей вплив проявляється безпосередньому механічному руйнуванні, опосередкованих порушеннях екосистемних процесів та створенні умов за яких виконання лісгосподарських операцій обмежено або неможливо. До прямих наслідків належать пошкодження або знищення деревостану внаслідок обстрілів, прокладання фортифікаційних споруд та використання деревини для військових потреб. Водночас важливим фактором деградації лісів є масштабні пожежі та підвищена ймовірність їх виникнення внаслідок бойових дій. Сукупність цих чинників впливає як на ріст і розвиток лісових екосистем, так і на режим ведення лісового господарства, що призводить до механічних пошкоджень насаджень, тривалого порушення традиційних практик лісокористування та зростання частки деградованих або знищених лісових ділянок.

Перелічені фактори зумовлюють необхідність розроблення альтернативних підходів до моніторингу стану лісових екосистем. Ключовою проблемою дослідження таких територій є їхня забрудненість вибухонебезпечними предметами. Ймовірність забруднення лісів мінами, нерозірваними боєприпасами та іншими небезпечними об'єктами унеможливорює проведення традиційних польових досліджень та створює дефіцит достовірної інформації про

стан, розвиток та відтворення порушених лісів під впливом бойових дій.

Ми розробили та апробували спосіб оцінювання піднаметової рослинності з використанням безпілотних літальних апаратів у потенційно замінованих лісових насадженнях сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) Ізюмського надлісництва (Харківська область). Запропонований підхід передбачає використання безпілотного літального апарата малого розміру та роторного типу, який застосовується для виконання зйомки під наметом деревостану. Основна ідея методики полягає у проведенні фотозйомки піднаметової рослинності вздовж трансект, які прокладаються від безпечних ділянок (переважно лісових доріг або просік) у глибину насадження. Такий підхід дозволяє дистанційно отримувати інформацію про стан трав'яного ярусу, підросту та підліску.

Під час польових досліджень нами емпірично встановлено оптимальні параметри такої зйомки. Висота польоту та якість зображень є критичними параметрами для їхнього якісного дешифрування. Для визначення більшості видів рослин оптимальною є висота зйомки у межах 1–2 м над поверхнею ґрунту. Зйомка з більшої висоти значно ускладнює ідентифікацію окремих видів або робить її неможливою. У деяких випадках для ідентифікації складних для розпізнавання видів доцільно застосовувати нижчу висоту зйомки. Польова зйомка здійснюється шляхом поступового переміщення безпілотного літального апарату вздовж визначеного напрямку (трансекти). Ми апробували можливість закладання трансекти на відстань до 200 м із перспективою подальшого збільшення їхньої довжини. Під час руху безпілотний апарат виконує фотозйомку з фіксованим часовим інтервалом. Отримані зображення використовуються для подальшого дешифрування елементів піднаметового рослинного покриву в камеральних умовах, зокрема визначається його видовий склад, наявність підросту деревних видів та інші показників.

*Дослідження виконано за підтримки Національного фонду досліджень України у межах проєкту № 2025.07/0272.*

## НОВІ ВИКЛИКИ ЩОДО ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ: ТРАНСФОРМАЦІЯ ВІД КЛАСИЧНОГО ДО МІСЬКОГО ЛІСІВНИЦТВА

*Зібцева О.В., доктор сільськогосподарських наук, доцент*  
[olga\\_zibtseva@nubip.edu.ua](mailto:olga_zibtseva@nubip.edu.ua)

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Глобальні кліматичні зміни, прискорена урбанізація та майбутня повоєнна зелена відбудова зумовлюють необхідність перегляду й розширення парадигми лісогосподарської освіти в Україні. Наразі традиційна орієнтація на експлуатаційне лісівництво в багатьох розвинених країнах доповнилася концепцією «міського лісівництва» (*Urban Forestry* або *Community Forestry*), яка розглядає деревну рослинність урболандшафтів як стратегічний актив екосистемних послуг [1–4]. Аналогічне розширення мало би відбутися і в українській лісовій освітянській галузі [5].

У провідних країнах ЄС (наприклад, у Німеччині, Швеції, Нідерландах) та Північної Америки *Urban Forestry* наразі є самостійним науковим напрямом, заснованим на принципах лісової екології, популяційної біології та менеджменту деревних ресурсів. Кількість абітурієнтів на ньому часто випереджає кількість бажаючих навчатися за традиційним напрямом. Впровадження аналогічної спеціалізації в Україні дозволило б готувати фахівців нового покоління, здатних керувати «зеленою інфраструктурою» як складною біотехнічною системою, що відповідає динамічним вимогам ринку праці та стратегічному вектору Європейського зеленого курсу щодо збільшення площі зелених зон на урбанізованих територіях.

Наразі ж включення та поглиблене вивчення як обов'язкової дисципліни «Озеленення населених місць», а саме частини «Система зелених насаджень населеного пункту» та «Інвентаризація зелених насаджень» до програми підготовки бакалаврів лісового господарства є критичним для виконання першочергових завдань повоєнної зеленої відбудови та забезпечення стабільного функціонування урбоекосистем. Сучасні фахівці лісової галузі мають володіти знаннями та інструментарієм як мінімум щодо оцінювання сучасного стану інтегрованої зеленої інфраструктури населених пунктів, що

виходить за межі насамперед рекреаційних вимог садово-паркового будівництва. Також варто пригадати, що, наприклад, у США інвентаризацією міських дерев (програма *Urban FIA*) вже понад 15 років опікується Лісова служба Міністерства сільського господарства (*USDA Forest Service*), яка раніше займалася лише природними лісами. Тобто, міські дерева офіційно включені до загальнонаціонального обліку лісових ресурсів. При цьому студенти-лісівники є основною рушійною силою інвентаризації міських лісів. На жаль, в Україні інвентаризація міських зелених насаджень, яка є основою будь-якого планування і проектування територіального розвитку, за поодиноким виключенням, так і не була проведена.

Дослідження підтверджують, що стратегічне планування міських деревних насаджень дозволяє ефективно вирішувати питання терморегуляції міських територій та управління зливовими водами, що є вкрай важливим для сталого міського розвитку. Для України це стає особливо актуальним у ході відновлення зруйнованої міської інфраструктури, де зелена інфраструктура має стати продуманою складовою комплексного архітектурно-ландшафтного просторового планування.

Повоєнна відбудова потребує фахівців, здатних трансформувати техногенне середовище у сталі урбоєкосистеми. Вважаємо, що інтеграція дисциплін з озеленення та виокремлення спеціальності «міське лісівництво» є необхідним кроком для гармонізації української лісівничої освіти з європейським науковим простором.

#### Список використаних джерел

1. Bal, T. L., Rouleau, M. D., Sharik, T. L., Wellstead, A. M. Enrollment decision-making by students in forestry and related natural resource degree programmes globally. *International Forestry Review*, 2020, vol. 22(3), pp. 287–305. DOI: 10.1505/146554820830405627.
2. Dahle, G.A., Benjamin, A., McGill, D. Assessment of skills needed in entry-level urban foresters in the USA. *Urban Forestry and Urban Greening*, 2020, vol. 52, e126694. DOI: 10.1016/j.ufug.2020.126694.
3. O'Herrin, K., Day, S. D., Wiseman, P. E., Friedel, C. R., Munsell, J. F. University student perceptions of urban forestry as a career path. *Urban Forestry and Urban Greening*, 2018, vol. 34, pp. 294–304. DOI: 10.1016/j.ufug.2018.07.002.
4. O'Herrin, K., Wiseman, P. E., Day, S. D., Hauer, R. J. Professional identity of urban foresters in the United States. *Urban Forestry and Urban Greening*, 2020, vol. 54, e126741. DOI: 10.1016/j.ufug.2020.126741.
5. Zibtseva, O. "What affects the choice of forestry profession by Ukrainian students?" *Folia Forestalia Polonica*, 2023, vol. 65, no. 3, pp. 166-172. DOI: [10.2478/ffp-2023-0016](https://doi.org/10.2478/ffp-2023-0016).

## ВІД ТРАДИЦІЙНИХ МЕТОДІВ ДО ЦИФРОВИХ: FIELD-MAP В ЛІСОВПОРЯДКУВАННІ УКРАЇНИ

*Крикун В.В.<sup>1</sup>, провідний інженер-таксатор; Куцкий В.О.<sup>1,2</sup>, аспірант  
кафедри таксації лісу та лісового менеджменту*

*[qubo@i.ua](mailto:qubo@i.ua)*

*<sup>1</sup>ВО «Укрдержліспроект», Україна*

*<sup>2</sup>Національний університет біоресурсів і природокористування  
України, Україна*

У процесі реформування лісової галузі України зростає потреба в удосконаленні методів лісовпорядкування, які б відповідали сучасним вимогам точності, якості, оперативності та прозорості. Цифрові технології створюють нові можливості для збору, обробки та аналізу лісотаксаційної інформації. Однією з таких є система Field-Mar, впровадження якої є важливим кроком у розвитку лісовпорядкування України.

Підписаний в 2024 році меморандум між Україною та Чехією в рамках проєкту «Посилення потенціалу України у сфері моніторингу лісів для приведення його у відповідність до стандартів ЄС» став важливим кроком у впровадженні сучасних цифрових технологій в лісовпорядкуванні України. У межах співпраці фахівців чеського інституту IFER та українських спеціалістів було розроблено програмний модуль «UKRTAX» на базі мобільної ГІС Field-Mar.

Важливим результатом проєкту стало впровадження цифрового збору лісотаксаційних даних під час лісовпорядкування за допомогою комплексу Field-Mar.

Діюча технологія лісової таксації в Україні передбачає використання паперових носіїв в польових умовах, що створює ряд проблем, які Field-Mar вирішує. Однією з проблем галузі залишається недостатня кількість фахівців із геоінформаційних систем (ГІС) та дистанційного зондування Землі (ДЗЗ), що обмежує можливості повноцінного впровадження сучасних технологій збору та аналізу лісових даних (Мельниченко, 2025).

Переваги використання мобільної ГІС Field-Mar у порівнянні з діючою технологією лісової таксації в Україні наступні:

1. Точність введених даних. Модуль «UKRTAX» містить програму контролю, яка спрацьовує відразу ж після підтвердження закінчення таксації виділу. Що дозволяє таксатору одразу помічати допущені ним помилки при введенні даних безпосередньо в лісі.

2. Швидкість обробки даних. Традиційно лісовпорядкування складається з двох частин: польової – перший рік, під час якої таксатор в польових умовах здійснює збір лісотаксаційних показників; камеральної – другий рік, під час якого таксатор вносить в комп'ютер зібрані ним в лісі дані та обробляє їх (Кабінет Міністрів України, 2023).

Завдяки використанню Field-Map камеральний етап робіт значною мірою скорочується, оскільки всі дані вводяться безпосередньо під час польових робіт на планшеті. Це дозволяє одразу формувати цифрову базу лісотаксаційної інформації без перенесення матеріалів із паперових носіїв, що підвищує продуктивність праці та скорочує терміни виконання робіт.

3. Мобільність та зручність. Використання інженером-таксатором планшета в польових умовах усуває необхідність транспортування паперових матеріалів (таксаційних карточок, абрисів, папки таксатора тощо).

4. Контроль та прозорість. Усі зібрані за допомогою мобільної ГІС дані синхронізуються з центральною базою даних (Державне агентство лісових ресурсів України, 2025), що забезпечує керівнику лісовпорядної партії можливість здійснювати контроль за роботою таксаторів, проводити оперативний аналіз інформації та готувати звітну документацію.

Практичні пропозиції щодо подальшого розвитку використання технології Field-Map у лісовпорядкуванні України:

1. Розширення співпраці з профільними закладами вищої освіти шляхом укладання меморандумів про співпрацю. Це сприятиме організації виїзних семінарів, лекцій та практичних занять для студентів із залученням досвідчених таксаторів безпосередньо в польових умовах. Використання програмного забезпечення Field-Map під час таких занять сприятиме кращому засвоєнню теоретичних знань та формуванню практичних навичок роботи з сучасним програмно-технічним забезпеченням у майбутніх фахівців лісового господарства.

2. Фінансове стимулювання молодих спеціалістів у процесі освоєння новітніх технологій. З метою заохочення молодих фахівців до активного використання сучасних цифрових технологій доцільно передбачити систему матеріального стимулювання (надбавки, премії,

компенсацію витрат на навчання). Реалізація таких заходів сприятиме підвищенню мотивації персоналу, професійному зростанню кадрів і прискоренню процесів цифрової трансформації лісовпорядкування.

3. Поступова цифровізація процесів лісовпорядкування. Доцільним є розроблення та впровадження поетапного плану переходу інженерів-таксаторів до використання сучасних цифрових технологій під час проведення лісотаксаційних робіт. Зокрема, передбачається поступова відмова від паперових носіїв інформації та перехід до збору таксаційних даних із використанням мобільної ГІС Field-Map. Запровадження такого підходу сприятиме уніфікації методів збору інформації, підвищенню точності та достовірності даних, забезпеченню їх прозорості та оперативності обробки, а також значно спростить і прискорить подальшу камеральну обробку матеріалів лісовпорядкування.

Впровадження мобільної ГІС Field-Map є важливим етапом цифровізації лісового господарства України та відповідає європейським підходам до ведення лісовпорядкування. Перехід від паперових методів до цифрових технологій підвищує точність та оперативність лісовпорядних робіт і сприяє більш ефективному управлінню лісовими ресурсами. Реалізація запропонованих заходів сприятиме прискоренню модернізації галузі та підвищенню її конкурентоспроможності на міжнародному рівні.

#### **Список використаних джерел:**

1. Державне агентство лісових ресурсів України (2025). *Від паперу до цифрового лісу: в Україні впроваджують комплексну польову геоінформаційну систему*. <https://forest.gov.ua/news/vid-paperu-do-tsyfrovoho-lisu-v-ukraini-vprovadzhuut-kompleksnu-polovu-heoinformatsiinu-systemu>.
2. Кабінет Міністрів України (2023). *Про затвердження Порядку здійснення лісовпорядкування* (Постанова №112 від 07.02.2023 року). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/112-2023-%D0%BF#Text>.
3. Мельниченко, В. (2025). *Сприяння плануванню та впровадженню багатфункціонального сталого управління лісами в Україні* [Forest policy report]. Sustainable Forestry Implementation (SFI). <https://www.sfi-ukraine.org.ua/wp-content/uploads/2025/01/need-assesment-nfi-fmp-1.1-melnichenko-final-ukr.pdf>.

## ОЦІНКА СТАНУ ВИПРОБНИХ КУЛЬТУР ЗОНАЛЬНИХ НАСІННЄВИХ ОБ'ЄКТІВ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ

*Кроль А. В.<sup>1</sup>, доктор філософії; Протас Т. І.<sup>2,3</sup>; Мовчан А. Ю.;  
Блиствів В. І.<sup>3</sup>, кандидат сільськогосподарських наук*  
[kroltolya@ukr.net](mailto:kroltolya@ukr.net)

<sup>1</sup>ВП НУБІП України «Боярська ЛДС»

<sup>2</sup>ВП «Донецька ЛНЛ

<sup>3</sup>ДО «Український лісовий селекційний центр»

Важливими особливостями розвитку лісового господарства у повоєнний період передбачається:

- підвищення продуктивності деревостанів та прискорення отримання цільових сортиментів із них, з метою задоволення потреб післявоєнної відбудови та розвитку економіки;

- лісовідновлення та заліснення значних територій пошкоджених воєнними діями.

Ці фактори накладатимуться на глобальні кліматичні та енергетичні виклики, і це прискорюватиме подальший розвиток екоадаптивного та екозбалансованого ведення лісового господарства.

Вирішення питань післявоєнної відбудови відбуватиметься на фоні підтримки основних лісгосподарських завдань галузі, що впливають з євроінтеграційного характеру її реформування:

- нарощування природного потенціалу лісів, збереження їх біотичного різноманіття;

- підвищення стабільності лісових екосистем до впливу негативних факторів навколишнього середовища, особливо кліматичних;

- удосконалення нормативно-правової бази у галузі лісового господарства та її гармонізації з міжнародними принципами екозбалансованого розвитку лісового господарства і сталого управління лісами.

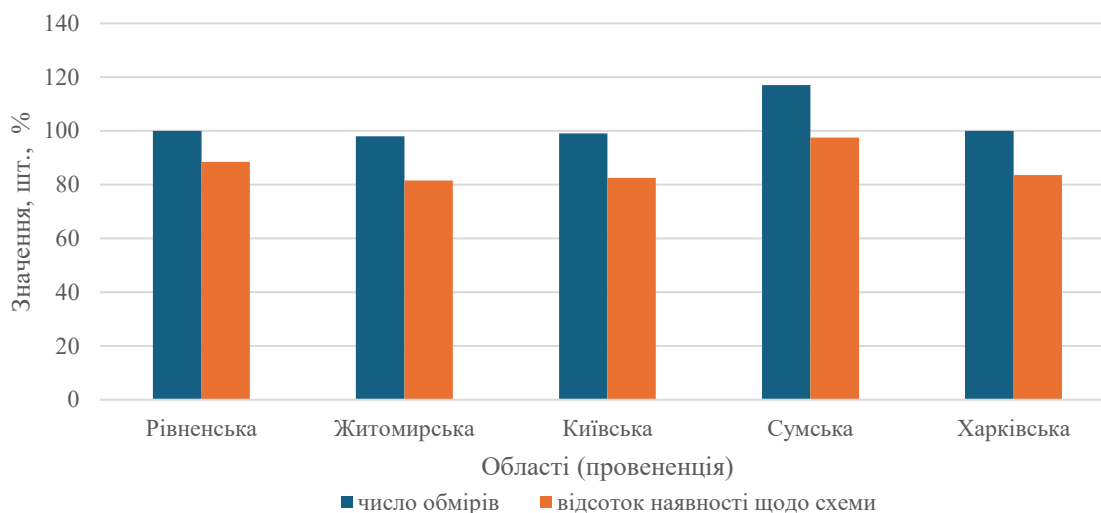
Одним із основних способів підвищення продуктивності лісів є використання здобутків лісової селекції і, в першу чергу, застосування покращеного та сортового насіння. Важливість досліджуваного питання також підкреслюється зміщенням акцентів для лісокористування та впровадження так званого, наближеного до природи лісівництва, концепція якого запропонована в новій Лісовій

стратегії ЄС до 2030 року (2025), та спрямована на акцентуванні ролі лісів у збереженні природи, підвищенні їх стійкості до кліматичних змін та забезпеченні багатофункціонального використання. Збереження та вивчення генетичного фонду основних лісотвірних видів є надважливим питанням, що реалізується доббором плюсових та унікальних лісостанів і дерев. На даний момент з цією ж метою виділені лісові генетичні резервати, що у подальшому зберігатимуть цінний генофонд та генетичне різноманіття лісотвірних видів [1]. Важливу роль в збереженні генетичного фонду відіграють лісонасінневі плантації.

Для вирішення завдань, що впливають з комплексу вищезазначених пріоритетів розвитку післявоєнного лісівництва і був закладений дослід випробних культур сосни звичайної на базі ВП НУБІП України “Боярська ЛДС”.

В Україні є дослідження щодо вивчення реакції лісів на зміни клімату через встановлення зв'язків їх походження за випробними культурами, також пропонуються перші результати [3]. Насіння для створенням випробних культур, заготовлено зимою 2024 року і відібрано з відповідно сформованих партій для виробничого використання. Воно заготовлялося: у Рівненській, Житомирській, Сумській та Харківській областях – з клонових лісонасінневих плантацій; у Київській області – з постійної лісонасінневої ділянки.

У листопаді 2025 року, авторами спільно з лісовою охороною Боярської ЛДС проведено осінню інвентаризацію та параметричну оцінку випробних культур у розрізі блоків різного походження. Отриману попередню інформацію також висвітлено в публікаціях [4, 5]. За результатами детальнішого обстеження, збереженість склала 86,7% культур близька до нормативної для умов Київщини. Встановлено пошкодження копитними, хоча на момент обстежень ділянка була огороженою. Порівняння приживлюваності за походженням добре ілюструє рис. 1. Якщо взяти в порівнянні висот сіянців на цьому етапі для встановлення адаптивних особливостей за провененціями вони не можуть бути суттєво інформативним, проте вже можна працювати над окремими особливостями.



*Рисунок 1. Результати обмірів висаджених сіянцив після осінньої інвентаризації.*

За обмірами найвищими є сіянці Житомирського походження і найнижчими Київського. Попередні результати достовірного значення різниці в рості і розвитку (відзначено в джерелах [2, 3]) можуть бути встановлені не раніше ніж через п'ять років (ранні тести або планова інвентаризація).

Дослідження у випробних культурах на об'єкті закладеному в Боярській ЛДС, який має представництво різного географічного походження, надалі доцільно систематично аналізувати. Об'єкт є інформативним для комплексних еколісівничих та селекційних досліджень і потребує постійного моніторингу і наукового супроводу.

#### Список використаних джерел

1. Shlonchak, G., Lavreniuk, O. (2025). Genetic and breeding potential of the NUBiPU of Ukraine "Boyarsk Forest Research Station". Materials of the international scientific and practical conference to the 100th anniversary of the Boyarsk Forest Research Station. Boyarsk: 2025, pp. 346-349.
2. Los, S. A., Tereshchenko, L. I., Hayda, Yu. I., Shlonchak, G. A., Mitrochenko, V. V., Shlonchak, G. V., ... Danchuk, O. T. (2017). Guidelines for forest seed production. Kharkiv : Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotsky (in Ukrainian).
3. Haida, Yu. I. (2014). Geographic cultures as a tool for studying the response of forest tree species to climate change. Scientific Bulletin of Ukrainian National Forestry University. 24(9). P. 8–14. URL: [https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2014/24\\_9/index.htm](https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2014/24_9/index.htm) (in Ukrainian).
4. Протас Т. І., Мельник О. М., Блистів В. І. Створення випробних культур насінневих об'єктів сосни звичайної (PINUS SYLVESTRIS L.) в умовах південної частини Київського Полісся. Стале ведення лісового господарства в умовах кліматичних змін: від досліджень до практики : матер. Міжнародної науково-практичної конференції до 100-річчя Боярської ЛДС. Боярка. 2025. С. 231–235.
5. Протас Т. І., Кріль А. В., Блистів В. І. Створення випробних культур сосни звичайної з насінневих об'єктів в умовах півдня Київського Полісся. Тези доповідей учасників III Міжнародної науково-практичної конференції «Актуальні проблеми дослідження лісових та урбоєкосистем України в умовах воєнного стану». Київ 2025. С.109-110.

## ЕТИОЛОГІЯ ТА ПОШИРЕННЯ БАКТЕРІАЛЬНИХ ХВОРОБ ДЕРЕВНИХ РОСЛИН У МІСЬКИХ НАСАДЖЕННЯХ КИЄВА

*Кульбанська І. М., доктор біологічних наук*

[kulbanska@nubip.edu.ua](mailto:kulbanska@nubip.edu.ua)

*Національний університет біоресурсів і природокористування  
України, Україна*

Функціонування урбанізованих фітоценозів відбувається під комплексним впливом чинників навколишнього середовища, таких як забруднення повітря та ґрунту внаслідок викидів транспорту і промисловості, радіаційне і електромагнітне випромінювання, шумове забруднення, вандалізм, виникнення «теплових островів», недостатнє або надмірне зволоження, температурні коливання, неврахування екологічних аспектів при міському плануванні тощо. Ці фактори послаблюють дерева, роблячи їх вразливими до впливу фітопатогенів, які здатні спричиняти захворювання різної етіології. Ослаблені антропогенними та абіотичними стресами дерева втрачають природну резистентність, що сприяє активному поширенню патогенних мікроорганізмів, зокрема бактерій.

При цьому дуже мало інформації трапляється щодо поширення та впливу фітопатогенних бактерій на деревні рослини які зростають у межах міських насаджень. Бактеріози можуть призвести до значного погіршення стану дерев, їх всихання та навіть загибелі, що негативно впливає на екологічну ситуацію в місті, естетичний вигляд та якість життя мешканців. Тому, дослідження особливостей симптоматики, етіології та поширення фітопатогенних бактерій в урбофітоценозах є важливим кроком для розробки ефективних стратегій захисту зелених насаджень та збереження біорізноманіття міст.

Дослідження проведено на території торгово-розважальних комплексів Respublika Park та Retroville, де сумарно обстежено 375 дерев *Acer saccharinum* L. та *Ulmus laevis* Pall. Загальну оцінку санітарного стану насаджень здійснювали протягом вегетаційного періоду методом фітосанітарного обстеження з розподілом дерев за категоріями санітарного стану. Для виявлення ознак бактеріозу застосовували маршрутний і переліковий методи. Виділяли три ступені розвитку патологічного процесу: відсутність видимих ознак, початкові

прояви інфікування, активний розвиток і затухання патології. Для встановлення етіології хвороби використано метод полімеразної ланцюгової реакції. Аналіз виконано на 24 зразках рослинного матеріалу, відібраного з пагонів, листків, кори та деревини *A. saccharinum* і *U. laevis*.

У результаті фітосанітарного моніторингу встановлено, що в урбофітоценозах Києва на деревах *Acer saccharinum* і *Ulmus laevis* наявні симптоми, характерні для бактеріального ураження. Встановлено, що патологічний процес поширюється знизу вгору – від прикореневої частини стовбура до крони. Початковими симптомами є здуття кори, поява поздовжніх відлупнених тріщин і зміна забарвлення уражених ділянок. Надалі кора активно розтріскується, відшаровується великими фрагментами, оголюючи камбій. У прикореневій зоні формуються поздовжні некротичні ураження флоєми. Характерною ознакою є також виникнення коротких поперечних тріщин, які частково окільцьовують стовбур або гілки. Важливим діагностичним проявом бактеріозу є витікання темного в'язкого ексудату з неприємним запахом. Наприкінці вегетаційного періоду активне виділення ексудату зменшується, однак на поверхні стовбура тривалий час зберігаються мокнучі рани та темні потьоки.

Подальший розвиток бактеріозу супроводжується поширенням некротичних уражень флоєми і камбію, їхнім злиттям у суцільні смуги виразок та локальним відмиранням камбію. На завершальних стадіях патологічного процесу уражені тканини колонізуються дереворуйнівними та деревозабарвлюючими грибами, що значно прискорює руйнування деревини та ослаблення механічної стійкості дерева. Таким чином, бактеріоз у міських насадженнях має не лише інфекційний, а й комплексний руйнівний характер, оскільки створює передумови для приєднання вторинної грибної інфекції.

За результатами ПЛР-аналізу у зразках *Acer saccharinum* і *Ulmus laevis* виявлено бактерію *Lelliottia nimipressurallis*, яка відома як збудник бактеріальної водянки на інших видах деревних рослин.

Оцінка санітарного стану насаджень засвідчила, що на території Respublika Park фітосанітарна ситуація є більш напруженою, ніж у Retroville. Серед дерев *Acer saccharinum* у Respublika Park 47,5 % екземплярів належали до III–V категорій санітарного стану, що свідчить про виражене ослаблення та потребу у проведенні санітарних заходів. Для *Ulmus laevis* понад половину дерев оцінено як такі, що перебувають у задовільному стані, однак частина з них уже мала

симптоми інфекційного ураження. На території Retroville стан насаджень виявився дещо кращим: серед *Acer saccharinum* 50,0 % дерев були здоровими, 25,0 % мали незначні ознаки ослаблення, тоді як 11,0 % перебували у сильніше пригніченому стані. Для *Ulmus laevis* 64,0 % дерев були здоровими, а 16,0 % віднесені до III–IV категорій.

Аналіз поширення бактеріозу залежно від діаметра стовбура показав, що у *Acer saccharinum* частка інфікованих дерев зменшується зі збільшенням діаметра: при діаметрі 16 см поширення становило 55,0 %, при 18 см – 49,0 %, при 20 см – 42,6 %. При цьому в усіх досліджених групах переважали вторинні симптоми ураження, що вказує на агресивний характер розвитку хвороби. У *Ulmus laevis* виявлено подібну, але менш виражену тенденцію: поширення бактеріозу становило 46,6 % у дерев діаметром 16 см, 45,7 % – 18 см і 32,0 % – 20 см. На відміну від клена, у в'яза домінували первинні симптоми, що свідчить про повільніший і менш інтенсивний перебіг патологічного процесу.

У середньому на території Respublika Park на одному погонному метрі стовбура *Acer saccharinum* виявляли близько 4 виразок, тоді як у *Ulmus laevis* – 1. У Retroville цей показник для клена становив 3 виразки, для в'яза залишався на рівні 1. За сукупністю ознак для *Acer saccharinum* встановлено 2 бали розвитку бактеріозу, що відповідає сильнішому прояву патології та стрімкому характеру її поширення. Для *Ulmus laevis* визначено 1 бал, що характеризує слабший і поступовий розвиток хвороби.

Отже, у зелених насадженнях м. Києва виявлено небезпечний бактеріоз деревних рослин, збудником якого є фітопатогенна бактерія-полібіотроф *Lelliottia nimipressurallis*. Найбільш характерні прояви хвороби зафіксовано на деревах *Acer saccharinum* та *Ulmus laevis*. Встановлено, що бактеріоз супроводжується формуванням поздовжніх виразок, ексудацією, некрозом флоєми й камбію та подальшою грибною колонізацією ураженої деревини. Для *Acer saccharinum* патологічний процес має більш інтенсивний і стрімкий характер, тоді як у *Ulmus laevis* його розвиток відбувається повільніше. Отримані результати підтверджують необхідність регулярного фітосанітарного моніторингу міських насаджень, ранньої діагностики бактеріозів та впровадження профілактичних і санітарних заходів для збереження життєздатності дерев в урбофітоценозах.

## **ФОРМУВАННЯ МІШАНИХ І РІЗНОВІКОВИХ НАСАДЖЕНЬ ЯК ІНСТРУМЕНТ ПІДВИЩЕННЯ КЛІМАТИЧНОЇ СТІЙКОСТІ ЛІСОВОГО ГОСПОДАРСТВА**

*Куцький В.О., аспірант<sup>2</sup>, Васишин Р.Д., доктор  
сільськогосподарських наук*

*[v.kytskyi@nubip.edu.ua](mailto:v.kytskyi@nubip.edu.ua)*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

В умовах сучасних кліматичних змін лісові екосистеми поступово втрачають стійкість і стають більш чутливими до дії біотичних та абіотичних факторів. Особливо вразливими є одновікові насадження, сформовані одним деревним видом, які характеризуються нижчою структурною різноманітністю та, відповідно, меншою здатністю протистояти екстремальним природним явищам.

За останні десятиліття в соснових насадженнях виявлено істотне погіршення санітарного стану. Зниження життєвості сосняків спостерігається також на території інших країн Європи, перебіг їх всихання є надзвичайно інтенсивним і швидким. З огляду на глобальні зміни клімату, зменшення кількості опадів і пониження рівня ґрунтових вод така ситуація буде тільки погіршуватися (Kramarets et al., 2023).

Дослідники у гірських лісах Словенії проаналізували їхню стійкість до послідовної дії комплексного порушення лісового середовища (крижана буря, спалах чисельності ялинового короїду, подальші санітарних рубки). Порівняно ділянки з різною часткою ялини у складі насаджень – від мішаних ялицево-буково-ялинових лісів до чистих ялинників. Отримані результати показали, що насадження з домінуванням ялини характеризуються нижчою стійкістю після комплексних порушень лісового середовища, що проявляється у зменшенні структурного та видового різноманіття відновлюваних лісів після втрати цієї породи. Натомість у насадженнях, де частка ялини не перевищувала 50 %, після порушень формувалася більш різноманітний та структурно складний лісовий покрив. Це свідчить, що мішаний склад насаджень сприяє підвищенню

---

<sup>2</sup> Наукові керівники – доктор сільськогосподарських наук, професор Р.Д. Васишин;  
кандидат сільськогосподарських наук, науковий співробітник НДР І.П. Лакида

стійкості лісових екосистем до комбінованого впливу абіотичних і біотичних факторів, оскільки зменшує ризик втрати панівної породи та забезпечує кращі умови для природного відновлення лісу (Cerioni et al., 2025).

Результати дослідження демонструють позитивний взаємозв'язок між структурним різноманіттям лісів (FSD – forest structural diversity) та стійкістю у 80% лісів. Складність лісового покриву є кращим показником стійкості, ніж просторова мінливість висоти лісового покриву. Цей взаємозв'язок досліджується як захід адаптації для збереження стійкості в умовах глобального потепління, причому зниження стійкості, пов'язане з глобальним потеплінням на 1°C, компенсується 10% збільшенням складності лісового покриву. Результати дослідження свідчать, що лісоуправління, яке сприяє збільшенню складності лісового покриву, потенційно компенсує зниження стійкості, спричинене глобальним потеплінням (Pickering et al., 2025).

Науковці проаналізували реакцію мішаних та монокультурних насаджень на посухи (які відбулись впродовж 1975-2015 років) на основі великої бази даних про річні кільця дерев у дев'яти європейських країнах та одинадцяти деревних видах, що охоплюють ліси від Середземномор'я до гемібореальних лісів. У середньому, змішані насадження демонстрували вищу відносну стійкість до посухи, ніж монокультурні насадження. Однак, позитивний ефект мішаних насаджень не можна узагальнити, оскільки він значною мірою залежить від типу домішок та деревного виду, а також від водного режиму ділянки та характеристик насаджень, таких як площа поперечного перерізу дерев та віку. Збільшення стійкості в мішаних насадженнях порівняно з монокультурами було більшим у сумішах хвойних і широколистих деревних видів і меншим у комбінаціях широколистяних деревних видів (Pardos et al., 2021).

Вік лісу значно впливає на функціонування лісових екосистем, формуючи структурні та фізіологічні особливості рослин, впливаючи на водний та вуглецевий баланс. Встановлено, що найвищі значення чистої первинної продукції (NPP – Net Primary Production) спостерігаються у молодих і середньовікових насадженнях (від 16 до 50 років) незалежно від кліматичного сценарію. Водночас реакція насаджень на зміну клімату виявилася різною залежно від деревного виду: букові ліси демонстрували зростання продуктивності та стійкості у всіх вікових групах, тоді як у хвойних насадженнях (ялина звичайна

та сосна звичайна) прогнозується зниження продуктивності та більша чутливість до змін клімату. Отримані результати підкреслюють важливість врахування в лісоуправлінні різноманітності вікових класів задля формування різновікових насаджень, що дозволить підвищити стійкість і адаптаційний потенціал лісів у мінливих умовах змін клімату (Vangi et al., 2024).

Для адаптації соснових насаджень до змін клімату науковці пропонують переформування чистих соснових насаджень у мішані різновікові насадження (Kramarets et al., 2023).

Формування мішаних і різновікових насаджень є важливим інструментом адаптації лісового господарства та підвищення його стійкості до змін клімату. Мішані і різновікові насадження демонструють вищу стійкість до негативного впливу біотичних та абіотичних факторів порівняно з чистими одновіковими насадженнями. Водночас вони забезпечують стабільніше функціонування лісових екосистем та їх продуктивність. Отже, формування мішаних і різновікових насаджень доцільно розглядати як один із пріоритетних напрямів ведення лісового господарства в умовах змін клімату, що сприятиме підвищенню екологічної стабільності та адаптаційного потенціалу лісів.

#### Список використаних джерел:

1. Kramarets, V. O., Krynytskyu, H. T., Korol, M. M., & Lavnyy, V. V. (2023). Adaptation of Scots pine plantations to climate changes (on the example of the branch “Rava-Ruska Forestry”). *Scientific Bulletin of UNFU*, 33(6), 13–21. <https://doi.org/10.36930/40330602>
2. Pickering, M., Elia, A., Oton, G., Piccardo, M., Ceccherini, G., Forzieri, G., Migliavacca, M., Cescatti, A., & Girardello, M. (2025). Enhanced structural diversity increases European forest resilience and potentially compensates for climate-driven declines. *Communications Earth & Environment*, 6, 852. <https://doi.org/10.1038/s43247-025-02592-8>
3. Cerioni, M., Klopčič, M., Roženbergar, D., & Nagel, T. A. (2025). Multiple dimensions of forest resilience to compound disturbances in a mixed sub-montane forest landscape. *Forest Ecology and Management*, 613, Article 122400. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2024.122400>
4. Pardos, M., del Río, M., Pretzsch, H., Jactel, H., Bielak, K., Bravo, F., Brazaitis, G., Defosse, E., Engel, M., Godvod, K., Jacobs, K., Jansone, L., Jansons, Ā., Morin, X., Nothdurft, A., Oreti, L., Ponette, Q., Pach, M., Riofrío, J., Ruíz-Peinado, R., Tomao, A., Uhl, E., & Calama, R. (2021). The greater resilience of mixed forests to drought mainly depends on their composition: Analysis along a climate gradient across Europe. *Forest Ecology and Management*, 481, 118687. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118687>
5. Vangi, E., Dalmonech, D., Cioccolo, E., Marano, G., Bianchini, L., Puchi, P. F., Grieco, E., Cescatti, A., Colantoni, A., Chirici, G., & Collalti, A. (2024). Stand age diversity (and more than climate change) affects forests’ resilience and stability, although unevenly. *Journal of Environmental Management*, 366, 121822. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.121822>

## ЕКОСИСТЕМНИЙ ПІДХІД У ПРОФЕСІЙНОМУ ДИСКУРСІ ПУБЛІЧНИХ СЛУЖБОВЦІВ: ОЧІКУВАНІ ЕФЕКТИ ТА РИЗИКИ ВПРОВАДЖЕННЯ

*Лавний А.В. аспірант*  
[lavnyi.andrii@ntu.lviv.ua](mailto:lavnyi.andrii@ntu.lviv.ua)

*Національний лісотехнічний університет України, Україна*

Основні дослідницькі напрямки у проблематиці екосистемного підходу в політичних практиках на загал та управлінських зокрема, визначаються авторами, що переважно займаються питаннями сталого розвитку та екологічного управління, особливо щодо різних аспектів господарювання у галузі лісового господарства. Одним із інструментів дослідження в цьому контексті були й залишаються опитування, зокрема, у професійному середовищі, безпосередньо пов'язаному з функціонуванням дотичних сфер і організацій та управління ними.

У тезах представлені узагальнені результати опитування щодо екосистемного підходу у професійному дискурсі публічних службовців як одного з найбільш актуальних і перспективних, проведеного на базі кафедри публічного управління НЛТУ України упродовж 2025 року в Системі підвищення кваліфікації публічних службовців НАДС України.

Метою дослідження було вивчення рівня обізнаності державних службовців у питанні екосистемного підходу в системі публічного управління та готовності до його впровадження у службовій діяльності. Відкриті питання дозволили визначити думку опитуваних щодо ризиків та переваг у впровадженні екосистемного підходу в організаційній та управлінській практиці, а також аргументувати наявність освітніх й компетентнісних запитів серед державних службовців. В опитуванні взяли участь 68 державних службовців. Більше половини мають стаж у публічній сфері понад 7 років; менші групи – із досвідом до 1 року, 1–3 та 4–7 років. Отже, думки формують переважно досвідчені фахівці, але впливовими є і позиції «нової хвилі».

Серед учасників працівники всіх рівнів управління (регіонального, центрального та місцевого). Тож результати досить повно відображають думку представників «середньої ланки» публічного управління, де реалізується значна частина галузевих

політик. Лише близько 13 % респондентів вказали, що добре знайомі з екосистемним підходом; приблизно 21 % «знають загалом». Майже дві третини ( $\approx 65$  %) лише чули про нього без деталей, і лише поодинокі відповідачі повністю не знайомі. Отже, базове уявлення про екосистемний підхід є, але глибокого знання ще бракує.

Цікаво, що характеристики сталого розвитку респонденти пов'язують не тільки з економікою й екологією, а й із верховенством права, правами людини, гідністю, якістю життя, громадським здоров'ям, безпекою та соціальною справедливістю. Це показує доволі зріле, гуманітарно орієнтоване розуміння упровадження пріоритетів сталого розвитку в практики публічного управління. Серед державних службовців екосистемний підхід сприймається як комплексний, інтегрований підхід, а не тільки як «чиста екологія».

Оцінюючи установки щодо сталого розвитку, ефективності та «зеленої» економіки, понад 80 % опитаних повністю або скоріше згодні, що сталий розвиток є обов'язковою умовою застосування екосистемного підходу в управлінні; лише незначна частка займає нейтральну позицію чи висловлює сумнів. Аналогічно, близько 80 % вважають, що екосистемний підхід підвищує ефективність публічного управління. Жоден респондент явно не заперечив це твердження.

Понад 70 % погоджуються, що екосистемний підхід є підґрунтям розвитку «зеленої економіки». Отже, в свідомості держслужбовців формується досить стійкий ланцюжок: екосистемний підхід → сталий розвиток → «зелена» економіка.

Узагальнюючи відповіді про переважні дефініції екосистемного підходу, найбільшу підтримку отримало визначення, де екосистемний підхід описується як стратегія інтегрованого управління земельними, водними й живими ресурсами на засадах невиснажливого, збалансованого розвитку. Респонденти продемонстрували тяжіння до «управлінсько-правових» і ресурсно-інтегрованих трактувань, а не до вузько наукових або суто теоретичних. Невелика частина респондентів зазначила, що «не знає», отже для частини вибірки ця тема є новою.

Серед відповідей про потенційні ризики та бар'єри домінували не «екологічні катастрофи», а саме організаційні та інституційні бар'єри: - складність координації та конфлікт інтересів – велика кількість стейкхолдерів, різні цілі та пріоритети, складність досягнення консенсусу, ризик «зарегульованості», коли контролерів більше, ніж виконавців; - правові й бюрократичні обмеження – фрагментоване законодавство, невідповідність чинних норм принципам екосистемного підходу, нечіткість розподілу відповідальності; -

ресурсні ризики – високі початкові витрати на впровадження, цифрову інфраструктуру, навчання персоналу, кадровий та освітній дефіцит і відсутність належного рівня компетентності, нерозуміння суті підходу, різний рівень обізнаності; - цифрові та системні ризики – кібербезпека, можливі збої цифрових платформ, що можуть паралізувати систему, опір змінам, традиціоналізм управлінців, страх втрати повноважень, саботаж реформ. Частина респондентів прямо зазначає, що ризиків «не бачить» або вважає їх суто теоретичними, що може свідчити про елемент ідеалізації підходу.

Безпосередній досвід участі в проєктах із застосуванням екосистемного підходу має менше 20 % опитаних державних службовців; понад половина з них такого досвіду не мають, ще чверть – не впевнені. Отже існує суттєва розбіжність між досить скромною практикою і високим рівнем підтримки на рівні переконань.

Понад 90 % респондентів проявили зацікавленість у навчанні з екосистемного підходу, або готові розглянути таку перспективу з метою підвищення шансів у кар'єрному зростанні. А ті, хто «категорично не зацікавлений» практично відсутні.

Найбільш бажаний формат – онлайн-курси та вебінари; далі – самостійне вивчення матеріалів та майстер-класи. Очні семінари цікавлять меншу, але помітну частку респондентів.

У відкритих коментарях респондентів домінують запити «дізнатись більше», «поглибити знання», а також наголоси на необхідності реального впровадження, моніторингу й оцінки ефективності екосистемного підходу, а не лише його декларацій.

Таким чином, опитування державних службовців, проведене за методикою якісного опитування, свідчить, що екосистемний підхід загалом присутній у професійному дискурсі публічного управління, однак бажано його поглиблювати. Для більшості опитаних екосистемний підхід залишається радше концептуальною рамкою, ніж усталеною управлінською практикою. Це дозволяє говорити про наявність розриву між інноваційними управлінськими уявленнями та фактичним станом інституційного впровадження.

Відповіді респондентів окреслюють чіткий запит на формування комплексу компетентностей, необхідних для роботи в умовах екосистемного підходу. Продемонстровано готовність до навчання, з перевагою у побажаннях онлайн-форматів та практично орієнтованих програм. Це створює сприятливі передумови для розроблення цільових освітніх курсів і програм підвищення кваліфікації державних службовців.

## **ВИБІРКОВА СИСТЕМА ГОСПОДАРЮВАННЯ В ЛІСАХ ЯК ОСНОВА НАБЛИЖЕНОГО ДО ПРИРОДИ ЛІСІВНИЦТВА**

*Лавний В.В., доктор сільськогосподарських наук, професор,  
проректор з наукової роботи  
[lavnyy@gmail.com](mailto:lavnyy@gmail.com)*

*Національний лісотехнічний університет України, Україна*

Наближене до природи лісівництво бере свої початки ще з середньовіччя, але широку популярність знайшло лише в останні десятиліття. Поштовхом для ширшого впровадження наближеного до природи лісівництва послужила конференція ООН щодо сталого розвитку в м. Ріо-де-Жанейро 1992 р., де були проголошені Лісові принципи. Наближене до природи лісівництво максимально використовує природні процеси росту, розвитку і взаємодії деревних видів з метою формування із мінімальними фінансовими затратами мішаних, різновікових, здорових та господарсько цінних деревостанів.

Практичною основою наближеного до природи лісівництва є вибіркова система господарювання у лісах. Вона сприяє формуванню біологічно стійких та якісних деревостанів, забезпечує природне поновлення молодого покоління лісу, зберігає біорізноманіття і посилює природоохоронні, захисні, рекреаційно-оздоровчі та інші корисні функції лісових екосистем.

При вибірковій системі господарювання немає обороту рубки, а площа рубки дорівнює площі всього таксаційного виділу, що дозволяє заготовити значну кількість деревини для лісгосподарського підприємства чи лісовласника. Запас деревостану на ділянці, не дивлячись на періодичне лісокористування, підтримується сталим упродовж століть. Його величина залежить від типу лісу і може коливатися від 300 до 500 м<sup>3</sup>. Важливе значення має дотримання оптимального співвідношення між групами дерев за товщиною – на родючих ґрунтах в ґрунтових умовах 50 % від запасу мають становити грубі дерева з діаметром на висоті 1,3 м 52 і більше сантиметрів, 30 % – середні за товщиною стовбури з діаметром від 32 до 52 см і 20 % – тонкі дерева з таксаційним діаметром 31 і менше сантиметрів. У сугрунтових умовах це співвідношення груп діаметрів стовбурів може становити 40 - 40 - 20 %, а в суборових трюфотопх – 30 - 45 - 25 %.

Оптимальний цільовий діаметр стиглих дерев становить 60-70 см на висоті 1,3 м. Це дозволяє лісгосподарським підприємствам чи

лісовласникам знизити собівартість заготівлі деревини, збільшити частку грубої ділової деревини та покращує сортиментну структуру заготовлюваної деревини, що сприяє збільшенню їхнього прибутку.

Для ефективного вибіркового господарювання необхідно вчасно і правильно відводити дерева в рубку. Першочергове значення під час відводу дерев у рубку має підтримання оптимальної вертикальної і горизонтальної структури деревостану. Перед відведенням дерев у рубку робиться аналіз загальної ситуації в лісостані. Лісівник оцінює, наскільки даний деревостан відрізняється від ідеальної моделі вибіркового лісу і яка ситуація з підростом. Після цього оцінюється роль та значення кожного дерева на ділянці, зокрема, щодо досягнення ним цільового діаметра, впливу його вирубки на ріст сусідніх дерев і підросту та на загальну структуру деревостану. Також звертають увагу на якість стовбура, форму крони і величину поточного приросту дерев за висотою. Особливістю вибіркового лісу є те, що окремі дерева можуть багато десятиліть знаходитись під наметом материнських дерев, чекаючи свого шансу на вихід у перший ярус деревостану. Після зрубання дерев, що їх затіняють, вони починають швидко рости і доганяють за висотою пануючі дерева.

За вибіркової форми господарювання завжди потрібно слідкувати за тим, чи забезпечується бажана кількість дерев у найнижчому ступені товщини, від якого залежать всі інші ступені товщини. Під час кожного прийому рубки на ділянці одночасно вирішують такі завдання:

1. Сприяння природному поновленню.
2. Догляд за кращими деревами.
3. Регулювання структури деревостану.
4. Рубка стиглих дерев.
5. Підтримання належного санітарного стану деревостану.

Для успішного проведення рубки переформування необхідно розробити правильну технологію рубки. Трелювальні волокни у державних лісах повинні бути розташовані через 40 м. Лісозаготівельним машинам дозволяється рухатися лише по трелювальних волоках, щоб не було ущільнення і ерозії ґрунту в лісостанах.

Після проведення рубок, особливо вирубки товстих дерев, збільшується надходження світла, тепла і вологи під намет лісу, створюються кращі умови для появи та росту молодого покоління деревостану. Розрідження деревостанів покращує також плодоношення дерев, тому при цій формі господарства в деревостанах завжди є достатня кількість життєздатного самосіву і підросту головних деревних видів.

Догляд за підростом проводять в його куртинах у рік рубки, але вже під час вегетаційного періоду. Він є менш інтенсивним і тому дешевшим порівняно з традиційними рубками догляду. Мета догляду – регулювання природної диференціації дерев (їхньої густоти), видового складу та сприяння росту кращих молодих дерев.

У зимовий період доцільно проводити обрізування нижніх гілок до висоти 8-10 м у кращих дерев середнього ярусу з метою підвищення цінності деревостанів у майбутньому. Для цього застосовують спеціальні розкладні драбини та пили з довгими ручками. Зараз все більшу популярність для обрізування гілок набувають "деревні велосипеди". Рекомендується проводити обрізування гілок при діаметрі стовбурів на висоті 1,3 м 12-16 см. Важливо також мати гострі пили, щоб не відбулося здирання кори на стовбурах біля гілок, що підлягають обрізуванню.

Інтенсивність рубки регулюється величиною поточного приросту і, зазвичай, повинна становити 15-20 %. Вона залежить від типу лісу, відносної повноти, санітарного та якісного стану деревостану та повторюваності рубки. Повторювати добровільно-вибіркову рубку потрібно частіше, ніж вказано у діючих Правилах рубок головного користування в гірських лісах Карпат – через 5-10 років, а не через 10-20 років.

Основним стримуючим фактором широкого застосування вибіркової рубки у лісах України є складність механізації робіт із заготівлі деревини, відсутність густої мережі лісових доріг і висококваліфікованих робітників та недостатня мотивація працівників лісового господарства.

Вибіркову форму лісогосподарювання не можна застосовувати шаблонно. Завжди потрібно враховувати місцеві лісорослинні та економічні умови.

Під час добровільно-вибіркової рубки в деревостані необхідно зберігати рідкісні види дерев, чагарників та живого надґрунтового покриву, охороняти рідкісні біотопи і залишати частину мертвих та всихаючих дерев для покращення біорізноманіття у лісах.

Для ширшого впровадження вибіркової форми господарювання потрібно переглянути діючі нормативно-законодавчі акти України і забезпечити дерегулювання лісогосподарської діяльності.

## ЛІСОВІДНОВЛЕННЯ ТЕРИТОРІЙ, ЩО ПОСТРАЖДАЛИ ВНАСЛІДОК ВОЄННИХ ДІЙ В УМОВАХ ЗОНИ ПОЛІССЯ УКРАЇНИ

*Левченко В. Б.<sup>1</sup>, кандидат с.-г. наук, доцент; Гуржій Р. В.<sup>2</sup>, доктор філософії, старший викладач; Громовий Є. М.<sup>1</sup>, здобувач освітнього ступеня бакалавр; Агієнко М. В.<sup>1</sup>, здобувач освітнього ступеня бакалавр*

*[waleriy07@ukr.net](mailto:waleriy07@ukr.net)*

*<sup>1</sup>Національний університет «Чернігівський колегіум»  
ім. Т. Г. Шевченка*

*<sup>2</sup>Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Досліджено процеси лісовідновлення сосни звичайної на територіях, що порушені лісовими пожежами, воєнними діями, комахами-шкідниками, хворобами лісу та інтенсивними рубками догляду.

Проведено дослідження щодо впливу ростових речовин на ефективність укорінення сіянців сосни звичайної та їх приживлення в умовах територій, що постраждали внаслідок збройної агресії рф проти України.

Ліси займають понад 1/3 площі поверхні земної суші, що відповідає 4,06 млрд. га. За останні 30 років внаслідок лісових пожеж, спалахів інвазій комах-шкідників та епіфітотій хвороб, вирубування лісових насаджень, а з 24 лютого 2022 року після повномасштабного вторгнення рф на територію України - екоциду, ворогом було знищено близько 420 млн. га лісів (ФАО, 2022). На території України до першочергових факторів, що значно змінюють функціонування та природний стан лісів, належать лісові пожежі, бойові дії, хвороби деревостанів, інтенсивні рубки догляду, комахи-шкідники [1]. При цьому наголошується, що найбільш чутливими до змін екологічного ареалу, є природні лісові екосистеми зони Полісся України [2, 3, 4]. На сьогоднішній день, на жаль, ефективні технології щодо лісовідновлення соснових деревостанів в умовах територій після ведення бойових дій відсутні. Все вищевикладене, як в умовах лісокористувань, ДП «Ліси України», так й об'єктів природно-заповідного фонду (ПЗФ) загострило питання розробки науково-

практичних заходів та рекомендацій щодо оперативного проведення лісовідновлення [5].

Під час проведення досліджень ми використовували тимчасові та постійні пробні площі, закладені в період з 2019 по 2021 роки в умовах філій: «Овруцьке спеціалізоване лісове господарство» «Олевське ЛГ», «Народицьке спеціалізоване лісове господарство», «Коростенське лісомисливське господарство», «Білокоровицьке ЛГ», «Бердичівське ЛГ», «Радомишльське лісомисливське господарство», «Тетерівське ЛГ» «Макарівське ЛГ», а також в умовах постійних пробних площ Перганського, Копищанського, Селезівського природоохоронних науково-дослідних відділень (ПНДВ) Поліського природного заповідника, та ПНДВ Чорнобильського радіаційно-екологічного біосферного заповідника.

Під час обстеження порушених ділянок лісових земель застосовувався вибірковий метод спостереження. При виконанні робіт із закладення та опису пробних площ, використовувалися загальноприйняті методи [6], таксація деревостанів та обробка даних проводили за методиками [7]. Оцінка санітарного стану дерев та насаджень проводилась відповідно до шкали категорій санітарного стану дерев [8]. Методологічно, вирощування посадкового матеріалу сосни звичайної з відкритою кореневою системою проводилось за методиками Боярської ЛДС НУБіП України, а також в умовах Поліського природного заповідника.

Вирощування сіянців сосни звичайної з відкритою кореневою системою (ВКС) із застосуванням комплексу біопрепаратів здійснювалось у два етапи. Перший етап полягав у відборі біопрепаратів та їх концентрацій для стимулювання проростання насіння у відкритому ґрунті. Відбір було проведено на основі оцінки впливу кожного біопрепарату на первинні ростові процеси при виведенні насіння сосни звичайної зі стану спокою. У ході пророщування насіння, визначалися такі показники: схожість, енергія проростання, динаміка розвитку проростків. Пророщування насіння здійснювалось в лабораторних умовах при температурному режимі  $24 \pm 2^\circ\text{C}$ , вологості повітря 60% та світловому режимі не менше 8 годин на добу, освітленістю в 250-300 люкс. Для пророщування насіння використовувалися чашки Петрі зі змоченими дистильованою водою кружках фільтрувального паперу, на які було розкладено по 100 насінин, у 4-х кратній повторності кожного варіанта (Рис. 1).



Рис. 1 Пророщування насіння сосни звичайної в лабораторних умовах. (Джерело – власні наукові дослідження).

Встановлено, що найбільш ефективним біологічним стимулятором щодо пророщування насіння сосни звичайної з використаних нами у досліді («Циркон» (0,02%), і «Верва» (0,25; 0,5; 1,0%)), при експозиції замочування насіння у розчинах протягом 3 годин, був препарат «Верва», з концентрацією розчину 0,5%. Схожіть насіння - 98,4%.

В результаті дослідження впливу біопрепаратів на ґрунтову схожість насіння та подальшу динаміку росту сіянців сосни звичайної в умовах відкритого ґрунту нами було встановлено, що із досліджуваної лінійки застосованих біопрепаратів («Февіт» - 0,1 %, «Цитовіт» - 0,01%, «Циркон» - 0,02%, «Верва» - 0,5%), найбільшу ефективність мав препарат «Верва» (Рис. 2.). Сіянці сосни звичайної, де насіннєвий матеріал було оброблено 0,5% розчином, мали 95,4% ґрунтову схожість й не зазнали впливу збудників хвороб на ранніх етапах онтогенезу.



Рис. 2 Двотижневі сходи сосни звичайної (Джерело – власні наукові дослідження).

**Висновки.** Встановлено, що біологічний стимулятор проорощування насіння сосни звичайної «Верева» (0,5%), є найбільш ефективним для появи дружніх сходів. Визначено, що «Верева» на 95,4% підвищує ґрунтову схожість насіння сосни звичайної. Підтверджено, що застосування цього біологічного препарату сприяє динамічному росту сіянців сосни звичайної в умовах шкільки 1-го року.

#### **Список використаних джерел**

1. Букша І. Ф., Швиденко А. З., Бондарук М. А., Целіщев О. Г., Пивовар Т. С., Букша М. І., Пастернак В. П., Краковська С. В. Методологія моделювання та оцінювання впливу зміни клімату на лісові фітоценози України. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Вип. 266. 2017. С. 26–38.
2. Ворон В. П., Бондарук М. А., Коваль І. М., Целіщев О. Г. Моніторинг та підвищення стійкості антропогенно порушених лісів. Рекомендації щодо комплексної оцінки стійкості рекреаційно-оздоровчих лісів, організації їх моніторингу та оптимізації рекреаційного лісокористування в них. Збірник рекомендацій Українського науково-дослідного інституту лісового господарства і агролісомеліорації. Харків: Нове слово, 2011. С. 10–112.
3. Гордієнко М. І., Корецький Г. С., Маурер В. М. Лісові культури. Київ: Сільгоспосвіта, 1995. 328 с.
4. Дебринюк Ю. М. Лісокультурне районування Західного Лісостепу України. Львів: Камула, 2003. - 242 с.
5. Levchenko V. B., Shulga I. V., Romanyuk A. A., Hornovska S. V., Makarchuk Y. I. Innovative methodological aspects of forest pathological monitoring using meteorological information in forest management conditions of the Polissya nature reserve. Paradigm of knowledge № 1(65), 2025. DOI 10.26886/2520-7474.1(65)2025.1 Frankfurt, Germany. S. 5 – 47.
6. Метод закладання: СОУ 02.02–37–476: 2006. [Введ. з 2006–12–26]. К.: Мінагрополітики України, 2006. 32 с.
7. Пробні площі лісовпорядні. Метод закладання: СОУ 02.02-37-476: 2006. [Введ. з 2006-12-26]. К.: Мінагрополітики України, 2006. 32 с.
8. Санітарні правила в лісах України: Затв. Наказом Міністерства аграрної політики та продовольства від 26.10.2016 № 756 [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-95-п> (дата звернення 01.02.2020 р.) в редакції постанови Кабінету Міністрів України від 26 жовтня 2016 р. № 756.

## **ВПЛИВ ПОГОДНО-КЛІМАТИЧНИХ УМОВ НА ПРОГЕННИЙ СТАН ЛІСІВ ПОЛІСЬКОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВІДНИКА ТА ДП «СНОВСЬКАГРОЛІСГОСП»**

*Левченко В. Б., кандидат с.-г. наук, доцент; Джевага Г. В., кандидат педагогічних наук; Котляревська У. М., кандидат сільськогосподарських наук; Остроух О. М., здобувач освітнього ступеня бакалавр*

*[waleriy07@ukr.net](mailto:waleriy07@ukr.net)*

*Національний університет «Чернігівський колегіум»  
ім. Т. Г. Шевченка, Україна*

Досліджено вплив погодно-кліматичних умов на причини та наслідки лісових пожеж, що виникали в період з 2016 по 2025 роки, як на територіях об'єктів природно-заповідного фонду Поліського природного заповідника, так й в лісорослинних умовах ДП «Сновськагролісгосп». Розраховано, апробовано та запропоновано щодо проведення обчислень формулу розрахунку коефіцієнта пожежної небезпеки для лісорослинних умов  $A_{2-3}$ ,  $B_{2-3}$ ,  $C_{2-3}$  як Поліського природного заповідника, так й ДП «Сновськагролісгосп». Розрахований цифровий індекс горимості лісів зони Центрального та Східного Полісся України, побудовано та проаналізовано графіки кількості й площ пройдених лісовими пожежами на територіях як природно-заповідного фонду Поліського природного заповідника, так й ДП «Сновськагролісгосп» за період з 2016 по 2025 рік. Визначено прямий та зворотній вплив погодно-кліматичних змін на виникнення й поширення лісових пожеж.

Лісові пожежі відіграють важливу роль в сукцесійних змінах та трансформаціях структури лісів, як в умовах об'єктів природно-заповідного фонду, так й лісгосподарських філій зони Центрального та Східного Полісся України [1]. Характеристики лісових пожеж та їх наслідки у різних регіонах України мають свої пірологічні особливості, а тому у кожному регіоні необхідні системні дослідження з оцінки впливу пожеж на ліси з урахуванням місцевих лісорослинних умов [2]. Проблеми природних пожеж та їх вплив на лісові біогеоценози були як ніколи актуальними в період з 2016 по 2022 роки, коли через масштабні посухи виникали лісові пожежі на територіях об'єктів природно-

заповідного фонду та лісогосподарських філій Рівненської, Житомирської, Київської, Чернігівської областей, а з вторгненням країни-агресора в Україну 24 лютого 2022 року, їх кількість зростає в 3 рази [3]. Хвиля лісових пожеж в 2023, 2025 роках охопила багато регіонів України та різні природні зони. В умовах Житомирщини, Київщини, Чернігівщини за пожежо-небезпечний період (з квітня по жовтень 2024 року) було зафіксовано 379 осередків лісових пожеж, а в 2025 році їх кількість досягла 624. Всі вони були військового характеру через падіння БПЛА «Герань-1», «Герань-3», «Гербера-1», а також влучання або падіння балістичних ракет класу «Іскандер-М» з термобарично-фугасною бойовою частиною. Моніторинговою групою зафіксовано, що вогнем під час лісових пожеж за вищевказаний період було знищено 4 737,8 га. лісів України [4]. Ми встановили, що в цих пірогенних умовах так звані нелісові площі (пасовища, поля, сіножаті) постраждали від впливу вогню вдвічі менше. Це обумовлено тим, що всі вони мали значно меншу кількість накопичених горючих матеріалів через відпад сухої біомаси в посушливий період [5].

Всі наведені результати досліджень базуються на зібраних авторських наукових матеріалах на базі постійних та тимчасових пробних площ, закладених в лісорослинних умовах природоохоронних науково-дослідних відділень Поліського природного заповідника, філій (надлісництв) Центрального та Північного міжрегіонального управління лісового та мисливського господарства, Столичного лісового офісу ДП «Ліси України».

Зазначаємо, що систематичні спостереження за лісовими пожежами здійснюються лише на активно охоронних Державною лісовою охороною територіях, що охоплює частину загальної площі лісового фонду України. Проте, на територіях, що не охороняються через ряд причин, в тому числі й їх заміованість, види та масштаби лісових пожеж не реєструються. Для визначення впливу погоднокліматичних умов, а також військових ризиків на виникнення пожеж, ми зіставили кількість лісових пожеж (дані по обстеженим зі супутникової платформи EtelSat\_W4\_W7) з температурним режимом та кількістю опадів, що випали за період з 2016 по 2025 роки, починаючи з квітня кожного року та закінчуючи жовтнем 2025 року. Нами пропонується методологія розрахунку коефіцієнта пожежної небезпеки ( $K_{nn}$ ), в якій розраховується за формулою:

$$K_{nn} = t * K_{fire} / L$$

де:  $K_{nn}$  - коефіцієнт пожежної небезпеки;  $t$  – середньомісячна температура повітря, °С;  $K_{fire}$  – клас горимості надґрунтового покриву земної поверхні за таблицею 1;  $L$  – кількість опадів за місяць, мм.

Результати розрахунку класу пожежної небезпеки для пожежонебезпечного періоду як в лісорослинних умовах А<sub>2-3</sub>, В<sub>2-3</sub>, С<sub>2-3</sub> Поліського природного заповідника так й ДП «Сновськаагролісгосп» наведено у таблиці 2. З таблиць видно, що кількість опадів та температурний режим в умовах поліського природного заповідника та ДП «Сновськаагролісгосп» все ж таки сприяють виникненню та поширенню лісових пожеж. У травні та червні з 2016 по 2025 роки спостерігалось максимальна кількість пожеж. Площа відкритого горіння була максимальна у червні. У червні 2021 року кількість пожеж була найбільшою. Саме в цей час відзначається мінімальна кількість опадів, -менше 1мм/місь. Середньомісячна температура склала +29,8 С, що на 4,8 °С більше середньорічної її величини 20°С.

Тенденції виникнення лісових пожеж за роками (з 2016 по 2025 роки), відображено на відповідних діаграмах за кількістю та площею пожеж. З рис. 1, 2 видно, що з 2008 до 2025 роки йде поступове збільшення як кількості лісових пожеж, так і їх площі. Таке явище можна пояснити поступовим збільшенням річної температури, тобто потеплінням клімату, внаслідок чого підвищується значення сумарного коефіцієнта пожежної небезпеки лісів.

Таблиця 1

Клас горимості надґрунтового покриву земної поверхні

<i>Вид та стан надґрунтового покриву</i>	<i><math>K_{nn}</math></i>
Ґрунт без рослинного покриву	0
Рослинність на початкових фазах вегетації (відростання - цвітіння) без відпаду	1
Рослинність на початкових фазах вегетації (відростання - цвітіння), відпад до 1 см	2
Рослинність на початкових фазах вегетації (відростання - цвітіння), відпад до 2 см	3
Рослинність на початкових фазах вегетації (відростання - цвітіння), відпад до 3 см	4
Рослинність на початкових фазах вегетації (відростання - цвітіння), відпад більше 3 см	5
Рослинність в завершальних фазах вегетації (цвітіння-відмерання), без відпаду	2
Рослинність в завершальних фазах вегетації (цвітіння-відмерання), відпад 1 см	3
Рослинність в завершальних фазах вегетації (цвітіння-відмерання), відпад 2 см	5
Рослинність в завершальних фазах вегетації (цвітіння-відмерання), відпад 3 см	6

<i>Вид та стан надґрунтового покриття</i>	<i>K<sub>nn</sub></i>
Рослинність в завершальних фазах вегетації (цвітіння-відмерання), відпад більше 3 см	7
Ґрунт без рослинності, відпад 1 см	4
Ґрунт без рослинності, відпад 2 см	6
Ґрунт без рослинності, відпад 3 см	8
Ґрунт без рослинності, відпад більше 3 см	10

Таблиця 2

Середні значення лісопожежної обстановки та метеоумов Поліського природного заповідника, ДП «Сновськаагролісгосп» (за 2016 – 2025 роки)

Місяці року	Кількість пожеж, (шт.)	Площа пожеж, (га)	t, °C	Опади, мм	$K_{nn} = t * K_{fire} / L$
квітень	5	33,4	8,2	25	1,8*5=9 (від 0,45 до 39,5)
травень	9	28,7	15,1	30,5	3,3*5=16,5 (від 0,95 до 92,5)
червень	9	84,2	20	38,9	4,1*5=20,5 (від 1 до 124)
липень	1	1,4	22,4	45,3	5*5=25 (від 1 до 117)
серпень	3	3,1	21,2	18,1	5,1*5=25,5 (від 1,5 до 122)
вересень	1	2,8	14,5	21,5	1,8*5=9 (від 1 до 61,5)
жовтень	5	38,8	6,2	37,9	0,9*5=4,5 (от 0,25 до 41)
НІР <sub>005</sub>	1,14	1,25	1,32	1,27	1,37

Кількість пожеж, шт.

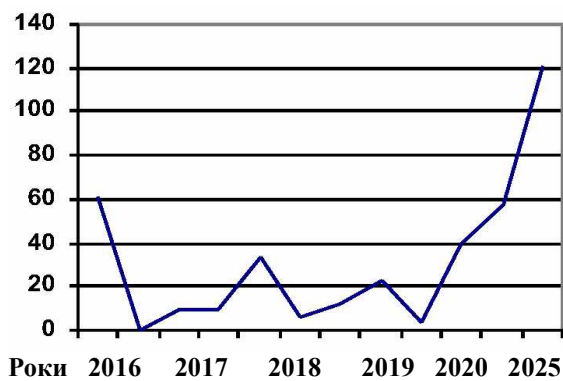


Рис. 1. Кількість пожеж з 2016 по 2025 роки в умовах Поліського природного заповідника та ДП «Сновськаагролісгосп»

Коефіцієнт горимості лісів

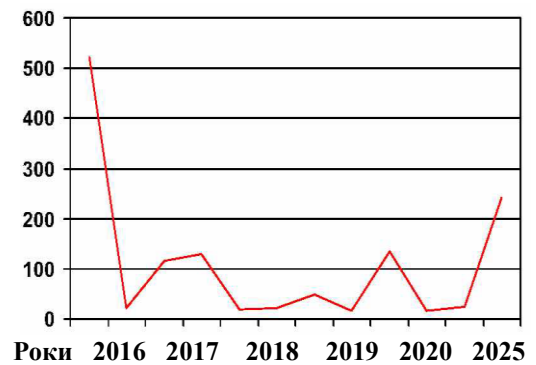


Рис. 2. Σ коефіцієнт горіння за рік (з 2016 по 2025 роки) в умовах Поліського природного заповідника та ДП «Сновськаагроліс»

Наведені по Житомирській та Чернігівській областям дані свідчать про тісну залежність погодних умов та збільшення кількості лісових пожеж. Встановлено, що на території Житомирської, та Чернігівської області з 2016 по 2025 роки відбувається динамічне збільшення кількості лісових пожеж. Підтверджено, що це на пряму пов'язано з поступовим збільшенням середньорічної температури повітря, а значить з потеплінням клімату, і як наслідок цього – збільшення сумарного значення коефіцієнта пожежної небезпеки. Нами підтверджено, що чим вищий цей коефіцієнт, тим більше випадків лісових пожеж.

#### Список використаних джерел

1. Балабух В. О., Зібцев С. В. Вплив зміни клімату на кількість та площу лісових пожеж у північно-чорноморському регіоні України. Український гідрометеорологічний журнал. 2016. Вип. 18. С. 60–71.
2. Коваль І. М., Сидоренко С. Г., Невмивака М. О. Післяпірогенний розвиток молодого соснового насадження в Лісостепу. Людина та довкілля. Проблеми неоекології. 2018. Вип. 30. С. 123-129.
3. Levchenko V. B., Shulga I. V., Zalevsky R. A., Bezverkha L. M. Influence of climatic conditions on the state of fire hazard in forest edatopas of Zhytomyr Oblast Department of Forestry and Hunting and forecast of changes in climatic conditions for the period up to 2050. Innovative Solutions In Modern Science № 8(27), 2018. doi 10.26886/2414-634X.8(27)2018.3 S. 26 – 53.
4. Levchenko V. B., Shulga I. V., Fuchilo Y. D., Hurzhii R. V., Romanyuk A. A., Belska O. V. Fall of Pine phytomass after large scale forest fires in the conditions nature protection scientific research departments Polisky nature reserve. Paradigm of knowledge № 1(59), 2024. DOI 10.26886/2520-7474.1(59)2024.1. Frankfurt, Germany. S. 5 – 32.
5. Пробні площі лісовпорядні. Метод закладання: СОУ 02.02-37-476: 2006. [Введ. з 2006-12-26]. К.: Мінагрополітики України, 2006. 32 с.

**ФЕРОМОННИЙ МЕТОД ЩОДО ВИЗНАЧЕННЯ  
ВИДОВОГО СКЛАДУ ШКІДНИКІВ ЛІСУ В УМОВАХ ДП  
«СНОВСЬКРАЙАГРОЛІСГОСП»**

*Левченко В. Б.<sup>1</sup>, кандидат сільськогосподарських наук;  
Мостепанюк В. А.<sup>2</sup>, кандидат сільськогосподарських наук;  
Бабич Р. М.<sup>1</sup>, здобувач освітнього ступеня бакалавр  
[waleriy07@ukr.net](mailto:waleriy07@ukr.net)*

*<sup>1</sup>Національний університет «Чернігівський колегіум»  
ім. Т. Г. Шевченка, Україна*

*<sup>2</sup>Житомирський державний університет імені Івана Франка, Україна*

Досліджено ефективність використання феромонних пасток щодо проведення ентомологічного моніторингу шкідників лісу в умовах ДП «Сновськрайагролісгосп». Встановлено, що метод феромонного моніторингу є досить ефективний для визначення більшості видів шкідників лісу, зокрема хвоєгризів та лубоїдних. Встановлено, що використання бар'єрних феромонних пасток є ефективним методом обліку чисельності шкідників та запобіганню їх масового поширення.

Ліси України є одним з основних відновлюваних природних ресурсів, а також найважливішим національним багатством, що має велике значення для сталого соціально-економічного розвитку країни, забезпечення економічної, енергетичної, екологічної, продовольчої та стратегічної безпеки [1]. На території України у видовому складі лісів домінують хвойні породи, у тому числі сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.) - 48,7%, ялина європейська (*Picea abies* L.) - 9,3% відповідно від загальної лісопокритої площі [2]. В останні роки в лісовому фонді України відмічено зниження біологічної стійкості соснових лісів та їх масове всихання [3]. Причиною зниження біологічної стійкості соснових насаджень, особливо в північних регіонах країни, є комплекс стресових абіотичних, біотичних, антропогенних та військових факторів, основними з яких є підвищення температури повітря та зниження рівня ґрунтових вод у вегетаційний період [4]. У біологічно ослаблених соснових насадженнях відзначається поява та поширення вогнищ масового розмноження й поширення стовбурових шкідників, - насамперед вершинного та шестизубчастого короїдів, рудого та звичайного соснового пильщика, соснової совки, соснового п'ядуна, соснового лубоїда [5]. Ефективність захисту соснових деревостанів від комах-шкідників, оперативна локалізація та ліквідація вогнищ їх розмноження можливі лише при своєчасному виявленні пошкоджених

ними насаджень, що обумовлюється результативністю лісопатологічного моніторингу, складовою якого є феромонний метод, що здійснюється з використанням феромонних пасток [6]. Тому, феромонний метод моніторингу шкідників лісу, як один з основних біологічних способів захисту сосни звичайної від шкідливих організмів в умовах ДП «Сновськрайагролісгосп», є досить актуальним, доступним і перспективним, особливо в умовах воєнного стану [7].

Для проведення досліджень по визначенню ефективності феромонного методу моніторингу шкідників лісу в умовах ДП «Сновськрайагролісгосп», нами було відібрано 75-90 річні, біологічно ослаблені деревостани сосни звичайної. При проведенні випробувань феромонних бар'єрів, ми використовували феромонні пастки для збору стовбурових шкідників хвойних порід за рекомендаціями УкрНДЛГА ім. В. Г. Висоцького (м. Харків). Феромонні пастки (бар'єри) оснащували диспенсорами, що являють собою пластину пористої віскози, просочену певною феромонною композицією, та вміщену в поліетиленову оболонку. Для досліджень було використано феромонні препарати «ІПСВАБОЛ В» та «ІПСВАБОЛ Ш», що мали один диспенсор, та «МОНВАБОЛ Ш», що мали два диспенсори, - верхній та нижній [5].

Для моніторингу чисельності вершинного та шести зубчастого короїдів, рудого та звичайного соснового пильщика, соснової совки соснового п'ядуна, соснового лубоїда є вітчизняні феромонні препарати ІПСВАБОЛ та ІПСВАБОЛ Ш». Застосування феромонних препаратів ІПСВАБОЛ В та ІПСВАБОЛ Ш проведено в 75–90-річних соснових насадженнях ДП «Сновськрайагролісгосп». Отримані результати свідчать про високу ефективність феромонного препарату ІПСВАБОЛ по відношенню до вершинного короїда. Кількість відловлених імаго вершинного короїда однією пасткою з феромонним препаратом ІПСВАБОЛ В складав 45-62 особин. В контрольних пастках було виявлено 0 - 4 особини. За весь період поширення вершинного та шести зубчастого короїдів в сосновому деревостані, в розрізі моніторингових ділянок №1 (лісорослинні умови А<sub>2-3</sub>) відловлено - 326 особин вершинного короїда, контрольними пастками було відловлено лише – 3-6 особин. На моніторинговому майданчику №2 (лісорослинні умови В<sub>2-3</sub>) було відловлено 163 особин рудого та звичайного соснового пильщика, соснової совки, соснового п'ядуна, соснового лубоїда та 7 особин в контрольних пастках без феромонних диспенсорів відповідно.

За результатами обліків встановлено, що перше покоління вершинного короїда було найбільш масовим. Так, в сосновому

деревостані ДП «Сновськрайагролісгосп» на моніторинговій ділянці №1 було відловлено 267 особин, в другий період 588 особини. На моніторинговому майданчику №2 було виявлено 1612 особини вершинного короїда, а в другий період 677 особини, як вершинного, так й 34 особини шестизубчастого короїда.

Результати застосування феромонного препарату ІПСВАБОЛ Ш в умовах дослідного майданчика №1 з метою проведення моніторингових досліджень шкідників лісу в сосновому деревостані свідчать про те, що за період поширення вершинного та шестизубчастого короїдів, рудого, звичайного соснового пильщика, соснової совки соснового п'ядуна, соснового лубоїда нами було відловлено 256 особин, в той час як контрольними пастками лише 4 особини.

**Висновок.** Таким чином ми встановили, що феромонні препарати ІПСВАБОЛ В та ІПСВАБОЛ Ш, мають високу ефективність щодо проведення ентомологічних моніторингів за такими шкідниками лісу як вершинний та шестизубчастий короїд, рудий та звичайний сосновий пильщик, соснова совка сосновий п'ядун, сосновий лубоїд. Досліджено, що кількість особин рудого та звичайного соснового пильщика, соснової совки соснового п'ядуна, соснового лубоїда, відловлених феромонними пастками значно вищі, ніж в контрольних пастках без феромонів.

#### **Список використаних джерел**

1. Воронцов А. І. Лісозахист. Харків. Лісова промисловість. 2013. 344 с.
2. Levchenko V. B., Shulga I. V., Nemerytska L. V., Zhuravska I. A., Romanyuk A. A. Organization and monitoring of forest pests with the use of pheromones in the conditions of the state enterprise «ZARICHANSKE FORESTRY». DOI 10.26886/2414-634X.1(45)2021.4 Innovative Solutions In Modern Science № 1(45), 2021. State of New York. S. 60-81.
3. Levchenko V. B., Shulga I. V., Fuchilo Y. D., Karpovych M. S., Romanyuk A. A., Belska O. V. Forest pathological monitoring of pine stands in the conditions of the Pergans scientific and research nature protection department Polissky nature reserve. Innovative Solutions In Modern Science № 3(55), 2022. DOI 10.26886/2414-634X.3(55)2022.2. State of New York 14225. P. 18-62.
4. Levchenko V. B., Shulga I. V., Fuchilo Y. D., Romanyuk A. A., Karpovych M. S., Hornovska S. V. Methodology for assessing the pathological impact of diseases and forest pests on the sanitary condition of forests in the conditions of forestry branches of the Central interregional forestry and hunting management and Nature protection research Department of the Polissky nature reserve. Innovative Solutions In Modern Science № 5(60), 2023. DOI:10.26886/2414-634X.5(60)2023.2. State of New York 14225. P. 28 – 64.
5. Мешкова В. Л., Коленкіна М. С., Зінченко О. В. Радіальний приріст дерев сосни в осередках кореневої губки зони Центрального Полісся України. Харків. УкрНДІЛГА. 2011. 284 с.
6. Падій М. М. Лісова ентомологія. Київ. Вища школа. 2010. 285 с.
7. Усеня В. В. (2020). Атрактивність феромонних композицій для моніторингу чисельності обліків соснових вусачів в хвойних насадженнях Півночі України. Чернігів: Наукова думка, 90 с.

УДК 630\*44 (477.41/.42)

**ПРИРОДНО-КЛІМАТИЧНІ ТА ГІДРОФІЗИЧНІ  
ОСОБЛИВОСТІ ЛІСОВИХ БОЛОТНИХ ЕКОСИСТЕМ  
ПОЛІСЬКОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВІДНИКА**

*Левченко В. Б., кандидат сільськогосподарських наук;  
Сергеева Д. Ф.; здобувач освітнього ступеня бакалавр;  
Доготер А. Г., здобувач освітнього ступеня бакалавр  
[waleriy07@ukr.net](mailto:waleriy07@ukr.net)*

*Національний університет «Чернігівський колегіум»  
ім. Т. Г. Шевченка*

Вивчено вплив погодно-кліматичних змін на болотні екосистеми Перганського, Копищанського, Селезівської природоохоронних науково-дослідних відділень Поліського природного заповідника. Досліджено закономірностей утворення, гідродинаміки боліт, заболочених лісових екологічних ландшафтів Поліського природного заповідника, як важливого біоенергетичного компонента зони Полісся України, та носія значного обсягу природного біорізноманіття Полісся України.

Болотні лісові екосистеми Поліського природного заповідника відіграють важливу водо-регулюючу та природоохоронну роль [1]. Всі вони є цінною екологічною базою для природно-заповідного фонду зони Центрального та Східного Полісся України. Водно-болотні екосистеми Перганського, Копищанського та Селезівського природоохоронних науково-дослідних відділень (ПНДВ), відіграють важливу роль у формуванні річкових, водно-болотних, лісорослинних, природно-екологічних формацій зони Полісся України [2]. Тому, на сьогоднішній день через погодно-кліматичні зміни, зменшення тривалості дощового періоду, пересихання боліт, спостереження і вивчення їх флори, фауни, поверхневого та підгрунтового водостоку, а також стану торфовищ є досить перспективним й необхідним [3]. Все це в подальшому дасть можливість розкрити особливості сучасного формування та екології боліт зони Полісся України, припинити їх зневоднення, унеможливити виникнення та поширення лісових пожеж [4]. Екологічний моніторинг лісових болотних біоценозів Поліського природного заповідника дасть можливість більш детального вивчення поселень, життєдіяльності бобра річкового [5].

Дослідження по вивченню боліт Поліського природного заповідника проводились на закладених постійних пробних площах, площею від 0,5 до 1 га. в лісорослинних умовах В<sub>3-4</sub>, С<sub>4-5</sub> Перганського, Копищанського природоохоронних науково-дослідних відділень Поліського природного заповідника. Під час проведення досліджень нами вивчались лісові болотні екосистеми з різним режимом водного живлення та гідроморфністю трофових ґрунтів. Також нами було вивчено гігро- й гідрофільну рослинність в умовах оліготрофного «Журавлинового болота», а також мезотрофного «Йосипового болота». Ми провели дослідження гідрофізичних процесів лісових болотних екосистем з різним ступенем гідроморфності болотних ґрунтів [3]. Крім цього досліджувались процеси, які проходять в болотних екосистемах, що в свою чергу лежать в основі утворення більшості боліт зони Центрального та Східного Полісся України[4]. Для проведення обліків ми використовували методику обстеження пробних площ лісових масивів [3]. Результати спостережень записувались в реєстраційний журнал проведення досліджень. Визначення ступеня заболочення території поводити згідно гідрометричної шкали визначення болотних екосистем [2]. Класифікацію болотних екосистем визначали за рослинами-індикаторами [2, 4].

Озерний тип утворення болота (Рис. 1) досить розповсюджений в Поліському природному заповіднику.



Рис. 1 Лісове оліготрофне «Журавлине болото» озерного типу  
(Джерело – власні наукові дослідження).

Озера заповідника в своїй більшості мають льодовикове чи карстове походження. Під впливом зміни клімату відбувалося обміління озер, і заселення їх рослинами, відмирання й опадання

залишків яких призвело до утворення мулистого сапропелю потужністю подекуди до 0,8-1,5 м, а на деяких старих озерах, понад 2 м.

Торфи мезотрофного «Йосипового болота» (Рис. 2), Поліського природного заповідника, в середньому містять: 1,82–3,46% азоту, 1,42–3,90% кальцію, 0,26–0,42% фосфору, 0,19–0,51% калію. Їх зольність становить в межах 5,63–12,35%, але часто вона буває вищою через зневоднення та пересихання внаслідок погодно-кліматичних змін.



Рис. 2 Напівпересохле, драговинне, мезотрофне «Йосипове болото» (Джерело – власні наукові дослідження).

Ми встановили, що лісові болота (Рис. 3.) листяно-лісової групи в типах умов місцязростання В<sub>4-5</sub>, С<sub>4-5</sub> включають водно-драговинно-болотні угруповання, в яких переважають широколистяні лісоутворюючі породи, вільха чорна (клейка), береза повисла, осика V та Va класу бонітету.



Рис. 3 Вільхово-осикове, мезотрофне, драговинне болото

у водозборі річки Болотниця Поліського природного заповідника  
(Джерело – власні наукові дослідження).

Вільхово-осикові лісо-болотні екосистеми досить поширені в умовах Копищанського та Селезівського ПНДВ, де їх фітоценози займають близько 36 га.

Характерною рисою вільхових та осикових мезотрофних боліт є розподіл їх поверхні на малозволожені пристовбурні підвищення (свого роду суходільні острівці), і дуже зволожені або обводнені пониження між ними, де глибна драговини може сягати до 60-80 см. Висновки. Дослідженнями встановлено, що в умовах Пергаського, Копищанського, Селезівського ПНДВ найбільшому кліматичному впливу піддаються саме мезотрофні болотні екосистеми. Визначено, що пересихання мезотрофних боліт Поліського природного заповідника різко знижує водне живлення (поверхневий та підґрунтовий стік) малих річок Полісся, а саме: Уборть, Перга, Болотниця та Жолобниця. Доведено, що в умовах Поліського природного заповідника дуже необхідно вести гідрологічні спостереження за станом обводненості водно-болотних екосистем, а саме: оліготрофного - «Журавлинового болота», а також мезотрофного – «Йосипового болота».

#### Список використаних джерел

1. Григора І.М., Соломаха В.А. Лісові болота Українського Полісся (походження, динаміка, класифікація рослинності). – К.: Фітосоціоцентр, 2005. – 415 с.
2. Левченко В. Б., Шульга І. В. Болота як саморегулююча система в природі. Innovative solutions in modern science № 7(7), 2016. Dubai Silicon Oasis. Dubai, UAE. S. 98-115.
3. Левченко В. Б., Романюк А. А. Математична модель гідрофізичних процесів в лісових болотних екоценозах Житомирського Полісся. Науковий огляд. № 6(59), 2019. Люблінський технологічний університет (Люблін, Польща). С. 13-27.
4. Левченко В. Б. Екологічні особливості боліт Житомирського Полісся: навч.-метод. посіб. / В. Б. Левченко, І. В Шульга, Ю. В. Остапчук; за наук. ред. В. Б. Левченко. – Видавництво Житомирського державного університету імені Івана Франка. Житомир. 2014. - 40 с.
5. Цветова С. М. Рослинність України. Болота. Київ. Наук думка. 1969. 243 с.

УДК: 630.53 28 (075)

## АНАЛІЗ МЕТОДОЛОГІЙ ТА ЗАСТОСУВАННЯ ЦИФРОВІЗАЦІЇ В ОЦІНЦІ ОБ'ЄМУ КРУГЛИХ ЛІСОМАТЕРІАЛІВ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ В УМОВАХ ДП «СНОВСЬКАГРОЛІСГОСП»

*Левченко В.Б., кандидат сільськогосподарських наук;  
Трофименко П.І., доктор сільськогосподарських наук;  
Кушнарьова Н.М., кандидат педагогічних наук; Пархоμεць Д.В.,  
здобувач освітнього ступеня бакалавр*

[waleriy07@ukr.net](mailto:waleriy07@ukr.net)

<sup>1</sup>*Національний університет «Чернігівський колегіум»  
ім. Т. Г. Шевченка, Україна*

Досліджено методи цифрової оцінки заготовлених хлестів сосни звичайної в умовах ДП «Сновськрайагролісгосп». Встановлено, що через суттєву недосконалість методики визначення об'ємних величин кубомаси деревини в круглих лісоматеріалах, існує значна статистична похибка. Встановлено, що основною причиною появи цифрових похибок у визначенні об'єму хлестів є застосування різних не синхронізованих нормативів та методик визначення об'єму заготовлених соснових хлестів.

Важливе значення в лісовому господарстві та деревообробній промисловості, має цифровий облік лісопродукції [1]. Він повинен бути чітким, точним, максимально спрощеним і не трудомістким [2]. Система обліку заготовленої лісопродукції повинна бути наскрізною [3]. Згідно з цією нормативною вимогою в лісовому господарстві України кожен заготовлений на лісосічній ділянці сортимент або хлест повинен бути вимірним і вносеним в електронну базу обліку деревини [4]. При цьому лісоматеріали повинні мати закріплені ознаки обліку без дублювання наведених вище операції, що дає можливість якісно використовувати їх за призначенням [5]. В період 1999 по 2001 роки технічним комітетом України зі стандартизації лісових ресурсів, Українським державним проектно-пошуковим інститутом лісового господарства, НУБіП України було розроблено і введено в дію наказом від 5 квітня 2001 року № 150, ДСТУ 4020 - 2001 «Лісоматеріали круглі та пиляні». Методи обмірювання та визначення об'ємів. Частина 2. «Лісоматеріали круглі» [6]. Проте на сьогоднішній день часто виникають значні розбіжності у цифрових методах визначення об'єму

сортиментів, а особливо хлестів сосни звичайної, як поштучним, так й груповим способом [7]. Тому сьогодні в умовах війни є актуальним питання оптимізації методології цифрового визначення об'єму сортиментів та хлестів сосни звичайної на прикладі ДП «Сновськрайагролісгосп».

Для визначення об'єму хлестів сосни звичайної в умовах ДП «Сновськрайагролісгосп» ми використовували цифрову методу обміру круглих лісових матеріалів сосни звичайної за ДСТУ EN 1315-2-2001, Класифікація за розмірами. Частина 2. Круглі лісоматеріали хвойних порід (EN 1315-2:1997, IDT), а також ДСТУ 4020-2-2001 (prEN 1309-2:1998), Лісоматеріали круглі та пиляні. Об'єм кожного хлиста визначався 5 різними методами: за складною формулою Губера, за простою формулою Губера, за формулою Шіффеля, за формулою Цвіке та формулою Смаліана. В дослідженнях використовувалась архітектура програми «Електронний облік деревини».

Дослідженнями нормативної бази щодо обліку та обігу деревини було встановлено, що в умовах ДП «Сновськрайагролісгосп» відповідно до ДСТУ EN 1315-2-2001 «Класифікація за розмірами». Частина 2. Круглі лісоматеріали хвойних порід (EN 1315-2:1997, IDT), методи вимірювання обсягу хлестів поділяють на: поштучний - дозволяє виміряти об'єм окремого хлиста сосни звичайної; груповий - дозволяє виміряти об'єм складених один відносно одного хлестів у пачці, пакеті на автомобілі, залізничній платформі, пучку, штабелі на складі (землі), (далі – «штабель»).

Встановлено, що в умовах ДП «Сновськрайагролісгосп», вибір методу вимірювання об'єму хлестів, а при групових методах, - вибір поштучного вимірювання об'ємів заготовленої деревини та внесення в цифрову базу електронного обліку узгоджується договором з постачальником. При проведенні вимірювань об'єму хлестів сосни звичайної поштучним методом, визначають їх діаметр на відстані 1,3 м від нижнього торця (комеля), використовуючи електронні кубатурні таблиці об'єму хлестів для сосни звичайної з поділом по розрядах. Допускається визначення об'ємів при обліку 100 і більше хлестів за діаметрами нижніх торців. Для цього, за результатами вимірювань показників, що найчастіше зустрічаються, вибраних з урахуванням конкретних умов вимірювань, формують електронну таблицю перевідних коефіцієнтів, що показує співвідношення діаметрів хлестів на відстані 1,3 м від нижнього торця (комеля) до діаметрів нижніх торців хлестів сосни звичайної. Об'єми частин хлестів, що мають

діаметри верхніх торців більше 0,4 м товщини на відстані 1,3 м від нижнього торця (комеля), визначають за ДСТУ EN 1315-2-2001 «Класифікація за розмірами». Частина 2. Круглі лісоматеріали хвойних порід (EN 1315-2:1997, IDT), якщо розміри не передбачені в цьому стандарті, або за ДСТУ 4020-2-2001 (prEN 1309-2:1998) «Лісоматеріали круглі та пиляні». Методи обмірювання та визначення об'ємів. Частина 2. Лісоматеріали круглі. При отриманні середніх довжин, що виходять за інтервал одного розряду, або лежать на межі двох розрядів, проводять повторні вимірювання довжин інших п'яти випадково вибраних хлестів за тими ж ступенями товщини, та за результатами всіх вимірювань знаходять розряд. У разі повторного отримання середніх довжин, що виходять за інтервалі одного розряду, обчислюють середнє значення товщини і довжини всіх виміряних хлестів за якими визначають розряд.

При обліку заготовленої деревини груповими методами, визначення об'єму хлестів за електронними кубатурними таблицями, в умовах ДП «Сновськрайагролісгосп» використовують для всіх заготовлених на лісосіці хлестів, але крім тих, що відносяться до цінних порід деревини (дуб звичайний, модрина європейська і т.д.). Зокрема, слід акцентувати увагу, що для точного визначення кубомаси деревини, довжину штабеля хлестів вимірюють без врахування чотирьох найбільш виступаючих хлестів з кожного торця штабеля. Для цього робляться дві позначки люмінесцентною аерозольною фарбою, що вказують розташування площини торця хлеста, який найбільш виступає. Слід обов'язково зазначити, що площина повинна бути перпендикулярна до поздовжньої осі штабеля, тому вимірюють відстань між цими відмітками. Результат виміру довжини штабеля округляють до 0,25 м.

Периметр пакету хлестів на завантаженому автомобілі або залізничній платформі вимірюють на відстані 1,3 м від площини торця п'ятого з найбільш виступаючого з пакету хлеста. Результат вимірювання периметра заокруглюють до 0,05 м. Периметр штабеля хлестів на залізничних платформах визначають за об'ємними електронними кубатурними таблицями. При цьому, вимірюванню підлягає частина периметра від верхнього рівня підлоги платформи, що охоплює штабель хлестів з боків та зверху. Вимірювання частини периметра проводять у двох поперечних перерізах, розташованих на відстані 4,5 і 3,5 м від торців залізничної платформи відповідно. Результат виміру округлюють до 0,05 м. Обсяг хлестів у штабелі  $Q_{хл}$

обчислюють за формулою для відповідного методу вимірювань:

$$Q_{хл} = K * Q_e = P_1 * P_2 / 8\pi * L$$

де:  $P_1 * P_2$  - периметр штабеля хлестів в двох площинах;  $\pi$  – 3,14159;  
L – довжина штабеля, м.

Об'єм штабеля хлестів сосни звичайної завантажених на залізничну платформу розраховує сам відправник шляхом множення отриманого результату вимірювань на коефіцієнт 0,99, що враховує ущільнення хлестів при їх транспортування. Результати обчислення об'єму хлестів (м<sup>3</sup>) округляють з точністю до 2-х знаків після коми та заносять в базу електронного обліку деревини, накладають електронний чіп та роздруковують накладну на відправку деревини.

Висновки. Дослідженнями встановлено, що в умовах ДП «Сновськрайагролісгосп» Державний стандарт України ДСТУ EN 1315-2-2001, «Класифікація за розмірами». Частина 2. Круглі лісоматеріали хвойних порід (EN 1315-2:1997, IDT), а також ДСТУ 4020-2-2001 (prEN 1309-2:1998), «Лісоматеріали круглі та пиляні» є найбільш точним, і має похибку в межах  $\pm 2\%$  щодо визначення кубомаси заготовленої деревини сосни звичайної способом хлестів. Визначено, що найбільш точним є метод визначення об'ємів хлестів за формулами Цвіке та Шіффеля, де має місце найменша систематична помилка:  $\pm 0,6\%$  та  $\pm 3,0\%$ , а відносні відхилення складає  $\pm 0,7\%$  та  $\pm 2,4\%$ . В цілому ж відхилення за даними отриманих результатів знаходяться в межах  $\pm 5\%$ . Доведено, що визначення об'ємів заготовлених деревних хлестів сосни звичайної за формулою Смаліана має найбільше цифрове відхилення від істинного, і становить  $\pm 30\%$ , а систематична похибка і середньоквадратична помилка становлять відповідно  $\pm 39$  та  $\pm 25\%$ , що виходить за межі дозволених ДСТУ 4020-2-2001 (prEN 1309-2:1998), «Лісоматеріали круглі та пиляні».

#### Список використаних джерел

1. ДСТУ EN 1927-2:2019 Лісоматеріали круглі хвойні. Класифікація за якістю. Частина 2. Сосна (EN 1927-2:2008; AC:2009, IDT). 37 с.
2. ДСТУ EN 1315-2-2001, Класифікація за розмірами. Частина 2. Круглі лісоматеріали хвойних порід (EN 1315-2:1997, IDT). 37 с.
3. ДСТУ 4020-2-2001 (prEN 1309-2:1998), Лісоматеріали круглі та пиляні. 42 с.
4. Кашпор С. М. Лісотаксаційний довідник. Київ. Вінніченко, 2013. 496 с.
5. Лісоматеріали круглі листяні. Класифікація за якістю. Ч. 1. (EN 1316-1:1997, IDT). ДСТУ EN 1316-1:2018. 36 с.
6. Лісоматеріали круглі хвойні. Класифікація за якістю. Ч. 2. Сосна (ENV 1927-2:1998, IDT). ДСТУ ENV 1927-2:2005. 38 с.
7. Mironyuk V. V. The features of size-qualitative structure of the tree stems of green plantings of Kyiv city. Agrarna nauka I osvita, 7(5/6), 134 p.

## ВПЛИВ КЛІМАТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ НА РАДІАЛЬНИЙ ПРИРІСТ ДЕРЕВ У СОСНОВИХ НАСАДЖЕННЯХ ВОЛИНСЬКОГО ПОЛІССЯ

*Леснік О.М.<sup>1</sup>, кандидат сільськогосподарських наук України; Фесюк М.О.<sup>1</sup>, аспірант, Сіжук О.В.<sup>2</sup>*  
[lesnik@nubip.edu.ua](mailto:lesnik@nubip.edu.ua)

<sup>1</sup>Національний університет біоресурсів і природокористування України

<sup>2</sup>Державне підприємство «Лісогосподарський інноваційно-аналітичний центр» Державного агентства лісових ресурсів України

Найпоширенішим деревним видом у лісах Волинського Полісся є сосна звичайна, частка якої становить понад 64 % [1], що зумовлює актуальність дослідження впливу кліматичних чинників на ріст і розвиток цих насаджень. В основі проведення дослідження радіального приросту знаходяться дендрохронологічні методи, які дозволяють охарактеризувати міжрічну мінливість росту та сезонні особливості кліматичного впливу. Для коректної оцінки кліматичної чутливості застосовують детрендінг та перехід до індексів радіального приросту.

Збір дослідних даних проведено на 9 тимчасових пробних площах у 2021 та 2023 рр. в соснових насадженнях Добренського (64 керни) та Нуйнівського (76 кернів) лісництв Камінь-Каширського надлісництва філії «Поліський лісовий офіс» ДП «Ліси України». Для оцінки кліматичного впливу на ріст та розвиток насаджень сформовано банк помісячних даних температури повітря та атмосферних опадів за матеріалами метеостанції Ковель, найближчої до району дослідження [2].

Аналіз сирих рядів динаміки ширини річних кілець сосни звичайної засвідчив наявність вираженого вікового тренду зменшення радіального приросту зі збільшенням віку дерев. Для відокремлення кліматичного сигналу виконано стандартизацію рядів методом детрендінгу, у результаті чого отримано індекси радіального приросту. Приклад переходу від сирого ряду радіального приросту до стандартизованого індексу приросту для однієї пробної площі наведено на рисунку.

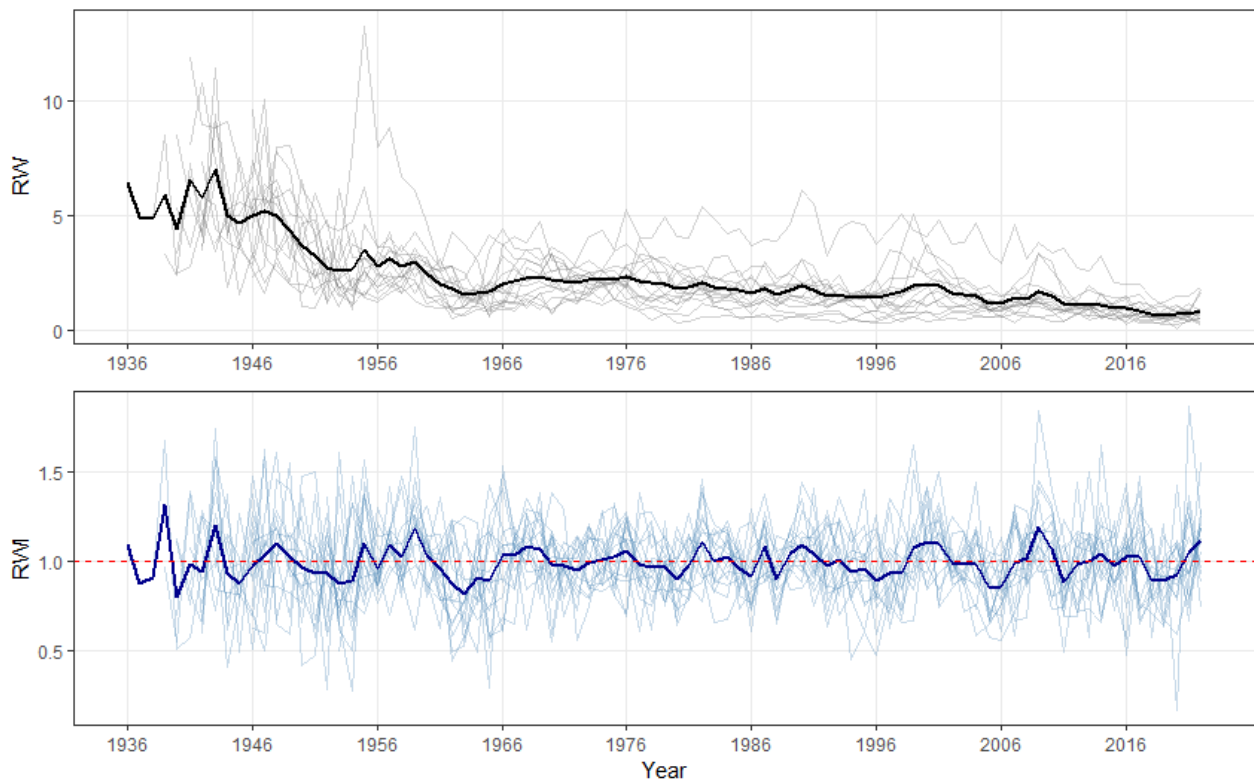


Рис. 1. Сирі ряди радіального приросту (RW) та стандартизований індекс радіального приросту (RWI)

Порівняння середніх індексів радіального приросту на тимчасових пробних площах вказує на подібний характер міжрічних коливань, що свідчить про наявність спільного регіонального сигналу росту. Водночас відмінності в амплітуді окремих фаз, зумовлені локальними умовами місцезростання. Кореляційний аналіз, проведений окремо для кожної пробної площі, вказує на узгоджену сезонну структуру кліматичного впливу: з температурою повітря зимово-ранньовесняного періоду поточного року та кількістю опадів літніх місяців попереднього року.

#### Список використаних джерел

1. Fesiuk, M., & Lesnik, O. (2025). Structure and utilisation of forest resource potential of Scots Pine stands in the Volyn Polissya. *Ukrainian Journal of Forest and Wood Science*, 57–74. <https://doi.org/10.31548/forest/3.2025.57>
2. Державна служба України з надзвичайних ситуацій. Центральна геофізична обсерваторія імені Бориса Срезневського. <http://cgo-sreznevskiy.kyiv.ua/uk/>.

## СТІНОВІ ДЕРЕВ'ЯНІ КОНСТРУКЦІЇ КАРКАСНОГО ТИПУ З ЦЕЛЮЛОЗНИМ НАПОВНЮВАЧЕМ У ПІСЛЯВОЄННІЙ ВІДБУДОВІ ЖИТЛА

*Манзюк А.О., Маєвський В.О.*

[manziuk.andrii@nltu.lviv.ua](mailto:manziuk.andrii@nltu.lviv.ua)

*Національний лісотехнічний університет України, Україна,*

Масштаби руйнувань цивільної інфраструктури та житлового фонду, спричинені інтенсивними бойовими діями на території України, формують безпрецедентний виклик для національної економіки, будівельної галузі та державного управління.

Класичні методи будівництва, засновані на використанні цегли, монолітного залізобетону, стикаються з критичними логістичними та демографічними обмеженнями. Спостерігається гострий дефіцит кваліфікованої робочої сили, ускладнена логістика доставки важких будівельних матеріалів до деокупованих або віддалених регіонів, а також тривалі терміни зведення капітальних споруд. У таких, доволі складних умовах, забезпечення постраждалого населення житлом вимагає концептуального переходу від ідеї виключно «тимчасових притулків» (модульних контейнерних містечок) до створення повноцінного житла середньострокової та довгострокової перспективи [1].

Аналіз передових світових практик та інновацій у сфері архітектурного інжинірингу вказує на високу перспективність використання збірних каркасних систем на основі дерев'яних модульних блоків. Ці технології, що функціонують за принципом великогабаритного конструктора, дають змогу звести несучий контур будівлі за відносно короткий час силами осіб без спеціалізованої будівельної освіти [2]. Запропоновано стінову дерев'яну конструкцію каркасного типу (СДККТ) з целюлозним наповнювачем (рис.1) [3]:



а



б

Рис.1 Загальний вигляд СДККТ з целюлозним наповнювачем  
де: а – каркас СДККТ; б – СДККТ з целюлозним наповнювачем та  
обшивкою OSB плитою

На відміну від суцільних масивних дерев'яних блоків, ПКД панелей (CLT-панелей) або блоків із попередньо вклеєним екструдованим пінополістиролом (EPS) [4-5], стіновий елемент каркасної конструкції (рис.1а), може бути виготовлений з цільної, або клеєної деревини. Конструкція посилена діагональними розкосами, які забезпечують геометричну незмінність форми під дією зсувних та крутних навантажень. З однієї або обох сторін СДККТ може бути обшитий плитним матеріалом (OSB або фанерою), або деревиною, а також елементом вентилязованого фасаду. Така будова СДККТ має критично важливе інженерне значення. Вона поєднує несучу здатність традиційного дерев'яного каркаса з логістичною зручністю цегляної кладки.

У випадку, коли СДККТ формують структурний скелет будівлі, то вибір ізоляційного матеріалу визначає її експлуатаційний ресурс, мікроклімат, енергоефективність та безпеку. Використання полімерних утеплювачів (EPS, XPS) хоч і забезпечує високий термічний опір, але перетворює будинок на паронепроникний «термос», тому потребує встановлення складних та дорогих систем примусової припливно-втяжної вентиляції з рекуперацією [6]. Більш того, полістироли мають значний вуглецевий слід при виробництві та є проблематичними в утилізації. Альтернативою, що ідеально відповідає цілям сталого відновлення, є целюлозний наповнювач – ековата.

Коефіцієнт теплопровідності ( $\lambda$ ) ековати знаходиться в діапазоні від 0,031 до 0,042 Вт/(м·К) [7], залежно від щільності її заповнення та умов експлуатації. Цей показник є абсолютно конкурентним і

відповідає характеристикам найкращих зразків екструдованого пінополістиролу та преміальної мінеральної вати.

Мала маса дерев'яно-каркасних конструкцій традиційно обумовлює їхні слабкі звукоізоляційні характеристики. Але використання ековати вирішує цю проблему. Завдяки неоднорідній, пружно-в'язкій структурі переплетених волокон різної товщини та довжини, а також високій щільності заповнення (до 70 кг/м<sup>3</sup> у стінах), целюлозний масив демонструє виняткові показники звукопоглинання [8]. Звукова хвиля, потрапляючи в лабіринт волокон, втрачає свою кінетичну енергію, яка перетворюється на мікротепло через тертя. Більше того, ековата щільно заповнює всі акустичні проміжки (навколо комунікацій та у стиках стінових блоків), усуваючи шляхи для поширення повітряного шуму. Також для забезпечення мікроклімату в середині приміщення, умовах змінного вологісного режиму, ековата здатна безпечно поглинати та утримувати до 20% вологи від власної маси. Без зміни геометричних розмірів (без усадки) та, що найголовніше, без втрати теплоізоляційних властивостей. Матеріал функціонує як потужний гігротермічний буфер. У періоди підвищеної вологості всередині приміщення стіна поглинає надлишки пари, а коли повітря стає сухим – поступово повертає вологу назад в приміщення або випаровує її назовні через дифузійно-відкриті зовнішні шари фасаду [8-9].

Вимоги до енергоефективності огорожувальних конструкцій встановлені в ДБН В.2.6-31:2021. «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель» [10]. Згідно з цими нормами, зовнішні стіни повинні мати мінімально допустимий опір теплопередачі ( $R_{q \min}$ ), який залежить від температурної зони експлуатації та теплової інерції конструкції. Для України встановлено дві температурні зони. Для I зони (охоплює більшість областей) базове значення  $R_{q \min}$  для зовнішніх стін житлових будівель становить  $4 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$ .

Розрахуємо теплотехнічні характеристики СДККТ з целюлозним наповнювачем. Застосовуючи ековату з коефіцієнтом теплопровідності  $\lambda = 0,040 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ , можна визначити необхідну товщину утеплювача (d) для забезпечення її базової норми:

$$R = \frac{d}{\lambda} \rightarrow 4 = \frac{d}{0,040} \rightarrow d = 0,160 \text{ м (160 мм)}$$

Оскільки СДККТ має внутрішню ширину порожнини для утеплювача, яка у нашому випадку, зазвичай становить 250 мм, загальний опір теплопередачі складатиме:

$$R = \frac{0,250}{0,040} = 6,25 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

Цей показник перевищує мінімальні вимоги ДБН В.2.6-31:2021 [11] для І температурної зони і дає змогу класифікувати будівлі з СДККТ з целюлозним наповнювачем, як енергоефективні з майже нульовим споживанням енергії (nZEB).

Використання СДККТ із заповненням пустот екологічно чистим целюлозним наповнювачем (єковатою) беззаперечно свідчить, що ця інноваційна комбінація володіє значним синергетичним ефектом і є однією з найбільш оптимальних стратегій для подолання житлової кризи в Україні в межах післявоєнної відбудови.

Ця технологія нівелює головні недоліки класичного будівництва. Вона пропонує високу швидкість зведення несучого контуру будинку без застосування важкої техніки та кваліфікованої робочої сили.

Отже, інтеграція технології СДККТ з целюлозним наповнювачем у типові проекти післявоєнного відновлення дадуть змогу державі забезпечити постраждале населення надійним, комфортним, довговічним житлом, одночасно стимулюючи розвиток внутрішньої деревообробної промисловості та галузі переробки вторинної сировини згідно з принципами сталого європейського розвитку.

#### Список використаних джерел:

1. Режим доступу: <https://www.archipanic.com/zikzak-revival-architecture-ukraine/>
2. Режим доступу: <https://buysellba.com/news-%2F-media/f/wooden-block-system-builds-houses-in-7-days-without-cement>
3. Маєвська О.М. Термомодернізація будівель в Україні у контексті декарбонізації будівельної галузі: світові сталі практики та українські перспективи / О.М. Маєвська, А.О. Манзюк, Р.Б. Щупаківський, О.М. Удовицький, В.О. Маєвський // Національний університет водного господарства та природокористування. Збірник наукових праць «Ресурсоекономічні матеріали, конструкції, будівлі та споруди». – Вип. 48. – С. 424-433. DOI: <https://doi.org/10.31713/budres.v0i48.49>.
4. Режим доступу: <https://rezult-timber.com/clt-panel/clt-paneli/>
5. Режим доступу: <https://gablok.com/en/elements/general-insulated-block>
6. Режим доступу: <https://gablok.be/en/faq/different-wooden-blocks>
7. Режим доступу: <https://fibacom.com.ua/>
8. Режим доступу: <https://pp-budpostach.com.ua/ua/a227075-ekovata-perevagi-nedoliki.html>
9. Режим доступу: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8658803/>
10. ДБН В.2.6-31:2021. «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель». [Чинний від 2022 09-01]. Вид. офіц. Київ: Державне підприємство «Укрархбудінформ», 2022. 23 с.

## ЛІСИ ПІВНІЧНОГО СТЕПУ УКРАЇНИ – ЕКОЛОГІЧНИЙ КАРКАС СТАБІЛЬНОСТІ РЕГІОНУ

*Матушевич Л. М.<sup>1</sup>, доктор сільськогосподарських наук;  
Лакида П. І.<sup>2</sup>, доктор сільськогосподарських наук; Макаревич А.М.<sup>1</sup>,  
доктор філософії,  
[matushevych@nubip.edu.ua](mailto:matushevych@nubip.edu.ua)*

<sup>1</sup>Національний університет біоресурсів і природокористування України  
<sup>2</sup>ДП «Ліси України»

Збереження та примноження лісів та стале управління ними – це комплексна економічна, екологічна та важлива соціальна складова сталого розвитку. Забезпечуючи процес сталого використання матеріальних (деревина, продукти побічного користування тощо) та нематеріальних лісових ресурсів (киснепродукування, вуглецедепонування, рекреація тощо) в умовах глобальної зміни клімату дозволить сформувати довгострокову стабільність лісових екосистем та довкілля у цілому. Особливої актуальності у вирішенні цих нагальних проблем набувають лісові екосистеми північної частини Лісостепу України, де поряд з традиційною степовою рослинністю слугують важливим компонентом стабільності екорегіону.

Метою виконуваних досліджень було провести оцінювання потенціалу депонування вуглекислого газу лісостанами основних лісотвірних видів північної частини степової зони України та визначити фактори, які впливають на ефективність виконання ними вуглецедепонувальної та киснепродукуючої функції.

Лісові екосистеми є одним із ключових регуляторів глобального вуглецевого циклу та важливим елементом стабілізації змін клімату, оскільки забезпечують поглинання й довготривале утримання атмосферного CO<sub>2</sub> у біомасі та ґрунтах. Вони акумулюють значні обсяги вуглецю у надземній і підземній біомасі, органічній речовині ґрунтів, формуючи багатокомпонентну систему вуглецевих пулів, до яких належать стовбурова деревина, гілки, листя, коренева система, підстилка та ґрунтова органічна речовина [1, 2].

Аналіз міжнародної кліматичної політики свідчить, що лісовий сектор розглядається як один із найбільш економічно доцільних напрямів пом'якшення змін клімату. Аналіз глобальних сценаріїв

показує, що заходи у секторі землекористування можуть забезпечити значну частку необхідних скорочень викидів парникових газів при відносно низькій вартості, особливо у порівнянні з технологічними рішеннями декарбонізації енергетики [4]. У цьому контексті природні кліматичні рішення, які включають збереження, відновлення та стале управління лісами, розглядаються як ключовий інструмент досягнення кліматичних цілей.

Дослідження параметричної структури деревостанів робінії псевдоакації та сосни звичайної та їх екосистемних функцій у північному Лісостепу України проведені українськими вченими [3, 5]. Однак їх дослідження потребують системного розширення на увесь перелік основних лісотвірних деревних видів регіону для отримання комплексної оцінки біотичної продуктивності лісів та їх впливу на довкілля в умовах глобальної зміни клімату.

У процесі досліджень здійснено ретроспективний аналіз землекористування, природно-кліматичних та економічних умов північного Степу України. Проаналізовано лісівничо-таксаційну характеристику лісових насаджень регіону досліджень станом на 2024 рік за адміністративними областями (табл.) та їх розподіл за основними таксаційними показниками (рис.).

*Таблиця*

Розподіл площі лісових ділянок, вкритих лісовою рослинністю, у розрізі областей та категорій захисності лісів, га

Область	Загальна площа, га	Кількість видів-лів, шт.	Категорії захисності лісів		
			захисні	рекреаційно-оздо-ровчі	природо-охоронного, наукового, історико-культурного призначення
Дніпропетровська	75272,7	22833	38696,7	23145,2	13430,8
Донецька	101053,8	28545	18005,8	48331,9	34716,1
Кіровоградська	32601,6	9665	6056,6	5581,1	32601,6
Луганська	222680,3	63116	123061,2	78208,9	21410,2
Миколаївська	27433,0	7115	21137,2	770,6	5525,2
Харківська	48602,0	13306	36107,9	8886,7	3607,4
<b>Загальний підсумок</b>	<b>507643,4</b>	<b>144580</b>	<b>257972,7</b>	<b>165399,9</b>	<b>84270,8</b>

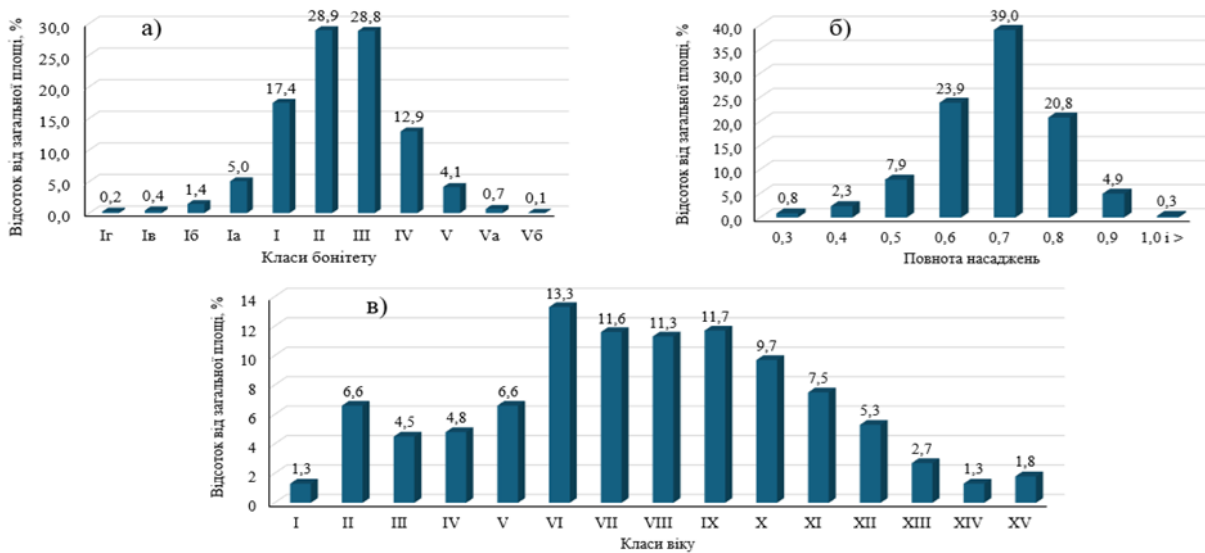


Рисунок. Розподіл площі лісових насаджень північного Степу України за: а) класами бонітету; б) повнотою; в) класами віку, %

Дані таксаційної структури деревостанів регіону та параметрів їхньої біотичної продуктивності дозволять отримати нормативні дані оцінки екосистемних функцій лісів та їх впливу на екологічну стабільність регіону.

#### Список використаних джерел

1. Intergovernmental Panel on Climate Change. 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories. 2006. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324>
2. Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate change 2022: Mitigation of climate change. 2022. <https://doi.org/10.1017/9781009157926>
3. Lovynska, V., Sytnyk, S., & Gritsan, Y. Energy potential of main forest-forming species of stands in the Northern Steppe, Ukraine. *Journal of Forest Science*, 2018, 64. 25–32.
4. Roe, S., et al.. Contribution of land sector to 1.5°C pathways. *Nature Climate Change*, 2019, 9. 817–828. <https://doi.org/10.1038/s41558-019-0591-9>
5. Sytnyk, S. A., & Lakyda, P. I. Phytomass and carbon deposited by black locust stands. *Forestry and Forest Melioration*, 2020, 136. 142–148.

## ВЕРИФІКАЦІЯ ПОРУШЕНИХ ЛІСОВИХ ДІЛЯНОК ВНАСЛІДОК БОЙОВИХ ДІЙ В УКРАЇНІ ЗА ДАНИХ OSINT

*Одруженко А. І., аспірант<sup>3</sup>; Білоус В. М., доцент, кандидат  
сільськогосподарських наук; Цибаровський В. В., незалежний експерт  
Білоус А. М., професор, доктор сільськогосподарських наук,  
[a.odruzhenko@nubip.edu.ua](mailto:a.odruzhenko@nubip.edu.ua)*

Національний університет біоресурсів і природокористування України,  
Україна

Повномасштабне вторгнення Росії в Україну у 2022 році спричинило значні порушення лісових екосистем, особливо у східних та південних регіонах країни. Бойові дії, включаючи інтенсивні обстріли, пожежі та будівництво фортифікаційних споруд, призвели до значних пошкоджень лісового покриву [1]. Дані дистанційного зондування Землі є ефективним інструментом для виявлення таких порушень на великих територіях, проте важливою проблемою залишається підтвердження пошкоджень, отриманих на основі супутникових даних [2], особливо в умовах бойових дій, де проведення польових обстежень є складним або неможливим.

Одним із можливих підходів до вирішення цієї проблеми є використання даних Open Source Intelligence (OSINT). Геологована інформація про порушення лісового покриву внаслідок бойових дій, отримана з відкритих джерел, зокрема з інформаційного ресурсу DeepStateMap [3], може використовуватись як додатковий набір даних для підтвердження порушених ділянок внаслідок бойових дій. Крім того, у дослідженні використано дані власних спостережень. Загалом було використано 59 геологованих спостережень пошкоджень лісового покриву, отриманих із відкритих OSINT-джерел та власних польових спостережень, з яких 22 випадки припадають на полезахисні лісові смуги [4].

---

<sup>3</sup> Наукові керівники – доктор сільськогосподарських наук, професор А.М. Білоус,  
PhD М.С. Мацала.

Метою цього дослідження було просторово-часове підтвердження OSINT-даними пошкоджень лісових ділянок внаслідок бойових дій ідентифікованих за супутниковими даними Sentinel-2 у 2022-2024 роках. Для аналізу використовувалися карти пошкоджених лісів, де пікселі зі значенням «1» відповідають пошкодженому лісу, а «0» – непошкодженому. Навколо OSINT-даних (геолокованих точок) були створені буфери різного радіусу (5, 10, 50, 100 та 150 м). Якщо хоча б один піксель пошкодженого лісу потрапив у межі буфера та дослідного року, подія вважалась підтвердженою.

Результати показали чітку залежність між радіусом буфера та кількістю підтверджених випадків пошкоджень. При малих буферах (5-10 м) узгодженість фіксувались рідше, тоді як при радіусах 50-150 м кількість підтверджених випадків значно зростала. Наприклад, у 2023 році кількість підтверджень збільшилась з 17 при буфері 5 м до 26 при буфері 150 м.

Отримані результати свідчать, що пошкодження лісового покриву, ідентифіковані за даними OSINT, загалом узгоджуються з порушеними ділянками, дешифрованими за даними ДЗЗ. Водночас встановлено, що значна частина пошкоджених лісових ділянок розташована в безпосередній близькості до локацій, зафіксованих OSINT-джерелами, однак їхні координати мають відхилення. Це зумовлено особливостями збору OSINT-даних, що може супроводжуватись просторовими похибками у визначені місць порушення лісового покриву, обмеженнями просторової роздільної здатності супутникових знімків, а також особливістю форми і розмірів лісових ділянок. Проведений аналіз OSINT-даних за використання буферів радіусом 50-100 м дозволив підтвердити результати картографування пошкодження лісового покриву.

#### Список використаних джерел

1. de Klerk, L., Shlapak, M., Zibtsev, S., Myroniuk, V., Soshenskyi, O., Vasylyshyn, R., Krakovska, S., Kryshtop, L., Bun, R., & Farg, L. (2025). Climate damage caused by Russia's war in Ukraine: 24 February 2022 – 23 February 2025. Initiative on GHG Accounting of War.
2. Matsala M., et al., 2024. War drives forest fire risks and highlights the need for more ecologically-sound forest management in post-war Ukraine. Scientific Reports. 14(1):4131.
3. DeepStateMap.Live – інтерактивна карта бойових дій в Україні [Електронний ресурс]. URL: <https://deepstatemap.live>
4. Matsala M., et al., 2025. War threatens 18% of protective plantations in eastern agroforestry region of Ukraine. Forest Ecology and Management. Vol. 578, 122361.

## АНАЛІЗ РОЗВИТКУ ДЕРЕВООБРОБНОЇ ГАЛУЗІ В СИСТЕМІ ПІСЛЯВОЄННОГО ЗЕЛЕНОГО ВІДНОВЛЕННЯ УКРАЇНИ

*Опашнюк А.О., асистент кафедри деревооброблювальних технологій та системотехніки лісового комплексу, Лисенко К.О., асистент кафедри деревооброблювальних технологій та системотехніки лісового комплексу*

*[a.opashniuk@btu.kharkiv.ua](mailto:a.opashniuk@btu.kharkiv.ua)*

Державний біотехнологічний університет, Україна

Деревообробна галузь займає важливе місце в лісовому секторі України та може суттєво сприяти зміцненню економічної стабільності країни. Завдяки значним лісовим ресурсам, добре розвинутій сировинній базі та багаторічним традиціям деревообробного виробництва, Україна має всі передумови для розвитку конкурентоспроможної, експортоорієнтованої й екологічно відповідальної галузі.

Повномасштабна війна призвела до значних руйнувань інфраструктури, промисловості та житлового фонду України, що зумовлює потребу в системному післявоєнному відновленні. Водночас глобальні кліматичні виклики та обмеженість ресурсів актуалізують перехід до моделі «зеленого» розвитку, яка поєднує економічне зростання з екологічною відповідальністю.

До 2022 року спостерігалось зростання експорту меблів, фанери та плитних матеріалів. Водночас структура експорту залишалася частково сировинною, що обмежувало формування високої доданої вартості всередині країни. Експорт українських меблів у 2022 році склав близько 806,6 млн дол. США, що на 23% менше, ніж у 2021 році. Проте це все ще свідчить про велику експортну активність нашої промисловості, навіть у складних умовах [2]. Після 2022 року меблева галузь пройшла через чимало випробувань, але зберегла свій експортний потенціал і успішно адаптувалася до нових умов. У 2023 році експорт українських меблів досягнув приблизно 786 млн дол. США. Хоча це і менше, ніж до повномасштабного вторгнення, меблева галузь все ще займає важливу частку у зовнішній торгівлі [3]. У 2024

році експорт меблів досягнув 909 млн дол. США, що на 15,5 % більше, ніж у попередньому році - це свідчить про поступове відновлення виробництва та стабілізацію ринку [4]. У 2025 році експорт деревини та виробів з неї сягнув 1,42 млн тонн із загальною вартістю приблизно 671,8 дол. США - це засвідчує зростання тоннажу на 6% та збільшення грошової вартості на 13% порівняно з попереднім роком [5]. Заборона на експорт необробленої деревини створює умови для розвитку та зростання внутрішнього виробництва. Внутрішній попит на деревину також зріс, сприяючи стабілізації внутрішніх ринків та підтримці виробництва [6].

Військові дії призвели до руйнування підприємств у східних та південних регіонах, порушення логістичних ланцюгів, скорочення інвестиційної активності. Незважаючи на це, галузь має значний потенціал до швидкого відновлення за умови модернізації виробничих потужностей і залучення фінансування [1].

Одним із ключових напрямів післявоєнного відновлення є відбудова житлової та соціальної інфраструктури. Використання деревини разом із сучасними інженерними технологіями, такими як CLT-панелі, сприяє швидшому та енергоефективному будівництву.

Стратегічним завданням післявоєнного періоду є перехід від експорту сировини до розвитку внутрішньої глибокої переробки, що передбачає виробництво меблів, виготовлення плитних матеріалів МДФ і ДСП, створення дерев'яних конструкцій для будівництва та розвиток дизайнерських й інноваційних продуктів, а реалізація такого підходу сприятиме збільшенню валютних надходжень, створенню нових робочих місць і підвищенню конкурентоспроможності української продукції на європейському ринку. Інтеграція до виробничих ланцюгів ЄС потребує дотримання стандартів якості, екологічної сертифікації та цифровізації виробничих процесів.

Відходи деревообробки можуть ефективно використовуватися для виробництва паливних пелет, брикетів і теплової енергії, що сприяє зменшенню енергетичної залежності, розвитку місцевої енергетики та впровадженню принципів безвідходного виробництва. Циркулярна економіка передбачає максимальне повторне використання ресурсів, мінімізацію відходів та замкнений виробничий цикл, що відповідає сучасним екологічним вимогам.

Водночас ефективна реалізація цього потенціалу можлива лише за умови модернізації виробництва, прозорого управління лісовими ресурсами, дотримання екологічних регуляторних актів і залучення інвестицій у межах міжнародного співробітництва. Важливим залишається баланс між економічними інтересами та збереженням природних екосистем.

Отже, дослідження розвитку деревообробної галузі в системі післявоєнного зеленого відновлення України є надзвичайно актуальним і має важливе теоретичне та практичне значення. Воно сприятиме визначенню стратегічних напрямів модернізації галузі, її ролі у створенні екологічно збалансованої економіки, а також обґрунтуванню механізмів залучення інвестицій та інтеграції у європейський економічний простір.

#### Список використаних джерел

1. Як подолати проблеми деревообробки. URL: <https://eba.com.ua/yak-podolaty-problemy-derevoobrobky/> (дата звернення 02.03.2026 р.)
2. Українські виробники меблів експортували продукції на \$806,6 млн за 2022 рік. URL: <https://dzi.gov.ua/press-centre/news/ukrayinski-vyrobnyky-mebliv-eksportuvaly-produktsiyi-na-806-6-mln-za-2022-rik-uam/> (дата звернення 02.03.2026 р.)
3. The development of the Ukrainian furniture industry in 2023. URL: <https://uafm.com.ua/en/rozvytok-ukrayinskoyi-meblevoyi-galuzi-u-2023-rotsi/> (дата звернення 04.03.2026 р.)
4. Експорт меблів з України виріс на 15,5% у 2024 році. URL: <https://interfax.com.ua/news/economic/1048887.html> (дата звернення 04.03.2026 р.)
5. Ukraine Demonstrates Growth in Timber Exports. URL: <https://derevo.ua/en/publication/ukrana-demonstru-zrostannya-eksportu-derevini-3522> (дата звернення 04.03.2026 р.)
6. Уряд продовжив обмеження експорту стратегічної сировини у 2026 році. URL: <https://www.kmu.gov.ua/news/uriad-prodovzhyv-obmezhenia-eksportu-stratehichnoi-syrovyny-u-2026-rotsi> (дата звернення 04.03.2026 р.)

## НЕДЕРЕВИННА ПРОДУКЦІЯ ЛІСУ ЯК СКЛАДОВА ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМНИХ ПОСЛУГ

*Осадчук Л.С., доктор сільськогосподарських наук, професор;  
Кондратюк Л.М., старший викладач кафедри лісівництва,  
Мельник Ю.А., кандидат сільськогосподарських наук, доцент*  
[l.osadchuk@nltu.edu.ua](mailto:l.osadchuk@nltu.edu.ua)

*Національний лісотехнічний університет України, Україна*

Ліси пропонують різноманітний спектр недеревинних лісових ресурсів, таких як ягоди, гриби, лікарські та декоративні дикорослі рослини, горіхи, гриби, деревні соки, м'ясо диких тварин та мед. Такі продукти є життєво важливими компонентами засобів до існування та добробуту мільярдів людей у світі. Багато з них відіграють значну культурну, соціальну та пов'язану зі здоров'ям людини роль. Варто відзначити, що Україна входить до десяти країн ліси яких, призначені головним чином для забезпечення соціальних послуг. Це 1450 тис. га, які становлять 14% від площі всіх лісів (FAO, 2025).

Потенціал недеревинних лісових продуктів та послуг здебільшого не має достовірних даних. Хоча вони можуть суттєво сприяти створенню нових бізнес-можливостей та робочих місць у сільській місцевості. Упродовж останнього десятиліття в лісах України простежується тенденція до скорочення обсягів спеціального використання недеревинних лісових ресурсів, як заготівлі другорядних лісових матеріалів так і здійснення побічних лісових користувань. Аналіз статистичних даних свідчить про суттєве зменшення обсягів заготівлі такої продукції. За інформацією Державної служби статистики України, у 2010–2012 роках лісгосподарські підприємства щорічно заготовляли близько 16 тис. тонн недеревної лісової продукції. Водночас станом на 2024 рік обсяги її заготівлі скоротилися майже у десять разів (рис.1).

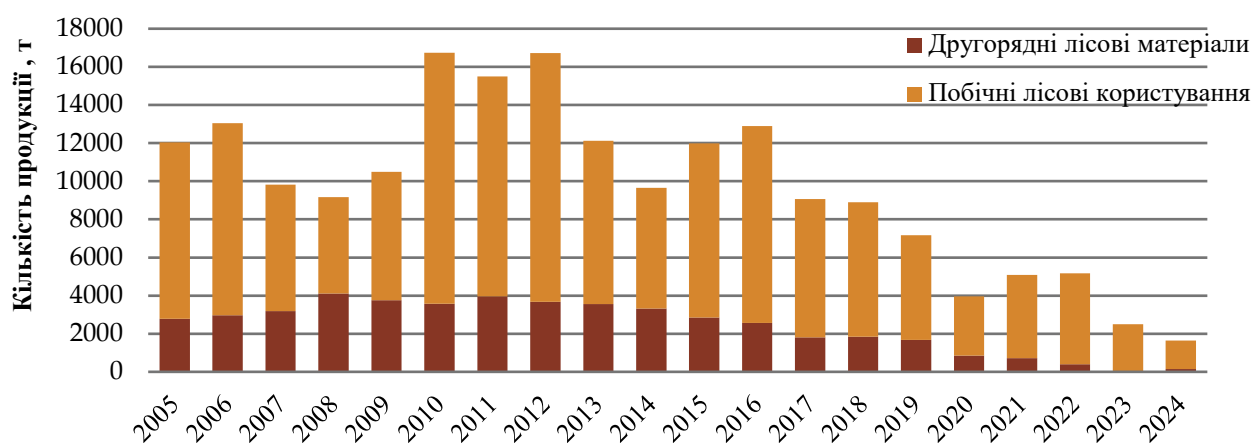


Рис. 1. Кількість заготовленої недеревної лісової продукції (2005-2024), <https://www.stat.gov.ua>

Подібна динаміка може бути зумовлена низкою факторів, серед яких зміни в системі лісокористування, трансформація економічних умов функціонування лісового господарства, зниження попиту на окремі види продукції, а також вплив повномасштабного вторгнення на економіку України. Зменшення обсягів офіційної заготівлі недеревинних ресурсів потребує додаткового аналізу з точки зору ефективності їх використання, стану природних ресурсів та ролі місцевих громад у їх раціональному освоєнні.

За даними ДП «Ліси України», використання недеревинних лісових ресурсів у філіях лісових офісів є вкрай нерівномірним. Найбільш інтенсивне освоєння потенціалу побічних лісових користувань характерне для Поліського та Столичного лісових офісів. На їхню частку припадає відповідно 54 % та 36 % загального обсягу заготівлі недеревинної продукції (рис. 2).

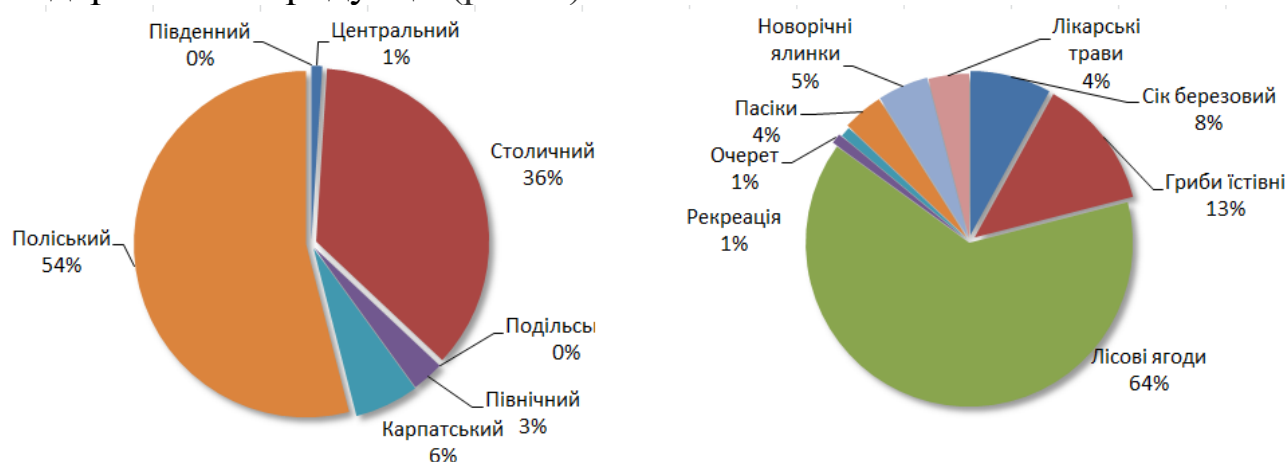


Рис. 2. Структура за філіями лісових офісів та види недеревинного лісокористування в ДП "Ліси України" (дані за 2024 р.)

У 2024 році для здійснення заготівлі продукції побічного лісокористування ДП «Ліси України» було оформлено близько 600 лісових квитків. У результаті використання цих ресурсів до бюджету було нараховано рентну плату в обсязі 9,1 млн. грн. У структурі промислової заготівлі дикорослої продукції домінують лісові ягоди, частка яких становить близько 64 % від загального обсягу. Значно меншу частку формують їстівні гриби (13 %) та березовий сік (8 %). Така структура свідчить про орієнтацію заготівельної діяльності переважно на найбільш поширені та економічно доступні види недеревинних ресурсів, що мають стабільний попит на внутрішньому і зовнішньому ринках.

Варто зазначити, що встановлені ліміти на заготівлю продукції побічного лісокористування у ДП «Ліси України» реалізуються не в повному обсязі. Однією з ключових причин такої ситуації є затримки у процедурі затвердження відповідних лімітів. З огляду на те, що заготівля більшості видів недеревинної продукції має виражений сезонний характер, несвоєчасне погодження дозвільних обсягів значно скорочує період, доступний для їх фактичного освоєння.

Додатковим негативним чинником виступає недостатній механізм контролю за збором недеревинних ресурсів місцевим населенням та подальшою їх реалізацією. За таких умов значна частина ресурсів фактично вилучається з лісових екосистем поза межами офіційної статистики та регуляторних механізмів. Низький рівень освоєння затверджених лімітів зумовлює недоотримання потенційних надходжень до місцевих бюджетів, а також свідчить про неповне використання економічного потенціалу лісових екосистем як джерела недеревинної продукції. У зв'язку з цим актуальним є вдосконалення системи управління побічними лісовими користуваннями, зокрема шляхом удосконалення процедур планування, посилення обліку та контролю цього виду екосистемних послуг, впровадження передових технологій природокористування, розроблення законодавчого механізму взаємодії держави і приватного бізнесу на основі партнерських відносин для легального просування продукції на ринки України і за кордон.

## МЕЛІОРАТИВНІ ВЛАСТИВОСТІ ПОЛЕЗАХИСНИХ СТЕПОВИХ НАСАДЖЕНЬ НА СОЛОНЦЮВАТИХ ҐРУНТАХ

*Распоіна С.П., д-р с.-г. наук*

[s\\_raspopina@ukr.net](mailto:s_raspopina@ukr.net)

*Державний біотехнологічний університет, УкрНДІЛГА*

*ім. Г.М. Висоцького, Україна*

Збільшення лісистості є однією із стратегічних цілей лісового господарства України. У найближчій перспективі лісистість нашої держави мала б зрости до 18 % [1]. Попри стратегічні плани щодо нарощування лісистості, масштабна збройна агресія РФ призвела до масової деградації та знищення лісових масивів, особливо у прифронтових регіонах – на північному сході, сході та півдні України. За попередніми розрахунками, лісовідновлення потребуватиме близько третини площ державного лісового фонду й триватиме десятиліттями. До того ж, цей процес має поєднувати не лише ревіталізацію порушених і втрачених масивів, а й активне заліснення деградованих, малопродуктивних і пошкоджених через мілітаріогенний вплив сільськогосподарських угідь. Особливо проблемним лісоформування є у степових регіонах, де його результативність критично залежить від комплексу природно-кліматичних чинників довкілля.

Загалом лісові масиви в Степу є специфічною, але надважливою рослинною формацією з широким спектром екологічних функцій. Різноманіття природних лісових угруповань тут охоплює байрачні ліси, діброви на вододілах, заплавні екосистеми, бори та гаї на піщаних землях. Типовим елементом степового ландшафту є долинно-балкові системи, де домінують байрачні ліси з дубом звичайним та супутніми породами (клен, ясен, липа), а також розвиненим чагарниковим ярусом (ліщина, терен, жостер тощо). Більшість степових лісів існує в умовах кліматичної невідповідності, яка залежно від ґрунтово-підґрунтових умов поділяється на низку зон: виразної екологічної невідповідності (дуже сухі й солончакові землі) → відносної екологічної невідповідності (сухі, солонцюваті й мокрі позиції) → відносної екологічної відповідності (свіжуваті й сирі місцевиростання) → виразної екологічної відповідності (свіжі й вологі гігротопи) [2]. Тільки у останній зоні, яка трапляється вкрай рідко, можливе формування стійких і довговічних лісових формацій.

У степових умовах зони південно-чорноземних і темно-каштанових ґрунтів доволі поширені їхні солонцюваті відміни. Попри те, що сильнозасолені ґрунти є нелісопридатними, слабо- і середньозасолені можна розглядати як об'єкти залісення, здебільшого для створення полезахисних лісових насаджень лінійного типу. При цьому, деревна рослинність чинить помітний меліоративний вплив на властивості солонцюватих ґрунтів. Так, завдяки інтенсивній інфільтрації вологи, деревостан є потужним біологічним чинником десалінізації. Нами проведено порівняльний аналіз властивостей темно-каштанових глибокосолончакуватих ґрунтів на глинистих лесах на двох локаціях – під ріллею та під полезахисною лісосмугою (4-х рядна, два середні ряди – *Gleditsia triacanthos* L., два крайні – *Ulmus pumila* L.; ширина – 12 м, відстань між рядами – 4 м), що межує з ріллею. Відзначимо, що у віці 35 років в'яз досягає 9 метрів та характеризується цілком задовільним станом, на відміну від гледичії, яка більшою мірою всохла.

Зафіксовано, що профільний розподіл розчинних солей (здебільшого хлоридів) під ріллею демонструє поступове зростання мінералізації з глибиною: від 0,06 % у шарі 0–50 см, до 0,1–0,3 % на глибині 50–80 см, 0,46 % у шарі 80–100 см та до 1,9 % – нижче 100 см. Натомість під лісосмугою спостерігається суттєва десалінізація ґрунту, де загальна мінералізація ґрунтового розчину у шарі 80–100 см у п'ять разів нижча, ніж на ріллі (0,09 % проти 0,46 %). При цьому концентрація водорозчинних солей залишається доволі безпечною навіть для відносно чутливих до солонцюватості деревних порід аж до глибини 100 см.

Загалом, лісорозведення (здебільшого лінійного типу) в умовах Степу має базуватися на принципах лісової типології та системному науковому аналізі, а ефективність цього процесу залежатиме від комплексного оцінювання лісопридатності земель, а також інтеграції передових технологій і методів лісовирощування, адаптованих до специфіки регіону.

#### Список використаних джерел

1. Верховна рада України. Державна стратегія управління лісами України до 2035 року. Розпорядження Кабінету міністрів України від 29 грудня 2021 р. № 1777-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1777-2021-%D1%80#Text>
2. Бельгард А. Л. Степное лесоведение. 1971. 336 с.

## ПАРТИЦИПАТИВНЕ ПРОЄКТУВАННЯ РЕАБІЛІТАЦІЙНИХ ПРОСТОРІВ В УКРАЇНІ НА ПРИКЛАДІ ЗЕЛЕНИХ НАСАДЖЕНЬ МІСТА КИЄВА

*Рашковська Ю., аспірант; Колесніченко О., доктор біологічних наук*  
[yul.rashkovska@nubip.edu.ua](mailto:yul.rashkovska@nubip.edu.ua)

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Сучасне суспільство, зокрема України, стикається із комплексом викликів, коли наслідки військових дій, хронічний стрес і старіння призводять до багаточисленних травм та погіршення психоемоційного стану населення. У таких умовах надзвичайної важливості набувають такі інноваційні елементи зеленої інфраструктури як реабілітаційні простори та цілющі сади, що можуть сприяти швидкому подоланню існуючих викликів і обмежень, відновленню здоров'я нації та збереженню біорізноманіття. До ефективних нефармакологічних методів стабілізації стану здоров'я пацієнтів відносять й ландшафтно-терапевтичне втручання, основним об'єктом якого виступає цілющий сад. У контексті садово-паркового господарства ці об'єкти розглядають як спеціалізовані паркові території, спроектовані для вирішення конкретних лікувально-профілактичних завдань.

Нині відсутні єдині транснаціональні стандарти як щодо класифікації таких цілющих садів так і щодо принципів їх проектування. Монастирські сади Європи, що впродовж століть формували унікальні моделі використання садових просторів для фізичного та духовного зцілення людини, стали взірковими прототипами сучасних цілющих садів. У таких садах особливої цінності набували ізольовані та захищені від зовнішнього світу садові простори, які сьогодні є важливим аспектом сучасної садової терапії. Враховуючи, що дизайн монастирських садів був взаємопов'язаний з регіональними рисами, процеси проектування та благоустрою таких територій мали свої домінуючі принципи та риси. Монастирські сади поєднували закриті простори для медитації та споглядання, аптечні городи та фруктові сади. Знання та розуміння логіки й принципів побудови просторів монастирських садів минулого дозволяють сучасним дослідникам планувати та будувати цілющі сади сьогодення. У проектуванні цілющих середовищ прагматизм і доступність мають базуватися на результатах науково-обґрунтованих підходів до

універсального дизайну, а наукометричний аналіз сучасних публікацій свідчить про швидкий розвиток садової терапії та підкреслює необхідність вирішення цієї проблеми на глобальному рівні.

У контексті садово-паркового господарства України таку категорію, як цілющі сади, формують у вигляді спеціалізованої паркової території, що спроектована для вирішення конкретних лікувально-профілактичних завдань певних категорій пацієнтів. Існуючі класифікації садово-паркових територій, в контексті формування цілющих ландшафтів, не включають такі ключові для проектування параметри, як тип взаємодії пацієнта з елементами саду та особливості функціонального зонування за типом садової терапії, які надзвичайно важливі при створенні цілющого саду. Це ускладнює розробку стандартів проектування територій, проведення порівняльних досліджень та ефективно впровадження таких об'єктів в практику садово-паркового будівництва України.

Аналіз літературних джерел свідчить про високу результативність широкого спектру досліджень цілющих садів як з точки зору формування теоретичної бази, так і з погляду розробки практичних рекомендацій їх впровадження. Окремі специфічні моделі вже реалізовані в конкретних цілющих садах: до прикладу, автори моделі "Піраміда екологічної підтримки" розподіляють простір за рівнем активності – від ізольованих зон тихого відпочинку до більш соціально активних зон, у той час як автори моделі "Чотири зони контакту" наполягають на необхідності враховувати вплив на здоров'я пацієнтів не лише цілющого саду, а й вигляду з вікна палати, тераси. Інші автори наголошують на необхідності врахування такої надзвичайно важливої компоненти цілющого простору, як асортимент рослин, де колористика використовується як свідомий терапевтичний інструмент.

На нашу думку, проектування та будівництво цілющих просторів в умовах України має певні особливості: необхідність впровадження швидких та зрозумілих для громади рішень повинно базуватися на принципах партисипативного дизайну. Така концептуальна модель дозволяє узгодити й уніфікувати регіональні підходи для систематизації знань і вироблення чітких стандартів проектування цілющих садів фахівцям садово-паркового господарства. Проектування цілющих просторів має враховувати базові принципи, до яких належать: безпека та універсальна доступність (інклюзивність), мультисенсорність, надання користувачеві «вибору та контролю», створення відтворюваного та передбачуваного середовища, а також

принцип інформативності та суворя відповідність функціональному призначенню.

До такого резонансного прикладу розбудови першого цілющого саду в Україні ми відносимо багатофункціональний зелений простір Національної дитячої спеціалізованої лікарні МОЗ України ОХМАТДИТ. Враховуючи необхідність здійснення одночасних і різнопланових заходів із відновлення здоров'я маленьких пацієнтів цієї лікарні, після обговорення проєктних рішень з різними групами стейкхолдерів, територію цілющого саду площею 0,3 га було певним чином зоновано та розподілено на 4 локації (рис. 1).



Рис. 1. Цілющий сад Національної дитячої спеціалізованої лікарні МОЗ України ОХМАТДИТ

Таким чином, при розбудові першого в Україні цілющого саду були запроваджені сучасні підходи, серед яких біофільний дизайн, спрямований на відновлення зв'язку людини з природою через пряму та непряму інтеграцію природних елементів і форм, біонічний дизайн, що запозичує ефективні рішення з живої природи, партисипативний дизайн, який передбачає залучення майбутніх користувачів до процесу проєктування для врахування їхніх реальних потреб та адаптивний дизайн, що забезпечує гнучкість і можливість трансформації простору в майбутньому.

**ОСЕЛИЩА ФЛОРИСТИЧНО БАГАТИХ ДУБОВИХ І  
СОСНОВО-ДУБОВИХ ЛІСІВ У КОРОСТИШІВСЬКОМУ  
НАДЛІСНИЦТВІ ФІЛІЇ «СТОЛИЧНИЙ ЛІСОВИЙ ОФІС»  
ДП «ЛІСИ УКРАЇНИ»**

*Савчук І. А., здобувач вищої освіти*

[savchukigor240372@gmail.com](mailto:savchukigor240372@gmail.com)

*Житомирський агротехнічний фаховий коледж*

В умовах сертифікації лісів FSC значна увага приділяється екологізації лісового господарства [2] та охороні біорізноманіття [8], при цьому наголошується на пріоритетності оселищного підходу [3, 4]. Розроблення «Національного каталогу біотопів України» [4] нині дозволяє оцінити рідкісність певних біотопів підприємства, внесених до Резолюції 6 Бернської конвенції [5] та Додатку I Оселищної Директиви ЄС [7]. Крім того, видання [4] дозволяє виявити роль певного природного оселища (біотопу) у збереженні фіторізноманіття, в т.ч. збереженні рідкісних видів рослин з «Червоної книги України» [6] та рідкісних рослинних угруповань з «Зеленої книги України» [1].

У Коростишівському надлісництві виявлено значні площі оселища Д1.4.1 – слабоацидофільних флористично багатих дубових і сосново-дубових лісів [за 4]. Вони є флористично найбагатшими з зональних лісових екосистем регіону досліджень, з видовим багатством 50-70 видів судинних рослин на 1 га.

Мета даного дослідження полягає в аналізі площ поширення лісового оселища Д1.4.1 на території Коростишівського надлісництва, оцінці його рідкісності в Європі, ролі у збереженні фіторізноманіття на території підприємства на видовому та ценотичному рівнях.

Дослідження продемонстрували, що на території підприємства оселище Д1.4.1 поширене орієнтовно на площі близько 720 га, переважно у західній, поліській частині, з них у типі лісу С<sub>2</sub>ГДС – 90% площі і у типі лісу В<sub>2</sub>ДС – 10% площі.

Виявлено, що лісове оселище Д1.4.1 є рідкісним у Європі і підлягає охороні: у Резолюції 4 Бернської конвенції – G1.7 Thermophilous deciduous woodland / Термофільні листопадні ліси; у Додатку I Оселищної Директиви ЄС – 91I0 Euro-Siberian steppic woods with Quercus spp. / Євро-сибірські степові діброви.

Саме в цих біотопах у надлісництві виявлено більшість місцезнаходжень таких рідкісних видів рослин, занесених до «Червоної книги України» [6], як: лілія лісова (*Lilium martagon* L.), гніздівка звичайна (*Neottia nidus-avis* (L.) Rich.), коручка морозниковидна (*Epipactis helleborine* (L.) Crantz), любка дволиста (*Platanthera bifolia* (L.) Rich.), любка зеленоквіткова (*Platanthera chlorantha* (L.) Rich.), зозулині сльози яйцевидні (*Listera ovata* (L.) R.Br.), сон розкритий (*Pulsatilla patens* (L.) Mill.). На території Коростишівського надлісництва лише в цьому оселищі виявлено популяції таких рідкісних видів «Червоної книги України» [6], як косарики черепитчасті (*Gladiolus imbricatus* L.), булатка довголиста (*Cephalanthera longifolia* (L.) Rich.) та булатка червона (*Cephalanthera rubra* (L.) Rich.).

Крім того, у світлих слабоацидофільних дубових лісах Коростишівського надлісництва біотопу Д1.4.1 знайдено популяції рідкісних видів рослин, які охороняються Резолюцією № 6 Бернської конвенції [5]: півників угорських (*Iris hungarica* Waldst. & Kit.) та змієголовника Рюйша (*Dracosephalum ruyschiana* L.).

На підприємстві у дослідженому біотопі Д1.4.1 виявлено численні популяції регіонально рідкісних видів рослин Житомирської області, таких, як скорцонера пурпурова (*Scorzonera purpurea* L.), кадило сарматське (*Melittis sarmatica* Klokov), гладиш широколистий (*Laserpitium latifolium* L.), скереда обгризена (*Crepis praemorsa* (L.) Tausch.).

Аналіз рослинності і оселищ об'єктів природно-заповідного фонду Коростишівського надлісництва показав, що на підприємстві оселища Д1.4.1 – слабоацидофільних флористично багатих дубових і сосново-дубових лісів – охороняються у кількох невеликих заказниках місцевого значення: «Конвалія» (72,2 га) та «Жовтневе» (48,2 га), що є недостатнім. Заказник «Жовтневе» є одним з флористично найбагатших у Житомирському Поліссі.

Висновки:

Оселище Д1.4.1 поширене на підприємстві орієнтовно на площі близько 720 га.

Оселище Д1.4.1 підлягає охороні в Європі за Резолюцією 4 Бернської конвенції та Додатком I Оселищної Директиви.

У біотопі Д1.4.1 у надлісництві виявлено 10 видів рослин, занесених до «Червоної книги України».

Оселище Д1.4.1 охороняється у надлісництві у кількох заказниках: «Конвалія» (72,2 га) та «Жовтневе» (48,2 га), що є недостатнім.

#### Список використаних джерел

1. Зелена книга України. За ред. Я. П. Дідуха. Київ: Альтерпрес, 2009. 448 с.
2. Кравець П. В., Павлішук О. П., Розвод С. В. Екологізація лісового господарства в Україні під впливом лісової сертифікації. Український журнал лісівництва та деревинознавства. 2013. 187(3). С. 136–143
3. Куземко А.А. Види та біотопи з додатків Оселищної Директиви в Україні. Мережа NATURA 2000 як інноваційна система охорони рідкісних видів та оселищ в Україні. Серія «Conservation Biology in Ukraine»: мат. науково практичного семінару, м. Київ, 15.02.2017 р. Київ, 2017. С. 64-70.
4. Національний каталог біотопів України. За ред. А.А. Куземко, Я.П. Дідуха, В.А. Онищенко, Я. Шеффера. Київ: ФОП Клименко Ю.Я., 2018. 442 с.
5. Резолюція № 6 (1998) Бернської конвенції щодо переліку видів, які потребують особливих заходів щодо збереження оселищ (Listing the species requiring specific habitat conservation measures) [Electronic resource]. – Mode of access: .URL: <https://wcd.coe.int/wcd/View>
6. Червона книга України. Рослинний світ. За ред. Я. П. Дідуха. Київ: Глобалконсалтинг, 2009. 900 с.
7. Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora. Official journal. – 1992. – L 206. – P. 7-50. [http://lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1992L0043:20070101:EN: PDF](http://lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1992L0043:20070101:EN:PDF)
8. FSC національний стандарт системи ведення лісового господарства для України (2019). FSC-STD-UKR-01-2019 V 1-0. 141 с.

## **ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИГОТОВЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЙНИХ ПЛИТ З ДОДАВАННЯМ ДЕРЕВНИХ ЧАСТИНОК ЯК ЗЕЛЕНОЇ ІННОВАЦІЇ В БУДІВНИЦТВІ**

*Спірочкін А.К., кандидат технічних наук; Кушнір Д.В.,  
[spirochkin@nubip.edu.ua](mailto:spirochkin@nubip.edu.ua)*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

В останні роки особлива увага приділяється розробці нових екологічно безпечних конструкційних матеріалів, що зумовлене негативним впливом хімічних компонентів традиційних теплоізоляційних матеріалів на здоров'я людини та складність їх переробки. Актуальність дослідження зумовлена необхідністю підвищення енергоефективності будівель та вирішення проблеми відходів деревообробки шляхом їх перетворення на безпечний конструкційний матеріал. В умовах сучасних кліматичних змін та викликів енергетичного сектору, пошук альтернативних рішень, що базуються на відновлюваних ресурсах, стає ключовим завданням для будівельної галузі України.

Метою роботи було отримання композитних конструкційних матеріалів на основі деревних частинок та оцінка їх ефективності для використання в житловому і промисловому будівництві. У процесі дослідження було виконано аналіз існуючих технологій утеплення (внутрішнє, зовнішнє, колодязна кладка) та їх впливу на «точку роси», що дозволило виявити критичні аспекти тепловологісного режиму огорожувальних конструкцій. За допомогою методу аналізу ієрархій було виконано вибір оптимального в'язучого матеріалу, серед яких пріоритетними визначено цемент, вапно та гіпс, зважаючи на їхню доступність та сумісність з органічним наповнювачем.

Було виготовлено партію дослідних зразків з використанням деревних частинок, керамзиту та обраних в'язучих для подальшого лабораторного випробування на теплотехнічні показники.

Експериментальні дослідження виконувалися із використанням системи PTMS (Precision Thermal Conductivity Measurement System). Методика роботи приладу базується на симетричній схемі вимірювання густини теплового потоку з використанням двох однакових перетворювачів теплового потоку (ПТП) та активної бічної

теплоізоляції вимірювальної комірки. Для забезпечення рівномірності теплового поля товщина зразків не перевищувала 0,2 частини від їхнього поперечного розміру, а стабільність режиму підтримувалася системою термостатування крайових зон нагрівника та холодильника за допомогою периферійних охоронних нагрівачів. Електронний блок системи перетворював аналогові сигнали від датчиків у цифровий код для подальшої апроксимації та обчислення точного значення теплового опору.

В результаті проведення досліджень найкращий показник коефіцієнта теплопровідності продемонстрував зразок №8 (склад: деревні частинки + керамзит + гіпс + вапно) – 0,36 Вт/(м·К), що є конкурентним показником для еко-матеріалів.

Використання натуральних компонентів забезпечує синергійний ефект: деревні частинки надають пористість, керамзит забезпечує міцність та додаткову ізоляцію, а вапно з гіпсом – стійкість до вологи та адгезію. Таке поєднання дозволяє нівелювати основні недоліки деревних частинок, зокрема їхню схильність до біодеградації та горючості.

Екологічна перевага матеріалу полягає у можливості його подальшої переробки, оскільки компоненти є природними мінералами та біологічними залишками, що не створюють токсичного навантаження на навколишнє середовище після завершення експлуатаційного терміну.

Запропонований технологічний процес виготовлення передбачає змішування компонентів, автоматизоване дозування у форми на вібростолі та подальше сушіння, що забезпечує стабільність геометричних розмірів плит. Отримані дані підтверджують, що використання відходів деревообробки у поєднанні з природними мінеральними в'язучими є перспективним напрямом «зеленого» будівництва, що дозволяє суттєво знизити собівартість продукції порівняно з промисловими аналогами та значно покращити енергоефективність споруд, роблячи їх більш сталими та комфортними для проживання.

## ТАКСОНОМІЧНА СТРУКТУРА ЕКЗОТИЧНОЇ ДЕНДРОСОСОФЛОРИ *IN VIVO* УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ

*Тертишний А.П.*, кандидат біологічних наук; *Попович С.Ю.*, доктор  
біологічних наук

[tertyshnyy@nubip.edu.ua](mailto:tertyshnyy@nubip.edu.ua)

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Заповідна дендросозофлора *in vivo* в нашому розумінні представлена уявним утворенням і містить певну групу видів рослин, тобто її видовий склад на певній території (Попович та ін., 2025). Назви таксонів подані відповідно до новітніх таксономічних зведень (Catalogue..., 2026). Досліджена заповідна дендроекзофлора *in vivo* Українських Карпат містить 19 раритетних видів оранжерейних рослин (*Araucaria araucana*, *A. heterophylla*, *Brahea edulis*, *Brugmansia arborea*, *Ceratozamia mexicana*, *Coffea arabica*, *Cupressus cashmeriana*, *Cupressus torulosa*, *Cycas revoluta*, *Dracaena draco*, *Howea belmoreana*, *H. forsteriana*, *Kroenleinia grusonii*, *Persea indica*, *Phoenix canariensis*, *Podocarpus salignus*, *Punica granatum*, *Selenicereus grandiflorus*, *Washingtonia filifera*), котрі входять до 16 родів, 12 родин, девяти порядків, чотирьох класів і трьох відділів. Найбільшу кількість видів має відділ *Magnoliophyta* – 12 видів (63,2% від іншої загальної кількості), які належать до 11 родів і семи родин. Серед родин найбагатшою на види рослин є *Arecaceae* – п'ять видів (26,3%). Родина *Sactaceae* нараховує два види (10,5%), інші *Asparagaceae*, *Lauraceae* *Juss.*, *Lythraceae*, *Rubiaceae.*, *Solanaceae.* мають по одному (5,3%) виду рослин. Відділ *Pinophyta* представлений п'ятьма видами (26,3%) оранжерейних рослин. Зі складу родин найчисельнішими є *Araucariaceae.* та *Cupressaceae*, котрі нараховують по два види (10,5%) рослин. Родину *Podocarpaceae* уособлює лише один вид (5,3%) рослин. До відділу *Cycadophyta* належать два види (10,5%) рослин. Родини *Cycadaceae* та *Zamiaceae* цього відділу містять по одному виду (5,3%) рослин.

### Список використаних джерел

1. Попович С.Ю., Дзиба А.А., Томич М.В., Тертишний А.П. Заповідна дендросософлора Українських Карпат: монографія. За редакцією С.Ю. Поповича. Київ: Видавництво Ліра-К, 2025. 266 с.

2. Catalogue of life (2026) DOI: [10.48580/dgw64](https://doi.org/10.48580/dgw64)

## **ДИНАМІКА ПОШИРЕННЯ ПАТОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В СОСНОВИХ ДЕРЕВОСТАНАХ РЕГІОНАЛЬНИХ ОФІСІВ ДП «ЛІСИ УКРАЇНИ» ЗА ПЕРІОД 2018-2025 РР.**

*Усцький І.М., кандидат сільськогосподарських наук; Дишко В.А.,  
кандидат сільськогосподарських наук; Жадан І.В., старший науковий  
співробітник*

*[uski1950@ukr.net](mailto:uski1950@ukr.net)*

*Український науково-дослідний інститут лісового господарства та  
агролісомеліорації ім. Г.М. Висоцького, Україна*

Кліматичні зміни поступово міняють межі природних зон, зокрема на Поліссі стає тепліше навіть швидше, ніж на півдні [1]. Індикатором таких змін стають ліси і, якщо швидкість цих змін перевищить адаптивні можливості сучасних деревостанів, масштаби лісопатологічних процесів будуть збільшуватись. Враховуючи те що соснові насадження є основними лісоутворюючими породами в усіх природних зонах України, зміни в обсягах поширення патологічних процесів в них з найбільшою вірогідністю будуть відображати загальні тенденції впливу комплексу негативних впливів на біологічне різноманіття всіх лісових екосистем. Результати узагальнень даних порталу «Моніторинг патологій лісу» [2] за 2018–2025 рр. свідчать (рис.1), що частка соснових насаджень Поліського офісу, стан яких погіршився, нерівномірно змінювалась від 22% (2025 р.) до 32% (2024р.). В насадженнях філій Столичного офісу частка сосняків, стан яких погіршився, була найбільшою у 2018 р. (36%) а в наступні роки поступово зменшувалась і у 2024 р становила 27%., а у 2025 р. –31%. Збільшення частки всихаючих соснових деревостанів за цей період відмічено в лісах Центрального офісу – з 6% (2018 р.) до 14% -13% (2024–2025 рр.), та Північного офісу – з 6% (2018 р.) до 21% (2025 р.). Тенденція до нерівномірного збільшення частки всихаючих сосняків відмічена в Карпатському офісі від 1% (2018 р.) до 3% (2022 р.; 2025 р.), а тенденція до нерівномірного зменшення частки таких площ за цей період відмічена в соснових деревостанах Подільського лісового офісу від 5% у 2022 р до 2% у 2025р. Нерівномірні зміни частки всихаючих сосняків за цей період (2018–2025 рр.) спостерігались у Слобожанському офісі – зменшення від 7% у 2018 р. до 4% у 2022 р.,

та поступове збільшення в наступні роки з 2022 р по 2025 до 7%. Чіткої тенденції в напрямку змін тут не відмічається.

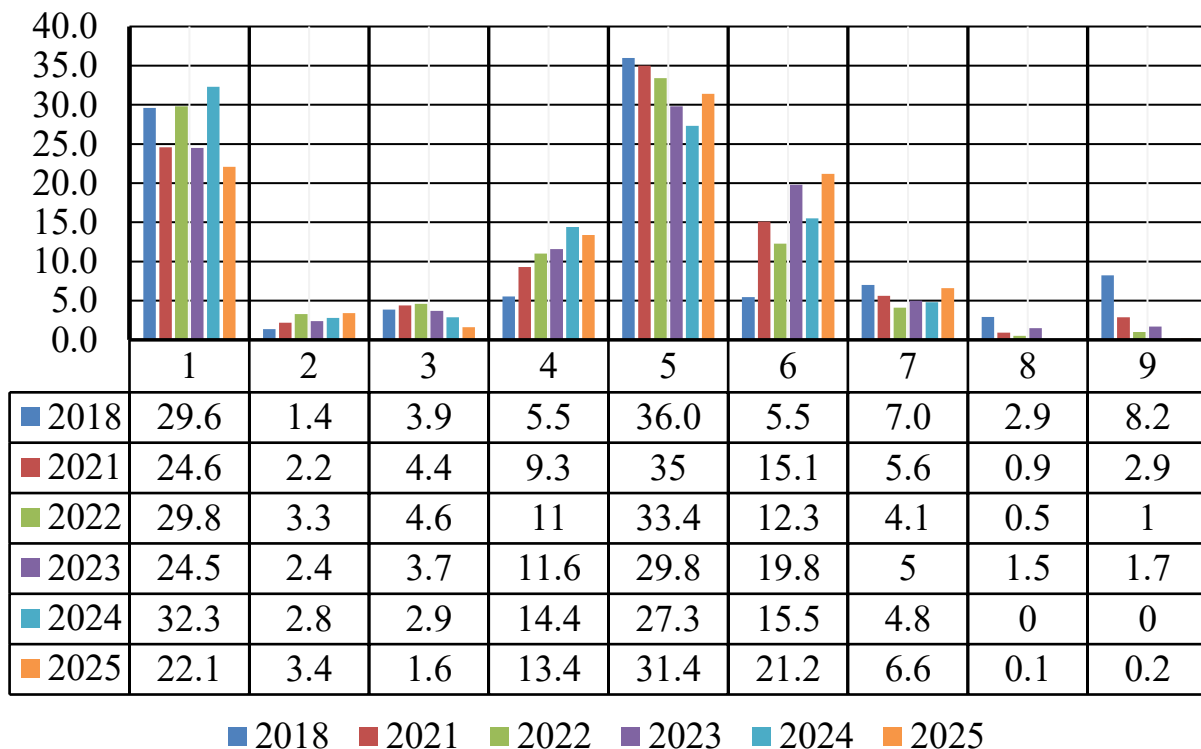


Рис. 1. Динаміка часток всихаючих соснових деревостанів в регіональних офісах ДП «Ліси України» в загальному патогенезі лісів ДП «Ліси України» за 2018, 2021– 2025рр.

Примітка: 1-Поліський; 2-Карпатський; 3-Подільський; 4-Центральний; 5-Столичний;6-Північний; 7-Слобожанський; 8-Східний; 9-Південний

Явна тенденція до зменшення частки площ всихаючих соснових деревостанів простежується в Південному та Східному офісах де найбільша частка таких деревостанів відмічена у 2018р відповідно 3% та 8%, а найменша у 2025р – 0,1% та 0,2%. Станом на 2024р інформації з цих офісів не було. Загалом у зв'язку із воєнними діями дані щодо патологічних процесів в насадженнях особливо Східного та Південного офісів, неповні, тому варто очікувати суттєве збільшення обсягів патологічних процесів після закінчення війни.

Найкраще часові зміни стану лісів відображають кореляційні зв'язки між частками площ всихаючих насаджень та періодом (роками) за який ці зміни відбуваються (Табл. 1).

Таблиця 1

Кореляційні зв'язки між частками площ всихаючих соснових деревостанів в лісових офісах від загального патогенезу, та роками періоду 2018р та 2021–2025р.

Регіони	Коефіцієнт кореляції
Поліський	-0,2994
Карпатський	0,8424*
Подільський	-0,6565
Центральний	0,9719**
Столичний	-0,7966
Північний	0,8908*
Слобожанський	-0,3484
Східний	-0,8647*
Південний	-0,9392**

Примітка: критичні значення коефіцієнта кореляції при рівнях значущості:  $r_{0,05} = 0,811^*$  та  $r_{0,01} = 0,917^{**}$

Результати кореляційного аналізу свідчать, що слаба тенденція до зменшення патологічних процесів відмічена в соснових деревостанах Поліського та Слобожанського офісів ( $r = -0,30$  та  $r = -0,35$ ), середня Подільського та Столичного ( $r = -0,66$  та  $r = -0,80$ ). Зменшення частки площ таких деревостанів відмічено в Східному та Південному офісах, що пов'язано з відсутністю інформації з територій охоплених воєнними діями. Збільшення частки всихаючих соснових деревостанів в загальній площі всихаючих лісів відмічено в Карпатському, Центральному та Північному офісах відповідно  $r_{0,05} = 0,84$ ,  $r_{0,01} = 0,97$  та  $r_{0,05} = 0,89$ .

#### Список використаних джерел

1. Глобальне потепління. Агрокліматичні зони [Електронний ресурс]. Режим доступу: [https://zaxid.net/cherez\\_globalne\\_poteplinnya\\_agroklimatichni\\_zoni\\_ukrayini\\_posunulis\\_na\\_200\\_km\\_n1476891](https://zaxid.net/cherez_globalne_poteplinnya_agroklimatichni_zoni_ukrayini_posunulis_na_200_km_n1476891). Звернення 18.11.2025р.].
2. Моніторинг патологій лісу. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://urifmfp.org.ua/>

## ОЦІНКА УСПІШНОСТІ АКЛІМАТИЗАЦІЇ МАЛОПОШИРЕНИХ ДЕРЕВНИХ І ЧАГАРНИКОВИХ ВИДІВ У М. ЖИТОМИР

*Файдюк В.О., здобувач вищої освіти*

[jtkInst@gmail.com](mailto:jtkInst@gmail.com)

*Поліський національний університет, Україна*

Протягом 2024-2025 рр. нами натурно обстежено зелені насадження м. Житомир у різних елементах міських ландшафтів: парках, скверах, дендраріях, бульварах, узбіччях доріг, приватних садибах, елементах озеленення навчальних закладів тощо. Проведене порівняння з видовим складом деревно-чагарникових видів парку-пам'ятки садово-паркового мистецтва місцевого значення барона де Шодуара, дендропарку Поліського філіала УкрНДІЛГА та ін. У результаті було виявлено 16 інтродукованих малопоширених деревно-чагарникових видів, введених у культуру відносно недавно.

Метою даного дослідження була оцінка успішності акліматизації виявлених видів та перспективності їхнього подальшого культивування у м. Житомир.

Оцінка успішності акліматизації проведена за шкалою, розробленою Н.А. Кохном [1]. Латинські назви видів наведено за POWO [2].

Отримані результати наведено у таблиці.

*Таблиця*

Оцінка успішності акліматизації малопоширених деревних і  
чагарникових видів у м. Житомир

№	Вид	Оцінка акліматизації*				
		Аріст	Агенер.	Азимост.	Апосух.	Асума
<b>Дерева</b>						
1	<i>Aesculus pavia</i> L. – гіркокаштан червоний. Ареал: Пн. Америка	4	4	5	4	90
2	<i>Castanea sativa</i> Mill. – каштан їстівний. Ареал: Середземномор'я, Південно-Східна Європа, Мала Азія	4	4	4	4	80
3	<i>Catalpa speciosa</i> Warder ex Teas – катальпа красива. Ареал: Пн. Америка	5	5	5	5	100
4	<i>Koelreuteria paniculata</i> <u>Laht.</u> – кельрейтерія вологиста. Ареал: Східна Азія	4	4	4	5	82
5	<i>Liriodendron tulipifera</i> L. – тюльпанне дерево. Ареал: Пн. Америка	4	3	5	4	84
6	<i>Metasequoia glyptostroboides</i> Hu & W.C. Cheng – метасеквоя гліптростроідна. Ареал: Центральний Китай	4	4	4	4	80

№	Вид	Оцінка акліматизації*				
		Аріст	Агенер.	Азимост.	Апосух.	Асума
7	<i>Salix interga</i> Thunb. – Верба цілолиста. Ареал: Східна Азія	4	4	4	4	80
<b>Кущі</b>						
8	<i>Aesculus parviflora</i> Walter – гіркокаштан дрібноквітковий. Ареал: Пн. Америка	5	4	5	4	92
9	<i>Chaenomeles speciosa</i> (Sweet) Nakai – карликова айва прекрасна. Ареал: Східна Азія	5	5	5	5	100
10	<i>Magnolia stellata</i> (Siebold. & Zucc.) Maxim. – магнолія зірчаста. Ареал: Східна Азія (Японія, о. Хонсю)	4	3	4	4	74
11	<i>Spartium junceum</i> L. – іспанський дрок мітластий. Ареал: Середземномор'я	5	5	5	5	100
12	<i>Vitex agnus-castus</i> L. – вітекс священний. Ареал: Середземномор'я, Південна Європа, Північна Африка, Західна Азія	2	3	3	4	61
<b>Деревні ліани</b>						
13	<i>Campsis radicans</i> (L.) Bureau – кампсис укорінливий. Ареал: Пн. Америка	5	5	5	5	100
14	<i>Celastrus scandens</i> L. – деревогубець виткий. Ареал: Пн. Америка	5	5	5	5	100
15	<i>Polygonum baldschuanicum</i> (Regel) Holub – гірчак бальджуанський. Ареал: Середня Азія	5	5	5	5	100
16	<i>Wisteria sinensis</i> (Sims) DC.) – гліцинія китайська. Ареал: Китай	4	4	4	4	80

\*Примітка: А<sub>ріст</sub> – бал росту (коефіцієнт важливості – 2); А<sub>генер.</sub> – бал генеративного розвитку (коефіцієнт важливості – 5); А<sub>зимост.</sub> – бал зимостійкості (коефіцієнт важливості – 10); А<sub>посух.</sub> – бал посухостійкості (коефіцієнт важливості – 3); А<sub>сума</sub> – сумарний бал – акліматизаційне число (91-100 – повна акліматизація; 71-80 – добра; 51-70 – задовільна)

Дані таблиці демонструють, що серед виділених нами малопоширених деревно-чагарникових видів переважають види з північноамериканським та східноазійським природними ареалами – по 6 видів. Значно менше видів з середземноморським ареалом – 3 та середньоазійським ареалом – 1.

Виявлено, що серед 16 досліджених видів половина – 8 видів – характеризуються повною акліматизацією, 7 видів – доброю і 1 вид (*Vitex agnus-castus*) – задовільною акліматизацією. Слід зазначити, що більшість повно акліматизованих видів – північноамериканського походження та середньоазійського походження з районів з континентальним кліматом. Серед добре акліматизованих видів переважають східноазійські і середземноморські види, життєвість яких дещо обмежує нестача фактору тепла.

#### Список використаних джерел

1. Кохно Н.А. Об оценке успешности интродукции древесных растений. Интродукция древесных растений и озеленение городов Украины. Сб. науч. тр. К.: Наук. думка, 1983. С.3-8.
2. POWO. Plants of the World Online. Available at: <https://powo.science.kew.org>

## **ОСОБЛИВІ ЦІННОСТІ ДЛЯ ЗБЕРЕЖЕННЯ (ОЦЗ) НА ТЕРИТОРІЇ БАРАНІВСЬКОГО НАДЛІСНИЦТВА ФІЛІЇ «СТОЛИЧНИЙ ЛІСОВИЙ ОФІС» ДП «ЛІСИ УКРАЇНИ»**

*Черкавський О. В., здобувач вищої освіти*

*[cherkavskiyalex1972@gmail.com](mailto:cherkavskiyalex1972@gmail.com)*

*Житомирський агротехнічний фаховий коледж, Україна*

В умовах сертифікації FSC значна увага приділяється екологізації лісового господарства – від рубання та відновлення деревостанів до збереження лісових оселищ в об'єктах природно-заповідного фонду [3], чому присвячені спеціальні практичні керівництва [1]. Найбільш цінні у природоохоронному відношенні ділянки природних екосистем, переважно лісових і у меншій мірі – болотних, лучних та ін. на території лісогосподарських підприємств віднесено до ОЦЗ – особливих цінностей для збереження, що чітко виділено у Національному FSC стандарті для України [7], а також спеціальному практичному керівництві по системі господарювання на ділянках ОЦЗЛ – особливо цінних захисних ділянках лісу [4].

Виділення ОЦЗ та ОЦЗЛ на території Баранівського надлісництва проведене лісовпорядкуванням, а нами проаналізовано у 2025-2026 рр.

Метою даної роботи є оцінка площі ОЦЗЛ та їхньої структури за категоріями ОЦЗ, які охороняються на їхній території у межах підприємства.

Результати аналізу продемонстрували, що на території Баранівського надлісництва лісовпорядкуванням виділено ОЦЗЛ на загальній площі 4839,9 га, але їх категорії не відповідають сучасним критеріям FSC до ОЦЗ [7]. На території колишнього ДП «Баранівське ЛМГ» були виділені категорії ОЦЗ, а у ДП «Бердичівське ЛГ» – категорії захисності замість ОЦЗ, на площі 6332,5 га, з них лісопаркова частина зелених зон – 3337,2 га. Слід їх об'єднати, критично розглянувши їх склад, та розробити класифікацію ОЦЗ підприємства за чинними критеріями стандарту FSC [7].

Пропоновану нами систему категорій ОЦЗ для підприємства наведено нижче.

ОЦЗ 1 – Видове різноманіття. ОЦЗ 1.1. Території для збереження осередків біорізноманіття тварин. ОЦЗ 1.2. Території для збереження осередків біорізноманіття рослин. Лісові території з осередками

біорізноманіття (рідкісні види, ендеміки тощо), важливі на глобальному, національному [6] або регіональному рівнях. До цієї категорії віднесено об'єкти природно-заповідного фонду на загальній площі 3496,1 га, що становить 5% загальної площі підприємства, в т.ч. заказників місцевого значення – 12, пам'яток природи місцевого значення – 3.

ОЦЗ 2 – Екосистеми та їхні мозаїки ландшафтного рівня. Великі ландшафти, значущі на глобальному, національному або регіональному рівнях, де життєздатним популяціям більшості аборигенних видів властиві природні характеристики структури, поширення та чисельності. Території виділяються значною в об'єктах ПЗФ та/або у межах крупних репрезентативних ділянок лісу. Потребують натурного вивчення.

ОЦЗ 3 – Екосистеми та оселища. Рідкісні й такі, що перебувають під загрозою або зникають екосистеми, оселища або рефугіуми. Лісові території, що містять рідкісні екосистеми та екосистеми під загрозою зникнення, або входять до складу таких екосистем. Рідкісні природні рослинні угруповання, занесені до «Зеленої книги України» [2], а рідкісні оселища (біотопи) – згідно переліку з Резолюції 6 Бернської конвенції [5]. Крім того, до цієї категорії відносяться постійні лосонасінні об'єкти деревних порід та об'єкт Смарагдової мережі Sluch river valley in Zhytomyr region (UA0000335) на території Баранівського та Кам'янобрідського лісництв. Об'єкти постійної лісонасінної бази на підприємстві: плюсові дерева – 42,5 га, постійні лісонасінні плантації – 36,9 га, постійні лісонасінні ділянки – 144,7 га, генетичні резервати – 812,8 га.

ОЦЗ 4. Критичні послуги екосистем. Лісові території, що забезпечують основні природно-захисні функції в критичних ситуаціях (захист водозборів, попередження ерозії, тощо). До цієї категорії на підприємстві відносяться ділянки лісу, які виконують водоохоронні, протиерозійні та протипожежні функції. Площа берегозахисних ділянок на підприємстві становить 3145,4 га.

ОЦЗ 5. Лісові території, що забезпечують критично важливі ресурси для місцевих громад. Згідно з офіційним формулюванням FSC стандарту [7], «оскільки місцеві громади країни не є критично залежними від лісових ресурсів, можна зробити висновок про відсутність об'єктів ОЦЗ 5 на території України».

ОЦЗ 6. Лісові території, що забезпечують збереження автентичності та традиційної культурної спадщини громад.

Висновки: у теперішній час встановити загальну площу ОЦЗЛ і її структуру на підприємстві неможливо. Необхідні польові дослідження ділянок ОЦЗЛ за запропонованими нами категоріями.

#### Список використаних джерел

1. Бондарук Г. В. та ін.; за ред. Кравця П. В. Посібник з питань практичної реалізації FSC® національного стандарту системи ведення лісового господарства для України. 2021. 172 с. URL: <https://ua.fsc.org/ua-uk/forest-management-certification>.
2. Зелена книга України. За ред. Я. П. Дідуха. Київ: Альтерпрес, 2009. 448 с.
3. Кравець П. В., Павліщук О. П., Розвод С. В. Екологізація лісового господарства в Україні під впливом лісової сертифікації. Український журнал лісівництва та деревинознавства. 2013. 187(3). С. 136–143.
4. Особливо цінні для збереження ліси: визначення та господарювання: практичний посібник для України. 2-е вид. 2008. 146 с. URL: <http://www.twirpx.com/file/864185/33>
5. Резолюція № 6 (1998) Бернської конвенції щодо переліку видів, які потребують особливих заходів щодо збереження оселищ (Listing the species requiring specific habitat conservation measures) [Electronic resource]. – Mode of access: WWW.URL: <https://wcd.coe.int/wcd/ViewDoc.jsp?id=1475233&Site=DG4-Nature&BackColorInternet=DBDCF2&BackColorIntranet=FDC864&BackColorLogged=FDC864>.
6. Червона книга України. Рослинний світ. За ред. Я. П. Дідуха. Київ: Глобалконсалтинг, 2009. 900 с.
7. FSC національний стандарт системи ведення лісового господарства для України (2019). FSC-STD-UKR-01-2019 V 1-0. 141 с.

## ОСОБЛИВОСТІ ЗАБАРВЛЕННЯ ДЕРЕВИНИ БУКА

*Яремчук Л.А., професор; Кропотов А.В., аспірант*

*[l.yaremchuk@nltu.edu.ua](mailto:l.yaremchuk@nltu.edu.ua)*

*Національний лісотехнічний університет України, Україна*

Традиції, що історично склалися, передбачають використання для виготовлення виробів із деревини високо декоративних з якісними характеристиками порід. Такими породами можуть бути горіх червоне, чорне дерево, палісандр і інші. Але не завжди підприємство або майстер мають у своєму розпорядженні вказану деревину, а в деяких випадках використання вище наведеної деревини не відповідає вимогам декоративності. Вітчизняні породи деревини, такі як дуб, бук, ясен, клен, модрина, сосна, ялина, які мають індивідуальні декоративні властивості (текстура і колір), цілком можуть замінити екзотичні субтропічні і тропічні породи. Однак, деревина, яка вирощена в одному лісовому поясі, не завжди має однорідний відтінок, виражену структуру, що може ускладнювати виготовлення виробів із деревини а особливо меблів. З метою усунення такого роду недоліків і імітації малоцінних порід деревини в технології опорядження – використовують забарвлення.

Забарвлювати деревину можна багатьма методами, але при цьому слід враховувати вимоги, які ставляться до покриття в цілому (адгезія до підкладки, твердість, еластичність, зносостійкість, водостійкість, хімічна стійкість, термостійкість, стабільність кольору, стійкість до біологічних ушкоджень і т. д.).

Для забезпечення довговічності покриттів, а відповідно, терміну експлуатації виробів із деревин, одним із дуже важливих показників є адгезія, тобто здатність прилипання двох різнорідних поверхонь. В даній роботі досліджена адгезія лакового покриття до забарвленої різними методами деревини бука.

Для проведення експериментальних досліджень в роботі використовувалися наступні матеріали:

- зразки бука 100x200 мм забарвлені різними методами, а саме:
  - №1 підкладка бука зафарбована спирторозчинним барвником;
  - №2 підкладка бука зафарбована органорозчинним барвником;
  - №3 підкладка бука зафарбована протравою  $Fe_2SO_4$  5%;
  - №4 підкладка бука зафарбована протравою  $K_2Cr_2O_7$ ;
  - №5 підкладка бука зафарбована протравою  $CuCl_2$ ;

№6 підкладка бука термічно оброблена  $T=140^{\circ}\text{C}$ , протягом 4год;  
№7 підкладка бука термічно оброблена  $T=180^{\circ}\text{C}$ , протягом 8год;  
№8 підкладка бука термічно оброблена  $T=220^{\circ}\text{C}$ , протягом 4год.  
- алкідний лак для паркету ПФ-283;

Оцінювання результатів адгезійної міцності лакового покриття до забарвлених підкладок деревини бука поводилось за методом паралельних надрізів.

Метод паралельних надрізів. Суть методу полягає в нанесенні на готове лакове покриття паралельних надрізів і візуальній оцінці стану покриття за чотирибальною системою. Адгезію виражають у балах від 1 до 4. Найкращій адгезійній міцності відповідає 1 бал.

*Результати експериментальних досліджень.*

На всі види забарвлених підкладок лак наносили з однаковою витратою  $120 \text{ г/м}^2$ . Покриття висувували в сушильній шафі при температурі  $60^{\circ}\text{C}$  протягом 4 годин. Після сушіння покриття витримувались при температурі  $20^{\circ}\text{C}$  протягом 24 годин для стабілізації захисно-декоративної плівки. Опоряджені лаком зразки, з різними видами забарвлення, після витримки досліджувались на адгезійну міцність плівки до деревної підкладки бука. Дані досліджень представлені в таблиці і на рисунку.

*Таблиця*

Адгезійна міцність лакового покриття на основі паркетного лаку ПФ-283 до забарвлених деревних підкладок із бука, в балах

№ зразка	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8
Оцінка в балах	2	2	1	1	1	2	3	3

Як видно із результатів досліджень, що не на всіх забарвлених підкладках задовільна адгезійна міцність покриттів.

На основі проведених досліджень було побудовано наступну графічну залежність адгезійної міцності плівки від виду підкладки.

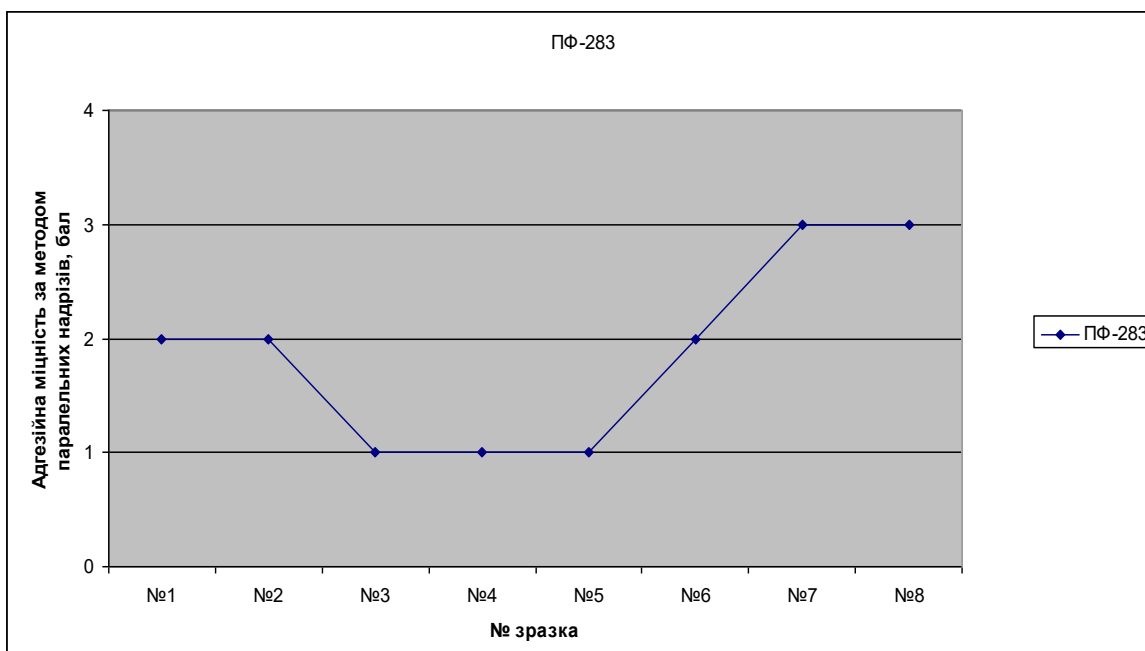


Рис. Адгезійна міцність за методом паралельних надрізів при використанні лаку ПФ-283

Результати дослідження показали, що забарвлення деревини різними методами по різному впливає на адгезію лакофарбової плівки до деревини бука. Як показали одержані показники адгезійної міцності найвищі показники були одержані на деревині бука забарвленої протравами на основі солей заліза, міді та хрому. Це можна пояснити тим, що дані солі використовуються для виготовлення сикативів, які входять до алкідних лакофарбових матеріалів, як отверджувачі. Найгірші результати адгезії були одержані на термомодифікованій деревині бука при температурах 180 і 220 °С. При модифікації деревини, з метою зміни кольору, в при високих температурах, як показали дослідження змінюється поверхнева енергія деревини, що може погіршувати адгезію між лаковим покриттям і підкладкою. За адгезійною міцністю можна судити про якість фізико-механічних показників ЛФП, так як цей параметр в опорядженні є одним із найважливіших.

#### Список використаних джерел

1. Prieto, J., Kiene, J. 2018. Wood Coatings. European Coatings. 392 p.
2. Іващенко О.Д. та інші. Хімія та методи дослідження сировини та матеріалів / О.Д. Іващенко. - К.: Знання, 2011. - 606 с.
3. Яремчук Л.А. Кушпін А.С., Кобринович М.С. Дослідження впливу барвників і термодеревини на експлуатаційні характеристики захисно-декоративних покриттів деревини. Науковий вісник НЛТУ України Львів: РВВ НЛТУ України.-2021.- Вип. 31.5 С 89-94.

## ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ОЛІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ОПОРЯДЖЕННЯ ДЕРЕВИНИ

*Яремчук Л.А., професор, Чорнобай Л.В., аспірант*

*[l.yaremchuk@nltu.edu.ua](mailto:l.yaremchuk@nltu.edu.ua)*

*Національний лісотехнічний університет України, Україна*

Вибір лакофарбових матеріалів для покриттів столярно-будівельних виробів залежить від багатьох факторів. По-перше, це порода деревини, з якої виготовлено виріб, по-друге, це характеристика покриття, а саме зовнішній вид та прозорість. Але основною вимогою до всіх лакофарбових матеріалів для покриття столярно-будівельних виробів є твердість, стійкість до механічних пошкоджень та стійкість до вологи.

За останні 50 років людство активно використовувало для створення покриттів полімерні лакофарбові матеріали на основі карбамідних, меламінових, алкідних, а за останні десятиліття поліакрилових та поліуретанових лакофарбових матеріалів. Але чому наші нащадки використовували для опорядження виробів із деревини матеріали на основі олій. З тих часів і до нині людство так і не вигадало найкращих екологічних продуктів для опорядження та захисту деревини, ніж натуральна олія і як правило ляна. Вона не утворює значну плівку на поверхні деревини, а повністю вбирається у неї після чого на дотик покриття здається сухим. Але оброблена олійними матеріалами деревина зберігає свої експлуатаційні властивості протягом десятиліть.

Проте виробники та споживачі продукції для опорядження столярно-будівельних виробів часто ставлять спірні питання про якісні характеристики синтетичних і олійних матеріалів, тому дослідження характеристик поліуретанового лаку та олій, які використовуються для опорядження виробів є актуальним, що пропонується дослідити у даній роботі.

Метою роботи є порівняльний аналіз якісних показників поліуретанових та олійних лаків для опорядження виробів з деревини.

Для проведення експериментальних досліджень в роботі використовувалися наступні матеріали:

- зразки дуба 100x500 мм;

- олія висихаюча (відомої фірми);
- поліуретановий лак однокомпонентний (відомої фірми).

*Результати експериментальних досліджень.*

Важливим показником який відповідає за експлуатаційні властивості покриттів і виробів в цілому є товщина лакофарбової плівки. При визначенні товщини плівки одержали порівняльні показники створені покриттями із олійної композиції та поліуретанового лаку. Результати досліджень представлені на рисунку.

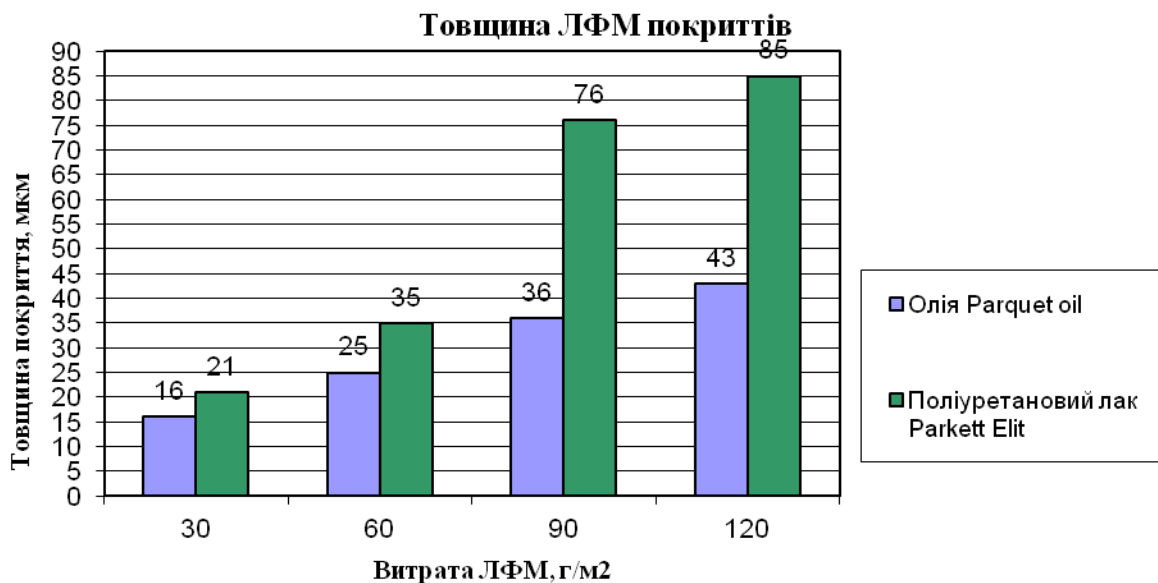


Рис. 4.1. Діаграма значень товщини ЛФМ покриттів

Результати дослідження показали, що поліуретанові ЛФМ утворюють товщину плівки вищу у порівнянні з олійними і термін висихання їх коротший удвічі.

Так як столярно-будівельні вироби, у більшості експлуатуються зовні приміщень і вони повинні бути стійкі до атмосферних умов, тому дуже важливо дослідити вплив вологи на покриття. Зміну якості покриття від впливу вологи визначали за наступними показниками: зміна блиску плівки, виникнення пупирів на плівці, відшарування плівки, розтріскування покриття. Загальний стан водостійкості покриттів визначався у балах – від 1 до 4. Початковий блиск плівки за приладом фотоблискоміром ФБ-2 складав 46% для олії, 58% для поліуретанового лаку. Результати досліджень занесені в таблицю.

## Визначення водостійкості лакофарбових покриттів

Товщи на покрит тя, мкм	Триваліс ть випробу вання, добы	Початко вий блиск/ кінцевий , %	Результати огляду			
			Пузири	Відшарування	Розтріскува ння	Загальний стан покриття, кількість балів
<b>Олія Parquet oil</b>						
16	5 діб	36/27	Відсутнє	Відсутнє	Відсутнє	2
25		38/38	Відсутнє	Відсутнє	Відсутнє	1
36		38/38	Відсутнє	Відсутнє	Відсутнє	1
43		35/35	Відсутнє	Відсутнє	Відсутнє	2
<b>Поліуретановий лак Parkett Elit</b>						
21	5 діб	45/45	Відсутнє	Відсутнє	Відсутнє	2
35		53/53	Відсутнє	Відсутнє	Відсутнє	1
76		57/53	Незначне	Відсутнє	Відсутнє	2
85		61/52	Незначне	Відсутнє	Незначне з країв покриття	3

\*Примітка: Кількість балів водостійкості: 1 - відсутність зміни у покритті; 2 - незначні зміни в покритті (зміна блиску, поодинокі пузири); 3 - ½ площі змін на покритті (пузиріння, незначна зміна блиску); 4 - 2/3 зміни на покритті (поодинокі відшарування плівки, втрата блиску, збільшення пузиріння).

Визначення водостійкості покриттів підтвердило високу водостійкість олійних матеріалів, проте при низьких витратах і значно тонкошаровому покритті змінився блиск покриття, що викликано можливим проникненням води під плівку, яка при малій товщині не забезпечує добре перекриття підкладки. Щодо зміни блиску при великій витраті олії це могло бути викликано набуханням водою погано сполімеризованої плівки покриття. Поліуретанові покриття мають також відносно стійку плівку до води, проте зі значно нижчою водостійкістю у порівнянні з олійними покриттями.

## Список використаних джерел

1. Волошинець В.А. Фізична та колоїдна хімія. Фізико-хімія дисперсних систем та полімерів / В.А. Волошинець. - Львів: Львівська політехніка, 2017. - 200 с.
2. Іващенко О.Д. та інші. Хімія та методи дослідження сировини та матеріалів / О.Д. Іващенко. - К.: Знання, 2011. - 606 с.
3. Яремчук Л. А., Хмарик Л. В. Дослідження фізико-механічних властивостей захиснодекоративних покриттів на основі модифікованих висихаючих олій. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства, Вип. 143 «Інноваційні технології деревообробної промисловості та механізації процесів у лісовому комплексі». 2013. С. 119-125.
4. Яремчук Л. А. Вплив модифікаторів на реологічні властивості висихаючих олій / Л. А. Яремчук, О. І. Юца // Науковий вісник НЛТУ. – 2011. – Випуск 21.13. – С. 92-99.
5. Prieto, J., & Kiene, J. 2018. Wood Coatings. European Coatings. □ 392 p.
6. R Lambourne, T A Strivens. Paint and Surface Coatings. Theory and Practice. Wood head Publishing. – 1999. – 800 p.
7. T. Brock, M. Groteclaus, P. Mischke. European Guide to Paints and Coatings: Paint-Media, 2015. 548 p.

## ТИПОЛОГІЯ ТА ПРОСТОРОВИЙ РОЗПОДІЛ САДІВ НА ШТУЧНИХ ОСНОВАХ У КИЄВІ

*Яценко Я.В., аспірант кафедри ландшафтної архітектури та фітодизайну*

*[yatsenko\\_ya@nubip.edu.ua](mailto:yatsenko_ya@nubip.edu.ua)*

*Національний університет біоресурсів і природокористування  
України*

В умовах активізації урбанізаційних процесів та посилення антропогенного навантаження на міське середовище особливої актуальності набуває формування ефективно функціонуючої системи зеленої інфраструктури. Така система виконує важливі екологічні й соціальні функції, зокрема, сприяє збереженню біорізноманіття, оптимізації мікрокліматичних показників, регулюванню поверхневого дощового стоку та підвищенню якості життя міського населення. Одним із перспективних інноваційних напрямів у межах цього підходу є впровадження садів на штучних основах (СШО), що забезпечують можливість формування озелених просторів у межах щільної міської забудови – на покрівлях, терасах, фасадах та інших конструктивних елементах будівель і споруд.

Сади на штучних основах розглядаються як інноваційний інструмент адаптації міських територій до екологічних та кліматичних викликів, особливо в умовах щільної забудови та дефіциту природного ґрунту. У Києві, найбільшому мегаполісі України, впровадження садів на штучних основах набуває актуальності, хоча поки що носить фрагментарний характер. Дослідження показують, що станом на 2024 рік у столиці функціонує близько 70 садів на штучних основах, більша частина з яких створена приватними забудовниками.

Попри відсутність точних статистичних показників, аналіз реалізованих об'єктів засвідчує переважання приватних ініціатив у впровадженні садів на штучних основах у Києві. Водночас спостерігається тенденція до збільшення кількості громадських проєктів, що вказує на зростання зацікавленості органів міського управління та громадськості у розвитку зеленої інфраструктури міста.

Приватні СШО (приблизно 70 %) – переважно реалізовані на дахах житлових комплексів, бізнес-центрів та приватних установ. Наприклад,

зелений дах у житловому комплексі «Royal Tower» є приватною рекреаційною зоною для мешканців будівлі (рис.).



Рис. Зелений дах будинку житлового комплексу «Royal Tower»

Громадські СШО (приблизно 30 %) – включають проєкти, ініційовані міською владою або громадськими організаціями, такі як вертикальне озеленення фасадів адміністративних будівель у межах ініціативи "Місто живих стін" .

Домінанта приватних ініціатив щодо створення СШО у м. Києві підтверджує загальноукраїнську тенденцію, за даними Коваленко О. О. та Савицької Н. І., згідно якої розвиток елементів зеленої інфраструктури в містах України відбувається переважно коштом приватного сектора. Просторовий аналіз київських СШО виявив їх концентрацію у центральних районах міста, особливо в локаціях новобудов, бізнес-центрів та торговельно-розважальних комплексів. Зокрема, значна частка об'єктів розміщена в Печерському, Шевченківському та Голосіївському районах, там, де попит на озеленення найбільший через щільну забудову та брак традиційних зелених зон. Натомість у периферійних зонах міста СШО трапляються рідше, що частково спростовує припущення окремих дослідників про переважний розвиток таких садів на будівлях околиці столиці.

Київ – одне з тих міст України, де кількість реалізованих проєктів СШО стабільно зростає, хоча цей процес поки не має централізованого управління. Географічний аналіз реалізованих на 2024 рік 70 проєктів СШО показує значну їх концентрацію в 3 центральних районах столиці, де переважає сучасна висотна забудова. Така концентрація пояснюється поєднанням економічних та урбаністичних факторів: саме тут інвестори прагнуть підвищити комерційну цінність об'єктів через впровадження екологічно дружніх рішень.

## Типи садів на штучних основах у Києві (2024 р.)

Тип СШО	Кількість об'єктів	Частка від загалу, %	Основні райони розміщення
Зелені дахи	25	35	Печерський, Голосіївський
Озеленені тераси	15	21	Шевченківський, Дніпровський
Вертикальні сади	10	14	Печерський, Дарницький
Дощові садки	9	13	Оболонський, Подільський
Інші (городини, естакади)	12	17	поодинокі локації

Як видно з таблиці, зелені дахи становлять найбільшу частку СШО, близько 35 %. Їх популярність пояснюється престижністю та сучасністю інженерних рішень, певною універсальністю та високою ефективністю з точки зору екології. Вертикальні сади та дощові садки мають значний потенціал у сфері управління дощовими водами та кліматичної адаптації.

Таким чином, проведена інвентаризація та аналіз СШО міста Києва дозволили встановити реальні масштаби поширення таких об'єктів та запропонувати їх актуальну типологію за просторовими, функціональними і конструктивними ознаками. Виявлено, що локації розміщення київських СШО тяжіють до комерційних і житлових центрів міста, де вони виконують важливі екологічні та соціальні функції. Отримані результати становлять основу для подальшого моніторингу розвитку СШО та формування міських стратегій з розширення зеленої інфраструктури. Зокрема, систематизація даних про наявні об'єкти може бути використана при плануванні нових проектів озеленення на штучних поверхнях, враховуючи найефективніші типи та локації їх впровадження. Перспективним є також дослідження динаміки збільшення частки громадських садів на штучних основах та оцінка їх внеску в екологічну стійкість міської екосистеми столиці.



Universitatea  
Transilvania  
din Braşov



The international Erasmus+ **ForestPost** project focuses on transforming Ukraine's forestry sector in response to the challenges of post-war "green" recovery and changing demands on professionals. Within the project, partners are working to update educational approaches, strengthen cooperation between universities and international institutions, and integrate modern European practices into the training of forestry professionals.

ForestPost promotes the development of professional competencies necessary for the sustainable management of forest resources in the face of new environmental and socio-economic challenges.



Co-funded by  
the European Union

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them.