

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
МАЛИНСЬКИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ**

**ВІСНИК  
МАЛИНСЬКОГО ФАХОВОГО КОЛЕДЖУ**

**Випуск 4**

**Започатковано у 2022 році**

**Житомир  
Поліський національний університет  
2025**

УДК 630\*

**Вісник Малинського фахового коледжу:** наукове видання. м. Малин, 2025, випуск 4. 103 с.

Видання публікує статті наукового, науково-публіцистичного, педагогічного, методичного змісту, які присвячені висвітленню результатів досліджень вітчизняних та закордонних наукових, науково-педагогічних, педагогічних працівників, молодих вчених, докторантів, аспірантів, магістрантів, здобувачів вищої, фахової передвищої освіти. У виданні розкриваються інноваційні аспекти та перспективні методичні підходи щодо напрямів, результатів досліджень, перспективних педагогічних методик, просвітницьких методологій, актуальних наукових результатів, науково-методичних пошуків, висвітлюється досвід впровадження перспективних інновацій в напрямках освіти та науки у виробництво.

Рекомендовано до друку рішенням вченої ради Поліського національного університету, протокол № 5 від 24.12.2025 р.).

#### **Редакційна колегія:**

**Головний редактор:** Іванюк Ігор Дмитрович, д-р. с-г. наук, проф., Малинський фаховий коледж.

#### **Члени редакційної колегії:**

**Андрєєва Олена Юрійвна**, д-р с.-г. наук, доц., Поліський Національний університет, м. Житомир;

**Гойчук Анатолій Федорович**, д-р с.-г. наук, проф., Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ;

**Горновська Світлана Володимирівна**, канд. с.-г. наук, доц., Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква;

**Давиденко Катерина Валеріївна**, канд. с.-г. наук, доц., науковий співробітник Шведського Аграрного Університету (м. Уппсала, Швеція Swedish University of Agriculture Science (SLU));

**Дебринюк Юрій Михайлович**, д-р с.-г. наук, проф., Національний лісотехнічний університет України, м. Львів;

**Дзиба Анджела Андріївна**, канд. с.-г. наук, доц., Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ;

**Карпович Марина Сергіївна**, канд. с.-г. наук, Малинський фаховий коледж, с. Гамарня, Житомирської обл.;

**Кратюк Олександр Леонідович**, д-р біол. наук, доц., Поліський національний університет, м. Житомир;

**Левченко Валерій Борисович**, канд. с.-г. наук, доц., Національний університет «Чернігівський колегіум» ім. Т. Г. Шевченка, м. Чернігів;

**Осадчук Леонід Семенович**, д-р с.-г. наук, проф., Національний лісотехнічний університет України, м. Львів;

**Пузріна Наталя Василівна**, канд. с.-г. наук, доц., Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ;

**Сопущинський Іван Миколайович**, д-р с.-г. наук, проф., Центр лісових досліджень і компетенцій Гота, Німеччина;

**Фучило Ярослав Дмитрович**, д-р с.-г. наук, проф., Малинський фаховий коледж; с. Гамарня, Житомирської обл.;

**Шлапак Володимир Петрович**, д-р с.-г. наук, проф., Уманський національний університет садівництва, м. Умань;

**Юхновський Василь Юрійович**, д-р с.-г. наук, проф., Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ.

#### **Адреса редакції:**

11645, с. Гамарня, Коростенський район, Житомирська область, Україна

Тел.: 0964734078; Е-mail: [visnyk22mfk@gmail.com](mailto:visnyk22mfk@gmail.com)

Періодичність видання один раз в рік. Журнал «Вісник Малинського фахового коледжу» є інтелектуальна власність Малинського фахового коледжу й охороняється Законом України «Про авторські та суміжні права». Матеріали друкуються мовою оригіналу. У разі передрукування посилання на журнал «Вісник Малинського фахового коледжу» є обов'язковим. *За точність перекладу, цифр, географічних назв, власних імен, цитат та іншої інформації відповідальність несе автор.*

**ISSN 2786-9350 (Print)**  
**ISSN 2786-9369 (Online)**

© Малинський фаховий коледж, 2025

**DEPARTMENT OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE  
MALYN APLLIED COLLEGE**

**BULLETIN  
OF MALYN APLLIED COLLEGE**

**Issue 4  
Established in 2022**

**Zhytomyr  
Polissia National University Press  
2025**

UDC 630\*

**Bulletin of malyn applied college:** scientific publication. Malyn, 2025, Issue 4. 103 p.

The publication features articles of scientific, scientific-journalistic, pedagogical, and methodological content dedicated to highlighting the results of research by domestic and foreign scientific, scientific-pedagogical, and pedagogical workers, young scientists, doctoral students, postgraduates, master's students, and students pursuing higher and advanced specialized education. The journal covers innovative aspects and prospective methodological approaches to research directions, results, prospective pedagogical methodologies, enlightening methodologies, current scientific results, scientific-methodical searches, and experiences in implementing innovative perspectives in education and science into production.

Recommended for publication by the decision of the Academic Council of Polissia National University, protocol No 5 dated December 24, 2025.

#### **Editorial Board:**

**Chief Editor:** Ihor Dmytrovych Ivaniuk, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Malyn Applied College;

#### **Editorial Board Members:**

**Olena Yuriivna Andreiva**, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Polissia National University, Zhytomyr;

**Anatolii Fedorovych Hoichuk**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv;

**Svitlana Volodymyrivna Hornovska**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva;

**Kateryna Valeriiivna Davydenko**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Researcher at the Swedish Agricultural University (Uppsala, Sweden, Swedish University of Agriculture Science (SLU));

**Yurii Mykhailovych Debriniuk**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, National Forestry University of Ukraine, Lviv;

**Andzhela Andriivna Dzyba**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv;

**Maryna Serhiivna Karpovych**, Candidate of Agricultural Sciences, Malyn Applied College, Hamarnia, Zhytomyr Region;

**Oleksandr Leonidovych Kratiuk**, Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Polissia National University, Zhytomyr;

**Valerii Borysovych Levchenko**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, National University «Chernihiv Colehium» im. T. H. Shevchenko, Ukraine, Chernihiv;

**Leonid Semenovych Osadchuk**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, National Forestry University of Ukraine, Lviv;

**Nataliia Vasylivna Puzrina**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv;

**Ivan Mykolaiovych Sopushynskyi**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, in the Forest Research and Competence Center Gotha, Germany;

**Yaroslav Dmytrovych Fuchylo**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Malyn Applied College, Hamarnia, Zhytomyr Region;

**Volodymyr Petrovych Shlapak**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Uman National University of Horticulture, Uman;

**Vasyl Yuriiiovych Yukhnovskiy**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv.

#### **Editorial Office Address:**

11645, Hamarnia Village, Korosten District, Zhytomyr Region, Ukraine

Tel.: 0964734078; E-mail: [visnyk22mfk@gmail.com](mailto:visnyk22mfk@gmail.com)

The publication frequency - once a year.

The "Bulletin of Malyn applied college " journal is the intellectual property of Malyn applied college and is protected by the Law of Ukraine "On Copyright and Related Rights". Materials are printed in the original language. In case of reprinting, reference to the "Bulletin of Malyn applied college " journal is obligatory. The author is responsible for the accuracy of translation, figures, geographic names, proper names, quotes, and other information.

**ISSN 2786-9350 (Print)**

**ISSN 2786-9369 (Online)**

© Malyn applied college, 2025

## ЗМІСТ

<b>Бордусь О. О., Іванюк І. Д., Фучило Я. Д., Зацерковна Н. С., Копишинська О. М. СТВОРЕННЯ ЛІСОВИХ КУЛЬТУР ТОПОЛІ НЕУКОРІНЕНИМИ ЖИВЦЯМИ НА ВИЛУГУВАНИХ ЧОРНОЗЕМАХ..</b>	<b>7</b>
<b>Буднік І. П., Печенюк Є. П., Федьович І. В., Піціль А. О. ЗНАЧЕННЯ ЛІСОВИХ НАСАДЖЕНЬ У РЕГУЛЮВАННІ МІГРАЦІЇ РАДІОНУКЛІДІВ У ВОДОЗБОРАХ.....</b>	<b>19</b>
<b>Карпович М. С., Вечірко О. П., Коркуленко А. М. ВИДОВИЙ СКЛАД ТА САНІТАРНИЙ СТАН ДЕНДРОФЛОРИ МАЛИНСЬКОГО ФАХОВОГО КОЛЕДЖУ.....</b>	<b>28</b>
<b>Кусік С. М., Бернацька Л. А., Лафренко М. І., Бернацька Д. О. РОЗВИТОК ОБЛІКУ ТА ЗВІТНОСТІ В ЛІСОВОМУ ГОСПОДАРСТВІ У РІЗНИХ КРАЇНАХ СВІТУ.....</b>	<b>40</b>
<b>Левченко В. Б., Фучило Я. Д., Карпович М. С. ДЕНДРОІНДЕКАЦІЯ ВПЛИВУ ПОГОДНО-КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН, ЛІСОПАТОЛОГІЧНОГО, ПРОГЕННОГО СТАНУ РАДІАЛЬНИМ ПРИРОСТОМ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ В УМОВАХ ПОЛІСЬКОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВІДНИКА.....</b>	<b>56</b>
<b>Мажула О. С. ДИФЕРЕНЦІАЦІЯ ПРИРОДНИХ ПОПУЛЯЦІЙ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ УКРАЇНСЬКОГО ПОЛІССЯ ЗА МОРФОЛОГІЧНИМИ МАРКЕРАМИ ГЕНЕРАТИВНИХ ОРГАНІВ.....</b>	<b>64</b>
<b>Мельник-Шамрай В. В., Краснов В. П., Жуковський О. В., Курбет Т. В. ВИКОРИСТАННЯ МОБІЛЬНИХ ЗАСТОСУНКІВ ЯК ІНСТРУМЕНТУ РОЗВИТКУ ПРАКТИЧНИХ НАВИЧОК У ЛІСІВНИЧІЙ ОСВІТІ.....</b>	<b>69</b>
<b>Плашенко О. В., Деняченко М. І. ЕЛЕКТРИФІКАЦІЯ ЛІСОВИХ МАШИН: ПЕРСПЕКТИВИ ПЕРЕХОДУ НА ГІБРИДНІ СИСТЕМИ.....</b>	<b>78</b>
<b>Сахнюк В. В. ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ЛІСОВОМУ ГОСПОДАРСТВІ: ПОРІВНЯННЯ РОЗВИТКУ З 2020 ДО 2025 РОКУ.....</b>	<b>84</b>
<b>Сірук Ю. В., Сірук І. М., Турко В. М. СТРУКТУРА ВИРУБУВАНОЇ ДЕРЕВИНИ У ЛІСАХ УКРАЇНИ ТА ЇЇ ТЕХНІЧНА ПРИДАТНІСТЬ.....</b>	<b>90</b>

## CONTENTS

<b>Bordus O. O., Ivanyuk I. D., Fuchylo Ya. D., Zatserkovna N. S., Kopyshynska O. M.</b> CREATION OF POPLAR FOREST PLANTATIONS WITH UNROOTED CUTTINGS ON LEACHED CHERONEZEMS OF RIGHT-BANK FOREST-STEPPE OF UKRAINE.....	7
<b>Budnik I. P., Pechenyuk E. P., Fedovich I.V., Pitsil A. O.</b> THE ROLE OF FOREST STANDS IN REGULATING RADIONUCLIDE MIGRATION IN THE WATERSHEDS OF POLISSIA.....	19
<b>Karpovych M. S., Vechirko O. P., Korkulenko A. M.</b> SPECIES COMPOSITION AND SANITARY CONDITION OF DENDROFLORA MALYNSK VOCATIONAL COLLEGE.....	28
<b>Kusik S. M., Bernatska L. A., Lafrenko M. I., Bernatska D. O.</b> DEVELOPMENT OF ACCOUNTING AND REPORTING IN FORESTRY IN DIFFERENT COUNTRIES OF THE WORLD.....	40
<b>Levchenko V. B., Fuchylo Ya. D., Karpovych M. S.</b> DENDROINDICATION OF THE INFLUENCE OF WEATHER AND CLIMATE CHANGES, FOREST PATHOLOGICAL, PYROGENIC STATES ON THE RADIAL GROWTH OF SCOTTISH PINE IN THE CONDITIONS OF THE POLYSKA NATURE RESERVE.....	56
<b>Mazhula O. S.</b> DIFFERENTIATION OF NATURAL POPULATIONS OF SCOTS PINE OF UKRAINIAN POLISSYA BY MORPHOLOGICAL MARKERS OF GENERATIVE ORGANS.....	64
<b>Melnyk-Shamrai V.V., Krasnov V. P., Zhukovskyi O. V., Kurbet T. V.</b> THE USE OF MOBILE APPLICATIONS AS A TOOL FOR DEVELOPING PRACTICAL SKILLS IN FORESTRY EDUCATION.....	69
<b>Plashenko O. V., Denyachenko M. I.</b> ELECTRIFICATION OF FORESTRY MACHINES: PROSPECTS FOR TRANSITION TO HYBRID SYSTEMS....	78
<b>Sakhnyuk V. V.</b> THE USE OF COMPUTER TECHNOLOGIES IN FORESTRY: DEVELOPMENT COMPARISON FROM 2020 TO 2025.....	84
<b>Siruk Yu.V., Siruk I. M., Turko V. M.</b> STRUCTURE OF HARVESTED TIMBER IN UKRAINIAN FORESTS AND ITS TECHNICAL SUITABILITY.....	90

**СЕКЦІЯ І**  
**ЛІСОВЕ ТА САДОВО-ПАРКОВЕ ГОСПОДАРСТВО**

**УДК 630\*2:630\*18**

DOI: <https://doi.org/10.62466/2786-9350-2025-4-10>

**О. О. Бордусь<sup>1</sup>, І. Д. Іванюк<sup>2</sup>, Я. Д. Фучило<sup>2,3</sup>,  
Н. С. Зацерковна<sup>3</sup>, О. М. Копишинська<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Білоцерківський НАУ, пл. Соборна, 8/1, м. Біла Церква, Київська обл., Україна

<sup>2</sup>Малинський фаховий коледж, с. Гамарня, Житомирська область, Україна

<sup>3</sup>Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, м. Київ, Україна

**СТВОРЕННЯ ЛІСОВИХ КУЛЬТУР ТОПОЛІ НЕУКОРІНЕНИМИ  
ЖИВЦЯМИ НА ВИЛУГУВАНИХ ЧОРНОЗЕМАХ**

*Представлено результати досліджень впливу довжини живців тополі та строків їх садіння на приживлюваність і ріст лісових культур протягом першого року на вилугуваних мало гумусних чорноземах Правобережного Лісостепу України. Були використані однорічні живці з довжиною 20, 25 і 30 см, що висаджувалися у два строки: кінець листопада і середина квітня. Встановлено, що за першого варіанту садіння максимально укоренилися живці довжиною 30 см: 'Дорскамп' – 78,9%, культивару 'І-45/51' – 70,0%, 'Робуста' – 65,6%, у тополі Торопогрицького – 86,1%. За садіння на початку квітня найвищу укоріненість мали живці культиварів 'Дорскамп', 'І-45/51' і 'Робуста' мали живці довжиною 20 см. Вона становила 85,2, 56,9 і 61,9% відповідно. У культивару Торопогрицького найкраще укоренилися живці довжиною 30 см (60,7%). Однорічні пагони, що сформувалися з живців, найбільші показники висоти мали за осіннього садіння. У тополі Торопогрицького і сорту 'Дорскамп' висота зростала зі збільшенням довжини живців і становила у першій 178,4, 188,7 і 197,0 см відповідно, а в іншій – від 158,2 до 170,3 см. Рослини сортів 'І-45/51' та 'Робуста' мали найбільшу висоту за довжини живців 20 см – відповідно 153,8 і 161,8 см. Однорічні рослини що вирости з живців посаджених навесні мали найбільшу висоту в культивару 'Дорскамп' з 20 см живців – 197,9 см. Такі ж дані отримані для рослин 'І-45/51' і 'Робуста', але з меншими показниками висоти – 128,3 і 149,1 см відповідно, а найбільша висота однорічних культур тополі Торопогрицького виявилася у варіанті з довжиною живців 30 см (173,5 см). Сира маса рослин культур тополі створених восени в основному була більшою, ніж за весняного садіння живців. Найважчими були саджанці сорту 'Дорскамп' з 30-сантиметрових живців – 0,56 кг. Децю легшими виявилися рослини 'І-45/51' та 'Робуста' – відповідно 0,49 і 0,50 кг. У тополі Торопогрицького найбільшу масу мали рослини з найкоротших живців – 0,44 кг. За створення*

<sup>1</sup>Бордусь Олексій Олексійович, аспірант. E-mail: [bordusoleksii@gmail.com](mailto:bordusoleksii@gmail.com); <http://orcid.org/0000-0003-2992-6651>;

<sup>2</sup>Іванюк Ігор Дмитрович, доктор с.-г. наук, професор, директор коледжу. E-mail: [mltk-1927@ukr.net](mailto:mltk-1927@ukr.net); <https://orcid.org/0000-0002-4969-8783>;

<sup>3</sup>Фучило Ярослав Дмитрович, доктор с.-г. наук, професор, головний науковий співробітник. E-mail: [fuchylo\\_yar@ukr.net](mailto:fuchylo_yar@ukr.net); <https://orcid.org/0000-0002-2669-5176>;

<sup>4</sup>Зацерковна Наталія Сергіївна, канд. с.-г. наук. E-mail: [nzatserkovna@ukr.net](mailto:nzatserkovna@ukr.net); <https://orcid.org/0000-0003-2542-4165>;

<sup>5</sup>Копишинська Оксана Миколаївна, викладач. E-mail: [oksana.2605.mv@gmail.com](mailto:oksana.2605.mv@gmail.com); <http://orcid.org/0009-0008-8602-2863>.

лісових культур навесні найбільша маса (0,44 кг) була у рослини сорту 'Дорскамп' за використання 20 см живців. Однорічні рослини сорту 'Робуста' мало відрізнялися за масою за використання живців різної довжини. У тополі Торопогрицького та 'І-45/51' найбільша маса виявилася у рослин, що сформувалися з живців довжиною 30 см – 0,41 та 0,31 кг відповідно. Для створення лісових культур тополі в умовах Правобережного Лісостепу з досліджуваних сортів найбільш доцільно використовувати сорт 'Дорскамп' і тополю Торопогрицького. При цьому перший з них слід висаджувати навесні живцями довжиною 20 см, а тополю Торопогрицького – восени живцями завдовжки 30 см. Насадження сортів 'Робуста' і 'І-45/51' слід створювати восени живцями довжиною 20 см.

**Ключові слова:** *Populus L.*, 'Дорскамп', 'Робуста', тополя Торопогрицького, 'І-45/51', здерев'янілі однорічні живці, сезон садіння, укоріненість, висота саджанців, маса рослин.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Деревина на даний час знаходить широке застосування у багатьох напрямках людської діяльності, при цьому потреба у ній щорічно зростає [3, 4, 5]. В Україні, через невисоку лісистість території, спостерігається значний дефіцит в деревних ресурсах. Часткове вирішення цієї проблеми можливе за більш широкого використання плантаційного лісовирощування – прискороного отримання певних видів деревної сировини за застосування інтенсивних технологій [2, 7, 9]. Однією з найбільш швидкорослих деревних рослин помірної зони є тополя (*Populus L.*), деревостани якої у сприятливих умовах здатні накопичувати до 25 т/га/рік і більше сухої біомаси [1, 8, 10].

У зв'язку зі значними проблемами вирощування сіянців тополі і високою її здатністю до вегетативного розмноження, садивним матеріалом для створення тополевих насаджень найчастіше використовують живці [1, 6, 9, 10].

Метою проведених досліджень було вивчення впливу розмірів і строків садіння здерев'янілих однорічних живців чотирьох сортів тополі в Правобережному Лісостепу України на їх укорінення і морфометричні показники рослин однорічних лісових культур.

**Матеріали і методи досліджень.** Дослідження були проведені протягом вегетаційних періодів 2019-2021 років з живцями чотирьох культиварів: 'Робуста', 'І-45/51', 'Дорскамп' і тополя Торопогрицького. Дослідні насадження створювалися живцями довжиною 20, 25 і 30 см. Вони нарізувалися з однорічних пагонів безпосередньо перед садінням. Висаджувалися живці у кінці листопада та у середині квітня за схемою: 1,25 x 0,50 м. Ґрунт – вилугуваний малогумусний чорнозем.

За вегетаційний період кожного з років досліджень були проведені по чотири ручних догляди за ґрунтом насаджень. В кінці листопада, після завершення вегетації рослин, визначали відсоток приживлюваності живців та морфометричні показники: середню висоту, масу надземної і підземної частини рослин, за загальноприйнятими у лісівництві та рослинництві методиками [6].

**Результати дослідження та їх обговорення.** В результаті проведених трирічних досліджень було виявлено, що за висаджування восени живці культувару 'Робуста' мали практично однакові показники приживлюваності незалежно від довжини (відсоток укорінення – від 62,3 до 65,6%). Укоріненість живці інших досліджуваних сортів зростала по мірі збільшенням їх довжини: у тополі Торопогрицького – від 52,8 до 86,1%, у 'Дорскамп' – від 55,8 до 78,9%, а у живців сорту 'І-45/51' – від 63,1 до 70,0% (табл. 1).

Таблиця 1

**Укоріненість живців різної довжини в лісових культурах тополі,  
створених восени, %**

Назва сорту	Довжина живців, см		
	20	25	30
2019 р.			
'Дорскамп'	77,4±5,4	90,3±5,4	96,7±2,3
'І-45/51'	71,0±8,3	87,1±6,1	93,4±3,2
'Робуста'	87,1±6,1	90,3±5,40	96,7±2,3
Тополя Торопогрицького	61,7±6,3	83,9±6,7	88,3±4,2
2020 р.			
'Дорскамп'	43,3±6,5	83,3±4,9	76,7±5,5
'І-45/51'	53,3±6,5	71,7±5,9	71,7±5,9
'Робуста'	35,0±6,2	68,3±6,1	73,3±5,8
Тополя Торопогрицького	55,0±6,5	88,3±4,2	88,3±4,2
2021 р.			
'Дорскамп'	46,7±6,5	36,7±6,	63,3±6,3
'І-45/51'	65,0±6,2	40,0±6,4	45,0±6,4
'Робуста'	73,3±5,8	28,3±5,9	26,7±5,8
Тополя Торопогрицького	41,7±6,4	61,7±6,3	81,7±5,0
Середнє за 3 роки			
'Дорскамп'	55,8	70,1	78,9
'І-45/51'	63,1	66,3	70,0
'Робуста'	65,1	62,3	65,6
Тополя Торопогрицького	52,8	78,0	86,1

Частка живців, що укоренилися, за висаджування навесні, мало залежала від їх довжини (табл. 2).

Більше того, найвищими показниками укорінення в середньому за 3 роки у сортів 'Дорскамп', 'Робуста' і 'І-45/51' відзначалися найкоротші живці – 85,2, 61,9 і 56,9 % відповідно. Тільки у тополі Торопогрицького максимальні показники укоріненості мали найдовші (30 см) живці – 60,7 %.

Показники середньої висоти пагонів, що вирости з укорінених живців, певною мірою корелюють з укоріненістю У більшості випадків прослідковується

пряма залежність: за вищого укорінення живців спостерігається більша висота рослин (табл. 3 і 4).

Таблиця 2

**Укоріненість живців різної довжини в лісових культурах тополі,  
створених навесні, %**

Назва сорту	Довжина живців, см		
	20	25	30
2019 р.			
'Дорскамп'	83,9±6,71	77,4±7,63	90,3±5,40
'І-45/51'	77,4±7,63	93,5±4,48	64,5±8,74
'Робуста'	80,6±7,21	83,9±6,72	67,7±8,53
Тополя Торопогрицького	74,2±7,99	58,1±9,01	83,9±6,72
2020 р.			
'Дорскамп'	85,0±4,65	65,0±6,21	41,7±6,42
'І-45/51'	23,3±5,51	28,3±5,87	20,0±5,21
'Робуста'	20,0±5,21	21,7±5,36	12,5±4,46
Тополя Торопогрицького	35,0±6,21	38,3±6,33	48,3±6,51
2021 р.			
'Дорскамп'	86,7±4,43	65,0±6,21	70,0±5,97
'І-45/51'	70,0±5,97	36,7±6,27	36,7±6,27
'Робуста'	85,0±4,65	53,3±6,49	75,0±5,64
Тополя Торопогрицького	33,3±6,14	23,3±5,51	50,0±6,51
Середнє за 3 роки			
'Дорскамп'	85,2	69,1	67,3
'І-45/51'	56,9	52,8	40,4
'Робуста'	61,9	53,0	51,7
Тополя Торопогрицького	47,5	39,9	60,7

Осіньне садіння живців забезпечило найбільшу середню висоту однорічних лісових культур отримано у варіантах з використанням тополі Торопогрицького. У 2019 році висота рослин цього сорту зростала від 180±2,7 см до 197±6,2 см із зростанням довжини живця, у наступному, 2020 році була найвищою у рослин, з живців завдовжки 20 см (184±2,8 см), а у 2022 р. – збільшувалася зі збільшенням розмірів живців від 172±7,5 см до 218±3,7 см.

В середньому за роки досліджень можна зробити висновок, що висота рослин однорічних культур тополі Торопогрицького суттєво перевищує показники середньої висоти інших сортів, задіяних у дослідженні. Вона становила у досліді з 20 см живцями 178,4 см, з 25 см – 188,7 см і з 30 см – 197,0 см. Це вказує на доцільність створення лісових культур тополі Торопогрицького восени, використовуючи живці довжиною 30 см.

**Середня висота однорічних лісових культур тополі, створених восени за різної довжини живців, см**

Назва сорту	Довжина живців, см		
	20	25	30
2019 р.			
'Дорскамп'	156±6,8	184±7,8	197±6,7
'І-45/51'	166±5,8	149±6,6	140±7,1
'Робуста'	176±4,6	178±5,2	181±7,8
Тополя Торопогрицького	180±2,7	189±7,9	196±6,2
2020 р.			
'Дорскамп'	157±10,3	162±5,7	154±4,4
'І-45/51'	143±5,1	146±4,7	146±4,4
'Робуста'	118±8,2	144±5,1	151±3,6
Тополя Торопогрицького	184±2,8	178±7,8	176±6,1
2021 р.			
'Дорскамп'	161±9,2	164±11,1	160±7,3
'І-45/51'	153±6,1	141±6,2	154±8,5
'Робуста'	191±6,0	122±9,4	137±7,5
Тополя Торопогрицького	172±7,5	200±4,7	218±3,7
Середнє за 3 роки			
'Дорскамп'	158,2	169,7	170,3
'І-45/51'	153,8	145,2	146,8
'Робуста'	161,8	148,1	156,2
Тополя Торопогрицького	178,4	188,7	197,0

На висоту рослин однорічних лісових культур культивуvarу 'Дорскамп', створених восени, збільшення розмірів садивного матеріалу теж мало позитивний вплив. За три роки досліджень середня висота його рослин зростала зі збільшенням довжини живців від 158,2 см до 170,3 см.

Створені восени однорічні лісові культури сортів 'Робуста' і 'І-45/51' мали найбільшу середню висоту на варіантах з використанням найкоротших живців – відповідно 161,8 і 153,8 см.

За створення лісових культур тополі навесні (табл. 4) найбільшої висоти, в середньому за роки досліджень, досягли однорічні рослини сорту 'Дорскамп'. З їх живців довжиною 20 см вирости пагони середньою висотою 197,9 см, за довжини живців 25 см висота однорічних рослин становила 193,8 см, а за 30 см – була найменшою (188,4 см).

Як уже згадувалося, живці сорту 'Дорскамп' мали найбільші показники укорінення за весняного садіння (табл. 2), що дозволяє зробити висновок про

доцільність створення його лісових культур навесні, з використанням живців завдовжки 20 см.

Таблиця 4

**Середня висота однорічних лісових культур тополі, створених навесні за різної довжини живців, см**

Назвасорту	Довжина живців, см		
	20	25	30
2019 р.			
'Дорскамп'	189±9,5	203±11,5	205±8,9
'Г-45/51'	152±5,0	138±6,2	143±10,4
'Робуста'	139±8,9	153±7,7	158±7,5
Тополя Торопогрицького	224±8,5	157±12,2	198±9,8
2020 р.			
'Дорскамп'	176±7,5	167±5,2	166±10,0
'Г-45/51'	87±0,9	105±5,5	93±8,5
'Робуста'	101±9,1	99±9,5	94±8,4
Тополя Торопогрицького	106±10,9	135±11,8	150±7,1
2021 р.			
'Дорскамп'	229±4,0	211±6,8	195±7,5
'Г-45/51'	146±3,9	140±5,5	132±9,1
'Робуста'	208±6,7	144±4,2	143±4,8
Тополя Торопогрицького	134±8,2	161±9,2	173±6,2
Середнє за 3 роки			
'Дорскамп'	197,9	193,8	188,4
'Г-45/51'	128,3	127,5	122,4
'Робуста'	149,1	131,9	131,9
Тополя Торопогрицького	154,6	151,2	173,5

Схожі результати були отримані також іншими авторами [11, 15], які вказували на доцільність створення насаджень тополі живцями завдовжки 20 см.

Наші результати вказують на можливість створення лісових культур тополі, як навесні, так і восени, залежно від вибраного сорту, що підтверджують також інші автори [12, 14].

Важливим показником успішності росту лісових культур взагалі і, зокрема – тополі є середня маса рослин. Проведені дослідження однорічних живцевих саджанців, які були викопані, очищені від ґрунту і зважені з точністю до 2 г, показали, що однорічні рослини переважної більшості варіантів досліду відзначаються більшою середньою масою за осіннього садіння (табл. 5 і 6).

Як свідчать наведені у табл. 5 дані, за осіннього створення лісових культур тополі, середня маса однорічних рослин культивуару 'Дорскамп' зростає зі збільшенням розмірів живця від 0,35 до 0,56 кг.

**Середня сира маса однорічних рослин лісових культур тополі,  
створених восени за різної довжини живців**

Назва сорту	Довжина живців, см		
	20	25	30
2019 р.			
'Дорскамп'	0,31±0,04	0,55±0,04	0,60±0,04
'Робуста'	0,52±0,04	0,52±0,05	0,49±0,03
'І-45/51'	0,37±0,02	0,38±0,02	0,36±0,03
Тополя Торопогрицького	0,42±0,02	0,37±0,02	0,40±0,03
2020 р.			
'Дорскамп'	0,36±0,03	0,39±0,05	0,34±0,05
'Робуста'	0,34±0,05	0,45±0,03	0,50±0,04
'І-45/51'	0,40±0,03	0,51±0,04	0,49±0,04
Тополя Торопогрицького	0,38±0,04	0,46±0,04	0,27±0,02
2021 р.			
'Дорскамп'	0,39±0,04	0,29±0,03	0,51±0,04
'Робуста'	0,40±0,06	0,35±0,03	0,52±0,05
'І-45/51'	0,46±0,05	0,51±0,05	0,61±0,06
Тополя Торопогрицького	0,53±0,05	0,45±0,04	0,54±0,03
Середнє за 3 роки			
'Дорскамп'	0,35	0,46	0,56
'Робуста'	0,42	0,44	0,50
'І-45/51'	0,41	0,47	0,49
Тополя Торопогрицького	0,44	0,43	0,40

Маса саджанців сорту 'Робуста' теж зростає за використання більш довгих живців із 0,42 до 0,50 кг. У культивару 'І-45/51' спостерігалась така ж тенденція (від 0,41 до 0,49 кг). У тополі Торопогрицького простежувалася незначна обернена залежність: найважчими були рослини з живців завдовжки 20 см – 0,44 кг.

За створення лісових культур тополі весняним садінням живців найбільшу масу однорічних рослин (0,44 кг) теж мав культивар 'Дорскамп', але у випадку використання найкоротших живців (табл. 6).

Як видно з наведених у табл. 6 даних, однорічні рослини культивару 'Робуста' характеризувалися приблизно однаковою масою (0,24-0,27 кг) за всіх використаних варіантів довжини живця. У тополі Торопогрицького та 'І-45/51' найбільшою масою відзначалися рослини з живців довжиною 30 см – 0,41 та 0,31 кг відповідно.

**Середня сира маса однорічних рослин лісових культур тополі,  
створених навесні за різної довжини живців**

Назва сорту	Довжина живців, см		
	20	25	30
2019 р.			
'Дорскамп'	0,43±0,08	0,35±0,02	0,39±0,03
'Робуста'	0,25±0,02	0,28±0,02	0,27±0,02
'І-45/51'	0,22±0,02	0,28±0,02	0,30±0,03
Тополя Торопогрицького	0,41±0,03	0,28±0,03	0,37±0,03
2020 р.			
'Дорскамп'	0,43±0,03	0,43±0,06	0,22±0,05
'Робуста'	0,27±0,06	0,14±0,05	0,21±0,04
'І-45/51'	0,22±0,03	0,19±0,04	0,25±0,04
Тополя Торопогрицького	0,29±0,05	0,30±0,03	0,40±0,06
2021 р.			
'Дорскамп'	0,45±0,04	0,45±0,04	0,61±0,05
'Робуста'	0,28±0,02	0,29±0,02	0,33±0,02
'І-45/51'	0,29±0,03	0,42±0,06	0,38±0,05
Тополя Торопогрицького	0,34±0,03	0,38±0,04	0,45±0,03
Середнє за 3 роки			
'Дорскамп'	0,44	0,41	0,41
'Робуста'	0,27	0,24	0,27
'І-45/51'	0,24	0,30	0,31
Тополя Торопогрицького	0,37	0,32	0,41

Отже, аналіз показників маси рослин однорічних лісових культур тополі вказує на існування позитивної кореляції між масою рослин і їх висотою. Проведені дослідження також вказують на суттєві відмінності показників укорінення і висоти рослин під впливом термінів садіння, розмірів живців, погодних умов та сортових особливостей. Зокрема слід відзначити помітне зменшення частки живців, що прижилися, і висоти однорічних культур у 2020 році, який відзначався тривалим бездошовим і холодним періодом протягом перших місяців весняного періоду, що дозволяє зробити висновок про значний вплив метеорологічних умов на процеси формування рослин лісових культур тополі.

Результати проведених досліджень показують, що на викуваних чорноземах Лісостепу успішність створення лісових культур тополі залежить від вдалого вибору сорту, що підтверджують також результати досліджень низки інших науковців [11, 13, 15]. З досліджуваних нами культиварів на викуваних чорноземах доцільно вирощувати культивар 'Дорскамп' і тополю Торопогрицького.

## **Висновки.**

1. Трирічні дослідження особливостей створення лісових культур тополі однорічними живцями на вилугуваних чорноземах Правобережного Лісостепу вказують, що за створення культур восени відсоток укорінення живців зростає зі збільшенням їх довжини: у сорту він становив у сорту 'Дорскамп' – від 55,8 до 78,9%, у 'І- 45/51' – від 53,1 до 70,6%, у культивару 'Робуста' – від 62,3 до 65,1% і у тополі Торопогрицького – від 52,8 до 86,1%. За створення лісових культур тополі навесні укоріненість живців від їхньої довжини майже відсутня. Вона становила: у культивару 'Робуста' – від 51,7 до 61,9%, в живців 'І-45/51' – від 40,4 до 56,9%, у 'Дорскамп' – від 67,3 до 85,2 %, а у тополі Торопогрицького – від 39,9 до 60,7% і.

2. Найбільшу висоту однорічних лісових культур, за їх створення восени, мали саджанці тополі Торопогрицького. Вона становила 178,4 см (живці 20 см), 188,7 см (живці 25 см) і 197,0 см (живці 30 см). Середня висота культивару 'Робуста' при цьому становила 148,1–161,8 см, 'Дорскамп' – 158,2–170,3 см, а сорту 'І-45/51' – 145,2–153,8 см. При створенні лісових культур тополі навесні найбільша висота була у рослин сорту 'Дорскамп' – від 193,8 до 197,9 см. Висота однорічних культур тополі Торопогрицького змінювалася в межах 151,2–173,5 см, сорту 'Робуста' – 131,9–149,1 см, сорту 'І-45/51' – 122,4–128,3 см. При цьому сорти 'І-45/51' і 'Робуста' мали найбільшу висоту мали рослини, що вирости з живців довжиною 20 см.

3. За осіннього створення лісових культур тополі, середня маса рослин культивару 'Дорскамп' корелювала з розмірами живця і становила від 0,35 до 0,56 кг. У культиварів 'Робуста' й 'І-45/51' теж маса живців прямо залежала від довжини живців і становила 0,42–0,50 та 0,41–0,49 кг відповідно. У тополі Торопогрицького найбільшою масою (0,44 кг) відзначалися рослини з найкоротших живців. За створення лісових культур тополі навесні найбільшою масою однорічних рослин (0,44 кг) також відзначався культивар 'Дорскамп', але за використання 20 см живців. Рослини культивару 'Робуста' приблизно однаково важили (0,24-0,27 кг) за всіх варіантів довжини живця. Найбільша маса рослин тополі Торопогрицького та 'І-45/51' виявилася у варіанті з живців завдовжки 30 см – 0,41 та 0,31 кг відповідно.

4. Досліджувані сорти тополі по різному реагують як на ґрунтово-кліматичні умови, так і на застосування окремих агротехнічних заходів (сезон створення лісових культур, розміри живців тощо). На вилугуваних чорноземах Правобережного Лісостепу, в першу чергу, доцільно висаджувати тополлю Торопогрицького і 'Дорскамп'. При цьому культури тополі Торопогрицького слід створювати восени живцями довжиною 30 см, а 'Дорскамп' – навесні 20 см живцями. Оптимальний термін створення насаджень сортів 'Робуста' й 'І-45/51' – пізня осінь, а довжина живців – 20 см.

## Список літератури (References)

1. Бордусь О. О., Фучило Я. Д., Іванюк І. Д. Ріст і продуктивність маточних плантацій тополі за різної висоти зрізання пагонів. Новітні агротехнології. 2021. № 9. <https://doi.org/10.21498/na.9.2021.261719> [Bordus O. O., Fuchylo Ya. D., Ivanyuk I. D. Growth and productivity of poplar mother plantations at different heights of cutting shoots. Latest agricultural technologies. 2021. No. 9] (in Ukrainian).
2. Гументик М.Я., Радейко Б.М., Фучило Я.Д. та ін. Вирощування біоенергетичних культур: монографія // За редакцією к.с.-г. наук, М.Я. Гументика. К.: ЦП «Компринт», 2018. 178 с. [Humentyk M.Ya., Radeyko B.M., Fuchylo Ya.D. et al. Growing bioenergy crops: monograph // Edited by Candidate of Agricultural Sciences, M.Ya. Gumentyk. Kyiv: Comprint Publishing House, 2018. 178 p.] (in Ukrainian).
3. Дебринюк Ю.М., Фучило Я.Д., Гузь М.М. Плантаційне лісовирощування: навч. посібник. Львів: Галицька видавнича спілка, 2020. 436 с. [Debrynyuk Yu.M., Fuchylo Ya.D., Guz M.M. Plantation forestry: a manual. Lviv: Galician Publishing Union, 2020. 436 p.]
4. Дебринюк Ю.М., Фучило Я.Д. Плантаційні лісові насадження в Україні: концептуальні засади, ресурсний потенціал та енергетичне використання: монографія. Львів: Галицька видавнича спілка, 2020. 504 с. [Debrynyuk Yu.M., Fuchylo Ya.D. Plantation forests in Ukraine: conceptual principles, resource potential and energy use: monograph. Lviv: Galician Publishing Union, 2020. 504 p.] (in Ukrainian).
5. Концепція виробництва і використання біопалива в Україні / М.В. Роїк, О.М. Ганженко, В.І. Кравчук, В.М. Сінченко, М.Я. Гументик, Я.Д. Фучило, В.В. Іваніна, А.В. Фурса. Електрон. вид. Київ: ІБКіЦБ НААН, 2025. 83 с. [Concept of biofuel production and use in Ukraine / M.V. Roik, O.M. Ganzhenko, V.I. Kravchuk, V.M. Sinchenko, M.Ya. Gumentyk, Ya.D. Fuchylo, V.V. Ivanina, A.V. Fursa. Electronic. ed. Kyiv: IBKiCB NAAS, 2025. 83 p.] (in Ukrainian).
6. Методологія дослідження енергетичних плантацій верб і тополь: монографія / за ред. члена-кореспондента НААН В.М. Сінченка / [Я.Д. Фучило, В.М. Сінченко, О.М. Ганженко, М.Я. Гументик та ін.]. К.: ТОВ «ЦП «Компринт», 2018. 137 с. [Methodology for studying energy plantations of willows and poplars: monograph / edited by corresponding member of NAAS V.M. Sinchenko / [Ya.D. Fuchylo, V.M. Sinchenko, O.M. Ganzhenko, M.Ya. Humentyk, etc.] (in Ukrainian).
7. Фучило Я.Д. Плантаційне лісовирощування: теорія, практика, перспективи. К.: Логос, 2011. 464 с. [Fuchylo Ya.D. Plantation afforestation: theory, practice, prospects. Kyiv: Logos, 2011. 464 p.] Kyiv: ООО "Central Publishing House "Komprint", 2018. 137 p.] (in Ukrainian).
8. Фучило Я.Д., Літвін В.М., Сбитна М.В. Біологічні, екологічні та технологічні аспекти плантаційного вирощування тополі в умовах Київського Полісся. К.: Логос, 2012. 214 с. [Fuchylo Ya.D., Litvin V.M., Sbytna M.V. Biological, ecological and technological aspects of poplar plantation cultivation in the conditions of Kyiv Polissya. Kyiv: Logos, 2012. 214 p.] (in Ukrainian).
9. Фучило Я.Д., Дебринюк Ю.М., Бровко Ф.М., Гайда Ю.І., Сбитна М.В., Фучило Д.Я. Плантаційне лісовирощування промислового і енергетичного призначення: концептуальні засади, технологічні особливості та перспективи: Монографія. – К.: ТОВ «ЦП «Компринт», 2018. – 321 с. [Fuchylo Ya.D., Debrynyuk Yu.M., Brovko F.M., Gaida Yu.I., Sbytna M.V., Fuchylo D.Ya. Plantation afforestation for industrial and energy purposes: conceptual principles, technological features and prospects: Monograph. – K.: ООО "CP "Komprint", 2018. – 321 p.] (in Ukrainian).

10. Фучило Я. Д., Лис Н. М., Ткачук Н. Л., Соловка В. І. Ріст і продуктивність енергетичних плантацій тополі в умовах Прикарпаття // Новітні агротехнології, 2019, 7 [http://plant.gov.ua/sites/default/files/rosl-vo\\_-\\_fuchylo\\_-\\_verstka\\_-\\_gotovo\\_-\\_bez\\_doi.pdf](http://plant.gov.ua/sites/default/files/rosl-vo_-_fuchylo_-_verstka_-_gotovo_-_bez_doi.pdf) [Fuchylo Ya. D., Lys N. M., Tkachuk N. L., Solovka V. I. Growth and productivity of energy poplar plantations in the conditions of the Carpathian region // New agricultural technologies, 2019, 7] (in Ukrainian).

11. Broeckx, L. S., Vanbeveren, S. P., Verlinden, M. S., & Ceulemans, R. (2015). First vs. second rotation of a poplar short rotation coppice: Leaf area development, light interception and radiation use efficiency. *iForest – Biogeosciences and Forestry*, 8(5), 565.

12. Miller, R. O., Bender, B. A., Irving, P. N., & Zuidema, K. T. (2016, September 13–16). Common short rotation poplar growth patterns observed in ten trials over 18 years in Michigan, USA [Conference presentation]. 25th International Poplar Symposium, Berlin, Germany.

13. Spinelli R., Natti C., Magagnotti N. Harvesting short-rotation poplar plantations for biomass production. *Croatian Journal of Forest Engineering*. 29.2 (2008): 129-139.

14. Volk T. A., Berguson B, Daly C. et al. Poplar and shrub willow energy crops in the United States: field trial results from the multiyear regional feedstock partnership and yield potential maps based on the PRISM-ELM model. *Global Change Biology Bioenergy*. 2018. Vol. 10, Iss. 10. P. 735–751

arly Rooting of Dormant Hardwood Cuttings of Populus. *Silvae Genetica* 55, 4–5 (2006). 169-182.

**O. O. Bordus<sup>1</sup>, I. D. Ivanyuk<sup>2</sup>, Ya. D. Fuchylo<sup>2,3</sup>,  
N. S. Zatserkovna<sup>3</sup>, O. M. Kopyshynska<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Bila Tserkva National Agricultural University, Bila Tserkva, Kyiv region, Ukraine*

<sup>2</sup>*Malyna Vocational College, Hamarnya village, Zhytomyr region, Ukraine*

<sup>3</sup>*Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet, NAAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

## **CREATION OF POPLAR FOREST PLANTATIONS WITH UNROOTED CUTTINGS ON LEACHED CHERONEZEMS OF RIGHT-BANK FOREST-STEPPE OF UKRAINE**

**Abstract.** *The results of three-year studies of the influence of poplar cutting sizes and planting season on their rooting and growth during the first year on leached chernozems of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine are presented. One-year cuttings 20, 25 and 30 cm long were used, which were planted in two terms: late November and mid-April. It was established that with the first planting option, cuttings 30 cm long took root the most: in the 'Dorskamp' variety – 78.9%, in 'I-45/51' – 70.0%, in 'Robusta' – 65.6%, and in the Toropogritsky poplar – 86.1%. When planted in early April, the highest survival rate of the varieties 'Dorskamp', 'I-45/51' and 'Robusta' was achieved by cuttings 20 cm long. It was 85.2, 56.9 and 61.9%, respectively. In the Toropogritsky poplar, cuttings 30 cm long (60.7%) took root best. One-year-old shoots from cuttings had the greatest height when planted in autumn. In the Toropogritsky poplar and the 'Dorskamp' variety, with increasing cutting length, it was 178.4, 188.7 and 197.0 cm, respectively, and from 158.2 cm to 170.3 cm. Plants of the 'I-45/51' and 'Robusta' varieties had the greatest height at a length of 20 cm – 153.8 and 161.8 cm, respectively. During spring planting, the highest height was achieved by plants of the 'Dorskamp' variety from cuttings 20 cm long – 197.9 cm. The same data were obtained for the 'I-45/51' and 'Robusta' varieties, but with lower height indicators – 128.3 and 149.1 cm, respectively, and in the Toropogritsky poplar the highest height was achieved by using cuttings 30 cm long – 173.5 cm. The fresh weight of annual*

*poplar plants during autumn planting was mostly greater than during spring planting. The heaviest were plants of the 'Dorskamp' variety from cuttings 30 cm long – 0.56 kg. Plants of the 'Robusta' and 'I-45/51' varieties were somewhat lighter – 0.50 and 0.49 kg, respectively. In the Toropogritsky poplar, seedlings from the shortest cuttings had the greatest weight – 0.44 kg. During spring planting, the greatest mass (0.44 kg) was in the 'Dorskamp' cultivar using 20 cm cuttings. Annual plants of the 'Robusta' variety differed little in mass with different lengths of cuttings. In the Toropogritsky poplar and the 'I-45/51' variety, the greatest mass was in plants with the longest cuttings – 0.41 and 0.31 kg, respectively. To create poplar forest crops in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine, it is advisable to use, first of all, the 'Dorskamp' variety and the Toropogritsky poplar. In this case, the first of them should be planted in spring with cuttings 20 cm long, and the Toropogritsky poplar – in autumn with cuttings 30 cm long. Cuttings 'I-45/51' and 'Robusta' should be planted in autumn with a length of 20 cm.*

**Key words:** *Populus L., 'Dorskamp', 'I-45/51', 'Robusta', Toropogritskyi poplar, lignified cuttings, planting season, rooting, seedling height, plant mass.*

## ЗНАЧЕННЯ ЛІСОВИХ НАСАДЖЕНЬ У РЕГУЛЮВАННІ МІГРАЦІЇ РАДІОНУКЛІДІВ У ВОДОЗБОРАХ

У статті представлено результати дослідження просторової міграції радіонукліда <sup>137</sup>Cs у лісоаграрних ландшафтах басейну річки Норин із використанням басейнового підходу. Встановлено, що гідроморфометричні параметри малих приток, зокрема протяжністю від 6,5 до 39 км і глибиною 0,10–0,80 м та швидкістю течії 0,11–0,36 м·с<sup>-2</sup>, визначають інтенсивність перенесення завислих часток і радіоцезію. Показано, що збільшення площі лісів із 245,08 до 266 км<sup>2</sup> та підвищення лісистості ріллі з 0,3% до 6,0% зменшує поверхневий стік з 7,6·10<sup>7</sup> до 4,5·10<sup>7</sup> м<sup>3</sup>. Модуль водної ерозії при цьому знижується з 3,7 до 0,4 т·га<sup>-1</sup>·рік<sup>-1</sup>. Унаслідок цього річна міграція <sup>137</sup>Cs зменшується більш ніж у 100 разів – від 46·10<sup>11</sup> Бк·рік<sup>-1</sup> до 32·10<sup>8</sup> Бк·рік<sup>-1</sup>. Отримані результати підтверджують ключову роль лісових насаджень як природних фільтрів, що стримують горизонтальне перенесення радіонуклідів і забезпечують радіоекологічну стабільність водозбірних систем Полісся.

**Ключові слова:** <sup>137</sup>Cs, радіонукліди, просторове перенесення, лісоаграрні ландшафти, басейновий підхід, поверхневий стік, водно-ерозійні процеси, лісові насадження, геохімічні бар'єри, міграція забруднювачів.

**Вступ.** Радіоактивне забруднення Житомирського Полісся після аварії на Чорнобильській АЕС спричинило глибокі екологічні наслідки. У результаті радіонуклідного опадів з господарського обігу було вилучено близько 26 тис. га сільськогосподарських угідь, віднесених до категорії радіаційно небезпечних земель [3 с. 23]. Найбільш поширеним і екологічно значущим радіонуклідом у ґрунтах регіону є <sup>137</sup>Cs, що надходив на поверхню землі із атмосферними опадами у перші дні після катастрофи [1 с. 123].

Поверхневий стік, зокрема талий і дощовий, відіграє визначальну роль у перерозподілі техногенних забруднювачів у межах водозборів. Саме він формує потоки речовин та енергії в ландшафті, впливає на інтенсивність міграційних процесів і відображає загальний стан ландшафтно-гідрологічної системи.

---

<sup>1</sup>Буднік Ігор Петрович, канд. с.-г. наук, завідувач кафедри лісівництва та захисту лісу. E-mail: [budniki@ukr.net](mailto:budniki@ukr.net); <https://orcid.org/0000-0003-39478274>;

<sup>1</sup>Печенюк Євгеній Петрович, викладач спеціаліст. E-mail: [kotugor1989@ukr.net](mailto:kotugor1989@ukr.net); <https://orcid.org/0000-0002-9985-7119>;

<sup>1</sup>Федьович Іван Володимирович, викладач вищої категорії. E-mail: [ifedovich@gmail.com](mailto:ifedovich@gmail.com); <https://orcid.org/0000-0003-3763-7905>;

<sup>2</sup>Піциль Андрій Орестович, канд. с.-г. наук, доцент. E-mail: [pitsil.uk@gmail.com](mailto:pitsil.uk@gmail.com); <https://orcid.org/0000-0002-0962-574X>.

У цьому контексті дослідження були спрямовані на:

- визначення питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  та щільності радіоактивного забруднення ґрунтів уздовж улоговин;
- аналіз гідрологічних характеристик річок Полісся на прикладі басейну р. Норин;
- оцінку ролі лісових насаджень у горизонтальному перерозподілі техногенних радіонуклідів у межах водозбірних площ.

Отримані результати дозволяють комплексно оцінити вплив радіоактивного забруднення та гідроерозійних процесів на стан ландшафтів Житомирського Полісся та визначити чинники, що формують сучасні міграційні потоки радіонуклідів у водозбірних системах.

*Об'єктом дослідження* виступають процеси просторової міграції радіонукліда  $^{137}\text{Cs}$  у ґрунтовому покриві лісоаграрних ландшафтів, зокрема уздовж ліній поверхневого стоку, що формуються на різних типах землекористування водозборів річкових басейнів Житомирського Полісся.

*Предметом дослідження* є кількісні та якісні характеристики міграційних потоків  $^{137}\text{Cs}$  у ландшафтах Полісся.

*Метою* проведених досліджень є визначення особливостей процесів горизонтальної міграції  $^{137}\text{Cs}$  з різних угідь лісоаграрних ландшафтів у басейнах річок Житомирського Полісся та обґрунтування екологічно безпечних способів його регулювання.

Для досягнення поставленої мети вирішувалися такі *завдання*:

- визначено кількісні параметри просторової міграції  $^{137}\text{Cs}$  уздовж улоговин на різних типах угідь та здійснено їх імовірнісну оцінку;
- експериментально досліджено вплив лісових насаджень на розвиток ґрунтово-гідрологічних процесів і масштаби винесення хімічних і біогенних речовин із водозбірних територій;
- встановлено напрями ефективного та екологічно безпечного регулювання просторової міграції радіонуклідів шляхом збереження й розширення площ лісових масивів, полезахисних лісових смуг та інших природних фільтраційних бар'єрів.

*Наукова новизна одержаних результатів* полягає у встановленні закономірностей просторової міграції радіонуклідів уздовж улоговин, виявленню ролі структурної організації агроландшафтів у формуванні потоків  $^{137}\text{Cs}$  у ґрунтовому середовищі. Отримані дані доповнюють сучасні уявлення про механізми переміщення радіонуклідів у лісоаграрних ландшафтах і можуть слугувати основою для розроблення природоохоронних заходів на територіях радіаційного забруднення.

**Матеріал і методи дослідження.** Базовим принципом досліджень було застосування басейнового підходу, що дозволяє комплексно аналізувати процеси міграції речовин у межах цілісної гідрологічної системи.

Особливу увагу зосереджено на трьох ключових компонентах екосистеми: воді, ґрунтовому покриві як базисному елементі агроландшафтів та лісовим насадженням, що істотно впливають на характер поверхневого стоку та просторову трансформацію забруднювачів.

У ході роботи застосовувалися загальноприйняті методи:

- ландшафтно-маршрутні обстеження,
- експериментальні роботи,
- польові вимірювання,
- лабораторні фізичні, хімічні та радіологічні аналізи.

Методичною основою досліджень було визначення характеристик поверхневого стоку та факторів, що зумовлюють його формування вздовж схилу – від вододільної ділянки до водозливу (кінцевого створу) та в зоні його поширення. Це дозволило простежити зміни інтенсивності та напрямів міграції радіонуклідів уздовж профілю улоговини.

Дослідження проводилися на прикладі двох елементарних водозборів у Народицькому районі – «Радча» та «Отруби», які відзначаються різною структурою землекористування й рівнем лісистості. На цих територіях вивчено динаміку та просторово-горизонтальну міграцію основного радіонукліда забруднення –  $^{137}\text{Cs}$ , що переміщується зі змитим ґрунтом та поверхневими талими й дощовими водами.

Відбір ґрунтових зразків здійснювався методом «конверта» з орного шару (0–20 см) дерново-середньопідзолистих супіщаних ґрунтів уздовж усієї улоговини – від її верхньої, польової частини (вершина водозбору) до ділянок у різній віддаленості від лісосмуги. Додатково зразки відбиралися у частині шлейфу акумуляції за лісовою смугою відповідно до вимог ДСТУ 4287:2004.

У відібраних ґрунтових пробах проводили комплекс фізичних, фізико-хімічних, хімічних та радіологічних аналізів за стандартними методиками в акредитованих лабораторіях.

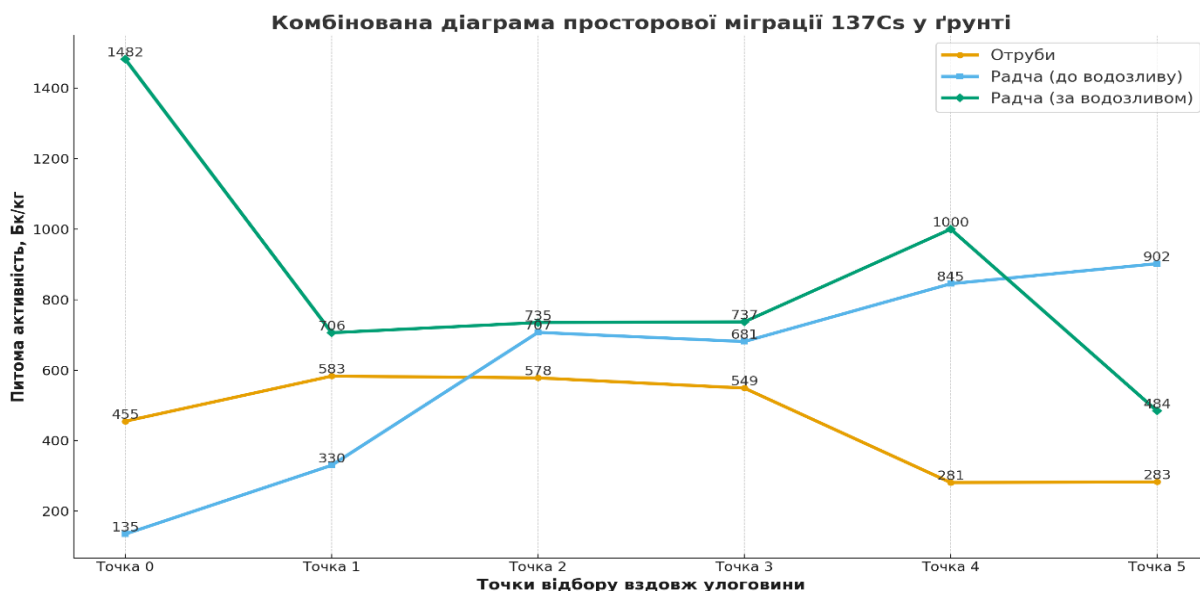
**Аналіз літературних джерел.** Проблеми вивчення процесів міграції радіонуклідів у природних та агроландшафтних системах уже багато років перебувають у центрі уваги науковців [6, с. 35; 8, с. 134]. Переміщення полютантів у межах ландшафтів підпорядковується загальним закономірностям формування потоків речовин і визначається поєднанням геоморфологічних (улоговини, крутість та експозиція схилів) і біофізичних чинників, зокрема дією природних та штучних бар'єрів – захисних лісових насаджень, лісових масивів, гідротехнічних споруд тощо. Усі потокові процеси в ландшафтних системах

функціонують у взаємозв'язку зі структурою території та зрештою «замикаються» в басейнах гідрологічної мережі [1, с. 15; 2, с. 24; 3, с. 49].

Експериментальні дані багатьох авторів підтверджують, що ерозійно-гідрологічні процеси відіграють вирішальну роль у перетворенні природно-територіальних комплексів, зумовлюючи перерозподіл речовин і зміну фізико-хімічних властивостей ґрунтів [4, с. 35; 6, с. 154; 2, с. 53].

Попри значну кількість досліджень, присвячених особливостям міграції й акумуляції хімічних елементів у ґрунтовому покриві України, питання горизонтальної міграції радіонуклідів та особливо їх поведінки в системі «ґрунт – рослина» у контексті застосування лісових насаджень як природних геохімічних бар'єрів залишаються вивченими недостатньо. Брак таких даних у науковій літературі актуалізує потребу в поглиблених дослідженнях, особливо для територій Полісся, які зазнали істотного радіоактивного забруднення.

**Результати досліджень.** Аналіз експериментальних даних засвідчив, що зміни концентрації забруднювальних речовин уздовж улоговин мають хвилеподібний, періодичний характер. Водночас у всіх досліджених випадках простежується чітка закономірність: найвища інтенсивність акумуляції радіонуклідів характерна для ділянок, де спостерігається концентрація рідкого стоку та відкладення твердої фази, особливо в зонах, безпосередньо пов'язаних із лісовими насадженнями.



**Рис. 1. Щільність забруднення ґрунту  $^{137}\text{Cs}$  у водозборах лісоаграрних ландшафтів**

Комбінована діаграма, яка відображає зміну питомої активності  $^{137}\text{Cs}$  уздовж улоговин водозборів «Отруби», «Радча» (до водозливу) та «Радча» (за водозливом), дозволяє всебічно охарактеризувати особливості горизонтальної

міграції радіоцезію в лісоаграрних ландшафтах Житомирського Полісся. Аналіз графічних даних показує, що перерозподіл радіонукліда має виразно нерівномірний характер і визначається поєднанням рельєфних особливостей, структури угідь та впливом лісових насаджень, які функціонують як природні фільтраційні бар'єри.

У водозборі «Отруби» рівень забруднення варіює в межах від 455 до 583 Бк/кг у верхній частині улоговини, після чого спостерігається поступове зниження активності до 281–283 Бк/кг. Така динаміка вказує на слабшу здатність ландшафту до акумуляції радіонуклідів, що є характерним для осушених територій, де інтенсивність транзиту поверхневого стоку зростає, а природні механізми сорбції й затримання забруднювачів послаблюються. У цьому водозборі немає чітко виражених зон акумуляції, що підтверджує домінування процесів виносу порівняно з процесами нагромадження.

На відміну від цього, у водозборі «Радча» (до водозливу) спостерігається послідовне зростання рівня радіоактивного забруднення вздовж улоговини – від 135 Бк/кг на польовій частині до 902 Бк/кг у зоні лісосмуги. Зростання активності на кожному наступному відрізку схилу є свідченням посилення акумулятивних процесів. Найвищі значення у лісовій смугі пояснюються здатністю деревних насаджень значно зменшувати швидкість поверхневого стоку, збільшувати шорсткість поверхні та створювати умови для затримання завислих часток, на яких адсорбований  $^{137}\text{Cs}$ . Таким чином, лісові масиви відіграють ключову роль у формуванні локальних осередків накопичення радіонуклідів у структурі агроландшафту.

У водозборі «Радча» (за водозливом), що розташований у зоні відчуження, рівні активності є найвищими серед усіх досліджених об'єктів. Уже в точці, що позначає вершину улоговини, активність становить 1482 Бк/кг, що пов'язано з наявністю первинних випадінь паливних часток після аварії на ЧАЕС. Подальше зниження активності до рівня 706–737 Бк/кг у середній частині улоговини пов'язане зі стабілізацією процесів міграції та частковою фіксацією радіонуклідів у ґрунтовому профілі. Проте в зоні акумулятивного шлейфу показник знову підвищується до 1000 Бк/кг, що підтверджує загальну закономірність накопичення  $^{137}\text{Cs}$  у нижніх частинах улоговини, де сповільнюється швидкість водного потоку і створюються умови для осадження твердої фази.

Загалом комбінована діаграма демонструє, що поведінка радіоцезію уздовж улоговин визначається не лише інтенсивністю поверхневого стоку, а й структурою ландшафту, зокрема наявністю лісових насаджень, які значною мірою впливають на характер просторових потоків речовин. У всіх трьох водозборах саме лісові смуги є тими ділянками, де відмічається найвища концентрація  $^{137}\text{Cs}$ , що вказує на їхню унікальну здатність затримувати та

фіксувати радіонукліди. Водночас водозбори зі зміненими гідрологічними умовами, як-от осушений водозбір «Отруби», демонструють менш виражені акумулятивні ефекти, що свідчить про знижену природну стабільність таких екосистем та підвищену мобільність забруднювачів.

Таким чином, результати графічного аналізу підтверджують ключову роль лісових насаджень у регулюванні міграції радіонуклідів у лісоаграрних ландшафтах Полісся, а також вказують на необхідність збереження та розширення лісосмуг як природних геохімічних бар'єрів, що забезпечують екологічну стійкість водозбірних систем і сприяють локалізації радіоактивних поллютантів.

Проаналізовано гідроморфометричні показники малих приток річки Норин, які виконують ключову роль у формуванні поверхневого стоку, інтенсивності ерозійних процесів і, відповідно, у міграційних потоках радіонуклідів. Притоки суттєво різняться за протяжністю і глибиною русла, шириною і швидкістю течії та витратою води, що визначає неоднаковий внесок кожної з них у загальну гідрологічну функціональність водозбору. Наприклад, р. Ольшанка, що має найбільшу протяжність (39 км) та значну ширину русла (1,7 м), характеризується помірною швидкістю течії ( $0,12 \text{ м} \cdot \text{с}^{-2}$ ) і витратою  $0,0612 \text{ м}^3$ , що свідчить про її стабілізуючу роль у формуванні стоку середньої інтенсивності. Водночас річка Лезниця, яка має ширину 1,0 м, демонструє найвищу серед малих приток швидкість течії ( $0,36 \text{ м} \cdot \text{с}^{-2}$ ), що створює передумови для активнішого переміщення завислих часток і, відповідно, збільшення горизонтальних потоків речовини, у тому числі радіоцезію.

Річка Мощаниця, незважаючи на відносно невелику глибину (0,35 м), має одну з найбільших витрат води –  $0,0952 \text{ м}^3$ , що вказує на її вагомий роль у сумарному виносі речовин із водозбірної площі. Притоки з меншою шириною русла, як-от Веледники або Хайчанка, демонструють нижчі витрати та помірну швидкість течії, що обмежує амплітуду перенесення радіонуклідів і характерне для менш ерозійно активних ділянок.

У табл. 1 наведено порівняння двох моделей функціонування басейну річки Норин – у межах типового агроландшафту та прогнозованого лісоаграрного ландшафту зі збільшеною площею лісових насаджень. Обидва варіанти мають однакову площу, однак майже на  $21 \text{ км}^2$  різняться за площею лісів, що дозволяє оцінити вплив збільшення лісистості на гідрологічні процеси. Зростання площі лісових масивів з  $245,08$  до  $266 \text{ км}^2$ , а також збільшення площ захисних лісових насаджень із  $1,1$  до  $2,1 \text{ км}^2$  приводить до суттєвого підвищення показника лісистості ріллі – із  $0,3\%$  до  $6,0\%$ .

Розрахункові значення свідчать, що збільшення лісистості басейну призводить до різкого зменшення поверхневого стоку – з  $7,6 \cdot 10^7 \text{ м}^3$  до  $4,5 \cdot 10^7 \text{ м}^3$

на рік, що пояснюється як збільшенням фільтраційної здатності ґрунту під лісом, так і зменшенням площ ерозійно нестійких відкритих ділянок.

Таблиця 1

**Оцінка потоків  $^{137}\text{Cs}$  у басейні річки Норин**

Показники	Агроландшафт	Лісоаграрний ландшафт (прогноз)
Площа, км <sup>2</sup>	811,89	811,89
Ліс, км <sup>2</sup>	245,08	266
в т.ч. ЗЛН, км <sup>2</sup>	1,1	2,1
Лісистість ріллі, %	0,3	6,0
Поверхневий стік, м <sup>3</sup>	$7,6 \cdot 10^7$	$4,5 \cdot 10^7$
Модуль водної ерозії, т·га <sup>-1</sup> ·рік <sup>-1</sup>	3,7	0,4
Міграція радіоцезію, Бк·рік <sup>-1</sup>	$46 \cdot 10^{11}$	$32 \cdot 10^8$

Зменшення поверхневого стоку супроводжується відповідним зниженням модулю водної ерозії – з 3,7 до 0,4 т·га<sup>-1</sup>·рік<sup>-1</sup>, що свідчить про майже десятикратне зменшення інтенсивності змиву ґрунту.

Зниження ерозійних процесів має вирішальне значення для регулювання потоків  $^{137}\text{Cs}$ . У середовищах з високою лісистістю значна частка радіоцезію фіксується кореновими системами дерев, підстилкою та органічними горизонтами ґрунту, що зменшує його винос із водозбору. У представлених розрахунках це знаходить чітке підтвердження: у агроландшафті міграція радіоцезію становить  $46 \cdot 10^{11}$  Бк·рік<sup>-1</sup>, тоді як у прогнозованому лісоаграрному варіанті – лише  $32 \cdot 10^8$  Бк·рік<sup>-1</sup>, що вказує на різке (понад у 100 разів) зменшення обсягів виносу радіонукліда.

Отже, результати табл. 1 свідчать, що збільшення площі лісових насаджень у басейні річки Норин істотно змінює структуру водного балансу, трансформує потоки поверхневого стоку й радикально зменшує інтенсивність водно-ерозійних процесів. Це, у свою чергу, забезпечує значне скорочення горизонтальної міграції  $^{137}\text{Cs}$  і підтверджує ефективність лісових насаджень як природного механізму радіоекологічної стабілізації водозбірних територій.

**Висновки.** Проведені дослідження показали, що просторовий розподіл  $^{137}\text{Cs}$  у лісоаграрних ландшафтах Полісся має виразно нерівномірний характер і тісно пов'язаний із гідрологічними параметрами водозборів.

Результати моделювання потоків у басейні р. Норин свідчать, що збільшення площі лісів із 245,08 км<sup>2</sup> до 266 км<sup>2</sup>, а також подвоєння площі захисних лісових насаджень із 1,1 км<sup>2</sup> до 2,1 км<sup>2</sup>, призводить до істотних змін у гідрологічному режимі території. Лісистість ріллі при цьому зростає з 0,3% до 6,0%, що зумовлює зменшення поверхневого стоку з  $7,6 \cdot 10^7$  м<sup>3</sup> до  $4,5 \cdot 10^7$  м<sup>3</sup> на рік. Одночасно модуль водної ерозії зменшується майже у десять разів – з

3,7 т·га<sup>-1</sup>·рік<sup>-1</sup> до 0,4 т·га<sup>-1</sup>·рік<sup>-1</sup>, що свідчить про різке зниження інтенсивності змиву ґрунту та твердого стоку.

Вплив лісових насаджень на зменшення радіоекологічного навантаження є особливо помітним у показниках річної міграції <sup>137</sup>Cs. У типових агроландшафтах винос радіоцезію сягає 46·10<sup>11</sup> Бк·рік<sup>-1</sup>, тоді як у прогнозованому лісоаграрному варіанті – лише 32·10<sup>8</sup> Бк·рік<sup>-1</sup>, що свідчить про багаторазове (понад у 100 разів) зменшення інтенсивності його перенесення з водозбірної площі. Це підтверджує, що лісові масиви, завдяки своїй здатності уповільнювати поверхневий стік, сприяють сорбції та акумуляції завислих часток і є ключовими природними фільтрами, що суттєво обмежують мобільність радіонуклідів.

Отримані кількісні дані переконливо доводять, що розширення площі лісових насаджень та захисних лісових смуг є ефективним природоохоронним заходом, який дозволяє істотно зменшити масштаби просторової міграції радіонуклідів та запобігти їх накопиченню у ґрунтах прилеглих територій. Подальші дослідження повинні бути спрямовані на вивчення поведінки техногенних забруднювачів у лісоаграрних системах із врахуванням їх токсикологічної дії, а також на удосконалення моделей, здатних прогнозувати екологічні наслідки у регіональному вимірі.

### Список літератури (References)

1. Васенков Г.І., Полищук О.Є. Горизонтальна міграція цезію-137 при водноерозійних процесах // Вісник аграрної науки. К.: 1999. №9. С. 37-39. [Vasenkov G.I., Polishchuk O.E. Horizontal migration of cesium-137 during water erosion processes // Bulletin of Agrarian Science. K.: 1999. No. 9. P. 37-39.] (in Ukrainian).
2. Ивонин В.М. Экология и лесная мелиорация. Новочеркасск: НИМИ, 1988. 99 с. [Ivonin V.M. Ecology and forest reclamation. Novocherkassk: NIMI, 1988. 99 p.] (in Russian).
3. Юхновський В. Ю. Лісоаграрні ландшафти рівнинної України: оптимізація, нормативи, екологічні аспекти. К.: Інститут аграрної економіки, 2003. 273 с. [Yukhnovsky V.Yu. Forest and agricultural landscapes of lowland Ukraine: optimization, standards, ecological aspects. K.: Institute of Agrarian Economy, 2003. 273 p.] (in Ukrainian).
4. Вольфцун И. Б., Крестовский О. И. Экспериментальное изучение трансформации стока талых вод макропонижениями на логах ВНИГЛМ. // Тр. ГГИ. 1960. Вып. 76. С. 56-66. [Volfzun I.B. Krestovsky O.I. Experimental study of the transformation of meltwater runoff by macro-reductions on logs of VNI GLM. // Tr. GGI. 1960. Issue 76. pp. 56-66.] (in Russian).
5. Временные рекомендации по прогнозированию химического состава поверхностных вод с учетом перераспределения стока. Л. : Гидрометеиздат, 1988. 56 с. [Temporary recommendations for forecasting the chemical composition of surface waters taking into account flow redistribution. L.: Gidrometeoizdat, 1988. 56 p.] (in Russian).
6. Гаршинев Е.А., Васенков Г.И. Методические основы моделирования эрозионно-аккумулятивного процесса при стоке талых вод в полевом эксперименте. Науч. тр. ВНИАЛМИ. 1987. Вып 11(90). С. 125 – 132. [Garshinev E.A., Vasenkov G.I. Methodological

foundations of modeling the erosion-accumulative process during meltwater runoff in a field experiment. Science tr. ATTENTION 1987. Issue 11(90). P. 125–132.] (in Russian).

7. Дмитрук Ю. М. Геохімічні особливості ґрунтів агроландшафтів Передкарпаття // Вісн. аграрн. науки. 2005. № 5. С. 51–55. [Yu. M. Dmytruk Geochemical features of the soils of the agrolandscapes of Precarpathia / Yu. M. Dmytruk // Visn. agrarian science 2005. No. 5. P. 51–55.] (in Ukrainian).

8. Зубов О. Р. Закономірності ерозійно-аккумулятивних процесів в лісоаграрному ландшафті балкового водозбору. Меліорація і водне господарство. 2000. Вип. 87. С. 146–153. [Zubov O. R. Patterns of erosion-accumulative processes in the forest-agricultural landscape of the catchment area. Reclamation and water management. 2000. Issue 87. P. 146–153] (in Ukrainian).

9. Стрельченко В.П. Ґрунтово-екологічні основи системи землеробства Полісся України: Автореф. дис. д.с-г.н. К. 1994. 48 с. [Strelchenko V. P. Soil and ecological foundations of systems of agriculture of Polissya, Ukraine: K.: Author's abstract of dissertation. Doctor of Agricultural Sciences. 1994. 48 p.] (in Ukrainian).

**I. P. Budnik<sup>1</sup>, E. P. Pechenyuk<sup>1</sup>, I.V. Fedovich<sup>1</sup>, A. O. Pitsil<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Malyn Vocatioyal College, v. Hamarnia, Zytomyr region, Ukraine

<sup>2</sup>Polissia National University, Ukraine

## **THE ROLE OF FOREST STANDS IN REGULATING RADIONUCLIDE MIGRATION IN THE WATERSHEDS OF POLISSIA**

**Abstract.** *The study presents an assessment of the spatial migration of the radionuclide <sup>137</sup>Cs within the forest-agricultural landscapes of the Noryn River basin using a basin-based analytical approach. The hydromorphometric characteristics of the tributaries, including lengths ranging from 6.5 to 39 km, depths of 0.10–0.80 m, and flow velocities of 0.11–0.36 m·s<sup>-2</sup>, were found to determine the intensity of sediment transport and radionuclide redistribution. Increasing forest area from 245.08 to 266 km<sup>2</sup> and raising field afforestation from 0.3% to 6.0% reduced surface runoff from 7.6·10<sup>7</sup> to 4.5·10<sup>7</sup> m<sup>3</sup>. The erosion modulus decreased from 3.7 to 0.4 t·ha<sup>-1</sup>·yr<sup>-1</sup>, which led to a more than hundredfold reduction in annual <sup>137</sup>Cs migration—from 46·10<sup>11</sup> to 32·10<sup>8</sup> Bq·yr<sup>-1</sup>. The results demonstrate the essential role of forest stands as natural geochemical filters that limit radionuclide transport and enhance the radioecological stability of Polissia's watershed systems.*

**Key words:** <sup>137</sup>Cs, radionuclides, spatial migration, forest–agricultural landscapes, basin approach, surface runoff, water erosion, forest stands, geochemical barriers, pollutant transport, Polissia region, Noryn River watershed.

## ВИДОВИЙ СКЛАД ТА САНІТАРНИЙ СТАН ДЕНДРОФЛОРИ МАЛИНСЬКОГО ФАХОВОГО КОЛЕДЖУ

*У статті представлено результати проведення інвентаризації деревних насаджень на території Малинського фахового коледжу. Зроблено перелік деревостанів за видами, віком, діаметром та висотою, а також здійснено оцінку фітосанітарного стану. За результатами дослідження встановлено, що на території коледжу в досліджуваних деревостанах налічується 1138 інвентарних одиниць, що відносяться до 2 таксонів вищих рослин, 34 родів, 17 родин та 51 виду деревно-чагарникових порід. Наведено перелік домінуючих родин і родів. Встановлено, що найкраще представлені родини Rosaceae, Pinaceae, а кількісно переважають такі види: дуб звичайний, сосна звичайна, ялівець звичайний, туя західна та липа серцелиста. Значна частина насаджень перебуває у задовільному фітосанітарному стані, проте виявлено окремі дерева з ознаками ураження шкідниками та хворобами.*

*Зокрема зафіксовано пошкодження та хвороби різного походження як хвойних, так і листяних порід. Приміром, серед хвойних спостерігалися поодинокі пошкодження хермесами на ялині звичайній та всихання верхівок модрин європейських. Проте найбільше пошкоджень зафіксовано на сосні звичайній, серед яких соснова губка, шютте звичайне, відміні мітли, заселення стовбуровими шкідниками – великим і малим сосновими лубоїдами та сосною смолівкою.*

*Серед листяних порід найбільше пошкоджень виявлено на дубі звичайному, а саме: несправжній та дубовий трутовик, поперечний рак та жолудеві довгоносики. Береза звичайна поодинокі пошкоджена березовою губкою та справжнім трутовиком, омелою білою. На клені гостролистому поширена чорна плямистість листків, а на каштані звичайному – каштанова мінуюча міль.*

**Ключові слова:** інвентаризація, Малинський фаховий коледж, деревні насадження, фітосанітарний стан.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Особливе місце у покращенні стану навколишнього середовища належить зеленим насадженням [2, 6]. Парки багатьох міст та селищ створюють привабливий зовнішній вигляд території, а також підвищують якість життя населення, сприяють покращенню екологічного стану та збереженню природної рівноваги.

---

<sup>1</sup>Карпович Марина Сергіївна, канд. с.-г. наук. E-mail: [marinakarpovich1990@gmail.com](mailto:marinakarpovich1990@gmail.com); <https://orcid.org/0000-0002-4159-5499>;

<sup>1</sup>Вечірко Олеся Петрівна, старший викладач. E-mail: [olesiavechirko@gmail.com](mailto:olesiavechirko@gmail.com); <https://orcid.org/0000-0002-3462-2364>;

<sup>1</sup>Коркуленко Альона Миколаївна, канд. с.-г. наук. E-mail: [alyna\\_k@ukr.net](mailto:alyna_k@ukr.net); <https://orcid.org/0000-0002-1746-5539>.

Площа території Малинського фахового коледжу становить 13,5 га [4]. Освітній заклад розташований на садибі родини Михайла Миклухи, брата відомого мандрівника М. М. Миклухо-Маклая, мати якого переїхала в Україну після смерті чоловіка у 1873 році [11]. Саме сюди у 1931 році переїхав Білорозовицький лісний технікум [7].

Дендрологічний парк закладений у 1939 р. під керівництвом директора Дубовця Миколи Пилиповича з метою озеленення території, створення науково-дослідної бази, розвитку культурно-пізнавальної та соціально-екологічної функцій [3, 7]. Не одне покоління студентів та викладачів, працівників та спонсорів працювало над створенням та розширенням видового різноманіття деревно-чагарникових порід дендропарку. Приміром, до 50-річчя парку під керівництвом Тищенка Василя Гавриловича у 1988 році створена пам'ятна алея каштана звичайного. У 2013 році на чолі з директором Іванюком Ігорем Дмитровичем до 75-річчя парку – алея ялини колючої (сизої) [3]. Також розширюється асортимент деревно-чагарникової рослинності дендропарку під час екологічних акцій, в яких коледж бере активну участь. Так, у ході акції «Озеленення планети» у 2021 році закладено алею шаровидних сакур, а також висаджено саджанці модрини європейської та псевдотсуги Мензіса [3]. У 2024 році під час Всеукраїнської акції «Шевченко єднає Україну» у рамках програми президента «Зелена країна» висаджено 27 дубів, які символізують цілісність території країни, у складі 27 територіальних одиниць України (24 областей та Автономної Республіки Крим, міст Київ та Севастополь) [10], вирощених у лісовому розсаднику на Черкащині із жолудів, зібраних під більш ніж 1000-літнім дубом Шевченка в с. Будище [3, 8]. Алея дубів Шевченка – це алея пам'яті та незламності наших героїв, які віддали своє життя за рідну землю та свободу України.

Нині площа дендропарку Малинського фахового коледжу становить 10 га [3]. Справжньою його окрасою є майже 200-літні велетні – дерева-довгожителі, посаджені ще родиною відомого мандрівника, вченого М. Миклухо-Маклая [7]. Збереження та раціональне використання зелених насаджень у межах навчальних закладів є важливою складовою екологічної політики та благоустрою територій. Деревні насадження виконують не лише естетичну та рекреаційну функції, а й мають значний екологічний вплив на життєдіяльність та самопочуття людей: покращують мікроклімат, знижують рівень шуму, очищують повітря від пилу та шкідливих речовин [1, 6]. Проте з часом зелені насадження зазнають змін під впливом біотичних, абіотичних та антропогенних чинників. Зміна умов довкілля дерев, пошкодження їх комахами та хворобами впливають на ріст та розвиток рослинності .

Відсутність систематичного обліку та контролю за станом насаджень призводять до зниження їх фітосанітарного рівня, втрати біорізноманіття та

естетичної привабливості території. Тому актуальним є проведення інвентаризації деревних насаджень на території Малинського фахового коледжу з метою виявлення видового складу, визначення кількісних і якісних показників, а також оцінки фітосанітарного стану насаджень для подальшого планування заходів з догляду, реконструкції та озеленення.

**Мета дослідження:** проведення інвентаризації деревних насаджень на території Малинського фахового коледжу, визначення їх видового складу, кількісних та якісних характеристик, а також оцінка фітосанітарного стану зелених насаджень.

**Об'єктом дослідження** є деревні насадження на території навчально-дослідних та рекреаційних зон Малинського фахового коледжу.

**Предметом дослідження** є видовий склад деревних насаджень на території Малинського фахового коледжу, їх кількісні та якісні показники.

**Матеріали та методи досліджень.** Інвентаризацію проводили відповідно «Інструкції» [5] в межах території коледжу методом маршрутного обстеження. Обліку підлягали дерева з діаметром стовбура від 16 см і більше, виміряні на висоті 1,3 м від поверхні ґрунту. Кожному дереву присвоювався інвентарний номер, який позначався фарбою водостійкого типу. Дерев з меншим діаметром обліковувалися узагальнено, як молоді насадження, без присвоєння інвентарних номерів, але з урахуванням у загальних статистичних показниках.



**Рис. 1. Інвентаризація дерев парку (фото авторів)**

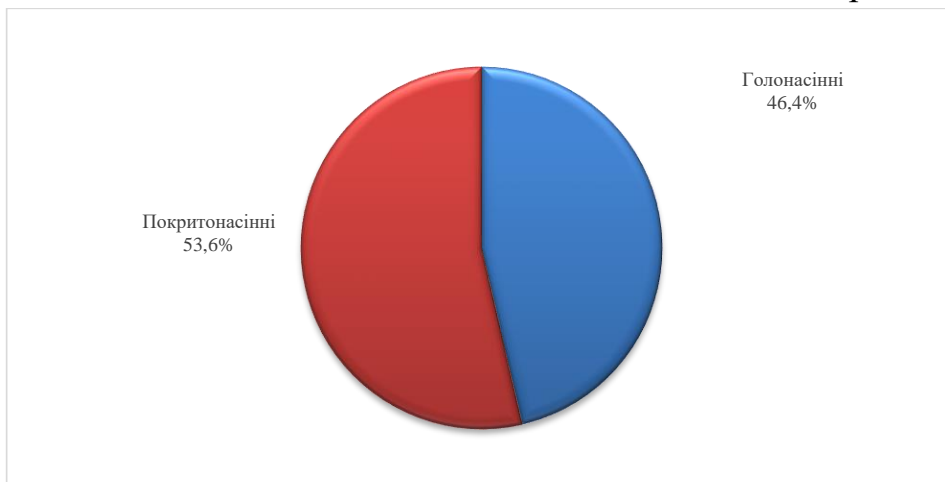
Для кожного дерева визначали видову належність, діаметр стовбура, орієнтовну висоту, стан крони та стовбура, наявність шкідників, грибкових уражень, механічних пошкоджень.

Фітосанітарний стан насаджень визначали візуально за ознаками, вказаними в «Інструкції з інвентаризації зелених насаджень у населених пунктах України» [5]. В основу інвентарного каталогу покладено систему вищих рослин, а саме класифікацію судинних рослин (насіenneвих). Динаміку ураження дерев хворобами різних видів встановлювали візуально за наявністю дупел, плодкових тіл, ракових ран, некрозу тощо.

Інвентаризаційні дані фіксували у польових картках обліку, що містили відомості про інвентарний номер, породу (українську та латинську назви), діаметр і висоту дерева, орієнтовний вік, фітосанітарний стан, характер пошкоджень або ознаки ураження та місце розташування.

**Результати дослідження та їх обговорення.** За підсумками інвентаризації на сьогоднішній день на території Малинського фахового коледжу обліковано згідно вимог 1138 інвентарних одиниць, що відносяться до 51 виду 34 родів 17 родин двох відділів підцарства вищих рослин. Деревостани різного віку, оскільки деякі з них вже росли у маєтку родини М. Миклухи-Маклая [3, 8, 9].

З часом рослини досаджувалися, але загальна реконструкція та інвентаризація не проводилася. У структурі облікованих нами деревостанів виділяється ярусність, оскільки висота дерев коливається від 2 до 37 м. Найвищий ярус утворений кронами дубів, сосен, середній – кленів, туй, ялівців, а чагарниковий ярус утворений ліщиною тощо. Зробивши аналіз переліку інвентарних одиниць, бачимо, що кількісний склад деревних порід складається з 2 таксонів насінневих вищих рослин: голонасінних і покритонасінних, що становлять 46,4 % і 53,6 % відповідно кількості облікованих дерев.



**Рис. 2 Розподіл вищих насінних рослин**

Голонасінні поширені у помірному та субарктичному поясах і характеризуються наявністю насіння й насінного зачатка, які лежать відкрито на лусочках шишок. Покритонасінні складають значно більшу групу насінних рослин, головною особливістю яких є наявність квітки та утворення плоду, що захищає насінину.

Провівши аналіз переліку інвентарних одиниць бачимо, що покритонасінні представлені значно більшою кількістю родин, ніж голонасінні, як-от, 15 і 2 відповідно (табл. 1).

Таблиця 1

**Таксономічний розподіл деревних порід на території  
Малинського фахового коледжу**

Відділ	Родина	Кількість родів	Назви родів	Види
Gymnospermae	Pinaceae	6	Сосна ( <i>Pinus</i> )	<i>Pinus sylvestris</i> L. <i>Pinus nigra</i> ssp. <i>Pallasiana</i> <i>Pinus mugo</i>
			Ялина ( <i>Picea</i> )	<i>Picea abies</i> (L.) <i>Picea canadensis</i> (Moench)
			Ялиця ( <i>Abies</i> )	<i>Abies alba</i> Mill.
			Модрина ( <i>Larix</i> )	<i>Larix decidua</i> Mill. <i>Larix sibirica</i> Ledeb.
			Дугласія ( <i>Pseudotsuga</i> )	<i>Pseudotsuga menziesii</i> (Mirb.)
			Тсуга ( <i>Tsuga</i> )	<i>Tsuga canadensis</i> L.
	Cupressaceae	3	Ялівець ( <i>Juniperus</i> )	<i>Juniperus communis</i> L.
			Кипарисовик ( <i>Chamaecyparis</i> )	<i>Cupressus sempervirens</i> L.
			Туя ( <i>Thuja</i> )	<i>Thuja occidentalis</i> L.
Angiospermae	Oleaceae	1	Ясен ( <i>Fraxinus</i> )	<i>Fraxinus excelsior</i> L.
	Anacardiaceae	1	Сумах ( <i>Rhus</i> )	<i>Rhus typhina</i> L.
	Fabaceae	1	Робінія ( <i>Robinia</i> )	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.
	Fagaceae	2	Бук ( <i>Fagus</i> )	<i>Fagus sylvatica</i> L.
			Дуб ( <i>Quercus</i> )	<i>Quercus robur</i> L. <i>Quercus rubra</i> L.
	Betulaceae	4	Береза ( <i>Betula</i> )	<i>Betula pendula</i> Roth
			Вільха ( <i>Alnus</i> )	<i>Alnus glutinosa</i> L.
			Граб ( <i>Carpinus</i> )	<i>Carpinus betulus</i> L.
			Ліщина ( <i>Corylus</i> )	<i>Corylus colurna</i> L.
	Juglandaceae	1	Горіх ( <i>Juglans</i> )	<i>Juglans regia</i> L.
	Salicaceae	2	Верба ( <i>Salix</i> )	<i>Salix fragilis</i> L. <i>Salix matsudana</i>
			Тополя ( <i>Populus</i> )	<i>Populus tremula</i> L.
	Sapindaceae	2	Клен (Acer)	<i>Acer platanoides</i> L. <i>Acer tataricum</i> L. <i>Acer pseudoplatanus</i> <i>Acer negundo</i> L.
			Гіркокаштан (Aesculus)	<i>Aesculus hippocastanum</i> L.
			5	Глід ( <i>Crataegus</i> )
Горобина (Sorbus)				<i>Sorbus aucuparia</i> L.
Груша ( <i>Pyrus</i> )				<i>Pyrus communis</i> L.

<i>Rosaceae</i>		Яблуня ( <i>Malus</i> )	<i>Malus domestica</i> Borkh. <i>Malus sylvestris</i> Mill.
		Слива ( <i>Prunus</i> )	<i>Prunus serotina</i> Ehrh.
			<i>Prunus domestica</i> L.
			<i>Prunus cerasus</i> L.
			<i>Prunus armeniaca</i> L.
			<i>Prunus avium</i> L.
		<i>Prunus cerasifera</i> Ehrh.	
<i>Juglandaceae</i>	1	Горіх ( <i>Juglans</i> )	<i>Juglans regia</i> L.
<i>Malvaceae</i>	1	Липа ( <i>Tilia</i> )	<i>Tilia cordata</i> Mill.
<i>Bignobiaceae</i>	1	Катальпа ( <i>Catalpa</i> )	<i>Catalpa bignonioides</i> Walt.
<i>Moraceae</i>	1	Шовковиця ( <i>Morus</i> )	<i>Morus nigra</i> L.
<i>Ulmaceae</i>	1	Вяз ( <i>Ulmus</i> )	<i>Ulmus laevis</i> Pall.
<i>Celastraceae</i>	1	Бруслина ( <i>Euonymus</i> )	<i>Euonymus europaeus</i> L.

Встановлено, що *Gymnospermae* представлені родинами *Pinaceae* та *Gupresaceae*, 6 і 3 родами відповідно. Серед *Angiospermae* родина *Rosaceae* – 5 видами, *Betulaceae* – 4, *Fagaceae*, *Salicaceae* і *Sapindaceae* – 2, а решта родин – по одному виду. Доведено, що серед таксонів виділяються 8 домінуючих родин із кількістю інвентарних одиниць більше 30 (табл. 2).

Зробивши порівняльний аналіз табл. 2 та рис. 2 бачимо, що показники процентного відношення таксону *Gymnospermae* повністю співпадають, а *Angiospermae* – різняться, бо решта родин, що відсутні в табл. 2 представлені кількістю інвентарних одиниць меншою 30 і становлять 5,2 % від загальної кількості інвентарних одиниць.

Таблиця 2

#### Домінуючі родини дендрофлори території Малинського фахового коледжу

Родина	Кількість інвентарних одиниць	Частка від загальної кількості інвентарних одиниць, %	Частка таксону від загальної кількості інвентарних одиниць, %
<i>Cupressaceae</i>	267	23,4	46,4%
<i>Pinaceae</i>	262	23	
<i>Fagaceae</i>	154	13,5	48,4%
<i>Malvaceae</i>	118	10,4	
<i>Sapindaceae</i>	93	8,1	
<i>Rosaceae</i>	83	7,1	
<i>Betulaceae</i>	67	5,9	
<i>Anacardiaceae</i>	39	3,4	

На території парку серед родини *Pinaceae* найпоширенішою деревною породою є *Pinus sylvestris* L., яка зростає в кількості 145 екз., що становить 12,7 %

від усіх облікованих дерев віком від 22 до 120 років. Серед 154 інвентарних одиниць родини Fagaceae рід *Quercus* представлений у кількості 143 екз., серед яких дуб звичайний – 134 екз., що становить 11,7 % віком від 15 до 160 років. Рослини цього виду ростуть поодинокі та групами. Чисельними також є роди *Juniperus* та *Thuja*, представлені у кількості 110 та 153 одиниць, що становить 9,7% і 13,4% відповідно. Виявлено, що з родини Rosaceae обліковано 5 родів, найпоширенішим з яких є рід *Prunus*, представлений 6 видами.

Також встановлено, що серед родів найбільшою таксономічною різноманітністю виділяються наступні домінуючі роди з кількістю інвентарних одиниць більше 10 (табл. 3).

Таблиця 3

### Домінуючі роди дендрофлори Малинського фахового коледжу

Назва роду	Кількість інвентарних одиниць, штук	Частка від загальної кількості інвентарних одиниць, %
<i>Pinus</i>	153	13,4
<i>Tilia</i>	153	13,4
<i>Quercus</i>	151	13,2
<i>Juniperus</i>	118	10,4
<i>Thuja</i>	110	9,7
<i>Picea</i>	63	5,5
<i>Aesculus</i>	55	4,8
<i>Prunus</i>	53	4,7
<i>Betula</i>	53	4,7
<i>Acer</i>	38	3,3
<i>Larix</i>	30	2,6
<i>Robinia</i>	27	2,4
<i>Abies</i>	15	1,3
<i>Malus</i>	12	1,1
<i>Purus</i>	12	1,1

Найменшою кількістю рослин представлені такі види: сосна кримська – 5 екз., кипарисовик та горобина звичайна – по 4 екз., сосна гірська, бук лісовий, ліщина ведмежа, черешня звичайна, клен татарський та клен-явір – по 3 екз., вільха чорна, верба звичайна, тополя тремтлива, в'яз гладенький та слива звичайна – по 2 екз., тсуга канадська, псевдотсуга Мензіса, верба ламка, верба Матсудана, бруслина європейська, алича звичайна, глід одноматочковий, липа дрібнолиста – по 1 екземпляру.

Також у ході інвентаризації деревних порід на території МФК було оцінено їх фітосанітарний стан. Моніторинг патологічних процесів визначав стан рослин щодо ефективності їх росту, розвитку, а також функціонального значення.

Динаміку відпаду та ураженість деревної рослинності хворобами різних видів та інтенсивності встановлювали за такими ознаками, як механічні пошкодження, наявність плодових тіл, ракових ран, некрозів та дупел. Аналіз фітопатологічного стану дерев, які потрапили до наших спостережень показав, що лише 7 % оглянутих нами дерев були в тому чи іншому ступені уражені шкідливою фіто- та ентомофауною. Про всихання деревостанів свідчили зрідження крони, мала кількість гілок та листя, що світлішало, раніше опадало, пошкодження кори.

Поодинокі були відмічені плодові тіла таких трутових грибів, а саме: несправжнього дубового трутовика (*Fomitiporia robusta* P. Karst.), дуболубного трутовика (*Inonotus dryophilus* (Berk.) Murr.), несправжнього трутовика (*Phellinus igniarius* L.), – на клені, справжнього трутовика (*Fomes fomentarius* L.), – на березі, а також березової (*Piptoporus betulinus* Bull.) та соснової губок (*Phellinus pini* (Fr.) Pil.) на деревах віком 30-50 і 80-100 років відповідно. Паразитуючи на деревах, трутовики завдають їм значної шкоди. Спори, потрапляючи через пошкодження кори (рани, опіки, морозобійні тріщини), руйнують деревину зсередини, яка стає крихкою та ламкою.

Заселення ксилотрофними грибами – звичайний природний процес, проте збільшення частки уражених дерев у парку веде до погіршення їх життєвого стану, ослаблення, зниження стійкості, і як наслідок – до загибелі під час вітровалів та вітроломів.

Заселення стовбуровими шкідниками виявлено на сосні такими видами лубоїдів: соснова смолівка (*Pissodes pini* L.), великий (*Blastophagus piniperda* L.) і малий соснові лубоїди (*Blastophagus minor* L.). Їх личинки та жуки живлячись лубом, порушують життєдіяльність дерев, перериваючи надходження води і поживних речовин до всіх частин їх частин.

До деформації пагонів, пожовтіння хвої та всихання гілок на сосні призводять хермеси, до утворення укорочених гілок з рясним галуженням та недорозвиненим листям – хвороба «відміні мітли», а пожовтіння та опадання хвої – грибкове захворювання «шютте сосни».

Також нами відмічені незначні ураження беріз омелою білою (*Viscum album* L.). Шкідливість її полягає в тому, що погіршується естетичний вигляд території, а гілля, що знаходиться вище місця ураження згодом відмирає та опадає. За нашими даними найбільший відпад дерев відбувається серед середньовікових та перестиглих екземплярів наступних порід (табл. 4).

Як бачимо з табл. 4, на окремих деревах спостерігалися дупла, омела біла, проте з такими патологічними станами дерева можуть жити кілька десятків років.

Дослідження фітосанітарного стану каштанових насаджень показав, що дерева гіркокаштана звичайного щороку вражаються каштановою мінуючою

міллю (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimic), інвазійним шкідником, ефективних засобів боротьби проти якого ще не винайдено.

Таблиця 4

#### Ознаки погіршення фітосанітарного стану насаджень

Порода	Вік, років	кількість, шт.	Ознаки погіршення фітосанітарного стану
Модрина європейська	50	2	Всихання верхівки
Ялина звичайна	70	1	Пошкодження хермесами
Сосна звичайна	95	1	Пошкоджено блискавкою
	80-100	8	Пошкодження сосною губкою, шотте звичайним, відьминими мітлами, лубоїдами – сосною смолівкою
	100	2	Заселення стовбуровими шкідниками: великим і малим сосновими лубоїдами
Дуб звичайний	100-110	8	Дупла, пошкодження жолудевим довгоносиком, дуболюбивим та несправжнім дубовим трутовиками, поперечним раком дуба
Береза повисла	30-50	2	Пошкодження березовою губкою, справжнім трутовиком
	30	1	Виявлено омелу білу
Клен гостролистий	15-20	6	Виявлено чорну плямистість листя, трутовика несправжнього
Каштан звичайний	20	55	Шкідливість каштанової мінуючої молі

Огляд показав (рис. 3), що деревостани розміщені ближче до периметру території, особливо зі сторони проїжджої частини вулиці, входу в коледж, більш уражені шкідниками, раніше скидають листя.

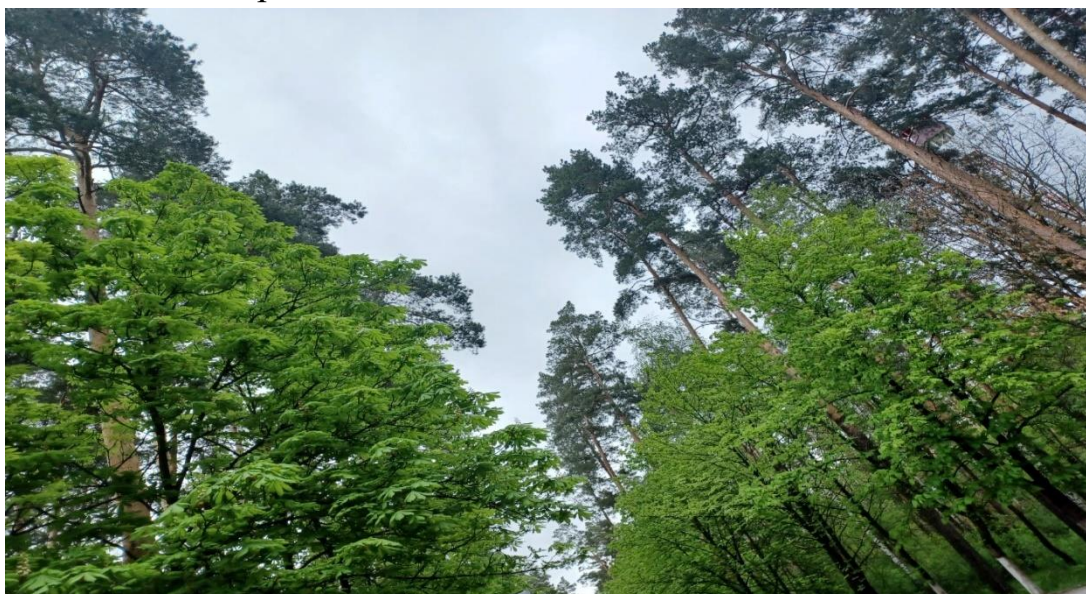


Рис. 3. Стан насаджень навесні (власне фото)

Дерева, починаючи з літа, мають непривабливий естетичний вигляд (рис. 4).



**Рис. 4. Динаміка формування мін гусені мінуючої каштанової молі (власне фото)**

Фітосанітарний стан насаджень оцінено як задовільний. 93 % дерев здорові, але з незначними ознаками нерівномірного росту та розвитку крони, механічними пошкодженнями та дуплами. У незадовільному або аварійному стані перебуває 7 % дерев. Серед них є дуже ослаблені, з викривленими стовбурами, слаборозвинутою короною та сухими гілками. Також наявні механічні пошкодження та дупла.

Основними причинами погіршення стану окремих екземплярів є:

- ураження листяних порід попелицею, борошнистою россою, іржею;
- наявність дереворуйнівних грибів, а саме трутовиків;
- механічні пошкодження внаслідок господарської діяльності;
- ущільнення ґрунту в місцях інтенсивного руху студентів.

#### **Висновки та перспективи подальших наукових пошуків.**

1. У результаті проведеної інвентаризації деревних насаджень на території Малинського фахового коледжу встановлено значне видове різноманіття дендрофлори, що представлена кількістю інвентарних одиниць з діаметром 16 см і вище, у складі 1138 екземплярів деревних порід, які відносяться до 17 родин, 34 родів, 51 виду.

2. Велика кількість родів і родин свідчить про високий рівень біорізноманіття зелених насаджень, що позитивно впливає на стійкість насаджень до шкідників, хвороб і змін довкілля. Таке різноманіття забезпечує не лише екологічну стабільність території, а й підвищує її естетичну привабливість і навчально-пізнавальне значення для студентів коледжу.

3. Серед голонасінних домінують сосна звичайна, ялівець звичайний та туя західна, що становлять 12,7 %, 9,7 % та 13,4 % відповідно до загального числа інвентарних одиниць, серед покритонасінних – дуб звичайний (11,8 %), липа звичайна (10,4 %).

4. Організація комплексних досліджень стану деревних рослин необхідна для реагування на загрози, які виникли в роки глобального потепління та антропогенного впливу.

5. Розглянуто пропозицію щодо проведення етикетування деревних та кущових рослин на території МФК, поповнення сортименту деревно-чагарникових рослин з метою розширення.

### Список літератури (References)

1. Вітенко В. А., Музика Г. І. Інвентаризація деревних насаджень («Ювілейного» парку) охоронної зони національного дендрологічного парку «Софіївка» НАН України та їх фітосанітарний стан. Таврійський науковий вісник № 80 частина 2. С. 56-62. [Vitenko V. A., Muzyka G. I. Inventory of tree plantations ("Jubilee" park) of the protected zone of the National Dendrological Park "Sofiivka" of the NAS of Ukraine and their phytosanitary condition. Tavriiskiyi naukovyi visnyk No. 80 part 2. P. 56-62] (in Ukrainian).

2. Вітенко В. А., Козаченко І. В. Таксономічний склад деревних рослин адміністративної території Уманського національного інституту садівництва. Науковий вісник НЛТУ України. 2013. Вип. 23. С. 36-40. URL: [https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2013/23\\_2/36\\_Wit.pdf](https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2013/23_2/36_Wit.pdf) [Vitenko V. A., Kozachenko I. V. Taxonomic composition of woody plants of the administrative territory of the Uman National Institute of Horticulture. Scientific Bulletin of the NLTU of Ukraine. 2013. Issue. 23. P. 36-40.] (in Ukrainian).

3. Дендропарк МЛТК. Глобальна екологічна акція «Озеленення планети». URL: <https://mltk.co.ua/%D1%96%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F/%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D0%B4%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%BA-%D0%BC%D0%BB%D1%82%D0%BA/> [Dendropark MLTK. Global ecological action "Greening the planet".] (in Ukrainian).

4. Звіт директора Малинського лісотехнічного коледжу Іванюка Ігоря Дмитровича за 2020 рік. URL: [https://mltk.co.ua/wp-content/uploads/2021/01/%D0%97%D0%B2%D1%96%D1%82-%D0%B4%D0%B8%D1%80%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%BE%D1%80\\_2020.pdf](https://mltk.co.ua/wp-content/uploads/2021/01/%D0%97%D0%B2%D1%96%D1%82-%D0%B4%D0%B8%D1%80%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%BE%D1%80_2020.pdf). [Report of the director of the Malyn Forestry College, Ivanyuk Igor Dmytrovych, for 2020.] (in Ukrainian).

5. Інструкція з технічної інвентаризації зелених насаджень у населених пунктах України, затверджена наказом №226 Державного комітету будівництва, архітектури і житлової політики України від 24.12.2001 року. Офіційний вісник України. 2002. №10. с. 223. [Instructions on the technical inventory of green spaces in populated areas of Ukraine, approved by order No. 226 of the State Committee for Construction, Architecture and Housing Policy of Ukraine dated 24.12.2001.] (in Ukrainian).

6. Кучерявий В. П., Кучерявий В. С. Озеленення населених місць: підручник для студентів вищих навчальних закладів. Львів, Видавництво «Новий Світ-2000», 2020. 666 с. [Kucheryavy V. P., Kucheryavy V. S. Greening of populated areas: a textbook for students of higher educational institutions. Lviv, Publishing House «Novyi Svit-2000», 2020. 666 p.] (in Ukrainian).

7. Карпович М. С., Левченко В. Б., Фещенко В. П., Шемет О. І. Історичні аспекти формування Малинського фахового коледжу як науково-освітнянського осередку зони Центрального Полісся Житомирської області. Вісник Малинського фахового коледжу: наукове видання. м. Малин, 2022, випуск 1. 256. С. 7-27. URL: <https://journal.mltk.co.ua/wp-content/uploads/2024/02/karpovych.pdf>

[Karpovich M. S., Levchenko V. B., Feshchenko V. P., Shemet O. I. Historical aspects of the formation of the Malyn Vocational College as a scientific and educational center of the Central Polissya zone of the Zhytomyr region.]. (in Ukrainian).

8. Малинський фаховий коледж. URL: <https://uk.wikipedia.org>. [Malyn applied college] (in Ukrainian).

9. Малинський фаховий коледж – коледжі України. URL <https://osvita.ua> [Malyn applied college – colleges of Ukraine] (in Ukrainian).

10. На Житомирщині пройшла екологічна акція «Шевченко єднає Україну». URL: <https://suspilne.media/zhytomyr/727081-na-zitomirshini-projsla-ekologicna-akcia-sevcenko-ednae-ukrainu/> [An ecological action “Shevchenko unites Ukraine” was held in Zhytomyr region.].

11. Парк імені Миклухи-Маклая. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B0%D1%80%D0%BA\\_%D1%96%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%96\\_%D0%9C%D0%B8%D0%BA%D0%BB%D1%83%D1%85%D0%B8-%D0%9C%D0%B0%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D1%8F](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B0%D1%80%D0%BA_%D1%96%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%96_%D0%9C%D0%B8%D0%BA%D0%BB%D1%83%D1%85%D0%B8-%D0%9C%D0%B0%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D1%8F). [Myklyukho-Maclay Park.] (in Ukrainian).

**M. S. Karpovych<sup>1</sup>, O. P. Vechirko<sup>1</sup>, A. M. Korkulenko<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Malyn Vocatioyal College, v. Hamarnia, Zytomyr region, Ukraine*

## **SPECIES COMPOSITION AND SANITARY CONDITION OF DENDROFLORA MALYNSK VOCATIONAL COLLEGE**

**Abstract.** *The article presents the results of an inventory of tree plantations on the territory of the Malyn Vocatioyal College. A list of stands by species, age, diameter, and height was made, and the phytosanitary status was assessed. According to the results of the research, it was established that on the territory of the college in the studied stands there are 1138 inventory units belonging to 2 taxa of higher plants, 34 genera, 17 families and 51 species of tree and shrub species. The list of dominant families and genera is given. It has been established that the Rosaceae and Pinaceae families are best represented, and the following species predominate quantitatively: common oak, common pine, and common juniper. western thuja and heart-leaved linden. A significant part of the plantations is in a satisfactory phytosanitary condition, however, individual trees with signs of damage by pests and diseases were found.*

*In particular, some damages and diseases of various origins of both coniferous and deciduous species were detected. For example, among conifers, isolated damage by hermes was observed on common spruce, drying of the tops of European larch. However, the most damage was recorded on Scots pine, including pine sponge, common schutte, broken brooms, colonization by trunk pests - large and small pine borers and pine resin.*

*Among hardwoods, the most damage was found on common oak, namely: false and oak tinder, transverse canker and acorn weevils. Common birch is singly damaged by birch fungus and real tinder, white mistletoe. Black spotting of the leaves is common on the sharp-leaved maple, and on the common chestnut - the chestnut moth.*

**Key words:** *inventory, Malyn Vocatioyal College, tree plantations, phytosanitary status.*

## РОЗВИТОК ОБЛІКУ ТА ЗВІТНОСТІ В ЛІСОВОМУ ГОСПОДАРСТВІ У РІЗНИХ КРАЇНАХ СВІТУ

*Облік – це не нове, а багатогранне та дедалі важливіше питання для лісового сектору. Він використовується в управлінні як інструмент для отримання інформації, підтримки контролю та прийняття рішень як внутрішньо, так і зовнішньо протягом століть. Нові зовнішні та внутрішні вимоги, а також розвиток інформаційних технологій та контролінгу, розширили роль обліку за останні 35 років. На міжнародному рівні існують значні відмінності в методах та інтенсивності обліку залежно від регіону, розмірної структури або власності на ліси. Визнання лісового активу є спільною основною слабкістю бухгалтерського обліку в лісових підприємствах. Через високу частку дрібних господарств лише невелика частина лісових одиниць управління використовують комплексний бухгалтерський облік для підтримки прийняття рішень та інформації. Загалом, бухгалтерський облік ще не повністю розроблений і не використовується достатньо для підтримки управління.*

**Ключові слова:** система обліку, гармонізація, стандарти обліку, історія лісового обліку.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Бухгалтерський облік лісового бізнесу довго був центральним елементом управління лісами [40].

Документи з лісового бухгалтерського обліку датуються середньовіччям. Протягом останніх двох століть було докладено значних зусиль у дослідженні лісової економіки з метою систематизації та вдосконалення цієї науки [2, 6, 23]. Метою лісового бухгалтерського обліку завжди було надання керівництву актуальної, надійної, послідовної та порівнянної інформації про стан та потоки в лісових підприємствах.

Більше ніж будь-коли раніше в своїй історії, лісовий бухгалтерський облік вийшов за межі своєї спеціалізованої репутації. Унікальність його бізнесу, а саме самовідновлювані лісові ресурси, привернула увагу також у загальному фінансовому обліку та бухгалтерському обліку. Це відображає тенденцію, згідно з якою все більше лісових господарств реєструються на публічних фондових біржах як частина лісопромислових корпорацій або самостійних інвестицій.

---

<sup>1</sup>Кусік Світлана Миколаївна, спеціаліст першої категорії. E-mail: [lisnuk12@gmail.com](mailto:lisnuk12@gmail.com); <https://orcid.org/0009-0003-6301-2068> ;

<sup>1</sup>Бернацька Людмила Адамівна, спеціаліст вищої категорії. E-mail: [bernatskala1412@gmail.com](mailto:bernatskala1412@gmail.com); <https://orcid.org/0009-004-4399-7493>;

<sup>1</sup>Лафренко Михайло Іванович, спеціаліст вищої категорії. E-mail: [lafrenkomihaylo@gmail.com](mailto:lafrenkomihaylo@gmail.com); <https://orcid.org/0009-0006-4181-5654>;

<sup>1</sup>Бернацька Дарина Олегівна, студентка групи БО31, E-mail: [bernatskala1412@gmail.com](mailto:bernatskala1412@gmail.com); <https://orcid.org/0009-0007-1698-4808>.

Процеси реєстрації та звітності вимагають точності та прозорості в моніторингу вартості та змін вартості всіх активів, включаючи деревину на корені, яка є основним активом у лісовому господарстві. Стандартизація та міжнародна гармонізація практик лісового обліку мають на меті поліпшити прозорість, розподіл, порівнянність та надійність фінансової інформації про ліси, що надається акціонерам. Державні зацікавлені сторони все частіше вимагають від державних або місцевих лісогосподарських підприємств звітувати про свою діяльність.

Окрім використання для зовнішньої звітності, лісовий бухгалтерський облік відіграє ключову роль у внутрішньому контролі, оперативному управлінні та стратегічному плануванні лісових підприємств. Менші та приватні лісові компанії використовують практики бухгалтерського обліку, більш орієнтовані на їхні внутрішні потреби. У цих менших організаціях функції зовнішньої звітності в першу чергу спрямовані на податкові органи, що створює зовсім іншу мету для зовнішнього представництва [39].

Міжнародний вимір бухгалтерського обліку стає все більш важливим. Він впливає не тільки на транснаціональні корпорації (наприклад, тенденція до активізації в Європі та Північній Америці), але й на лісогосподарські підприємства, оскільки гармонізація бухгалтерського обліку та інтернаціоналізація ринків капіталу прогресують.

Існувала велика кількість та різноманітність опублікованих форм та інструкцій щодо процедур бухгалтерського обліку, а також були зроблені спроби застосувати бухгалтерський облік з метою контролю та захисту від нелояльності та безладу.

Раніше центральною метою було знайти ідеальну систему бухгалтерського обліку. Фінансова та фізична інформація, як правило, оброблялися окремо. Багато історичних джерел також розглядали труднощі вимірювання змін у лісових активах за допомогою балансів та обліку ефективності. Друга половина ХХ століття посилила тиск на економізацію, зменшила економічне значення виробництва деревини та підвищила екологічну свідомість, що призвело до більшого впливу суспільства на лісове господарство. Це призвело до появи низки нових завдань у бухгалтерському обліку, які необхідно було вирішувати за допомогою інноваційних підходів та нових технічних засобів. Міжнародні заходи були ініційовані з різними регіонами.

Постановка завдання. Кінцевою метою запропонованого дослідження є теоретичне та методичне порівняння функціонування бухгалтерського обліку лісовому господарстві Світу. На наш погляд є перспективним проведення поглибленого дослідження особливостей обліку та оподаткування в лісовому господарстві різних країн та континентів. Це буде сприяти виявленню наявних

та реальних причин погіршення фінансового стану в галузі та пошук шляхів їх удосконалення.

Результати дослідження та їх обговорення. Розвиток лісового обліку в Центральній Європі можна розділити на п'ять періодів, кожен з яких характеризується певними особливостями: 1) період до 1870 року (облік запасів, камеральний), 2) період з 1870 року до Першої світової війни (облік результативності, початок подвійного обліку в лісовому господарстві), 3) період між Першою і Другою світовими війнами (дискусія про камеральний і подвійний облік, більш широке застосування подвійного обліку, оцінка активів) та 4) період з 1938 до 1965 року (облік результатів діяльності та витрат). П'ятий період з 1965 року до теперішнього часу характеризується електронною обробкою даних та її застосуванням у лісовому обліку (наприклад, фінансовий облік та облік витрат). Облік ефективності лісового господарства часто був предметом наукових дискусій у 1960-х та 1990-х роках. У центрі наукової уваги були бази даних, моделі, оцінка лісових активів, звіти про ефективність тощо. Окрім контролю в лісовому обліку, протягом останнього десятиліття важливе значення набули екологічні та соціальні аспекти.

Планові економіки мали незначний реальний розвиток і зараз переходять переважно на англо-американську модель. Скандинавія розвивалася паралельно з Центральною Європою, але останнім часом демонструє сильнішу схильність до англо-американської моделі.

Протягом останніх 35 років у Північній Америці основна увага приділялася податкам у бухгалтерському обліку та оцінці витрат. В останні роки акцент змістився на стандартне калькулювання витрат та екологічний облік.

У Східній Європі бухгалтерський облік розвивався відповідно до вимог «централізованої планової економіки». Після перетворень загальною стала всебічна орієнтація на західні стандарти.

Японія переважно займалася організаційними аспектами лісового обліку та звітності про результати діяльності. В Австралії та Новій Зеландії дослідження в галузі лісового обліку набули розквіту в 1980-х роках, коли були запроваджені методи обліку витрат і розроблені основи сучасних рекомендацій щодо оцінки лісових активів у фінансовій звітності.

Міжнародна діяльність. Перші спроби міжнародної гармонізації питань, пов'язаних з лісовим обліком, були зроблені в середині 1950-х років групою IUFRO. Група зосереджувалася переважно на міжнародній комунікації та порівняльності за допомогою термінології, роблячи важливий внесок, зокрема в системи обліку, типи витрат і облік витрат за центрами, оцінку витрат та оцінку запасів деревини в поєднанні з обліком ефективності.

Вона також обговорювала фундаментальні проблеми, пов'язані з оцінкою та рекомендувала рішення. Після середини 1980-х років питання, пов'язані з

бухгалтерським обліком, іноді висвітлювалися на конференціях групи «Планування лісового господарства».

Пізніше ці теми також були представлені на конференціях, організованих групою «Типи ділянок та цілі управління», яка була заснована в 1981 році і перейменована в «Економіка управління в лісовому господарстві» в 1990 році. Нові завдання та теми, особливо оцінка неринкових вигод, управління бізнесом та макроекономічні аспекти соціального та екологічного обліку та інші різноманітні завдання з оцінки призвели до створення в 1995 році в IUFRO міждисциплінарної групи з бухгалтерського обліку під назвою «Управлінський, соціальний та екологічний облік». Вона зробила відповідний внесок в аналіз стану та подальший розвиток обліку. Її основна діяльність полягала в систематичному вивченні лісового обліку в Центральній Європі та решті світу, а також в щорічній організації конференцій. Результати дослідження, заснованого на 4-зональній моделі, були представлені в різних публікаціях та на щорічних конференціях [18, 19] на яких було проведено загалом 140 презентацій з питань бухгалтерського обліку.

Крім того, інші групи IUFRO (наприклад, дрібне лісове господарство) і, особливо, більш регіональні економічні кола, наприклад, Скандинавське товариство лісової економіки, Німецький колоквиум з лісової економіки, а також міжнародні організації (ФАО, ЄВРОСТАТ, IASB) займалися надрегіональними темами в галузі лісового обліку.

Лісові насадження є основним активом лісогосподарських підприємств, часто становлячи понад 80 % усіх активів. Розрахунок річних результатів, що відображають ефективність діяльності підприємства, є одним з ключових елементів бухгалтерського обліку.

Значущі показники ефективності для лісового господарства не можуть базуватися виключно на річних доходах (у вигляді прибутку та інвестицій), а повинні враховувати додану вартість лісових насаджень. Вимірювання цих змін вартості є однією з давніх проблем лісової економіки [1, 7, 25, 31,32] і досі не вдалося знайти просте, але точне рішення.

Метою обліку ефективності є вимірювання та контроль ефективності, включаючи відхилення від планів управління або стану рівноваги (сталість як більш далекосяжний принцип безперервності діяльності). Ці відхилення мають прямий вплив на поточну та майбутню вартість активів і потоки доходів лісогосподарського підприємства. Складність цих змін вартості, що впливають з природного зростання, нелінійних взаємозв'язків між ціною та розміром, якості сортування, коливань ринкових цін на деревину та інших факторів, досі змушувала лісогосподарську практику уникати повної підзвітності. Повільно впроваджуються конвенції, щоб усунути цей головний недолік лісогосподарського обліку.

Конвенції щодо включення реалістичних лісових цінностей у фінансову звітність (наприклад, [5, 8, 16, 21, 37]) викликають дискусії щодо точності та значущості запасів [13] моделей або оцінок врожайності та розділення різних факторів впливу для визначення досягнень управління.

Лісові підприємства Центральної Європи. У Центральній Європі лісовий облік, як і загальний облік, традиційно використовує підхід з двома циклами, розрізняючи фінансовий облік, орієнтований на оподаткування, та облік витрат, орієнтований на управління. Традиція лісового обліку глибоко вкорінена в лісовій економіці німецькомовних країн.

Кілька ключових принципів загального бухгалтерського обліку формують лісогосподарський облік на Британських островах, де саморегулювання домінує завдяки усталеній традиції сильної бухгалтерської професії. Принципи правдивого та справедливого відображення та релевантності домінують у загальному бухгалтерському обліку.

Для приватних лісових господарств використання систем з одним контуром, орієнтованих на релевантну інформацію, ще більше спрощується завдяки тривалому преференційному режиму оподаткування лісового господарства, спричиненому дуже низьким лісовим покривом.

У великих приватних лісогосподарських підприємствах питання обліку запасів деревини та їх змін неодноразово обговорювалося з 1950-х років. Рекомендації з часом значно змінилися та розвинулися [18] але лише деякі приватні лісогосподарські підприємства традиційно включали зміни запасів деревини до своїх рахунків. Небажання базується на усвідомленні складності питання та відсутності надійних даних про запаси або (локальних) моделей врожайності.

Державний сектор прагне продемонструвати свої досягнення у висаджуванні великих площ землі та досягненні встановлених урядом мінімальних рівнів фінансової віддачі. Ця програма збіглася з розробкою або прийняттям нових методів, включаючи оцінку неринкових вигод. З 1970-х років двома основними підходами до оцінки лісів для цілей бухгалтерського обліку були оцінка ринкової вартості на основі чистої теперішньої вартості (NPV) та оцінка вартості насаджень, які все частіше використовуються разом. Внутрішні проблеми, пов'язані зі складністю та обсягом обліку ділянок/насаджень, нечасті переоцінки, вибір процентної ставки або перехід від вартості до очікуваної вартості, нещодавно призвели до просування оцінки відкритого ринку на основі експертної оцінки порівнянних продажів на основі насаджень. Ця вартість відкритого ринку переоцінюється з інтервалом у кілька років і щорічно коригується за рахунок вирубки, продажу або придбання.

Відповідальність державного сектора за прибуткову діяльність, що виходить за межі повноважень урядового відомства, значно зросла, і стандарти

фінансової звітності відображають цю зміну шляхом прийняття стандартів і форматів приватного сектора. Хоча британська лісова компанія Forest Enterprise прийняла вищезгаданий підхід експертної групи до оцінки вартості на відкритому ринку для лісових активів, ірландська лісова рада Coillte використовує іншу комбінацію історичної вартості та підходу до оцінки вартості. Через відсутність відповідних стандартів, що охоплюють особливий характер лісових активів у рамках вимог до звітності (FRS 3), ірландські державні ліси Coillte вирішили показувати у своїх рахунках лише

історичну вартість насаджень та уточнювати вартість лісових запасів та їх зміни у примітках та звіті про зміни у лісових активах. З іншого боку, Лісова служба Північної Ірландії пропонує використовувати вартість заміщення на основі вартості для заміни попереднього методу на основі NPV [15].

Північні лісові корпорації. Північна традиція бухгалтерського обліку нагадує дві основні сусідні сфери інтересів. Північний бухгалтерський облік раніше формувався за центральноєвропейською моделлю. Пізніше північна модель перейшла на британську американську модель, яка стала сильнішою. Фінські стандарти бухгалтерського обліку мають високий рівень відповідності стандартам IAS. Декілька лісових корпорацій надають посилання на стандарти IAS у своїх річних звітах або прийняли IAS як стандарт звітності для консолідованої групової звітності. Хоча шведські стандарти бухгалтерського обліку залишаються відмінними від IAS, багато шведських лісгосподарських корпорацій (наприклад, Assidomän) посилаються на стандарти IAS у своїх фінансових звітах.

Обробка запасів деревини у фінансових звітах є менш актуальною проблемою у скандинавських країнах, ніж на Британських островах або в Океанії. Це зрозуміло з огляду на давні традиції сталого лісового господарства та рівноважний стан, який в цілому підтримується. Однак користувачі цих фінансових звітів не мають можливості оцінити фактичні (річні) результати лісового господарства, крім фізичних обсягів, що часто є частиною щорічного огляду.

Шведські лісові корпорації відображали вартість лісу за балансовою вартістю (тобто первісною вартістю придбання) у своїх рахунках. Ця вартість мало схожа на фактичну вартість лісового господарства. Зазвичай вища податкова оцінка також відображається в примітках до звітності, але все одно недооцінює вартість лісових активів. Права на вирубку (наприклад, SCA) відображаються як запаси. Донедавна StoraEnso, найбільша лісова корпорація Європи, або UPM-Kymmene навіть не вказували вартість своїх істотних лісів у своїх річних фінансових звітах, але зараз вони повністю перейшли на IAS. Ліси є частиною неамортизованих земельних та водних активів. Норвезька компанія

Norske Skog раніше вказувала балансову вартість лісових активів та їх «переоцінку» в аналізі оцінок вартості, але зараз також перейшла на IAS.

Північноамериканські лісові корпорації. Для невеликих північноамериканських лісових господарств податки, зокрема податок на прибуток, є основним чинником у лісовому обліку, тоді як більші лісові господарства належать або федеральним штатам чи провінціям, центральному уряду, або лісовим корпораціям.

Усі акціонерні товариства дотримуються загальноприйнятих принципів бухгалтерського обліку (GAAP) США або Канади. МСБО можна застосовувати з узгодженням із GAAP США або Канади, але дуже мало компаній це роблять, і МСБО наразі не є актуальним питанням у лісовому секторі. Загальні практики бухгалтерського обліку та бізнес-культура нагадують систему Британської Співдружності (яка використовується на Британських островах та в колишніх британських колоніях), але значення лісового сектору в Північній Америці є вищим, а власниками лісів переважно є великі приватні лісгосподарські корпорації.

Багато лісопромислових корпорацій управляють як власними лісовими угіддями, так і лісами, що належать державним органам. Більшість компаній, що володіють плантаціями в Північній Америці, капіталізують свої витрати на придбання лісових угідь та лісовідновлення. Ці витрати можуть включати початкову вартість придбання, податки на нерухомість, орендні платежі, витрати на будівництво доріг, підготовку ділянок та лісовідновлення, включаючи планування. Вартість лісових угідь не амортизується в бухгалтерському обліку і виключається при заготівлі (метод одиниці виробництва, що відображає накопичене виснаження).

Точний обсяг капіталізованих і некапіталізованих витрат, що нараховуються щорічно, варіюється між компаніями.

Вартість заготовленої деревини базується на її ринковій вартості, капіталізованій вартості та загальному обсязі деревини, який, за оцінками, буде доступний протягом циклу росту.

Прибуток від продажу лісових угідь відображається як зменшення вартості Прибуток від продажу лісових угідь відображається як зменшення вартості продажу в рахунку прибутків і збитків. У балансі ліс є частиною основних засобів, і в більшості випадків вартість деревини та лісових угідь можна побачити або в балансі, або в примітках. З іншого боку, права на деревину відображаються як нематеріальні активи і амортизуються за прямолінійним методом.

Здається, що перехід від широко використовуваного зараз підходу до оцінки лісів на основі витрат у бухгалтерському обліку майже не зазнає змін. Однак розвиток подій в Європі та Океанії в кінцевому підсумку вплине на Північну

Америку як ключовий фінансовий ринок та арену консолідації світової лісової промисловості. Поточна тенденція до активізації стимулює необхідність щорічного вимірювання ефективності за «справжньою та справедливою» вартістю.

Лісові корпорації Латинської Америки. Через фінансові зв'язки зі Сполученими Штатами більшість великих лісових корпорацій Латинської Америки дотримуються північноамериканських практик бухгалтерського обліку. Багато з цих великих компаній також котируються на північноамериканських фондових біржах і дотримуються загальноприйнятих принципів бухгалтерського обліку Сполучених Штатів (US GAAP) як основи для подання звітності. Це дозволяє всім іноземним компаніям звітувати в доларах США, а не в місцевій валюті, що зменшує прямий вплив інфляції. Часто необхідне узгодження з місцевими практиками бухгалтерського обліку (наприклад, в Аргентині, Бразилії, Чилі).

Прийняття IAS зростає з низького рівня, залежно від того, чи розвивається воно за європейським чи північноамериканським зразком. Часто лісові ресурси відображаються за собівартістю, за вирахуванням накопиченого виснаження на основі одиниці виробництва (насадження).

Плантації та лісові угіддя в Південно-Східній Азії. Система бухгалтерського обліку Малайзії та Сінгапуру в основному відповідає моделі Британської Співдружності, а багато стандартів бухгалтерського обліку базуються на IAS з поправками, що відображають особливості місцевої ситуації. Останнє також стосується стандартів бухгалтерського обліку Індонезії та Таїланду. Як правило, для фінансової та виробничої інформації використовується одна система бухгалтерського обліку.

Існують значні відмінності між практиками управління лісами в незайманих/природних тропічних лісах та плантаційних лісах (особливо каучукових). Для природних лісів існуючі лісові інвентаризації можуть надати лише дуже обмежену інформацію для оцінки вартості лісових ресурсів. Часовий горизонт щодо «ротації» в основному не визначений. Більшість природних лісів регіону залишаються у державній власності і надаються концесіонерам для заготівлі та управління протягом терміну дії ліцензії. Лісові підприємства, які мають лісові активи, враховують цю вартість як частину своїх інших активів. Концесіонери, що займаються лісозаготівлею, включають права на лісозаготівлю або права на користування землею за собівартістю як окрему категорію у складі основних засобів.

Лісові корпорації Океанії. Загальна бухгалтерія в Австралії та Новій Зеландії відповідає моделі бухгалтерського обліку Британської Співдружності, що відображає домінування бухгалтерських професій та прагматизм, що лежить в основі ключових принципів бухгалтерського обліку. Податкові та фіскальні

правила мають незначний або взагалі не мають впливу на бухгалтерський прибуток та фінансову звітність. Австралійські стандарти бухгалтерського обліку (AAS) та новозеландські еквіваленти міжнародних стандартів фінансової звітності (NZ IFRS) дуже близькі до МСФЗ. Завдяки важливості лісового сектору в Океанії, розробка стандартів, специфічних для лісового господарства, просунулася далі, ніж в інших регіонах.

Австралія та Нова Зеландія все ще мають значні площі природних лісів та важливі і зростаючі ресурси плантацій, включаючи швидкозростаючі види сосни та евкаліпти. Для приватних та державних лісогосподарських підприємств у регіоні включення вартості лісових запасів до фінансових звітів стало важливим для розуміння прибутковості для акціонерів [3, 37, 33] .

Більшість продуктивних лісових угідь було засаджено в останні роки, причому значна частина лісових угідь досягне повної продуктивності лише протягом наступних років. Це важливо для розуміння деяких практик бухгалтерського обліку. Дотепер використовувалися різноманітні основи та методи оцінки. Вони варіюються від історичної вартості до оцінок ринкової вартості [14, 8]. Лісові активи також по-різному трактувалися в балансі, де вони іноді вносилися як поточні запаси, основні засоби або спеціальні відновлювані активи. Ці значення не обов'язково використовуються для управління на основі насаджень, яке використовує розширення основного бухгалтерського циклу для контролю за результатами діяльності, пов'язаними з насадженнями.

Великі лісові корпорації Нової Зеландії (наприклад, Fletcher Challenge Forests або Carter Holt Harvey) традиційно відображають балансову вартість лісових насаджень за первісною вартістю придбання/створення лісових насаджень плюс капіталізовані витрати для кожного лісового масиву до моменту його дозрівання для заготівлі. Відповідно до цього підходу, капіталізовані витрати кожного лісового масиву списуються на рахунок прибутків і збитків на момент заготівлі. Капіталізація витрат і балансова вартість обмежуються таким чином, що загальна капіталізована вартість не може перевищувати оцінену відшкодовувану вартість активів насадження. При цьому враховуються вік, стан, місцезнаходження, передбачуване кінцеве використання та режим управління.

Доходи від вирубки зараховуються до рахунку прибутків і збитків після їх реалізації, а відповідні капіталізовані витрати списуються до рахунку прибутків і збитків як виснаження. У деяких випадках існує розмежування між лісами, що розвиваються (тобто без істотної заготівлі на сьогоднішній день), де всі витрати капіталізуються, та лісами, що виробляють продукцію (тобто після першої комерційної заготівлі), де всі витрати на заготівлю та відновлення зараховуються безпосередньо до рахунку прибутків і збитків. До недавнього часу австралійська практика обліку лісових активів була схожою.

Обмеження підходу, заснованого на витратах, такі як байдужість до змін цін та приросту вартості лісових запасів, зробили результати цього підходу до обліку нерелевантними для багатьох користувачів бухгалтерської інформації. У Новій Зеландії додаткове розкриття розрахунків чистої приведеної вартості лише частково змогло розвіяти скептицизм. Сьогодні значні додатки з додатковою інформацією про ліси мають на меті врахувати припущення та чутливість використовуваних підходів до оцінки.

В останні роки Австралія була в авангарді відображення лісових активів та їх змін у фінансових звітах лісових підприємств.

Спроба знайти прагматичне рішення, що забезпечує релевантну та порівнянну інформацію про результати лісового господарства, призвела до зміни парадигми. Більшість великих лісових корпорацій та різних державних лісів в основному застосовували підхід, заснований на історичній вартості лісових активів.

Зараз це замінюється чистою ринковою вартістю, встановленою на основі оцінки порівнянних транзакцій або, якщо це неможливо, за допомогою методу NPV. Лісові активи відображаються в балансі як окрема категорія активів. Нереалізовані прибутки та збитки, пов'язані зі змінами в лісових активах, визнаються в рівній мірі.

Австралія розробила стандарт бухгалтерського обліку для самовідтворюваних і відновлюваних активів (Австралійський стандарт бухгалтерського обліку AASB 1037). Однак формулювання стандартизованих практик не може вирішити фундаментальні проблеми оцінки та невизначеності за відсутності легкодоступних чистих ринкових вартостей. Передбачувана дата введення в дію була відкладена через реалізацію вищезазначених проблем. Перехідний етап має свої власні проблеми, пов'язані з різницею в вартості між історичною вартістю лісових активів та чистою ринковою вартістю

Міжнародний стандарт бухгалтерського обліку «Сільське господарство» Розробка Міжнародного стандарту бухгалтерського обліку (IAS), що охоплює лісові активи, призвела до випуску Міжнародного стандарту бухгалтерського обліку (IAS) «Сільське господарство» Радою з міжнародних стандартів бухгалтерського обліку (IASB).

Це перетворило бухгалтерський облік у сільському господарстві з внутрішньої проблеми, якою займалися окремі країни, на глобальну проблему. В рамках міжнародної гармонізації Міжнародні стандарти фінансової звітності (МСФЗ) мають бути прийняті всіма компаніями, що котируються на біржі в Європейському Союзі, з січня 2005 року, регуляторні органи в Австралії вимагають дотримання міжнародних стандартів для обов'язкової бухгалтерської звітності всіх вітчизняних компаній з січня 2005 року, а Нова Зеландія пішла цим шляхом у 2007 році. Опитування, проведене Deloitte and Touche (2003), [10]

показує, що більше 90 країн будуть вимагати або дозволяти застосування МСФЗ для компаній, що котируються на біржі, до 2005 року [16].

Стандарт значною мірою відповідає розвитку в Океанії, [20-22]. Відомою ключовою проблемою є оцінка та розрізнення реалізованих і нереалізованих прибутків або збитків, що виникають внаслідок приросту, вирубки та коливань ринкової вартості лісових насаджень, що вже давно обговорюється в лісовому бухгалтерському обліку [24,7].

Вимоги щодо подання проміжних звітів щокварталу лише поглиблюють цю проблему. Вони вимагають ретельного аналізу змін ринкових цін у циклічних галузях, таких як лісова промисловість.

Згідно з IAS, біологічні активи, пов'язані із сільськогосподарською діяльністю, мають оцінюватися за справедливою вартістю за вирахуванням оцінених витрат у точці продажу при первісному визнанні та на кожну звітну дату. Прибутки або збитки при первісному визнанні та від зміни справедливої вартості біологічного активу мають включатися до прибутку або збитку за період, в якому вони виникли. Крім того, прибуток або збиток від первісного визнання сільськогосподарської продукції, зібраної з біологічного активу, за вирахуванням витрат у точці продажу, має бути включений до прибутку або збитку за період, в якому він виник. Альтернативні методи оцінки допускаються згідно з IAS, якщо активний ринок для біологічного активу не існує. Справедлива вартість може бути визначена з посиланням на останню ринкову ціну угоди, ринкові ціни на подібні активи, галузеві орієнтири або теперішню вартість очікуваних чистих грошових потоків. У випадках, коли біологічна трансформація незначна, або вплив біологічної трансформації на ціну не очікується істотним, для наближення справедливої вартості може бути використана собівартість [16].

Стандарт також вимагає розкриття фізичних обсягів у річному звіті, що підкреслює необхідність вдосконалення графіків інвентаризації та моделей зростання, які постійно переглядаються для відповідного між інвентарного періоду. Це «повернення» до фізичних обсягів та передбачувана вимога щодо аналізу чутливості чистої ринкової вартості підкреслює як труднощі в оцінці, так і надійність інформації про лісові активи. Останнє є головним недоліком прагматичного рішення.

**Висновки.** Значні відмінності в бізнес-середовищі та культурах по всьому світу відображаються в практиці обліку лісівництва. Ліси та лісове господарство сприймаються дуже по-різному по всьому світу. Управління бухгалтерською інформацією організовано по-різному; залежно від того, як подається інформація, зацікавлені сторони по-різному розуміють ліси. Справедлива вартість – це сума, за яку можна обміняти актив або погасити зобов'язання між обізнаними, бажаючими сторонами в угоді на незалежних умовах. Лісовий облік

також формує погляд суспільства на лісове господарство та ліси. Бухгалтерський облік не лише надає інструмент, що підтримує керівництво в прийнятті рішень, але й робить інформацію доступною для зовнішніх адресатів. Для малих господарств податки та законодавство зазвичай є найважливішими факторами впливу, що формують облік лісівництва, тоді як для більших підприємств рамки стають ширшими, а мережа впливів, що впливають на облік лісівництва, є складнішою. Оцінка та облік лісових активів залишаються основною проблемою для обліку лісівництва, що також відображає найбільші відмінності у використаних системах та прийнятих перспективах. Головне питання, пов'язане з лісовим господарством, для лісового обліку стосується оцінки самогенеруючого та зростаючого активу лісових насаджень.

У більшості випадків неповне включення лісових активів до системи обліку призводить до більшої плутанини, ніж до користі для вимірювання та звітності про результати діяльності лісового підприємства. Витратні підходи все ще широко поширені, але з точки зору відповідної інформації про результати діяльності лісових підприємств ці показники слід вважати значною мірою марними. Значення, що відображають певну історичну цінність або податкову вартість, є однаково оманливими для зовнішніх користувачів. Прагнення до (ринкових) показників ефективності, що базуються на вартості, включаючи запаси та потоки основного виробничого активу лісових підприємств – лісових насаджень – є корисним для покращення порівнянності та актуальності облікової інформації.

Розвиток багатонаціональних лісових холдингів завдяки швидкій глобалізації лісової промисловості вимагає практичних домовленостей для представлення лісових холдингів у повному обсязі – тобто, включаючи коливання вартості запасів – інвесторам та керівництву, яке буде менше контактувати з щоденними подіями на місцях.

Існуючі зусилля щодо гармонізації, включаючи МСФЗ, недостатньо враховують різні бізнес-середовища та практики управління лісами. Бухгалтерські практики, які можуть здаватися практичними, актуальними та надійними в одному місці, не можуть бути транспоновані один до одного по всьому світу. Необхідна адаптація до місцевих обставин – наприклад, високопродуктивні плантаційні ліси, багатофункціональні природні ліси помірного поясу або тропічне концесійне лісівництво – щоб забезпечити як керівництво, так і інші зацікавлені сторони змістовною інформацією.

IAS, що охоплює самогенеруючі та відновлювані активи, такі як ліси, підвищив обізнаність та дискусію, але, безумовно, не приніс наукового рішення, а також навряд чи принесе – через обмежене охоплення (наприклад, в Америці) – спільний глобальний підхід до давньої проблеми лісових активів в бухгалтерському обліку.

Якість інвентаризації залишається найважливішим елементом у всіх підходах, заснованих на вартості, для включення лісових активів до бухгалтерського обліку та, таким чином, вимірювання ефективності. Поточні зусилля щодо скорочення, які впливають, зокрема, на інвентаризацію, також підвищують потребу в покращенні динамічного моделювання лісів.

Виявлені відмінності в системах та практиці обліку лісового господарства разом зі значущістю недоліків у більшості систем доводять що все ще існує значна потреба в подальших міжнародних дослідженнях.

### Список літератури (References)

1. Abetz, K. (1931) Kameralistische oder doppelte Buchführung. Eine dogmengeschichtliche Darstellung mit kritischer Auswertung. Allgemeine Forstund Jagdzeitung 107:282-294 and 315-326.
2. Abetz, K. (1959) Zur forstlichen Erfolgs- und Kostenrechnung. Allgemeine Forst- u. Jagdzeitung 130(1):1-6.
3. Adams, A. (1994) Accounting for a Self-generating Resource: A Theoretical Framework for Reporting the Financial Effects of Forest Growth in General Purpose Financial Statements. Paper for the BAA Conference, Winchester, England, 17 p.
4. Bartolomeo, M., Bennett, M., Bouma, J.J., Heydkamp, P., James, P. and Wolters, T. (2000) Environmental management accounting in Europe: current practice and future potential. The European Accounting Review 9(1):31- 52.
5. Borchers, J. (1999) Möglichkeiten einer vollständigen Bilanzierung von Forstbetrieben nach Handels- und Steuerrecht. Forstwissenschaftliches Centralblatt 118(4):197-211.
6. Brabänder, H.D. (1962) Die Buchführungen der Staatsforstverwaltungen Großbritanniens, Österreichs und der Bundesrepublik Deutschland in vergleichender Betrachtung. In: Mantel, K. (ed.), Forstwissenschaft im Dienste der Praxis: Vorträge der Forstlichen Hochschulwoche Freiburg 1961. BLV-Verlagsgesellschaft, München-Basel-Wien, pp. 223-231.
7. Brabänder, H.D. (1965) Stand, Möglichkeiten und Grenzen der forstlichen Erfolgsrechnung. Schriftenreihe der Forstlichen Abteilung der AlbertLudwigs-Universität Freiburg im Breisgau, Bd. 4, München-Basel-Wien, pp. 156-171.
8. Davy, A.R. (1987) Accounting for Forestry Activities in New Zealand. New Zealand Society of Accountants Research Bulletin No. R-117, 48 p.
9. Deisenroth, H. (2005). Waldbewertung im Rahmen der kommunalen Doppik. AFZ-Der Wald 60(21):1122-1123.
10. Deloitte and Touche (2003) Use of IFRS for Reporting by Domestic Listed Companies by Country. Downloaded from [www.iasplus.com](http://www.iasplus.com) on 05.05.2006.
11. Seite 248 James N. Hogg, Hans A. Jöbstl Elad, C. (2004) Fair Value Accounting in the Agricultural Sector: Some Implications for International Accounting Harmonization. European Accounting Review 13(4):621-641.
12. Faltejsek, A. (2001) Zur Geschichte des forstlichen Rechnungswesens von 1966 bis 2000 im Spiegel der deutschsprachigen Literatur. Thesis, BOKU Wien, 136 p. Frauendorfer, R. (1958) Zur Frage der Bewertung des forstlichen Betriebsvermögens. Centralblatt für das gesamte Forstwesen 75(1):116-141.

13. Gierer, D. (2000) Anforderungen an eine moderne Forsteinrichtung unter besonderer Berücksichtigung von Aspekten des Rechnungswesens. In: Jöbstl, H.A. (ed.), Waldvermögensbewertung – Forstliche Erfolgsrechnung (Forest Asset Evaluation – Forestry Performance Accounting). FOWI-Berichte No. 15, Eigenverlag, Wien, pp. 133-146.
14. Hargreaves, M.J. (1980) Forest Accounting Policies: Discussion on current practices, problems and proposals. In: Hunter, L.A.J. and McNally, G.M. (eds.), Forestry Accounting Seminar Proceedings. School of Forestry, Paper No 3, Christchurch, 12 p.
15. Harley, L. (2000) Timber Evaluation in Northern Ireland. In: Sisak, L., Jöbstl, H.A. and Merlo, M. (eds.), From Theory to Practice – Gaps and Solutions in Managerial Economics and Accounting in Forestry. Proceedings, IUFRO Symposium Prague (Czech Republic), 13-15 May, 1999, pp. 103-107.
16. Herbohn, K. (2005) International Accounting Standards: How Adequately Are Forest Assets Reported in the Balance Sheet and Income Statement? Paper presented at the XXII. IUFRO World Congress in Brisbane/Australia.
17. Hofstede, G. (1984) Culture's Consequences: International Differences in Work-related Values. Sage Publications, Beverly Hills, 325 p. Hogg, J.N. (1995) Accounting in Britain's Forestry. A Description and Some Comparisons with Forestry Accounting in Austria. Thesis, BOKU Wien, 119 p.
18. Hogg, J.N. (2000) Forestry Accounting in Europe – Comparisons and Results from an International Survey. In: Jöbstl, H.A., Merlo, M. and Venzi, L. (eds.), Institutional Aspects of Managerial Economics and Accounting in Forestry. Viterbo (Italy), pp. 385-401.
19. Hogg, J.N. and Jöbstl, H.A. (1997) Zum Stand des forstlichen Rechnungswesens in einigen europäischen Ländern. Centralblatt für das gesamte Forstwesen 114(2/3):73-95.
20. IASC (1996) Draft Statement of Principles – Agriculture. IASC London, 71 p.
21. IASC (1999) Exposure Draft E 65 – Agriculture. IASC London, 69 p.
22. IASC (2001) International Accounting Standard IAS 41: Agriculture. International Accounting Standards Board, 64 p.
23. IUFRO (1966) Kontenrahmen für Forstbetriebe - Accounting systems for forestry enterprises - Plans comptables pour entreprises forestières. Sektion 31 - Working Group on Forestry Accounting, München, 116 p. Developments in forestry business accounting and reporting Seite 249
24. Jäckle, K. (1934) Die Erfolgsrechnung in der Forstwirtschaft. Eine betriebswirtschaftliche Grundlegung. Neudamm, 168 p. Jöbstl, H.A. (1981a) Zum Problem der forstlichen Vermögensänderungen in der forstlichen Erfolgsrechnung. Allgemeine Forstzeitung 92(12):411-412.
25. Jöbstl, H.A. (1981b) Kosten- und Leistungsrechnung in Forstbetrieben. Österreichischer Agrarverlag, Wien, 168 p.
26. Jöbstl, H.A. (1987) Mittelfristige Erfolgsanalyse des Forstwirtschaftsbetriebes auf Grundlage der Forsteinrichtungsinventur und der Vollzugsnachweise. Allgemeine Forstzeitung 42(16/17):433-436.
27. Jöbstl, H.A. (1996) Medium-Term Performance Analysis in Forest Enterprises. Liiketaloudellinen Aikakauskirja [The Finnish Journal of Business Economics] 45(1):65-77.
28. Jöbstl, H.A. (2000) Kosten- und Leistungsrechnung in Forstbetrieben. FOWI-Berichte No. 13.
29. Österreichischer Agrarverlag, Wien, 212 p. Jöbstl, H.A. and Hogg, J.N. (1998) On the State of Forestry Accounting in Some European Countries. Actes et Communications, No. 17, INRA, Paris, pp. 17-40.

30. Karisch, G. (2000) Integrating Forest Stands into Performance Assessment – Current Practices from an International Point of View. In: Jöbstl, H.A., Merlo, M. and Venzi, L. (eds.), Institutional Aspects of Managerial Economics and Accounting in Forestry. Viterbo (Italy), pp. 463-476.
31. Karisch, G. (2003) Berücksichtigung des Waldvermögens im forstlichen Rechnungswesen. Analyse der Vermögensrechnungsgeschichte und Entwicklung eines Modells zur Erfassung der Waldvermögensänderungen. FOWIBerichte No. 16, Eigenverlag, Wien, 200 p.
32. Lemmel, H. (1956) Forstliche Vermögens- und Erfolgsrechnung. Schriften aus der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen. Band 17, J.D Sauerländer's Verlag, Frankfurt, 67 p.
33. McBride, P. and Peirson, G. (1996) Accounting for Self-generating and Regenerating Assets. CPA Comunique No 67, pp. 1-4.
34. Merlo, M. and Jöbstl, H.A. (1999) Incorporating non-market outputs into the accounting systems of publicly and privately-owned forest enterprises: an operative stepwise approach. In: Roper, C.S. and Park, A. (eds.), The Living Forest - Non-Market Benefits of Forestry. The Stationery Office, London, pp. 341-372.
35. Nobes, C. and Parker, R. (1995) Comparative International Accounting. 4th edition. Prentice Hall, London, 494 p.
36. Roberts, C., Weetman, P. and Gordon, P. (1998) International Financial Accounting. A Comparative Approach. Financial Times and Pitman Publishing, London, 702 p.
37. Roberts, D.L., Staunton, J.J. and Hagan L.L. (1995) Accounting for Self-Generating and Regenerating Assets. Discussion Paper No. 23, Australian Accounting Research Foundation, 137 p. Seite 250 James N. Hogg, Hans A.
38. Jöbstl Soucek, S. (1998) Zur Geschichte des forstlichen Rechnungswesens von 1757 bis 1965 im Spiegel der deutschsprachigen Fachliteratur. Thesis, BOKU Wien, 136 p.
39. Urban, C. (2000) Die Nebenbetriebe und Nebentätigkeiten in der Forstwirtschaft aus steuerlicher Sicht unter besonderer Berücksichtigung der Steuergesetzgebung in der Republik Österreich und in der Bundesrepublik Deutschland. Dissertation BOKU Wien, 169 p.
40. Wessely, J. (1870) Verrechnung der Urproduktion. W. Braumüller, k.k. Hofund Universitätsbuchhändler, Wien, 176 p.

**S. M. Kusik<sup>1</sup>, L. A. Bernatska<sup>2</sup>, M. I. Lafrenko<sup>3</sup>, D.O. Bernatska<sup>4</sup>**

<sup>1,2,3</sup>*Malyn Applied College, v. Hamarnya, Zhytomyr Region, Ukraine*

<sup>4</sup>*Student of group BO31 of Malyn Vocational College, village of Gamarnya, Zhytomyr region, Ukraine*

## **DEVELOPMENT OF ACCOUNTING AND REPORTING IN FORESTRY IN DIFFERENT COUNTRIES OF THE WORLD**

**Abstract.** *Accounting is not a new, but a multifaceted and increasingly important issue for the forest sector. It has been used in management as a tool to obtain information, support control and make decisions both internally and externally for centuries. New external and internal requirements, as well as developments in information technology and controlling, have expanded the role of accounting over the past 35 years. Internationally, there are significant differences in the methods and intensity of accounting depending on region, size structure or forest ownership. Recognition of the forest asset is a common major weakness in accounting in forestry enterprises. Due to the high proportion of small-scale farms, only a small proportion of forest management units use*

*comprehensive accounting to support decision-making and information. In general, accounting is not yet fully developed and is not used sufficiently to support management.*

**Key words:** *accounting system, harmonization, accounting standards, history of forest accounting.*

## ДЕНДРОІНДЕКАЦІЯ ВПЛИВУ ПОГОДНО-КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН, ЛІСОПАТОЛОГІЧНОГО, ПІРОГЕННОГО СТАНУ РАДІАЛЬНИМ ПРИРОСТОМ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ В УМОВАХ ПОЛІСЬКОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВІДНИКА

*Об'єкт досліджень:* бореальні деревостани сосни звичайної в лісорослинних умовах А<sub>2-3</sub>, В<sub>2-3</sub> Поліського природного заповідника, що зазнали погодно-кліматичного, лісопатологічного, пірогенного впливу 2016, 2018, 2020 років.

*Мета досліджень* – вивчення впливу погодно-кліматичних, лісопатологічних, пірогенних факторів на ранній і пізній приріст в структурі річного кільця сосни звичайної на постійних пробних площах в лісорослинних умовах Поліського природного заповідника, з подальшою їх хронологічною індексацією та перспективним прогнозом стійкості бореальних форм сосни звичайної до комплексного впливу несприятливих абіотичних, антропогенних та військових факторів.

*Ключові слова:* ліс, погода, клімат, пірогенез, лісопатологія, індексація, приріст, продуктивність, прогноз.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Світове співтовариство в контексті видимих погодно-кліматичних змін, що особливо зазначались протягом 2020-2024 років у вигляді масштабних посух, лісових пожеж, зневоднення та опустелювання цілих, ще нещодавно багатих, біологічним різноманіттям лісових природно-екологічних формацій, стало реально усвідомлювати важливість досліджень в напрямку діагностики та прогнозу їх прямого впливу на антропоцен та життя людини [1]. В зоні Центрального Полісся України, до якого входять Житомирське та Київське Полісся зокрема, за останні десять років відмічено природно-кліматичні та антропогенні масштабні трансформації у біосфері, що на пряму індексуються на рівні деревинно-кільцевих хронологій бореальних форм сосни звичайної, як

<sup>1</sup>Левченко Валерій Борисович, канд. с.-г. наук, доцент. E-mail: [waleriy07@ukr.net](mailto:waleriy07@ukr.net); <https://orcid.org/0000-0002-3638-1015>;

<sup>2</sup>Фучило Ярослав Дмитрович, доктор с.-г. наук, професор. E-mail: [fuchylo\\_yar@ukr.net](mailto:fuchylo_yar@ukr.net); <https://orcid.org/0000-0002-2669-5176>.

<sup>3</sup>Карпович Марина Сергіївна, канд. с.-г. наук. E-mail: [marinakarpovich1990@gmail.com](mailto:marinakarpovich1990@gmail.com); <https://orcid.org/0000-0002-4159-5499>.

основної лісоутворюючої породи, що нажалі через погодно-кліматичні зміни та патологічний вплив шкідників й хвороб є на межі повного зникнення [2]. Зміни температурного режиму, кількості опадів, лісопатологічний стан соснових лісів, значно вплинули на стан природних лісових екосистем Житомирщини та Київщини [3]. Всі вище наведені фактори, зумовлюють необхідність проведення фундаментальних практичних наукових досліджень, що спрямовані на вивчення механізму реакції соснових деревостанів на зміну кількості опадів, середньорічний хід температур повітря, впливу різних видів хвоєгризучих та лубоїдних шкідників, патологічної дії збудників хвороб на приріст річного кільця сосни звичайної [4]. Тому в контексті вище перелічених чинників, нами було запропоновано інноваційний метод проведення індекс-датування впливу погодно-кліматичних факторів, патологічного впливу шкідників й хвороб методом дендроіндикації на рівні індексів раннього та пізнього приросту річного кільця [5]. Саме такий спосіб датування є важливим і єдиним, що дає відповідь на питання, як відкликається приріст сосни звичайної на комплексний вплив недостачі вологи у кореневмісному шарі, високі середньодобові температури повітря під час вегетаційного періоду, патологічний вплив шкідників й хвороб лісу на її онтогенез в зоні Центрального Полісся України.

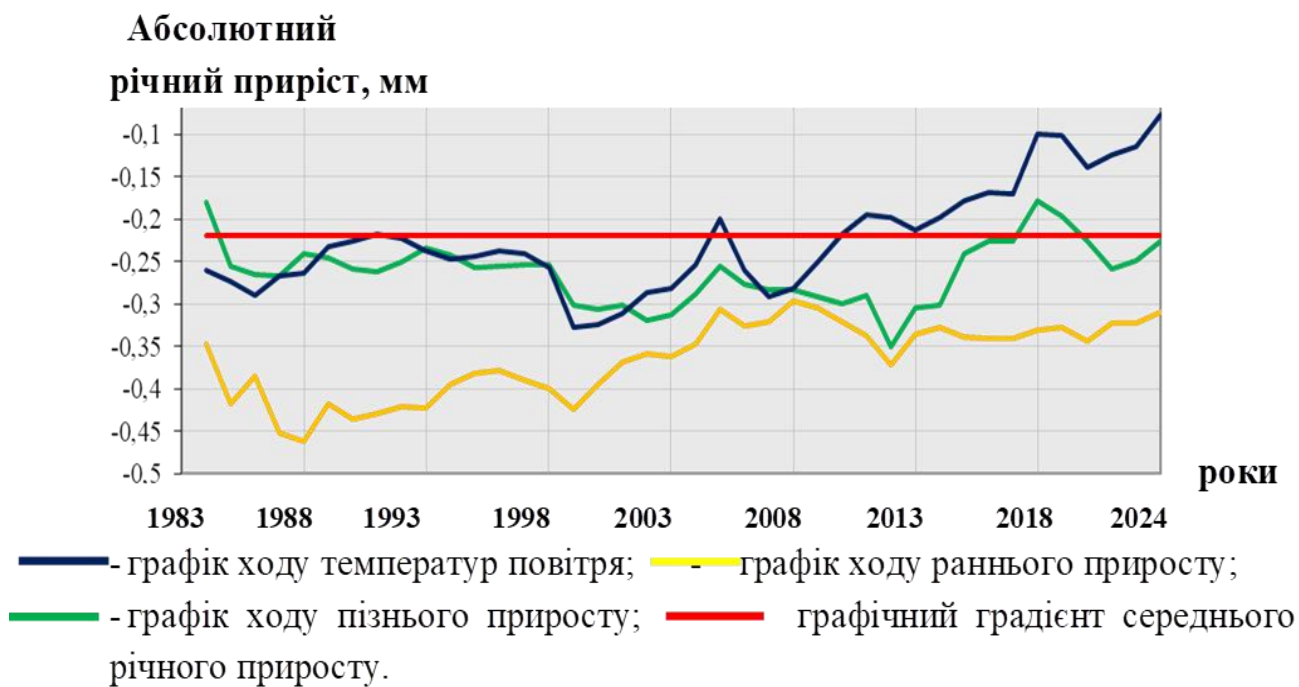
**Матеріали і методи дослідження.** Закладку пробних площ та визначення лісотаксаційних показників деревостанів проводили відповідно до загальноприйнятих у лісівництві методик [6]. У кожного дерева на висоті 1,3 м вимірювався діаметр у двох проєкціях (з точністю до 0,1 см) за допомогою лісової мірної вилки. Середній діаметр деревостану на пробних площах обчислювали як середнє квадратичне через суму площ перерізів. Висота дерев визначалася висотоміром Suunto PM-5/1250 з точністю до 0,1 м, кількість виміряних дерев становила 50% від загальної кількості дерев на пробній площі. Структуру насаджень за участі сосни звичайної за повнотою, бонітетом, віком, складом і продуктивністю визначали шляхом аналізу таксаційної бази «Лісовий фонд України» ВО «Укрдержліспроект» станом на 01.01.2022 р. стосовно лісогосподарських філій Центрального міжрегіонального управління лісового та мисливського господарства, а також в умовах природоохоронних науково-дослідних відділень Поліського природного заповідника. У камеральних умовах річні кільця сосни вимірювали із застосуванням оптично-вимірювального комплексу LINTAB-5 та зпроектованої оптичної установки на базі мікроскопа МБС 61 з точністю до 0,01 мм. Знаючи календарну дату формування периферійного кільця, зворотним перерахунком отримували дати формування центрального кільця більшості відібраних кернів. Керни були перехресно датовані з використанням програм TSAP-3.0 [7] та COFESHA [8]. Для усунення впливу віку дерев та інших сигналів не кліматичного характеру на динаміку радіального приросту сосни звичайної, була проведена стандартизація

індивідуальних серій приростів (детрендинг віку), що виконана у програмі ARSTAN (версія 2015 року) з від'ємною експонентною функцією [9]. Вплив погодних умов на радіальний приріст сосни звичайної оцінювали за даними метеостанції Житомир, Коростень, Овруч та автоматичної метеостанції Поліського природного заповідника за 2022-2024 рр. Окремо оцінювали зв'язки між індексами деревино-кільцевих хронологій і метеорологічними показниками (температурою повітря та кількістю опадів). За значенням температури повітря та кількістю опадів розраховано комплексний кліматичний показник ККП:

$$ККП=(V_3+2V_2+3V_1+4V_0)*(t_3+2t_2+3t_1+4t_0) \cdot t_0/100000$$

де: V – опади за гідрологічний рік; t – середня температура за гідрологічний рік (з жовтня попереднього року до вересня наступного); індекси за 0, 1, 2, 3 – роки (поточний, попередній та інші).

**Результати дослідження та їх обговорення.** В результаті проведеного дендроіндикаційного аналізу отриманих даних деревинно-кільцевих хронологій, що були нами відібрані в умовах 48, 49 кварталів Перганського природоохоронного науково-дослідного відділення (ПНДВ), отримані тісні взаємозв'язки ширини річного кільця з середньодобовою температурою повітря травня-червня (рис. 1).

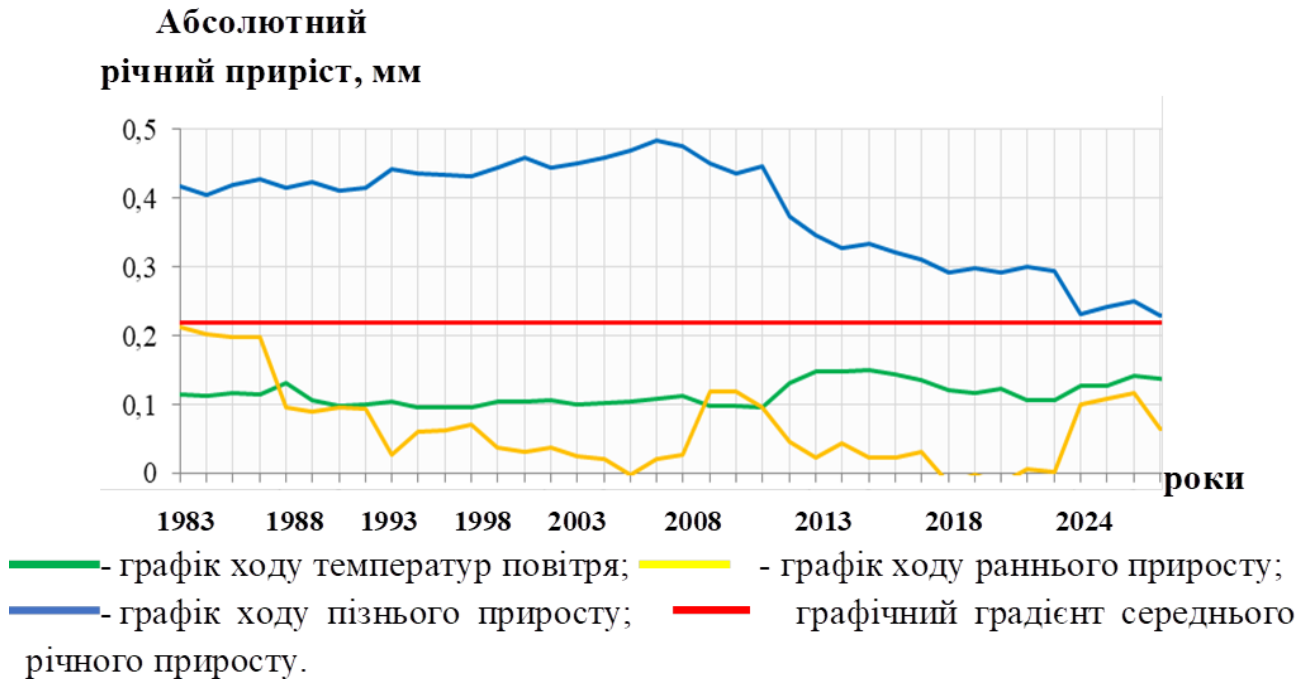


**Рис. 1. Вплив середньодобової температури травня і червня на радіальний приріст сосни звичайної в умовах Перганського (ПНДВ) Поліського природного заповідника**

Ці дані підтверджені значеннями коефіцієнта кореляції між показниками, що досліджувались. Отримані зв'язки між річним приростом сосни звичайної в

розрізі досліджуваних пробних площ та кліматичними змінними травня й червня є стабільними у часі і повністю репрезентативними.

Вплив кількості опадів травня – червня місяців є нестабільний. Кореляційний зв'язок річного приросту сосни звичайної з кількістю опадів за період вегетації в травні-червні місяцях спостерігається в умовах 48 кварталу Перганського (ПНДВ) Поліського природного заповідника (рис. 2).

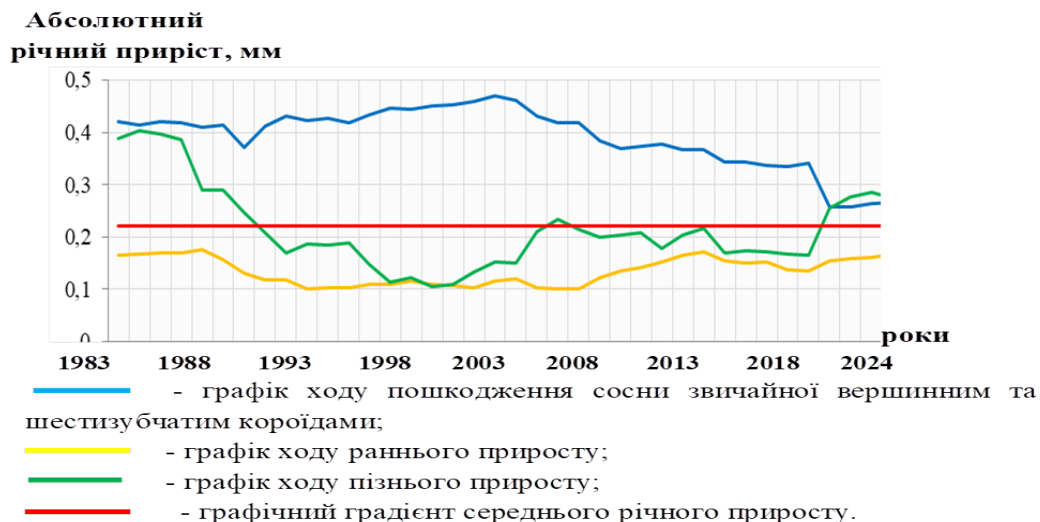


**Рис. 2. Вплив кількості опадів на радіальний приріст сосни звичайної в умовах Перганського ПНДВ Поліського природного заповідника.**

В результаті проведеного дендрохроноіндикаційного моніторингу нами було виявлено особливості комплексного впливу кліматичних факторів на ширину річного кільця в часі.

Дослідженнями встановлено, що систематичний вплив шкідників (вершинного, шестизубчатого короїдів, соснового лубоїду та златки) в типах лісорослинних умова А<sub>2-3</sub> В<sub>2-3</sub> Копищанського ПНДВ Поліського природного заповідника суттєво впливають на подальший радіальний приріст сосни звичайної (рис. 3).

Зокрема відмічено, що у деревостанах з навіть невеликим ступенем пошкодження вершинним короїдом, ранній приріст є стабільно низьким, що в подальшому знижує інтенсивність формування та закладання пізнього приросту.



**Рис. 3. Вплив пошкодження вершинним та шести зубчатим короїдами на радіальний приріст сосни звичайної в типах лісорослинних умов А<sub>2-3</sub> В<sub>2-3</sub> Копищанського ПНДВ Поліського природного заповідника**

Досліджуючи індикацію раннім та пізнім приростами сосни звичайної патологічний вплив збудників кореневої й соснової губки на досліджувані деревостани (рис. 4), ми встановили пряму реакцію пізнього приросту на патологічну дію збудника кореневої губки.



**Рис. 4. Вплив патологічного процесу збудників кореневої та соснової губки на радіальний приріст сосни звичайної в типах лісорослинних умов А<sub>2-3</sub> В<sub>2-3</sub> Копищанського ПНДВ Поліського природного заповідника**

Це пов'язано перш за все з фактором ослаблення раннього приросту минулого року при хронічному впливі патологічного осередку збудників кореневої та соснової губки в комплексі звичайно з погодно-кліматичними факторами. Саме це призводить до систематичного ослаблення деревостанів сосни звичайної, зниження їх продуктивності, стійкості до несприятливих факторів навколишнього середовища і як результат – зменшення тривалості онтогенезу.

### **Висновки**

1. Дослідженнями доведено стійку фіксацію впливу погодно-кліматичних умов в часовій динаміці раннім та пізнім приростами сосни звичайної, що підтверджено коефіцієнтом кореляції ( $r=0,85\pm 0,2$ ).

2. Визначено, що пошкодження вершинним та шестиzubчатым короїдами бореальної форми сосни звичайної в лісорослинних умовах Поліського природного заповідника на 25% знижує не лише ранній приріст, а й градієнт стійкості (30% при коефіцієнті кореляції  $r=0,75-0,84\pm 0,3$ ), до впливу патогенів кореневої та соснової губки.

3. Визначено, що саме пізній приріст сосни звичайної є фізіологічним індикатором патологічного впливу збудників кореневої, соснової губки, постпірогенезу на ділянках пройдених масштабними лісовими пожежами 2016, 2018, 2020 років зі сформованою пожежною підсушеною.

4. Підтверджено, що реакція формування пізнього приросту в структурі річного кільця бореальної форми сосни звичайної в умовах Поліського природного заповідника є визначальною (коефіцієнт кореляції  $r=0,72\pm 0,3$ ), в контексті оцінки її стійкості до впливу патогенів кореневої, соснової губки, постпірогенезу після масштабних лісових пожеж 2016, 2018, 2020 років, а також погодно-кліматичних змін і військових дій.

5. Встановлено, що систематичний вплив комплексу несприятливих погодно-кліматичних умов, а також біологічна дія шкідників, збудників хвороб на ранній приріст річного кільця бореальної форми сосни звичайної, призводять до втрати не лише стійкості соснових деревостанів, а й зменшення тривалості онтогенезу й прискорення їх відмирання.

### **Список літератури (References)**

1. Андреева О. Ю., Коваль І. М. Зміни радіального приросту *Pinus sylvestris* L. у Поліссі в осередках масового розмноження звичайного соснового пильщика *Diprion pini* L. Лісівництво і агролісомеліорація. 2008. Вип. 112. С. 249–254. [Andreeva O. Yu., Koval I. M. Changes in radial growth of *Pinus sylvestris* L. in Polesie in the foci of mass reproduction of the common pine sawfly *Diprion pini* L. Forestry and agroforestry. 2008. Issue 112. P. 249–254] (in Ukrainian).

2. Ворон В. П., Ткач О. М., Коваль І. М., Сидоренко С. Г. Зміни радіального приросту в пошкодженому пожежею сосновому деревостані в західному Поліссі. Науковий вісник НЛТУ України. 2017. Вип. 27(9). С. 56–59. [Voron V. P., Tkach O. M., Koval I. M., Sydorenko S. G. Changes in radial growth in a fire-damaged pine stand in western Polesie. Scientific Bulletin of the National Technical University of Ukraine. 2017. Issue 27(9). P. 56–59.] (in Ukrainian).

3. Коваль І. М., Андрєєва О. Ю. Динаміка радіального приросту сосни звичайної в осередках рудого соснового пильщика в Поліссі. Лісівництво і агролісомеліорація. 2009. Вип. 116. С. 62–69. [Koval I. M., Andreeva O. Yu. Dynamics of radial growth of Scots pine in the foci of the red pine sawfly in Polesie. Forestry and agroforestry. 2009. Issue 116. P. 62–69.] (in Ukrainian).

4. Коваль І. М., Борисова В. Л. Реакція на зміни клімату радіального приросту ясеня звичайного в насадженнях Лівобережного Лісостепу. Науковий вісник НЛТУ України. 2019. Т. 29, № 2. С. 53–57. [Koval I. M., Borisova V. L. Response to climate change of radial growth of common ash in the stands of the Left Bank Forest-Steppe. Scientific Bulletin of the National Technical University of Ukraine. 2019. Vol. 29, No. 2. P. 53–57.] (in Ukrainian).

5. Levchenko V. B., Shulga I. V., Fuchylo 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 P. 18-62. (in Ukrainian).

6. Levchenko V. B., Shulga I. V., Fuchylo Y. D., Karpovych M. S., Romanyuk A. A., Hornovska S. V. Phytopathological monitoring of dangerous outbreaks disease of forest trees with use method of changing radial increments in the conditions of the Polisky nature reserve. DOI 10.26886/2520-7474.1(55)2023.1. Paradigm of knowledge № 1(55), 2023 P. 5-53. (in Ukrainian).

7. Matskovsky V. (2016). Climatic signal in tree-ring width chronologies of conifers in European Russia. International journal of climatology, 36(9), 3398–3406. <https://doi.org/10.1002/joc.4563>.

8. Shijatov S. G., Vaganov, E. A., Kirdjanov, A. V., Kruglov, V. B., Mazepa, V. S., Naurzbaev, M. M., & Hantemirov, R. M. (2000). Methods of dendrochronology. Part 1. The basics of dendrochronology. Collection and receipt of tree-ring information. Krasnoyarsk State University, Krasnoyarsk.

**V. B. Levchenko<sup>1</sup>, Ya. D. Fuchylo<sup>2,3</sup>, M. S. Karpovych<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>National University «Chernihiv Colehium» im. T. H. Shevchenko, Chernihiv Ukraine,

<sup>2</sup>Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Ukraine, Kyiv

<sup>3</sup>Malyn Applied College, v. Hamarnya, Zhytomyr Region, Ukraine

## **DENDROINDICATION OF THE INFLUENCE OF WEATHER AND CLIMATE CHANGES, FOREST PATHOLOGICAL, PYROGENIC STATES ON THE RADIAL GROWTH OF SCOTS PINE IN THE CONDITIONS OF THE POLYSKA NATURE RESERVE**

**Abstract.** Object of research: boreal stands of Scots pine in forest vegetation conditions A<sub>2-3</sub>, B<sub>2-3</sub> of the Polesie Nature Reserve, which were subjected to weather-climatic, forest pathological, pyrogenic influences in 2016, 2018, 2020.

The purpose of the research is to study the influence of weather-climatic, forest pathological, pyrogenic factors on early and late growth in the annual ring structure of Scots pine in permanent sample plots in forest vegetation conditions of the Polesie Nature Reserve, with their subsequent

*chronological indication and a prospective forecast of the resistance of boreal forms of Scots pine to the complex influence of adverse abiotic, anthropogenic and military factors.*

**Key words:** *forest, weather, climate, pyrogenesis, forest pathology, indication, growth, productivity, forecast.*

## ДИФЕРЕНЦІАЦІЯ ПРИРОДНИХ ПОПУЛЯЦІЙ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ УКРАЇНСЬКОГО ПОЛІССЯ ЗА МОРФОЛОГІЧНИМИ МАРКЕРАМИ ГЕНЕРАТИВНИХ ОРГАНІВ

Дослідники уже тривалий час вивчають мінливість популяцій сосни звичайної в межах її природного ареалу, але природні популяції сосни звичайної в Україні на даний час вивчені недостатньо. Під час цього дослідження було вивчено мінливість морфологічних ознак репродуктивних органів дев'яти природних популяцій сосни звичайної в Українському Поліссі (Волинська, Рівненська, Житомирська та Київська області). Було оцінено колір шишок, насіння та його крилаток, а також форму апофізу шишок. Визначено кількість та відсоток різних морфологічних форм шишок та насіння в досліджуваних популяціях. Виявлено дерева з шишками, апофізні луски яких загинаються вгору. Результати дослідження показали, що природні популяції сосни звичайної Українського Полісся характеризуються високою мінливістю морфологічних форм. Всього описано 17 нових форм апофізу шишок. Кластерний аналіз комплексу морфологічних маркерів виявив диференціацію деяких популяцій Рівненської області.

**Ключові слова:** *Pinus sylvestris*, природні насадження, мінливість, генетичне різноманіття.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Дослідники уже тривалий час вивчають мінливість популяцій сосни звичайної в межах її величезного природного ареалу [3-7]. Однак, огляд літератури показав невелику кількість досліджень її природних популяцій на Українському Поліссі [2, 4].

Морфологічні маркери генеративних органів (шишки та насіння) є вихідним генотипом дерев роду *Pinus*. Ці значущі маркери використовуються для оцінки міжвидової мінливості сосон.

Метою дослідження була оцінка мінливості морфологічних маркерів шишки та насіння природних популяцій сосни звичайної в Українському Поліссі (Волинська, Рівненська, Житомирська та Київська області), визначення диференціації досліджуваної популяції на основі набору показників.

**Матеріали і методи дослідження.** Об'єктом дослідження були шишки та насіння сосни звичайної з дев'яти природних популяцій Українського Полісся з типових лісових умов зростання відповідно до едафічної шкали Алексєєва-

---

<sup>1</sup>Мажула Ольга Степанівна, канд. с.-г. наук, доцент. E-mail: [mazhulao@ukr.net](mailto:mazhulao@ukr.net); <https://orcid.org/0000-0002-0241-5280>.

Погребняка, зокрема: С<sub>2</sub> та В<sub>4</sub> у Волинській області; А<sub>2</sub>, В<sub>4</sub> та В<sub>3</sub> у Рівненській обл.; С<sub>2</sub> та В<sub>2</sub> у Житомирській області та А<sub>2</sub> у Київській області України [1].

Тестові порції шишок та насіння були взяті від 22 до 62 дерев сосни звичайної, пропорційно до врожаю шишок у різних природних популяціях. Для аналізу популяцій використовувалися стандартні методи спостереження за мінливістю. Ми визначили такі морфологічні ознаки: апофіз шишок, колір шишок, колір насіння та його крилаток.

Найчастіше виділяють вісім форм апофізу шишок [2]. Наше дослідження виявило, що апофізи шишок дерев природних популяцій Українського Полісся відрізняються за своєю формою від класично описаних (а – f. plana, δ – f. gibba, в – f. reflexa).

Ми виділили три види шишок домінантного кольору – сірий, коричневий, бежевий; п'ять видів насіння – чорне, коричневе, бежеве, строкате та сіре і три види крилаток насіння: світло-коричнєве, коричневе та темно-коричнєве.

**Результати дослідження та їх обговорення.** Дослідження мінливості апофізу шишок у природних популяціях сосни звичайної в Українському Поліссі показало велику різноманітність морфологічних маркерів. Загалом було описано 17 нових форм апофізу шишки у чотирьох регіонах. Ми описали чотири нові форми апофізу шишки (δ3, в4, в5, в6) у деревах природних популяцій сосни звичайної з Волинської області, дев'яти (в7–в15) з Рівненської області, трьох (в16 в18) з Житомирської області та однієї (в19) з Київської області [4].

Дерева з гачкуватим апофізом шишки, який повернутий вгору, були виявлені в Рівненській області [4]. Різні гачкуваті апофізи шишки, що повернуті вгору, були охарактеризовані й у Житомирській області:

в16 – на освітленій сонцем поверхні шишки у верхній та центральній частині розташований гачкуватий апофіз, який повернуто вгору, знизу – гачкуватий апофіз, який повернуто вниз; на затінених частинах шишки у верхній частині – гачкуватий апофіз, який повернуто вгору, знизу пірамідальний.

в17 – на освітленій сонцем поверхні шишки у верхній та центральній частині розташований гачкуватий апофіз, який повернуто вгору, знизу – гачкуватий апофіз, який повернуто вниз; на затінених частинах шишки у верхній частині – пірамідальна, знизу плоска.

в18 – на освітленій сонцем поверхні шишки, гачкуватий апофіз, який повернуто вгору; На затінених частинах конуса всі апофізи плоскі.

Одна нова форма апофізу конуса була описана в Київській області: в19 – на освітленій сонцем поверхні конуса апофіз, розташований зверху, має пірамідальну форму, в центрі – плоский, знизу – гачкуватий апофіз конуса, який повернутий донизу; апофіз, розташований на затінених частинах конуса, такий самий, як і на освітленій сонцем поверхні конуса.

Найпоширенішими формами апофізів конусів у всіх досліджених насадженнях Українського Поліського регіону були  $v_4$  та  $\delta_2$

Лише ці дві форми зустрічалися у всіх дев'яти досліджених популяціях. Понад 30% досліджених дерев у семи природних популяціях мали апофаз  $v_4$ .

Форма апофізу  $\delta_3$  була виявлена у восьми природних популяціях з дев'яти.

Понад 20% досліджених дерев у п'яти досліджених популяцій мали цю форму апофізу. Форми апофізу  $\delta$  та  $\delta_1$  з'явилися в семи природних популяціях з дев'яти. Інші форми апофізу зустрічаються рідше, ніж зазначено вище.

Дослідження природних популяцій українського Полісся свідчать про те, що найбільша морфологічна різноманітність форм апофізу спостерігалася в популяціях Рівненської області, зокрема в Ясногірці. У деревах цієї дослідженої популяції є 17 форм апофізу шишок.

Як показали результати досліджень, природні популяції сосни звичайної в Українському Поліссі характеризуються типовими кольорами їхніх шишок. Найпоширеніший колір шишки – коричневий. Він переважає у двох популяціях типу лісу  $C_2$  – Волинь, Сьомаки (73,5%), Житомир, Слобідка (77,4%), одній з  $B_2$  – Житомир, Ірша (61,3%), та одній з  $A_2$  – Київ, Тетерів (45,7%).

Сірі шишки переважають в одній популяції типу лісу  $B_3$  – Рівне, Клесів (52,1%) та одній з  $B_4$  – Волинь, Карасин (40,8%).

Також 45,5% коричневих та сірих шишок виявилися в одній популяції в Рівненській обл., зокрема в Сарнах. Бежеві шишки переважають в одній з дев'яти досліджених популяцій типу лісу  $A_2$  (Сехів, Рівне).

Найпоширеніший колір насіння – чорний. Цей колір переважає у восьми природних популяціях з дев'яти. Понад 50% досліджених у семи досліджених популяціях дерев мали чорне насіння. Такий самий відсоток чорного та коричневого насіння виявився в одній популяції у Волинській області (Карасин).

Відсоток дерев з коричневим насінням у різних популяціях коливався від 6,5% до 46,9%, строкатого насіння від 2,1% до 22,6%, та бежевого насіння від 0 до 9,6%. Дерев з сірим насінням були виявлені у двох популяціях: одна в Рівненській області (Клесів), та одна в Київській області (Тетерів).

Дослідження природних популяцій свідчать про те, що найпоширенішим кольором крилаток насіння був темно-коричневий. Цей колір переважає у дерев шести природних популяцій з дев'яти. Коричневий колір крилаток насіння переважає у досліджуваних дерев трьох популяцій.

Відсоток морфологічних форм дозволив застосовувати кластерний аналіз для комплексу морфологічних маркерів, результати якого показали, що популяція Сехів (3 –  $A_2$  Рівне, Клесів) значно відрізняється від досліджуваних маркерів інших популяцій. Вона утворює перший кластер. Евклідова відстань між популяцією Сехів та шістьма іншими популяціями досягає високих значень (67,5–98,3), що показує, що ця популяція є специфічною.

Інші вісім популяцій утворюють другий кластер, у якому клесівська популяція (1 – В<sub>3</sub> Рівне, Клесів) відрізняється від решти семи популяцій. Інші сім популяцій з другого кластера більш схожі за досліджуваними маркерами.

Найбільше це виражено в певному регіоні, зокрема в Рівненській області [4]. Відмінності між популяціями були більш очевидними у випадках, коли відрізнялися умови родючості ґрунту. Популяції з різними умовами зволоження відрізнялися менше.

Серед цих семи популяцій можна виділити найбільш схожі досліджувані маркери: Слобідка (С<sub>2</sub> Житомир) та Сьомаки (С<sub>2</sub> Волинь), Ірша (В<sub>2</sub> Житомир) та Сарни (В<sub>4</sub> Рівне), а також Тетерів (А<sub>2</sub> Київ) та Ясногірка (В<sub>4</sub> Рівне). Популяції першої пари мають однакові умови зволоження та родючість ґрунту, популяції другої пари мають однакову спільну родючість ґрунту, а популяції третьої пари відрізняються типами лісу.

### **Висновки.**

Кластерний аналіз комплексу морфологічних маркерів дев'яти природних популяцій сосни звичайної показав суттєву різницю між досліджуваними насадженнями (популяціями) в Українському Поліссі. Наше дослідження показує, що популяції з Рівненської області є найбільш специфічними з досліджуваних популяцій, що робить їх перспективними для подальших більш детальних досліджень.

Спостерігається сильна тенденція до варіації природних популяцій за комплексом морфологічних ознак.

Результати нашого дослідження дев'яти природних популяцій сосни звичайної з трьох регіонів Українського Полісся значною мірою підтвердили цю гіпотезу.

### **Список літератури (References)**

1. Остапенко Б. Ф., Ткач В. П. Лісова типологія: навч. посібн. Харківський держ. ун-т. Харків. 2002, ч. 2. 204 с. [Ostapenko B. F., Tkach V. P. Forest typology: textbook. Kharkiv State University. Kharkiv. 2002, part 2. 204 p.] (in Ukrainian).
2. Яцик Р. М., Гайда Ю. І., Случик В. М. Основи генетики й селекції лісових рослин: Навч. посібн. Тернопіль: Підручники і посібники, 2012. 288 с. [Yatsyk R. M., Hayda Yu. I., Sluchyk V. M. Fundamentals of genetics and selection of forest plants: textbook. Ternopil: Textbooks and manuals, 2012. 288 p.].
3. Ballian, D., & Šito, S. (2017). Analysis of differences of growth and phenology of provenances of Scots pine (*Pinus sylvestris*) in provenance experiment at Žepče. *Biosystems Diversity*, 25(3), 228-235. doi: 10.15421/011735
4. Mazhula O (2018). Variability of Morphological Markers of Cone and Seeds in Natural Populations and Artificial Plantations of the Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) *J Plant Sci Crop Protec* 1(3): 303

5. Memišević Hodžić, M., Bejtić, S., & Ballian, D. (2020). Interaction between the effects of provenance genetic structure and habitat conditions on growth of scots pine in international provenance tests in Bosnia and Herzegovina. *South-East European Forestry*, 11(1), 11-16. doi: 10.15177/seefor.20-03.

6. Neyko, I., & Yurkiv, Z. (2017). Reproductive characteristics of pine (*Pinus Sylvestris* L.) of finnish origin on the seed orchard in condition of Vinnitsa region. *Scientific Horizons*, 20(1), 120-127.

7. Shutyaev, A.M., & Giertych, M. (2000). Genetic subdivisions of the range of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) based on a transcontinental provenance experiment. *Silvae Genetica*, 49(3), 1.

**O. S. Mazhula**

<sup>1</sup>*The Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

## **DIFFERENTIATION OF NATURAL POPULATIONS OF SCOTS PINE OF UKRAINIAN POLISSYA BY MORPHOLOGICAL MARKERS OF GENERATIVE ORGANS**

**Abstract.** *Researchers have been studying the variability of Scots pine populations within its natural range for a long time, but natural populations of Scots pine in Ukraine have not been studied sufficiently yet. During this study, the variability of morphological features of the reproductive organs of nine natural populations of Scots pine in Ukrainian Polissya (Volyn, Rivne, Zhytomyr and Kyiv regions) was studied. The color of cones, seeds and their axillary buds, as well as the shape of the cone apophysis were assessed. The number and percentage of different morphological forms of cones and seeds in the studied populations were determined. Trees with cones whose apophyseal scales bend upwards were identified. The results of the study showed that natural populations of Scots pine in Ukrainian Polissya are characterized by high variability of morphological forms. A total of 17 new forms of cone apophysis were described. Cluster analysis of the complex of morphological markers revealed the differentiation of some populations of Rivne region.*

**Key words:** *Pinus sylvestris, natural stands, variability, genetic diversity.*

**В. В. Мельник-Шамрай<sup>1</sup>, В. П. Краснов<sup>1,2</sup>, О. В. Жуковський<sup>2,3</sup>,  
Т. В. Курбет<sup>1,3</sup>**

<sup>1</sup>Державний університет «Житомирська політехніка», м. Житомир, Україна

<sup>2</sup>Малинський фаховий коледж, с. Гамарня, Житомирська обл., Україна

<sup>3</sup>Поліський філіал Українського науково-дослідного інституту лісового господарства і лісомеліорації імені Г. М. Висоцького, с. Довжик, Житомирська обл., Україна

## **ВИКОРИСТАННЯ МОБІЛЬНИХ ЗАСТОСУНКІВ ЯК ІНСТРУМЕНТУ РОЗВИТКУ ПРАКТИЧНИХ НАВИЧОК У ЛІСІВНИЧІЙ ОСВІТІ**

У статті розглянуто роль мобільних застосунків у процесі професійної підготовки майбутніх фахівців лісового господарства в умовах цифровізації освіти. Цифрові технології, що активно інтегруються в усі сфери суспільного життя, зокрема в освітню галузь, відкривають нові можливості для підвищення якості практичного навчання. Одним із найбільш перспективних напрямів їх використання є мобільні застосунки для визначення рослин, які забезпечують миттєвий доступ до великих баз даних, дозволяють працювати з реальними польовими об'єктами та підвищують ефективність засвоєння навчального матеріалу. У роботі проаналізовано функціональні особливості сучасних додатків Pl@ntNet, iNaturalist, Seek, PlantSnap, TreeID AI, iFlora та Plant Scan, що використовуються для розпізнавання деревних порід. На основі порівняльного аналізу визначено їхні переваги, недоліки, точність і швидкість роботи, а також доцільність застосування у освітньому процесі. Практична частина дослідження виконувалася у формі польового заняття, під час якого студенти працювали з мобільними застосунками для визначення деревних видів у реальних умовах. Здобувачі освіти оцінили роботу додатків за такими критеріями, як достовірність результатів, комфортність інтерфейсу, адаптивність до польових умов та наявність корисних навчальних функцій. Отримані результати були доповнені даними анонімного анкетування, яке засвідчило високий рівень підтримки впровадження цифрових інструментів: більшість студентів відзначили, що мобільні застосунки сприяють підвищенню інтересу до навчання, полегшують засвоєння матеріалу та підсилюють практичну складову освітнього процесу. Використання таких інструментів дозволяє поєднати традиційні методи визначення деревних порід із цифровими технологіями, підвищуючи якість, доступність і практичну орієнтованість освітнього процесу. Отже, мобільні застосунки можуть розглядатися як важливий елемент удосконалення освітніх програм та розвитку цифрової компетентності майбутніх фахівців лісового господарства.

**Ключові слова:** цифровізація освіти, фахівці лісового господарства, дендрологія, визначення деревних порід.

<sup>1</sup>Мельник-Шамрай Вікторія Вікторівна, канд. с.-г. наук, доцент. E-mail: [org\\_vvm@ztu.edu.ua](mailto:org_vvm@ztu.edu.ua); <https://orcid.org/0000-0002-3551-5085> ;

<sup>1,2</sup>Краснов Володимир Павлович, д-р с.-г. наук, професор. E-mail: [volodkrasnov@gmail.com](mailto:volodkrasnov@gmail.com); <https://orcid.org/0000-0003-1779-9544>;

<sup>2,3</sup> Жуковський Олег Валерійович, канд. с.-г. наук, с. н. с. E-mail: [zh\\_oleh2183@ukr.net](mailto:zh_oleh2183@ukr.net), <https://orcid.org/0000-0003-3351-9856>;

<sup>1,3</sup> Курбет Тетяна Володимирівна, канд. с.-г. наук, доцент. E-mail: [kpn\\_ktv@ztu.edu.ua](mailto:kpn_ktv@ztu.edu.ua), <https://orcid.org/0000-0001-7820-4263>.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Впровадження цифрових технологій в освітній процес є однією з ключових тенденцій розвитку сучасної системи підготовки спеціалістів. Водночас, цифровізації освіти є широким поняттям, що охоплює використання інформаційних технологій на всіх рівнях – освітньому, організаційному і т. д. Відомо, що цифрові технології впроваджуються абсолютно в усі сфери життя, включаючи економіку, фінанси, екологію, охорону здоров'я, транспорт, культуру та сферу обслуговування, і освіта не стала винятком. Цей процес спрямований на покращення якості освіти, доступності знань та адаптації освітніх програм до потреб цифрового суспільства. Реформування освіти відбувається з урахуванням потреб розвитку цифрової економіки, цифрового громадянства, інноваційного та креативного підприємництва [1, 6, 10].

Пандемія COVID-19 дала значний поштовх для широкого впровадження цифрових технологій в освіті [9]. У цей період технології перетворилися з простого доповнення в необхідний компонент освітнього процесу. Цифрові навички належать до базових і є ключовою вимогою до сучасного кваліфікованого фахівця будь-якої галузі. Використання ІТ у сучасних школах та закладах вищої освіти – це можливість отримати гарну базу в ІТ-сфері та закласти основу для подальшої неперервної освіти. Фахівці повинні вміти використовувати цифрові компетентності для пошуку, аналізу, використання та обміну інформацією для виконання професійних обов'язків [3, 10, 11, 15]. Цифрова освіта допомагає українським студентам конкурувати на міжнародному рівні.

Основними переваги цифровізації освітнього процесу для здобувачів вищої освіти є [4, 8, 12, 13, 14]:

- підвищення залученості, мотивації та інтересу до освітнього процесу;
- активізація самостійності та пізнавальної діяльності;
- наочна і більш цікава подача матеріалу;
- доступ до великих обсягів інформації, включно з матеріалами поза навчальною програмою;
- можливість навчатися з будь-якої точки світу з підключенням до Інтернету (використання дистанційних технологій);
- наявність численних навчальних онлайн-курсів;
- допомога в забезпеченні індивідуального підходу до кожного здобувача освіти, враховуючи його особливості та пізнавальні здібності;
- сприяння розвитку навичок критичного мислення, стимулювання творчості та інноваційного підходу до навчання та досліджень;

Цифровізація природничої освіти на сучасному етапі є не лише тенденцією, а необхідністю, що диктується потребами суспільства та актуальними викликами у сфері охорони природи [2, 11]. Лісове господарство – галузь, у якій якісна професійна підготовка значною мірою залежить від багатьох практичних навичок: проведення лісовпорядних робіт; виявлення пожеж і здійснення протипожежних заходів; проведення лісопатологічного контролю та заходів по боротьбі з шкідниками та хворобами та багато інших. До них також відноситься розпізнавання численних видів рослин, в тому числі деревних порід. Одним із ключових інструментів у цьому питанні є мобільні додатки для визначення рослин, які дозволяють значно покращити процес освоєння матеріалу.

У традиційній підготовці лісівників основним засобом ідентифікації деревних порід слугують паперові визначники, гербарні зразки та ілюстративні атласи, а також опорні ділянки в польових умовах. Хоча ці інструменти є фундаментальними, вони мають певні обмеження: сезонність доступних об'єктів, обмежена кількість зразків, часові обмеження практик. Сучасні мобільні технології [7] дають змогу зменшити ці бар'єри завдяки миттєвому доступу до великих баз даних, можливості порівняння ознак у реальному часі, збереження та архівації польових спостережень.

Мета досліджень – з'ясувати роль мобільних додатків у процесі визначення деревних порід, оцінити їхній освітній потенціал та визначити можливості інтеграції цифрових інструментів у підготовку фахівців лісового господарства.

Проведений пошук літературних джерел засвідчує, що поставлена мета є актуальною, оскільки цифровізація природничої та лісівничої освіти швидко розвивається й потребує системного осмислення. Це дозволить окреслити можливості інтеграції цифрових інструментів у освітній процес з метою підвищення його ефективності та формування сучасних професійних навичок.

**Матеріали і методи дослідження.** Об'єктами для дослідження слугували сучасні мобільні застосунки для визначення деревних порід, що активно використовуються в природничій та лісівничій освіті: Pl@ntNet, iNaturalist, Seek, PlantSnap, TreeID AI, iFlora, Plant Scan. Проведено систематизацію та порівняння мобільних застосунків за рядом критеріїв для визначення позитивних та негативних особливостей, здійснено тестування застосунків у польових умовах та проведено анонімне опитування здобувачів освіти щодо доцільності впровадження мобільних застосунків у освітній процес. Під час тестування застосунків, здобувачі освіти були поділені на групи по три-чотири чоловіки. У загальному, участь у дослідженні приймали 36 здобувачів освіти.

**Результати досліджень та обговорення.** Сьогодні визначення деревних видів – одна з базових компетентностей фахівця лісового господарства. Вона лежить в основі таких професійних умінь:

- дендрологія, ботаніка та лісової типології;

- визначення санітарного стану насаджень;
- проектування заходів догляду за лісом;
- моніторинг біорізноманіття;
- лісовідновлення та лісорозведення;
- лісовпорядкування, картографування та інвентаризація лісових ресурсів;
- робота з раритетними та інвазійними видами рослин.

Проблема сучасної підготовки полягає в тому, що традиційні методи визначення не завжди доступні, особливо в умовах коротких практик або обмежених наборів флористичних зразків. Саме тому мобільні додатки можуть компенсувати дефіцит навчального матеріалу.

Ринок мобільних застосунків для ідентифікації рослин активно розвивається: з'являються нові інструменти, а наявні сервіси вдосконалюють точність розпізнавання, збільшують бази даних та забезпечують доступ до науково значущих відомостей. Для освітнього процесу особливо важливим є співвідношення таких характеристик, як швидкість роботи, точність визначення, зручність інтерфейсу, можливість офлайн-використання, наявність наукових описів, інтеграція з модулем польових нотаток та підтримка української чи інших мов.

Нами проведено аналіз найбільш поширених мобільних застосунків для ідентифікації деревних порід щодо визначення функціональних можливостей, переваг та обмежень, а також оцінити їхню цінність у процесі професійної підготовки майбутніх лісівників (табл. 1).

*Таблиця 1*

**Порівняльний аналіз мобільних додатків для визначення деревних порід**

Додаток	Призначення	База видів	Тип розпізнавання	Вартість	Особливості
Pl@ntNet	Ідентифікація рослин	300 000+	AI фотоаналіз	Безкоштовний	Citizen science, надвисока точність
iNaturalist	Ідентифікація + соціальна мережа	Дуже велика	AI + експерти	Безкоштовний	Створення баз даних, картування
Seek	Освітній додаток	База iNaturalist	AI реального часу	Безкоштовний	Гейміфікація, система бейджів
PlantSnap	Ідентифікація рослин	600 000+	AI	Free + Pro	Детальна інформація про догляд
TreeID AI	Ідентифікація дерев	Середня	AI по листку	≈ \$2.99	Спеціалізований вузькоспектральний інструмент
iFlora	Європейські рослини	Висока	Фото + ключі	Частково платний	Професійні дані про екологію
Plant Scan	Сканування в реальному часі	Різні групи	Реальний час	Free/Premium	AR-ефекти, зручність у полі

Під час проведення практичного заняття зі студентами на базі дендрологічного парку Поліського філіалу Українського науково-дослідного інституту лісового господарства і лісомеліорації імені Г. М. Висоцького [5], у межах якого вони працювали з мобільними додатками, учасники мали можливість безпосередньо оцінити їхні функціональні можливості у визначенні деревних порід. У процесі роботи студенти виокремили низку позитивних і негативних аспектів використання кожного з цих інструментів (табл. 2), що дозволило комплексно проаналізувати їхню ефективність та зручність.

Таблиця 2

### Переваги та недоліки мобільних додатків

Додаток	Переваги	Недоліки
Pl@ntNet	<ul style="list-style-type: none"> <li>– велика база</li> <li>– багатомовний</li> <li>– висока точність</li> <li>– активна спільнота</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– потребує інтернету</li> <li>– інколи плутає схожі види</li> </ul>
iNaturalist	<ul style="list-style-type: none"> <li>– підтримка експертами</li> <li>– можливість картування</li> <li>– навчальна платформа</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– частково англійською мовою</li> <li>– менша швидкість розпізнавання ніж Seek</li> </ul>
Seek	<ul style="list-style-type: none"> <li>– швидке розпізнавання</li> <li>– зручно для початківців</li> <li>– без реєстрації</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– менше наукових деталей</li> <li>– можливі помилки в AI</li> </ul>
PlantSnap	<ul style="list-style-type: none"> <li>– дуже велика база</li> <li>– інформація про догляд</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– частково платний</li> <li>– помилки для рідкісних видів</li> </ul>
TreeID AI	<ul style="list-style-type: none"> <li>– спеціалізований на деревах</li> <li>– простий у використанні</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– платний</li> <li>– обмежена кількість видів</li> <li>– тільки англійська мова</li> </ul>
iFlora	<ul style="list-style-type: none"> <li>– наукова точність</li> <li>– екологічні та таксономічні дані карти ареалів</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– платні модулі</li> <li>– не завжди зручний інтерфейс англійською мовою</li> </ul>
Plant Scan	<ul style="list-style-type: none"> <li>– сканування в реальному часі</li> <li>– AR-режим; швидкість</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– потребує хорошу камеру</li> <li>– іноді знижена точність</li> </ul>
iFlora (мобільний)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– зрозумілий інтерфейс</li> <li>– підказки за ознаками дерев</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обмежена база</li> <li>– платні функції</li> <li>– без української мови</li> </ul>

У межах практичного заняття студенти мали змогу оцінити функціональність, точність та зручність використання в польових умовах мобільних зв'язків. Мобільні застосунки для визначення рослин, такі як Pl@ntNet, iNaturalist, PlantSnap, визнані одними з найефективніших інструментів для цифровізації природничої та лісівничої освіти. На основі власного досвіду вони склали рейтинг додатків (табл. 3), виділивши сильні та слабкі сторони кожного інструменту, що дозволило визначити їхню практичну цінність у освітньому процесі. Такий аналіз дозволив оцінити практичну цінність кожного

додатку в освітньому процесі та визначити, які інструменти найбільш ефективні для навчання і польових досліджень.

Таблиця 3

**Рейтинг мобільних додатків за результатами опитування студентів**

Критерій	1 місце	2 місце	3 місце
Точність	Pl@ntNet	iNaturalist	PlantSnap
Швидкість	PlantSnap	Pl@ntNet	iNaturalist
Зручність	iNaturalist	Pl@ntNet	PlantSnap

Було проведено опитування студентів щодо можливості впровадження мобільних додатків для визначення деревних порід у освітній процес (рис. 1).



**Рис. 1. Результати анонімного опитування студентів щодо використання мобільних застосунків**

Результати опитування, представлені на рис. 1, демонструють високий рівень підтримки студентами впровадження мобільних застосунків у практичну підготовку. Переважна більшість респондентів позитивно оцінила використання цифрових інструментів на практичних заняттях, що підтверджується 94,4 % відповідей «так». Значна частина студентів (83,3 %) зазначила, що мобільні застосунки сприяють кращому засвоєнню нових знань, а 91,7 % вважають їх використання доцільним у практичній підготовці. Така однотайність свідчить про ефективність цифрових технологій у формуванні практичних умінь і професійних компетентностей майбутніх фахівців лісового господарства. Дані також демонструють підвищення мотивації та залученості студентів завдяки інтерактивним можливостям застосунків, що робить освітній процес більш сучасним, гнучким і наближеним до реальних умов професійної діяльності. У цілому результати опитування підтверджують доцільність і перспективність подальшої цифровізації освітнього процесу та розширення використання мобільних технологій у підготовці фахівців галузі.

**Висновки.** Дослідження підтверджують, що мобільні застосунки є необхідним інструментом у процесі підготовки майбутніх фахівців лісового господарства. Вони значно розширюють можливості традиційних методів визначення деревних порід, усуваючи їхні основні обмеження – сезонність, обмежений доступ до зразків, недостатній обсяг практичного матеріалу та часові рамки польових занять. Використання мобільні застосунки сприяє підвищенню мотивації, активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів і розвитку цифрової, екологічної та дослідницької компетентностей.

Практичне тестування додатків у польових умовах дало змогу визначити їхні сильні та слабкі сторони, що забезпечило комплексний підхід до їхньої оцінки. Найбільш збалансованими та ефективними для навчальних цілей визнано Pl@ntNet, iNaturalist та PlantSnap. Студентське опитування підтвердило високий рівень схвалення використання таких інструментів, що відображає їхню актуальність і відповідність сучасним освітнім запитам.

Впровадження мобільних застосунків у освітній процес є перспективним напрямом цифровізації лісівничої освіти. Воно дозволяє підвищити якість практичної підготовки, формує сучасні професійні навички та забезпечує наближення навчання до реальних умов майбутньої професійної діяльності.

### Список літератури (References)

1. Багінський С., Багінська О. (2025). Інтеграція мобільних додатків в освітній процес на сучасному етапі. Вісник Національного університету «Чернігівський колегіум» імені Т. Г. Шевченка, 187(31), 186–191 [Bahinskyi, S., & Bahinska, O. (2025). Integration of mobile applications into the educational process at the modern stage. Bulletin of the T. H. Shevchenko National University "Chernihiv Colehium", 187(31), 186–191]. <https://doi.org/10.58407/visnik.253130> (in Ukrainian).

2. Бондаренко Л. І., Лазебна О. М., Білянська М. М., Волошина Н. О. (2021). Застосування мобільних додатків у процесі фахової підготовки студентів-екологів. Актуальні питання природничо-математичної освіти, 1(17), 167–176 [Bondarenko, L., Lazebna, O., Bilianska, M., Voloshyna, N. (2021). The use of mobile applications in the process of advanced training of Ecology students. Topical issues of natural science and mathematics education, 1(17), 167–176]. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5295727> (in Ukrainian).

3. Гуревич Р. С., Кадемія М. Ю., Опушко Н. Р., Ільніцька Т. С., Плахотнюк Г. М. (2021). Роль цифрових технологій навчання в епоху цивілізаційних змін. Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми, 62, 28–38 [Hurevych, R. S., Kademiia, M. Yu., Opushko, N. R., Ilnitska, T. S., & Plakhotniuk H. M. (2021). The role of digital learning technologies in the era of civilizational change. Suchasni informatsiini tekhnolohii ta innovatsiini metodyky navchannia v pidhotovtsi fakhivtsiv: metodolohiia, teoriia, dosvid, problemy, 62, 28–38]. <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2021-62-28-38> (in Ukrainian).

4. Гурська О. А., Самборська О. В., Йордан Г. М. (2025). Використання цифрових технологій у педагогічному процесі для індивідуалізації навчання. Педагогічна Академія:

наукові записки, 14, 1–22 [Hurska, O. A., Samborska, O. V., & Yordan, H. M. Utilization of digital technologies in the pedagogical process for individualized learning. *Pedahohichna Akademiya: naukovi zapysky*, 14, 1–22]. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14587060> (in Ukrainian).

5. Жуковський О. В., Краснов В. П., Орлов О. О., Курбет Т. В., Турко В. М. (2024). Сучасний видовий склад флори дендрологічного парку Поліського філіалу УкрНДЦЛІГА та можливість його використання для наукових і навчальних цілей. *Вісник Малинського фахового коледжу*, 3, 1–16 [Zhukovskiy, O., Krasnov, V., Orlov, O., Kurbet, T., & Turko, V. (2024). Modern species composition of the flora of the Dendrological Park of the Poliskyi Branch of URIFFM and the possibility of its use for scientific and educational purposes. *Bulletin of the Malyn Vocational College*, 3, 1–16]. <https://doi.org/10.62466/2786-9350-2024-3-9> (in Ukrainian).

6. Краснопольський В. Е., Поліщук О. А., Демченко О. М. (2024). Інтеграція мобільних додатків у освітній процес: аналіз ефективності та можливостей для здобувачів освіти. *Академічні візії*, 32, 1–12 [Krasnopol'skiy, V. E., Polishchuk, O. A., & Demchenko, O. M. (2024). Integration of Mobile Applications into the Educational Process: Analysis of Effectiveness and Opportunities for Learners. *Akademichni viziyyi*, 32, 1–12]. <https://doi.org/10.5281/zenodo.11559587> (in Ukrainian).

7. Нагаєв В. М., Суска А. А., Кускова С. В. (2022). Формування екологічної компетентності фахівців лісового господарства в умовах використання smart-технологій управління освітнім процесом. *Вища школа*, 3(204), 71–77 [Nahaiev, V. M., Suska, A. A., & Kuskova, S. V. (2022). The environmental competence development in forestry professionals in conditions of using SMART-technologies in educational process management. *Vyshcha shkola*, 3(204), 71–77]. [https://doi.org/10.33272/2522-9729-2022-3\(204\)-71-77](https://doi.org/10.33272/2522-9729-2022-3(204)-71-77) (in Ukrainian).

8. Ощипок І. М., Петришин Н. З. (2023). Інформаційні технології в нових умовах освітнього процесу і управління ним. *Грааль науки*, 3, 280–287 [Oshchypok, I. M., & Petryshyn, N. Z. (2023). Information technology in new minds of active process and its management. *Grail of Science*, 3, 280–287]. <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.04.08.2023.045> (in Ukrainian).

9. Сафонов Ю. М., Коротун О. П. (2024). Цифровізація освіти в Україні: технології та методики навчання. *Трансформаційна економіка*, 2(07), 89–94 [Safonov, Yu. M., & Korotun, O. P. (2024). Digitization of education in Ukraine: technologies and teaching methods. *Transformatsiina ekonomika*, 2(07), 89–94]. <https://doi.org/10.32782/2786-8141/2024-7-15> (in Ukrainian).

10. Сахно О. В. (2020). Цифрова компетентність і технології для освіти: принципи та інструменти. *Точка зору*, 6(195), 10–14 [Sakhno, O. V. (2020). Digital competence and technologies for education: principles and tools. *Tochka zoru*, 6(195), 10–14]. [https://doi.org/10.33272/2522-9729-2020-6\(195\)-10-14](https://doi.org/10.33272/2522-9729-2020-6(195)-10-14) (in Ukrainian).

11. Сустретов А. С., Ігнат'єв В. А., Брюховецька І. В. (2023). Використання мобільних додатків для мотивації та підтримки навчання в умовах дистанційного навчання. *Інноваційна педагогіка*, 65(1), 225–228 [Sustryetov A. S., Ihnatyev V. A., & Bryukhovetska, I. V. (2023). Use of mobile applications to motivate and support learning in distance learning. *Innovative Pedagogy*, 65(1), 225–228]. <https://doi.org/10.32782/2663-6085/2023/65.2.46> (in Ukrainian).

12. Толмач М. С. (2021). Цифрові технології в освіті: можливості й тенденції застосування. *Цифрова платформа: інформаційні технології в соціокультурній сфері*, 4(2), 159–171 [Tolmach, M. S. (2021). Digital technologies in education: possibilities and trends of application. *Tsyfrova platforma: informatsiini tekhnolohii v sotsiokulturnii sferi*, 4(2), 159–171]. <https://doi.org/10.31866/2617-796X.4.2.2021.247474> (in Ukrainian).

13. Толочко С. В. (2019). Вимоги цифрового суспільства до компетентності викладачів у системі післядипломної педагогічної освіти. Інноваційна педагогіка, 12(2), 178–181 [Tolochko, S. V. (2019). Requirements for digital society to competitiveness of lecturers in the postgraduate pedagogical education system. Innovative Pedagogy, 12(2), 178–181]. <https://doi.org/10.32843/2663-6085.2019.12-2.40> (in Ukrainian).

14. Шевченко О. М., Олянич В. В., Приймак В. М. (2025). Ефективність використання мобільних додатків для підтримки онлайн-навчання. Педагогічна Академія: наукові записки, 1–17 [Shevchenko, O., Olianich, V., & Pryimak, V. (2025). Effectiveness of using mobile applications to support online learning. Pedagogichna Akademiya: naukovi zapysky, 1–17]. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14754858> (in Ukrainian).

15. Blazhko, L., Rassokha, I., & Rendiuk, S. (2020). Use of mobile applications in the learning process. The sources of pedagogical skills, 26, 18–21. <https://doi.org/10.33989/2075-146x.2020.26.227421>

**V. Melnyk-Shamrai<sup>1</sup>, V. Krasnov<sup>1,2</sup>, O. Zhukovskyi<sup>2,3</sup>, T. Kurbet<sup>1,3</sup>**

<sup>1</sup>Zhytomyr Polytechnic State University, Zhytomyr, Ukraine

<sup>2</sup>Malyn Vocational College, Gamarnia, Zhytomyr Region, Ukraine

<sup>3</sup>Poliskyi Branch of Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotsky, Dovzhyk, Zhytomyr Region, Ukraine

## **THE USE OF MOBILE APPLICATIONS AS A TOOL FOR DEVELOPING PRACTICAL SKILLS IN FORESTRY EDUCATION**

**Abstract.** *The article examines the role of mobile applications in the professional training of future forestry specialists in the context of educational digitalization. Digital technologies, which are actively integrating into all spheres of public life, including the educational sector, open up new opportunities for improving the quality of practical training. One of the most promising areas for their use is mobile applications for plant identification, which provide instant access to large databases, allow students to work with real field objects, and increase the effectiveness of learning material acquisition. The study analyzes the functional features of modern applications like Pl@ntNet, iNaturalist, Seek, PlantSnap, TreeID AI, iFlora, and Plant Scan, which are used for tree species identification. Based on a comparative analysis, their advantages, disadvantages, accuracy, and speed of operation, as well as the feasibility of their application in the educational process, are determined. The practical part of the research was conducted in the form of a field session, during which students worked with mobile applications to identify tree species in real-world conditions. The students evaluated the applications based on criteria such as the reliability of results, interface comfort, adaptability to field conditions, and the presence of useful educational functions. The obtained results were supplemented by data from an anonymous survey, which demonstrated a high level of support for the implementation of digital tools: the majority of students noted that mobile applications contribute to increased interest in learning, facilitate material assimilation, and enhance the practical component of the educational process. The use of such tools allows for combining traditional methods of tree species identification with digital technologies, thereby improving the quality, accessibility, and practical focus of the educational process. Thus, mobile applications can be considered an important element in improving educational programs and developing the digital competence of future forestry specialists.*

**Key words:** digitalization of education, forestry specialists, dendrology, tree species identification.

## ЕЛЕКТРИФІКАЦІЯ ЛІСОВИХ МАШИН: ПЕРСПЕКТИВИ ПЕРЕХОДУ НА ГІБРИДНІ СИСТЕМИ

У статті проведено комплексний аналіз сучасних тенденцій та перспектив інтеграції електричних і гібридних силових установок у конструкції лісозаготівельної техніки. Досліджено світовий досвід провідних виробників, таких як Ponsse, Komatsu та John Deere, у контексті впровадження інноваційних приводів для харвестерів, форвардерів та трелювальних тракторів. Обґрунтовано переваги гібридних систем, які дозволяють досягти суттєвої економії палива (на 25–35 %), мінімізації шкідливих викидів CO<sub>2</sub> та підвищення загальної енергоефективності технологічних процесів лісозаготівлі. Особливу увагу приділено системі рекуперації енергії, що забезпечує повернення до 22 % потужності під час робочих циклів. Визначено стратегічні напрями розвитку вітчизняного лісового машинобудування, зокрема через локалізацію виробництва гібридних модулів та їх адаптацію до українських умов експлуатації. Окреслено роль інтеграції цих технологій у навчальний процес підготовки фахівців для формування кадрового потенціалу цифрової трансформації галузі.

**Ключові слова:** лісові машини, гібридні системи, електропривід, енергоефективність, сталий розвиток, автоматизація.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** У світовому машинобудівному секторі спостерігається чітка тенденція до повної або часткової відмови від дизельного приводу. Це зумовлено не лише екологічними викликами, а й економічними факторами – зростанням вартості пального, підвищенням вимог щодо екологізації виробництва, а також необхідністю автоматизації процесів у лісозаготівлі. У провідних країнах ЄС темпи заміни дизельних машин на гібридні та електричні вже сягають 12–18 % на рік, що створює передумови для повної трансформації парку техніки до 2040–2050 рр.

Особливо активно електрифікація відбувається у Скандинавії – регіоні, де ліс є одним із ключових природних ресурсів. Система рекуперації енергії, що використовується у сучасних електроприводах, дозволяє повертати до 15–22 % енергії, втрачених у процесі гальмування і роботи маніпуляторів, що недоступно для стандартних дизельних систем. Гібридні харвестери нового покоління обладнані двома накопичувачами енергії, що дозволяє забезпечувати стабільний

---

<sup>1</sup>Плашенко Олена Володимирівна, викладач вищої категорії. E-mail: [elena.plashenko@gmail.com](mailto:elena.plashenko@gmail.com); <https://orcid.org/0009-0006-5313-1583>;

<sup>1</sup>Деняченко Михайло Іванович, викладач вищої категорії. E-mail: [mltk2010@gmail.com](mailto:mltk2010@gmail.com); <https://orcid.org/0009-0002-1297-1229>.

крутний момент на валу незалежно від навантаження, а також уникати пікових витрат пального при інтенсивному циклі заготівлі [1].

На підставі опрацьованих даних технічних паспортів (*Ponsse, Komatsu, John Deere*) встановлено, що середнє споживання палива гібридної машини становить 10–12 л/год проти 15–18 л/год у традиційних дизельних аналогів. При цьому експлуатаційні випробування підтвердили скорочення викидів CO<sub>2</sub> на 35–52 % [2], що робить такі установки придатними для екологічно-чутливих зон – заказників, молодих культур, територій із рекреаційним використанням.

Не менш важливим показником є рівень шуму. Відомо, що шумове навантаження на оператора – один із чинників професійного вигорання, зниження концентрації та помилок у роботі. Перехід від 105 дБ (дизель) до 80–85 дБ (гібрид) та до 60–65 дБ (електрохарвестер) суттєво знижує шумовий вплив на персонал та забезпечує кращі умови праці.

У перспективі використання твердотільних акумуляторів збільшить автономність роботи електричних машин з 3–5 год до 10–14 год у польових умовах. Це стане точкою переходу від гібридної до повної електрифікації [3].

Метою проведених досліджень був аналіз сучасних тенденцій електрифікації лісових машин, оцінка переваг існуючих систем, зокрема – гібридних і перспективи їх впровадження в Україні.

**Матеріали і методи дослідження.** У роботі використано аналітичний, порівняльний і системний методи дослідження. Для аналізу застосовано дані технічних звітів провідних виробників і результати експлуатаційних випробувань гібридних машин у Скандинавії.

**Результати дослідження та їх обговорення.** Лісові машини за типом приводу поділяються на дизельні, електричні та гібридні (табл. 1). Гібридні лісові машини поєднують дизельний двигун і електропривід, що дозволяє зменшити витрати палива на 25–35 %, рівень шуму – на 40 %, а також стабілізувати роботу гідравлічної системи. В Україні подібні технології можуть бути застосовані у трелювальних тракторах, пересувних подрібнювачах деревини та машинах для догляду за насадженнями.

Таблиця 1

**Порівняльні характеристики приводів лісових машин**

Тип приводу	Джерело енергії	Переваги	Недоліки
Дизельний	дизельне паливо	простота, автономність	високі викиди, шум
Електричний	акумулятор	нульові викиди, низький шум	мала автономність
Гібридний	дизель + батарея	економічність, ефективність	висока вартість, складність

Дані табл. 1 демонструють технологічну дихотомію сучасного машинобудування. Дизельні приводи, попри свою автономність, стають регресивними через неспроможність відповідати жорстким екологічним стандартам Tier 5 та низьку енергетичну гнучкість. Повністю електричні системи, хоча і є ідеальними з точки зору екологічності, на даному етапі розвитку технологій накопичення енергії стикаються з проблемою «енергетичної щільності», що критично для роботи у віддалених лісових масивах.

Саме тому гібридний привід виступає як найбільш раціональний компроміс. Він інтегрує переваги обох систем: дизельна складова забезпечує необхідну потужність та автономність, тоді як електрична частина (буферна батарея) дозволяє працювати у режимі пікових навантажень без різкого зростання витрат пального [4]. Це нівелює основний недолік дизелів – низьку ефективність при змінних режимах роботи, характерних для маніпуляторних операцій.

Особливо важливими аспектами використання тих чи інших систем лісових машин є їх коефіцієнт корисної дії та вплив на довкілля (табл. 2).

*Таблиця 2*

**Екологічні показники лісових машин**

Параметр	Дизель	Гібрид	Електро
Викиди CO <sub>2</sub> , кг/год	12,5	8,3	0
Рівень шуму, дБ	105	85	60
ККД приводу, %	32	47	85
Собівартість, грн/год	480	360	250

Детальний розгляд показників таблиці 2 дозволяє зробити висновок про радикальну перевагу електрифікованих систем у контексті енергоефективності. Коефіцієнт корисної дії (ККД) чистого електроприводу сягає 85%, що у 2,6 разу вище, ніж у класичного дизеля (32 %). Гібридна установка, демонструючи ККД на рівні 47 %, забезпечує «золоту середину», дозволяючи трансформувати до 15–22 % енергії гальмування та спуску маніпулятора назад у корисну електричну енергію через систему рекуперації.

Екологічний аспект характеризується зниженням емісії CO<sub>2</sub> на 33,6 % при переході на гібрид (з 12,5 до 8,3 кг/год), що є вагомим чинником для сертифікації лісопродукції за міжнародними стандартами енергоменеджменту, такими як ISO 50001. Крім того, зниження шумового забруднення на 20 дБ (зі 105 до 85 дБ), за використання гібридної схеми, радикально покращує умови праці оператора, знижуючи когнітивне навантаження та ризики професійних захворювань.

З економічної точки зору, попри вищу вартість придбання гібридної техніки, пряма експлуатаційна собівартість знижується на 25% (з 480 до 360 грн/год). Така динаміка зумовлена скороченням споживання палива з 15–18 л/год

до 10–12 л/год, що в довгостроковій перспективі (5–7 років) забезпечує повну окупність інноваційних систем та підвищує конкурентоспроможність лісогосподарських підприємств України на міжнародному ринку.

Перспективи розвитку електрифікації лісових машин в Україні визначаються кількома ключовими чинниками: технологічним рівнем підприємств, можливістю локалізації виробництва та економічною доцільністю переходу на енергоефективні рішення. На сьогодні українські лісогосподарські підприємства перебувають на етапі модернізації технічного парку, що створює сприятливі умови для поступового впровадження гібридних і повністю електричних машин.

По-перше, гібридні силові установки можуть бути інтегровані у трелювальні трактори, навантажувачі та пересувні подрібнювачі деревини, що дозволить зменшити витрати палива на 20–35 %, знизити шумове навантаження та підвищити ресурс гідравлічних систем. Локальна адаптація гібридних модулів також зменшить залежність від імпортованих комплектуючих.

По-друге, впровадження електрифікованої техніки є важливим етапом екологізації лісового господарства. Перехід на машини з низьким або нульовим рівнем викидів сприятиме виконанню екологічних вимог ЄС, що має значення для України як держави, що інтегрується до європейського простору [5].

По-третє, інтеграція таких технологій у навчальний процес дозволить підготувати висококваліфікованих фахівців за спеціальністю 207 «Агроінженерія». Створення навчально-наукових лабораторій з вивчення електроприводів, рекуперації енергії та гібридних силових установок значно підвищить практичну складову підготовки студентів. Це також створить передумови для виконання експериментальних досліджень, участі у міжнародних проєктах та розробки власних українських інновацій у сфері лісогосподарської техніки.

Загалом, упровадження електрифікованих технологій має значний потенціал для підвищення енергоефективності, екологічності та конкурентоспроможності лісового господарства України.

### **Висновки.**

1. На сучасному етапі електрифікація є стратегічним напрямом розвитку лісового машинобудування, підвищення його екологічності та енергоефективності.

2. Особливо перспективним вважається використання гібридних систем, що поєднують переваги як дизельних приводів, які забезпечують необхідну потужність та автономність, так і електричних, які дозволяють працювати у режимі пікових навантажень без різкого зростання витрат пального, таким чином поєднуючи екологічність та ефективність.

3. На сьогодні українські лісгосподарські підприємства перебувають на етапі модернізації технічного парку, що створює сприятливі умови для поступового впровадження гібридних і повністю електричних машин. Гібридні силові установки можуть бути інтегровані у трелювальні трактори, навантажувачі та пересувні подрібнювачі деревини, що дозволить зменшити витрати палива на 20–35 %, знизити шумове навантаження та підвищити ресурс гідравлічних систем.

4. Впровадження електрифікованої техніки є важливим етапом екологізації лісового господарства. Перехід на машини з низьким або нульовим рівнем викидів сприятиме виконанню екологічних вимог ЄС, що має значення для України як держави, що інтегрується до європейського простору.

### Список літератури (References)

1. Advancing sustainability in forestry machinery: Electro-Hybrid drives for greenhouse gas reduction and enhanced energy efficiency Václav Mergl<sup>1</sup>, Lukáš Zeizinger<sup>1</sup>, Martin Kománek. [https://reference-global.com/article/10.2478/forj-2023-0024?utm\\_source=chatgpt.com](https://reference-global.com/article/10.2478/forj-2023-0024?utm_source=chatgpt.com)

2. Komatsu Forest Green Tech Report. 2022. [https://www.komatsuforest.com/media/newsroom/hybrid-electric-forwarder-concept-prototype-unveiled-for-the-first-time?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.komatsuforest.com/media/newsroom/hybrid-electric-forwarder-concept-prototype-unveiled-for-the-first-time?utm_source=chatgpt.com)

3. Tower yarder powertrain performance simulation analysis: electrification study. Stefan Leitner, Manuel Antonio Perez Estevez, Massimiliano Renzi, Raffaele Spinelli, Fabrizio Mazzetto, Renato Vidoni [https://link.springer.com/article/10.1007/s10342-023-01553-0?utm\\_source=chatgpt.com](https://link.springer.com/article/10.1007/s10342-023-01553-0?utm_source=chatgpt.com)

4. Ponsse Hybrid Systems Overview. Finland, 2023. [https://www.forestryequipmentguide.com/article/57639-ponsse-launches-ev1-electric-forest-machine?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.forestryequipmentguide.com/article/57639-ponsse-launches-ev1-electric-forest-machine?utm_source=chatgpt.com)

5. ISO 50001:2018 Energy Management Systems. [https://www.nqa.com/en-us/certification/standards/iso-50001?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.nqa.com/en-us/certification/standards/iso-50001?utm_source=chatgpt.com)

**O. V. Plashenko<sup>1</sup>, M. I. Denyachenko<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Malyn Applied College, Hamarnia village, Zhytomyr region, Ukraine

### **ELECTRIFICATION OF FORESTRY MACHINES: PROSPECTS FOR TRANSITION TO HYBRID SYSTEMS**

**Abstract.** *The article provides a comprehensive analysis of current trends and prospects for integrating electric and hybrid power plants into the design of forestry machinery. Global experience of leading manufacturers, such as Ponsse, Komatsu, and John Deere, in implementing innovative drives for harvesters, forwarders, and skidders is investigated. The advantages of hybrid systems are substantiated, allowing for significant fuel savings (by 25–35%), minimization of harmful CO<sub>2</sub> emissions, and an increase in the overall energy efficiency of wood harvesting technological processes. Special attention is paid to the energy recovery system, which ensures the return of up to 22% of power during operating cycles. Strategic directions for the development of domestic forest*

*machinery engineering are identified, in particular through the localization of hybrid module production and their adaptation to Ukrainian operating conditions. The role of integrating these technologies into the educational process of training specialists in "Agroengineering" is outlined to form the human resources potential for the industry's digital transformation.*

**Key words:** *forest machines, hybrid systems, electric drive, energy efficiency, sustainable development, automation.*

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

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

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

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

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

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

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

---

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

*Таблиця 1*

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

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

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

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

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

Таблиця 2

**Порівняння цифрових компонентів лісового господарства України у 2020 та 2025 роках**

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

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

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

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

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

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

## Список літератури (References)

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

V. V. Sakhnyuk<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Malyn Ahhlied College, Hamarnia village, Zhytomyr region, Ukraine*

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

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

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

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

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

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

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

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

## СТРУКТУРА ВИРУБУВАНОЇ ДЕРЕВИНИ У ЛІСАХ УКРАЇНИ ТА ЇЇ ТЕХНІЧНА ПРИДАТНІСТЬ

Визначено структуру вирубуваної деревини у розрізі систем і видів рубок, встановлено середні обсяги вибірки з 1 га та структуру деревини за технічною придатністю в лісах України за 2021-2025 роки. Матеріалом слугували зведені записи електронного реєстру лісорубних квитків, отримані через аналітичний портал державного підприємства «Лісогосподарський інноваційно-аналітичний центр». За обсягом вирубуваної деревини домінували рубки формування і оздоровлення лісів – 57% загального запасу (санітарні – 40%, рубки догляду – 16%), тоді як рубки головного користування становили близько 41%, інші рубки – близько 2%. У межах рубок головного користування суцільнолісосічні рубки продемонстрували в середньому вихід ділової деревини на рівні 50% при середній вибірці 292 м<sup>3</sup> з 1 га; вибіркові рубки – близько 41% ділової деревини та 67 м<sup>3</sup>; поступові рубки – майже 37% ділової деревини з виразним зростанням вибірки на кінцевому прийомі до 242 м<sup>3</sup>. Вибіркові санітарні рубки мали трохи більше 21% ділової деревини при середній вибірці 26 м<sup>3</sup> з 1 га, тоді як суцільні санітарні рубки досягали приблизно 37% при 220 м<sup>3</sup> з 1 га. Серед рубок догляду прохідні рубки забезпечили понад 29% ділової деревини при близько 43 м<sup>3</sup> з 1 га; при проріджуваннях ділова деревина склала 5% за близько 20 м<sup>3</sup> з 1 га, тоді як прочищення (14 м<sup>3</sup> з 1 га) і освітлення (8 м<sup>3</sup> з 1 га) серед незначної частки ліквідної маси мали фактично лише дров'яну деревину. Від інших заходів формування і оздоровлення лісів частка ділової деревини сягала близько 39%, у групі інших рубок і робіт, пов'язаних з веденням лісового господарства – 27%, у групі інших рубок і робіт, не пов'язаних з веденням лісового господарства – 22%. Отримані результати дозволяють оцінити баланс рубок та структуру заготовленої деревини в лісах України і окреслити перспективи переходу на наближені до природи системи рубок з точки зору підвищення частки ділової деревини, оптимізації сортиментної структури та економічної ефективності за одночасного збереження екологічної стійкості, що потребує подальших досліджень із регіональною деталізацією і породно-віковою стратифікацією.

**Ключові слова:** рубки, ділова деревина, лісорубні квитки, товарна структура, вирубуваний запас деревини.

<sup>1</sup>Юрій Вікторович Сірук, канд. с.-г. наук, доцент, завідувач кафедри лісового та садово-паркового господарства. Email: [qarpofor@ukr.net](mailto:qarpofor@ukr.net); <https://orcid.org/0000-0002-4077-7485>;

<sup>1</sup>Ірина Миколаївна Сірук, доктор філософії з екології, старший викладач кафедри екології. Email: [cranberry2204@gmail.com](mailto:cranberry2204@gmail.com); <https://orcid.org/0000-0001-9914-8109>;

<sup>1</sup>Василь Миколайович Турко, канд. с.-г. наук, доцент, доцент кафедри лісового та садово-паркового господарства. Email: [vas.turko@gmail.com](mailto:vas.turko@gmail.com); <https://orcid.org/0000-0003-4029-9599>.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Раціональне формування товарної та сортиментної структури деревини є ключем до підвищення вартості лісосировинного потоку та рентабельності лісозаготівлі, особливо в умовах переходу до наближеного до природи лісівництва. В українському правовому полі підходи до заготівлі регламентуються Лісовим кодексом України [20], який визначає засади спеціального використання лісових ресурсів, у т.ч. рубок головного користування та інших видів рубок, а також пов'язує лісочористування з цілями охорони, відтворення й сталого розвитку лісів. Застосування конкретних технологічних рішень і допустимих видів робіт під час рубок фіксується у спеціальних правилах: «Правилах рубок головного користування» [22], «Правилах поліпшення якісного складу лісів» [23], а також «Санітарних правилах в лісах України» [29]. Для оцінювання економічної віддачі критичною є товарна й сортиментна структура заготовленої деревини: частки ділових, напівділових і дров'яних дерев, а також співвідношення матеріалів круглих за класами якості і призначенням. Такі підходи застосовуються як у національній статистиці та методичних оглядах, так і в оперативних даних Держлісагентства та Державного підприємства «Ліси України» [19, 25, 26].

За цих умов науково-практичне завдання полягає у кількісному описі та прогнозі виходу ділової деревини залежно від системи заготівлі, виду рубки та застосованого способу/технології. В європейському та північноамериканському дискурсі давно показано, що інтенсивність і тип рубки визначають співвідношення ділових та дров'яних сортиментів, а вибір технологічного ланцюжка істотно впливає на продуктивність машин, собівартість  $1 \text{ м}^3$  і, відтак, на граничний дохід від різних сортиментів [1, 4, 7].

Для України важливо узгоджувати практику оцінювання якості та обліку сортиментів з гармонізованими стандартами ЄС. Класи якості круглого лісоматеріалу для дуба й бука та інші норми закріплені оновленими національними стандартами (ДСТУ EN 1316-1:2018/2019) [28] і комплексом ДСТУ щодо вимірювання та визначення об'ємів (ДСТУ 4020-2:2001; EN 1309-2) [27], що уможлиблює порівнянність сортиментного виходу [21].

Зарубіжні дослідження показують, що при рубках догляду (особливо ранніх і помірної інтенсивності) зростає частка технологічної деревини, тоді як при рубках головного користування зазвичай домінують ділові сортименти; співвідношення визначається якістю стовбурів, діаметром на висоті грудей, прямизною та дефектністю [11, 17]. Вибір інтенсивності й методу рубок догляду (верховий, низовий) змінює кумулятивний вихід сортиментів і їх вартість, причому ефект різниться між сосною звичайною та ялиною європейською [6, 13]. Паралельно сучасні роботи з використанням даних харвестерів та дистанційного зондування уточнюють моделі прогнозу частки ділових сортиментів залежно від

якості стовбурів і технологій рубок, що напряму пов'язано з плануванням доходів і логістики [3, 12, 18].

Отже, у контексті переходу до наближеного до природи лісівництва частка виходу ділової деревини з лісосік різних видів і систем рубок виступає інтегральним індикатором якості лісогосподарських рішень і ключовим детермінантом рентабельності лісозаготівлі. Таким чином, систематичне дослідження й прогнозування частки ділових сортиментів за видами рубок і технологіями є базою для обґрунтованого планування лісокористування, ціноутворення, логістики та інвестицій у техніку в умовах трансформації галузі до природозорієнтованих практик.

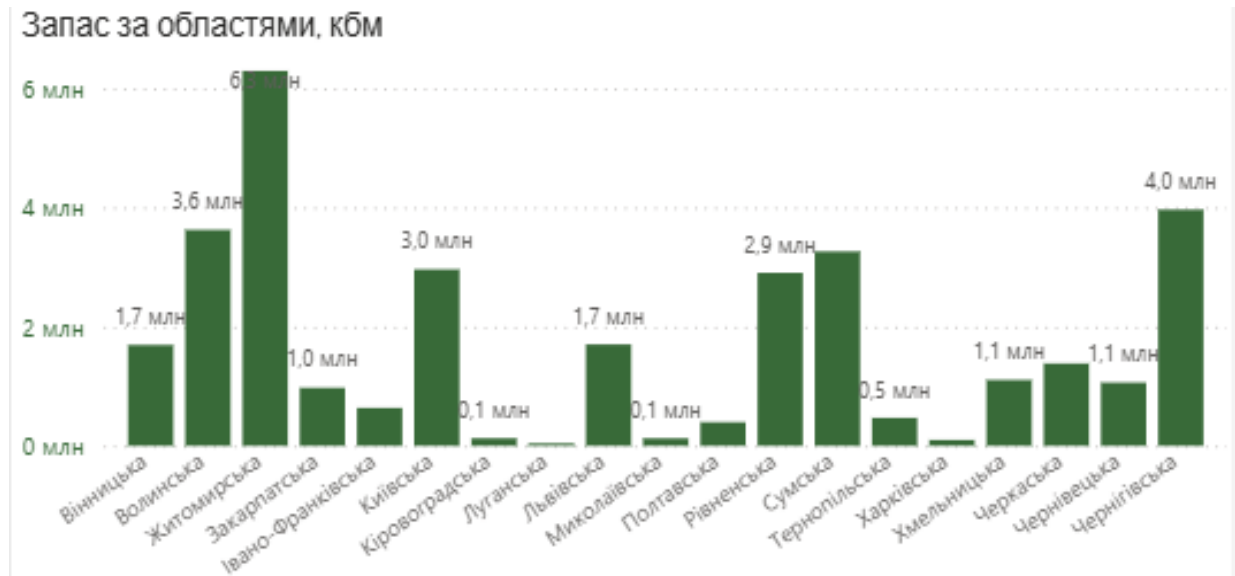
*Мета досліджень* полягала у визначенні структури вирубуваної деревини у розрізі систем та видів рубок, встановленню середніх значень вибірки деревини з одиниці площі, аналізі структури деревини за технічною придатністю.

**Матеріали і методи досліджень.** Матеріалами для проведення дослідження слугували зведені дані з електронного реєстру лісорубних квитків (період видачі з 01.01.2021 по 23.10.2025) отримані з використанням онлайн-ресурсу – аналітичного порталу Державного підприємства «Лісогосподарський інноваційно-аналітичний центр» (ЛІАЦ) [24]. При проведенні аналізу були охоплені дані по виписаних лісорубних квитках лісокористувачів усіх форм власності в розрізі регіонів України. Загальна структура систем і видів рубок визначалася за зведеними даними за площею і запасом. У розрізі систем рубок визначалися, використовуючи фільтри «Система рубки» і «Вид рубки», співвідношення планових запасів деревини, що підлягали вирубуванню, середній обсяг вибірки деревини з одиниці площі. Аналіз рубок головного користування і рубок формування і оздоровлення за способами і видами проводився відповідно до передбачених в Україні Правил [22, 23, 29]. Розподіл деревини за технічною придатністю визначався для кожного виду рубок головного користування, санітарних рубок і рубок догляду, а також для рубок, які відносяться до групи «Інші заходи з формування і оздоровлення лісів», «Інші рубки та роботи, пов'язані з ведення лісового господарства», «Інші рубки та роботи, непов'язані з ведення лісового господарства». Побудова графічного матеріалу здійснювалася із використанням аналітичного порталу у розділах «Зведені дані за площею і запасом» і «Структура деревини за технічною придатністю».

### **Результати дослідження та їх обговорення**

За даними аналітичного порталу ЛІАЦ за останні 5 років (2021-2025 рр.) в лісах України за обсягами вирубуваної деревини домінували рубки формування і оздоровлення лісів – 57 % від загального запасу, в тому числі санітарні рубки – 40 %, рубки догляду – 16 %. Частка вирубуваної деревини від рубок головного користування склала близько 41%, від інших рубок – лише 2 %. Серед рубок

головного користування переважна більшість деревини вирубуеться суцільнолісосічними рубками – понад 91 %, майже 8 % деревини – поступовими і лише близько 1 % – вибірковими. При суцільнолісосічних рубках у середньому з одиниці площі передбачено вирубування 292 м<sup>3</sup> деревини. Найбільші обсяги даних рубок за останні 5 років відмічені у Житомирській області (рис. 1).

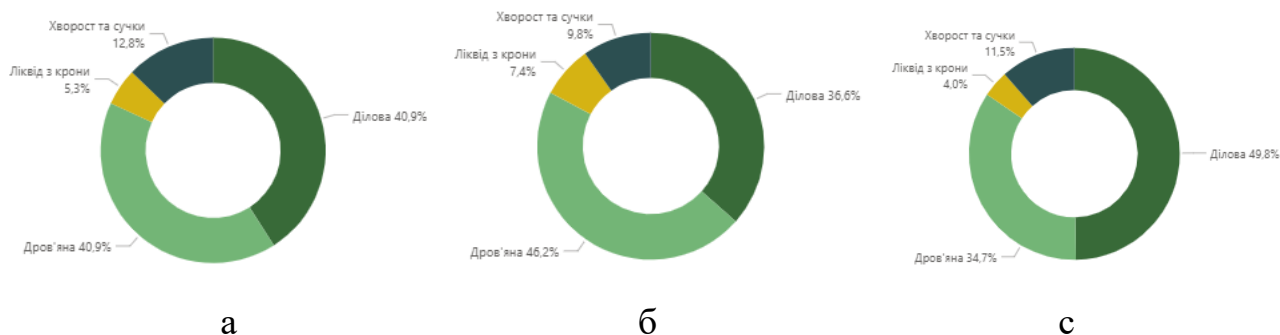


**Рис. 1. Обсяги вирубуваної деревини від суцільнолісосічних рубок в регіонах України**

Поступові рубки найбільш представленими є в лісах Чернівецької, Закарпатської, Львівської та Івано-Франківської областей, значно менше на Тернопільщині та Київщині. Серед поступових рубок переважна більшість деревини вирубувалася рівномірно-поступовими рубками – 92 %, значно менше групово-поступовими – 6 % і смугово-поступовими – 2 %. Рівномірно-поступові рубки здебільшого проводилися 2-прийомні, рідше 3-прийомні. За перший прийом при рівномірно-поступових рубках в середньому з 1 га вилучалося 116 м<sup>3</sup> деревини, за другий прийом 3-прийомних рубок – 91 м<sup>3</sup> деревини, за кінцевий прийом 2 і 3-прийомних рубок – 242 м<sup>3</sup> деревини. Групово-поступові рубки в переважній більшості проводилися 3-прийомні. За перший прийом групово-поступових рубок в середньому з одиниці площі вирубувалося 117 м<sup>3</sup> деревини, за другий прийом – 78 м<sup>3</sup> деревини і за кінцевий прийом – 139 м<sup>3</sup> деревини. Вибіркові рубки головного користування фактично представлені лише в трьох регіонах: Львівська, Івано-Франківська і Закарпатська області. В середньому з 1 га при проведенні добровільно-вибіркових рубок вилучалося за один прийом 67 м<sup>3</sup> деревини.

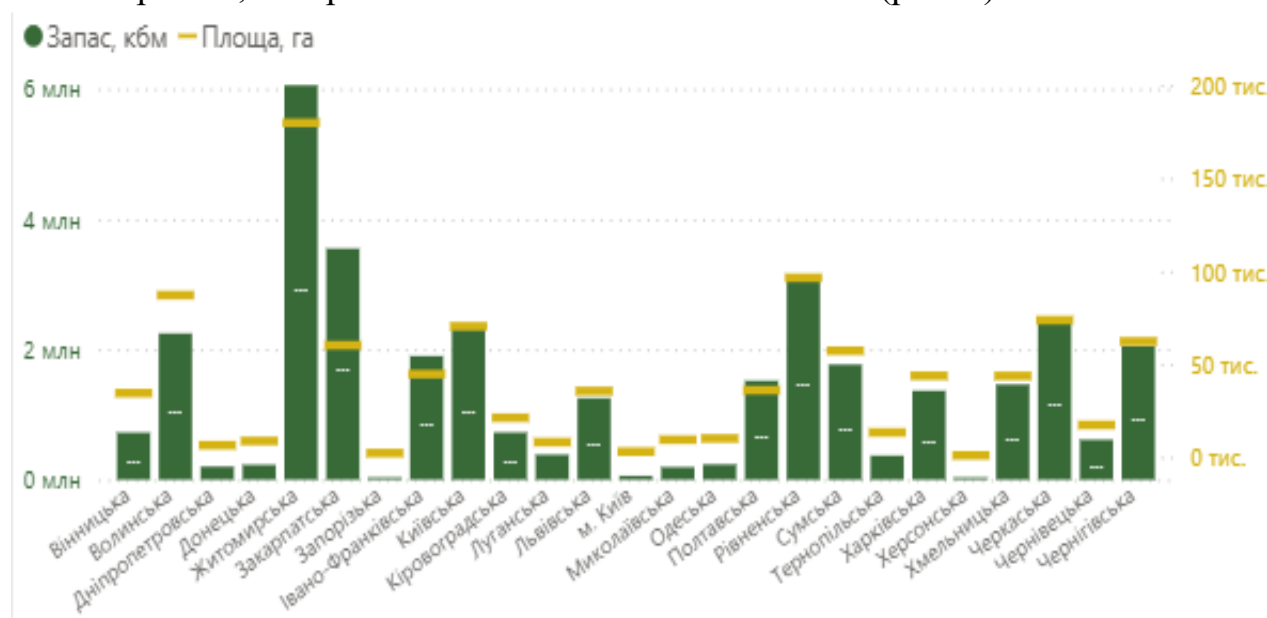
Структура деревини за технічною придатністю певним чином відрізняється залежно від системи рубки головного користування. Найвищі показники виходу ділової деревини відмічені від суцільнолісосічних рубок – в середньому на рівні

50 % (рис. 2с). При вибіркових рубках середній вихід ділової деревини склав близько 41% (рис. 2а), а при поступових – майже 37 % (рис. 2б).



**Рис. 2. Структура деревини за технічною придатністю від рубок головного користування: а – вибіркові, б – поступові, с – суцільні**

Санітарні рубки, які є найбільш представленими серед рубок формування і оздоровлення лісів, за останні роки проводилися в найбільших обсягах у Житомирській, Закарпатській та Рівненській областях (рис. 3).

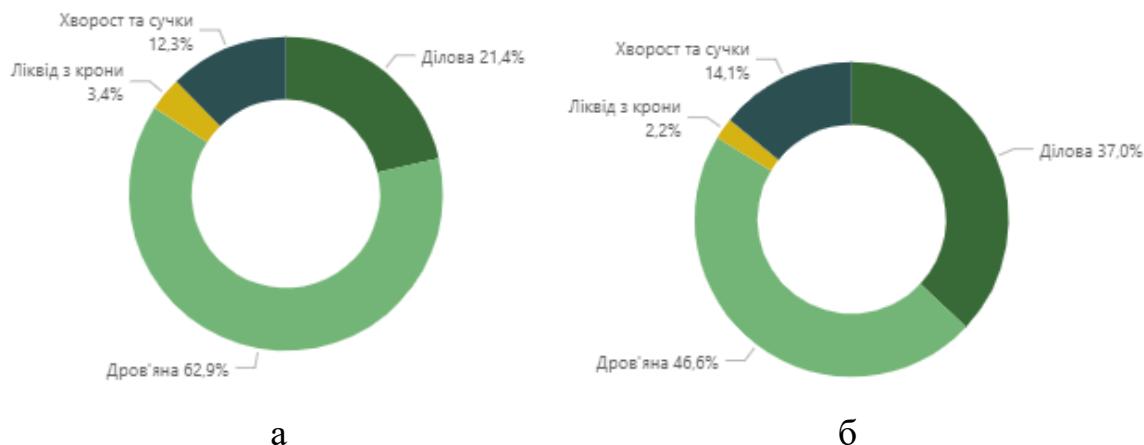


**Рис. 3. Обсяги вирубуваної деревини від санітарних рубок в регіонах України**

При вибіркових санітарних рубках здійснено вирубування близько 74 % від загального обсягу деревини, відповідно, при суцільних санітарних рубках – 26 %. Середня вибірка деревини з одиниці площі при санітарних вибіркових рубках склала 26 м<sup>3</sup> деревини, при суцільних санітарних рубках – 220 м<sup>3</sup>.

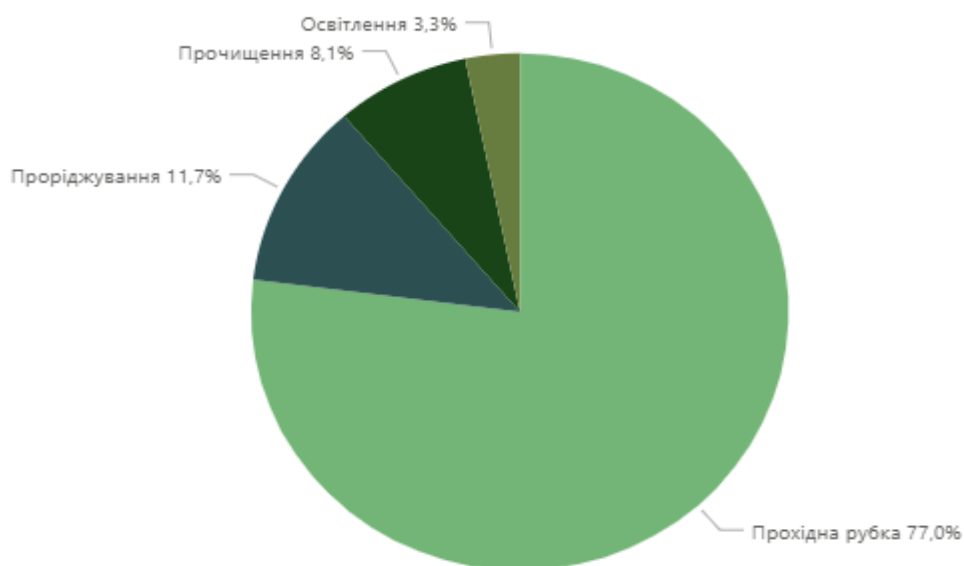
Структура деревини за технічною придатністю від суцільних і вибіркових санітарних рубок відрізняється значною мірою. Якщо при вибіркових санітарних рубок вихід ділової деревини склав в середньому по Україні трохи більше 21 %

(рис. 4а), то при суцільних санітарних рубках даний показник є значно вищим – 37 % (рис. 4б).



**Рис. 4. Структура деревини за технічною придатністю від санітарних рубок: а – вибіркові, б – суцільні**

З-поміж рубок догляду найбільші обсяги деревини вилучалися при прохідних рубках, значно менші при прорідженнях, прочищеннях та освітленнях (рис. 5).

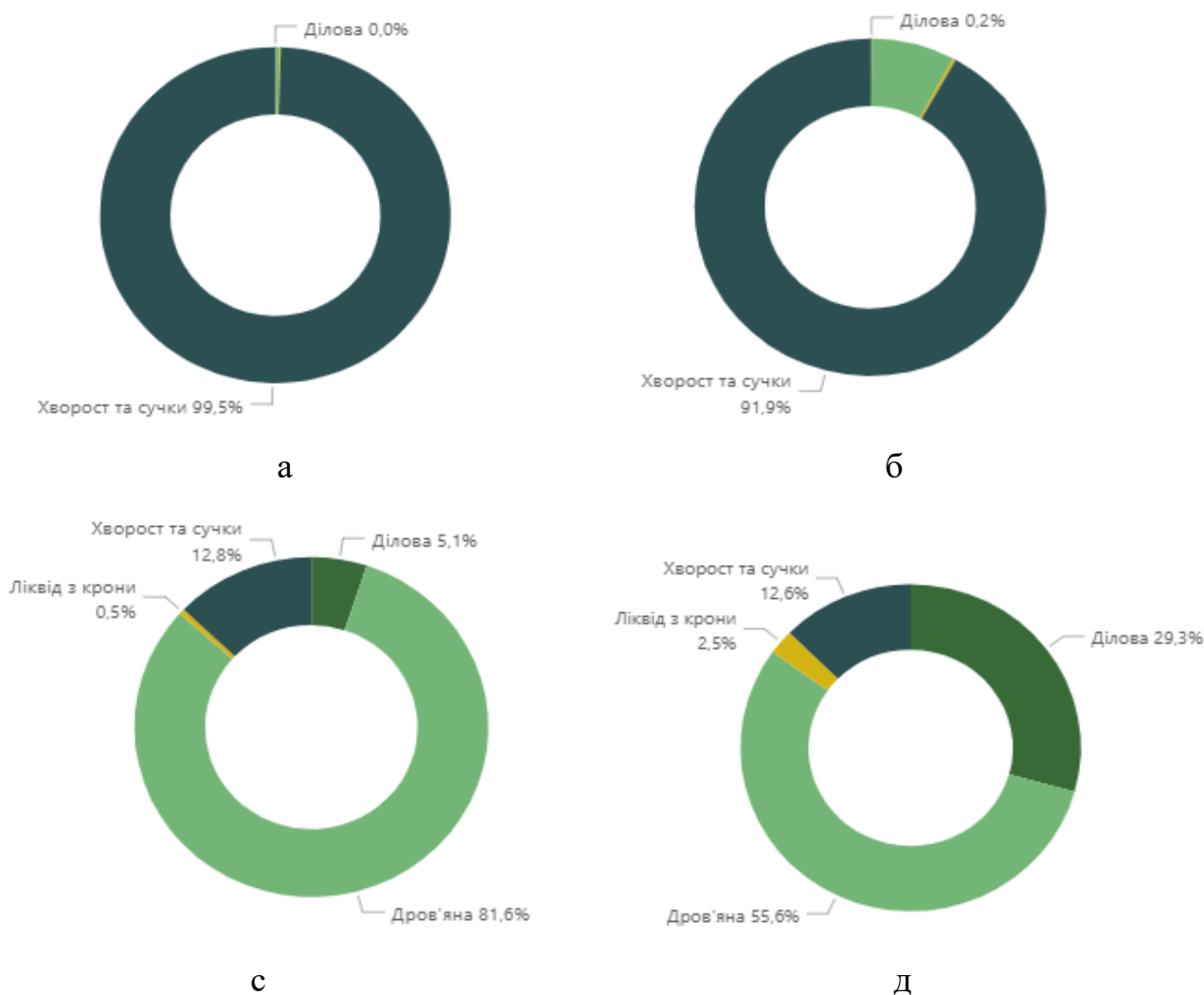


**Рис. 5. Співвідношення обсягів вирубуваної деревини між видами рубок догляду за 2021-2025 рр.**

У середньому з одиниці площі при прохідних рубках вилучалося близько 43 м<sup>3</sup> деревини, при проріджуваннях – майже 20 м<sup>3</sup>, прочищення – 14 м<sup>3</sup>, освітленнях – більше 8 м<sup>3</sup>. Найбільші обсяги рубок догляду за останні 5 років відмічені у Київській області.

Структура деревини за технічною придатністю істотно відрізняється в розрізі видів рубок догляду. При освітленнях фактично планової лісозаготівлі не

передбачено (рис. 6а), при прочищеннях в якості ліквідної деревини фігурувала, як правило, лише дров'яна деревина (рис. 6б). Зовсім іншою є структура деревини за технічною придатністю від комерційних рубок догляду: при проріджуваннях частка ділової деревини в середньому склала понад 5 % (рис. 6с), при прохідних рубках – понад 29 % (рис. 6д).



**Рис. 6. Структура деревини за технічною придатністю від рубок догляду: а – освітлення, б – прочищення, с – проріджування, д – прохідні рубки**

Комплексні рубки формування і оздоровлення лісів проводилися переважно на території Львівської області. Близько 83 % від загальних обсягів деревини передбачено було від проведення рубок переформування і 17 % – від лісовідновних рубок (поступовим та вибіркоvim способом). У середньому за один прийом з 1 га від рубок переформування вилучали з насаджень близько 70 м<sup>3</sup> деревини, від вибіркових лісовідновних рубок – 51 м<sup>3</sup> деревини, від поступових лісовідновних рубок – 201 м<sup>3</sup>. Структура деревини за технічною придатністю від рубок переформування і поступових лісовідновних рубок є дуже близькою – вихід ділової деревини близько 31 % (рис. 7а-б). Значно менші

показники виходу ділової деревини відмічені від лісовідновних вибіркових рубок – в середньому на рівні 12 % (рис. 7с).



**Рис. 7. Структура деревини за технічною придатністю від комплексних рубок формування і оздоровлення лісів: а – переформування, б – поступові лісовідновні, с- вибіркові лісовідновні**

Серед інших заходів формування і оздоровлення лісів протягом 2021-2025 років у лісах України найбільш поширеними були рубки пов'язані зі створення протипожежних розривів (94 % обсягів вирубуваної деревини). В середньому з одиниці площі при даних рубках, які мали суцільний характер, вирубувалося майже 242 м<sup>3</sup> деревини.

Інші рубки та роботи, пов'язані з ведення лісового господарства є значно поширенішими у порівнянні з рубками попередньої групи. Найбільш представленими видами рубок цієї групи при яких відмічене вирубування переважної більшості деревини (58 %) – це інші рубки та рубки пов'язані з будівництвом лісових шляхів. При інших рубках в середньому з 1 га вилучалося майже 29 м<sup>3</sup> деревини, при суцільному розрубіванні лісових шляхів – 202 м<sup>3</sup>.

Інші рубки та роботи, непов'язані з ведення лісового господарства також передбачали вирубуванню значних обсягів деревини протягом останніх років. Майже половину вирубуваної деревної маси було відмічено при інших рубках і близько 25 % – при рубці небезпечних дерев. У середньому з одиниці площі від інших рубок вилучалося понад 60 м<sup>3</sup> деревини, від рубок небезпечних дерев – 26 м<sup>3</sup>.

Структура деревини за технічною придатністю вказує, що при інших рубках вцілому вихід ділової деревини є досить високим (рис. 8).

Найвищими є показники виходу ділової деревини від інших заходів формування і оздоровлення лісів – 39 % (рис. 8а). Значно нижчою є частка ділової деревини при інших рубках, пов'язаних із веденням лісового господарства – 27 % (рис. 8б) та при інших рубках, непов'язаних із веденням лісового господарства – 22 % (рис. 8с).



**Рис. 8. Структура деревини за технічною придатністю від інших рубок: а – інші заходи формування і оздоровлення лісів, б – інші рубки, пов’язані з ведення лісового господарства, с- інші рубки, непов’язані з ведення лісового господарства**

Міжнародний науковий дискурс щодо впливу віку насаджень, систем і видів рубок на рентабельність заготівлі та вихід ділової деревини формує декілька стійких тематичних ліній: методики прогнозу сортиментної структури до рубки; ефекти перших комерційних і наступних доглядових рубок; порівняння технологічних систем заготівлі у різних умовах [5, 15]; роль «розкряжування на цінність» під час фінальних або заключних прийомів; а також ринкові умови, у межах яких капіталізується частка ділової деревини [16].

Синтезуючи наведені праці, можна окреслити інтегральну рамку для аналізу рубок у різному віці з погляду рентабельності та виходу ділової деревини. У молодняках ключовими є термін і спосіб відбору під час першого комерційного прорідження [2] та відповідність технологічної системи фактичній розмірно-якісній структурі насадження [9]. У середньовікових і старших деревостанах вирішальною стає організація заготівлі [10, 14]: вибір системи з урахуванням рельєфу й логістики, а також впровадження алгоритмів «розкряжування на цінність» [8], що підвищують частку максимально цінних сортиментів без зміни запасів. На всіх етапах прогнозування часток сортиментів до виходу ділової деревини на ділянку - на основі баз якості та дистанційних даних дозволяє обирати економічно доцільні сценарії [18], а ринкове середовище, у якому ділові сортименти високих класів якості мають найвищу капіталізацію [16], робить ці рішення визначальними для фінансової ефективності лісозаготівель.

### **Висновки.**

1. У структурі заготівлі деревини в лісах України домінували рубки формування і оздоровлення лісів – 57% загального запасу, зокрема санітарні рубки становили 40%, рубки догляду – 16%. Частка рубок головного користування дорівнювала близько 41%, інші рубки становили близько 2%. Серед рубок головного користування переважали суцільнолісосічні рубки – >91%, поступові рубки – 8%, вибіркові – близько 1% вирубуваного запасу. При

санітарних рубках вибіркоvim способом вирубувалося близько 74% запасу деревини, суцільним – 26%. Основна маса деревини від рубок догляду вирубувалася прохідними рубками – 77%.

2. При рубках головного користування середня вибірка становила: суцільнолісосічні – 292 м<sup>3</sup>·га<sup>-1</sup>; рівномірно-поступові – 116/91/242 м<sup>3</sup>·га<sup>-1</sup> (перший/другий/кінцевий прийоми), групово-поступові – 117/78/139 м<sup>3</sup>·га<sup>-1</sup>; вибіркові – 67 м<sup>3</sup>·га<sup>-1</sup> за прийом. При санітарних рубках: вибіркові – 26 м<sup>3</sup>·га<sup>-1</sup>, суцільні – 220 м<sup>3</sup>·га<sup>-1</sup>. При рубках догляду: прохідні – 43 м<sup>3</sup>·га<sup>-1</sup>, проріджування – 20 м<sup>3</sup>·га<sup>-1</sup>, прочищення – 14 м<sup>3</sup>·га<sup>-1</sup>, освітлення – 8 м<sup>3</sup>·га<sup>-1</sup>.

3. Найвищу частку ділової деревини забезпечували суцільнолісосічні рубки (~50%), нижчі значення зафіксовано при вибіркових рубок головного користування (~41%) і при поступових рубок (~37%). Від санітарних рубках частка ділової деревини становила понад 21% при вибіркових рубках і близько 37% при суцільних. Серед рубок догляду найбільшу частку ділової деревини мали прохідні рубки (>29%), тоді як у проріджуваннях вона перевищувала 5%; при прочищеннях переважала неліквідна деревина і незначна частка дров'яної, а при освітленнях планова заготівля деревини за незначними виключеннями не передбачалася взагалі. Для інших рубок середня частка ділової деревини становила: інші заходи формування і оздоровлення лісів – близько 39%, інші рубки, пов'язані з веденням лісового господарства – близько 27%, інші рубки, не пов'язані з веденням лісового господарства – близько 22%.

### Список літератури (References)

1. Adebayo, A. B., Han, H. S., & Johnson, L. (2007). *Productivity and cost of cut-to-length and whole-tree harvesting in a mixed-conifer stand*. *Forest Products Journal*, 57(6), 59-69. <https://doi.org/10.13073/0015-7473-57.6.59>
2. Ahtikoski, A., Laitila, J., Hilli, A., & Päätaalo, M.-L. (2021). Profitability of the first commercial thinning, a simulation study in Northern Finland. *Forests*, 12(10), 1389. <https://doi.org/10.3390/f12101389>
3. Alvites, C., Marchetti, M., Lasserre, B., & Santopuoli, G. (2022). LiDAR as a tool for assessing timber assortments: A systematic literature review. *Remote Sensing*, 14(18), 4466. <https://doi.org/10.3390/rs14184466>
4. Bolding, M. C., Conrad, J. L. IV, Eliasson, L., Spinelli, R., Magagnotti, N., Miller, T. R., & Mapatunage, H. (2025). The evolution and expansion of cut-to-length harvesting systems beyond Scandinavia: Challenges and opportunities in Central and Southern Europe and North America. *Current Forestry Reports*, 11, Article 24. <https://doi.org/10.1007/s40725-025-00256-6>
5. Di Fulvio, F., Acuña, M., Ackerman, P., Ackerman, S., Spinelli, R., Abbas, D., Kaakkurivaara, N., Sánchez-García, S., & Guerra, S. P. S. (2024). Benchmarking operational conditions, productivity, and costs of harvesting from industrial plantations in different global regions. *International Journal of Forest Engineering*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1080/14942119.2023.2296789>

6. Ganbaatar, B., Jamsran, T., Gradel, A., & Sukhbaatar, G. (2021). Assessment of the effects of thinnings in Scots pine plantations in Mongolia: A comparative analysis of tree growth and crown development based on dominant trees. *Forest Science and Technology*, 17(3), 135-143. <https://doi.org/10.1080/21580103.2021.1963326>
7. Ghaffariyan, M. R., Hoffmann, J., Holmgren, J., Michelsen, J., Berg, S., Gütlein, M., & Lindegaard, C. (2017). An international review of the most productive and cost-effective forest biomass harvesting technologies and supply chains in North America, Europe and the Southern Hemisphere. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 81, 1230-1241. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.03.114>
8. Labelle, E. R., & Huß, L. (2018). Creation of value through a harvester on-board bucking optimization system operated in a spruce stand. *Silva Fennica*, 52(3), Article 9947. <https://doi.org/10.14214/sf.9947>
9. Malinen, J., Kilpeläinen, H., & Verkasalo, E. (2018). Validating the predicted saw log and pulpwood proportions and gross value of Scots pine and Norway spruce harvest at stand level by Most Similar Neighbour analyses and a stem quality database. *Silva Fennica*, 52(4), Article 9972. <https://doi.org/10.14214/sf.9972>
10. Malinen, J., Piira, T., Kilpeläinen, H., Wall, T., & Verkasalo, E. (2010). *Timber assortment recovery models for southern Finland*. *Baltic Forestry*, 16(1), 102–112. <https://doi.org/10.5552/crojfe.803>
11. Niemistö, P., Kilpeläinen, H., & Poutiainen, E. (2018). Effect of first thinning type and age on growth, stem quality and financial performance of a Scots pine stand in Finland. *Silva Fennica*, 52(2), article 7816. <https://doi.org/10.14214/sf.7816>
12. Padari, A., & Kangur, A. (2023). Validation of saw log and technological wood assortment recovery and reduction predictions based on cut-to-length harvester data. *Forestry Studies / Metsanduslikud Uurimused*, 79(1), 66-89. <https://doi.org/10.2478/fsmu-2023-0013>
13. Saarinen, N., Kankare, V., Yrttimaa, T., Viljanen, N., Honkavaara, E., Holopainen, M., Hyypä, J., Huuskonen, S., Hynynen, J., & Vastaranta, M. (2020). Assessing the effects of thinning on stem growth allocation of individual Scots pine trees. *Forest Ecology and Management*, 474, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118344>
14. Spinelli, R., & Magagnotti, N. (2015). *Cable logging contract rates in the Alps: The effect of regional variability and technical constraints*. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 36(2), 195–203. <https://doi.org/10.5552/crojfe.2015.803>
15. Spinelli, R., Lombardini, C., & Magagnotti, N. (2014). The effect of mechanization level and harvesting system on the thinning cost of Mediterranean softwood plantations. *Silva Fennica*, 48(1), Article 1003. <https://doi.org/10.14214/sf.1003>
16. United Nations Economic Commission for Europe. (2024). *Forest product annual market review 2023–2024 (FPAMR 24)* [Report]. Retrieved from [https://unece.org/sites/default/files/2024-11/2413966E\\_FPAMR24\\_WEB.pdf](https://unece.org/sites/default/files/2024-11/2413966E_FPAMR24_WEB.pdf)
17. Väätäinen, K., Anttila, P., Eliasson, L., Enström, J., Laitila, J., Prinz, R., & Routa, J. (2021). Roundwood and biomass logistics in Finland and Sweden. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 42(1), 24. <https://doi.org/10.5552/crojfe.2021.803>
18. Vähä-Konka, V., Korhonen, L., Kärhä, K., & Maltamo, M. (2025). *Estimating timber assortment reduction and sawlog proportions with the application of harvester measurements and open big geodata*. *Trees, Forests and People*, 20, Article 100811. <https://doi.org/10.1016/j.tfp.2025.100811>

19. WWF. (2021). *Аналіз ринку лісової та деревної біомаси в Україні*. Взято з <https://wwfeu.awsassets.panda.org/downloads/analysis-of-the-forest-and-wood-biomass-market-in-ukraine.pdf> [WWF. (2021). *Analysis of the Forest and Wood Biomass Market in Ukraine*]. (in Ukrainian).

20. Верховна Рада України. (1994, 21 січня). *Лісовий кодекс України № 3852-ХІІ* (із наступними змінами). Взято з <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3852-12#Text> [Verkhovna Rada of Ukraine. (1994, January 21). *Forest Code of Ukraine No. 3852-XII* (as amended)].

21. Верховна Рада України. (2019, 26 грудня). *Розпорядження № 500-р «Про прийняття та скасування національних стандартів»*. Взято з <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0500774-19#Text> [Verkhovna Rada of Ukraine. (2019, December 26). *Resolution No. 500-r "On the Adoption and Cancellation of National Standards"*]. (in Ukrainian).

22. Державне агентство лісових ресурсів України. (2007, 27 липня). *Правила рубок головного користування* (затверджено наказом Держкомлісгоспу № 371, зареєстровано в Міністерстві юстиції України 31 липня 2007 р. за № 867/14134). Взято з <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0867-07#Text> [State Agency of Forest Resources of Ukraine. (2007, July 27). *Rules for final felling* (approved by order of the State Forestry Committee No. 371, registered with the Ministry of Justice of Ukraine on July 31, 2007 under No. 867/14134)]. (in Ukrainian).

23. Державне агентство лісових ресурсів України. (2016, 12 липня). *Правила поліпшення якісного складу лісів* (затверджено наказом Держлісагентства № 371, зареєстровано в Міністерстві юстиції України 29 липня 2016 р. за № 1042/29172). Взято з <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1042-16#Text> [State Agency of Forest Resources of Ukraine. (2016, July 12). *Rules for improving the qualitative composition of forests* (approved by order of the State Forestry Agency No. 371, registered with the Ministry of Justice of Ukraine on July 29, 2016 under No. 1042/29172)]. (in Ukrainian).

24. Державне агентство лісових ресурсів України (ДП «ЛІАЦ») (н.д.). *Аналітичний портал* [Веб-сервіс]. Отримано з <https://stat.ukrforest.com/powerbi.lk> [State Agency of Forest Resources of Ukraine (SE "LIAC") (n.d.). *Analytical portal* [Web service]. (in Ukrainian).

25. Державне агентство лісових ресурсів України. (н.д.). *Сортиментна структура всіх видів рубок*. Отримано з [https://forest.gov.ua/napryamki-diyalnosti/vikoristannya-lisovih-resursiv/sortimentna-struktura-vsiv-vidiv-rubok?utm\\_source=chatgpt.com](https://forest.gov.ua/napryamki-diyalnosti/vikoristannya-lisovih-resursiv/sortimentna-struktura-vsiv-vidiv-rubok?utm_source=chatgpt.com) [State Agency of Forest Resources of Ukraine. (n.d.). *Assortment structure of all types of felling*]. (in Ukrainian).

26. Державне підприємство «Ліси України». (н.д.). *e-Forest: National online forest management platform* [Веб-портал]. Отримано з <https://e-forest.gov.ua> [State Enterprise "Forests of Ukraine". (n.d.). *e-Forest: National online forest management platform* [Web portal]. (in Ukrainian).

27. ДСТУ 4020-2-2001 Лісоматеріали круглі та пиляні. Методи обмірювання та визначення об'ємів. Частина 2. Лісоматеріали круглі (pr EN 1309-2:1998) [DSTU 4020-2-2001 Round and sawn timber. Methods of measurement and determination of volumes. Part 2. Round timber (pr EN 1309-2:1998)]. (in Ukrainian).

28. ДСТУ EN 1316-1:2019 Лісоматеріали круглі листяні. Класифікація за якістю. Частина 1. Дуб та бук (EN 1316-1:2012, IDT) [DSTU EN 1316-1:2019 Round hardwood timber. Classification by quality. Part 1. Oak and beech (EN 1316-1:2012, IDT)]. (in Ukrainian).

29. Кабінет Міністрів України. (1995, 27 липня). *Санітарні правила в лісах України* (затверджено постановою Кабінету Міністрів України № 555). Взято з <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-95-%D0%BF#Text> [Cabinet of Ministers of Ukraine.

(1995, July 27). Sanitary rules in the forests of Ukraine (approved by the resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine No. 555).]. (in Ukrainian).

*Yu.V. Siruk, I.M. Siruk, V.M. Turko*

*Polissia National University, Zhytomyr, Ukraine*

## **STRUCTURE OF HARVESTED TIMBER IN UKRAINIAN FORESTS AND ITS TECHNICAL SUITABILITY**

**Abstract** *The structure of harvested wood by silvicultural systems and felling types was determined, along with mean per-hectare removals and the structure of wood by technical suitability in Ukraine's forests for 2021–2025. The material consisted of aggregated entries from the electronic registry of felling permits obtained via the analytics portal of the State Enterprise "Forestry Innovation and Analytical Center." By harvested volume, formation and health-improvement fellings (silvicultural treatments) dominated –57% of total removals (sanitary fellings 40%, tending fellings 16%), whereas principal fellings accounted for about 41%, and other fellings for roughly 2%. Within principal fellings, clear felling yielded on average ~50% merchantable timber at a mean removal of 292 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>; selection fellings produced ~41% merchantable timber at 67 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>; and shelterwood fellings produced ~37% merchantable timber, with a pronounced increase in removals at the final entry up to 242 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>. Selection sanitary fellings had just over 21% merchantable timber at 26 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>, whereas clear sanitary fellings reached ~37% at 220 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>. Among tending fellings, commercial (intermediate) thinnings provided >29% merchantable timber at ~43 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>; thinnings yielded ~5% at ~20 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>; while cleanings (~14 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>) and releases (~8 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>) consisted essentially of fuelwood given the minor share of merchantable mass. For other formation and health-improvement measures, the share of merchantable timber was ~39%; in the group of other fellings and operations related to forest management, ~27%; and in other fellings and operations not related to forest management, ~22%. The results enable an assessment of the balance of felling categories and the composition of harvested wood in Ukraine's forests, and they outline prospects for a transition toward close-to-nature silvicultural systems aimed at increasing the share of merchantable timber, optimizing assortment structure, and improving economic efficiency while safeguarding ecological stability – an agenda that warrants further research with regional detail and species–age stratification.*

**Key words:** *fellings, merchantable timber, felling permits, commodity structure, harvested volume of wood.*

**ВІСНИК  
МАЛИНСЬКОГО ФАХОВОГО КОЛЕДЖУ**

ВИПУСК 4, 2025 р.

Науковий редактор: Я. Д. Фучило, д-р с.-г. наук, проф.

Редагування англomовних текстів: В. П. Фещенко, спеціаліст вищої категорії,  
викладач-методист

Літературний редактор: Т. А. Донцова, спеціаліст вищої категорії,  
викладач-методист

---

Засновник: Малинський фаховий коледж E-mail: [mltk2010@gmail.com](mailto:mltk2010@gmail.com)

Видавець: Поліський національний університет 10008, б-р Старий, 7,  
м. Житомир, Україна

E-mail: [mail@polissiauniver.edu.ua](mailto:mail@polissiauniver.edu.ua)

---

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру  
видавців, виготовників і розповсюджувачів видавничої продукції

від 13. 07. 2021 р. № 7381

Рішення Національної ради України з питань телебачення та радіомовлення  
про реєстрацію друкованого засобу масової інформації

від 21. 12. 2023 р. № 1818

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації  
(Серія ЖТ, № 368/745Р від 31.12.2021 р.)