

ISSN 2664-4452

2020 | 11 (1)



# Ukrainian Journal of Forest and Wood Science

# UKRAINIAN JOURNAL OF FOREST AND WOOD SCIENCE

Науковий журнал. Vol. 11, No 1, 2020

ISSN 2664-4452 (Print) ISSN 2664-4460 (Online)

*Науковий журнал входить до категорії «Б» (сільськогосподарські та технічні науки)  
Переліку наукових фахових видань України (наказ МОН України № 1643 від 28.12.2019 р.)*

## Засновник:

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

## Редакційна колегія

### ГОЛОВНИЙ РЕДАКТОР

**П. І. Лакида**, д. с.-г. н., проф.,  
чл.-кор. НААН України

### ЗАСТУПНИКИ ГОЛОВНОГО РЕДАКТОРА

**А. М. Білоус**, д. с.-г. н., с. н. с.  
**В. В. Мирюнюк**, к. с.-г. н., доц.

### ВІДПОВІДАЛЬНИЙ СЕКРЕТАР

**В. І. Мельник**, к. с.-г. н.

### ЗАСТУПНИК ВІДПОВІДАЛЬНОГО СЕКРЕТАРЯ

**В. І. Блинчик**, к. с.-г. н.

### ЧЛЕНИ КОЛЕГІЇ

#### 205 – Лісове господарство

**Р. Д. Василюшин**, д. с.-г. н., доц.  
**С. В. Зібцев**, д. с.-г. н., проф.  
**Флоріан Кракснер**, Ph.D. (Австрія)  
**С. Б. Ковалевський**, д. с.-г. н., проф.  
**І. П. Лакида**, к. с.-г. н., доц.  
**А. З. Швиденко**, д. с.-г. н., проф. (Австрія)

#### 206 – Садово-паркове господарство

**О. В. Колесніченко**, д. б. н., доц.  
**Н. О. Олексійченко**, д. с.-г. н., проф.  
**С. Ю. Попович**, д. б. н., проф.  
**М. І. Сорока**, д. б. н., проф.

#### 187 – Деревообробні та мебеліві технології

**П. А. Бехта**, д. техн. н., проф.  
**А. М. Єрошенко**, к. техн. н., доц.  
**О. О. Пінчевська**, д. техн. н., проф.  
**Олександр Саленікович**, Ph.D. (Канада)  
**Ю. В. Цапко**, д. техн. н., с. н. с.  
**М. Г. Чаусов**, д. техн. н., проф.

### EDITOR-IN-CHIEF

**Petro Lakyda**,  
Dr. Sci., Prof.

### DEPUTY CHIEF EDITORS

**Andrii Bilous**, Dr. Sci., Prof.  
**Viktor Myroniuk**, Ph.D., Assoc. Prof.

### EXECUTIVE SECRETARY

**Viktoriia Melnyk**, Ph.D.

### DEPUTY EXECUTIVE SECRETARY

**Volodymyr Blyshchuk**, Ph.D.

### EDITORIAL BOARD MEMBERS

#### Forestry

**Roman Vasylyshyn**, Dr. Sci., Assoc. Prof.  
**Sergiy Zibtsev**, Dr. Sci., Prof.  
**Florian Kraxner**, Ph.D.  
**Sergii Kovalevsky**, Dr. Sci., Prof.  
**Ivan Lakyda**, Ph.D., Assoc. Prof.  
**Anatoly Shvidenko**, Dr. Sci., Prof.

#### Landscape-Park Management

**Olena Kolesnichenko**, Dr. Sci., Assoc. Prof.  
**Nadiia Oleksiichenko**, Dr. Sci., Prof.  
**Sergii Popovych**, Dr. Sci., Prof.  
**Myroslava Soroka**, Dr. Sci., Prof.

#### Wood Processing and Furniture Technologies

**Pavlo Bekhta**, Dr. Sci., Prof.  
**Andriy Yeroshenko**, Ph.D., Assoc. Prof.  
**Olena Pinchevska**, Dr. Sci., Prof.  
**Alexander Salenikovich**, Ph.D.  
**Yuriy Tsapko**, Dr. Sci., Prof.  
**Mykola Chausov**, Dr. Sci., Prof.

## Адреса редакції:

03041, м. Київ, вул. Героїв Оборони, 15. | Тел./факс: +380 44 527 87 20 | e-mail: ukrforest@nubip.edu.ua

## Рекомендовано до друку

*Вченою радою Національного університету біоресурсів і природокористування України  
Протокол № 7 від 26.02.2020 р.*

*Свідоцтво про державну реєстрацію КВ №23989-13829ПП від 19.06.2019 р.*

*Науковий редактор – Пазюк О.Г.*

*Дизайн обкладинки – Ковалевська Ю.Ю., Шевчук М.О.*

Підписано до друку 10.03.2020 р. Формат 70x100/16. Друк офсетний.  
Папір офсетний. Ум. друк. арк. 9.02. Зам. № 1014.

Віддруковано у ТОВ «КОМПРИНТ»  
03150, м. Київ, вул. Предславинська, 28, тел.: 067-209-54-30

# CONTENTS

## FORESTRY

- Bychenko V. V., Tyshchenko A. M.**  
REGULARITIES IN FORM OF BIRCH TREES IN UKRAINIAN POLISSIA.....4
- Bidolah D. I., Bilous A. M., Kuzevich V. S.**  
DETERMINATION OF THE CANOPY DENSITY OF FOREST STAND BY  
THE MATERIALS OF UAV SURVEY .....13
- Vasylyshyn R. D., Sliusarchuk V. V., Lakyda I. P.**  
GROWTH OF MODAL EUROPEAN BEECH STANDS IN BUKOVYNA  
PRECARPATHIAN REGION .....24
- Maksimtsev S. I., Dudarets S. M.**  
AERODYNAMIC PROPERTIES OF ROADSIDE LINE PLANTINGS  
OF VARIOUS DESIGNS .....34
- Maurer V. M., Kimeichuk I. V.**  
FEATURES OF AGE DYNAMICS OF NATURAL REGENERATION OF SCOTS  
PINE IN THE FRESH PINE SITES OF KYIV POLISSIA .....45
- Pavlishchuk O. P., Kravets P. V.**  
INTERACTIONS WITH INTERESTED STAKEHOLDERS  
IN ACCORDANCE WITH THE FSC NATIONAL FOREST STEWARDSHIP  
STANDARD OF UKRAINE.....55
- Ustylenko P. M., Popovych S. Yu., Yakubenko B. Ye.**  
PROTECTION OF RARE FOREST VEGETATION: CURRENT STATE  
AND THREATS.....66
- Ustskiy I. M., Mikhailichenko O. A., Dyshko V. A.**  
HEREDITARY CHARACTERS RESISTANCE TO *HETEROBASIDIUM*  
*ANNOSUM* RESISTANCE OF PINE SEEDLINGS GROWN FROM TREE SEEDS  
IN THE DISEASE FOCI.....78
- Shparyk Y. S., Viter R. M., Shparyk V. Y.**  
STRUCTURAL CHANGES OF THE COMMON BEECH (*Fagus sylvatica* L.)  
VIRGIN FOREST IN THE CONTEXT OF CLIMATE-SMART FORESTRY .....87

## LANDSCAPE-PARK MANAGEMENT

- Pokotylova K. H.**  
REPRESENTATIVITY OF RIVNE REGION ARTIFICIAL PROTECTED PARKS  
DENDROFLORA .....98

# ЗМІСТ

## ЛІСОВЕ ГОСПОДАРСТВО

<b>Биченко В. В., Тищенко О. М.</b> ЗАКОНОМІРНОСТІ ЗБИГУ СТОВБУРІВ ДЕРЕВ БЕРЕЗИ ПОВИСЛОЇ У ШТУЧНИХ НАСАДЖЕННЯХ УКРАЇНСЬКОГО ПОЛІССЯ.....	4
<b>Бідолах Д. І., Білоус А. М., Кузьович В. С.</b> ВИЗНАЧЕННЯ ЗІМКНУТОСТІ НАМЕТУ ДЕРЕВОСТАНУ ЗА МАТЕРІАЛАМИ ЗНІМАННЯ БЕЗПЛОТНИМИ ЛІТАЛЬНИМИ АПАРАТАМИ.....	13
<b>Василишин Р. Д., Слосарчук В. В., Лакида І. П.</b> ХІД РОСТУ МОДАЛЬНИХ БУКОВИХ ДЕРЕВОСТАНІВ БУКОВИНСЬКОГО ПЕРЕДКАРПАТТЯ.....	24
<b>Максімцев С. І., Дударець С. М.</b> АЕРОДИНАМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПРИДОРОЖНІХ ЛІНІЙНИХ НАСАДЖЕНЬ РІЗНИХ КОНСТРУКЦІЙ.....	34
<b>Маурер В. М., Кімейчук І. В.</b> ДИНАМІКА ЧИСЕЛЬНОСТІ ТА СТАН ПРИРОДНОГО ПОНОВЛЕННЯ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ НА ЗРУБАХ В УМОВАХ СВІЖОЇ СУДІБРОВИ КИЇВСЬКОГО ПОЛІССЯ.....	45
<b>Павліщук О. П., Кравець П. В.</b> ВЗАЄМОДІЯ ІЗ ЗАЦІКАВЛЕНИМИ СТОРОНАМИ ЗГІДНО З FSC НАЦІОНАЛЬНИМ СТАНДАРТОМ СИСТЕМИ ВЕДЕННЯ ЛІСОВОГО ГОСПОДАРСТВА ДЛЯ УКРАЇНИ.....	55
<b>Устименко П. М., Попович С. Ю., Якубенко Б. Є.</b> ОХОРОНА РАРИТЕТНИХ УГРУПОВАНЬ ЛІСОВОЇ РОСЛИННОСТІ УКРАЇНИ: СУЧАСНИЙ СТАН І ЗАГРОЗИ.....	66
<b>Усьцький І. М., Михайліченко О. А., Дишко В. А.</b> СПАДКОВІ ОЗНАКИ СТІЙКОСТІ ДО КОРЕНЕВОЇ ГУБКИ СІЯНЦІВ СОСНИ, ВИРОЩЕНИХ ІЗ НАСІННЯ ДЕРЕВ В ОСЕРЕДКАХ УСИХАННЯ.....	78
<b>Шпарик Ю. С., Вігер Р. М., Шпарик В. Ю.</b> СТРУКТУРНІ ЗМІНИ БУКОВОГО ( <i>Fagus sylvatica</i> L.) ПРАЛІСУ В КОНТЕКСТІ КЛІМАТИЧНО ОРІЄНТОВАНОГО ЛІСІВНИЦТВА.....	87

## САДОВО-ПАРКОВЕ ГОСПОДАРСТВО

<b>Покотилова К. Г.</b> РЕПРЕЗЕНТАТИВНІСТЬ ДЕНДРОФЛОРИ ШТУЧНИХ ЗАПОВІДНИХ ПАРКІВ РІВНЕНСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	98
---	----



## ЗАКОНОМІРНОСТІ ЗБІГУ СТОВБУРІВ ДЕРЕВ БЕРЕЗИ ПОВИСЛОЇ У ШТУЧНИХ НАСАДЖЕННЯХ УКРАЇНСЬКОГО ПОЛІССЯ

**В. В. БИЧЕНКО**, студент\*

e-mail: [vol.bychenko@gmail.com](mailto:vol.bychenko@gmail.com)

**О. М. ТИЩЕНКО**, аспірант\*\*

e-mail: [o.tyschenko@ukr.net](mailto:o.tyschenko@ukr.net)

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Узагальнено досвід у питанні опису форми деревного стовбура. Актуальність дослідження зумовлено необхідністю врахування індивідуальних особливостей стовбурів за точності прогнозу діаметрів за математичною моделлю твірної. Мета проведених досліджень полягає у виявленні залежності збігу стовбурів від рангів, які вони займають у деревостанах. На основі дослідних даних, зібраних у штучних насадженнях Полісся, проаналізовано залежності зміни форми стовбурів берези повислої (*Betula pendula* Roth.). Для аналізу збігу стовбури модельних дерев було поділено на вісім зон за відносними висотами. Збіг кожної зони визначали як тангенс кута нахилу прямої, що з'єднує дві послідовні точки на стовбурі. Масив даних перевірено на наявність дерев нетипової форми, які було вилучено з подальших досліджень. Проведено ранжування модельних дерев за середніми діаметрами пробних площ, природними ступенями товщини та узагальненими рядами розподілу кількості дерев у березових насадженнях України. Здійснено статистичний і графічний аналіз динаміки зміни тангенса кута нахилу апроксимуючої прямої за зонами та рангами. Виявлено різницю характеру збігу у верхній частині стовбурів різних рангів. За допомогою t-тесту на 5-відстоковому рівні значущості підтверджено гіпотезу про відмінності збігу у групах стовбурів з рангами  $\leq 60\%$  та  $> 60\%$  на відносній висоті 0,5h–0,85h. Зокрема, стовбури вищих рангів виявились більш збіжистими, на відміну від дерев із рангом  $\leq 60\%$ , які характеризуються більшою повнодеревністю. Встановлена відмінність форми може пояснюватись висотою початку та протяжністю крони у дерев різних рангів. Отримані результати

\* Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук, доцент В. В. Миронюк.

\*\* Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук, професор П. І. Лакида.

можна застосовувати для підвищення точності математичних моделей твірних шляхом калібрування їхніх параметрів за відповідними рангами стовбурів.

**Ключові слова:** твірна деревного стовбура, зональна апроксимація, ранги дерев, висота крони,  $t$ -критерій.

**Актуальність.** Форма є важливою характеристикою деревного стовбура, оскільки за однакових розмірів лише вона зумовлює їхні об'єми. Численні дослідження довели, що утворення варіацій форми у межах деревного виду залежать від біологічних і екологічних властивостей конкретного виду, а також від численних факторів, які не завжди можливо врахувати. Завдання моделювання форми передбачає визначення чинників, які безпосередньо впливають на неї. Ключова роль у цьому питанні належить моделюванню твірної деревного стовбура. Практична значущість твірної полягає у можливості визначення не лише об'єму стовбура, а й довільних його частин з агрегацією даних за класами якості та розмірів. Зважаючи на значну мінливість форми деревного стовбура та враховуючи той факт, що більшість виробничих нормативів в Україні розроблено для середніх за формою стовбурів (Svinchuk et al., 2014), виявлення та врахування індивідуальних особливостей при таксації стовбурового об'єму підвищить точність отриманих даних.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Дослідження форми та повнодеревності стовбурів тривалий час проводили з використанням коефіцієнтів форми А. Шиффеля, чисел збігу та класів форми В. К. Захарова (Zakharov, 1955; Zakharov, 1966) і старого видового числа. Більшість сучасних нормативів об'єму, які застосовують у виробничій лісотаксаційній практиці України, розроблено

саме на основі даних про закономірності зміни видових чисел стовбурів. А. О. Денисов зазначав, що використання коефіцієнтів форми недостатньо для повної характеристики форми. Тому він застосовував числа збігу (Denisov, 1988), а також виявив, що стовбури деяких деревних видів (сосна звичайна, модрина сибірська, береза повисла, тополя чорна) мають більш збіжисту форму. Крім того, встановлено, що лісорослинні умови мають переважний вплив на формування.

Грунтовний аналіз форми деревних стовбурів здійснив Г. Б. Кофман (Kofman, 1986), який встановив, що більшість наявних математичних моделей твірної стовбура у своїй основі містять таке алометричне рівняння:

$$d_i = \beta h_i^\alpha, \quad (1)$$

де  $d_i$  – діаметр на  $i$ -й висоті;  $h_i$  –  $i$ -та висота;  $\alpha$ ,  $\beta$  – параметри.

Спираючись на цей висновок, Г. Б. Кофман довів, що показником, який певною мірою характеризує форму стовбура, може слугувати параметр  $\alpha$  наведеного рівняння. Враховуючи складну форму стовбура, яка змінюється від нейлоїда (окоренкова частина) до конуса (верхівкова частина), описати збіг одним рівнянням досить складно. Узагальнюючи багаторічний досвід дослідників, на сьогодні можна виділити два основні напрями щодо моделювання твірної деревного стовбура. Згідно з першим збіг стовбура (поступову зміну діаметрів від окоренка до верхівки) опису-

ють по всій висоті за допомогою однієї функції. Одним із перших, хто застосував рівняння кубічної параболи для опису твірної деревного стовбура був Д. І. Менделєєв (Anuchin, 1982). В. Г. Нестеров (Nesterov et al., 1971) для цього використовував поліноми третього порядку, а А. М. Федосімов (Fedosimov, 1968) – шостого.

Апроксимацію твірної поліноміальними функціями вищих порядків ґрунтовно дослідив О. Г. Мошкальов (Moshkalev & Davidov, 1983), зокрема він встановив, що найточніші результати можна отримати при використанні полінома п'ятого ступеня. Автор також довів нестійкість системи рівнянь за умови, якщо кількість точок, за якими апроксимується твірна, близька до ступеня полінома. Найбільша похибка в такій ситуації спостерігається для поліномів парних ступенів. О. В. Поляков описав твірну стовбура рядом Фур'є за непарними багаточленами Чебишева першого роду (Polyakov, 2008), а А. З. Швиденко застосував показникову функцію, яка монотонно спадає й не має точок перегину. У закордонних працях опрацьовано чимало схожих моделей, які успішно апробовані на практиці (Fonweban et al., 2012; Rojo et al., 2005; Socha, 2002; Silwal et al., 2018).

Другий напрям передбачає поділ стовбура на секції та подальший аналіз співвідношень діаметрів на відносних висотах  $h_i$  до діаметра  $d_{0,i}$ . Вперше цей метод обґрунтував В. Гогенадль (Heger, 1965), який поділив стовбур на п'ять зон. Поділ на десять секцій застосовував М. Тозава (1929), а К. Є. Нікітін (Nykytyn, 1978) у своїх дослідженнях – на чотири:  $0,0h-0,05h-0,25h-0,75h-1,0h$ .

Узагальнення впливу будови деревостанів на зміну форми стовбу-

рів здійснив у своїх дослідженнях О. В. Тюрін (Tyurin, 1938). Зокрема він запропонував перехід від абсолютних ступенів товщини до відносних, які виражаються у частках від середнього діаметра (редукційні числа). Вчений назвав їх природними ступенями товщини ( $d/D$ ) та встановив, що розподіл кількості дерев за такими ступенями не залежить від деревного виду, класу бонітету, повноти тощо. Пізніше О. А. Гірс (Girs, 1981) провів комплексні дослідження зміни таксаційних показників та будови березових лісонасаджень України, зокрема встановив узагальнені ряди розподілу кількості дерев у насадженнях за природними ступенями товщини.

**Мета дослідження** полягає у виявленні залежності збігу стовбурів берези повислої (*Betula pendula Roth.*) від рангів, які вони займають у деревостанах.

**Матеріали і методи дослідження.** Дослідний матеріал складається з 49 пробних площ, із наявними на них даними заміру 330 модельних дерев (МД) берези повислої, закладених у штучних насадженнях державних лісогосподарських підприємств Українського Полісся. Масив даних зібрано співробітниками, аспірантами та студентами кафедри таксації лісу та лісового менеджменту НУБіП України в період 1984–2017 рр. Дані обміру модельних дерев було опрацьовано у програмі ПЕРТА для встановлення таксаційних показників та статистик (табл. 1).

Згідно з даними табл. 1, розподіл дослідного матеріалу за діаметром і висотою охоплює широкий діапазон. Помітно, що найбільші значення коефіцієнта варіації спостерігаються для класів форми  $q_0$  і  $q_{0,75}$ , що вказує на значну мінливість форми в окоренку

## 1. Статистики таксаційних показників модельних дерев

Таксаційні показники *	Статистики **				
	<i>max</i>	<i>min</i>	$\bar{X}$	$\sigma$	$\nu$
$d_{1,3}$ см	52,7	2,6	22,5	9,0	40,1
$h$ , м	29,6	5,0	21,4	5,2	24,5
$q_0$	2,863	1,240	1,564	0,180	11,5
$q_{0,25}$	0,950	0,627	0,852	0,049	6,1
$q_{0,5}$	0,804	0,409	0,664	0,067	5,7
$q_{0,75}$	0,667	0,182	0,374	0,090	10,1

\* $d_{1,3}$  – діаметр на висоті 1,3 м, см;  $h$  – висота стовбура, м;  $q_{0-0,75}$  – класи форми.

\*\**max*, *min* – максимальне, мінімальне значення;  $\bar{X}$  – середнє арифметичне;  $\sigma$  – стандартне відхилення;  $\nu$  – коефіцієнт варіації.

та у верхній частині стовбура відповідно. Для дослідження збігу обрано метод зональної апроксимації з поділом стовбура на вісім частин за відносними висотами:  $0,0h$ ;  $0,05h$ ;  $0,1h$ ;  $0,25h$ ;  $0,5h$ ;  $0,65h$ ;  $0,75h$ ;  $0,85h$ ;  $1,0h$ . Для кожної точки поділу обчислювався відносний діаметр  $d_i/d_{0,1}$ . Відносний діаметр на висотах  $0,25h$ ,  $0,5h$ ,  $0,75h$  розраховували за значеннями відповідних класів форми, а для інших обчислювали за методом лінійної

інтерполяції. Збіг за зонами стовбура описували лінійним рівнянням:

$$y = a_i x + b_i, \quad (2)$$

де  $y$  – відносний діаметр;  $x$  – відносна висота;  $a_i$ ,  $b_i$  – параметри для  $i$ -ї зони.

Для кожного МД обчислено параметри рівняння (2), абсолютні значення яких є тангенсами кутів нахилу відрізків, що з'єднують точки початку та кінця зон, до осі абсцис. Масив дослідних даних було перевірено на наявність де-

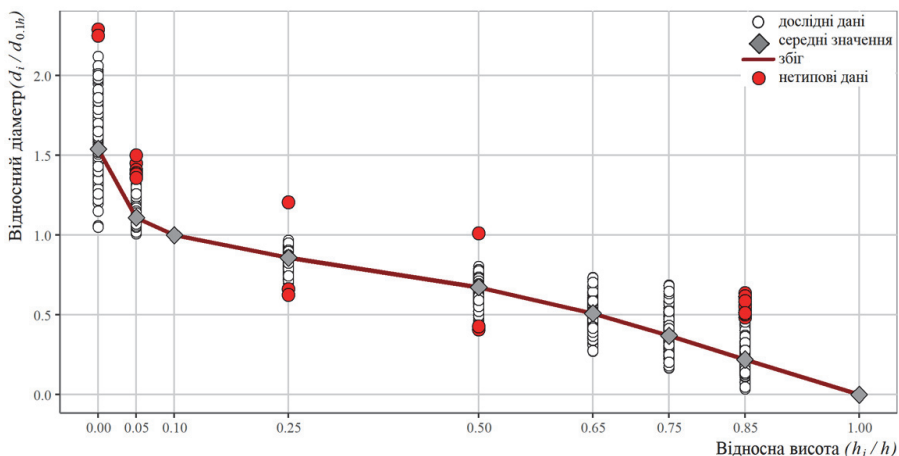


Рис. 1. Форма стовбурів берези у відносних значеннях діаметра та висоти (лінією позначено збіг між середніми відносними діаметрами)

## 2. Узагальнений розподіл кількості дерев берези у деревостанах

D, см	Кількість дерев за ступенями товщини (d/D), %														
	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	
≤27	0,4	2,8	6,4	10,6	13,5	15,7	14,7	12,5	9,2	6,3	4,2	2,2	1,1	0,4	
>27	–	1,4	3,7	8,1	13,8	18,6	19,7	14,4	9,7	5,4	3,5	1,1	0,6	–	

рев нетипової форми. Стовбур вважали нетиповим і не використовували в подальшому дослідженні за умови, якщо фактичне значення параметра рівняння (2) лежить поза межами інтервалу  $\bar{a}_i \pm 2 \cdot \sigma$  хоча б у одній із зон. На рис. 1 відносні діаметри цих стовбурів позначено жирними точками. У дослідному матеріалі «нетипових» стовбурів виявилось 50 шт., і їх вилучено з масиву дослідних даних.

На основі наведених рядів розподілу за середнім діаметром на кожній пробній площі визначено ранги відповідних модельних дерев. Таким чином для подальших досліджень сформовано масив даних із 280 МД, який містить їхні характеристики, а саме: діаметр, висоту, зональні збіги та ранг. Для визначення рангу модельного дерева у насадженні застосовували узагальнений розподіл кількості дерев за ступенями товщини (табл. 2).

**Результати дослідження та їх обговорення.** Для кожної зони стовбура за групами рангів обчислено середнє значення ( $M$ ) та коефіцієнт варіації ( $v$ ) для параметра  $a_i$  (табл. 3).

За аналізом даних табл. 3, у зоні  $0h - 0,05h$  для стовбурів рангом  $\leq 20\%$  прослідковується значна мінливість збігу в окоренковій частині, що можна пояснити особливостями росту тонкомірних дерев у насадженні. Також для стовбурів із рангами  $>60\%$  прослідковується помітне збільшення збігу (відносного значення параметра  $a_i$ ) за зонами:  $0,5h - 0,65h$ ;  $0,65h - 0,75h$ ;  $0,75h - 0,85h$  (рис. 2).

Виявлена закономірність вдало прослідковується на графіку твірних, побудованих за середніми значеннями відносних діаметрів і відносною висотою для груп дерев, які мають ранги  $\leq 60\%$  та  $>60\%$  (рис. 3). Як видно на рис. 3, диференціація за збігом прослідковується, починаючи з відносної висоти  $0,5h$ , зокрема дерева рангом  $>60\%$  схильні до більш стрімкого зниження діаметра з висотою.

Щоб перевірити гіпотезу про відмінність збігу стовбурів за рангами, обчислено фактичні ( $t_{\text{факт.}}$ ) та критичні ( $t_{\text{кр.}}$ ) значення  $t$ -критерію для середніх значень коефіцієнта нахилу твірної за зонами (табл. 4).

Як свідчать дані табл. 4, для груп стовбурів із рангами  $\leq 60\%$  та  $>60\%$  гіпотеза підтвердилась, адже, починаючи з відмітки  $0,5h$ , фактичне значення  $t$ -критерію перевищує критичне. Тому на 5-відсотковому рівні значущості можна стверджувати, що збіг у верхній частині стовбурів відрізняється для вказаних груп за рангами.

Залежність збігу від рангу модельних дерев у зонах від  $0,5h$  до  $0,85h$  можна пояснити особливостями формування крони в різних за розмірами дерев у одному насадженні. Вищі дерева, ранги яких понад  $60\%$ , за рахунок достатнього освітлення формують більшу крону, яка починається на відносній висоті  $0,5h - 0,65h$ . Своєю чергою, у дерев менших рангів за рахунок пригнічення формується менша крона, початок якої лежить вище – на відносній висоті  $0,75h - 0,85h$ .



3. Статистична характеристика параметра  $a$  за зонами та рангами

Ранг, %	Статистика	Значення статистик за зонами стовбура							
		$a_{0,0-0,05}$	$a_{0,05-0,1}$	$a_{0,1-0,25}$	$a_{0,25-0,5}$	$a_{0,5-0,65}$	$a_{0,65-0,75}$	$a_{0,75-0,85}$	$a_{0,85-1,0}$
0 – 10	$M^*$	-7,8	-2,6	-1,0	-0,8	-0,9	-1,1	-1,4	-1,8
	$v^2$	50,0	57,7	40,0	25,0	33,3	36,4	28,6	38,9
11 – 20	$M$	-8,6	-2,6	-1,0	-0,7	-1,2	-1,4	-1,3	-1,4
	$v$	37,2	57,7	30,0	28,6	25,0	21,4	30,8	28,6
21 – 30	$M$	-8,6	-2,5	-1,0	-0,8	-1,1	-1,1	-1,4	-1,6
	$v$	24,4	56,0	30,0	12,5	27,3	27,3	21,4	31,3
31 – 40	$M$	-7,7	-2,6	-1,0	-0,8	-1,0	-1,4	-1,4	-1,4
	$v$	37,7	46,2	30,0	25,0	20,0	14,3	21,4	21,4
41 – 50	$M$	-8,8	-2,1	-1,0	-0,7	-1,0	-1,3	-1,4	-1,7
	$v$	29,5	61,9	30,0	14,3	30,0	30,8	28,6	29,4
51 – 60	$M$	-7,7	-2,6	-0,9	-0,7	-1,0	-1,2	-1,6	-1,7
	$v$	40,3	46,2	44,4	28,6	30,0	33,3	25,0	29,4
61 – 70	$M$	-7,9	-2,1	-1,0	-0,7	-1,0	-1,3	-1,6	-1,5
	$v$	38,0	52,4	30,0	28,6	30,0	30,8	18,8	33,3
71 – 80	$M$	-7,5	-2,6	-1,0	-0,7	-1,1	-1,3	-1,5	-1,5
	$v$	34,7	42,3	40,0	28,6	27,3	38,5	20,0	33,3
81 – 90	$M$	-8,3	-2,3	-1,0	-0,7	-1,1	-1,3	-1,6	-1,5
	$v$	32,5	30,4	30,0	28,6	27,3	30,8	18,8	40,0
91 – 100	$M$	-8,0	-2,7	-0,9	-0,8	-1,2	-1,5	-1,4	-1,3
	$v$	37,5	37,0	33,3	25,0	25,0	26,7	28,6	30,8

\* $M$  – середнє арифметичне;  $v$  – коефіцієнт варіації;  $a_i$  – значення параметра на  $i$ -й зоні стовбура.

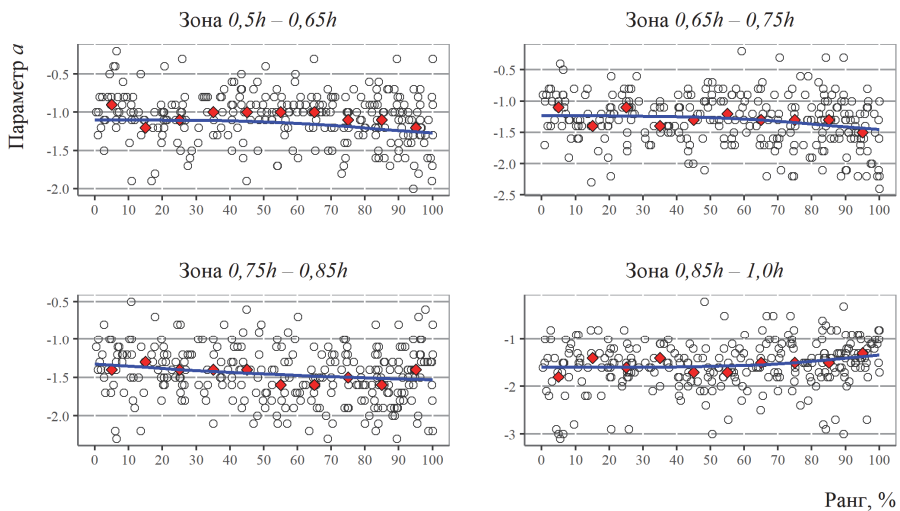


Рис. 2. Середні значення параметра  $a$ , на зонах стовбура

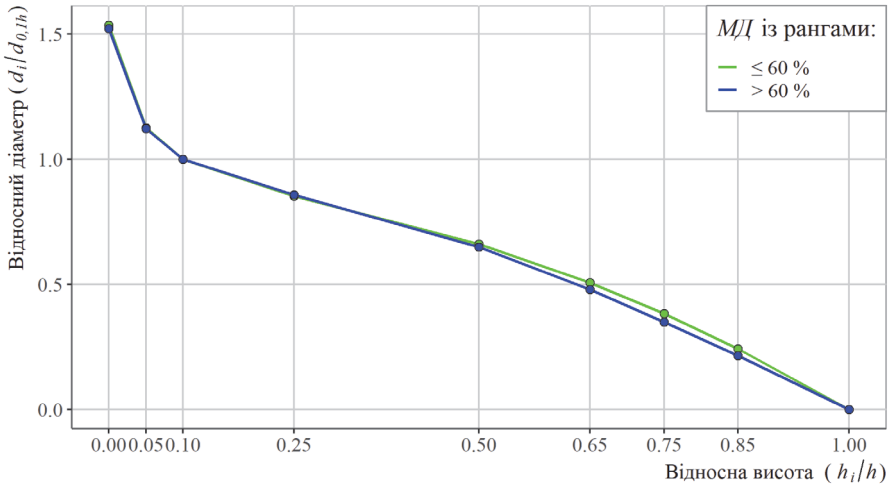


Рис. 3. Збіг стовбурів модельних дерев різних рангів

#### 4. Значення $t$ -критерію для параметра $a$ , лінійного рівняння

Критерій	Значення зонами стовбура							
	$a_{0,0-0,05}$	$a_{0,05-0,1}$	$a_{0,1-0,25}$	$a_{0,25-0,5}$	$a_{0,5-0,65}$	$a_{0,65-0,75}$	$a_{0,75-0,85}$	$a_{0,85-1,0}$
$t_{\text{факт.}}$	0,697	0,253	1,028	0,809	2,156	3,157	2,549	3,147
$t_{\text{кр.}}$	1,968	1,968	1,968	1,968	1,968	1,968	1,968	1,968

**Висновки і перспективи.** Подальше вдосконалення методів таксації об'єму стовбура і його частин потребує глибшого вивчення особливостей їхньої форми, в чому варто орієнтуватися на сучасний досвід вирішення цього питання за кордоном. Використані у роботі методи узагальнення форми стовбурів берези дають змогу виокремити закономірності у варіації збігу, що створює передумови до більш точної оцінки деревного об'єму. У результаті проведеного дослідження виявлено значущу відмінність збігу стовбурів берези повислої різних рангів на висотах від  $0,5h$  до  $0,85h$ , що може бути спричинена висотою початку крони. Встановлено, що стовбури, ранги яких перевищують 60 %, є збіжистими, а дерева із рангами  $\leq 60\%$  характеризуються повнодеревні-

стю. Це означає, що стовбури, які мають однакові діаметр та висоту, але розміщені у насадженнях із різними середніми діаметрами, матимуть значущу відмінність форми у верхній частині. Таким чином, найбільша варіативність значень збігу спостерігається у верхній частині стовбурів берези і ймовірно спричинена початком і протяжністю крони.

Виконані дослідження створюють передумови для більш ґрунтовного дослідження форми стовбурів, використовуючи моделі твірної стовбурів. Передусім питання пов'язане з виокремленням зон стовбура з вираженими закономірностями збігу, що сприяє розробці точніших математичних моделей. Особливе значення воно має у разі застосування зональної апроксимації твірної (Clark et al., 1991). Виявлені закономір-

ності також акцентують увагу на можливість розширення переліку змінних, за якими визначається об'єм стовбурів (діаметр і висота), додатковими показниками (наприклад, висота стовбура до початку крони) за умови індивідуальної подеревної таксації лісових насаджень. Подібні моделі можуть застосовувати в різних вибіркових дослідженнях, до яких висувають підвищені вимоги щодо точності моделей. Крім цього, додаткові заміри діаметра на висоті початку крони можуть суттєво покращити точність математичних моделей твірних (Myroniuk & Polishchuk, 2016). У цьому проявляються переваги моделей змішаного ефекту, які можуть бути «підігнані» під конкретний стовбур.

Детально таку техніку, відому як калібрування моделей, описано в роботах закордонних авторів (Arias-Rodil et al., 2015; Gomes-Galicia, 2013). Для підвищення точності нормативів об'єму перспективним є проведення подальших досліджень із метою розробки методики збирання дослідного матеріалу та узагальнення форми стовбурів з урахуванням таксаційних показників і будови насаджень.

### Список літератури

- Anuchin, N. P. (1982). *Forest mensuration*. Moscow: Forest industry [in Russian].
- Arias-Rodil, M., Castedo-Dorado, F., Camara-Obregon, A., & Diegues-Aranda U. (2015). Fitting and calibrating a multilevel mixed-effects stem taper model for Maritime pine in NW Spain. *PLoS ONE*, 10 (12). doi: 10.1371/journal.pone.0143521
- Clark III, A., Souter, R. A., & Schlaegel, B. E. (1991). Stem profile equations for Southern Tree Species. *Research Paper*, 282, 113.
- Denisov, A. O. (1988). Form of the trunks of pine, larch, birch and poplar in the forest shelter belts of the Khakassko-Minusinsk hollow. *Scientific Works of University of Krasnoyarsk*. Krasnoyarsk: STI, 36–43 [in Russian].
- Fedosimov, A. N. (1968). Volumes of medium-sized pine trunks. *Forestry*, 4, 52–53 [in Russian].
- Fonweban, J., Gardiner, B., & Auty, D. (2012). Variable-top merchantable volume equations for Scots pine [*Pinus sylvestris*] and Sitka spruce in Northern Britain. *International Journal of Forest Research*, 85 (2), 237–253. [https://doi: 10.1093/forestry/cpr069](https://doi.org/10.1093/forestry/cpr069)
- Girs, A. O. (1981). Marketability of birch and aspen stands (Ph.D dissertation). Ukrainian Agriculture Academy, Kyiv [in Russian].
- Gomes-Galicia, E. (2013). Selection of mixed-effects parameters in a variable-exponent taper equation for birch trees in northwestern Spain. *Annals of Forest Science*, 70, 707–715.
- Heger, L. M. (1965). A trial of Hohenedl's method of stem form and stem volume estimation. *Forestry Chronicle*, 41 (4), 466–475.
- Kofman, H. B. (1986). *Growth and tree stem form*. Novosibirsk: Science, 210 [in Russian].
- Mesavage, C., & Girard, J. (1946). *Tables for estimating board foot volume of timber*. Department of Agriculture & Forest Service: Washington.
- Moshkalev, A., & Davidov, G. (1983). *Modeling of assortment and commodity tables*. Kaunas: LitSHA, 58–59 [in Russian].
- Moshkalev, A. G. (1973). *Understatement of trunk volumes at present and elimination of errors in characterizing a generatrix by a polynomial*. Leningrad: LenFTA, 85–102 [in Russian].
- Myroniuk, V. V., & Polishchuk, V. V. (2016). Comparative analysis of different approaches for modeling of stem taper of birch trees. *Forestry and Park-Gardening*, 9, 14.
- Nesterov, V., Korotkova, S., & Korotkov, A. (1971). Change in the generatrix of a tree trunk with age. *TLCA reports*, 162, 346–350 [in Russian].
- Nykytyn, K. E. (1978). Concerning the logarithmic taper equation of tree stem. *Scientific Works of Ukrainian Agricultural Academy*, 213, 4–9 [in Russian].

- Polyakov, O., & Polyakov, M. (2008). Adaptive industrial system for timber volume estimation of the forest fund: reference data. *Scientific Herald of the National Agrarian University*, 122, 153–158 [in Ukrainian].
- Rojo, A., Perales, X., Sanchez-Rodriguez, F., Gonzales, J., & Gadow, K. (2005). Stem taper functions for maritime pine in Galicia. *European Journal of Forest Research*, 124 (3), 177–186.
- Silwal, R., Baral, S., & Chhetri, B. (2018). Modeling taper and volume of Sal trees in the western Terai region of Nepal. *Banko Janakari*, 27 (3), 76–83. <https://doi:10.3126/banko.v27i3.20544>.
- Socha, J. A. (2002). A taper model for Norway Spruce. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities*, 5 (2). Retrieved from <http://ejpau.media.pl/volume5/issue2/forestry/art-03.html>.
- Svinchuk V. A., Kashpor, S. M., & Mironyuk V. V. (2014). Mathematical models of the volume the main forest species of Ukraine. *Scientific Bulletin of NULES of Ukraine*, 198 (2), 58–64 [in Ukrainian].
- Tyurin, A. V. (1938). *Inventory of forest*. Moscow: Goslestekhzdat [in Russian].
- Zakharov, V. K. (1955). New in wood form research trunks and tabulating volume and concurrence. *Collection of scientific papers on forestry*, 6, 29–46 [in Russian].
- Zakharov, V. K. (1966). *New in forest mensuration technique*. Novosibirsk: Science [in Russian].
- 

**Bychenko, V. V., Tyshchenko, A. M. (2020). Regularities in form of birch trees in Ukrainian Polissia. *Ukrainian Journal of Forest and Wood Science*, 11 (1), 4–12. <https://doi.org/10.31548/forest2020.01.004>.**

*The experience in describing the shape of a tree trunk is generalized. The relevance of the study is due to the need to take into account the individual characteristics of the trunks in the accuracy of the forecast of diameters according to the mathematical model of the generatrix. Thus, the purpose of the research is to identify the dependence of the taper of the trunks on the ranks they occupy in the stands. Based on experimental data (Girs, 1981) collected in artificial stands of Polissia, the dependences of the change in the shape of silver birch trunks (*Betula pendula* Roth.) were analyzed. To analyze the taper, the trunks of model trees were divided into eight zones by relative heights. The taper of each zone was defined as the tangent of the inclination angle of the line connecting two consecutive points on the trunk. The dataset was checked for the presence of atypical trees, which were excluded from further research. Model trees were ranked according to the average diameters of the sample plots, natural degrees of thickness (Tyurin, 1938) and generalized series of the distribution of the number of trees in birch stands of Ukraine (Girs, 1981). Statistical and graphical analysis of the dynamics of the change of the tangent of the angle of inclination of the approximating line by zones and ranks has been performed. The difference in the nature of taper in the upper part of trunks of different ranks is revealed. Using the t-test, the hypothesis of differences in taper in groups of trunks with ranks  $\leq 60\%$  and  $> 60\%$  at a relative height of  $0.5h - 0.85h$  was confirmed at the 5% level of significance. Thus, trunks of higher ranks turned out to have greater taper, in contrast to trees with a rank of  $\leq 60\%$ , which are characterized by smaller taper. The established difference in shape can be explained by the height of the beginning and the length of the crown in trees of different ranks. The obtained results can be used to improve the accuracy of mathematical models of generatrices by calibrating their parameters according to the respective ranks of the trunks.*

**Keywords:** tree trunk formation, zonal approximation, tree ranks, crown height, t-test.

---

Отримано: 2020-02-16

---

## ВИЗНАЧЕННЯ ЗІМКНУТОСТІ НАМЕТУ ДЕРЕВОСТАНУ ЗА МАТЕРІАЛАМИ ЗНІМАННЯ БЕЗПІЛОТНИМИ ЛІТАЛЬНИМИ АПАРАТАМИ УКРАЇНСЬКОГО ПОЛІССЯ

---

**Д. І. БІДОЛАХ**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент  
<http://orcid.org/0000-0003-0248-3731>, e-mail: [dimbid@ukr.net](mailto:dimbid@ukr.net)

ВП НУБіП України «Бережанський агротехнічний інститут»

**А. М. БІЛОУС**, доктор сільськогосподарських наук, професор  
<http://orcid.org/0000-0002-7589-4307>, e-mail: [bilous@nubip.edu.ua](mailto:bilous@nubip.edu.ua)

Національний університет біоресурсів і природокористування України

**В. С. КУЗЬОВИЧ**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент  
e-mail: [vasyl.kuzovych@ukr.net](mailto:vasyl.kuzovych@ukr.net)

ВП НУБіП України «Бережанський агротехнічний інститут»

Питання підвищення якості визначення зімкнутості намету деревостану є актуальним і практично значущим для лісового та садово-паркового господарства. Проте за окомірному визначенні зімкнутості виникає суб'єктивність його сприйняття, а за використання інструментальних методів підвищується трудомісткість робіт.

Метою дослідження є вдосконалення способів визначення зімкнутості намету деревостану шляхом підвищення якості та достовірності вимірювань завдяки визначенню середньозваженого значення зімкнутості в цілому за площею, а також усунення суб'єктивізму виконавців. Для досягнення цієї мети ми запропонували використання аерофотознімання насадження з безпілотного літального апарату з подальшим визначенням відношення площі цього насадження, яка розташоване під кронами дерев, до його загальної площі, що досягається шляхом оброблення ортофотоплану у середовищі геоінформаційної системи.

Спосіб визначення зімкнутості деревостану, який ми запропонували, дає змогу виправляти неточності традиційних методів, які використовують при проведенні лісо- та парковпорядкування. При цьому, використання матеріалів БПЛА-знімання у середовищі ГІС дає змогу підвищувати якість вимірювань унаслідок аналізу всієї площі виділу та уникати суб'єктивності одержаних результатів завдяки комп'ютерній обробці даних.

Результати проведеного дослідження відповідають загальній тенденції одержаних висновків щодо перспективи використання матеріалів ДЗЗ (у тому числі результатів БПЛА-знімання) для визначення лісівничо-таксаційних показників



деревостанів. Використання підходу, який ми запропонували, для досліджень лісових і паркових насаджень дає змогу проводити визначення горизонтальної зімкнутості деревостану зі зменшенням трудомісткості польових робіт, автоматизувати процес отримання інформації та підвищити їх точність.

**Ключові слова:** зімкнутість деревостану, повнота насадження, безпілотний літальний апарат, ГІС.

**Актуальність.** Зімкнутість намету деревостану є важливим лісівничо-таксаційним показником, який використовують у лісівництві та садово-парковому господарстві. Він визначає відношення суми площ горизонтальних проєкцій крон дерев до загальної площі деревостану, яке виражене у відсотках або частках одиниці відповідної повної зімкнутості. Цей показник є дуже близьким до поняття «повнота деревостану», який характеризує ступінь щільності розміщення дерев у деревостані та залежить від виду деревних рослин, їхнього віку, кліматичних умов та місця зростання лісу (Anuchin, 1982).

Зімкнутість використовують у процесі проектування рубок догляду за лісом, дослідження взаємодії та росту деревних рослин у насадженні, вивчення процесів впливу зміни освітлення на ріст деревостану, розвитку підросту, підліска та живого надґрунтового покриву, а також для проектування ландшафтів. Проте цей показник переважно встановлюють окомірним способом, він залежить від суб'єктивного сприйняття просторової організації насадження (Girs et al., 2012). Саме тому питання достовірного визначення зімкнутості намету деревостану є актуальним і має практичне значення у сфері лісового та садово-паркового господарства.

Розвиток сучасних технологій дав поштовх до розробки нових під-

ходів щодо визначення параметрів лісового насадження та передбачає покращення способів отримання інформації про лісівничо-таксаційні показники з використанням останніх досягнень науки та техніки для ефективного ведення лісового господарства. Серед цих методів важливе місце посідає сучасний інструментарій, комп'ютерні технології, методи дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) і геоінформаційні системи (ГІС).

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Багато науковців (Purves et al., 2007; Canham et al., 1999; Davies & Pommerening, 2008; Pretzsch et al., 2015; Thorpe et al., 2010; Sevko & Kotsan, 2012; Sergeeva et al., 2002; Yuskevych et al., 2019) у своїх працях приділяють увагу дослідженню впливу зімкнутості та повноти деревостану на інші показники, що характеризують ріст і розвиток лісу. Зокрема, автори (Purves et al., 2007; Pretzsch et al., 2015) зазначають, що зімкнутість лісового намету формується сукупністю крон деревно-кущових рослин і впливає на ріст дерев, інтенсивність поглинання вуглецю, очищення повітря від домішок, а також вітростійкість. При цьому особливості змикання крон деревно-чагарникових рослин є основною детермінантою світлового потоку (Canham et al., 1999), який своєю чергою впливає на розвиток усіх компонентів деревостану та проходження екологічних, бі-

ологічних та біохімічних процесів у лісі. Прогнозування зміни будови намету деревостану також потребує розуміння особливостей розвитку крон окремих рослин та їх залежності від таких показників, як вид і розмір дерева, а також специфіки місцевої конкуренції між окремими особинами (Thorpe et al., 2010).

Для потреб ландшафтної архітектури, відповідно до досліджень (Sergeeva et al., 2002), вивчення зімкнутості крон є одним із найважливіших показників, який відображає стан об'єкта благоустрою в цілому. Наявність картографічної основи зі схемою горизонтальної структури зелених насаджень (або цифрової моделі з просторовим розподілом дерев) дає змогу ландшафтному архітектору обґрунтовано проектувати композиційні прийоми ландшафтного дизайну (Yuskevych et al., 2019; Sevko & Kotsan, 2012). Таку схему досить зручно отримувати з матеріалів ДЗЗ, опрацювавши їх у геоінформаційній системі ГІС (Bidolakh et al., 2018; Khokthong et al., 2019). Такий підхід створює умови для кращого проектування дорожньо-стежкової мережі, розрахунку допустимого рекреаційного навантаження, благоустрою та упорядкування території, сприяючи раціональному використанню наявної зімкнутості для створення оптимальних умов рекреації (Sevko & Kotsan, 2012).

Як відомо (Anuchin, 1982), традиційно зімкнутість намету визначають як відношення суми площ горизонтальних проекцій крон дерев (без урахування їх перекриття) до загальної площі деревостану, виражається у відсотках або частках одиниці. Недоліками цього способу є його трудомісткість, що пов'язана з необхідністю визначення суми площ горизонтальних проекцій крон, виникнення сис-

тематичних помилок через складність вилучення із результатів вимірювання площ перекриття крон і необхідність виконання додаткових картографічних робіт для отримання загальної площі деревостану. Тому, зазвичай, цей спосіб реалізують окомірно інженери-таксатори на підставі попереднього тренування окоміру на пробних площах, що вносить відповідний суб'єктивізм до результатів роботи.

Відомі також методи визначення зімкнутості деревостану за матеріалами космічного знімання з наступним програмним опрацюванням методами фотограмметрії (Purves et al., 2007; Thorpe et al., 2010; Rylskiy, 2018; Girs et al., 2012; Sevko & Kotsan, 2012; Tolkach & Bakhur, 2013). Проте недоліком таких підходів є їх трудомісткість, висока вартість матеріалів космічного знімання, особливо високого просторового розрізнення, та неможливість планування часу проведення знімання території.

Тому сучасний напрям досліджень за цією тематикою (Purves et al., 2007; Thorpe et al., 2010; Bidolakh et al., 2018; Umarhadi et al., 2018; Khokthong et al., 2019; Sevko & Kotsan, 2012; Girs et al., 2012) спрямований на оброблення матеріалів ДЗЗ за результатами знімання з БПЛА, які дають інформацію про просторову структуру горизонтальних проекцій крон у ГІС, з метою вивчення зімкнутості намету. Такий підхід дає змогу також визначати просторову щільність деревно-кущових рослин, що, своєю чергою, можна використати для встановлення загальної площі, біомаси та структури насаджень (Purves et al., 2007), а також класифікації насаджень за типами лісопаркових ландшафтів (Girs et al., 2012). Станом на сьогодні науковці опрацьовують

також нові підходи щодо використання як картографічної основи для досліджень лісівничо-таксаційних показників ортофотоплану, отриманого з безпілотних літальних апаратів (Umarhadi et al., 2018; Khokthong et al., 2019; Hernandez et al., 2016; Bidolakh et al., 2018).

Згадані недоліки методів досліджень і перспективи використання БПЛА для дослідження лісівничо-таксаційних показників насаджень зумовлюють необхідність розроблення нового способу визначення горизонтальної зімкнутості деревостану без необхідності виконання натурних обмірів, шляхом усунення суб'єктивізму окомірного способу, здешевлення вартості витрат, спрощення та підвищення точності виконання вимірювань.

**Метою дослідження** є вдосконалення способів визначення зімкнутості намету деревостану шляхом підвищення якості та достовірності вимірювань завдяки визначенню середньозваженого значення зімкнутості в цілому за площею, а також усунення суб'єктивізму виконавців. Для досягнення цієї мети ми запропонували використання ортофотоплану, який одержаний за результатами аерофотознімання території з безпілотного літального апарату, для подальшого визначення відношення площі насадження, що розташована під кронами дерев, до загальної площі об'єкта дослідження, шляхом опрацювання цього картографічного матеріалу у середовищі геоінформаційної системи.

**Матеріали і методи дослідження.** Об'єктом дослідження обрано спосіб визначення горизонтальної зімкнутості деревостану у лісових та садово-паркових насадженнях. Пред-

метом дослідження стали можливості вдосконалення процесу визначення зімкнутості насаджень шляхом використання сучасних методів.

Дослідження проводили у лісових насадженнях на території двох лісогосподарських підприємств: ДП «Бережанське лісомисливське господарство» та Бережанського районного державного агропромислового підприємства «Бережанирайагроліс» (табл. 1). Польові дослідження проводили таким чином. Після калібрування компаса БПЛА DJI Phantom 4 і отримання чіткого супутникового сигналу в системах позиціонування GPS і Глонасс виконували обліт насадження, що підлягає дослідженню, за попередньо спланованим маршрутом. При цьому виконували аерофотознімання із забезпеченням достатнього повздовжнього (60 %) та поперечного (30 %) перекриття сусідніх знімків. Після цього серію аерофотознімків експортували на комп'ютер для здійснення їх поєднання і трансформації з метою створення ортофотоплану за допомогою програми Agisoft PhotoScan.

Опрацювання отриманого картографічного матеріалу, який прив'язаний до відповідної системи координат (УСК 2000), дає змогу проводити керовану класифікацію у середовищі ГІС (у нашому випадку ArcGis 10.2) для визначення кількості пікселів площі горизонтальних проекцій крон дерев ( $N_1$ ). Визначення загальної кількості пікселів площі ділянки ( $N_2$ ) дає можливість отримати розрахункове значення горизонтальної зімкнутості насадження ( $Z$ ), вираженого у відсотках або частках одиниці за формулами 1 і 2 відповідно.

$$Z = \frac{N_1}{N_2} \cdot 100\% \quad (1); \quad Z = \frac{N_1}{N_2} \quad (2).$$

## 1. Основні лісівничо-таксаційні показники дослідних ділянок

№ пор.	Квартал	Виділ	Склад насадження	Вік, років	Висота, м	Діаметр, см	Бонітет	Індекс типу лісу	Повнота
Бережанське районне державне агропромислове підприємство «Бережанирайагроліс»									
1	25	16	5Бкл2Дз1Бп1Клг1Гз	11	2	2	I <sup>a</sup>	Д <sub>2</sub> ГБ	0,70
2	25	14	7Бкл3Гз+Клг, Чш	71	26	36	I <sup>a</sup>	Д <sub>2</sub> ГБ	0,70
3	25	13	6Бкл4Гз	30	13	16	I	Д <sub>2</sub> ГБ	0,70
4	25	21	8Сз1Бп1Гз	10	3	4	I	С <sub>2</sub> ГС	0,90
5	25	11	6Сз2Бкл2Гз	53	20	24	I	С <sub>2</sub> ГС	0,70
ДП «Бережанське лісомисливське господарство» (Бережанське лісництво)									
6	27	16	10Влч+Дз, Лпд	38	10	16	III	Д <sub>4</sub> Влч	0,7
7	27	2	6Бкл4Гз+Дз, Клг	81	26	36	I	Д <sub>2</sub> ГБ	0,8
8	27	8	4Дз3Бкл3Гз+Мде	86	25	26	I	Д <sub>2</sub> ГД	0,8
9	27	1	8Мде1Клг1Гз	18	8	10	I <sup>a</sup>	Д <sub>2</sub> ГД	0,7
10	27	4	4Бкл6Гз+Клг, Чш	76	26	36	I	Д <sub>2</sub> ГБ	0,8

Визначення зімкнутості насаджень для зазначених ділянок (це можуть бути площі цілих ділянок або їх частини) дає змогу отримати середньозважений показник для цілої ділянки, на відміну від наявних методів, які дають результат лише для площі, що лежить у зоні видимості для дослідника. Це, на нашу думку, підвищує об'єктивність, точність і достовірність результатів підходу, який ми запропонували.

Одержану таким чином інформацію можна використовувати для потреб лісо- та парковпорядкування, визначення планувальної структури лісопаркових насаджень, а також для виконання інших наукових досліджень.

**Результати дослідження та їх обговорення.** Для визначення горизонтальної зімкнутості деревостану проводили автоматизований розрахунок відношення кількості пікселів, що належать до вкритих рослинністю площ, до загальної кількості пік-

селів дослідної ділянки за матеріалами БПЛА-знімання у ГІС ArcGis 10.2. Для одержання цієї інформації проводили керовану класифікацію методом навчальної вибірки з використанням способу «Мінімальна відстань» і розподілом пікселів на дві групи (вкриті й не вкриті рослинністю площі). Процес виконання класифікації фрагментів ортофотоплану ділянки у середовищі ГІС ArcGis 10.2 наведено на рис. 1, а результати класифікації – на рис. 2.

Для аналізу якості результатів визначення горизонтальної зімкнутості деревостану проведено їх порівняння із значеннями повноти за даними таксаційного опису для кожної ділянки (табл. 2). Такий підхід відповідає результатам досліджень окремих авторів (Rylskiy, 2018; Tolkach & Bakhur, 2013), які рекомендують повноту насадження визначати через зімкнутість крон завдяки тому, що ці показники перебувають у тісному кореляційно-

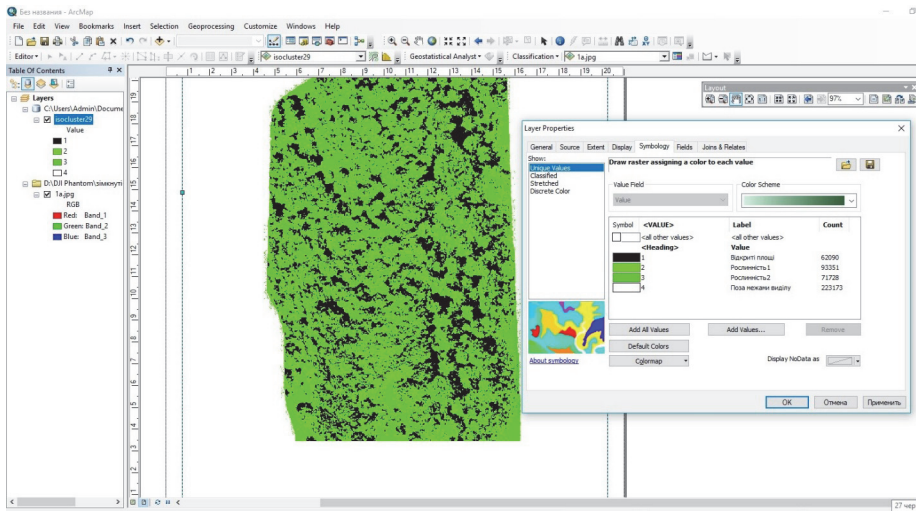


Рис. 1. Робоче вікно програми у процесі класифікації

му зв'язку. При цьому слід враховувати відомий факт (Anuchin, 1982), що в молодняках зімкнутість зазвичай вища, ніж повнота, в середньовікових і пристигаючих деревостанах ці показники наближено збігаються, а у стиглих і перестійних деревостанах повнота вища, ніж зімкнутість.

Проведений аналіз даних табл. 2 засвідчив, що зімкнутість, визначена за цією методикою, в цілому дає вищі значення за повноту. При цьому розбіжності лежать у межах таксаційної похибки (допустима до одиниці повноти). Слід також зауважити більші відхилення для насаджень з участю сосни звичайної (як

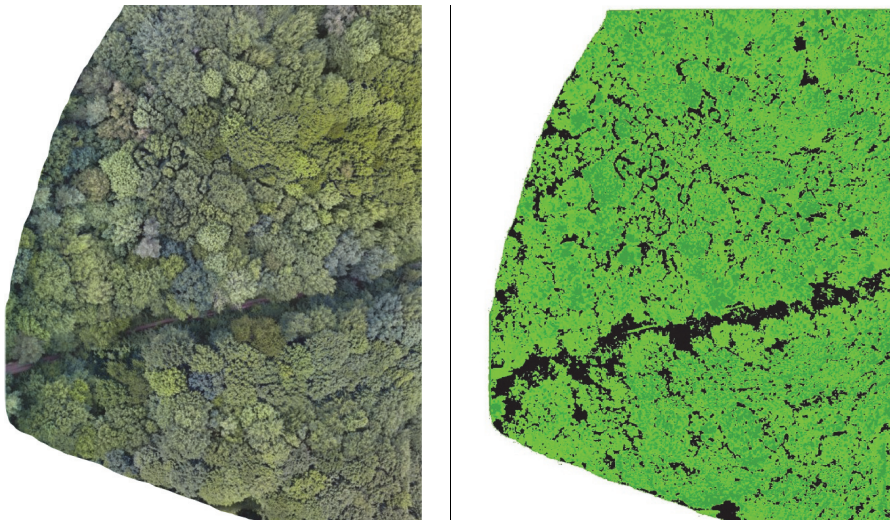


Рис. 2. Порівняння матеріалів БПЛА-знімання і результатів класифікації на прикладі дослідної ділянки № 7 (лісове насадження)



виду з ажурною кроною). Залежності між розрахунковою горизонтальною зімкнутістю за матеріалами БПЛА-знімання та повнотою відповідно до таксаційного опису можна виразити поліноміальним рівнянням 3 із величиною достовірності апроксимації  $R^2 = 0,78$ .

$$P = 184,65Z^3 - 404,84Z^2 + 295,45Z - 71,07 \quad (3)$$

Ці результати узгоджуються із висновками, отриманими іншими авторами у процесі аналізу матеріалів ДЗЗ лазерного сканування за результатами аерознімання (Rylskiy, 2018) та за космічними знімками високої роздільної здатності (Tolkach & Bakhur, 2013) для визначення зімкнутості намету та повноти деревостану. Тому ми підтвердили можливість використання також матеріалів знімання з БПЛА для цих цілей.

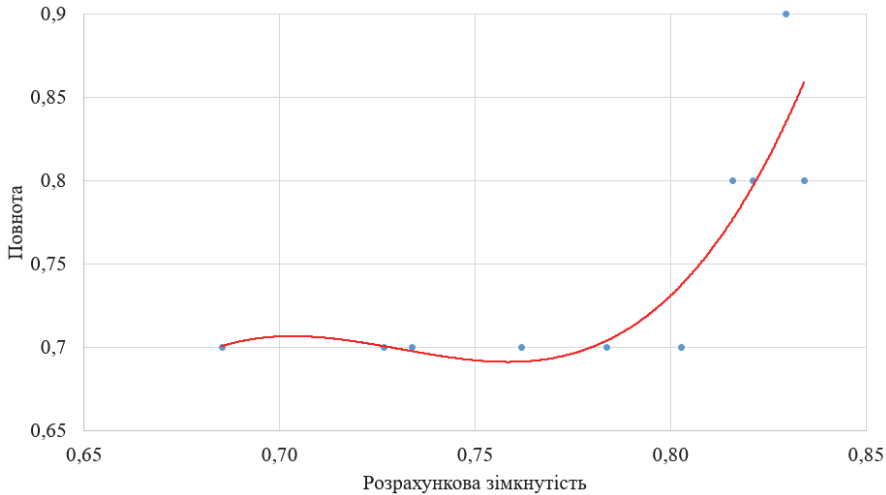
Слід зазначити, що специфіка знімання з квадрокоптера обмежує те-

риторію, що підлягає обстеженню, до 20–30 га за один політ (за висоти знімання 100 м). Це, своєю чергою, обмежує можливості застосування цього підходу для дослідження окремих ділянок із метою обґрунтування призначення рубок, уточнення зімкнутості та інших досліджень на невеликих територіях. Крім того, цей підхід не рекомендують використовувати для некритих лісовою рослинністю земель. Тому потрібно проводити попереднє дешифрування ортофотоплату з виокремленням ділянок, які не підлягають дослідженню.

Ми додатково провели дослідження можливості визначення зімкнутості крон для об'єктів благоустрою як важливого показника для обґрунтованого проектування композиційних прийомів і визначення балансу території на прикладі центрального скверу у м. Березани (Тернопільська

## 2. Результати визначення зімкнутості за даними БПЛА-знімання на дослідних ділянках

№ ділянки	Ділянка		Пікселі I класу (рослинність)	Пікселі II класу (не вкриті рослинністю)	Сума пікселів	Відношення II кл./I кл.	Розрахункова зімкнутість, Z	Повнота за таксаційним описом	Різниця, %
	Квартал	Виділ							
Бережанське районне державне агропромислове підприємство «Бережанирайагроліс»									
1	25	16	165079	62090	227169	0,376	0,727	0,7	3,8
2	25	14	629337	288947	918284	0,459	0,685	0,7	-2,1
3	25	13	362124	131235	493359	0,362	0,734	0,7	4,9
4	25	21	212452	46325	258777	0,218	0,821	0,8	2,6
5	25	11	85970	26852	112822	0,312	0,762	0,7	8,9
ДП «Бережанське лісомисливське господарство» (Бережанське лісництво)									
6	27	16	465166	114273	579439	0,246	0,803	0,7	14,7
7	27	2	353932	72707	426639	0,205	0,830	0,9	-10,1
8	27	8	795047	179531	974578	0,226	0,816	0,8	2,0
9	27	1	688254	189986	878240	0,276	0,784	0,7	12,0
10	27	4	178127	35425	213552	0,199	0,834	0,8	4,3



**Рис. 3. Графік взаємозв'язку між повнотою деревостану та розрахунковою зімкнутістю намету**

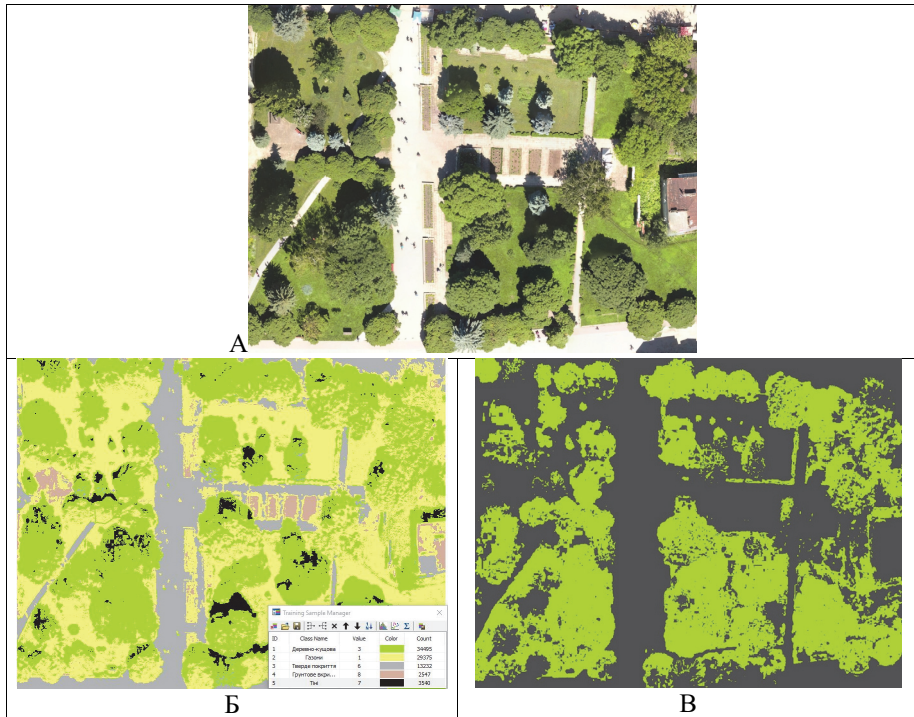
область). Для цього за вищезгаданою методикою побудовано ортофотоплан за матеріалами БПЛА-знімання (рис. 4А), проведено керувану класифікацію за п'ятьма класами (дервно-кущові рослини, трав'яне, ґрунтове і тверде покриття та інші території), що наведена на рис. 4Б та може бути використана для визначення балансу території, а також виокремлено деревно-кущову рослинність для визначення зімкнутості крон (рис. 4В). Результати обчислення балансу території для цієї ділянки наведено в табл. 3.

Розрахункова зімкнутість крон для цієї ділянки (відношення кількості пікселів класу деревно-чагарникової рослинності до загальної кількості пікселів) становить 0,41.

На нашу думку, пропонуване рішення визначення зімкнутості деревостану дає змогу виправляти неточності традиційних методів, які використовують під час проведення лісо- та парковпорядкування. При цьому, використання матеріалів БПЛА-знімання у середовищі ГІС дає змогу прискорювати, підвищува-

### 3. Розрахунок балансу території скверу за даними БПЛА-знімання

№ пор.	Назва елемента	Кількість пікселів	Площа, м <sup>2</sup>	% території
1	Дорожньо-стежкова мережа (тверді покриття)	13232	1218	15,9
2	Ґрунтове покриття	2547	235	3,1
3	Зелені насадження, у т. ч.:	63870	5881	76,8
	Дервно-кущова рослинність	34495	3176	41,5
	Газон	29375	2705	35,3
4	Інші типи покриття	3540	326	4,3
	Загальна площа	83189	7660	100



**Рис. 4. Результати класифікації БПЛА-знімання зелених насаджень центрального скверу у м. Бережани**

ти якість вимірювань унаслідок аналізу всієї території ділянки (виділу) та уникати суб'єктивності одержаних результатів завдяки комп'ютерному обробленню даних. Крім того, одержані результати знімання та класифікації території можуть зберігатись у цифровому вигляді для побудови картографічних матеріалів, подальших досліджень, моніторингу змін зімкнутості та архівуватись для підтверджувальних документів.

**Висновки і перспективи.** Результати проведеного дослідження відповідають загальній тенденції одержаних висновків щодо перспективи використання матеріалів ДЗЗ (у т. ч. результатів БПЛА-знімання) для визначення лісівничо-таксаційних показників насаджень. Новизною

запропонованого підходу є те, що опрацювання інформації здійснюється за прив'язаними до системи глобального позиціонування матеріалами аерофотознімання (ортофотоплан) із безпілотного літального апарату у середовищі геоінформаційної системи з наступним визначенням відношення кількості пікселів, що належать до вкритих рослинністю площ, до загальної кількості пікселів дослідної ділянки та збереженням просторової інформації в цифровому вигляді для подальших досліджень.

Використання запропонованого нами підходу для дослідження лісових і паркових насаджень дає змогу проводити визначення горизонтальної зімкнутості насаджень зі зменшенням трудомісткості польових робіт,

автоматизувати процес отримання інформації та підвищити її якість та точність. Такий спосіб може бути корисним для потреб лісо- та парковпорядкування, визначення планувальної структури лісопаркових насаджень, балансу території, а також для проведення інших наукових досліджень. За матеріалами проведених робіт розроблено та запатентовано корисну модель «Спосіб визначення горизонтальної зімкнутості деревостану» (Bidolakh et al., 2019).

### Список літератури

- Anuchin, N. P. (1982). *Forest taxation*. Textbook for high schools (5-th edition supplemented). Moskva: Forest industry [in Russian].
- Bidolakh, D. I., Kuziovych, V. S., & Bilous, A. M. (2019). The method of horizontal closure of stand determining (Patent V. 5). Pat. 131980 UA, МРК (2018/01) A01G 23/00 (2006.01) G01B 11/24) [in Ukrainian].
- Bidolakh, D. I., Kuzjovych, V. S., & Ostapchuk, O. S. (2018). Landscape and architectural research of parks using modern technologies. *RS Global*, 6 (24), 3, 7–12. [https://doi.org/10.31435/rsglobal\\_wos/12062018/5760](https://doi.org/10.31435/rsglobal_wos/12062018/5760)
- Canham, C. D., Kobe, R. K., Latty, E. F., & Chazdon, R. L. (1999). Interspecific and Intraspecific Variation in Tree Seedling Survival: Effects of Allocation to Roots versus Carbohydrate Reserves. *Oecologia*, 121 (1), 1–11. Retrieved from [www.jstor.org/stable/4222434](http://www.jstor.org/stable/4222434).
- Davies, O., & Pommerening, A. (2008). The contribution of structural indices to the modelling of Sitka spruce (*Picea sitchensis*) and birch (*Betula* spp.) crowns. *Forest Ecology and Management*, 256 (1–2), 68–77. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2008.03.052>
- Girs, O. A., Myronyuk, V. V., & Kutya, M. M. (2012). Forest park identification of Kyiv green zone using remote sensing data. *Science reports of NULES of Ukraine*, 7, 36 [in Ukrainian].
- Hernandez, J. G., Gonzalez-Ferreiro, E., Sarmiento, A., Silva, J., Nunes, A., Correia, A. C., ... Diaz-Varela, R. (2016). Using high resolution UAV imagery to estimate tree variables in *Pinus pinea* plantation in Portugal. *Forest Systems*, 25 (2), 09. <https://doi.org/10.5424/fs/2016252-08895>
- Khokthong, W., Zemp, D. C., Irawan, B., Sundawati, L., Kreft, H., & Hölscher, D. (2019). Drone-Based Assessment of Canopy Cover for Analyzing Tree Mortality in an Oil Palm Agroforest. *Frontiers in Forests and Global Change*, 2. <https://doi.org/10.3389/ffgc.2019.00012>
- Pretzsch, H., Biber, P., Uhl, E., Dahlhausen, J., Rötzer, T., Caldentey, J., ... Pauleit, S. (2015). Crown size and growing space requirement of common tree species in urban centres, parks, and forests. *Urban Forestry & Urban Greening*, 14 (3), 466–479. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2015.04.006>
- Purves, D. W., Lichstein, J. W., & Pacala, S. W. (2007). Crown Plasticity and Competition for Canopy Space: A New Spatially Implicit Model Parameterized for 250 North American Tree Species. *PLOS ONE*, 2 (9), e870. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0000870>
- Rylskiy, I. A. (2018). Approaches to the determination of taxation indicators of forests using aerospace images and lidar data. *InterCarto. InterGis*. 24 (2), 216–240 [in Russian]. <https://doi.org/10.24057/2414-9179-2018-2-24-216-240>
- Sergeeva, O. S., Piankov, S. V., & Soboleva, E. B. (2002). Using gis-technologies in the inventory of green plantations (by the example of the city of perm). *Materials of international conference. Materials of international conference*. InterKarto 8: GIS for sustainable development of territories, Helsinki; Sankt-Petersburg [in Russian].
- Sevko, O., & Kotsan, V. (2012). Assessment of the influence of spatial structure on taxation indicators of stands using a digital

- model of spatial distribution of stands. *Works by BGTU*, 1, 57–59 [in Russian].
- Thorpe, H. C., Astrup, R., Trowbridge, A., & Coates, K. D. (2010). Competition and tree crowns: A neighborhood analysis of three boreal tree species. *Forest Ecology and Management*, 259 (8), 1586–1596. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.01.035>
- Tolkach, I. V., & Bakhur, O. S. (2013). Estimation of basic taxation parameters by digital images using Quantum GIS. *Actual problems of the forest complex*, 37 [in Russian].
- Umarhadi, D. A., Danoedoro, P., Wicaksono, P., Widayani, P., Nurbandi, W., & Juniansah, A. (2018). The Comparison of Canopy Density Measurement Using UAV and Hemispherical Photography for Remote Sensing Based Mapping. *2018 4th International Conference on Science and Technology (ICST)*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/ICSTC.2018.8528670>
- Yuskevych, T. V., Vytseha, R. R., & Hrynyk, H. H. (2019). The Dependence of Crown Indicators on Morphological and Taxonomic Parameters of pine trees of Introduced Species in Western Ukraine. *Scientific Bulletin of UNFU*, 29 (5), 75–81 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.15421/40290515>
- 

**Bidolah, D. I., Bilous, A. M., Kuzevich, V. S. (2020). Determination of the canopy density of forest stand by the materials of UAV survey. *Ukrainian Journal of Forest and Wood Science*, 11 (1), 13–29. <https://doi.org/10.31548/forest2020.01.013>.**

*The issues of improving the quality of determining the canopy density of the forest stand are relevant and have practical importance for forestry and horticulture. However, the eye examination of canopy is a subjective of its perception and use of instrumental methods makes this process more complex.*

*The aim of the study is to improve methods for determining the canopy density by increasing the quality and reliability of measurements by determining the weighted average value of density in the whole territory, as well as eliminating the subjectivity of performers. To achieve this goal, we propose the use of aerial photography of the territory from an unmanned aerial vehicle with the subsequent determination of the ratio of the area, which is under the tree crowns to the total area of the territory, which is achieved by processing the orthogonal photographic plan in the environment of the geographic information system.*

*The method, what we propose for determining the canopy density of the forest stand allows us to correct inaccuracies in traditional methods that we use in forest and park management. Moreover, the use of UAV survey materials in a GIS environment allows to improve the quality of measurements due to the analysis of the entire area of the territory and to avoid the subjectivity of the results due to computer processing of data.*

*The results of our study correspond to the general trend of the findings on the prospects of using remote sensing materials (including the results of UAV surveys) for determining the biometric indicators of forest stands. Our approach to research of the forest and park territories allows to determine the horizontal canopy density of the forest stand with a decrease in the complexity of field work, automate the process of obtaining information and increase the accuracy.*

**Keywords:** tree stand closeness, planting completeness, unmanned aerial vehicle, GIS.

---

Отримано: 2020-01-22



## ХІД РОСТУ МОДАЛЬНИХ БУКОВИХ ДЕРЕВОСТАНІВ БУКОВИНСЬКОГО ПЕРЕДКАРПАТТЯ

**Р. Д. ВАСИЛИШИН**, доктор сільськогосподарських наук, доцент,  
<http://orcid.org/0000-0002-7268-8911>, e-mail: [r.vasylyshyn@nubip.edu.ua](mailto:r.vasylyshyn@nubip.edu.ua)  
Національний університет біоресурсів і природокористування України

**В. В. СЛЮСАРЧУК**, здобувач\*, e-mail: [slysvit@yandex.ua](mailto:slysvit@yandex.ua)

Сторожинецький лісовий коледж

**І. П. ЛАКИДА**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент  
<http://orcid.org/0000-0002-1565-8329>, e-mail: [ivan.lakyda@nubip.edu.ua](mailto:ivan.lakyda@nubip.edu.ua)  
Національний університет біоресурсів і природокористування України

В умовах Буковинського Передкарпаття букові ліси, які займають площу понад 60 тис. га, виконують важливу соціальну, екологічну та економічну функцію. Збалансоване виконання цих функцій залежить від ефективності прийняття управлінських рішень у напрямі відтворення, захисту й раціонального використання лісових ресурсів. Інформаційною базою для забезпечення сталого лісоуправління слугує система нормативно-інформаційного забезпечення, важливою складовою якої є таблиці ходу росту модальних деревостанів. Із метою доповнення цієї системи адекватною інформацією про регіональні особливості росту букових деревостанів, у межах цього дослідження запропоновано математичні моделі динаміки таксаційних показників і розроблено таблиці ходу росту модальних природних букових деревостанів Буковинського Передкарпаття у територіальних межах Чернівецької області. Частка природних букових деревостанів у регіоні дослідження становить понад 95 %.

Інформаційною базою дослідження слугувала інформація із бази даних ВО «Укрдержліспроект», що містить повидільну таксаційну характеристику букових деревостанів досліджуваного регіону, а також дані з 20 тимчасових пробних площ. Для аналізу ходу росту відібрано понад 1 тис. зрізів модельних дерев. Під час моделювання у роботі використано ростову функцію та степеневі й поліноміальні залежності. Як результат запропоновано математичні моделі середньої висоти, середнього діаметра, відносної повноти, запасу та частки участі головної породи у складі букових деревостанів досліджуваного регіону. Зазначені математичні залежності слугували основою для розроблення таблиць ходу росту модальних природних букових деревостанів на бонітетній основі. Здійснено також порівняльний аналіз одержаних результатів, який засвідчив наявність регіональних особливостей росту досліджуваних деревостанів, що

\* Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук, доцент Р. Д. Васишлишин.

зумовлені у тому числі й специфікою системи ведення лісового господарства у напрямі спеціального використання лісових ресурсів.

**Ключові слова:** бук лісовий, динаміка таксаційних показників, бонітет, моделювання, особливості росту, математична модель, Чернівецька область.

**Актуальність.** Букові деревостани у межах досліджуваного регіону являють собою важливий об'єкт лісогосподарського виробництва, який виконує численні екологічні функції і водночас слугує незмінним джерелом деревної сировини. В умовах Буковинського Передкарпаття, яке на території України зосереджено у адміністративних межах Чернівецької області, букові деревостани займають площу понад 60 тис. га вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок, на яких акумульовано понад 19 млн м<sup>3</sup> стовбурового запасу (Vasylyshyn, 2016).

Для забезпечення ефективного використання цього ресурсу деревини на засадах сталого лісоуправління, забезпечуючи баланс екологічної, економічної та соціальної складових розвитку досліджуваного регіону, потрібен адекватний інструментарій задля здійснення об'єктивного оцінювання сучасного й прогнозного стану досліджуваних деревостанів, їхньої продуктивності й регіональних особливостей росту. В цьому контексті важлива роль належить таблицям ходу росту модальних деревостанів, які відображають реальний стан насаджень певного регіону й слугують інформаційною основою для оцінювання окремих екосистемних функцій лісових фітоценозів.

Перевага використання регіональних нормативів такого виду полягає у можливості вивчення, описування та оцінювання динамічних процесів у лісових насадженнях з урахуван-

ням впливу сукупності локальних чинників, які формують особливості росту і розвитку лісових насаджень в умовах конкретних природних територій (Bala, 2019; Shvidenko, Schepaschenko, Nilson & Boului, 2003, 2008; Vasylyshyn, 2016).

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** У сучасних реаліях важливою складовою застосовного науково-виробничого інструментарію прогнозного оцінювання динаміки таксаційних показників гірських букових насаджень слугують таблиці ходу росту повних чистих букових деревостанів, розроблені Л. М. Березівським, П. І. Лакидою, А. І. Піткінім, А. А. Строчинським і А. З. Швиденком (Shvidenko et al., 1987), а також таблиці ходу росту оптимальних букових деревостанів, які стали результатом наукових досліджень кафедри таксації лісу та лісового менеджменту Національного університету біоресурсів і природокористування України (Strochinskiy, Shvidenko & Lakyda, 1992).

Вказані таблиці ходу росту відображали динаміку таксаційних показників гірських бучин у межах класів бонітету. У другій половині ХХ ст. було розроблено ще низку нормативів, які відображали особливості ходу росту букових деревостанів як на бонітетній (Kozlovskyy & Pavlov, 1967), так і на типологічній основі (Saban et al., 1977).

У сучасних умовах, коли прогресують тенденції розширення норма-

тивного лісотаксаційного інструментарію, для забезпечення оцінювання базових екологічних функцій лісів існує необхідність створення регіональних нормативів, які б за регіональним принципом відображали динамічні ростові процеси в наявних деревостанах (Vasylyshyn, 2016). Науковою основою для розв'язання цих питань слугують таблиці ходу росту модальних деревостанів.

Зазначені нормативи на початку ХХІ ст. запропонували дослідники Національного університету біоресурсів і природокористування України та Національного лісотехнічного університету. Зокрема, істотно розвинув теоретико-методологічні засади вивчення особливостей росту та розвитку модальних букових деревостанів рівнинної частини України С. І. Миклуш (Myklush, 2011), який запропонував низку таблиць ходу росту деревостанів, у яких класифікаційною основою слугували їхні типи лісу. Нормативи ходу росту для гірських модальних букових насаджень опрацював Г. Г. Гриник (Групук, 2013). Однак згадані таблиці ходу росту мають обмежену можливість широкого прямого використання для розв'язання наукових і виробничих завдань, оскільки базуються на загальнобонітетній шкалі М. М. Орлова, отже, не відображають природних рядів росту. Згодом були запропоновані таблиці ходу росту мішаних, природних і штучних модальних букових деревостанів Українських Карпат, які базувалися на динамічній бонітетній шкалі та повною мірою відображали природні ряди росту (Vasylyshyn, 2016).

Із метою розроблення системи актуалізації бази даних «Лісовий фонд України» через прогнозування динаміки таксаційних показників

деревостанів, О. П. Бала запропонував відповідні математичні моделі, у тому числі для букових деревостанів Українських Карпат (Bala, 2019). Ці нормативи відображають певне систематизування і узагальнення наукового доробку у межах досліджуваного напрямку.

Упродовж останнього десятиліття також отримано вагомні результати щодо оцінювання енергетичного потенціалу та екологічних функцій гірських букових лісів (Vasylyshyn, 2018).

**Мета дослідження:** здійснити моделювання динаміки таксаційних показників і встановити особливості росту природних модальних букових деревостанів в умовах Буковинського Передкарпаття.

**Матеріали і методика дослідження.** Інформаційним підґрунтям дослідження слугувала інформація з бази даних ВО «Укрдержліспроєкт», що містить повидільну таксаційну характеристику букових деревостанів досліджуваного регіону, а також дані тимчасових пробних площ (ТПП), закладених у насадженнях державних підприємств «Сторожинецьке лісове господарство», «Берегометське лісомисливське господарство» та «Хотинське лісове господарство» Чернівецької області, з проведеним аналізом ходу росту у висоту. Загалом у роботі використано інформацію із 20 тимчасових пробних площ (табл. 1), закладених за загальноприйнятою лісотаксаційною методикою (Lakyda, 2002), у насадженнях, що зростають у панівних типах лісорослинних умов. Для аналізу ходу росту відібрано понад 1 тис. зрізів модельних дерев.

Математичне моделювання динаміки таксаційних показників і статистичне опрацювання одержаних результатів проведено з використан-

## 1. Розподіл кількості тимчасових пробних площ за класами бонітету та панівними типами лісорослинних умов, шт.

ТЛУ	Клас бонітету				Усього
	I <sup>b</sup>	I <sup>a</sup>	I	II	
C <sub>3</sub>	-	-	1	1	2
D <sub>2</sub>	1	-	2	-	3
D <sub>3</sub>	1	4	7	3	15
Разом	2	4	10	4	20

ням регресійного аналізу, у вигляді нелінійної функції, на основі методу найменших квадратів, за допомогою статистичного пакета StatSoft STATISTICA. Для порівняння теоретичних і емпіричних даних та аналізу отриманих результатів застосовано також графо-аналітичний метод.

**Результати дослідження та їх обговорення.** Відомо, що інтенсивність ростових процесів дерев або деревостанів значною мірою залежить від їхнього віку. Математично описати динаміку цих процесів можна за допомогою моделей росту. Зокрема, загальноприйнятним є біологічний принцип, згідно з яким крива росту деревостанів у висоту має S-подібну форму, що, переважно, зумовлено фізіологічними процесами. Таким чином, базовим етапом у процесі моделювання росту модальних деревостанів є отримання кривої-гід на основі даних аналізу ходу росту модельних дерев, зрубаних на тимчасових пробних площах. Моделювання відносної висоти здійснено на основі значень базової висоти букових деревостанів у віці 120 років, що зумовлено біологічними особливостями росту й розвитку рослин цього деревного виду.

Аналіз математичних залежностей для опису особливостей росту за висотою дав змогу відібрати найпридатніші для цього ростові функ-

ції, які добре описані та широко використовувалися в багатьох дослідженнях (Lakyda, 2002; Shvidenko, Schepaschenko, Nilson & Boului, 2008; Lakyda, Terentiev & Vasylyshyn, 2012; Vasylyshyn, 2016; Bala, 2019; Bala & Lakyda, 2019). Отже, для моделювання залежності відносної висоти від віку букових деревостанів Буковинського Передкарпаття використано ростову функцію Мітчерліха (Kiviste, 1988), яка має такий загальний вигляд:

$$y = c_1 \cdot (1 - \exp(-c_0 \cdot x))^{c_2}, \quad (1)$$

де  $y$  – залежна змінна;  $x$  – незалежна змінна;  $c_0$ ,  $c_1$ ,  $c_2$  – коефіцієнти регресії.

Використовуючи наведену ростову функцію, у результаті дослідження залежностей, що достовірно відображають закономірності зміни польових дослідних даних, було отримано криву-гід, загальний вигляд якої наведено нижче:

$$H_{\text{сер}} = (a_0 \cdot (1 - \exp(-a_1 \cdot A))^{a_2}) \cdot H_{120}^{\text{баз}}, \quad (2)$$

де  $H_{\text{сер}}$  – середня висота деревостану, м;  $A$  – вік деревостану, років;  $a_0$ ,  $a_1$ ,  $a_2$  – коефіцієнти регресії;  $H_{120}^{\text{баз}}$  – середня висота деревостану в базовому віці.

Ця функція характеризується значною гнучкістю і здатна описати особливості ростових процесів у букових

деревостанах досліджуваного регіону. Отже, математична модель середньої висоти природних модальних букових деревостанів Буковинського Передкарпаття, яка характеризується високим коефіцієнтом детермінації ( $R^2 = 0,96$ ) має такий вигляд:

$$H_{\text{сеп}} = (1,1902 \cdot (1 - \exp(-0,02 \cdot A))^{1,8311}) \cdot H_{120}^{\text{баз}}, \quad (3)$$

Для моделювання динаміки середнього діаметра використано його алометричну залежність від таких таксаційних показників, як вік ( $A$ ), середня висота ( $H_{\text{сеп}}$ ) та відносна повнота ( $P$ ) модального деревостану. У результаті одержано математичну модель, яка з високим рівнем апроксимації ( $R^2 = 0,93$ ) описує динаміку середнього діаметра природних модальних букових деревостанів Буковинського Передкарпаття. Її загальний вигляд такий:

$$D_{\text{сеп}} = 0,5677 \cdot A^{0,4463} \cdot H_{\text{сеп}}^{0,6191} \cdot P^{-0,0885}, \quad (4)$$

Аналогічну математичну залежність встановлено також і для динаміки відносної повноти деревостану, яка є складовою моделі середнього діаметра та має такий вигляд:

$$P = 1,4073 \cdot A^{-0,3814} \cdot H_{\text{сеп}}^{0,2892}, \quad (5)$$

Запас деревостану – один із базових таксаційних показників, що визначає його продуктивність. Для моделювання динаміки запасу ( $M$ ) природних модальних букових деревостанів Буковинського Передкарпаття використано математичну залежність, яка поєднує ростову функцію зі степеневою залежністю від таких таксаційних показників, як середня висота, середній діаметр і відносна повнота деревостану. Подана нижче математична залежність (6) досить добре описує вихідні дослідні

дані, про що свідчить значення коефіцієнта детермінації ( $R^2 = 0,95$ ).

$$M = (17,6581 \cdot (1 - \exp(-0,0216 \cdot A))^{0,4708}) \cdot H_{\text{сеп}}^{0,9552} \cdot D_{\text{сеп}}^{0,0609} \cdot P^{0,7922}, \quad (6)$$

Змодельоване значення загального запасу досліджуваних деревостанів слугувало основою для розрахунку їх сум площ поперечних перерізів через використання класичної формули лісової таксації. З цією метою застосовано моделі старого видового числа, що характеризують оптимальні букові деревостані Українських Карпат (Strochinskiy, Shvidenko & Lakyda, 1992).

Особливе значення для проектування лісгосподарських заходів має моделювання частини дерев, яку вибирають у процесі здійснення лісгосподарських заходів. Через брак достатньої кількості вихідних дослідних даних для моделювання вказаної частини таблиць ходу росту, у роботі використано математичні моделі редуційних чисел і старого видового числа, що характеризують оптимальні деревостані (Strochinskiy, Shvidenko & Lakyda, 1992), а також, як і для основної частини деревостану, загальновідомі класичні таксаційні співвідношення.

Усі наведені вище змодельовані таксаційні показники описують деревостан у цілому. Однак у природних букових насадженнях досліджуваного регіону у понад 90 % випадків формуються мішані деревостані з певною часткою бука лісового у їхньому складі. За матеріалами повидільної бази даних ВО «Укрдержліспроект» для букових деревостанів Буковинського Передкарпаття встановлено залежність зміни частки досліджуваного виду у складі деревостану з віком. Згадана залежність має такий вигляд:

$$C = 5,3570 + 0,0131 \cdot A + (3,0250 \cdot 10^{-4}) \cdot A^2 + (-3,4046 \cdot 10^{-6}) \cdot A^3 + (1,4221 \cdot 10^{-8}) \cdot A^4, \quad (7)$$

де  $C$  – частка бука лісового у складі, %.

У природних деревостанах досліджуваного регіону частка бука зростає від 5–6 одиниць у молодому віці до 8–9 одиниць у віці стиглості. При цьому, у віці 20–60 років частка бука лісового у складі природних насаджень Буковинського Передкарпаття вища за відповідні показники, характерні для природних букових насаджень Українських Карпат (Vasylyshyn, 2016) загалом (рис. 1).

Одержані математичні моделі динаміки основних таксаційних показників природних модальних букових деревостанів Буковинського Передкарпаття є основою для складання відповідних таблиць ходу росту. Фрагмент згаданих нормативів для таксації природних модальних букових деревостанів I<sup>a</sup> класу бонітету подано у табл. 2.

Аналіз та оцінювання адекватності розроблених нормативів є завершальним і невід’ємним етапом

проведеної науково-дослідницької роботи. За результатами цього етапу приймають рішення про можливість практичного застосування новостворених нормативів. За базовий метод здійснення такої оцінки слугує порівняльний аналіз розроблених таблиць із наявним подібним інформаційним забезпеченням.

Отже, з метою верифікації отриманих результатів дослідження здійснено порівняння росту за основними таксаційними показниками букових деревостанів із наявними таблицями ходу росту (ТХР), розробленими для Карпатського регіону (Grynyk, 2013; Vasylyshyn, 2016; Bala, 2019). Порівняння динаміки середньої висоти із аналогічними даними інших авторів свідчить про наявність чіткої закономірної тенденції у рості букових деревостанів досліджуваного регіону (табл. 3).

Згідно з наведеними даними, простежується відставання у рості до 80-річного віку букових деревостанів Буковинського Передкарпаття порівняно з буковими насадженням Карпатського регіону загалом. Наведені тренди росту у висоту досліджу-

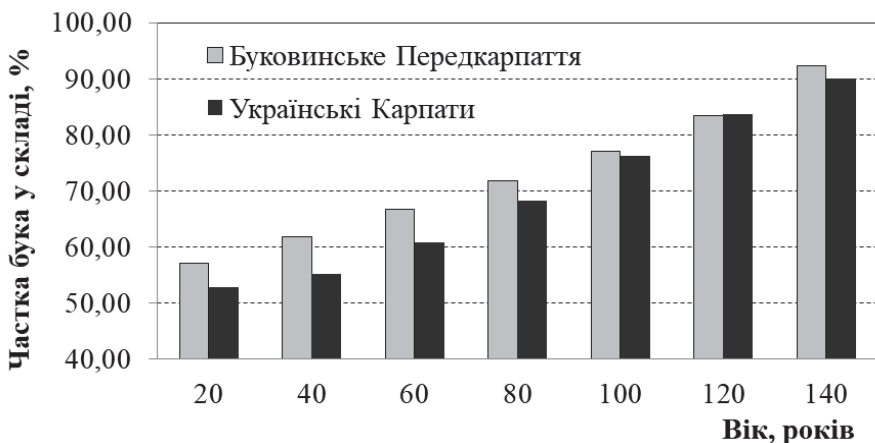


Рис. 1. Динаміка частки бука лісового у складі деревостанів природного походження



## 2. Хід росту модальних природних букових деревостанів I<sup>a</sup> класу бонітету в умовах Буковинського Передкарпаття

Вік, років	Середня висота, м	Середній діаметр, см	Кількість дерев, шт.	Сума площ поречних порізів, м <sup>2</sup> ·га <sup>-1</sup>	Запас, м <sup>3</sup> ·га <sup>-1</sup>	Зміна запасу, м <sup>3</sup> ·га <sup>-1</sup> ·рік <sup>-1</sup>		Загальна продуктивність, м <sup>3</sup> ·га <sup>-1</sup>	Загальний приріст, м <sup>3</sup> ·га <sup>-1</sup> ·рік <sup>-1</sup>	
						середня	поточна		середній	поточний
10	1,8	2,3	15866	6,9	11	1,12	2,40	19	1,92	4,47
15	3,4	4,2	8230	11,5	26	1,76	3,54	47	3,14	6,38
20	5,4	6,3	4846	15,0	47	2,33	4,43	83	4,15	7,71
25	7,4	8,5	3143	17,7	71	2,83	5,06	124	4,97	8,53
30	9,5	10,7	2191	19,8	97	3,24	5,45	168	5,61	8,96
35	11,6	13,0	1613	21,4	125	3,58	5,65	214	6,11	9,09
40	13,7	15,3	1239	22,8	154	3,84	5,68	259	6,48	8,99
45	15,7	17,6	984	23,8	182	4,04	5,58	304	6,75	8,72
50	17,6	19,8	803	24,7	210	4,19	5,39	346	6,93	8,34
55	19,5	21,9	670	25,4	236	4,29	5,13	387	7,04	7,90
60	21,2	24,1	569	25,9	261	4,35	4,83	425	7,09	7,38
65	22,8	26,1	492	26,4	284	4,37	4,50	461	7,09	6,82
70	24,3	28,1	431	26,8	306	4,37	4,16	494	7,05	6,27
75	25,7	30,1	383	27,1	326	4,34	3,82	524	6,98	5,73
80	27,0	31,9	343	27,4	344	4,30	3,47	551	6,89	5,22
85	28,2	33,7	310	27,7	361	4,24	3,14	576	6,77	4,72
90	29,3	35,5	283	27,9	375	4,17	2,83	598	6,65	4,26
95	30,3	37,1	259	28,1	389	4,09	2,53	618	6,51	3,82
100	31,3	38,8	239	28,2	401	4,01	2,24	636	6,36	3,42
105	32,1	40,3	222	28,3	411	3,92	1,98	652	6,21	3,04
110	32,9	41,8	207	28,4	421	3,82	1,74	667	6,06	2,70
115	33,6	43,3	194	28,5	429	3,73	1,52	679	5,91	2,39
120	34,3	44,7	182	28,5	436	3,63	1,31	691	5,76	2,10
125	34,9	46,0	172	28,6	442	3,53	1,13	700	5,60	1,84
130	35,4	47,3	162	28,6	447	3,44	1,63	709	5,45	2,80
135	35,9	48,6	154	28,6	451	3,34	0,81	716	5,31	1,39
140	36,4	49,8	147	28,6	455	3,25	0,67	723	5,16	1,19

ваних деревостанів підтверджують необхідність розроблення окремих ТХР для врахування регіональних особливостей. Вказані тенденції можуть також відобразити особливості

проведення рубок формування та оздоровлення лісів у межах згаданого вікового періоду.

Інтенсивність зрідження букових деревостанів у регіоні дослідження

### 3. Порівняння ходу росту за висотою модальних природних букових деревостанів I<sup>a</sup> класу бонітету

Вік, роки	Динаміка середньої висоти у межах джерел інформації, м			
	Grynyk, 2013	Vasylyshyn, 2016	Bala, 2019	розроблені ТХР
20	7,4	8,3	6,3	5,4
40	16,1	17,2	15,7	13,7
60	22,8	24,1	23,2	21,2
80	27,2	29,1	28,5	27,0
100	30,1	32,5	31,9	31,3
120	32,0	34,9	34,0	34,3

під час проведення рубок догляду значною мірою впливає на динаміку кількісних значень їхніх сум площ поперечних перерізів. Саме тому бучини Буковинського Передкарпаття значно поступаються за величиною суми площ поперечних перерізів буковим деревостанам Українських Карпат, що проілюстровано на рис. 2.

Вказані раніше тенденції динаміки складу букових насаджень досліджуваного регіону та кількісні значення їхніх сум площ поперечного перерізу званою мірою визначають особливості формування загального

запасу. У цьому контексті, бучини Чернівецької області у віці до 80 років значно поступаються за продуктивністю буковим деревостанам Карпатського регіону загалом (табл. 4).

Кількісні значення запасу модальних деревостанів, як і їхні суми площ поперечних перерізів, слугують мірилом інтенсивності ведення лісового господарства у тому чи тому регіоні. Вони вказують на режими спеціального використання лісових деревних ресурсів і відображають потенціал виконання цими насадженням еко-системних функцій у майбутньому.

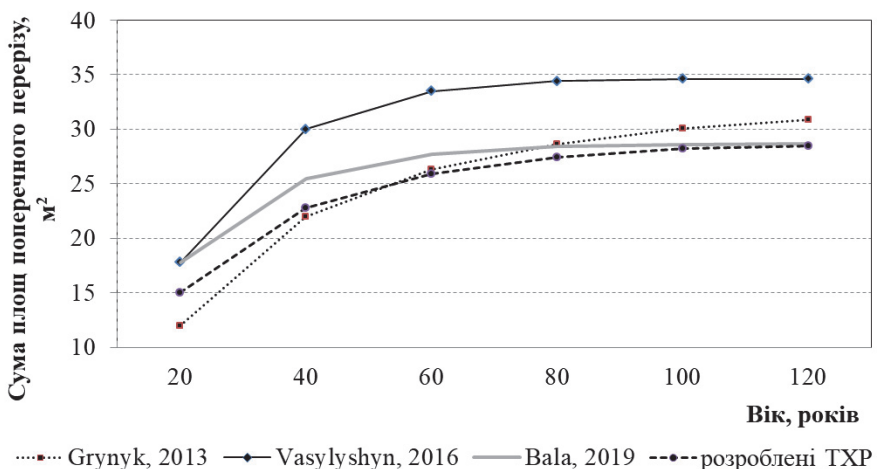


Рис. 2. Порівняння динаміки суми площ поперечних перерізів природних букових деревостанів I<sup>a</sup> класу бонітету

#### 4. Порівняння ходу росту за запасом природних букових деревостанів I<sup>a</sup> класу бонітету

Вік, роки	Відхилення, % від наявних даних за джерелами інформації		
	Груньк, 2013	Vasylyshyn, 2016	Bala, 2019
20	+6,4	+78,7	+40,4
40	+16,2	+61,0	+24,0
60	+10,7	+44,8	+12,6
80	+6,1	+33,4	+5,8
100	+4,0	+25,9	+1,7
120	+3,2	+21,6	-0,2

Загалом, розроблені таблиці ходу росту повною мірою відображають особливості формування природних букових деревостанів в умовах Буковинського Передкарпаття та слугуватимуть науковою основою для прийняття ефективних управлінських рішень у напрямі організації сталого управління лісовими ресурсами у межах державних підприємств Чернівецького обласного управління лісового і мисливського господарства.

**Висновки і перспективи.** За результатами проведених досліджень запропоновано математичні моделі динаміки основних таксаційних показників, які характеризуються високим ступенем апроксимації емпіричних даних. На їх основі розроблено таблиці ходу росту модальних природних букових деревостанів Буковинського Передкарпаття, які відображають регіональні особливості росту та розвитку букових лісів. Розроблені нормативи є складовою системи нормативно-інформаційного забезпечення як лісгосподарського виробництва, так і лісотаксаційної науки. Зокрема вони слугуватимуть базисом для оцінювання біопродуктивності та екосистемних функцій букових насаджень цього регіону.

#### Список літератури

- Bala, O. P. (2019). *Modelling growth and yield of hardwood broadleaved stands in Ukraine*. Kyiv: LLC "KOMPRINT" [in Ukrainian].
- Bala, O. P., & Lakyda, I. P. (2019) Modeling mean height growth of modal hardwood broadleaved stands in Ukraine. *Ukrainian journal of forest and wood science*, 10 (4), 4–16 [in Ukrainian].
- Grynyk, G. G. (2013). Terrain-driven growth and productivity of the main forest-forming tree species of Ukrainian Carpathians (Abstract of doctoral dissertation). NULES of Ukraine. Kyiv [in Ukrainian].
- Kiviste, A. K. (1988). *The funcon of growth of forest*. Tartu [in Russian].
- Kozlovskyy, V. B., & Pavlov, V. M. (1967). *Growth of the main forest-forming tree species of the USSR*. Moscow: Forest industry [in Russian].
- Lakyda, P. I., Terentiev, A. Yu., & Vasylyshyn, R. D. (2012). *Scots pine stands of arificial origin in Ukrainian Polissya – growth and productivity forecast*. Korsun-Shevchenkivskiy: FOP Maydachenko I. S. [in Ukrainian].
- Lakyda, P. I. (2002). *Live biomass of Ukraine's forests*. Trenopil: Zbruch [in Ukrainian].
- Myklush, S. I. (2011). *Plain beech forests of Ukraine: producvtiy and organizaon of a sustainable economy*. Lviv: ZUCTS [in Ukrainian].
- Saban, Ia. A., et al. (1977). *Structure, growth and dynamics of commodity structure of stands of the main forest-forming tree spe-*

- cies by forest types with silvicultural regioning. Methodological guidelines for forest management planning on the basis of forest typology. Lviv [in Russian].
- Shvidenko, A. Z., et al. (1987). *Reference materials for forest mensuration in Ukraine and Moldova: regulatory and industrial publication*. Kyiv: Urozhai [in Russian].
- Shvidenko, A. Z., Schepaschenko, D. G., Nilson, S., & Boului, Yu. I. (2003). The system of growth models and the dynamics of forest productivity in Russia (yield tables). *Forestry*, 6, 34–38.
- Shvidenko, A. Z., Schepaschenko, D. G., Nilson, S., & Bouluy, Yu. I. (2008). *Tables and models of the growth and productivity of plantations of the main forest-forming species of Northern Eurasia*. Moscow [in Russian].
- Strochinskiy, A. A., Shvidenko, A. Z., & Lakyda, P. I. (1992). *Models of growth and productivity of optimal stands*. Kyiv: Publishing house USHA [in Russian].
- Vasylyshyn, R. D. (2016). *Forests of Ukrainian Carpathians – features of growth, biological and energy productivity*. Kyiv: LLC “KOMPRINT” [in Ukrainian].
- Vasylyshyn, R. D., Terentev, A. Yu., Bala, O. P., & Vasylyshyn, O. M. (2013). *Growth of modal beech stands of artificial origin in Ukrainian Carpathians*. Scientific bulletin of UNFU, 23 (10), 14–20 [in Ukrainian].
- Vasylyshyn, R. D. (2018). *Environmental and energy potential of forests in Ukrainian Carpathians and its sustainable use*. Kyiv: LLC “KOMPRINT” [in Ukrainian].
- 

**Vasylyshyn, R. D., Sliusarchuk, V. V., Lakyda, I. P. (2020). Growth of modal European beech stands in Bukovyna Precarpathian region. *Ukrainian Journal of Forest and Wood Science*, 11 (1), 24–33. <https://doi.org/10.31548/forest2020.01.024>.**

*In the Bukovyna Precarpathian region, forests dominated by European beech occupy an area of over 60 thou. ha and perform important social, environmental and economic functions. Balance of these functions depends on efficiency of managerial decisions on restoration, protection, and rational use of forest resources. An information basis for securing sustainable forest management is represented by a system of regulatory and information support. Yield tables of modal stands is an important component of this system. Aiming at expanding the mentioned system with the adequate information on regional peculiarities of growth of beech stands, within this research we have developed mathematical models of dynamics of mensurational indices, and yield tables for modal beech stands of natural origin in Bukovyna Precarpathian region within the territorial borders of Chernivtsi region. The share of beech stands of natural origin in the study region exceeds 95 %.*

*The information basis of the research is represented by the database of IA “Ukrderzhlisproekt”, which contains information on stand-level biometric characteristics of beech stands in the study region, and data collected on 20 temporary sample plots. Growth analysis included taking over 1 thou. sample sections from model trees. We have applied logistic, power and polynomial functions for modelling the desired dependencies. As a result, we propose mathematical models of mean height, mean diameter, relative stocking, growing stock, and share of main species in stand composition. Based on the mentioned models, we have developed site index dependent regional yield tables for stands dominated by European beech. We have also compared our results with those of other authors. The comparison has revealed regional growth and yield peculiarities of the studied stands, which, among many factors, are also conditioned by peculiarities of forest management system linked with the special use of forest resources.*

**Keywords:** *European beech, dynamics of mensurational indices, site index, modelling, growth peculiarities, mathematical model, Chernivtsi region.*

---

Отримано: 2020-02-15

## АЕРОДИНАМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПРИДОРОЖНІХ ЛІНІЙНИХ НАСАДЖЕНЬ РІЗНИХ КОНСТРУКЦІЙ

**С. І. МАКСИМЦЕВ**, аспірант\*

<http://orcid.org/0000-0002-2390-0533>, e-mail: [msi.serhiy@nubip.edu.ua](mailto:msi.serhiy@nubip.edu.ua)

**С. М. ДУДАРЕЦЬ**, кандидат сільськогосподарських наук

<http://orcid.org/0000-0002-9449-3023>, e-mail: [dudarec@ukr.net](mailto:dudarec@ukr.net)

Національний університет біоресурсів і природокористування України

*Наведено значення придорожніх лісових смуг у контексті захисту шляхів автомобільного сполучення від несприятливих природно-кліматичних чинників, виконання ними санітарно-гігієнічних, шумопоглинальних та естетичних функцій. Приділено увагу історичним аспектам створення захисних смугових насаджень різного функціонального призначення. На основі аналізу вітчизняних і зарубіжних наукових літературних джерел окреслено комплексний захисний вплив лінійних насаджень різних конструкцій на прилеглі польові угіддя, шляхи транспорту та довкілля.*

*Основна мета проведених досліджень полягала в обґрунтуванні ефективності придорожніх лісових смуг різних конструкцій та різного видового складу щодо їх впливу на зміну вітрового режиму шляхів автомобільного транспорту в умовах Західного Полісся. Зазначено, що виконання програмних завдань проводилося з використанням комплексної методики, яка передбачає дослідження лісівничо-меліоративних та аеродинамічних особливостей смугових насаджень. Аеродинамічні властивості придорожніх смуг встановлювали з урахуванням їхніх конструктивних особливостей і категорії доріг.*

*У всіх варіантах досліджень виявлено сталу тенденцію до уповільнення швидкості вітру. Найбільшою мірою на цей показник впливали смуги щільної конструкції. У самих придорожніх насадженнях швидкість вітру також зменшується, що свідчить про порівняльний аналіз показників на їхніх вузлісних рядах. Проведені розрахунки також показали найменший показник вітропроникності у смугах щільної, а найбільший – у смугах продувної конструкції. Аналіз показників уповільнення швидкості вітру та вітропроникності придорожніх лісових смуг залежно від категорії (інтенсивності руху) доріг засвідчив, що певної тенденції щодо цього не простежується. Різні категорії доріг перебувають під захистом лінійних насаджень різних конструкцій, які своєю чергою визначаються особливостями їхньої будови. Зазначено, що для магістральних і регіональних доріг державного значення з інтенсивним рухом автомобільного транспорту*

\* Науковий керівник – кандидат сільськогосподарських наук, доцент С. М. Дударець.

найбільшу ефективність мають смуги щільної, а для територіальних і районних доріг місцевого значення – ажурної і продувної конструкції.

**Ключові слова:** захисна висота, швидкість вітру, дороги державного значення, конструкція, вітропроникність, анемометр.

**Актуальність.** Природні ліси та штучно створені лісові смуги, групо-во-куртинні насадження дерев і чагарників уздовж автомобільних доріг та у смугах їхнього відведення призначені захищати транспортні магістралі від снігових і піщаних занесень, селів, лавин, обвалів, осипів, ерозії та дефляції, а також знижувати рівень шуму, виконувати санітарно-гігієнічні та естетичні функції, убезпечувати рухомий транспорт від несприятливого впливу сильних вітрових потоків.

Дослідження захисних функцій смугових насаджень в умовах зростання антропогенного навантаження поряд із теоретичним має важливе практичне значення. Тому від наявного стану таких насаджень залежить стійкість лісоаграрних ландшафтів, інтенсивність і характер різноманітних процесів, які в них відбуваються.

Останніми роками доволі гостро постала проблема екологічних аспектів захисного впливу лісових насаджень через емісію шкідливих речовин від вихлопних газів автомобілів та іншого рухомого складу поза межами смуги відведення доріг (Environmental protection, ISO 7173: 2010).

Зазначені обставини спонукають до розроблення та впровадження нових, удосконалених принципів розміщення, складу деревних рослин та експлуатації систем захисних лісових насаджень уздовж шляхів автомобільного транспорту, що забезпечували б належний рівень захисту від негативного впливу екзогенних факторів.

Поділ лісів на категорії залежно від основних функцій, що їх вони виконують, проводять згідно з Лісовим кодексом України (Forest Code of Ukraine, 2006). Придорожні лісові смуги (ПЛС) належать до категорії захисних лісів. Для умов Західного Полісся найпоширенішими функціями придорожніх лісових смуг є пониження швидкості вітру та снігозатримання. Вітропослаблювальні функції таких насаджень полягають у захисті шляхів транспорту і споруд біля них від дії сильних вітрів і заносів дрібними частинками ґрунту.

Вітрозахисна дія лісових смуг значною мірою залежить від їхніх конструктивних особливостей. Конструкція, як відомо, визначається будовою поздовжнього вертикального профілю лісової смуги в листяному стані, що зумовлює її аеродинамічні властивості. Тому визначення оптимальних конструкцій придорожніх лісових смуг залежно від категорії доріг має забезпечити ефективний захист транспортних магістралей від негативного впливу вітрових потоків, зменшення опору під час руху автомобільного транспорту.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Численними дослідженнями встановлено, що одним із дієвих та ефективних засобів захисту транспортних магістралей від негативного впливу природних чинників, а також прилеглих територій від шкідливих викидів і шумового забруднення транспортних засобів



є лісові ділянки різної просторової форми на основі принципу штучного бар'єру, які проектують із використанням максимально можливого захисного ефекту (Pavlishyna, 2009; Sheludchenko & Vasyk, 2010; H. Hladun & Yu. Hladun, 2013).

Захисні насадження уздовж автошляхів поділяють на насадження лінійного типу та масиви лісу, через які було прокладено автомобільні дороги. Земельна ділянка для захисного насадження виділяється як унормована смуга.

До 1940-х рр. у створенні смугових захисних насаджень значної зацікавленості і єдиної системи не спостерігалося, оскільки в них не вбачали необхідності. Мали місце лише поодинокі спроби захистити незначні за площею земельні ділянки від шкідливого впливу вітрів шляхом створення за їх межами смугових насаджень. Від 1948 р. набувають значного розмаху лісовпорядні та лісокультурні роботи, пов'язані, насамперед, зі створенням позахисних лісових смуг, а також подальшим захистом шляхів автомобільного сполучення такими насадженнями. Широке впровадження механізації сільського господарства, сучасної техніки забезпечило розширення площ польових угідь та більш інтенсивний прояв ерозійних процесів, які почали розвиватися на поверхні ґрунту внаслідок його обробітку. Агролісомеліоративні дослідження захисних смугових насаджень проводили з метою визначення їхнього позитивного впливу на розвиток сільського господарства, довкілля, шляхів транспорту тощо (State Road Agency of Ukraine, 2019).

Вплив смугових насаджень різних конструкцій на вітровий режим у різні часи досліджували Рупуленко et

al. (2019), Sovakov (2009), Polishchuk (2009), Sytnyk (2005), Hladun (2013).

У дослідженнях О. В. Совакова, які проводили у системі лісових смуг, показано їхній комплексний вплив на зниження швидкості вітру, снігозапобігання, поліпшення властивостей ґрунту (Sovakov, 2009). О. П. Поліщук встановив, що лісові смуги ажурної та продувної конструкції із середньою ажурністю між стовбурами 20–25 % та у кронах 5–10 % найбільшою мірою проявляють свої аеродинамічні властивості. Коефіцієнт рівномірності зниження вітрового потоку становить 0,42–0,76, також відслідковується чітка тенденція зниження швидкості вітру на відстані до 15–20 Н, що сприятливо впливає на агрономічну ситуацію прилеглих територій (Polishchuk, 2009).

Своєю чергою О. С. Ситник виокремив найефективніші щодо запобігання суховійним вітрам у літній період 3–5-рядні лісосмуги з помірно середньою ажурністю (до 20 %). За таких умов їхній сумарний вітрозахист досягає 40–50 % і його зниження відносно рівномірне (Sytnyk, 2005).

Випробуваннями штучних захистів із чотирма різними проникностями займалися Rain & Stevenson (1977). Їхні дослідження показали, що модельні огорожі, які протестовано у потоці вітрового тунелю, можуть передбачити повномасштабні показники за умови моделювання атмосферного вітру. Вимірювання інтенсивності та спектрів турбулентності для компонента швидкості повітряних потоків через штучні захисти надали чіткішу картину щодо відповідних зон впливу потоку циркуляції та потоку переміщення і показали значне домінування поля підвітрених рівнів за рахунок турбулентності повітряних мас. До-

слідники вивели рівняння, що стосується інтенсивності турбулентності та відносної середньої швидкості.

Розробкою оптимальної конструкції лінійних захисних насаджень щодо їх впливу на вітрові потоки, будовою таких смуг займалися Cornelis & Gabriels (2005). Вони провели вітроенергетичне дослідження вимірювання загального коефіцієнта відновлення швидкості вітрів під час використання лісосмуг із різними просвітами. Автори зробили висновок, що просвіти у межах 20–35 % є оптимальними з погляду зменшення швидкості вітру. Рівномірний розподіл просвітів за всією висотою насадження (між стовбурами і в кронах) забезпечує найбільшу площу захисту, де послаблення швидкості вітру становить понад 50 %. На підставі проведених експериментів вони також дійшли висновку, що оптимальна конструкція захисних лінійних насаджень залежить від їхнього функціонального призначення – захист польових угідь чи захист інфраструктури від засипання пісками.

У своїх дослідженнях Vigiak et al. (2003) займалися просторовим моделюванням швидкості вітру та пошуком варіантів його зменшення. Автори порівнювали розподіл напрямку вітру з індексом вітрозахисту та дійшли висновку, що вітрозахисна мережа забезпечує належний захист площі, але розподіл вітрозахисту не завжди є оптимальним. Проведення досліджень із небезпечними щодо виникнення ерозії вітрами, або у періоди, коли ґрунт є найбільш піддатливий ерозії, зумовили розробку різних пропозицій щодо мережі вітрозахисту. Запропонований авторами індекс захисту можна вважати інструментом для оцінки ефективності

вітрозахисних мереж у межах всього ландшафту.

Згадані вітчизняні та зарубіжні автори зосереджували увагу на питаннях оптимізації складу та будови захисних смуг з урахуванням їхнього впливу переважно на прилеглі польові угіддя. На теперішній час через збільшення віку створених придорожніх насаджень та зміну їхньої будови, зміни кліматичних показників у регіоні досліджень, значне зростання чисельності автомобільного транспорту постає необхідність розгляду цих питань у контексті сучасних умов.

**Мета досліджень:** на підставі з'ясування лісівничо-меліоративних характеристик придорожніх лісових смуг, анемометричних вимірювань і статистичного оброблення отриманих показників визначити аеродинамічні властивості таких насаджень з урахуванням їхніх конструктивних особливостей і категорій доріг в умовах Західного Полісся. Також передбачалося виконання порівняльного аналізу уповільнення швидкості вітру під впливом захисних смуг та їх вітропроникності.

**Матеріали і методика досліджень.** Для проведення досліджень використано комплексну методику, яку розробила кафедра відтворення лісів та лісових меліорацій НУБіП України. Така методика охоплює аспекти виявлення лісівничо-меліоративних особливостей смугових насаджень та аеродинамічні дослідження.

Дослідження вітрового режиму проводили в усіх основних конструкціях придорожніх лісових смуг. Конструкція, як відомо, визначається будовою поздовжнього вертикального профілю лісової смуги в листяному стані, що визначає її аеродинамічні властивості. Під час досліджень було

враховано основні конструкції смугових насаджень: продувну, щільну, ажурну, ажурно-продувну.

Аеродинамічні властивості придорожніх лінійних насаджень встановлювали з урахуванням їхніх конструктивних особливостей і категорії доріг (міжнародні (М), національні (Н), регіональні (Р), територіальні (Т)) у літній період 2019 р. Потрібно зазначити, що попередньо у цих насадженнях було закладено тимчасові пробні площі (ТПП) на предмет визначення їхніх основних лісівничо-меліоративних характеристик. Дослідження виконували за узагальненими методиками з певними уточненнями відповідно до специфіки об'єкта досліджень (Рулупенко & Sovakov 2006). Заміри швидкості вітру проводили з 10:00 до 16:00 години з використанням анемометрів Фусса МС-13.

Анемометри встановлювали на висоті 1,0 м від поверхні землі. Враховуючи особливості об'єкта досліджень (незначна відстань завітреної сторони смугових насаджень) анемометричний «ланцюг» (АЛ) формували із розміщенням приладів в узлісних рядах і на відстанях 0,1Н, 0,25Н і 0,5Н із навітряної і завітрянної сторін смуги (Н – захисна висота придорожніх смуг, яку визначали на підставі попереднього закладання тимчасових пробних площ).

За допомогою флюгера фіксували напрямок стійкого вітру (східний або західний), який був перпендикулярним до придорожньої лісової смуги, оскільки лише за такого напрямку досягається максимальна вітрозахисна ефективність насадження. Максимальне відхилення допускали у межах  $\pm 30\%$ . Контрольний анемометр (К) встановлювали за 5 м від дороги із зони, де немає відсутності ПЛС, із

навітряного боку. Перед початком досліджень здійснювали перевірку анемометрів в аеродинамічній трубі та польових умовах. Для забезпечення достовірності результатів досліджень на кожному насадженні було використано три анемометричні «ланцюги». Тривалість кожної експозиції під час вимірювань становила 30 хвилин. Під час оброблення інформації було використано статистичний та аналітичний методи.

Вітропроникність розраховували відношенням швидкості вітру на завітреному узліссі лісосмуги до його швидкості на контролі за формулою 1:

$$P = \left( \frac{V_o}{V_k} \right) \cdot 100\% \quad (1)$$

де  $P$  – вітропроникність, %;  $V_o$  – середньозважена швидкість вітру на завітреному узліссі лісосмуги,  $\text{м} \cdot \text{с}^{-1}$ ;  $V_k$  – середньозважена швидкість вітру на контролі,  $\text{м} \cdot \text{с}^{-1}$  (Yukhnovskyi et al., 2015).

**Результати дослідження та їх обговорення.** Для проведення аеродинамічних досліджень було відібрано придорожні лісові смуги різних конструкцій. Їхню лісівничо-меліоративну характеристику наведено в табл. 1. Такі насадження створювалися переважно чистими за складом із використанням сосни звичайної, клена гостролистого, липи серцелистої, вільхи клейкої, тополі сірої. Вікова структура лісових смуг досить широка і становить від 30 до 53 років. Підріст деревних видів рослин розвинений переважно в узлісних частинах насаджень, а підлісок дуже слабо розвинений, навіть у смугах щільної конструкції. Завдяки інтенсивному розвитку підросту навіть у дворядних смугах із клена гостролистого та тополі сірої сформувалася щільна конструкція.

## 1. Лісівничо-меліоративна характеристика придорожніх лісових смуг

№ ТПП	Кількість рядів, шт.	Склад насадження	Вік, років	Захисна висота (H, м)	Ажурність, %		Конструкція	Дороги державного значення
					між стовбурами	у кронах		
1	4	10Сз+Тпс, Бп	48	20	25	20	ажурна	Н-22
2	2	10Сз	44	12	20	15	ажурна	М-07
3	4	10Сз+Бп	53	18	18	14	ажурна	Н-22
4	3	10Лпд+Клг	30	20	30	12	ажурно-продувна	М-06
5	2	10Сз	54	24	30	15	ажурно-продувна	Р-05
6	2	10Сз	30	20	35	13	ажурно-продувна	Р-05
7	2	10Клг+Бп	45	18	40	8	продувна	М-19
8	2	10Влч+Сз, Бп	38	16	40	9	продувна	Р-76
9	5	10Ясз	41	19	35	5	продувна	Р-05
10	2	10Тпс+Клг	43	14	5	7	щільна	Р-05
11	2	10Клг+Бп	40	18	3	10	щільна	Т-1806
12	2	10Клг+Лпд, Клг	46	13	2	5	щільна	Т-1812

Захисну (максимальну) висоту розраховували за висотою найвищих дерев у насадженні. Ажурність придорожніх лісових смуг у листяному стані визначали шляхом співвідношення кількості просвітів до загальної площі повздожнього вертикального профілю у нижній (між стовбурами) та верхній (у кронах) частинах насаджень. Цей показник коливався від 2 до 40 % між стовбурами та від 5 до 20 % у кронах.

Вплив вітрового режиму на шляхи автомобільного транспорту залежить від швидкості вітру, кута його підходу до придорожньої смуги, конструктивних особливостей захисних насаджень.

Характер уповільнення швидкості вітру на захищених ділянках автомобільних доріг, як наведено вище, визначали в зоні  $0-0,5H$  із навітряної і завітряної сторін смуги, що надало можливість встановлювати цей показник практично біля самої брівки дороги. Щоб отримати більш достовірні результати, для проведення до-

сліджень було обрано по три смуги кожної конструкції. Як контрольні показники використано анемометричні заміри біля доріг в умовах, де немає захисних насаджень. У придорожніх лісових смугах різних конструкцій і на контрольній ділянці прокладали анемометричні «ланцюги», а саме: в ажурній – варіант I (ТПП № 1–3); ажурно-продувній – варіант II (ТПП № 4–6); продувній – варіант III (ТПП № 7–9); щільній – варіант IV (ТПП № 10–12). Швидкість вітру на контролі становила  $3,2-5,3 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ .

Для з'ясування основних закономірностей генеральної сукупності отриманих значень швидкості вітру виконано статистичне оброблення даних за всіма чотирма варіантами, а в межах кожного з них – за трьома вибірками (табл. 2).

Статистичні дані, наведені у табл. 2, показують, що розмах швидкості вітру під захистом придорожніх смуг продувних конструкцій становить 39 %, ажурно-продувних – 42 %,

## 2. Статистичне оброблення генеральної сукупності показників швидкості вітру

Варіант	Номер пробної площі	Статистичні показники					
		розмах	середнє арифметичне	медіана	дисперсія	середнє квадратичне відхилення	коефіцієнт варіації
I	1	48	51,9	58,5	278,1	16,7	0,3
	2	47	53,6	55,5	262,8	16,2	0,3
	3	39	54,0	62,5	264,9	16,3	0,3
<b>За варіантом</b>		<b>44</b>	<b>53,1</b>	<b>58,5</b>	<b>237,0</b>	<b>15,4</b>	<b>0,3</b>
II	4	34	55,1	62,5	201,6	14,2	0,3
	5	58	47,5	48,5	384,3	19,6	0,4
	6	44	50,9	48,0	271,6	16,5	0,3
<b>За варіантом</b>		<b>42</b>	<b>51,1</b>	<b>51,5</b>	<b>239,6</b>	<b>15,5</b>	<b>0,3</b>
III	7	46	48,0	48,5	321,1	17,9	0,4
	8	29	56,9	60,5	112,4	10,6	0,2
	9	44	56,3	61,0	221,6	14,9	0,3
<b>За варіантом</b>		<b>39</b>	<b>53,6</b>	<b>57,0</b>	<b>193,4</b>	<b>13,9</b>	<b>0,3</b>
IV	10	42	43,8	48,5	287,6	17,0	0,4
	11	45	44,3	48,0	274,8	16,6	0,4
	12	44	44,3	45,5	225,6	15,0	0,3
<b>За варіантом</b>		<b>43</b>	<b>44,0</b>	<b>48,5</b>	<b>259,4</b>	<b>16,1</b>	<b>0,4</b>

**Примітка:** I варіант – ажурна, II – ажурно-продувна, III – продувна, IV варіант – щільна конструкції.

щільних – 43 %, ажурних – 44 %. Тому досить різних перепадів швидкості вітрових потоків із урахуванням конструктивних особливостей насаджень не спостерігається. На підставі аналізу табличних даних можна також зазначити, що зі зменшенням середнього арифметичного значення і медіани показників швидкості вітру зростає ефективність захисту смугових насаджень, і навпаки, зі зменшенням цих показників їхні захисні функції послаблюються. За всіма іншими статистичними показниками простежується закономірність їх певного зростання під впливом смуг щільної конструкції та зменшення у смугах

продувної конструкції. Насадження решти конструкцій щодо цього займають проміжне положення. Коефіцієнт варіації для смуг щільної конструкції становить 0,4, а для решти – 0,3.

Із метою виконання порівняльного аналізу аеродинамічних властивостей придорожніх смуг різних конструкцій швидкість вітру розраховували у відсотках до показників на контрольній ділянці. Зниження швидкості вітру характеризують показники, що наведені у табл. 3.

Із метою візуалізації отриманих даних щодо зміни вітрового режиму під впливом захисних насаджень також було побудовано лінії тренду

### 3. Зниження швидкості вітру під захистом лісових смуг різних конструкцій

Варіант	Номер пробної площі	Швидкість вітру на контролі, м·с <sup>-1</sup>	Швидкість вітру на висоті 1 м на різних відстанях від лісової смуги Н, % від контролю								Вітропроникність, %
			навітряна сторона				завітряна сторона				
			0,5Н	0,25Н	0,1Н	лісосмуга		0,1Н	0,25Н	0,5Н	
			0Н	0Н							
I	1	4,2	69	67	61	59	58	37	43	21	36
	2	6,2	78	69	48	59	57	54	31	33	32
	3	5,6	71	66	66	63	62	36	36	32	34
<b>За варіантом</b>		<b>5,3</b>	<b>73</b>	<b>67</b>	<b>58</b>	<b>60</b>	<b>59</b>	<b>42</b>	<b>37</b>	<b>29</b>	<b>34</b>
II	4	2,4	67	69	65	62	63	42	38	35	33
	5	3,3	82	61	57	49	48	24	33	26	32
	6	3,9	74	75	54	44	42	52	31	35	32
<b>За варіантом</b>		<b>3,2</b>	<b>74</b>	<b>68</b>	<b>59</b>	<b>52</b>	<b>51</b>	<b>39</b>	<b>34</b>	<b>32</b>	<b>32</b>
III	7	3,6	72	61	67	50	47	35	26	26	35
	8	4,1	69	60	67	63	61	50	45	40	37
	9	4,5	70	71	65	62	60	50	45	27	35
<b>За варіантом</b>		<b>4,1</b>	<b>70</b>	<b>64</b>	<b>66</b>	<b>58</b>	<b>56</b>	<b>45</b>	<b>39</b>	<b>31</b>	<b>36</b>
IV	10	3,1	62	64	47	50	53	30	22	22	27
	11	3,6	65	60	53	51	45	38	22	20	29
	12	4,3	67	56	54	49	42	35	23	28	28
<b>За варіантом</b>		<b>3,7</b>	<b>65</b>	<b>60</b>	<b>51</b>	<b>50</b>	<b>47</b>	<b>34</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>28</b>

(рис. 1) з використанням поліноміального рівняння третього ступеня у розрізі їх конструкцій:

- продувна ( $y = 0,01260x^3 - 0,7242x^2 + 0,1205x + 69,51$ ) із рівнем достовірності  $R^2 = 0,9478$ ;
- ажурних ( $y = -0,1086x^3 + 1,008x^2 - 7,503x + 78,79$ ) із  $R^2 = 0,9478$ ;
- ажурно-продувна ( $y = 0,0481x^3 - 0,4394x^2 - 5,654x + 80,01$ ) із  $R^2 = 0,9835$ ;
- щільна ( $y = 0,0606x^3 - 1,068x^2 - 1,033x + 66,07$ ) із  $R^2 = 0,9557$ ).

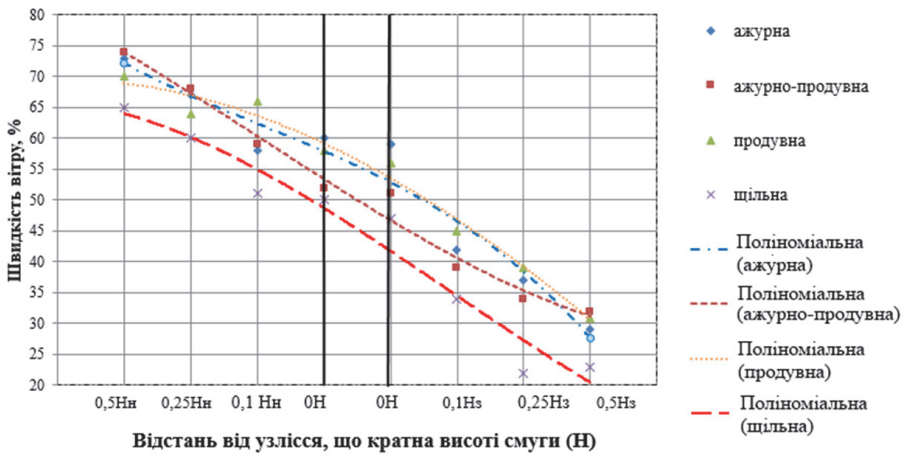
Дані табл. 3 і рис. 1 засвідчують, що лінійні придорожні насадження різних конструкцій неоднаково впливають на зміну швидкості вітру у зоні досліджень.

У всіх варіантах досліджень виявлено сталу тенденцію до уповільнення швидкості вітру. Найбільшою мірою на цей показник впливали смуги щіль-

ної конструкції (варіант IV). У зоні 0,5Н із навітряної сторони таких смуг швидкість вітру зменшилася на 35 %, а в зоні 0,5Н із завітряної – на 80 % порівняно із контрольними замірами. Смуги решти конструкцій (варіанти I–III) дещо меншою мірою впливають на уповільнення швидкості вітру. Так, на початку зони вимірювань дані показники суттєво не відрізняються і лежать у межах 25–30 %, а за смугою – 71–68 %. Потрібно зазначити, що в самих придорожніх насадженнях швидкість вітру також зменшується, про що свідчить порівняльний аналіз показників на їхніх узлісних рядах.

Важливою характеристикою аеродинамічних властивостей придорожніх смуг є їхня вітропроникність. Проведені розрахунки показали найменший показник вітропроникності у смугах щільної (28 %, варіант IV), а найбіль-





**Рис. 1.** Швидкість вітру (висота 1 м) на різних відстанях від придорожньої смуги із навітряної і завітряної сторін

ший – у смугах продувної конструкції (36 %, варіант III, табл. 2). У варіантах I і II (смуги ажурної і ажурно-продувної конструкцій) цей показник характеризується проміжним значенням.

**Висновки і перспективи.** Придорожні лінійні насадження регіону досліджень виконують важливі функції щодо уповільнення швидкості вітру та послаблення його негативного впливу у зоні руху транспорту. Поряд із цим насадження захищають інші об'єкти інфраструктури (повітряні електромережі, мережі зв'язку), що прокладені уздовж шляхів автомобільного сполучення.

На всіх дослідних об'єктах має місце стала тенденція до уповільнення швидкості вітру. Біля смуг щільної конструкції на ділянках із навітряної і завітряної сторін спостерігається найбільше зниження швидкості вітру, що відповідним чином позначилося і на показнику вітропроникності.

Аналіз показників уповільнення швидкості вітру та вітропроникності придорожніх лісових смуг залежно від категорії (інтенсивності руху) доріг засвідчив, що певної тенденції

щодо цього не простежується. Різні категорії доріг перебувають під захистом лінійних насаджень різних конструкцій, які своєю чергу визначаються кількістю рядів у смузі, типом змішування, розміщенням посадкових місць, ажурністю крон деревних рослин, наявністю підросту і підліску.

Із урахуванням отриманих результатів аеродинамічних властивостей придорожніх лінійних насаджень різних конструкцій можна зазначити, що для магістральних і регіональних доріг державного значення із інтенсивним рухом автомобільного транспорту найбільшу захисну ефективність проявлятимуть смуги щільної конструкції. Для територіальних і районних доріг місцевого значення оптимальними будуть смуги ажурної і продувної конструкції.

#### Список літератури

- Pavlishyna, O. M. (2009). Protective forest plantations of the southwestern railway. *Scientific Bulletin of UNFU*, 19 (15), 98–102 [in Ukrainian].

- Sheludchenko, B. A., & Vasyk, L. S. (2010). Rationale for the panels of the forest protection stripes of the road network. *Ecological safety and balanced nature management*, 2, 35–41 [in Ukrainian].
- Environmental protection. Forest areas along railways and highways and in strips of drainage are protective. Selection rules: ISO 7173: 2010. [Effective on 2012-07-01] State Consumer Standard of Ukraine, 2011. 10. (National Standard of Ukraine) [in Ukrainian].
- Pylypenko, O. I., & Sovakov, O. V. (2006). Influence of forest protection strips of optimal construction on soil properties in the conditions of the central Right-bank Forest-steppe. *Interagency Scientific and Technical Collection. Forestry, wood, paper and wood industry*, 31, 12–18 [in Ukrainian].
- Pylypenko, O. I., Yukhnovskiy, V. Yu., & Sovakov, O. V. (2019). *Soil protection systems from erosion*. Kyiv: Vydavnychi Dim Kondor, 372 [in Ukrainian].
- Yukhnovskiy, V. Yu., Dudarets, S. M., Maliuha, V. M., & Sovakov, O. V. (2015). *Forest reclamation: workshop teaching manual*. Kondor Publishing House [in Ukrainian].
- Hladun, H. B., & Hladun, Yu. H. (2013). Protection of highways by forest plantations of linear type and their forecast volumes. *Scientific hanging UkrNDILGA*, 123, 103–113 [in Ukrainian].
- Forest Code of Ukraine. Codes of Ukraine. (2006). № 6. 74 [in Ukrainian].
- Sovakov, O. V. (2009). Field-protective effectiveness of the forest stripe system in the conditions of the Right-bank Forest Steppe. *Scientific Bulletin of NULES of Ukraine*, 135, 274–282 [in Ukrainian].
- State Road Agency of Ukraine. (2019). Retrieved from <https://ukravtodor.gov.ua> [in Ukrainian].
- Polishchuk, O. P. (2009). *Forestry and reclamation efficiency of field protective forest strips of different structures formed by felling in the conditions of the Kyiv highlands*. Education and Research Institute of Forestry and Landscape-Park Management, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Kyiv [in Ukrainian].
- Sytnyk, O. S. (2005). *Forestry features and protective role of forest strips of different constructions in the conditions of the right-bank forest steppe*. Education and Research Institute of Forestry and Landscape-Park Management, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Kyiv [in Ukrainian].
- Rain, J. K., & Stevenson, D. C. (1977). Wind protection by model fence in a simulated atmospheric boundary layer. *Journal of Industrial Aerodynamics*, 2, 159–180. [http://doi.org/10.1016/0167-6105\(77\)90015-0](http://doi.org/10.1016/0167-6105(77)90015-0).
- Cornelis, W., & Gabriels, D. (2005). Optimal windbreak design for wind-erosion control. *Journal of Arid Environments*, 2, 315–332. <http://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2004.10.005>.
- Vigiak, O., Sterk, G., Warren, A., & Hagen J. (2003). Spatial modeling of wind speed around windbreaks. *Catena*, 52 (3/4), 273–288. [http://doi.org/10.1016/S0341-8162\(03\)00018-3](http://doi.org/10.1016/S0341-8162(03)00018-3).

---

**Maksimtsev, S. I., Dudarets, S. M. (2020). Aerodynamic properties of roadside line plantings of various designs. *Ukrainian Journal of Forest and Wood Science*, 11 (1), 34–44. <https://doi.org/10.31548/forest2020.01.034>.**

*The article deals with the value of roadside forest strips in the context of automobile road communications protection against unfavorable climatic factors, their performance of sanitary-hygienic, sound-absorbing and aesthetic functions. The attention is paid to the historical aspects of creating protective strip plantings of various functional purposes. A comprehensive protective effect*

*of linear plantings of various designs on adjacent field lands, transport routes and the environment are presented on the basis of domestic and foreign scientific literary sources.*

*The main purpose of the conducted researches was to substantiate the effectiveness of roadside forest strips of different structures and different species composition with regard to their influence on changing wind regime of road transport in the Western Polissia. It is indicated that the implementation of the program tasks was carried out using a complex methodology, which includes the study of forest reclamation and aerodynamic features of strip plantings.*

*The aerodynamic properties of roadside strips were established taking into account their design features and the category of roads. A steady tendency to slow down the wind velocity was detected in all variants of studies. Strips of the dense construction were most influenced by this indicator. The wind velocity also reduces in most roadside forest stands, as it is evidenced by a comparative analysis of the indicators on their fringes.*

*The calculations also showed the lowest wind penetration into dense forest strips, and the highest one into the thinly planted strip constructions. The analysis of slowing down the wind velocity indicators and wind penetration of roadside forest strips depending on the road category (traffic intensity) showed that there is no certain trend in this regard. Different categories of roads are protected by linear plantations of various design, which in turn are determined by the peculiarities of their structures. It is noted that dense forest strips will be the most effective for highways of national importance and regional roads with heavy traffic, whereas open shelterbelts and thinly planted ones (blown design) will be the most suitable for territorial roads of local importance.*

**Keywords:** *protective height, wind speed, roads of national importance, design, wind permeability, anemometer.*

---

*Отримано: 2020-02-10*

## ДИНАМІКА ЧИСЕЛЬНОСТІ ТА СТАН ПРИРОДНОГО ПОНОВЛЕННЯ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ НА ЗРУБАХ В УМОВАХ СВІЖОЇ СУДІБРОВИ КИЇВСЬКОГО ПОЛІССЯ

**В. М. МАУРЕР**, кандидат сільськогосподарських наук, професор  
<http://orcid.org/0000-0002-1283-7882>, e-mail: [forestcrops\\_chair@ukr.net](mailto:forestcrops_chair@ukr.net)

**І. В. КІМЕЙЧУК**, аспірант\*  
<http://orcid.org/0000-0002-9100-1206>, e-mail: [i\\_kimeichuk@nubip.edu.ua](mailto:i_kimeichuk@nubip.edu.ua)  
Національний університет біоресурсів і природокористування України

Проаналізовано динаміку кількості природного поновлення сосни звичайної на свіжому зрубі в умовах свіжої судіброви Київського Полісся з моменту появи самосіву до формування лісового ценозу. Охарактеризовано особливості росту та сучасний санітарний стан природного поновлення. Встановлено, що кількість природного поновлення сосни на 10-річному зрубі у 1,5–2 рази перевищує початкову густоту традиційних лісових культур за таких лісорослинних умов та є достатньою для відтворення високопродуктивних сосняків у регіоні дослідження. Порівняно з культурами сосни зауважено більше вікове і територіальне біологічне різноманіття природного поновлення. Це своєю чергою підвищить стійкість лісових екосистем до глобальних змін клімату, які є одним з чинників, що призводять до деградації лісів, внаслідок масового всихання сосни звичайної.

Результати досліджень свідчать про сприятливий вплив на збереженість і ріст природного поновлення сосни лісового мікроклімату прилеглих стін лісу, передусім материнських насаджень, що примикають зі східної сторони.

Динаміка кількості природного поновлення сосни значною мірою залежить від особливостей зміни ценотичних ознак на площі. Упродовж перших чотирьох років, у міру збільшення на зрубі нелісових трав'янистих формацій, спостерігається зростання частки відпаду самосіву до 20 %. Встановлене зменшення інтенсивності відпаду природного поновлення сосни, починаючи з п'ятого року зумовлено, головним чином, відновленням на площі ознак і властивостей лісового ценозу на окремих фаціях із найбільшою густотою підросту після його зімкнення.

Зроблено низку висновків і пропозицій щодо використання природного лісовідновлення для відтворення біологічно стійких сосняків у регіоні дослідження. Зокрема, визначено, за яких чинників можна отримати задовільне природне поновлення сосни звичайної в умовах свіжої судіброви південної частини Київського Полісся.

**Ключові слова:** сосна звичайна, насінненошення, самосів, природне поновлення, природне лісовідновлення, лісівничий потенціал.

\* Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук, професор В. Ю. Юхновський.

**Актуальність.** В умовах сьогодення, враховуючи сучасні деградацію та масове всихання лісів, зокрема і сосняків, суттєво зросла актуальність підвищення біологічної стійкості відтворюваних лісових ценозів та їх адаптації до глобальних змін клімату і довкілля. У цьому контексті особливого значення набуває природне лісовідновлення, яке сприяє формуванню біологічно стійкіших, порівняно зі штучними насадженнями, лісових ценозів. Водночас, попри характерну тенденцію до збільшення його обсягів останніми роками, чимало питань, що стосуються забезпечення появи сходів, збереження самосіву та отримання життєздатного підросту, проведення лісівничого догляду за природним поновленням, потребують поглибленого вивчення і розробки науково-обґрунтованих рекомендацій.

Вищезазначене актуалізує необхідність ширшого запровадження у практику відтворення лісів екоадаптаційного підходу (Maurer & Kaiduk, 2016), який базується на максимальному врахуванні екосистемних особливостей залісених ділянок і природного генезису корінних деревостанів. На особливу увагу він заслуговує для заміни природних і, передусім, корінних деревостанів і відтворення лісів у зоні потенційно успішного насіннєвого природного поновлення лісотвірних видів (Maurer, Pinchuk & Ivaniuk, 2013). Попри те, що як у минулому столітті, так і нині сосняки в Україні відтворюються переважно штучно, шляхом створення лісових культур, природне лісовідновлення не втратило актуальності і є надзвичайно перспективним. Дуже актуальним використання екоадаптаційного підходу до відтворення лісів у регіоні дослі-

джен є з урахуванням значної площі особливо цінних природних сосняків у лісовому фонді і територіальним розміщенням його у рівнинній частині України, яку віднесено до зони з найсприятливішими для появи природного поновлення умовами. Зокрема, це стосується і свіжих судібров району діяльності ВП НУБіП України «Боярська лісова дослідна станція».

Донедавна у регіоні досліджень відтворення сосняків, попри меншу собівартість природного лісовідновлення, відбувалося лише шляхом створення культур, що призвело до повного ігнорування природного поновлення. Значною мірою це було зумовлено недостатнім використанням складних способів головних і лісовідновних рубок, застосування яких сприяє появі та формуванню надійного природного поновлення сосни (Maurer, Pinchuk & Ivaniuk, 2013).

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Природне відновлення соснових насаджень завжди було і залишається однією з найактуальніших проблем, особливо за умов можливої зміни головного виду на менш цінні деревні види. Природному поновленню сосни звичайної присвячено роботи українських лісівників (Buzun & Pryštupa, 1990; Buzun, 1994; Buzun & Turko, 1996; Kocherha, 1999; Babenko & Kyrychok, 1999; Vakulyuk, 2001; Vedmid & Maurer, 2007; Shkudor & Buzun, 2008) та інших вчених (Fuchilo, Rybak, Radchuk, Chervonyi & Sviridenko, 1997; Kovalevskyi, 2004; Kychyliuk, 2010; Fuchilo & Riabukhin, 2011). Дослідженнями не тільки вітчизняних, а й зарубіжних науковців (Pukkala, 1987; Lušt, 1988; Gong, Swaine & Miller, 1991; Ackzell, 1993; Ackzell, 1994; Kinnunen, 1994; Kellomäki & Väisänen, 1995; Gonzalez-

Martínez & Bravo, 2001) доведено, що природне лісовідновлення сприяє формуванню лісових екосистем за генезисом, наближеним до природного, не порушуючи їхньої біоценотичної структури і, тим самим, вирощуванню біологічно стійких, високопродуктивних деревостанів зі збереженим генетичним біорізноманіттям.

Окрім зазначених вище переваг, використання природного лісовідновлення є вкрай актуальним і з огляду на сучасне всихання сосняків у регіоні досліджень, оскільки воно сприятиме унеможливленню помилок під час створення лісових культур, які нерідко є причиною ослаблення і масового всихання дерев лісотвірних видів останніми роками.

**Мета дослідження** – виявити особливості появи і збереження самосіву, встановити динаміку чисельності підросту, оцінити успішність природного поновлення сосни звичайної та надати науково-обґрунтовані пропозиції щодо збільшення частки природного лісовідновлення у загальних обсягах відтворення сосняків регіону.

**Матеріали і методи дослідження.** Науковий об'єкт, на якому вивчали особливості природного поновлення сосни звичайної (рис. 1), закладено у 2010 р. на свіжому зрубі площею 2,25 га і розміром 450×50 м після суцільної вузьколісосічної лісовідновної рубки 101-річного соснового насадження. Експериментальні дослідження проводили на стаціонарі, який розташований у кварталі 275, виділ 26 Плесецького лісництва ВП НУБіП України «Боярська лісова дослідна станція». Тип лісу – свіжа грабово-дубово-соснова судіброва (C<sub>2</sub>гдС). До рубки на лісовій ділянці зростало соснове насадження зі складом 10Сз+Дз, середньою висотою – 32 м,

середнім діаметром – 40 см, запасом – 520 м<sup>3</sup>/га та кількістю дерев – 295·шт/га. Суцільну рубку дерев насадження було проведено у січні–квітні 2010 р. Рясний самосів сосни звичайної, який з'явився на свіжому зрубі після очищення площі від порубкових решток, послуговував лісівникам підприємства підставою для залишення ділянки під природне лісовідновлення (Morozjuk, 2015).

Зазначений дослідний об'єкт упродовж останніх 10 років слугує стаціонаром для вивчення особливостей появи самосіву сосни звичайної, збереження підросту та перспектив його використання для природного відтворення сосняків регіону. Також цей дослідно-виробничий об'єкт упродовж усього часу активно використовують для проведення щорічних виїзних науково-практичних семінарів зі слухачами магістерських програм «Поновлення та розведення лісу» і «Відтворення лісів та лісових меліорацій», які навчаються за спеціальністю 205 «Лісове господарство».

Дослідження програмних питань виконано за загальноприйнятими у лісівництві методиками П. М. Мегалінського (Mehalinsky, 1968) і В. Г. Нестерова (Nesterov, 1961). На дослідній ділянці, з метою вивчення особливостей появи самосіву, його збереження, проективного покриття площі та особливостей росту природного поновлення залежно від його розташування по відношенню до стін лісу, з півдня на північ було прокладено три лінійні трансекти – центральну (В) посередині зрубу та дві інші на відстані 10 м від західної (А) і східної (С) стін лісу.

Під час обліку природного поновлення у 2019 р. на кожній трансекті було закладено по 10 облікових майданчиків розміром 4×4 м. Відповідно





**Рис. 1.** Загальний вигляд дослідної ділянки з природним поновленням сосни звичайної в умовах свіжої судіброви

до програми дослідження на облікових майданчиках визначали кількість, вік і стан природного поновлення сосни та заміряли його висоту і приріст у висоту за останній рік. За станом обліковане природне поновлення поділяли на чотири категорії: дуже добре, добре, задовільне та незадовільне (Mehalinsky, 1968). Успішність природного поновлення оцінювали за шкалою, запропонованою В. Г. Нестеровим (Nesterov, 1961). За висотними групами розділяли на дрібне – до 0,5 м, середнє – 0,6–1,5 м та високе – більше ніж 1,5 м (Nesterov, 1961).

**Результати дослідження та їх обговорення.** Неабиякий інтерес становлять дані, що характеризують розміщення природного поновлення сосни на зрубі, яке, певною мірою, є основою біорізноманіття майбутнього лісового ценозу і свідчить про чинники, які впливають на появу та збереження самосіву на площі зрубів (рис. 2).

Загалом розміщення підросту, як видно з рис. 2, характеризується значною мозаїчністю, що, як показали проведені геоботанічні дослідження, значною мірою визначається видовим складом та інтенсивністю розвитку живого надґрунтового покриву і природного поновлення інших деревних рослин, передусім підліска (ліщини, крушини, бузини), ожини, малини та інших рослин, що інтенсивно розростаються на свіжих зрубках. Появі самосіву сосни та його збереженню на зрубі сприяють низькорослі сільванти (*Vaccinium myrtillus* L., *Convallaria majalis* L., *Geranium sylvaticum* L., *Galium aparine* L., *Fragaria vesca* L., *Veronica chamaedrys* L., *Veronica officinalis* L., *Viola canina* L. та ін.), а ускладнюють рудеранти і пратанти, які інтенсивно розростаються на зрубках у перші роки після рубання деревостану, а також окремі високорослі сільванти, передусім зарості папоротників.



**Рис. 2. Мозаїчне розміщення природного поновлення сосни звичайної на зрубі**

У контексті вивчення особливостей динаміки кількості природного поновлення сосни з віком і розміщення його щодо стін лісу, які оточують зруб, певний інтерес становить його розподіл за висотними групами (табл. 1).

Як видно з даних табл. 1, природне поновлення сосни звичайної на трансектах біля стін лісу переважно високе: 81,8 % (стіна лісу зі сходу, трансекта С) і 65,7 % (стіна лісу із заходу, трансекта А), а на трансекті В (посередині зрубу) – підріст середньої висотної групи (71,9 %). Загалом за висотним розподілом природного поновлення сосни звичайної на ділянці переважає високе

(62,1 %), тоді як частка дрібного – менше ніж один відсоток. Отримані дані переконливо свідчать про сприятливий вплив на збереженість і ріст природного поновлення лісового мікроклімату прилеглих стін лісу. При цьому необхідно зауважити, що вищою збереженістю і кращим ростом воно вирізняється у смузі зрубу, до якого материнське насадження примикає зі східної сторони.

Особливий інтерес становить динаміка чисельності природного поновлення сосни звичайної з моменту його появи після рубки деревостану (табл. 2).

Як показали дослідження, поява однорічного самосіву на зрубі після

### 1. Розподіл природного поновлення сосни за висотними групами залежно від місцезнаходження на зрубі та щодо сторін світу

Місце трансекти на ділянці	Кількість поновлення за висотними групами						Всього, тис. шт./га
	дрібне		середнє		високе		
	тис. шт./га	%	тис. шт./га	%	тис. шт./га	%	
А – західна частина (стіна лісу із заходу)	0,2	2,1	3,1	32,2	6,3	65,7	9,6
В – посередині ділянки	-	-	8,2	71,9	3,2	28,1	11,4
С – східна частина (стіна лісу зі сходу)	-	-	3,3	18,2	14,8	81,8	18,1
Всього	0,2	0,6	14,6	37,3	24,3	62,1	39,1

## 2. Динаміка зміни кількості природного поновлення сосни звичайної на зрубі упродовж 2010–2019 рр.

Рік, сезон обліку	Кількість природного поновлення сосни за віком, тис. шт./га						Всього, тис. шт./га
	1-річне	2-річне	3-річне	4-річне	5-річне	6-річне і старше	
2010, осінь	46,6	1,6					48,2
2011, осінь	11,4	28,1	1,3				40,8
2012, осінь	0,4	10,9	20,4	1,1			32,8
2013, осінь	-	0,2	8,2	16,8	0,9		26,1
2014, осінь	-	-	0,1	8,0	15,5	0,8	24,4
2015, осінь	-	-	-	-	7,2	13,9	21,1
2016, весна	-				-	18,8	18,8
2017, весна	-					16,9	16,9
2018, весна	-					14,8	14,8
2019, весна	-					12,7	12,7

рубання деревостану триває 3 роки. На другий рік основна частина однорічного самосіву з'являється з насіння прилеглих до ділянки стін лісу. При цьому збереженість сходів самосіву ускладнюється розростанням на площі рудеральної трав'яної рослинності та відновленням підліску. Незважаючи на те, що кількість самосіву на дворічному зрубі у 4 рази менша, ніж у рік рубки, чисельність його перевищує 11 тис. шт./га і за умови збереження є достатньою для забезпечення природного відновлення соснового деревостану.

Різка зменшення кількості однорічного самосіву спостерігається на третій рік після рубання насадження. Чисельність його, порівняно з роком рубки деревостану, більш ніж у 100 разів менша.

Динаміка кількості природного поновлення сосни на зрубі у досліджуваних умовах з моменту його появи і до формування на окремих фаціях зімкнених лісових ценозів, із характерними для них властивостями і особливостями взаємодії між їх

компонентами, має окремі, властиві для певного вікового періоду, риси. Зокрема, з моменту появи природного поновлення сосни упродовж перших чотирьох років, у міру збільшення на зрубі ознак і властивостей нелісових трав'янистих формацій, спостерігали збільшення частки відпаду самосіву на 10–20 %. Починаючи з п'ятого року було помічено зменшення інтенсивності відпаду природного поновлення і стабілізацію його на рівні 7–13 % за рік. Зазначене зменшення інтенсивності відпаду зумовлено, з одного боку, адаптацією природного поновлення сосни до трансформованих унаслідок рубки мікрокліматичних і ценотичних умов на ділянці, а з іншого – відновленням процесу формування ознак і властивостей лісового ценозу на окремих фаціях із найбільшою густотою підросту після його зімкнення.

Очевидною причиною наступного різкого зменшення чисельності підросту сосни звичайної на восьмий рік, на нашу думку, є початок процесу диференціації та відпаду природного поновлення, внаслідок утворення

конкурентного середовища у зімкнених куртинах. Яскравим свідченням цього є переважання у складі відпаду відсталих у рості та пошкоджених екземплярів природного поновлення сосни. Останнє є опосередкованим свідченням необхідності проведення доглядових рубань. Водночас акту-

альність його проведення у природно відновлених лісових ценозах є значно меншою, ніж у культурценозах сосни.

У контексті зазначеного, неабиякий інтерес становить зміна санітарного стану природного поновлення з віком (рис. 3) та залежно від його розміщення на зрубі щодо стін лісу (рис. 4).

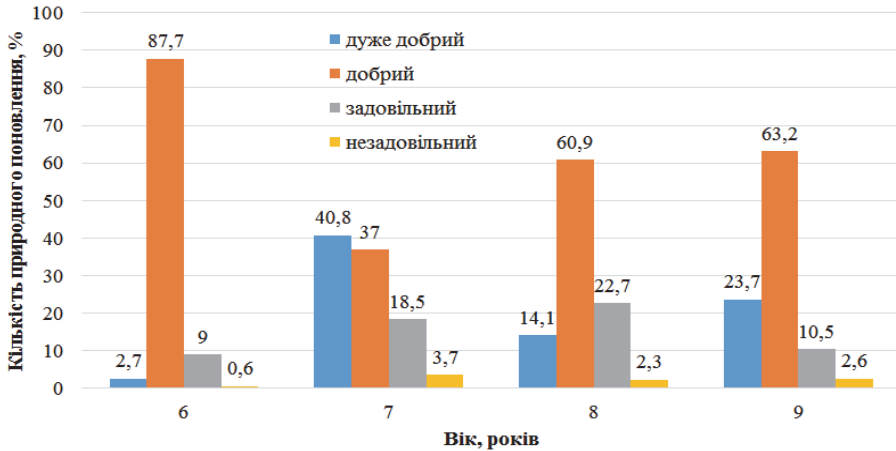


Рис. 3. Динаміка стану природного поновлення сосни з віком

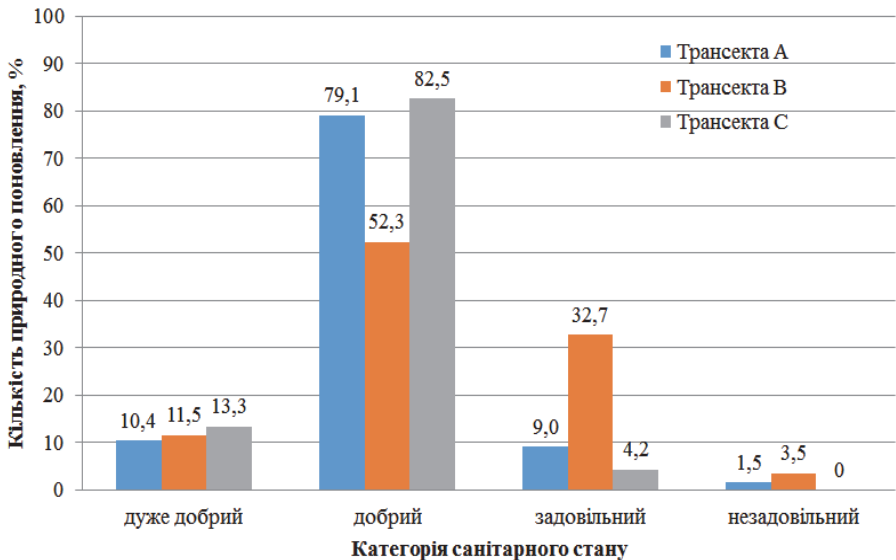


Рис. 4. Санітарний стан природного поновлення сосни залежно від його місцезнаходження на зрубі щодо прилеглих до ділянки стін лісу

Наведені на рис. 3 дані підтверджують вищезазначену гіпотезу щодо динаміки відпаду природного поновлення. Найкращим станом характеризувалося природне поновлення на сьомий рік. Індекс його стану становив 1,8, а на наступний рік знизився до 2,4 і призвів до суттєвого (близько 20 %) відпаду рослин природного походження.

Як видно з діаграми (рис. 4), кращим санітарним станом вирізняється природне поновлення на трансекті С, що прилягає до стіни лісу. При цьому кращим був стан природного поновлення сосни у смузі завширшки 15 м біля стіни лісу зі сходу (трансекта С). Виявлені особливості узгоджуються із загальновідомими висновками щодо сприятливого впливу лісового мікроклімату, сформованого стінами лісостанів, що прилягають до зрубу, на стан і ріст природного поновлення на ньому.

**Висновки і перспективи.** Особливості появи сходів сосни звичайної та збереження її самосіву, динаміка чисельності підросту з віком на свіжому зрубі в умовах судіброви свідчать, що у регіоні досліджень в урожайні роки після рубки у зимовий (січень–лютий) період зімкненого деревостану з переважанням у його складі сосни і без значного задерніння площі доцільно орієнтуватися на природне поновлення сосни звичайної, якого за таких умов, як правило, вистачає для відтворення сосняків.

При цьому встановлено, що кількість природного поновлення сосни на 10-річному зрубі у 1,5–2 рази перевищує початкову густоту традиційних лісових культур в аналогічних лісорослинних умовах та є достатньою для відтворення високопродуктивних сосняків регіону досліджень.

У ВП НУБіП України «Боярська ЛДС» особливо актуальним використання природного лісовідновлення є для відтворення природних сосняків, подібних за складом, структурою і генезисом до корінних деревостанів відповідних типів лісу.

Збільшення частки природного поновлення для відтворення сосняків дасть змогу не тільки зберегти генетичний потенціал місцевих високопродуктивних сосняків та підвищити їхнє біоценотичне різноманіття, а й суттєво підвищити біологічну стійкість майбутніх лісів регіону.

Ураховуючи місцеві лісорослинні умови, лісівничий потенціал ділянок лісового фонду регіону та наявний комплекс лісівничих і лісокультурних заходів сприяння появі сходів та збереженню самосіву, природне лісовідновлення варто розглядати як надзвичайно важливий і актуальний спосіб відтворення сосняків Київського Полісся.

#### Список літератури

- Ackzell, L. (1993). A comparison of planting, sowing and natural regeneration for *Pinus sylvestris* (L.) in boreal Sweden. *Forest Ecology and Management*, 61 (3–4), 229–245. [https://doi.org/10.1016/0378-1127\(93\)90204-Z](https://doi.org/10.1016/0378-1127(93)90204-Z)
- Ackzell, L. (1994). Natural regeneration on planted clear-cuts in Boreal Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 9 (1), 245–250. <https://doi.org/10.1080/02827589409382837>
- Babenko, V., & Kyrychok, L. (1999). Natural regeneration of Scots pine in fresh pine sites. *Scientific Bulletin of National Agricultural University*, 17, 325–327 [in Ukrainian].
- Buzun, V., & Prystupa, G. (1990). The use of natural regeneration in the pine forests of the first group. *Forestry*, 6, 14–16 [in Ukrainian].



- Buzun, V., & Turko, V. (1996). Formation of pine plantations from preserved undergrowth. *Forestry*, 5, 23–25 [in Ukrainian].
- Buzun, V. (1994). Classification of forest areas by the degree of efficiency of using natural regeneration. *Forestry and agroforestry*, 89, 3–8 [in Ukrainian].
- Fuchilo, Ya., & Riabukhin, O. (2011). Natural renewal of pine forests of Eastern Polissia. *Scientific Bulletin of UNFU of Ukraine*, 21.08, 57–61 [in Ukrainian].
- Fuchilo, Ya., Rybak, V., Radchuk, M., Chervonyi, A., & Sviridenko, V. (1997). Natural renewal of forests of Kyiv Polissia. *Bulletin of Agrarian Science*, 11, 46–49 [in Ukrainian].
- Gong, Y. L., Swaine, M. D., & Miller, H. G. (1991). Effects of Fencing and Ground Preparation on Natural Regeneration of Native Pinewood over 12 years in Glen Tanar, *Aberdeenshire*. *Forestry*, 64 (2), 157–168. <https://doi.org/10.1093/forestry/64.2.157>
- Gonzalez-Martínez, Santiago C., & Bravo, Felipe. (2001). Density and population structure of the natural regeneration of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in the High Ebro Basin (Northern Spain). *Annals of Forest Science*, 58 (3), 277–288. <https://doi.org/10.1051/forest:2001126>
- Kellomäki, S., & Väisänen, H. (1995). Model computations on the impact of changing climate on natural regeneration of Scots pine in Finland. *Canadian Journal of Forest Research*, 25 (6), 929–942. <https://doi.org/10.1139/x95-102>
- Kinnunen, K. (1994). Combination on natural and artificial seeding in Regeneration of Scots pine. *Investigacion Agraria. Sistemas y Recursos Forestales*, 3, 125–131.
- Kocherha, M. (1999). Natural renewal on the cutting area of the Kyiv Polissya and features of its use for reforestation. *Scientific Bulletin of the National Agrarian University*, 20, 69–80 [in Ukrainian].
- Kovalevskiy, S. B. (2004). Natural renewal of Scots pine in fresh sites at different intensity of herbaceous growth. *Scientific Bulletin of the National Agrarian University*, 71, 166–170 [in Ukrainian].
- Kychyliuk, O. (2010). Use of natural regeneration for the formation of pine plantations in conditions of the Volyn Polissia. *Scientific Bulletin of NUBiP of Ukraine*, 114, 106–113 [in Ukrainian].
- Lust, N. (1988). Analysis of a natural regeneration of Scots pine forest in the High Campine after a fire. *Silva Gandavensis*, 53, 3–28.
- Maurer, V., & Kaidyk, O. (2016). *Eco-adaptive recreation of forests*. Kyiv: Publishing center NULESU [in Ukrainian].
- Maurer, V. M. (2007). Natural renewal is a key moment in optimizing the restoration of forests in Ukraine on the basis of ecologically oriented forestry. *Scientific Bulletin of the National Agrarian University*, 113, 57–65 [in Ukrainian].
- Mehalinsky, P. M. (1968). Natural restoration in the poor and rich pine sites of the Central Polissya of USSR. *Increasing forest productivity*, 44–57 [in Ukrainian].
- Moroziuk, O. V. (2015). *Guide to scientific research objects of the NULES of Ukraine "Boyarka Forest Research Station"*. Korsun-Shevchenkivskyi: Publisher Gavryshenko V. M. [in Ukrainian].
- Nesterov, V. (1961). *General forestry*. Moscow: Selhoozgis [in Russian].
- Patent № 49676 Ukraine. Zoning of the territory of Ukraine on potential success of natural regeneration. Maurer, V. M., Pinchuk, A. P., & Ivaniuk, I. V. Applicator of patent property NULESU. Application number 10.04.2013; published 14.06.2013. Bul. No. 31 [in Ukrainian].
- Pukkala, T. (1987). Simulation model for natural regeneration of *Pinus sylvestris*, *Picea abies*, *Betula pendula* and *Betula pubescens*. *Silva Fennica*, 21 (1), 37–53. <https://doi.org/10.14214/sf.a15462>
- Vakulyuk, P. (2001). Natural forest renewal is an effective way of reforestation. *Forest and hunting Journal*, 2, 13 [in Ukrainian].
- Vedmid, M., Shkudor, V., & Buzun, V. (2008). *Restoration of natural forest stands of Western Polissya*. Zhytomyr: Polissya [in Ukrainian].



**Maurer, V. M., Kimeichuk, I. V. (2020). Features of age dynamics of natural regeneration of Scots pine in the fresh pine sites of Kyiv Polissia. *Ukrainian Journal of Forest and Wood Science*, 11 (1), 45–54. <https://doi.org/10.31548/forest2020.01.045>.**

*The dynamics of the natural regeneration of pine stands on a recently felled site in the conditions of fresh oak-pine sites in the Kyiv Polissia from the moment of the self-sowing to the formation of forest coenosis is analyzed. The features of growth and current sanitary state of natural regeneration are characterized. It is established that the amount of natural regeneration of pine on a 10-year clear cut is 1.5-2 times higher than the initial density of traditional planted forest under such forest sites and is sufficient to reproduce high-yielding pine trees in the study area. In comparison with planted pine more age and territorial biological diversity of natural regeneration has been observed. This, in turn, will increase the resilience of forest ecosystems in the face of global climate change, leading to forest degradation and widespread pine dieback.*

*The results of the studies indicate a favorable effect on the conservation and growth of the natural regeneration of the pine forest microclimate of the adjacent forest walls, first of all, the mother plantations adjacent to the eastern side.*

*The dynamics of the amount of natural regeneration of pine depends, to a large extent, on the peculiarities of the change of coenosis features on the area. During the first four years, as the non-forest herbaceous formations increase, there is a 20% increase in the loss of self-seeding. A decrease in the intensity of loss of natural regeneration of pine has been found, beginning from the fifth year, it is mainly caused by the restoration of the area and features of forest coenosis on individual facies with the highest density of undergrowth after its closure.*

*A number of conclusions and suggestions have been made regarding the use of natural forest regeneration for the reproduction of biologically stable pine stands in the study area. In particular, it is determined under what factors it is possible to obtain a satisfactory natural regeneration of pine in the conditions of a fresh oak-pine site of the southern part of the Kyiv Polissia.*

**Keywords:** Scots pine, seed bearing, self-sowing, natural regeneration, natural restoration, forest potential.

---

Отримано: 2020-01-30

## ВЗАЄМОДІЯ ІЗ ЗАЦІКАВЛЕНИМИ СТОРОНАМИ ЗГІДНО З FSC НАЦІОНАЛЬНИМ СТАНДАРТОМ СИСТЕМИ ВЕДЕННЯ ЛІСОВОГО ГОСПОДАРСТВА ДЛЯ УКРАЇНИ

**О. П. ПАВЛИЩУК**, кандидат економічних наук, доцент  
<https://orcid.org/0000-0001-6747-3177>, e-mail: [pavlishchuk\\_o@nubip.edu.ua](mailto:pavlishchuk_o@nubip.edu.ua)  
**П. В. КРАВЕЦЬ**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент  
<https://orcid.org/0000-0002-5282-9609>, e-mail: [pavlo.kravets@nubip.edu.ua](mailto:pavlo.kravets@nubip.edu.ua)  
Національний університет біоресурсів і природокористування України

Актуальність дослідження зумовлено набуттям чинності FSC національним стандартом системи ведення лісового господарства для України, складовою якого є вимоги до забезпечення ефективної взаємодії із громадськістю. Метою дослідження є окреслення прав зацікавлених сторін і тих, чий інтереси зачеплено, визначених FSC національним стандартом.

У дослідженні застосовано методи аналізу, синтезу, узагальнення та порівняння задля отримання висновків щодо прав громадськості згідно з FSC національним стандартом та щодо механізму їх практичної реалізації.

Встановлено, що вимогами FSC стандарту передбачено належне інформування та залучення зацікавлених сторін і тих, чий інтереси зачеплено, до прийняття рішень щодо лісів та ведення господарства на етапах планування діяльності, її провадження та моніторингу. Визначені FSC стандартом права цих сторін не суперечать законодавству України та зумовлюють в окремих випадках додаткові добровільні зобов'язання утримувачів FSC сертифікатів.

Ключові сфери інформування та залучення зацікавлених та інших сторін відповідно до FSC національного стандарту, пов'язані з уникненням негативного впливу на довкілля, підтримкою місцевого соціально-економічного розвитку, механізмом вирішення спорів, а також із оцінюванням, підтримкою та моніторингом особливих цінностей для збереження, захистом місць особливого культурного, екологічного та іншого значення. Взаємодія підприємств лісового господарства із зазначеними сторонами має здійснюватися в тих рамках, в яких їхня діяльність зачіпає права цих сторін.

FSC національний стандарт не конкретизує способи інформування чи форми й засоби залучення зацікавлених сторін і тих, чий інтереси зачеплено, до прийняття рішень щодо лісів та ведення господарства, але акцентує увагу на їхній доречності для досягнення цілей.

*Перспективи подальших досліджень полягають у пошуку механізмів активізації участі громадськості у процесах лісової сертифікації, обґрунтуванні ефективних способів їх інформування та залучення до прийняття рішень щодо лісів.*

**Ключові слова:** FSC критерії та індикатори, лісова сертифікація, інформування, залучення, громадськість, планування та моніторинг діяльності, законне право, вимоги законодавства.

**Актуальність.** Лісова сертифікація за схемою FSC спрямована на підтримку екологічно належного, соціально корисного та економічно життєздатного управління лісами. FSC національний стандарт системи ведення лісового господарства для України (далі – FSC національний стандарт), основою якого є FSC принципи, критерії та єдині міжнародні індикатори, є інструментом забезпечення сталого лісокористування (The FSC National Forest Stewardship Standard of Ukraine, 2019). Впровадження такого стандарту, адаптованого до умов в Україні, є відповіддю на сучасні виклики щодо лісів і лісового господарства та сприятиме єдиному підходу до реалізації міжнародних вимог лісової сертифікації.

Невід’ємною складовою визначених FSC національним стандартом вимог є забезпечення ефективної взаємодії із громадськістю. Зазначене є важливим для забезпечення відкритості та прозорості лісової сертифікації, сприяння відповідальному лісокористуванню завдяки можливостям реалізації прав громадян на участь у прийнятті рішень, що стосуються лісового господарства.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Відкритість і прозорість прийняття рішень щодо лісів та лісового господарства є невід’ємною складовою його ефективного та збалансованого розвитку за сучасних

умов, про що йдеться у дослідженнях вітчизняних і закордонних науковців (Synyakevych et al., 2014; Soloviy, 2010; Chernyavskyy et al., 2011; Soloviy, Nijnik, Deyneka & Melnykovych, 2017). Питання сталого розвитку лісового господарства розглядають з урахуванням важливості залучення громадськості до прийняття рішень (Beckley, Parkins & Sheppard, 2006; Kangas, Laukkanen & Kangas, 2006; Kravets, Pavlishchuk, Rozvod, Stankevych-Volosyanchuk & Kremenetska, 2012; Sarvašová, Dobšinská & Šálka, 2014). Зазначені й інші наукові праці та практичні настанови визначають важливість ефективного комунікаційного процесу із громадськістю з питань лісів та ведення лісового господарства, забезпечення її належного інформування та залучення до прийняття рішень задля захисту їхніх прав та врахування суспільних інтересів.

Практична реалізація вимог FSC національного стандарту, що є інструментом забезпечення сталого лісокористування, сприятиме ефективній взаємодії із громадськістю у процесі лісової сертифікації задля узгодженості інтересів усіх його учасників та підвищення довіри до сертифікації.

**Мета дослідження.** Метою дослідження є окреслення прав зацікавлених сторін і тих, чий інтерес зачеплено, визначених вимогами FSC національного стандарту задля прозорості прийняття підприємствами лісового господарства – утриму-

вачами сертифікатів – рішень щодо лісів та ведення господарства згідно з цінностями FSC.

Завдання дослідження:

- узагальнення вимог FSC національного стандарту щодо взаємодії із громадськістю;
- окреслення прав зацікавлених сторін і тих, чий інтереси зачеплено, відповідно до вимог FSC національного стандарту;
- обґрунтування механізмів практичної реалізації прав зацікавлених сторін і тих, чий інтереси зачеплено, згідно з вимогами FSC національного стандарту та в контексті законодавства України.

**Матеріали і методи дослідження.**

Дослідження здійснено на основі вимог FSC національного стандарту системи ведення лісового господарства для України. Також використано законодавчу базу України з питань доступу до інформації та участі громадськості у формуванні та реалізації державної політики, зокрема, закони України «Про місцеве самоврядування в Україні» (Law of Ukraine “About local self-government in Ukraine”, 1997), «Про звернення громадян» (Law of Ukraine “On Appeal of Citizens”, 1996), «Про інформацію» (Law of Ukraine “About information”, 1992), «Про доступ до публічної інформації» (Law of Ukraine “On Access to Public Information”, 2011), а також постанову Кабінету Міністрів України «Про забезпечення участі громадськості у формуванні та реалізації державної політики» (Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine “The procedure of conducting public consultations on the issues of state policy formation and implementation”, 2010).

Задля вирішення завдань дослідження використано методи аналізу, синтезу, узагальнення та порівняння,

що дало змогу зробити обґрунтовані висновки стосовно прав громадськості згідно з вимогами FSC національного стандарту та механізму їх практичної реалізації з урахуванням законодавства України.

**Результати дослідження та їх обговорення.** У системі лісової сертифікації можливості взаємодії із громадськістю передбачено на різних етапах, а саме, у процесі розроблення стандартів, їх реалізації, а також під час оцінки органами сертифікації відповідності компаній вимогам FSC. Крім того, система визначає процедури щодо вирішення спорів, які можуть виникати між учасниками лісової сертифікації, наприклад, FSC, органами сертифікації, утримувачами FSC сертифікатів, місцевими громадами. Зазначені можливості регламентовано відповідними FSC стандартами та процедурами (FSC Document Center, 2020).

Окреслюючи вимоги FSC національного стандарту, слід передусім акцентувати увагу на тому, що стороною, чий інтереси зачеплено (*affected stakeholder*), є будь-яка особа, група осіб або організація, яка є або може бути об’єктом впливу діяльності одиниці господарювання (наприклад, розташовані поруч із нею). До таких сторін можуть належати, зокрема: місцеві громади; працівники; люди, що мешкають у лісі; суміжні землекористувачі; власники земель, розташованих нижче за течією; місцеві переробники лісової продукції; місцеві комерційні структури; неурядові організації, уповноважені діяти від імені сторін, чий інтереси зачеплено.

Зацікавленою стороною (*interested stakeholder*) є будь-яка особа, група осіб або організація, яка виявляє інтерес, або відомо, що вона має інтерес до діяльності одиниці господарюван-

ня. Такими сторонами можуть бути, наприклад: довкільні та соціальні неурядові організації; профспілки; органи місцевої влади; державні урядові відомства, що діють у регіоні; експерти з конкретних питань (наприклад, з особливих цінностей для збереження).

Вимогами FSC національного стандарту загалом передбачено як належне інформування, так і взаємодію із зацікавленими сторонами й тими, чий інтереси зачеплено, шляхом їх залучення підприємствами лісового господарства до прийняття рішень щодо лісів та ведення господарства. Залучення (*engaging* або *engagement*) є процесом, відповідно до якого підприємство забезпечує комунікацію, консультації та/або участь зазначених сторін, гарантуючи, що їхні інтереси, бажання, очікування, потреби, права та можливості беруть до уваги під час створення, виконання та оновлення плану ведення господарства.

Потрібно звернути увагу, що підприємства лісового господарства зобов'язані взаємодіяти із зацікавленими та іншими сторонами в тих рамках, в яких їхня діяльність зачіпає права цих сторін. Відповідно зазначені сторони можуть висловити свої інтереси, пов'язані із діяльністю FSC сертифікованого підприємства, вимагати дотримання їхніх законних прав, але не можуть вимагати права надання, видозмінення, призупинення або відкликання дозволу на провадження діяльності підприємством.

Хоча вимоги FSC національного стандарту передбачають більш тісну співпрацю зі сторонами, чий інтереси зачеплено, поряд із іншими (наприклад, співпраці із місцевими громадами присвячено четвертий принцип стандарту), проте усі учасники процесу лісової сертифікації здатні

вплинути на реалізацію підприємствами лісового господарства FSC національного стандарту.

У FSC національному стандарті вимоги щодо взаємодії із місцевими громадами та іншими сторонами відображено на рівні принципів та критеріїв, а також деталізовано на рівні індикаторів. Верифікатори, акцентуючи увагу на джерелах отримання інформації щодо вимог індикаторів, здебільшого свідчать про можливі способи та засоби, які можуть бути використані підприємствами лісового господарства для виконання своїх зобов'язань перед громадськістю. Загалом підприємства лісового господарства відповідно до вимог FSC національного стандарту мають забезпечувати доступність визначеної стандартом інформації для зацікавлених сторін і тих, чий інтереси зачеплено, а також залучати зазначені сторони на етапах планування, провадження та моніторингу заходів із ведення господарства. Їхній внесок має враховуватись підприємствами у плані ведення господарства та при формуванні програми моніторингу його виконання.

Згідно з вимогами FSC національного стандарту, інформування в рамках планування, провадження господарської діяльності та її моніторингу підприємствами лісового господарства має здійснюватись із таких питань:

- довготермінових зобов'язань щодо дотримання FSC принципів і критеріїв (кр. 1.8); плану ведення господарства (кр. 7.5), результатів моніторингу діяльності підприємства (кр. 8.4) (щодо цих питань інформація має бути загалом доступною для громадськості);
- комерційної заготівлі недеревинної лісової продукції (НДЛП) третіми сторонами на території підприємства, а також щодо обмежень її

- заготівлі внаслідок радіаційного забруднення територій (кр. 4.2) (стосовно цих питань здійснюється інформування місцевих громад);
- можливостей впливу місцевих громад на господарську діяльність підприємства, їх інформування щодо цінності лісових ресурсів, поточної та запланованої лісгосподарської діяльності (кр. 4.2); а також інформування місцевих громад і надання їм доречних можливостей щодо працевлаштування, навчання та інших послуг (кр. 4.3);
  - щодо природних небезпек, характерних для території підприємства (кр. 10.9) (щодо цього питання інформування місцевого населення та інших зацікавлених сторін здійснюється підприємствами з високим ризиком виникнення природних небезпек).

Слід акцентувати увагу, що під час аналізу вимог стандарту не згадують звичасві права, адже у сфері лісових відносин в Україні вони імплементуються через застосовне законодавство, наприклад, з огляду на можливості загально-го використання лісових ресурсів, і є частиною громадянських прав. Також необхідно зауважити, що у цій статті аналізом охоплено усі принципи FSC національного стандарту, окрім другого принципу, який хоч і стосується прав працівників, як сторін, чий інтереси зачеплено, проте має бути предметом окремого розгляду з огляду на роль, інтереси та права працівників у процесі реалізації FSC національного стандарту.

Щодо залучення, то стандартом визначено необхідність залучення сторін, чий інтереси зачеплено, а також зацікавлених сторін за їхньою вимогою, до процесів моніторингу та планування господарської діяльності, яка стосується їхніх інтересів (кр. 7.6).

Наприклад, шляхом залучення місцевих громад мають встановлюватись підприємством їхні права на землеволодіння, на доступ та використання лісових ресурсів, їхні законні права та обов'язки, застосовні в межах території підприємства, а також цілі щодо господарської діяльності (кр. 4.1, 7.6). Вимогами стандарту передбачено залучення місцевих громад до визначення підприємством можливостей місцевого соціально-економічного розвитку (кр. 4.4, 7.6), а також залучення зацікавлених сторін до визначення переліку деревинних та недеревинних ресурсів і послуг екосистем, які можуть посилити та диверсифікувати місцеву економіку (кр. 5.1).

Невід'ємною складовою вимог стандарту є наявність механізму вирішення спорів. Відповідно підприємство має залучати місцеві громади та інші сторони, чий інтереси зачеплено, до розроблення механізму вирішення спорів, що пов'язані із впливом його господарської діяльності (кр. 4.6, 7.6), а також спорів щодо статутного права (визначеного національним законодавством) та їх вирішення (кр. 1.6, 7.6). Якщо порушуються законні права місцевих громад щодо господарської діяльності підприємства, то теж має застосовуватись їх залучення та/або використання механізму вирішення спорів задля виправлення ситуації (кр. 4.2).

Задля уникнення негативного впливу на громади має здійснюватись залучення місцевих громад до заходів із визначення, уникнення та пом'якшення істотних негативних впливів господарської діяльності підприємства (кр. 4.5, 7.6). Крім того, стандартом передбачено у визначених випадках залучення зацікавлених сторін задля запобігання потенційним впливам природних небезпек на інфраструктуру, лісові ресурси та громади (кр. 10.9).



Невід’ємна складова стандарту пов’язана із захистом важливих місць для місцевих громад, тому їх мають залучати до визначення місць особливого культурного, екологічного та іншого значення, на які вони мають законні права, а також до заходів щодо охорони таких місць (кр. 4.7, 7.6).

Стандартом передбачено залучення зацікавлених та інших сторін до оцінювання особливих цінностей для збереження (ОЦЗ) на території підприємства, розроблення заходів щодо підтримки та/або підвищення визначених ОЦЗ, а також до моніторингу ОЦЗ (кр. 9.1, 9.2, 9.4, 7.6).

Загалом слід зазначити, що участь громадськості у реалізації вимог стандарту спрямована передусім на запобігання потенційним негативним впливам діяльності підприємств лісового господарства та сприяння позитивним економічним, екологічним та соціальним ефектам. Це визначає більшість вимог індикаторів щодо участі зацікавлених сторін саме на етапі планування діяльності підприємств.

Права зацікавлених сторін і тих, чий інтереси зачеплено, у т. ч. місцевих громад, відповідно до вимог FSC національного стандарту окреслено на рис. 1 і 2.

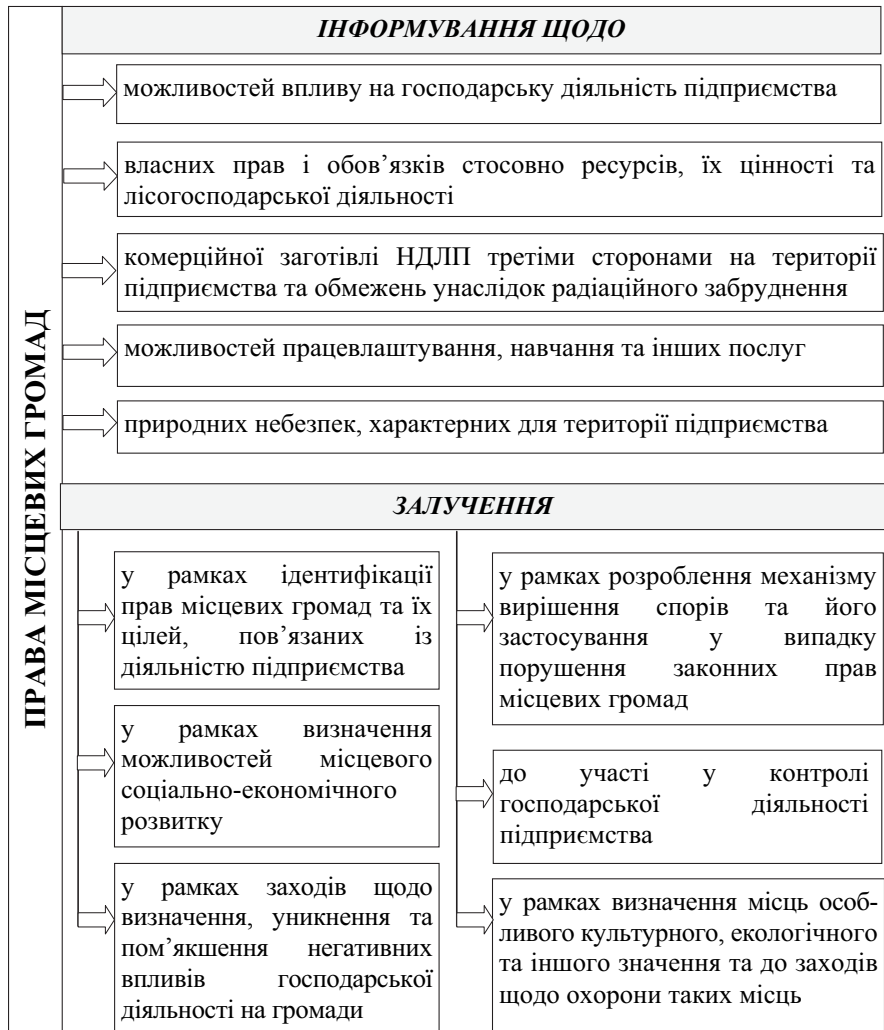
Визначені FSC національним стандартом права громадськості не суперечать законодавству України, передбачаючи в окремих випадках додаткові добровільні зобов’язання утримувачів FSC сертифікатів. Відповідно реалізацію таких прав слід розглядати як у контексті добровільних зобов’язань підприємств у рамках лісової сертифікації, так і з урахуванням можливостей, які визначає чинне законодавство. Наприклад, оприлюднення підприємствами лісового господарства визначеної FSC національним стандартом інформації не суперечить

законам України «Про інформацію», «Про доступ до публічної інформації» та іншим законодавчим актам у цій сфері, у т. ч. відомчого характеру.

Доступ до визначених стандартом категорій інформації не може бути обмежено, оскільки така інформація не має статусу інформації з обмеженим доступом, тобто не є службовою, таємною чи конфіденційною.

Реалізація права на отримання інформації зазначених у FSC національному стандарті категорій може здійснюватися завдяки її систематичному та оперативному оприлюдненню підприємствами лісового господарства в офіційних друкованих виданнях, на офіційних веб-сайтах у мережі Інтернет, інформаційних стендах або будь-яким іншим способом, який дає змогу донести інформацію громадянам (інформаційні буклети, місцеві газети, виступи на різноманітних зібраннях тощо). Інструментами реалізації права доступу до інформації є також запити і звернення громадян, що визначено і законодавством України.

Право бути залученими до прийняття рішень щодо лісів та ведення господарства відповідно до вимог FSC національного стандарту може бути реалізовано з урахуванням законодавчо визначених підходів до проведення консультацій із громадськістю. Зокрема, відповідно до законодавства консультації з громадськістю проводять у формі публічного громадського обговорення, електронних консультацій (безпосередні форми) та вивчення громадської думки (опосередкована форма). Можуть бути використані засоби, які законодавство визначає в рамках забезпечення участі громадськості у формуванні та реалізації державної політики, наприклад, громадські слухання, загальні збори, засідання за круглим столом тощо. Рішення, прийняті у про-

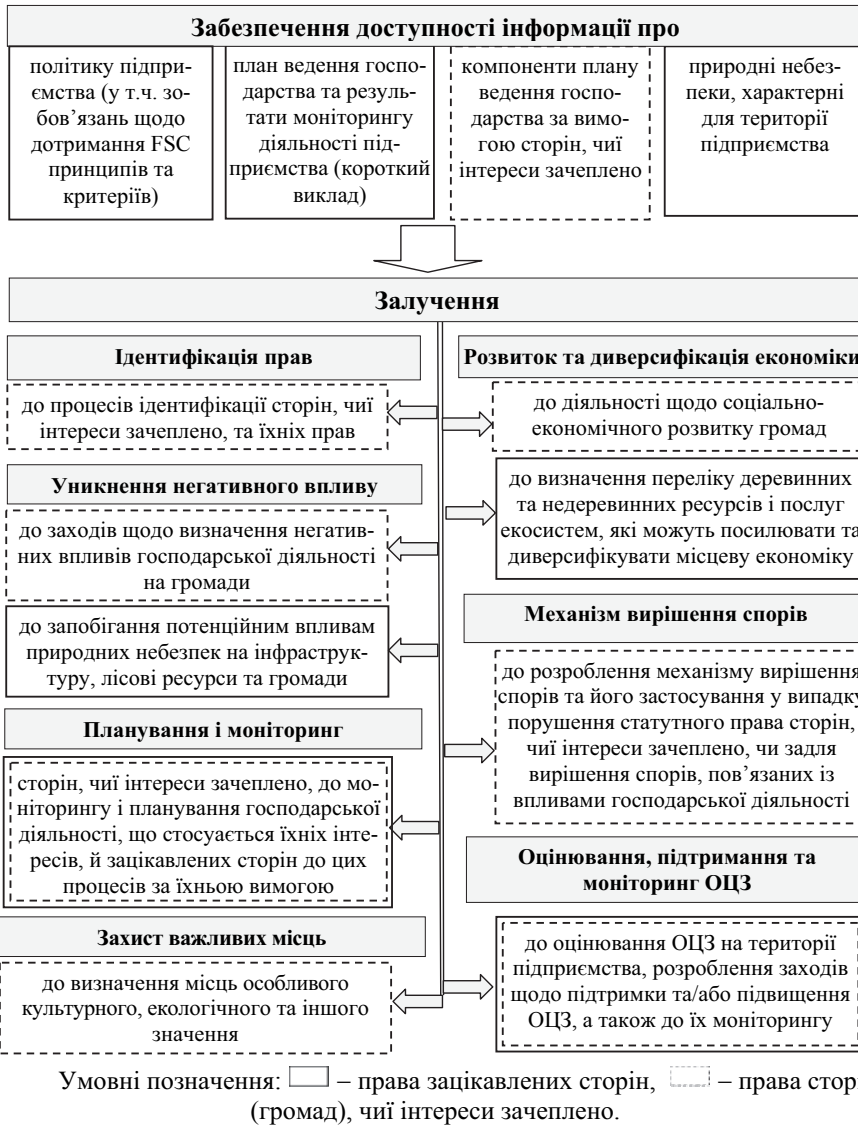


**Рис. 1. Права місцевих громад відповідно до вимог FSC національного стандарту**

цесі консультування з громадськістю за допомогою згаданих та інших визначених законодавством засобів, мають передусім рекомендаційний характер, на відміну від тих, що передбачають прямий вплив громадськості на процес їх прийняття на основі референдуму.

Наведені вище засоби можуть бути основою для формування підприємствами лісового господарства процедур

залучення зацікавлених сторін та тих, чий інтерес зачеплено, до прийняття рішень щодо лісів та ведення господарства в рамках планування та моніторингу господарської діяльності, уникнення негативного впливу на місцевих громад, оцінювання та підтримання особливих цінностей для збереження та інших процесів, визначених вимогами FSC національного стандарту (рис. 3).



**Рис. 2. Права зацікавлених сторін і тих, чий інтереси зачеплено, відповідно до вимог FSC національного стандарту**

Слід наголосити, що стандарт не визначає конкретних способів оприлюднення інформації підприємствами лісового господарства чи форм та засобів залучення громадськості, залишаючи можливості для узгодження між ними як засобів і каналів обміну ін-

формацією, так і застосовуваних форм та засобів залучення до прийняття рішень. Але доречність використовуваних способів надання інформації для її отримувачів, форм та засобів залучення громадськості, є важливою з погляду FSC національного стандарту.



**Рис. 3. Механізм реалізації прав зацікавлених сторін і тих, чий інтереси зачеплено, щодо залучення до прийняття рішень відповідно до вимог FSC національного стандарту**

**Висновки і перспективи.** Проведене дослідження дає змогу зробити такі висновки:

- FSC національний стандарт визначає зобов'язання щодо взаємодії підприємств лісового господарства із громадськістю, а саме, зацікавленими сторонами й тими, чий інтереси зачеплено, у т.ч. місцевими громадами, в тих рамках, у яких діяльність підприємств зачіпає права цих сторін;
- вимогами FSC національного стандарту передбачено належне інформування та залучення зацікавлених та інших сторін до прийняття рішень щодо лісів та ведення господарства на етапах планування, провадження та моніторингу діяльності підприємства лісового господарства; при цьому

більшість вимог щодо зазначених сторін відповідно до стандарту визначено саме на етапі планування діяльності підприємств задля запобігання можливим конфліктним ситуаціям, негативному впливу діяльності підприємства;

- стандартом визначено права зацікавлених сторін і тих, чий інтереси зачеплено, в частині інформування та залучення з питань уникнення негативного впливу на довкілля, планування та моніторингу господарської діяльності, місцевого соціально-економічного розвитку та диверсифікації економіки, механізму вирішення спорів, оцінювання, підтримки та моніторингу ОЦЗ, захисту місць особливого культурного, екологічного та іншого значення, зменшення впливів природних небезпек;

- визначені FSC національним стандартом права громадськості в рамках інформування та залучення до прийняття рішень щодо лісів і ведення господарства не суперечать законодавству України та можуть бути реалізовані в рамках чинного законодавчого поля, визначаючи в окремих випадках додаткові добровільні зобов'язання утримувачів FSC сертифікатів;
- FSC національний стандарт переважно не конкретизує способів інформування чи форм і засобів залучення зацікавлених та інших сторін до прийняття рішень щодо лісів та ведення господарства, проте акцентує увагу на доречності зазначених вище задля досягнення цілей.

Перспективи подальших досліджень полягають у пошуку механізмів активізації участі громадськості у процесах лісової сертифікації, обґрунтуванні найбільш ефективних способів їх інформування та залучення до прийняття рішень щодо лісів.

### Список літератури

- Beckley, T. M., Parkins, J. R., & Sheppard, S. R. J. (2006). *Public Participation in Sustainable Forest Management: A Reference Guide*. <https://doi.org/10.7939/R3NG4GS82>.
- Chernyavskyy, M., Soloviy, I., Henyk, Y., Kaspruk, O., Henyk, O., Melnykovych, M., Herasym, H., & Savka, V. (2011). *Problems of local community access to forest resources and illegal cutting in the forests of the Carpathians and west Polissia*. Lviv: Zelenyi Khrest, Liga-Press [in Ukrainian].
- FSC Document Center. Retrieved from <https://ic.fsc.org/en/document-center>.
- Kangas, A., Laukkanen, S., & Kangas, J. (2006). Social choice theory and its applications in sustainable forest management: a review. *Forest Policy and Economics*, 9 (1), 77–92. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2005.02.004>.
- Kravets, P. V., Pavlishchuk, O. P., Rozvod, S. V., Stankevych-Volosyanchuk, O. I., & Kremetska, E. A. (2012). *Public participation in forest management*. Kyiv: TOV "KOM-PRINT". Retrieved from <http://sfmu.org.ua/files/Uchast.pdf> [in Ukrainian].
- Law of Ukraine "About information". № 2657-XII (1992). Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2657-12> [in Ukrainian].
- Law of Ukraine "About local self-government in Ukraine". № 280/97 (1997). Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/280/97-%D0%B2%D1%80> [in Ukrainian].
- Law of Ukraine "On Access to Public Information". № 2939 (2011). Retrieved from: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2939-17> [in Ukrainian].
- Law of Ukraine "On Appeal of Citizens". № 393/96 (1996). Retrieved from: <https://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/393/96-%D0%B2%D1%80> [in Ukrainian].
- Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine "The procedure of conducting public consultations on the issues of state policy formation and implementation". № 996 (2010). Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/996-2010-%D0%BF> [in Ukrainian].
- Sarvašová, Z., Dobšínská, Z., & Šálka, J. (2014). Public participation in sustainable forestry: the case of forest planning in Slovakia. *Forest-Biogeosciences and Forestry*, 7 (6), 414–422. <https://doi.org/10.3832/ifer1174-007>.
- Soloviy, I. P., Nijnik, M. S., Deyneka, A. M., & Melnykovych, M. P. (2017). Reimagining forest policy, institutions and instruments through concepts of ecosystem services and social innovations: a focus on Ukraine. *Scientific Bulletin of Ukrainian National Forestry University*, 27 (8), 82–87. <https://doi.org/10.15421/40270812>.
- Soloviy, I. P. (2010). *Sustainable Development Policy for the Forest Sector: paradigm and tools*. Lviv: NLTU of Ukraine, Liga-Press [in Ukrainian].

- Synyakevych, I. M., Deyneka, A. M., Holovko, A. A. ... Polovskyy, A. (2014) *Ecologization of forest use in the context of overcoming global environmental threats*. Lviv: Kamula [in Ukrainian].
- The FSC National Forest Stewardship Standard of Ukraine FSC-STD-UKR-01-2019 V 1-0. Retrieved from <https://fsc.org/en/document-centre/documents/resource/428>.
- 

**Pavlishchuk, O. P., Kravets, P. V. (2020). Interactions with interested stakeholders in accordance with the FSC National Forest Stewardship Standard of Ukraine. *Ukrainian Journal of Forest and Wood Science*, 11 (1), 55–65.**

<https://doi.org/10.31548/forest2020.01.055>.

*The relevance of the research is determined by the entry into force of the FSC National Forest Stewardship Standard of Ukraine, part of which is the requirements for ensuring effective public relations. Accordingly, the study outlines the rights of interested stakeholders and affected stakeholders defined by the FSC national standard for the transparency and openness of the forest certification process.*

*Achieving the aim has led to the use of analysis, synthesis and comparison methods to make reasonable conclusions about the rights of interested and affected stakeholders defined by the requirements of the FSC national standard, and about the mechanism of their practical implementation in accordance with the legislation of Ukraine.*

*The research determined that the FSC standard requirements provide for both appropriate informing and engagement of interested and affected stakeholders in forest decision-making at the planning, implementation and monitoring of management activity. The FSC-defined rights of these stakeholders do not contradict the laws of Ukraine and in some cases impose additional voluntary obligations on FSC certificate holders.*

*It has been found that forestry enterprises shall engage interested and affected stakeholders on the scope that their activities impact the rights of those stakeholders. That is, these stakeholders can require the exercise of their legal rights but cannot require the suspension or revocation of a permit to conduct management activities of the enterprise.*

*Key areas of informing and engagement of interested and affected stakeholders, in accordance with the FSC national standard, related to avoiding negative social, environmental and economic impacts of management activities, supporting opportunities for local social and economic development, dispute resolution process, and assessment, maintenance and monitoring of High Conservation Values, protection sites which are of special cultural, ecological and other importance.*

*It is justified that the FSC national standard does not specify the ways of informing or forms and means of the engagement of interested and affected stakeholders in forest decision-making but emphasizes their reasonability to achieve the goals.*

*The perspective for further research is to justify mechanisms to increase public participation in forest certification processes and the most effective ways of informing and engaging them in forest decision-making process.*

**Keywords:** FSC criteria and indicators, forest certification, informing, engagement, publicity, planning and monitoring of activities, legal right, legal requirements.

---

Отримано: 2020-02-17



## ОХОРОНА РАРИТЕТНИХ УГРУПОВАНЬ ЛІСОВОЇ РОСЛИННОСТІ УКРАЇНИ: СУЧАСНИЙ СТАН І ЗАГРОЗИ

**П. М. УСТИМЕНКО**, доктор біологічних наук, старший науковий співробітник

<http://orcid.org/0000-0001-6477-5954>, e-mail: [\\_paust\\_@ukr.net](mailto:_paust_@ukr.net)

Інститут ботаніки імені М. Г. Холодного НАН України

**С. Ю. ПОПОВИЧ**, доктор біологічних наук, професор

<http://orcid.org/0000-0003-3445-5014>, e-mail: [n8u5k0@ukr.net](mailto:n8u5k0@ukr.net)

**Б. Є. ЯКУБЕНКО**, доктор біологічних наук, професор

<http://orcid.org/0000-0002-1308-5723>, e-mail: [botaniky@ukr.net](mailto:botaniky@ukr.net)

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Ліси вирізняються відкритими екосистемами зі складним рівнем організації взаємопов'язаних компонентів. Загальне планетарне значення лісів є очевидним, як і те, що вони є водночас наймісткішими берегами й осередками біорізноманітності. Зауважено, що серед багатьох природоохоронних проблем пріоритетною залишається збереження фітоценофонду як функціональної основи біосфери і, насамперед, раритетного фітоценофонду. Установлено, що стан раритетних лісових угруповань України за останні кілька десятиліть суттєво змінився. Аргументовано необхідність охорони лісових раритетних угруповань. Метою роботи були збирання та зведення відомостей про сучасний стан рідкісних лісових угруповань, оцінка їхньої представленості на територіях біосферних і природних заповідників і національних природних парків, здійснення оцінки новітніх загроз раритетному лісоценорізноманіттю в Україні. Польові дослідження проводили класичними геоботанічними методами (детально-маршрутний, закладка пробних майданчиків, геоботанічний опис). Визначено, що нині раритетний фітоценофонд лісової рослинності України представлений 308 асоціаціями (38 % усього раритетного фітоценофонду), які належать до 23 формацій. Проаналізовано раритетний фітоценофонд лісової рослинності, який представлений у Зеленій книзі України (2009) за показниками характеру асоційованості домінантів, ботаніко-географічної значущості, соціологічним статусом, потенціалом природної відновлюваності. Охарактеризовано сучасний стан поширення лісових раритетних асоціацій в Україні. Установлено рівні представленості їх у біосферних (БЗ) і природних заповідниках (ПЗ) і національних природних парках (НПП), де вони репрезентовані 218 раритетними асоціаціями 22 формацій. Вони охороняються у 45 природно-заповідних територіях (ПЗТ) вищих категоріальних рангів, зокрема – у двох БЗ, 11 – ПЗ, 32 – НПП. Серед лісових формацій найвищий ступінь представленості в системі зазначених ПЗТ мають раритетні фітоценози формацій звичайнодубової (*Querceta roboris*), які охороняються у двох ПЗ і 20 НПП; звичайнососнової (*Pineta sylvestris*) – у шести ПЗ, 10

НПП; лісовобукової (*Fageta sylvaticae*) – в одному БЗ, двох ПЗ і 12 НПП. Зроблено висновок, що системна організація режимів збереження раритетного лісоценофонду сприятиме підтриманню фітоценогенетичного потенціалу, формуванню стійких фітоценозів і забезпеченню екологічної рівноваги рослинного покриву лісів.

**Ключові слова:** лісова рослинність, раритетна лісова асоціація, раритетний лісоценофонд, Зелена книга України, природно-заповідні території.

**Актуальність.** Проблема охорони лісових екосистем є комплексною й однією із найактуальніших у світі, адже на планеті провідна біосферна роль властива саме лісам, які займають 28 % простору суші Землі й дають близько 90 % її біомаси. Їм належить рекорд кількості та якості видової різноманітності на одиницю площі (473 види рослин на 1 га), у них зосереджено 80 % ще не відомих науці видів тварин і 30 % видів рослин (Global Biodiversity Assessment, 1995). Ця проблема нерозривно пов'язана з екозбалансованим і раціональним використанням лісових ресурсів, оскільки для людини вони є головним джерелом матеріального та екосоціального життя.

Також важливою складовою цієї проблеми є науково обґрунтоване виділення фітоценотичних об'єктів збереження як частини єдиного біотичного комплексу лісів. Оскільки значну частину лісів тією чи тією мірою уже змінено і надалі в умовах потепління клімату та з підвищенням дефіциту силовини ліси зазнаватимуть ще глибших змін, виділення в науковому відношенні особливо цінних лісових об'єктів набуває першочергового значення. Саме тому в світовій практиці пріоритетними завданнями, що потребують розв'язання, є комплексні дослідження природної лісової рослинності в контексті її збереження та відновлення.

Знання про ліси в історичному аспекті стали теоретичною, мето-

дологічною і практичною основою охорони природи, яка є одним із найважливіших пріоритетів сучасної екологічної політики. Важливою складовою фітоценотичного покриву, і насамперед лісового, який є біотичною основою функціонування біосфери, її еволюції та підтримання екозбалансованого стану, є раритетний фітоценофонд. Він містить цікаві за походженням і поширенням, а також за фітоценотичною структурою рослинні угруповання. Їхнє збереження є необхідною передумовою забезпечення філоценогенезу рослинного покриву в межах різних природно-географічних зон та окремих природних локаціях України (Popovych, 2002; Stoyko & Shelyag-Sosonko, 2005).

За нашими та інших учених спостереженнями, стан раритетних лісових угруповань України за останні кілька десятиліть суттєво змінився. Зокрема, значно зменшилася кількість їхніх локалітетів, змінився фітоценотичний зміст угруповань. Тому за результатами новітніх фітоценологічних досліджень та оцінювання сучасного стану забезпечення їхнього збереження очевидним синфітосозологічним завданням сьогодення є проведення якомога найповнішої інвентаризації цієї категорії синтаксонів.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Історія ідентифікації та мотивування до охорони раритетних фітоценозів загалом ще не є давньою.

Вона розпочалася десь близько півстоліття тому завдяки ідеям Є. М. Лавренка. Однак із широкого спектра раритетних і малопоширених в Україні рослинних угруповань у цій публікації ми проаналізуємо лише ті лісові синтаксони, які мають офіційний статус збереження.

У цьому контексті С. М. Стойко (Stoyko, 1982, 1986) уперше обґрунтував необхідність розроблення і видання «Зеленої книги СРСР», присвяченої раритетним синтаксонам різних рангів та екологічним засадам їхнього збереження. Згодом наукові погляди щодо охорони раритетних фітоценозів почали набувати популярності й уперше у світовій природоохоронній літературі були реалізовані завдяки зусиллям українських геоботаніків, які розробили теоретичні засади їхнього збереження, обґрунтували показники їх виділення, запропонували структуру «Зеленої книги України» (ЗКУ) і в 1987 р. видали її науковий варіант (Shelyag-Sosonko, 1987), а у 2009 р. – її перше офіційне видання (Didukh, 2009b). Видання ЗКУ має наукове загальнобіологічне, природоохоронне та екосоціальне значення. З методологічного погляду її принциповою перевагою порівняно з «Червоною книгою України» (ЧКУ) (Didukh, 2009a) є системний підхід, а з практичного – збереження як генетичних, так і функціональних основ рослинного покриву України.

**Мета дослідження.** Головною метою цієї статті є комплексний аналіз кількісного та якісного складу, а також сучасного стану раритетних лісових фітоценозів, які занесено до «Зеленої книги України» (2009). Також дослідження було спрямовано на оцінювання ступеня репрезентативності цих рослинних угруповань на територіях біосферних і природних запо-

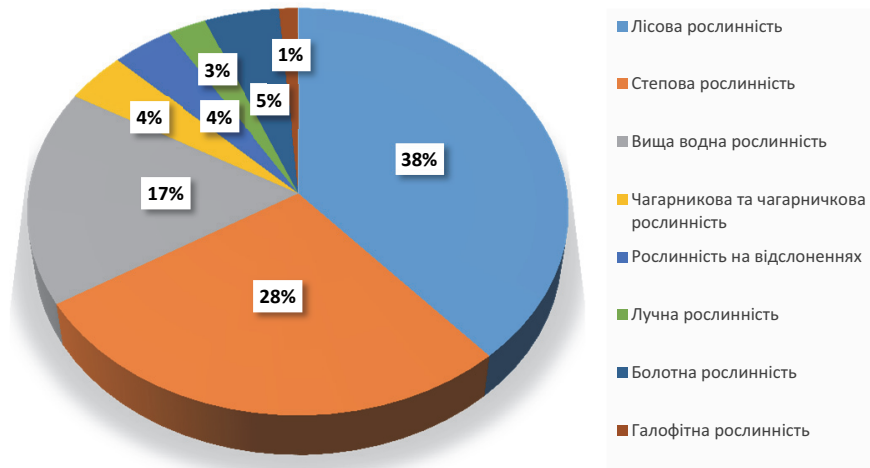
відників та національних природних парків. Здійснено оцінку новітніх загроз раритетному лісовому фітоцено-різноманіттю в Україні.

#### **Матеріали і методи дослідження.**

Матеріалами для досліджень слугували синфітосозологічні конспекти, які ми опублікували в дендрозозологічних каталогах природно-заповідного фонду окремих природно-географічних регіонів України: Лісостепу (Popovych, 2011), Степу (Popovych, 2014), Українського Полісся (Popovych, 2017), зони широколистяних лісів (Popovych, 2020). Відповідний каталог для Українських Карпат ми готуємо до друку. У цій публікації здійснено аналіз змісту цих конспектів. Польовий фактичний матеріал автори збирали упродовж останніх 40 років в усіх природних регіонах України.

Методологія визначення раритетної фітоценотаксономічної різноманітності базується на методі інвентаризації синтаксонів і матричному методі синфітосозологічної оцінки фітоценофонду (Didukh, 2009b), які добре апробовані у вітчизняній фітоценологічній літературі. Польові дослідження проводили класичними геоботанічними (Yakubenko, Popovych, Ustyimenko et al., 2018) методами (детально-маршрутний, закладка пробних майданчиків, геоботанічний опис). Під час камерального етапу – систематизація польових даних, синфітосозологічний аналіз. Ідентифікацію раритетних синтаксонів лісової рослинності проводили на принципах домінантної класифікації (Didukh, 2009b).

**Результати дослідження та їх обговорення.** Раритетність рослинних угруповань є складним фітоісторичним, фітогеографічним, екологічним і фітоценогічним явищем, зумовленим динамічним процесом філоценогенезу



**Рис. Кількісне співвідношення раритетних асоціацій основних типів рослинності України**

під дією природних, а з четвертинного періоду – і антропогенних чинників. Значущим етапом у визнанні важливості синтаксономічної охорони раритетної рослинності на екосистемному рівні є створення «Зелених книг» як своєрідного реєстру угруповань, що потребують особливої охорони з інформацією про їхню структуру, ценотичні особливості, розповсюдження, соціологічну та наукову цінність, заходи щодо оптимізації режимів збереження та збалансованого використання, ступінь наявної охорони (Stoyko et al., 1998; Popovych, 2002; Stoyko & Shelyag-Sosonko, 2005).

Тривала експлуатація лісів України призвела до радикальних змін їхньої біогічної структури, що не могло не позначитися на їхній ценотичній різноманітності та складі раритетного фітоценофонду. Тому проблема охорони раритетних лісових угруповань завжди була актуальною для України, оскільки вони зазнають повсюдної прямої чи опосередкованої антропогенної трансформації. В офіційному виданні «Зеленої книги України»

раритетний фітоценофонд лісової рослинності представлений 308 асоціаціями (38 % усього раритетного фітоценофонду) (рис.), які належать до 23 формацій – *Abieta albae*, *Acereta pseudoplatani*, *Alneta glutinosae*, *Alneta incanae*, *Arbuteta andrachnis*, *Betuleta borystenicae*, *Fageta sylvaticae*, *Fageta sylvaticae ssp. moesiaca*, *Fraxineta excelsioris*, *Junipereta excelsae*, *Junipereta foetidissima*, *Piceeta abietis*, *Pineta cembrae*, *Pineta kochiana*, *Pineta pallasiana*, *Pineta pithyusae*, *Pineta sylvestris*, *Pistacieta muticae*, *Querceta petraeae*, *Querceta pubescentis*, *Querceta roboris*, *Tilieta argenteae*, *Tilieta platyphylla*, і є найбагатшим серед усіх типів рослинності України. Найбільше раритетних асоціацій у складі формацій *Fageta sylvaticae* (55 асоціацій), *Querceta roboris* (43) та *Pineta sylvestris* (39) (Ustymenko & Dubyna, 2015).

В Україні лісові раритетні асоціації поширені нерівномірно. Здебільшого вони зосереджені в Українських Карпатах (134 асоціації), Гірському

Криму (59) та на Поділлі (53), що відповідає рівням екологічного багатства та лісоценотичної різноманітності цих регіонів (789, 279, 242 лісові асоціації відповідно). У решті природних регіонів вони представлені значно меншою кількістю раритетних асоціацій – від 35 асоціацій у Лісостепу до 14 асоціацій у степовій зоні.

Фітоценози восьми раритетних лісових асоціацій характеризуються унікальним типом асоційованості, 232 – рідкісним, 68 – звичайним. У формуванні фітоценозів 20 асоціацій брали участь види, занесені до Червоного списку МСОП (IUCN RL, 2019); 13 асоціацій утворюють види, занесені до Додатка I Бернської Конвенції про охорону дикої флори і фауни та природних середовищ існування в Європі (Convention, 1979; Andrienko & Onyshchenko, 2008); домінантами різних ярусів лісових угруповань є види з «Червоної книги України» (2009), водночас у 61 асоціації – як домінант головного ярусу деревостану. Ботаніко-географічну значущість мають 299 раритетних асоціацій. Найвищий ступінь соціологічної цінності мають угруповання, сформовані за участю ендемічних видів (23 асоціації) та видів, що в Україні трапляються в диз'юнктивній частині ареалу (33 асоціації). Потенціал природної відновлюваності популяцій домінантних видів угруповань у конкретних екологічних умовах є дуже слабким у 80 раритетних лісових асоціаціях, слабким – 101 асоціації, задовільним – 99, добрим – 28 (Ustyenko & Dubyna, 2015).

Розуміння важливості збереження природних екосистем як останнього притулку типових і раритетних видів рослин, тварин і фітоценозів було дієвим фактором заснування мере-

жі природно-заповідних територій (ПЗТ) різних рангів. Сучасна їхня мережа (станом на 1 січня 2018 р.) налічує 8296 територій та об'єктів загальною площею 4,318 млн га в межах території України (фактична площа 3,985 млн га) та 402 500,0 га в межах акваторії Чорного моря, що становить 6,6 % території держави. У системі природно-заповідного фонду найефективніше охорона та збереження раритетної фітоценологічності реалізуються у категоріях найвищого рангу – біосферних (БЗ) і природних (ПЗ) заповідниках та національних природних парках (НПП), у яких організовані відповідні інституції за додержанням режимів їхньої охорони та використання.

Лісову рослинність на територіях згаданих ПЗТ репрезентовано 218 раритетними асоціаціями 22 формацій. Вони охороняються у 45 ПЗТ вищих категоріальних рангів, у тому числі – у двох БЗ, 11 – ПЗ, 32 – НПП. Серед лісових формацій найвищий ступінь представленості в системі цих ПЗТ мають раритетні фітоценози формацій звичайнодубової (*Querceta roboris*), які охороняються у двох ПЗ і 20 НПП; звичайнососнової (*Pineta sylvestris*) – у шести ПЗ, 10 НПП; лісовобукової (*Fageta sylvaticae*) – в одному БЗ, двох ПЗ і 12 НПП (табл.). Високу представленість мають раритетні угруповання формацій скельнодубових (*Querceta petraeae*), сіровільхових (*Alneta incanae*), яворових (*Acereta pseudoplatani*) лісів (відповідно в 9, 9, 7 ПЗТ). Із представленістю від двох до п'яти на територіях згаданих об'єктів ПЗФ трапляється решта формацій. Раритетні угруповання шести формацій – сріблястоліпових (*Tilieta argenteae*), широколистолипових (*Tilieta platyphyllae*),

### Кількісна представленість раритетних угруповань формацій лісової рослинності на територіях БЗ, ПЗ і НПП України

Формация	Наявність раритетних асоціацій на ПЗТ		
	Біосферний заповідник	Природний заповідник	Національний природний парк
1. <i>Abieta albae</i>	–	–	1
2. <i>Acereta pseudoplatani</i>	1	–	6
3. <i>Alneta glutinosae</i>	–	–	2
4. <i>Alneta incanae</i>	1	1	7
5. <i>Arbuteta andrachnis</i>	–	2	–
6. <i>Betuleta borysthénicae</i>	1	–	3
7. <i>Fageta sylvaticaе</i>	1	2	12
8. <i>Fageta sylvaticaе ssp. moesiacaе</i>	–	2	–
9. <i>Fraxineta excelsioris</i>	–	–	1
10. <i>Junipereta excelsioris</i>	–	4	–
11. <i>Junipereta foetidissimaе</i>	–	1	–
12. <i>Pineta cembrae</i>	–	1	1
13. <i>Pineta kochianaе</i>	–	2	–
14. <i>Pineta pallasianaе</i>	–	3	–
15. <i>Pineta pithyusae</i>	–	1	–
16. <i>Pineta sylvestris</i>	–	6	10
17. <i>Pistacieta muticaе</i>	–	2	–
18. <i>Piceeta abietis</i>	1	1	3
19. <i>Querceta roboris</i>	–	2	20
20. <i>Querceta petraeae</i>	1	–	8
21. <i>Tilieta argenteae</i>	1	–	–
22. <i>Tilieta platyphyllae</i>	1	–	–

білоялицевих (*Abieta albae*), звичайноясеневих (*Fraxineta excelsioris*), піцундськососнових (*Pineta pithyusae*) лісів та смердючояловцевих рідколісь (*Junipereta foetidissimae*) – представлені лише на одній ПЗТ.

Для з'ясування сучасного стану забезпечення охороною досліджених фітоценозів варто вдатися до прийому їхньої градації або групування. За рівнем забезпеченості охороною ценофондів раритетних лісових формацій останні поділяють на групи ви-

сокого, середнього та низького рівня забезпеченості охороною в системі БЗ, ПЗ і НПП. Під рівнем забезпеченості охороною розуміють частку раритетного ценофонду лісової формації, що охороняється в ПЗТ, від загальної кількості синтаксонів усього раритетного фітоценофонду формації. Розглянемо кількісний та якісний склад синтаксонів кожної із цих груп.

До першої групи високого рівня забезпеченості охороною належать формації, частка раритетних асоціа-



цій яких у системі ПЗТ категорій вищого рангу становить 75–100 %. Це формації: високояловцева (*Junipereta excelsae*), європейськокедровососнова (*Pineta cembrae*), кохасоснова (*Pineta kochianae*), кримськососнова (*Pineta pallasianae*), лісовобукова (*Fageta sylvaticae*), пічундськососнова (*Pineta pithyusae*), сіровільхова (*Alneta incanae*), смердючояловцева (*Junipereta foetidissima*), сріблястолипова (*Tilieta argenteae*).

До другої групи середнього рівня забезпеченості охороною (50–74 %) належать формації: дніпровськостерезова (*Betuleta borystenicae*), дрібноплодосунічинова (*Arbuteta andrachnis*), звичайнодубова (*Querceta roboris*), звичайнососнова (*Pineta sylvestris*), скельнодубова (*Querceta petraeae*), широколистолипова (*Tilieta plathyphyllae*), яворова (*Acereta pseudoplatani*).

Третя група низького рівня забезпеченості охороною (< 50 %) охоплює формації: білоялицеву (*Abieta albae*), європейськоялинову (*Piceeta abietis*), звичайноясеневу (*Fraxineta excelsioris*), клейковільхову (*Alneta glutinosae*), туполистофісташкову (*Pistacieta muticae*).

Найбільша кількість раритетних лісових асоціацій охороняється у Карпатському БЗ – 53 асоціації семи формацій, причому їхня лівова частка припадає на лісовобукові (30 асоціацій) і скельнодубові (13 асоціацій) ліси. Варто зазначити, що в Карпатському БЗ зберігається 24,3 % раритетних лісових асоціацій усього раритетного лісоценофонду України. Водночас для цієї території описано 12 нових для ЗКУ раритетних лісових асоціацій. Багатим раритетним ценофондом вирізняються ліси, що охороняються в Ялтинському ПЗ (31 асоціація шести формацій). На його території описано сім нових раритетних

асоціацій лісової рослинності. Велику групу, а саме 12, становлять ПЗТ зазначених категорій (3 – ПЗ; 9 – НПП), на території яких охороняються від 10 до 19 раритетних лісових асоціацій. Усього по одній раритетній асоціації лісової рослинності є на територіях таких НПП: «Білобережжя Святослава», «Бойківщина», «Бузький Гард», «Мезинський», «Нобельський», «Пирятинський», «Прип'ять-Стохід».

Разом з тим, потрібно вказати й на те, що сучасними дослідженнями не підтверджується наявність низки раритетних угруповань на територіях ПЗФ вищих категорій, про які зазначали багато дослідників у роботах другої половини минулого століття. Зокрема: скельнодубово-звичайнососновий ліс звичайноорляковий (*Querceto (petraeae)–Pinetum (sylvestris) pteridiosum (aquilini)*), скельнодубово-звичайнососновий ліс чорницевий (*Querceto (petraeae)–Pinetum (sylvestris) vaccinosum (myrtilli)*) (Карпатський НПП); яворовий ліс ведмежоцибулевий (*Aceretum (pseudoplatani) alliosum (ursini)*) (Ужанський НПП); лісовобуково-білоялицевий ліс волосистоосоковий (*Fageto (sylvaticae)–Abietum (albae) caricosum (pilosae)*), звичайнограбово-лісовобуково-білоялицевий ліс запашнопідмаренниковий (*Carpinetum (betuli)–Fageto (sylvaticae)–Abietum (albae) galiosum (odorati)*), звичайнограбово-лісовобуково-білоялицевий ліс зеленчуковий (*Carpinetum (betuli)–Fageto (sylvaticae)–Abietum (albae) galeobdolosum (lutei)*), звичайнососново-європейськоялиново-білоялицевий ліс звичайноквасеницевий (*Pineto (sylvestris)–Piceeta (abietis)–Abietum (albae) oxalidosum (acetosellae)*), звичайнососново-білоялицевий ліс складчастоожинний

(*Pineto (sylvestris)*–*Abietum (albae) rubosum (plicati)*) (ПЗ «Розточчя»); ялицево–звичайнодубовий ліс гайвоожиково–рунянковий (*Abieto (albae)*–*Quercetum (roboris) luzuloso (luzuloiditis)*–*polytrichosum*), ялицево–звичайнодубовий ліс жіночобезщитниковий (*Abieto (albae)*–*Quercetum (roboris) athyriosum (felix-feminae)*), ялицево–звичайнодубовий ліс запашнопідмаренниковий (*Abieto (albae)*–*Quercetum (roboris) galiosum (odorati)*), ялицево–звичайнодубовий ліс зеленчуковий (*Abieto (albae)*–*Quercetum (roboris) galeobdolosum (lutei)*), ялицево–звичайнодубовий ліс квасеницевий (*Abieto (albae)*–*Quercetum (roboris) oxalidosum (acetosellae)*), ялицево–звичайнодубовий ліс звичайноквасеницево–рунянковий (*Abieto (albae)*–*Quercetum (roboris) oxalidosum (acetosellae)*–*polytrichosum*), ялицево–звичайнодубовий ліс трясушкоосоковий (*Abieto (albae)*–*Quercetum (roboris) caricosum (brizoiditis)*), ялицево–звичайнодубовий ліс шорсткоожиново–зеленомоховий (*Abieto (albae)*–*Quercetum (roboris) ruboso (hirtae)*–*hylocomiosum*) (НПП «Бойківщина», НПП «Сколівські Бескиди»); ялицево–скельнодубовий ліс перелісковий (*Abieto (albae)*–*Quercetum (petraeae) mercurialidosum (perennis)*), ялицево–скельнодубовий ліс плющовий (*Abieto (albae)*–*Quercetum (petraeae) hederosum (helicis)*) (Кузійський заповідний масив Карпатського БЗ).

Природно-заповідними територіями вказаних категорій, у яких охороняються раритетні лісові фітоценози, охоплено всю територію України. На Українському Поліссі вони рівномірно розподілені по регіону. У західній частині ліси охороняються у Шацько-

му, «Прип'ять–Стохід», Нобельському НПП, Рівненському та Черемському ПЗ, у центральній – у Поліському ПЗ, у східній – в НПП «Мезинському». Забезпеченість охороною асоціацій характеризується середнім рівнем. Зазначимо також, що загалом на ПЗТ Українського Полісся в межах двох типів рослинності налічується 78 дендросоценозів, із яких 63 лісові й 15 болотних, а також 14 вікових дендроценозів (Ророчуш, 2017).

Раритетні лісові фітоценози подільської частини зони широколистяних лісів України охороняються у ПЗ «Розточчя», «Медобори» та НПП «Яворівському», «Галицькому», «Хотинському», «Дермансько-Острозькому», «Дністровський каньйон», «Північне Поділля», «Кременецькі гори». У цьому регіоні лісові асоціації характеризуються середнім і високим рівнем забезпеченості охороною. Там налічується всього 128 дендросоценозів, з яких 115 лісових, дві власне чагарникові, вісім чагарникових степів і три болотні раритетні дендроасоціації; 21 субформація представлена на 130 ділянках заповідних старовікових лісів (Ророчуш, 2020).

В Українських Карпатах наявна найчисельніша в Україні група ПЗТ високого категоріального рангу (Карпатський БЗ, ПЗ «Горгани», НПП «Бойківщина», «Верховинський», «Гуцульщина», «Зачарований край», «Карпатський», «Синевир», «Сколівські Бескиди», «Ужанський»), у яких охороняються раритетні лісові фітоценози лісових формацій регіону. У них добре репрезентовані рідкісні зональні лісовобукові і європейськоялинові ліси, яворові і європейськокедровососнові ліси, проте недостатньо є представленість білоялицевих, дубових, сіровільхових лісів. Лісові асоціації всіх

ПЗТ характеризуються високим і середнім рівнем забезпеченості охороною. Загалом в Українських Карпатах за нашими даними заповідано 346 раритетних асоціацій, з яких 288 лісові.

Раритетні угруповання лісів Гірського Криму охороняються у чотирьох ПЗ («Кримському», «Карадазькому», «Ялтинському гірсько-лісовому», «Мис Мартьян»). Рівень забезпеченості їх охороною є високим і середнім.

У степовій зоні лісові раритетні асоціації зберігаються у Чорноморському БЗ, Українському степовому ПЗ і 5 НПП («Білобережжя Святослава», «Бузький Гард», «Великий Луг», «Олешківські піски», «Святі гори»). Найчастіше в них представлені раритетні фітоценози звичайнодубових і дніпровськоберезових лісів із низьким рівнем забезпеченості охороною. Загалом у цьому природно-географічному регіоні налічується 243 дендросоасоціації, з яких 77 лісових, 23 власне чагарникові, 90 чагарникових степів, 49 напівчагарникових степів, а також чотири раритетні дендроасоціації солончаків. Три субформації представлені на 17 ділянках заповідних старовікових лісів (Рорувч, 2014).

У лісостеповій зоні лісові фітоценози охороняються лише в шести НПП, по три з яких розташовані на Правобережжі («Голосіївський», «Кармелюкове Поділля», «Подільські Товтри») та Лівобережжі («Білоозерський», «Пирятинський», «Слобожанський») регіону. У них представлені раритетні фітоценози звичайнодубових, клейковільхових лісів, лісовобукових і скельнодубових лісів. Рівень забезпеченості охороною лісових асоціацій є середнім і низьким. У цілому заповідний дендроценотичний фонд Лісостепу України налічує: 85 автохтонних раритетних синтаксонів

(74 лісові, 10 чагарникових і один синтаксон чагарничкових степів); дев'ять субформацій представлені на заповідних ділянках старовікових лісів (Рорувч, 2011).

Отже, раритетний фітоценофонд лісової рослинності України вирізняється високими рівнями забезпеченості охороною та представленості в системі БЗ, ПЗ і НПП. Варто зауважити, що низка раритетних асоціацій охороняється лише в одній природно-заповідній території, а це є недостатнім і ризикованим. Тому для них необхідно встановити особливий режим із застосуванням біотехнічних і созотехнічних заходів охорони і фітоценотичного моніторингу.

Поліпшення стану раритетної лісової рослинності України можливе лише за умови чіткого аналізу усіх чинників негативного характеру, які впливають на нього і можуть перевищити порогові рівні його функціонування в природному режимі. Раритетні лісові угруповання є ековразливими природними утвореннями, оскільки мають низький ступінь спроможності протистояти негативним впливам джерел загроз, тому більшість із них змінюються під впливом зовнішніх факторів. Негативним наслідком такого перевищення є розбалансування механізмів формування структурно-функціональних характеристик з елементами незворотності процесів, їхнього спрощення, дестабілізації та деградації.

Синергідна дія природних та антропогенних шкочинних факторів негативно позначається на раритетній лісовій рослинності України. Із цих загальних позицій загрозливими для раритетної лісової рослинності є зміни, що спричинені різними як природними, так в антропогенними чинниками.

За результатами наших досліджень були з'ясовані основні загрози, де поряд із традиційними видами загроз, що не мають тенденції до зменшення, наприклад, рубання деревостану лісів, низові та верхові пожежі, нерегульована рекреація, випасання, спостерігаються і нові. Серед нових антропоїчних загроз треба наголосити на неконтрольованому видобуванні бурштину, яке впливає на стан та функціонування раритетних угруповань як безпосередньо (фізичне знищення), так і опосередковано (падіння або підвищення рівнів ґрунтових вод). Установлено посилення загроз і природного характеру. На тлі глобального та регіонального потепління клімату спостерігається збільшення пошкоджень хвойних лісів стовбуровими шкідниками і офіостомовими грибами (збудники синяви деревини). Від цього страждають як типові фітоценози, так і раритетні.

Загалом рівень суспільного сприйняття важливості збереження раритетних лісових угруповань у країні є недостатнім. Тому актуальним питанням в Україні нині є забезпечення належної інформаційно-пропагандистської підтримки заходів щодо їхнього збереження. Першочергові кроки в цьому напрямі мають передбачати висвітлення основних питань цієї проблеми в пресі, на радіо, телебаченні, підготовку наукових монографій, брошур, статей, буклетів і розповсюдження їх серед власників і постійних користувачів лісів і населення. Суть, форми і методи процесу збереження раритетних лісових фітоценозів мають стати обов'язковими складовими елементами навчальних програм підготовки фахівців біологічного, екологічного, лісогосподарського, аграрного, садово-паркового профілів, однак

для їхньої реалізації необхідно втілювати системний підхід до вивчення раритетного біорізноманіття, способів його охорони, збереження, відтворення та екобалансованого використання на наукових засадах сучасних доктрин природно-заповідної справи.

**Висновки і перспективи.** Аналіз стану охорони раритетної лісової рослинності показав, що вона є типологічно і синтаксономічно репрезентативною у системі ПЗТ України найвищого соціологічного рангу. Рівень забезпеченості охороною для більшості раритетних асоціацій є високим і середнім, у незначній кількості формацій – низьким. Незначна кількість раритетних асоціацій охороняється лише в одному ПЗТ, що є недостатнім. Низка асоціацій, що охороняються, представлені невеликими фрагментами, або угрупованнями з ослабленим едифікаторним значенням головних компонентів. Організація охорони раритетного лісоценофонду сприятиме підтриманню фітоценогенетичного потенціалу, формуванню біологічно стійких угруповань, стабілізації екологічного стану регіонів тощо. У практичному аспекті отримані результати доцільно застосувати в лісовому господарстві як моделі у разі створення лісонасаджень, близьких за своєю якістю до корінних типів лісу. Важливе значення вони мають і для розширення природно-заповідної мережі та створення генетичних еталонів лісу.

Установлено, що більшість виявлених основних загроз раритетному фітоценорізноманіттю є характерними для всієї території України. Незначна їхня кількість має вузько регіональний характер або мають вплив у межах певного типу екосистем (рубки лісу, біотичне забруднення).

### Список літератури

- Andrienko, T. L., & Onyshchenko, V. A. (Eds.). (2008). *Methodical aspects of introduction of international program "Important Plant Areas" in Ukraine*. Kyiv: Aristey [in Ukrainian].
- Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats*. (1979). Bern.
- Didukh, Ya. P. (2009a). *Red Data Book of Ukraine*. Vegetable Kingdom. Kyiv: Global-consulting [in Ukrainian].
- Didukh, Ya. P. (Ed.). (2009b). *Green book of Ukraine*. Kyiv: Alterpress [in Ukrainian].
- Global Biodiversity Assessment*. (1995). Cambridge University Press.
- Popovych, S. (2002). *Syphitososology of Ukrainian forests*.: Academic Periodicals [in Ukrainian].
- Popovych, S. Yu. (Ed.). (2014). *The dendrosozoological the catalogue of natural-reserved fund of the Steppe of Ukraine*. Kyiv: Komprint [in Ukrainian].
- Popovych, S. Yu. (Ed.). (2011). *The dendrosozoological the catalogue of natural-reserved fund of the Forest-steppe of Ukraine*. Kyiv: Agrar Media Grup [in Ukrainian].
- Popovych, S. Yu. (Ed.). (2017). *The dendrosozoological the catalogue of natural-reserved fund of Ukrainian Polissya*. Kyiv: Komprint [in Ukrainian].
- Popovych, S. Ju. (Ed.). (2020). *The dendrosozoological the catalogue of natural-reserved fund of the broad-leaved forest zone of Ukraine*. Kyiv: CP "Komprint" [in Ukrainian].
- Shelyag-Sosonko, Yu. R. (Ed.). (1987). *Green Book of the Ukrainian SSR: Rare, Endangered and Typical Plant Communities in Need of Protection*. Kyiv: Naukova dumka [in Russian].
- Stoyko, S. (1982). Categorizing of rare, unique and typical phytocoenoses and their integral zoological estimation. *Materials of the I All-Union conferences on the protection of rare plant communities*. Moscow: Science, 5–7 [in Russian].
- Stoyko, S. (1986). Ecological principles of guard of phytocoenotic pool Carpathians and categorizing of rare phytocoenoses. *Inf. bull. by probl. "Protection of ecosystems (biogeocoenoses) and landscapes"*. Bratislava, 59–64 [in Russian].
- Stoyko, S. M., & Shelyag-Sosonko, Yu. R. (2005). Rare phytocoenotic pool of Ukraine and conception of the national green data book. *Ukrainian Botanical Journal*, 62 (5), 611–623 [in Ukrainian].
- Stoyko, S., Milkina, L., Yaschenko, P., et al. (1998). *Rare phytocoenoses of the western regions of Ukraine (The regional "Green Book")*. L'viv: Polli [in Ukrainian].
- Ustymenko, P. M., & Dubyna, D. V. (2015). Forest rare coenotic diversity of Ukraine: national aspect of protection. *Bulletin of Cherkasy University. Series "Biological Sciences"*, 19, 127–133 [in Ukrainian].
- Yakubenko, B., Popovych, S., Ustymenko, P., et al. (2018). *Geobotany: methodical aspects of research*. Tutorial. Kyiv: Lira K [in Ukrainian].

---

**Ustymenko, P. M., Popovych, S. Yu., Yakubenko, B. Ye. (2020). Protection of rare forest vegetation: current state and threats. *Ukrainian Journal of Forest and Wood Science*, 11 (1), 66–77. <https://doi.org/10.31548/forest2020.01.066>.**

*Forests are characterized as open ecosystems with complex levels of interconnected component organization. The overall planetary value of forests is obvious as well as the fact that they are the most abundant protected areas and centers of biodiversity. It has been noted that conservation of the phytocoenophore as a functional basis of the biosphere, and, above all, a rare phytocoenofund, remains a priority environmental concern. It has been established that the status of rare forest groups*

of Ukraine has changed significantly over the last few decades. The need to protect forest rarities has been argued. The purpose of the work – to collect and summarize information on the current state of rare forest communities, evaluate their presence in the territories of biosphere and nature reserves and national nature parks and assess the latest threats to rare forest habitat in Ukraine. Field studies have been conducted by classical geobotanical methods (detailed route, bookmarking of test sites, geobotanical relevés). It has been determined that nowadays the rare phytocoenofund of the forest vegetation of Ukraine is represented by 308 associations (38% of the total rare phytocoenofund) belonging to 23 formations. The rare phytocoenofund of the forest vegetation, presented in the Green Paper of Ukraine (2009), has been analyzed by indicators of the association of dominant species, botanical and geographical significance, zoological status, and potential of natural regeneration. The current state of distribution of forest rare associations in Ukraine has been characterized. The levels of their representation in the biosphere (BR) and nature reserves (NR) and national nature parks (NNPs) have been established, where they are represented by 218 rare associations of 22 formations. They are protected in 45 nature reserves (PZT) of the highest categorical ranks, including – in two PAs, 11 – PAs, 32 – NPPs. Among the forest formations, the highest degree of representation in the system of the mentioned PAs are rare phytocoenoses of the *Querceta roboris* formations, which are protected in two PAs and 20 NNPs; *Pineta sylvestris* – in six PA, 10 NPP; *Fageta sylvaticae* – in one BR, two PA and 12 NPP. It has been concluded that the systematic organization of regimes of conservation of rare forest fund will contribute to the maintenance of phytocoenogenetic potential, the formation of stable phytocoenoses and ecotopic balance of the vegetation cover of forests.

**Keywords:** forest vegetation, association of rare forest, rare forest phytocoenofund, Green book of Ukraine, naturally-protected areas.

---

Отримано: 2020-01-24



---

## СПАДКОВІ ОЗНАКИ СТІЙКОСТІ ДО КОРЕНЕВОЇ ГУБКИ СІЯНЦІВ СОСНИ, ВИРОЩЕНИХ ІЗ НАСІННЯ ДЕРЕВ В ОСЕРЕДКАХ УСИХАННЯ

---

**І. М. УСЦЬКИЙ**, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник

<http://orcid.org/0000-0002-7662-8721>, e-mail: [ustskiy@uriffm.org.ua](mailto:ustskiy@uriffm.org.ua)

**О. А. МИХАЙЛІЧЕНКО**, науковий співробітник

<http://orcid.org/0000-0002-2784-1737>, e-mail: [mihaylichenko@uriffm.org.ua](mailto:mihaylichenko@uriffm.org.ua)

**В. А. ДИШКО**, молодший науковий співробітник

<http://orcid.org/0000-0002-2553-109X>, e-mail: [valya\\_dishko@ukr.net](mailto:valya_dishko@ukr.net)

Український науково-дослідний інститут лісового господарства  
агрорісомеліорації імені Г. М. Висоцького

Чисті соснові насадження, що створені на землях, які перебували у сільськогосподарському користуванні, як правило, уражуються кореневими гнилями, збудником яких є гриб класу базидіоміцети – коренева губка (*Heterobasidion appositum* (Fr.) Bref). Радикальних методів боротьби з хворобою, незважаючи на більш ніж 200-річний період досліджень у різних країнах світу, немає до цього часу. Тому альтернативним напрямом розв'язання цієї проблеми є селекція сосни на стійкість до хвороби. Метою дослідження було вивчення біометричних характеристик репродуктивного та садивного матеріалу дерев сосни звичайної з різною стійкістю до кореневої губки. Дослідження проводили в чистому 60-річному сосновому насадженні, ураженому кореневою губкою, в умовах Харківської області. Результати дослідження біометричних показників репродуктивних органів дерев сосни звичайної з різною стійкістю до кореневої губки свідчать, що дерева з підвищеною резистентністю характеризуються більшою середньою масою шишки, порівняно із ураженими і неураженими хворобою деревами, та близькою до неуражених дерев масою 1000 шт. насіння. Біометричні характеристики однорічних сіянців сосни, вирощених у теплиці з насіння «хворих», «здорових» і «стійких» дерев, засвідчили, що характерною ознакою однорічного потомства стійких дерев в осередках кореневої губки є суттєво довші коренева система сіянців, що, вірогідно, і є основним критерієм стійкості сосни до хвороби. На нашу думку, при створенні насаджень, стійких до кореневої губки, потрібно використовувати 20–30 % садивного матеріалу, вирощеного з насіння дерев підвищеної резистентності. В подальшому, з метою вирощування стійких до кореневої губки соснових насаджень, відбірні сіянці з потомства стійких дерев рекомендовано використовувати при створенні соснових насаджень на староорних землях, для заліснення зрубів уражених кореневою губкою насаджень і прогалів в осередках всихання.

**Ключові слова:** осередки кореневої губки, стійкі до кореневої губки дерева, шишки, насіння, біометричні показники сіянців.

**Актуальність.** Сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.) є однією з найбільш економічно цінних порід в Україні. Більшість соснових насаджень є чистими за складом і створені на землях, що перебували в сільськогосподарському користуванні. Ці насадження, як правило, уражуються кореневими гнилями, збудником яких є гриб класу базидіоміцети – коренева губка *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. Поширення хвороби впливає на продуктивність насадження, зумовлює його передчасний розпад, що сприяє масовому розмноженню ентомошкідників і знижує санітарно-гігієнічні функції лісу (Alekseyev, 1969; Negrutskiy, 1986). В Україні площа соснових насаджень, уражених кореневою губкою, становить 13–16 % загальної площі соснових насаджень, у яких виявлено патологічні процеси (Ustskiy, 2014). Радикальних методів боротьби з хворобою, незважаючи на більш ніж 200-річний період досліджень у різних країнах світу, немає до цього часу. Альтернативним напрямом розв’язання цієї проблеми є селекція сосни на стійкість до хвороби.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** В європейських країнах деревина хвойних порід є пріоритетною сировиною для промисловості і приносить до 100 мільярдів євро річного прибутку від експорту. Водночас економічні втрати, зумовлені наслідками ураження *Heterobasidion*, оцінюють у 800 мільйонів євро на рік, що становить близько 1 % (Asiegbu et al., 2005).

Селекційні роботи з відбирання стійких до ураження *Heterobasidion annosum* потомства сосни у віці 38

років було проведено у Латвії. На основі польових досліджень, під час яких оцінювали продуктивність, діаметр гілок, розгалуженість, прямолінійність стовбура та сухі сучки, розроблено індекс стійкості до корневих гнилей (Riekšts-Riekštinš et al., 2020). За даними Adas Marčiulynas (Marčiulynas et al., 2019), селекційний відбір стійких родин напівсибірської сосни звичайної до *H. Annosum* можна проводити за кількістю фенольних сполук у коренях дерев.

Для селекції стійкості сосни звичайної до хвороби на генетичному рівні виявлено потенційні біомаркери – два терпенові з’єднання і чотири гени. Таким чином, стійкість дерев можна ідентифікувати на основі властивих їм генетичних і хімічних властивостей (Mukrimin et al., 2019).

Роботи з відбирання і клонування стійких до кореневої губки дерев проводять у Швеції, де розробляють напрям генетичного поліпшення ялини. За допомогою відбирання та контрольованого схрещування випробовують потомства дерев із підвищеною резистентністю у кількох поколіннях. Кожне випробування триває 20–25 років. Для відбирання стійких клонів ялини європейської та сосни звичайної використовували понад 25 різних показників. У результаті 30-річної роботи було отримано 911 клонів, стійких до ураження кореневою губкою. Загалом програма проекту спрямована на отримання високоякісного садивного матеріалу, стійкого до корневих гнилей. За попередніми дослідженнями норвезьких учених,

стійкість ялини та сосни до ураження кореневими гнилями є спадковою ознакою (Davudenko, 2013).

Вчені Воронежського лісотехнічного інституту (Російська Федерація) в основу створення стійких до кореневої губки насаджень сосни на староорних землях і зрубках уражених кореневою губкою насаджень поклали особливості біосинтезу смолистих речовин, зокрема ефірних олій. Метод полягає у використанні садивного матеріалу, 15–20 % якого становлять сіянці (саджанці), вирощені з насіння дерев із підвищеним вмістом  $\Delta^3$ -карена у складі ефірних олій (Maksimov, 2004). Дослідження, проведені вченими Російської Федерації, показали, що між стійкістю насаджень до кореневої губки та смолопродуктивністю дерев простежується тісна кореляція (Vysotskiy, 2000). Результати досліджень свідчать про високий ступінь успадкування смолопродуктивності потомством як за вегетативного, так і за насіннєвого розмноження. Це є основою для створення насіннєвих плантацій щепленими саджанцями з метою отримання насіння з високою спадковістю смолопродуктивних властивостей для наступного створення насаджень із підвищеною стійкістю до кореневої губки. Існує також думка, що вміст основних монотерпенів у живиці є нестабільним показником, а інгібуючий вплив на ріст та діяльність патогену має живиця із природним вмістом монотерпенів. Чим більшу кількість живиці може синтезувати дерево, тим успішніше воно протидіє впливу патогену (Vysotskiy & Evlakov, 2014). Проте висока смолопродуктивність стійких дерев вочевидь є наслідком більшої площі живлення та кращого світлового режиму, цьому сприяє відкритий простір прогалини осередку всихання. Вивчення

особливостей корневих систем дерев в осередках кореневої губки показало, що стійкі до корневих гнилей дерева відрізняються перш за все розвитком потужної горизонтальної кореневої системи (Ustskiy, 2017).

Внаслідок тривалого розвитку патологічного процесу в насадженнях відбувається диференціація дерев за санітарним станом. Таким чином, виявлення стійких до кореневої губки дерев сосни в осередках всихання та уточнення особливостей їхнього метаболізму, тими чи тими маркерами, не становить труднощів. Загалом усі виявлені особливості стійких дерев можуть бути або генетично зумовленими, або набутими в процесі росту та поступової адаптації до зміни умов місцезростання. Важливим у плані селекції сосни на стійкість до кореневої губки є передання потомству від материнських дерев генетичних особливостей, що зумовлюють її резистентність.

**Мета дослідження** – вивчення біометричних характеристик репродуктивного та садивного матеріалу дерев сосни звичайної з різною стійкістю до кореневої губки.

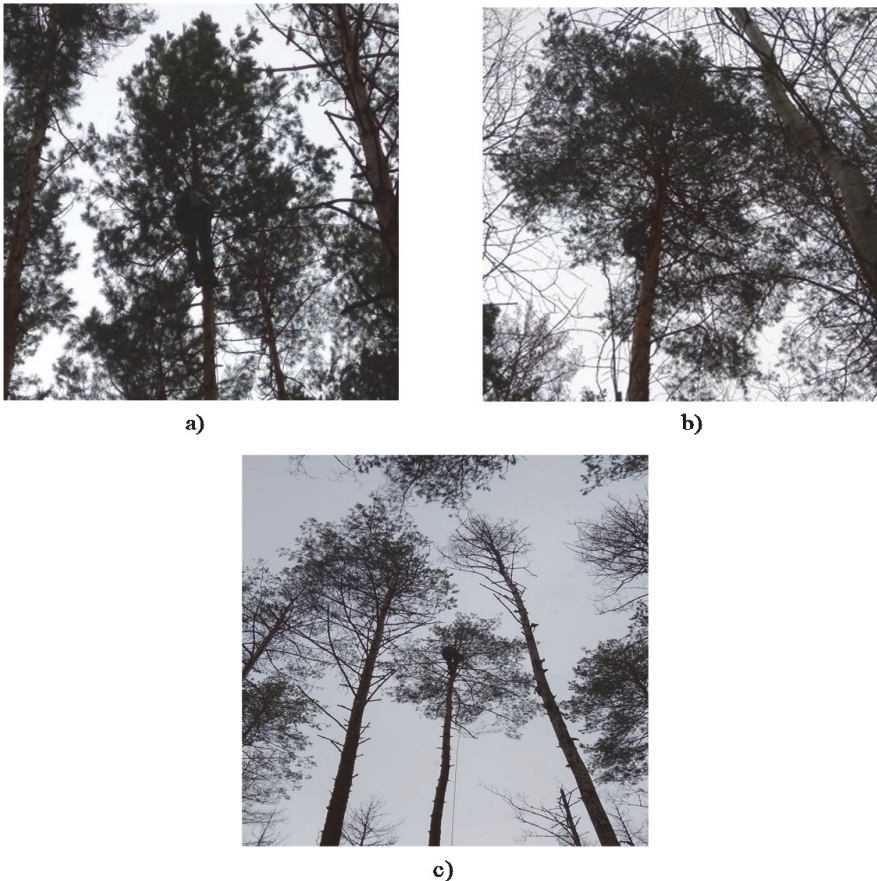
**Матеріали і методика дослідження.** У сосновому насажденні, ураженому кореневою губкою, VI класу віку (кв. 128, вид. 1, Липецьке л-во, ДП «Харківська ЛНДС») відібрано дев'ять модельних дерев: дерева без зовнішніх ознак ураження поза зоною всихання – «здорові» (3 шт.); дерева у відкритому просторі прогалини осередку всихання без зовнішніх ознак патології – «стійкі» (3 шт.); дерева з ознаками ураження (слабкий приріст, укорочена блідо-зелена хвоя та ін.) – «хворі» (3 шт.). З модельних дерев за допомогою альпіністського спорядження (рис. 1, а, б, с) зібрані шишки. Насіння з шишок добували в сушиль-

ній камері протягом чотирьох діб. Сушіння сирих шишок починали з температури  $+30^{\circ}\text{C}$ , надалі температуру поступово збільшували до  $+45^{\circ}\text{C}$ . Обезкрилювали насіння вручну.

Середню масу однієї шишки і однієї тисячі шт. насіння визначали на електронних вагах. Параметри шишок вимірювали за допомогою штангенциркуля, а насіння – за допомогою збільшувального скла та міліметрового паперу. Після передпосівної обробки (флотація та дезінфекція) насіння висівали у теплиці

Південного лісництва ДП «Харківська ЛНДС». Всього закладено три варіанти посівів відповідно до категорій стану дерев, із яких зібрали шишки, – «здорові», «стійкі» та «хворі» (рис. 2).

Після появи сходів, для запобігання масовому ураженню сіянців фузаріозом посіви обробляли Раксиллом через кожні 10 днів. Сіяння всіх варіантів вирощували за стандартною методикою вирощування садивного матеріалу в закритому ґрунті. В листопаді 2018 р. з середньої частини



**Рис. 1.** Візуальні ознаки модельних дерев різного стану в сосновому насадженні, ураженому кореневою губкою, в кв. 128, вид. 1, Липецьке лісництво, ДП «Харківська ЛНДС», 15 березня 2018 р.: а) модельне дерево – «здорове»; б) модельне дерево – «стійке»; в) модельне дерево – «хворе»





**Рис. 2.** Варіанти висіву насіння з модельних дерев у теплиці Південного лісництва ДП «Харківська ЛНДС»

стрічок кожного варіанта відібрали сіянці (близько 100 шт.) для визначення їхніх біометричних характеристик. Вимірювання сіянців (довжина надземної частини, довжина кореневої системи та товщина кореневої шийки) проводили за допомогою масштабної лінійки та штангенциркуля.

**Результати дослідження та їх обговорення.** Результати досліджень свідчать (табл. 1), що «стійкі» дерева характеризуються більшою середньою масою однієї шишки та суттєво більшими її розмірами (довжина, ширина), ніж «хворі» з активної зони осередку всихання. «Здорові» дерева міжосередкового простору за цими показниками займають проміжне положення.

Отримані дані свідчать, що дерева без зовнішніх ознак ураження на відкритому просторі прогаліни осередку всихання, незважаючи на патологічний фон, можуть мати більші розміри шишок порівняно із умовно здоровими

деревами міжосередкового простору. Отже, є можливість реалізації переваги відкритого простору прогаліни осередку всихання порівняно із зімкнутим міжосередковим простором. Попри те, що «хворі» дерева також мають перевагу в більшому освітленні та площі живлення, ця перевага повністю нівелюється активним патологічним процесом. Враховуючи те, що модельні дерева характеризуються близькими таксаційними показниками, різна реакція дерев на патологію може пояснюватись відмінностями у сприйнятливості до хвороби, в основі якої лежать особливості корневих систем, що підтверджують раніше проведені дослідження (Ustskiy, 2017).

Потужність корневих систем та особливості їхньої архітекtonіки можуть бути як наслідком реалізації деревом випадкових переваг у ґрунтових умовах, так і більшої площі живлення та кращого освітлення під час

**1. Біометрична характеристика шишок дерев різного стану ураженого кореневою губкою соснового насадження VI класу віку, кв. 128, вид. 1. Липецьке лісництво, ДП «Харківська ЛНДС»**

Категорія материнського дерева	К-сть шишок, шт.	Маса однієї шишки, гр., $M \pm m$	$V_C$ , %	Довжина, см, $M \pm m$	$V_C$ , %	Ширина, см, $M \pm m$	$V_C$ , %
Здорові	50	7,1 $\pm$ 1,20	30,9	44,0 $\pm$ 1,28	10,7	19,6 $\pm$ 1,41	10,8
Стійкі	50	8,6 $\pm$ 0,59	28,6	46,8 $\pm$ 2,53	11,4	21,1 $\pm$ 0,76	10,2
Хворі	50	4,8 $\pm$ 0,49	21,7	37,7 $\pm$ 1,96	8,1	17,7 $\pm$ 0,15	8,3

створення культур або рубок догляду, особливо освітлень і прочишень.

Більші параметри репродуктивних органів дають змогу отримати більше якісного насіннєвого матеріалу, проте питання про передання ознак стійкості до хвороби у спадок від материнського дерева потребує детальнішого вивчення. Параметри насіння (довжина, ширина) вилученого із шишок дерев із різною стійкістю до хвороби свідчать про перевагу насінного матеріалу «стійких» дерев (табл. 2). Відмінності з «хворими» деревами більш суттєві, ніж зі «здоровими».

Характеристика садивного матеріалу, вирощеного із насіння дерев різного стану, свідчить, що частка пригнічених і недорозвинутих сіянців «хворих» дерев становить 50 % загальної їх кількості. Серед сіянців «здорових» і

«стійких» дерев частка пригнічених і недорозвинутих відповідно складає 27 % і 21 % загальної їх кількості.

Біометрична характеристика однорічних сіянців «хворих», «здорових» і «стійких» дерев сосни свідчить про індивідуальні особливості як кожного материнського дерева, так і групи дерев (табл. 3).

Сіянці, вирощені з насіння «хворих» дерев, мають менші показники за висотою надземної частини, довжиною кореневої системи та діаметром кореневої шийки порівняно зі «стійкими» та «здоровими» деревами.

За висотою надземної частини відмінності між «хворими» та «стійкими» деревами, а також між «хворими» та «здоровими» підтверджені статистично (табл. 4). Сіянці «здорових» дерев характеризуються середні-

**2. Біометрична характеристика насіння з дерев різного стану ураженого кореневою губкою соснового насадження VI класу віку, кв. 128, вид. 1. Липецьке лісництво, ДП «Харківська ЛНДС»**

Назва ознаки	Здорові		Стійкі		Хворі		t-критерій Стьюдента	
	$X_{сер \pm m}$	$Cv$ , %	$X_{сер \pm m}$	$Cv$ , %	$X_{сер \pm m}$	$Cv$ , %	ст-зд	ст-хв
Довжина насіння, мм	4,6 $\pm$ 0,05	8,1	4,7 $\pm$ 0,06	10,4	4,3 $\pm$ 0,04	6,4	-2,2	-5,8
Ширина насіння, мм	2,5 $\pm$ 0,03	9,3	2,6 $\pm$ 0,04	11,5	2,2 $\pm$ 0,02	8,6	-2,4	-8,0
Вага насіння, г (1000 шт.)	6,9 $\pm$ 0,36	8,9	7,7 $\pm$ 0,62	13,9	6,0 $\pm$ 0,18	6,8	-1,1	-2,6



### 3. Показники однорічних сіянців сосни, вирощених із насіння «хворих», «здорових» і «стійких» дерев

Категорії материнського дерева	Надземна частина, см, M±m	Довжина кореневої системи, см, M±m	Діаметр кореневої шийки, мм, M±m
Здорові	4,3±0,11	10,3±0,38	0,9±0,03
Стіькі	4,2±0,11	12,5±0,44	1,0±0,04
Хворі	3,6±0,07	9,6±0,28	0,8±0,03

ми показниками довжини та діаметра порівняно зі «стійкими» та «хворими» деревами і достовірно переважають їх за висотою надземної частини.

Сіянці, вирощені з насіння «стійких» дерев, мають найбільші показники за діаметром кореневої шийки та суттєво довшу кореневу систему порівняно з «хворими» та «здоровими» деревами (див. табл. 4).

Результати проведеного дослідження свідчать, що сіянці, вирощені з насіння «хворих» материнських дерев (уражених кореневою губкою), мають найнижчі показники за висотою, довжиною кореневої системи та діаметром кореневої шийки. Крім того, вони характеризуються найменшою енергією росту в перший рік вирощування.

Сіянці, вирощені з насіння «стійких» материнських дерев (толерантних до ураження кореневою губкою), мають близькі показники за висотою із сіянцями здорових дерев, глибшу кореневу систему та більший діаметр кореневої шийки. Тобто найбільшу

енергію росту в перший рік вирощування. Сіянці, вирощені із «здорових» материнських дерев (неуражених кореневою губкою), за своїми параметрами посідають проміжне положення між «хворими» та «стійкими» сіянцями.

Характерною ознакою однорічного потомства «стійких» дерев в осередках кореневої губки є суттєво довша коренева система сіянця, що напевно і є основною якісною характеристикою, яка дає йому змогу вижити в цих умовах.

Результати проведених досліджень вказують на те, що однією з основних причин появи та розвитку корневих гнилей є створення соснових культур садінням за допомогою меча Колесова. Цим способом створені майже всі соснові насадження України, за винятком незначної частки площ, залісених за допомогою лісосадивних машин і посівом. Під час садіння сіянців із добре розвинутою кореневою системою під меч Колесова виникають труднощі з розміщенням коріння у посадковій щілині: вони зазвичай зминаються.

### 4. Показник t-критерію Стьюдента однорічних сіянців сосни, вирощених із насіння «хворих», «здорових» і «стійких» дерев

Категорії материнського дерева	Надземна частина, см			Довжина кореневої системи, см			Діаметр кореневої шийки, мм		
	здорові	стіькі	хворі	здорові	стіькі	хворі	здорові	стіькі	хворі
Здорові	1	–	–	1	–	–	1	–	–
Стіькі	0,8	1	–	3,7	1	–	1,2	1	–
Хворі	4,9	3,8	1	1,3	4,9	1	2,1	2,6	1

Примітка:  $t_{kp}$   $p \leq 0,01$  – 2,61.

Щоб запобігти цим негативним явищам, частину коріння сіянців із добре розвинутими кореневими системами обрубують, що по суті нівелює їхню перевагу в цих умовах. Єдиним способом, що дає змогу створити культури з добре розвинутими кореневими системами, є вирощування сіянців у контейнерах із закритою кореневою системою та їх садінням способом, що унеможливує зминання та загинання коріння. Загалом створення насаджень сосни лише з відбірного потомства «стійких» до кореневої губки дерев, із добре розвинутими кореневими системами може привести до передчасного напруження в насадженні та загострення конкуренції за ґрунтові розчини. На нашу думку, відбірні сіянці з потомства «стійких» до кореневої губки дерев мають становити 20–30 % садивного матеріалу, призначеного для заліснення земель, що раніше не були під лісом. Садивний матеріал, вирощений із потомства «стійких» дерев, також можна використовувати для доповнення культур, у яких почалось куртинне всихання, і для заліснення прогалин патологічного фону осередків кореневої губки.

**Висновки і перспективи.** Вивчення особливостей генеративних органів дерев сосни з різною стійкістю до кореневої губки (без зовнішніх ознак ураження поза зоною всихання – «здорові»; дерева у відкритому просторі прогалини осередку всихання без зовнішніх ознак патології – «стійкі»; дерева з ознаками ураження – «хворі») показало, що «стійкі» дерева у відкритому просторі прогалини осередку всихання, незважаючи на патологічний фон, можуть розвивати більші за розмірами шишки, ніж «здорові» та «хворі», й формувати більше насіння. За масою насіння «стійкі» дерева переважають «здорові» та «хворі», більші відмінності просте-

жуються з «хворими». Зауважено, що показники висоти сіянців, вирощених із насіння «стійких» дерев (толерантних до ураження кореневою губкою), близькі до показників сіянців «здорових» дерев, однак мають глибшу кореневу систему і дещо більший діаметр кореневої шийки. Розміри сіянців, вирощених із насіння «уражених» хворобою дерев, найменші. Характерною ознакою однорічного потомства «стійких» в осередках кореневої губки дерев є суттєво довша коренева система сіянця, що напевно і є основною якісною характеристикою, яка дає йому змогу вижити в умовах високого патологічного фону.

### Список літератури

- Alekseyev, I. A. (1969). *Forestry management measures to control annosum root rot*. Moscow: Forestry industry [in Russian].
- Asiegbu, F. O., Adomas, A., & Stenlid, J. (2005). Conifer root and butt rot caused by *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. *Molecular Plant Pathology*, 6, 395–409. <https://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2005.00295.x>
- Davydenko, K. V. (2013). *Root rots of conifers: preventing mechanisms*. Retrieved from: [http://dklg.kmu.gov.ua/forest/control/uk/publish/article?art\\_id=106527&cat\\_id=32888](http://dklg.kmu.gov.ua/forest/control/uk/publish/article?art_id=106527&cat_id=32888) [in Ukrainian].
- Maksimov, V. M. (2004). Planting root rot resistant Scots pine stands, taking into account the composition of essential oil of needles. *Forest Journal*, 5, 137–140 [in Ukrainian].
- Marčiulynas, A., Sirgedaitė-Šežienė, V., Žemaitis, P., & Baliuckas, V. (2019). The Resistance of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Half-sib Families to *Heterobasidion annosum*. *Forests*, 10, 287–303. <https://doi.org/10.3390/f10030287>
- Mukrimin, M., Kovalchuk, A., Ghimire, R. P., Kivimäenpää, M., Sun, H., Holopainen, J. K., & Asiegbu, F. O. (2019). Evaluation of potential genetic and chemical markers for Scots pine

- tolerance against *Heterobasidion annosum* infection. *Planta*, 250, 1881–1895. <https://doi.org/10.1007/s00425-019-03270-8>
- Negrutskiy, S. F. (1986). *The annosum root rot*. Moscow: Agropromizdat [in Russian].
- Rieksts-Riekstiņš, R., Zeltiņš, P., Baliuckas, V., Brūna, L., Zaļuma, A., & Kāpostiņš, R. (2020). *Pinus sylvestris* Breeding for Resistance against Natural Infection of the Fungus *Heterobasidion annosum*. *Forests*, 11, 23–33. <https://doi.org/10.3390/f11010023>
- Ustskiy, I. M. (2017). Features of pine root system structure in the foci of root rot caused by *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. *Forestry and Forest Melioration*, 131, 187–193 [in Ukrainian].
- Ustskiy, I. M., Mihaylichenko, O. A., & Taran, T. V. (2014). *Quantitative assessment of the dynamics of pathological processes in the forests of Ukraine (as of 2009)*. Kharkiv: URIFFM [in Ukrainian].
- Vysotskiy, A. A., & Evlakov, P. M. (2014). Resistance of Scots pine to root rot due to resin productivity of trees and content of main monoterpenes in resin. *Proceedings of the St. Petersburg Forestry Research Institute*, 4, 5–21 [in Russian].
- Vysotskiy, A. A. (2000). *Recommendations on the establishment of special-purpose Scots pine stands with high resin productivity*. Voronezh: MP "E. Bogomolova". [in Russian].
- 

**Ustskiy, I. M., Mikhailichenko, O. A., Dyshko, V. A. (2020). Hereditary characters resistance to *Heterobasidion annosum* resistance of pine seedlings grown from tree seeds in the disease foci. *Ukrainian Journal of Forest and Wood Science*, 11 (1), 78–86. <https://doi.org/10.31548/forest2020.01.078>.**

*Pure pine stands, planted on formerly arable land, are usually infected by root rot caused by the basidiomycete fungus *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. Currently, there are no radical methods to control the disease, despite more than 200 years of research throughout the world. Therefore, the alternative solution to this problem is the breeding of hyposensitive pine trees. The aim of the study was to identify the specificities of pine offsprings with various resistance to annosum root rot. The research was carried out in a 60-year-old pure pine stand within Kharkiv Region, infected by annosum root rot. According to the methodology of the study, trees were divided into three groups: «healthy» – no visible signs of damage outside the decline zone; «resistant» – in the open space of the gap in the disease focus without visible signs of disease; «diseased» – with signs of damage (weak growth, short pale green needles, etc.). The study of biometric parameters of the reproductive organs of Scots pine trees with various resistances to annosum root rot indicated that the disease-resistant trees had a greater average mass of a cone compared to infected and uninfected trees. Also, the mass of their 1,000 seeds was close to that of uninfected trees. In the diseased trees, these values were the least. Biometric characteristics of one-year pine seedlings grown in a greenhouse from seeds of «diseased», «healthy» and «resistant» trees showed that the characteristic feature of the one-year-old offspring of «resistant» trees grown within the root rot foci is a significantly longer root system of a seedling. Such a long root system allows it to survive under high disease background, which is probably the main criterion of pine resistance to the disease. Selected seedlings from the offspring of trees «resistant» to annosum root rot must comprise 20–30% of the planting material for afforestation. In order to grow root rot resistant pine stands, selected seedlings from the offspring of resistant trees are further recommended for the pine stand establishment on former arable land and reforestation of felling sites infected by root rot and gaps in the decline foci.*

**Keywords:** annosum root rot foci, root rot resistant trees, cones, seeds, seedling biometrics.

---

Отримано: 2019-10-06

## СТРУКТУРНІ ЗМІНИ БУКОВОГО (*Fagus sylvatica* L.) ПРАЛІСУ В КОНТЕКСТІ КЛІМАТИЧНО ОРІЄНТОВАНОГО ЛІСІВНИЦТВА

**Ю. С. ШПАРИК**, доктор сільськогосподарських наук,  
старший науковий співробітник

<http://orcid.org/0000-0001-8047-6356>, e-mail: [yuriy.shparyk@pu.if.ua](mailto:yuriy.shparyk@pu.if.ua)

**Р. М. ВІТЕР**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент  
e-mail: [viterm@ukr.net](mailto:viterm@ukr.net)

**В. Ю. ШПАРИК**, кандидат біологічних наук  
e-mail: [viktorshparyk@gmail.com](mailto:viktorshparyk@gmail.com)

ДВНЗ «Прикарпатський національний університет  
імені Василя Стефаника»

Кліматично орієнтоване лісівництво (Climate Smart Forestry) – це нова концепція у лісівництві, завданням якої є зменшення негативного впливу змін клімату на лісове господарство та розроблення довготермінової стратегії ведення лісового господарства з урахуванням змін клімату та впливу стихійних явищ. Структурні зміни пралісів є природною реакцією на зміну клімату, і їх вивчення є важливим у контексті кліматично орієнтованого лісівництва. Динаміку букового пралісу Українських Карпат вивчали з 2000 до 2015 р. на 10-гектарному дослідному об'єкті за узгодженими з IUFRO методиками спільно з Швейцарським НДІ снігу, лісу та ландшафту (WSL). Кліматичні зміни (збільшення суми активних температур на 22 % і зменшення кількості опадів на 46 %) встановлено за даними Угольського метеопоста Карпатського біосферного заповідника, а вплив вітровалів – за даними чотирьох інвентаризацій. Результати міжнародних досліджень виявили достовірні зміни окремих показників пралісу на фоні загальної стабільності його структури. Збільшення густоти дерев на 60 % (з 278 до 445 шт./га), а приросту бука за діаметром – на 37 % (з 0,26 до 0,36 см/рік) і поява чотирьох нових порід (дуб скельний, черешня, горобина, верба козяча) були змінами, які неможливо пояснити внутрішньою динамікою пралісу. Стабільність суми площ поперечного перерізу пралісу вказує на те, що причиною цих змін були зовнішні фактори, зокрема – зміна лісорослинних умов. Аналіз структурних змін пралісу дав можливість підготувати пропозиції для кліматично орієнтованого лісівництва в букових лісах Східних Карпат: для запобігання втратам деревини внаслідок стихійних явищ необхідно під час рубок у першу чергу видаляти пошкоджені дерева та з неправильною формою крони; для формування корінного деревостану через природне відновлення доцільно зменшити розміри прогалів

при рубках до 1–2 дерев основного ярусу; для збереження в породному складі тих порід, в яких погіршується життєвість, необхідно запобігти їх пошкодженню під час проведення рубок; для регулювання запасу деревини доцільно збільшити інтенсивність рубок на 15 %.

**Ключові слова:** зміна лісорослинних умов, деревостан, густина дерев, приріст за діаметром, підріст, поява нових порід.

---

**Актуальність.** Глобальні зміни клімату вже офіційно зареєстровані на рівні ООН, а про їх небезпеку йде мова ще з часів всесвітнього форуму в Ріо-де-Жанейро 1992 р. (UNFCCC, 2015). Про потребу у відповідній зміні лісівничих заходів для адаптації лісів до змін клімату в останні роки зазначають багато вчених, оскільки залежно від типу лісу реакція деревостану може бути кардинально різною – від масового всихання ялинових лісів, які виявилися нестійкими до такого різкого зменшення вологості клімату, до збільшення площ і запасів букових лісів, які ще не відчувають лімітуючого впливу змін клімату (D’Amato et al., 2011; Pretzsch et al., 2014; Didukh et al., 2016; Shparyk, 2016; Kauppi et al., 2018; Nabuurs et al., 2018; Shparyk et al., 2018a). Одну з новітніх систем ведення лісового господарства, яка має назву «кліматично орієнтоване лісівництво» (Climate-Smart Forestry), зараз активно розробляють саме як реакцію лісового господарства на критичні зміни лісорослинних умов, які є наслідком глобальних змін клімату (Kauppi et al., 2018; Nabuurs et al., 2018). А для розуміння напрямів та особливостей майбутніх змін у лісах необхідно ідентифікувати їх на прикладі наявних в окремих лісорослинних районах природних лісів, а найкраще – пралісів, бо в основі їхньої динаміки лежать механізми адаптації конкретного деревостану в конкрет-

них типах лісу. І ці механізми дають змогу природним лісам змінювати свою структуру залежно від чинників, які на них впливають у даний момент і при цьому не знижувати свою продуктивність та підтримувати свою стійкість (Gayer, 1882; Biolley, 1901; Zlatnik et al., 1938; Korpel, 1995; Hobi et al., 2015; Shparyk et al., 2018b).

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Вивчення пралісів Європи мало місце вже з середини XIX ст., і результати цих досліджень лягли в основу системи вибіркового лісівництва, яке базується на використанні природного відновлення пралісу, а його мета – це формування структури деревостану, близької до пралісу (Gayer, 1882; Biolley, 1901). Вже понад 100 років ця система лісового господарства є однією з найкращих за лісівничою ефективністю. Вивчення пралісів Українських Карпат розпочалося наприкінці XIX ст., мало перерву в період Другої світової війни, але відновилося в 1950-х і стало масовим в останні два десятиліття. Більшість учених акцентують увагу на механізмі самопідтримання життєвості пралісів, який забезпечує формування відповідної до типу лісу структури та породного складу деревостану навіть за умови суттєвого впливу зовнішніх факторів, а це або кліматичні, або стихійні впливи (Stojko, 2006; Shparyk et al., 2010; Trotsiuk et al., 2012; Pretzsch et al., 2014; Hobi et al., 2015; Didukh et al., 2016; Shparyk et al., 2018b; Stillhard et al.,

2019). Це означає, що вивчення структурних змін пралісу за останні роки має бути теоретичною базою для корегування лісівничих заходів у контексті останніх кліматичних змін десятиліть.

**Мета дослідження** – ідентифікація змін букового пралісу Українських Карпат за останні роки, визначення їх взаємозв'язків із факторами, які впливають на динаміку пралісу, та підготовка окремих положень для ведення лісового господарства в регіоні з урахуванням змін клімату (для кліматично орієнтованого лісівництва). Завдання дослідження передбачали: розрахунок основних показників букового пралісу за даними чотирьох інвентаризацій (з 2000 до 2015 р.); аналіз поточного приросту за діаметром дерев бука лісового з різними показниками; визначення напрямів змін у структурі букового пралісу; ідентифікацію причин виявлених змін букового пралісу; підготовку пропозицій для зменшення впливу змін клімату на букові ліси Карпат.

**Матеріали і методи дослідження.** Об'єктом досліджень був буковий (*Fagus sylvatica* L.) праліс Угольського відділення Карпатського біосферного заповідника на площі 10 га. Предметом досліджень були структурні зміни пралісу за період між інвентаризаціями. Прямокутну (200 на 500 м) ділянку пралісу було розділено на сорок (50×50 м = 0,25 га) квадратних постійних пробних площ, і на кожній проведено чотири інвентаризації живих дерев, лежачої деревини та підросту в 2000, 2005, 2010 і 2015 рр. Роботи проводили в рамках співпраці зі Швейцарським федеральним науково-дослідним інститутом лісу, снігу та ландшафту (WSL) і за методикою цього інституту (Shparyk et al., 2010). У стоячих деревах (із діаметром 6 см на висоті 1,3 м) визначали: стан; по-

роду; діаметр основний і додатковий; шість класів IUFRO; ступінь розкладу (для сухостою); три найбільш суттєві примітки (пошкодження). Для модельних дерев (більше ніж 200 шт.) додатково визначали: висоту дерева; висоту початку крони; діаметр стовбура на висоті 7 м. А для колод лежачої мертвої деревини (з діаметром у тонкому кінці більше ніж 8 см і за довжини більше як 2 м): діаметр на середині колоди; довжину колоди; ступінь розкладу. Діаметр дерев заміряли мірною вилкою з точністю до мм, висоту – лазерним висотоміром із точністю до дециметра, а горизонтальні та вертикальні кути – бусоллю. Інвентаризація природного відновлення (підріст вище ніж 10 см і тонше ніж 6 см на висоті 1,3 м) реалізована на 160 постійних кругових майданчиках (кожен площею 20 м<sup>2</sup>), тобто на 3,2 % території ділянки. Підріст за висотою розділяли на три групи за його висотою: дрібний (діапазони – 10–20 і 20–30 см); середній (30–50, 50–70, 70–90 і 90–130 см); високий (130–300 і вище ніж 300 см). Висоту підросту заміряли мірною лінійкою, діаметр – штангенциркулем. За результатами польових робіт сформовані відповідні електронні таблиці (деревостан, мертва лежача деревина, підріст) у середовищі програми MS Excel, де і проведено всі розрахунки.

**Результати дослідження та їх обговорення.** Результати досліджень букових пралісів Українських Карпат, які ми вже опублікували (Shparyk et al., 2010, 2018a, 2018b; Stillhard et al., 2019), дали підставу говорити про: дуже складну просторову (3–5 ярусів) і вікову (від 1 до 400 років) їхню структуру, яка зумовлена спадним розподілом дерев за діаметром у діапазоні від 6 до 132 см; незначну мінливість основних показників пралісових екосистем на-



віть за катастрофічного впливу стихійних явищ (вітровали 2007 та 2011 рр.); максимальну природність (майже без антропогенного впливу) динаміки пралісу за останні 50 років – тільки відповідно до змін лісорослинних умов. Більшість показників букового пралісу з 2000 до 2015 р. змінилися несуттєво – мінливість тільки кількості дерев ( $v = 20\%$ ) та запасу мертвої лежачої деревини ( $v = 11\%$ ) перевищила 1 відсоток. При цьому динаміка окремих показників була неоднаковою (рис. 1).

Кількість дерев постійно зростає і особливо інтенсивно після вітровалів 2007 та 2011 рр. Запас деревостану також зменшився після вітровалу 2007 р., але вже до 2015 р. цей показник почав відновлювати своє попереднє значення. Майже немає мінливості у двох показників: частка бука за запасом має варіацію на рівні 0,00 %, а сума площ поперечного перерізу (СППП) – 0,02 %.

Запас мертвої лежачої деревини має тенденцію до зростання в цей період із різким зростанням після вітровалу 2007 р. Середні діаметр і висота мають

зворотну тенденцію: їх зменшення після 2007 р. перевищило 20 %, хоча до вітровалу вони майже не змінювалися. Кількість підросту теж зменшилася після вітровалу у зв'язку з його пошкодженням і переходом у склад деревостану пралісу, але до 2005 р. його кількість зростала. Зауважимо, що одразу чотири нові породи (дуб скельний (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.), черешня (*Prunus avium* L.), горобина звичайна (*Sorbus aucuparia* L.) та верба козяча (*Salix caprea* L.)) з'явилися в породному складі букового пралісу після 2007 р. Це дає підставу говорити, що причинами змін густоти дерев і породного складу пралісу в 2010 і 2015 рр. були природні умови: вітровал 2007 р.; збільшення суми активних температур (за даними Угольського ПНДВ – на 22 %); зменшення кількості опадів (за даними Угольського ПНДВ – на 46 %) (Shparuk et al., 2018a, 2018b). Важливо і те, що ознак антропогенного втручання (рубка дерев, заготівля недеревної продукції, випас або рекреація) в структуру пралісу за цей період не помічено.

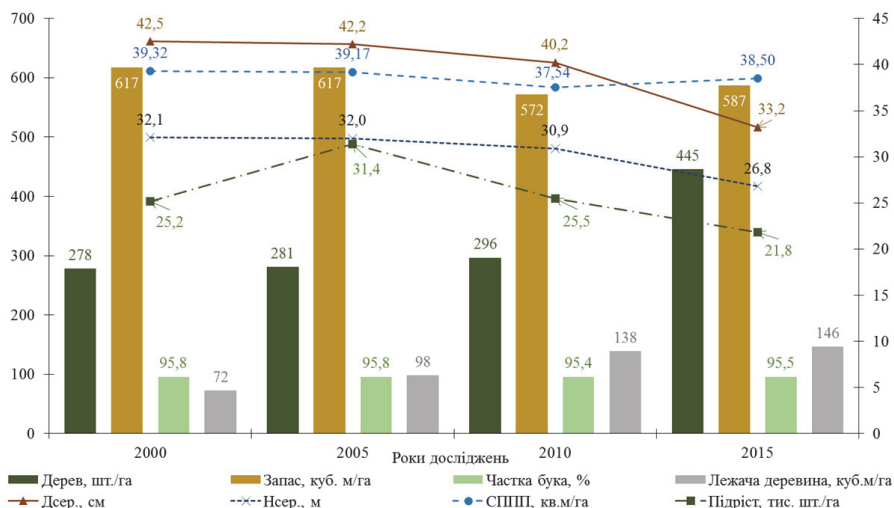


Рис. 1. Динаміка основних показників букового пралісу (шкала стовпчастих діаграм – зліва, лінійних – справа)

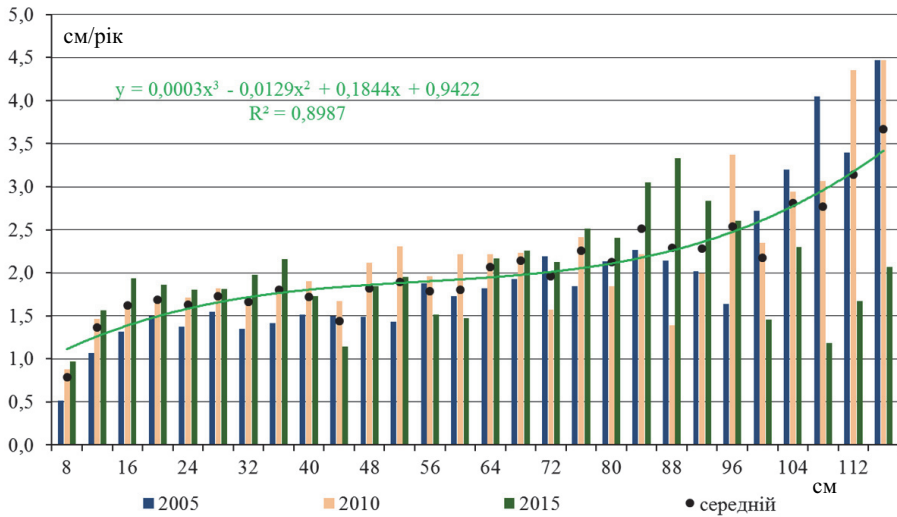


Рис. 2. Зміни приросту за діаметром у буковому пралісі

Така динаміка зумовила потребу в аналізі зміни кількісних показників пралісу в цей період на прикладі приросту дерев за діаметром, який був проведений для 2450 дерев бука. Розрахунки свідчать, що існує тенденція до збільшення значень приросту за діаметром кожні 5 років: у 2005 р. середньорічний приріст за діаметром бука склав 0,26 см/рік, у 2010 – 0,32, а в 2015 – 0,36 см/рік (його коефіцієнт варіації коливається від 80 до 90 %). Тобто з 2000 до 2015 р. для букового пралісу встановлено однозначну тенденцію до збільшення приросту за діаметром, яке сумарно склало 37 відсотків. Значно вище зростання приросту після 2005 р., ніж після 2010 (21,0 % проти 13,5 %), пояснюється зрідженням деревостану пралісу після вітровалу 2007 р. і відповідним покращенням освітленості дерев бука, які продовжували рости та різко збільшили приріст.

При цьому, динаміка приросту за діаметром дерев букового пралісу в різних ступенях товщини неоднорідна (рис. 2). Після вітровалу 2007 р.

його значення збільшилося майже на всіх ступенях товщини, за винятком окремих ступенів великого діаметра – 80, 88, 100, 104 і 108 см. Найбільшим у відсотковому відношенні це зростання було на ступенях товщини 8, 48, 52 і 96 см, і зауважимо, що саме на ступенях товщини 48 і 52 см мали місце найбільші втрати запасу деревини внаслідок вітровалу. Тобто, вітер звалив значну кількість дерев саме з діаметром близько 50 см, а дерева такого діаметра, які залишилися рости, найбільш суттєво збільшили свій приріст за діаметром, бо вони отримали достатньо простору за рахунок звалених дерев. Показовим є і те, що в 2015 р. приріст дерев на тонких ступенях товщини продовжував зростати, тоді як у дерев з діаметром 40 см він суттєво зменшився. Це означає, що тонкі дерева навіть на восьмий рік після вітровалу ще мають достатньо простору для свого росту, а товсті дерева – вже закрили своїми кронами утворені вітром прогалини в наметі, й тому їхній приріст зменшився.

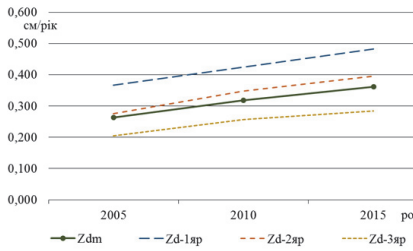
## 1. Динаміка середнього діаметра різних порід букового пралісу

Деревний вид	За роками спостережень			
	2000	2005	2010	2015
Бук лісовий	42,2	41,9	40,2	35,1
Дуб скельний	-	-	-	6,7
Ясен звичайний	72,4	73,8	78,0	60,4
Клен-явір	53,2	48,2	40,7	23,7
Клен гостролистий	32,2	32,0	23,6	11,8
Ільм (в'яз шорсткий)	28,4	27,8	21,4	11,9
Черешня	-	-	8,3	8,4
Горобина звичайна	-	-	-	6,6
Разом:	42,5	42,2	40,2	33,2

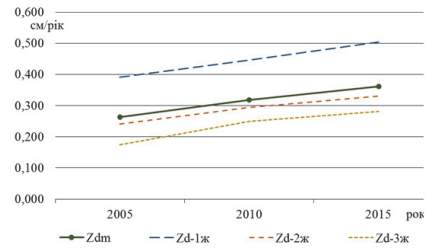
Розрахунок середнього приросту за діаметром у буковому пралісі дає змогу говорити про достатньо тісну поліноміальну (третього порядку) його залежність від діаметра (див. рис. 2). І якщо в дерев із діаметром 8 см цей приріст становить лише 1 см/рік, то для діаметра 40–90 см він дорівнює вже 2, а з діаметром більше ніж 108 см – перевищує 3 см/рік. Також розрахунки свідчать, що існує тенденція до збільшення значень приросту за діаметром кожні 5 років, хоча і наразі це зростання ще не перевищує для більшості ступенів товщини 10 %. Разом із цим, аналіз динаміки середніх діаметрів різних порід букового пралісу за формою табл. 1 підтверджує загальновідоме положення про складну структуру пралісу за діаметром і ще більше ускладнює розуміння процесів, які відбуваються у пралісі. Зокрема, бук лісовий, який більше як на 95 відсотків формує деревостан пралісу і коливання діаметрів дерев якого мають місце від 6 до 132 см, має тільки третє місце за величиною середнього діаметра (біля 40 см) і чітку тенденцію до його зменшення – сумарно на 17 %. Найбільший середній

діаметр має ясен звичайний (*Fraxinus excelsior* L.), і це одна порода у пралісі з позитивним приростом за діаметром до 2010 р. Друге місце за середнім діаметром у пралісі має клен-явір (*Acer pseudoplatanus* L.), і динаміка його діаметра також негативна, особливо після 2010 р., – за весь період зменшення становило 55 %. Клен гостролистий (*Acer platanoides* L.) та ільм (*Ulmus glabra* Huds.) мають подібні до явора показники, тільки значення їхніх діаметрів менші (відповідно 24 і 22 см), а інтенсивність зменшення діаметра – трохи вища (відповідно 64 і 58 %).

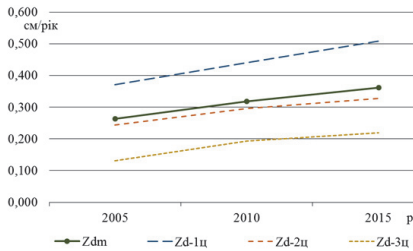
Для аналізу процесів формування приросту в буковому пралісі проведено розрахунки його значень тільки для дерев бука, але різних за: розташуванням у ярусах; життєвістю; положенням у ярусі; лісогосподарською цінністю; товарністю деревини; довжиною крони. Спочатку було оцінено взаємозв'язки приросту з цими показниками: найвищий коефіцієнт кореляції отримано для номеру ярусу, в якому розташовані дерева, – це середня негативна кореляція ( $r = -0,323$ ); найменший коефіцієнт кореляції отримано для довжини крони дерев – це низька



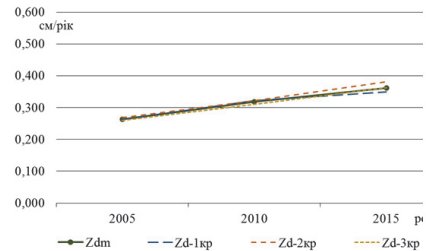
а) яруси: 1яр – перший, 2яр – другий, 3яр – третій;



б) життєвість: 1ж – висока, 2ж – добра, 3ж – погана;



в) лісгосподарська цінність: 1ц – елітні дерева, 2ц – корисні дерева, 3ц – шкідливі дерева;



г) довжина крони: 1кр – довга ( $>0,5H$ ), 2кр – середня ( $0,25 < H < 0,5$ ), 3кр – коротка ( $< 0,25H$ );

**Рис. 3. Порівняння приросту за діаметром дерев бука різних показників із середнім його значенням ( $Zd_m$ )**

негативна кореляція ( $r = -0,087$ ); для інших показників теж властива низька негативна кореляція, але самі коефіцієнти кореляції вже значно вищі (для життєвості  $r = -0,289$ , для положення в ярусі  $r = -0,215$ , для лісгосподарської цінності  $r = -0,274$ , для товарності  $r = -0,230$ ). Для найбільш показових показників динаміка приросту за діаметром подано на рис. 3. Отримані результати свідчать, що для більшості проаналізованих показників виявлені відмінності у їхньому прирості за діаметром: за погіршення значення цих показників приріст за діаметром зменшується (див. рис. 3а, 3б, 3в). Виняток становить тільки довжина крони: приріст за діаметром дерев бука з різною довжиною крони майже не відрізняється (див. рис. 3г).

За абсолютними величинами найбільший приріст за діаметром у період спостережень мали дерева бука високої життєвості, несуттєво менша його величина для елітних дерев бука, а найменша – для дерев бука першого ярусу. Зате тільки для дерев другого ярусу величина приросту за діаметром все ще більша, аніж середня його величина, і відмінності між трьома ярусами за цим показником достовірні та приблизно однакові. Для життєвості достовірні відмінності за величиною приросту за діаметром також наявні між всіма трьома класами, але для другого класу його значення менші за середнє. Тоді як для лісгосподарської цінності достовірні відмінності за величиною приросту за діаметром наявні тільки

між першим і другим їх класом, а між другим і третім – вони недостовірні.

Динаміка породного складу деревостану букового пралісу не повністю відповідає динаміці породного складу його природного відновлення за останні роки. Якщо у складі природного відновлення в 2005 р. з'явилася черешня, а в 2010 – горобина звичайна, то в деревостані в 2010 р. з'явилася черешня, а в 2015 – одразу три нові породи (дуб скельний, горобина звичайна, верба козяча). Тобто поява черешні й горобини в породному складі деревостану пралісу є закономірною, бо ще 5 років тому ці породи з'явилися у природному відновленні. Але поява дуба скельного і верби козячої в деревостані не була підготовлена їхньою появою у природному відновленні, а це ще раз підтверджує класичне положення щодо високої мозаїчності структури пралісу. Навіть охоплення обліком природного відновлення 3,2 % площі дослідного об'єкта не дало змоги повністю охопити все різноманіття відновних процесів такого складного деревостану.

Аналіз змін букового пралісу з 2000 до 2015 р. дав підстави говорити про високу стабільність цієї лісової екосистеми, оскільки мінливість переважної більшості її таксаційних показників була слабкою (запас столячої та мертвої лежачої деревини, середні діаметр в висота), а для частки бука в породному складі та суми площ поперечного перерізу – її майже не було. Особливу значущість це має на тлі суттєвих змін у кількості опадів та сумі активних температур, і – вітровалів 2007 і 2011 рр. Це означає, що, навіть за наявності катастрофічних стихійних явищ, структура пралісу змінилася несуттєво. З іншого боку, зміни пралісу все-таки мали

місце, і без антропогенного впливу характер цих змін є природним, що і підтверджує високу значущість пралісів для вивчення кліматично зумовлених змін у лісах регіону.

Основні зміни у структурі пралісу були неоднозначними в цей період, що, на нашу думку, є наслідком високої мозаїчності пралісових екосистем. Наприклад, однією з достовірних змін пралісу було збільшення кількості дерев, станом на 2015 р. воно склало  $\approx 60\%$ . Базовою причиною цього стали вітровали 2007 і 2011 рр., які призвели до втрати відповідно 14 і 4 % дерев першого ярусу і до утворення прогалів у наметі. Динаміка кількості дерев підтверджує це твердження: у 2005 р. її збільшення становило лише 1 %, у 2010 (підріст тільки почав «заповнювати» вітровальні прогалини) – 6 %, а в 2015 (прогалини вже повністю заросли новими деревами) – більше ніж 50 %. Але потрібно звернути увагу також на просторове розташування нових дерев: з обстежених 40 пробних площ втрати понад 10 % дерев першого ярусу під час вітровалів були тільки на 23, а кількість дерев суттєво зросла на 38 пробних площах. Тобто є також інша причина збільшення кількості дерев у пралісі (на 15 із 40 пробних площ) і очевидно – це потепління клімату, яке підвищило конкурентоспроможність бука і дало змогу виживати більшій кількості його дерев на одиниці площі.

Наступна суттєва зміна у пралісі – це постійне збільшення приросту дерев бука за діаметром за весь період спостережень (у 2010 р. – на 21%, у 2015 – на 14 %). Це явище не є характерним для пралісу, який у науці трактується як найбільш стабільну лісову екосистему, і тому зростання приросту

більш як на 1/3 потребує пояснення. Спочатку зауважимо, на якому фоні відбулося це збільшення: зростає густина дерев, зменшуються середній діаметр і висота дерев, сума площі поперечного перерізу та запас деревини коливаються несуттєво, вітровали 2007 і 2011 рр. утворили прогалини в основному наметі, зменшується кількість опадів, зростає сума активних температур. Це означає, що поява значної кількості тонких (від 6 до 10 см за діаметром) дерев, які не дали змогу суттєво зменшити суму площі поперечного перерізу та запас деревини, відповідно до таксаційних закономірностей мала привести до зменшення приросту за діаметром. А логічним поясненням постійного зростання приросту за діаметром є покращення лісорослинних умов для бука, як із позицій потепління, так і внаслідок покращення освітленості крон після вітровалів.

Ще однією неочікуваною зміною у структурі букового пралісу стала поява нових деревних порід як у складі деревостану (дуб звичайний, черешня, горобина звичайна, верба козяча), так і у природному відновленні (черешня, горобина звичайна). Найбільш достовірним поясненням цього явища є зменшення конкурентоспроможності порід, які раніше формували праліс, порівняно з породами, що з'явилися. Підтверджують це пояснення і результати досліджень за класами IUFRO: наприклад, життєвість бука з 2000 до 2015 р. погіршилася з 1,92 до 1,98, і це особливо значущо на тлі зменшення частки дерев у третьому ярусі (з 2,26 до 2,11) та збільшення довжини крони дерев бука (з 4,65 до 4,27). Якщо зміни структури не призвели до суттєвого погіршення життєвості бука, то поява нових порід відбулася внаслідок зміни лісорослинних умов (змін клімату).

**Висновки і перспективи.** Загалом, зміни букового пралісу в період з 2000 до 2015 р. навіть за наявності катастрофічних стихійних впливів (вітровали 2007 і 2011 рр.) були несуттєвими: породний склад, сума площі поперечного перерізу та запас деревини коливалися дуже слабо ( $v < 1\%$ ). Але окремі зміни пралісу (збільшення густоти дерев, збільшення приросту за діаметром, поява нових порід в складі) були суттєвими, і саме стабільність пралісу вказує на те, що причиною цих змін були зовнішні фактори, зокрема – зміна лісорослинних умов. При цьому, зміни лісорослинних умов нині ще не є критичними для букового пралісу, бо його механізми саморегуляції забезпечують підтримання структури пралісу в попередньому стані. Однак виявлені істотні зміни є підставою говорити про буковий праліс як модель адаптації букових лісів Українських Карпат до глобальних змін клімату.

Результати вивчення динаміки структури букового пралісу дали змогу підготувати такі пропозиції для кліматично орієнтованого лісівництва в букових лісах Карпат: для запобігання втратам деревини внаслідок стихійних явищ необхідно під час рубок у першу чергу видаляти пошкоджені дерева та з неправильною формою крони; для формування корінного деревостану через природне відновлення доцільно зменшити розміри прогалин при рубках до 1–2 дерев основного ярусу; для збереження в породному складі тих порід, в яких погіршується життєвість, необхідно запобігти їх пошкодженню при проведенні рубок; для регулювання запасу деревини доцільно збільшити інтенсивність рубок на 15 % або відповідно зменшити інтервали між рубками.



**Подяка.** Автори висловлюють щиру подяку всім колегам за допомогу в проведенні польових досліджень і за цінні зауваження до статті.

### Список літератури

- Biolley, H. (1901). Le Jardinage cultural. *Journal Forestie Suisse*, 6 (52), 97–104.
- D'Amato, A. W., Bradford, J. B., Fraver, S., Palik, B. J. (2011). Forest management for mitigation and adaptation to climate change: Insights from long-term silviculture experiments. *Forest Ecology and Management*, 262, 803–816.
- Didukh, Y. P., Chornej, I. I., Budzhak, V. V., Tokaryuk, A. I., Kish, R. Y., Protopopova, V. V., ... Norenko, K. M. (2016). *Climatogenic changes of the plant world of the Ukrainian Carpathians*. Chernivtsi: Druk ART [in Ukrainian].
- Gayer, K. (1882). *Der Waldbau*. 2nd ed. Berlin: Verlag von Paul Parey, 592.
- Hobi, M. L., Commarmot, B., Bugmann, H. (2015). Pattern and process in the largest primeval beech forest of Europe (Ukrainian Carpathians). *Journal of Vegetation Science*, 26, 323–336.
- Kauppi, P., Hanewinkel, M., Lundmark, T., Nabuurs, G. J., Peltola, H., Trasobares, A., Hetemäki, L. (2018). *Climate Smart Forestry in Europe*. European Forest Institute. Retrieved from [https://www.efi.int/sites/default/files/files/publication-bank/2018/Climate\\_Smart\\_Forestry\\_in\\_Europe.pdf](https://www.efi.int/sites/default/files/files/publication-bank/2018/Climate_Smart_Forestry_in_Europe.pdf).
- Korpel, S. (1995). *Die Urwälder der Westkarpaten*. Stuttgart, Jena, New York: G. Fischer, 310.
- Nabuurs, G.-J., Verkerk, P. J., Schelhaas, M.-J., Olabarria J. R. G., Trasobares, A., Cienciala, E. (2018). *Climate-Smart Forestry: mitigation impacts in three European regions*. Retrieved from [https://www.efi.int/sites/default/files/files/publication-bank/2018/efi\\_fstp\\_6\\_2018.pdf](https://www.efi.int/sites/default/files/files/publication-bank/2018/efi_fstp_6_2018.pdf).
- Pretzsch, H., Biber, P., Schütze, G., Bielak, K. (2014). Changes of forest stand dynamics in Europe. Facts from long-term observational plots and their relevance for forest ecology and management. *Forest Ecology and Management*, 316, 65–77.
- Shparyk, Y. S. (2016). *Sustainable forest management (on example of Ukrainian Carpathians)*. Ivano-Frankivsk: Terytorija druku [in Ukrainian].
- Shparyk, Y. S., Berkela, Y. Y., Viter, R. M., Losiuk, V. P. (2018a). Main types of forest stands dynamics in the Ukrainian Carpathians. *Nature of the Carpathians: Annual Scientific Journal of CBR and the Institute of Ecology of the Carpathians NAS of Ukraine*, 1 (3), 50–57 [in Ukrainian].
- Shparyk, Y. S., Commarmot, B., Berkela, Y. Y. (2010). *Structure of the Ukrainian Carpathians beech virgin forest*. Snjatyn: Prutprynt [in Ukrainian].
- Shparyk, Y. S., Viter, R. M., Shparyk, V. Y. (2018b). Influence of natural factors on the dynamics of the beech (*Fagus sylvatica* L.) virgin forest of the Ukrainian Carpathians. *Scientific Bulletin of UNFU of Ukraine*, 28 (7), 13–16 [in Ukrainian].
- Stillhard, J., Hobi, M., Hulsmann, L., Brang, P., Ginzler, C., Kabal, M., ... Commarmot, B. (2019). Stand inventory data from the 10-ha forest research plot in Uholka: 15~yr of primeval beech forest development, *Ecology*, 100 (11). <https://doi.org/10.1002/ecy.2845>.
- Stojko, S. M. (2006). Primary forests as ecological models of re-naturalization of secondary phytocoenoses. *Ukrainskyj botanichnyj zhurnal*, 63 (3), 358–368 [in Ukrainian].
- Trotsiuk, V., Hobi, M. L., Commarmot, B. (2012). Age structure and disturbance dynamics of the relic virgin beech forest Uholka (Ukrainian Carpathians). *Forest Ecology and Management*, 265, 181–190.
- United Nations Framework Convention of Climate Change (UNFCCC). (2015). Paris Agreement; UNFCCC: Geneva, Switzerland, 32.
- Zlatník, A., Korsuň, F., Kočetov, F., Kseneman, M. (1938). Prozkum přirozených lesů na Podkarpatské Rusi. *Sborník výzkumných ústavů zemědělských ČSR*, 152, 244.

Shparyk, Y. S., Viter, R. M., Shparyk, V. Y. (2020). Structural changes of the common beech (*Fagus sylvatica* L.) virgin forest in the context of climate-smart forestry. *Ukrainian Journal of Forest and Wood Science*, 11 (1), 87-97. <https://doi.org/10.31548/forest2020.01.087>.

*Climate Smart Forestry is a modern forestry concept that aims to reduce the negative impacts of climate changes on forests and to develop a long-term forest management strategy that considers climate changes and natural disasters effects on forests. Structural changes in virgin forests are a natural response on climate changes and this justifies the importance of their study in the context of Climate Smart Forestry. The dynamics of the Common beech virgin forest in the Ukrainian Carpathians has been studied from 2000 to 2015 on a 10-hectares permanent plot in accordance with the IUFRO methodological guidelines as a joint effort with the Swiss Federal Institute of Forest, Snow and Landscape (WSL). Climate changes (increase in the sum of active temperatures – by 22 % and decrease in precipitation – by 46 %) recorded on the meteorological station of the Carpathian Biosphere Reserve, which is located 3 km away from the research plot, and the impact of windthrow – according to the data of 4 inventories. An analysis of the 15 years dynamics of virgin forest revealed significant changes in some forest stand parameters against the background of the overall stability of its structure. Investigation results confirmed that beech virgin forest of the Ukrainian Carpathians is a very complex forest stand (four layers, nine species, and fluctuation of the trees' diameter – from 6 to 132 cm and the trees' age – from 1 to 400 years), but very stable (variability of 6 out of 8 key parameters does not exceed 10 percent) too. The increase in the number of trees in the beech virgin forest from 2010 to 2015 was 60 % (from 278 to 445 trees per ha) and the main reason for this was the windfall in 2007. The increase in the diameter increment was also significant from 2005 to 2015 (by 35 % – from 0.26 to 0.36 cm/year), even in spite of the increase in the number of trees and the decrease in average diameter. The uprise of four new species (Rocky oak, Cherry, Mountain ash, Goat willow) in the species composition of the virgin forest resulted from the vitality deterioration of the Common beech and other tree species that formed the virgin forest earlier. These changes in the virgin forest cannot be explained by its internal dynamics, and the structural stability of the virgin forest indicates that these factors were due to external factors, first of all – changes of the site conditions (global warming). Therefore, our research gives grounds to consider some proposals for Climate-Smart Forestry in the beech forests of the Eastern Carpathians: for prevention of the wood volume losses due to natural disasters, it is necessary to pay more attention to damages to trees and crowns within cuts (stem hollows, stem cancer, big crowns); for the formation of a native forest stands through the natural regeneration it is expedient to reduce the size of gaps within cutting to 1–2 trees of the main layer; in order to save in forests those species, which tend to deteriorate vitality, it is necessary to prevent their damage within cutting; it is expedient to increase the intensity of cuttings by 15 % or reduce the intervals between them in order to regulate the wood volume because of the increase of increment.*

**Keywords:** site conditions change, uneven-aged forest stand, tree number, diameter increment, undergrowth, new species.

---

Отримано: 2020-01-08

## РЕПРЕЗЕНТАТИВНІСТЬ ДЕНДРОФЛОРИ ШТУЧНИХ ЗАПОВІДНИХ ПАРКІВ РІВНЕНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

**К. Г. ПОКОТИЛОВА, аспірант\***

<http://orcid.org/0000-0002-9020-0772>, e-mail: [Kamilapg@ukr.net](mailto:Kamilapg@ukr.net)

Національний університет біоресурсів і природокористування України

На території Рівненської області із 24 штучних об'єктів природно-заповідного фонду налічується 13 парків-пам'яток садово-паркового мистецтва, дев'ять пам'яток природи, один дендрологічний парк і один зоологічний парк. Їхню дендрофлору складають 446 видів рослин. За величиною частоти трапляння усі види умовно поділено на чотири групи: 1) види, які дуже часто трапляються (у 20 і більше об'єктах); 2) види, які помірно трапляються (у 10–19 об'єктах); 3) види, які рідко трапляються (у 5–9 об'єктах), 4) види, які дуже рідко трапляються (у 1–4 об'єктах). До першої групи віднесено вісім видів, до другої – 27, третьої – 51, четвертої – 360 видів. Із категорій природно-заповідного фонду найбільшу кількість видів представлено у Березнівському дендрологічному парку (93,5 % загальної кількості видів дослідженої дендрофлори). На другому місці за ступенем видової репрезентативності – парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва (119 видів, 26,7 %), третьому – штучні пам'ятки природи (112 видів, 25,1 %), четвертому – Рівненський зоологічний парк (62 види, 13,9 %). За ступенем локалітетної репрезентативності найчисельніша кількість видів зосереджена у Березнівському дендрологічному парку. На другому місці за кількістю видів деревних рослин перебувають парк-пам'ятка садово-паркового мистецтва «Рівненський парк ім. Т. Г. Шевченка» та пам'ятка природи «Більський дендропарк». Штучні заповідні парки розташовані у межах 12 районів області, серед яких найбільше їх (шість) у Рівненському районі, а найвище видове багатство мають Березнівський (один парк-пам'ятка садово-паркового мистецтва та дендрологічний парк) і Дубровицький райони (три пам'ятки природи). У парках північної поліської частини Рівненської області виявлено 441, а її південної частини у межах зони широколистяних лісів – 127 видів деревних рослин. На територіях досліджуваних парків живуть вікові (старші 100 років) деревні рослини 26 видів. Такі рослини виявлено у межах штучних

\* Науковий керівник – доктор біологічних наук, професор С. Ю. Попович.

заповідних парків Рівненської області, які розташовані у межах 11 районів. Найбільша їх кількість – у Рівненському та Гошанському районах.

**Ключові слова:** види деревних рослин, частота трапляння, природно-заповідний фонд, вікові дерева, дендрорізноманіття, осередки культивування.

**Актуальність та аналіз останніх досліджень.** Проблема аналізу стану репрезентативності біорізноманіття природно-заповідного фонду (ПЗФ) України бере свої витoki від основних завдань державної Програми перспективного розвитку заповідної справи в Україні (Program, 1994). Відповідно з того часу оцінювання репрезентативності видів деревних рослин, передусім раритетних, на територіях і об'єктах ПЗФ різних регіонів України здійснювала чимала когорта дослідників, оскільки ступінь представленості видового багатства деревних рослин у заповідних осередках свідчить про рівень їхньої дендрологічної цінності. Особливо актуалізувався цей напрям досліджень за останні п'ять років (Vlasenko, 2015; Berehuta, 2016; Didukh, Vakarenko & Vynokurov, 2016; Myhailovych, 2017; Popovych, Savoskina, Sherstiuk et al., 2017; Miskevych & Popovych, 2019; Oleksiichenko, Podolkhova & Kurdiuk, 2019; Popovych, Sherstiuk, Pokotylova et al., 2019). Результати таких досліджень у штучних заповідних парках (ШЗП) дають змогу оцінювати видове багатство, прогнозувати та надавати обґрунтовані рекомендації щодо розширення кількісного і якісного складу колекцій дендрорізноманіття та оптимізації мережі ПЗФ. Однак досі не було проаналізовано стан репрезентативності видів дендрофлори ШЗП Рівненської області.

**Матеріали і методи досліджень.** Осередками збереження культивованого дендрорізноманіття у Рівненській області є штучні території та об'єкти

чотирьох категорій ПЗФ України. Тому метою дослідження було проаналізувати сучасний стан комплексної репрезентативності дендрофлори ШЗП Рівненської області у різних аспектах. Відповідно об'єктом дослідження був видовий склад заповідних деревних рослин, а предметом дослідження – видова, локалітетна, категоріальна, регіональна та зональна репрезентативності дендрофлори цих парків.

Список видів деревних рослин ШЗП Рівненщини було складено за результатами власних польових досліджень, численними літературними та іншими інформаційними джерелами. Назви рослин наведено латинською мовою відповідно до стандартів таксономічних баз даних The Plant List та IUCN Red List (Червоного списку Міжнародного союзу охорони природи і природних ресурсів). Для латинських назв видів рослин застосовано правило першого згадування, за якого на початку наводять бінарні назви з авторами, а далі по тексту без авторів.

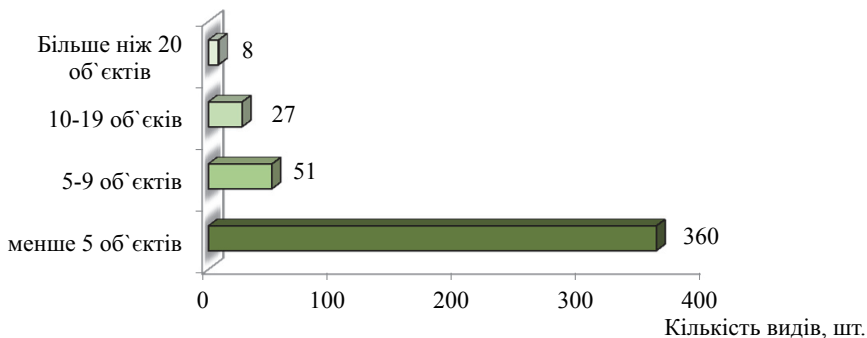
Аналіз репрезентативності дендрофлори здійснювали за добре апробованою методичною схемою (Vlasenko, 2015; Berehuta, 2016; Popovych, Savoskina, Sherstiuk et al., 2017; Miskevych & Popovych, 2019; Popovych, Sherstiuk, Pokotylova et al., 2019). Зокрема, видову репрезентативність встановлювали за ступенем частоти трапляння видів рослин у ШЗП області. Категоріальну репрезентативність визначали за належністю досліджених видів рослин до

категорій ПЗФ, локалітетну репрезентативність – за приуроченістю їх до окремих територій та об'єктів (локацій) ПЗФ, а регіональну репрезентативність – за наявністю таксонів в окремих адміністративних районах Рівненської області. Також визначено ступінь репрезентативності дослідженої дендрофлори у розрізі двох фізико-географічних зон мішаних і широколистяних лісів, які пролягають через територію Рівненської області. Для видового складу вікових деревних рослин визначали локалітетну та регіональну репрезентативності.

**Результати дослідження та їх обговорення.** На території Рівненської області нині функціонують 24 штучні заповідні парки: 13 парків-пам'яток садово-паркового мистецтва (ППСПМ), дев'ять штучних пам'яток природи (ШПП), один дендрологічний парк (ДП) та один зоологічний парк (ЗП). Їх дендрофлору складає 446 видів деревних рослин (Рокотулова, 2018). Розподіл цієї кількості таксонів у мережі ШЗП Рівненської області показано на рис. 1.

Видова репрезентативність. Аналіз видової репрезентативності показав, що першу групу з найвищим ступенем частоти трапляння (20 і більше

заповідних локалітетів) становлять вісім видів рослин. Зокрема, першість мають *Aesculus hippocastanum* L. та *Robinia pseudoacacia* L. (23 ШЗП). У 22 об'єктах виявлено *Acer platanoides* L., *Carpinus betulus* L., *Tilia cordata* Mill. та *Picea abies* (L.) H.Karst., а *Betula pendula* Roth та *Quercus robur* L. ростуть у межах 21 ШЗП. Тобто ці деревні рослини трапляються у 88 % досліджених парків. Зі складу категорій ПЗФ *Aesculus hippocastanum* представлено в усіх чотирьох (ШПП, ППСПМ, ДП, ЗП), а серед заповідних об'єктів його не виявлено лише у ШПП «Зарічненський парк». *Robinia pseudoacacia* знайдено також майже в усіх досліджуваних парках, за винятком Млинівського ППСПМ, та усіх категоріях ПЗФ. *Acer platanoides* репрезентує усі категорії штучно створених об'єктів ПЗФ, не виявлено його лише у двох ШПП («Зарічненський парк», «Володимирецький парк»). Із усіх досліджуваних об'єктів *Carpinus betulus* не виявлено лише у Городоцькому та Острожецькому ППСПМ. Зокрема, особини цього виду ростуть у ППСПМ (Млинівський, Тучинський та інші), ШПП («Більський дендропарк», «Висоцький дендропарк» та інші), Березнівському ДП та Рівненському ЗП. Із усіх заповідних осередків дослідження



**Рис. 1.** Кількісне співвідношення видів дендрофлори і ШЗП Рівненської області

*Tilia cordata* не виявлено лише у Горо-доцькому ППСІМ та Рівненському ЗП. Цей вид репрезентує три категорії ПЗФ, наприклад, ППСІМ (Зірненський, «Новоставський дендропарк»), ШПП («Рокитнівський дендропарк», «Володимирецький парк») і Березнівський ДП. *Picea abies* знайдено майже в усіх досліджуваних парках, винятком є Клеванський ППСІМ і ШПП «Володимирецький парк». Рослини цього виду ростуть у межах територій усіх чотирьох категорій ПЗФ, наприклад ППСІМ («Рівненський парк ім. Т. Г. Шевченка», Млинівський), ШПП («Сарненський дендропарк», «Рокитнівський дендропарк»), Березнівський ДП і Рівненський ЗП. *Betula pendula* не виявлено у Тучинському ППСІМ, ШПП «Трипутнянський парк» та Березнівському ДП, тобто вид репрезентує три категорії ПЗФ: ППСІМ, ШПП і ЗП. Із загальної кількості об'єктів дослідження рослин *Quercus robur* не виявлено лише у трьох: ШПП «Зарічненський парк», Мізоцькому та Острожецькому ППСІМ. Зате вони представляють чотири категорії ПЗФ, наприклад, ППСІМ (Олександрійський, Гоцанський), ШПП («Більський дендропарк», «Висоцький дендропарк»), Березнівський ДП та Рівненський ЗП.

Другу групу помірно поширених рослин (від 10 до 19 парків) представляють 27 видів. Зокрема, у 19 парках виявлено один вид: *Acer negundo* L. Ten. Він репрезентує три категорії ПЗФ (12 ППСІМ, шість ШПП та один ДП). *Sorbus aucuparia* L. та *Prunus cocomilia* виявлено у 18 заповідних локалітетах чотирьох і трьох категорій ПЗФ відповідно, зокрема перший репрезентує 10 ППСІМ, шість ШПП, один ДП, один ЗП, а другий – 12 ППСІМ, чотири ШПП та один ЗП. П'ять видів рослин локалізуються у 17 об'єктах досліджен-

ня. Зокрема, *Acer pseudoplatanus* L. представляє дев'ять ППСІМ, шість ШПП та по одному ДП і ЗП. *Juglans regia* L. репрезентує вісім ППСІМ, сім ШПП, один ДП та один ЗП. *Tilia americana* L. виявлено у парках трьох категорій ПЗФ: ППСІМ (11 об'єктів), ШПП (п'ять), ДП (один). *Corylus avellana* L. та *Syringa vulgaris* L. є у парках усіх чотирьох категорій ПЗФ: ППСІМ (по 10 об'єктів), ШПП (по п'ять), ДП та ЗП. *Thuja occidentalis* L. знайдено у 16 об'єктах дослідження. Він представляє також чотири категорії ПЗФ: ППСІМ (10 і дев'ять відповідно), ШПП (чотири та п'ять), ДП і ЗП. У межах 14 ШЗП виявлено рослини *Rosa canina* L. (сім ППСІМ, шість ШПП і ДП), *Ulmus glabra* Huds. (дев'ять ППСІМ, чотири ШПП, ДП та ЗП), *Buxus sempervirens* L. (вісім ППСІМ, чотири ШПП, ДП та ЗП), *Fraxinus pennsylvanica* (сім ППСІМ, шість ШПП та один ДП) та *Fraxinus excelsior* L. (11 ППСІМ, два ШПП та ЗП). Чотири види рослин (*Viburnum opulus* L., *Pinus sylvestris* L. *Prunus avium* (L.) L., *Sambucus nigra* L., *Fraxinus excelsior* L.) репрезентують 13 об'єктів дослідження. Із цих видів перший трапляється у дев'яти ППСІМ, трьох ШПП та ЗП. Другий вид знайдено у вісьмох ППСІМ, чотирьох ШПП і ДП, третій – дев'ятьох ППСІМ, двох ШПП, ДП та ЗП, четвертий – 10 ППСІМ, а також по одному об'єкту ШПП, ДП та ЗП. *Pyrus communis* L. також виявлено у 12 об'єктах – трьох ППСІМ, сімох ШПП, ДП та ЗП. *Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim., *Salix alba* L. та *Vitis vinifera* L. виявлено у межах територій 11 ШЗП. Зокрема, перший вид має місце у чотирьох ППСІМ, п'ятьох ШПП, ЗП та ДП, другий – у шістьох ППСІМ, трьох ШПП, ДП та ЗП, третій – сімох ППСІМ, трьох



ШПП та ДП. П'ять видів знайдено водночас у 10 ШЗП (*Cornus sanguinea* L., *Juniperus communis* L., *Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch., *Prunus padus* L. та *Juniperus sabina* L.). Три перші представляє чотири категорії ПЗФ, а саме: ППСІМ (відповідно шість, три, п'ять об'єктів), ШПП (відповідно два, п'ять, три), ДП та ЗП. *Prunus padus* репрезентує чотири ППСІМ, п'ять ШПП та один ДП. *Juniperus sabina* L. виявлено на територіях об'єктів ПЗФ категорій ППСІМ (шість) та ШПП (чотири).

Третю групу рослин, котрі рідко трапляються (5–9 ШЗП), становлять 51 вид. Із них шість видів знайдено у межах територій дев'яти парків, вісім – восьми, єв'ять – семи, 14 – шести та 17 – п'яти парків.

Четверту групу рослин із частотою трапляння (1–4 об'єкти) склали 360 видів. Тобто у дослідженому регіоні найбільша кількість видів рослин має низьку частоту трапляння. Їхня частка становить 80,7 % їх загальної кількості видів дендрофлори. Одночасно чотири парки представляють шість видів (1,3 %), три – 19 (4,3 %), два – 33 (7,4 %), один парк – 302 види (67,7 %).

Категоріальна репрезентативність. Аналіз цього виду репрезентативності дав змогу оцінити відмінність кількісного і якісного видового складу об'єктів різних категорій ПЗФ (рис. 2). У результаті аналізу виявле-

но, що найвищий ступінь репрезентативності має категорія ДП (417 видів), передусім в особі єдиного у Рівненській області Березнівського ДП.

Значно меншою представленістю видів характеризуються ППСІМ. На їхніх територіях виявлено 119 видів деревних рослин. Високий рівень константності у ППСІМ притаманний *Aesculus hippocastanum* та *Acer platanoides* (13 ШЗП), *Picea excelsa*, *Robinia pseudoacacia*, *Tilia cordata*, *Acer negundo* та *Betula pendula* (12), *Carpinus betulus*, *Quercus robur*, *Prunus cocomilia* (11).

Ще нижчі показники репрезентативності характерні для ШПП, де знайдено 112 видів деревних рослин. Із них 12 видів трапляються більше ніж у сімох ШПП (*Carpinus betulus*, *Tilia cordata*, *Robinia pseudoacacia* та інші). У межах восьми ШПП ростуть *Betula pendula*, *Quercus robur*, *Picea abies*. Ще шість видів (*Aesculus hippocastanum*, *Corylus avellana*, *Fraxinus pennsylvanica*, *Pyrus communis*) репрезентують сім ШПП водночас. *Acer pseudoplatanus* та *Acer platanoides* виявлено у межах шести ШПП.

З-поміж усіх чотирьох категорій ПЗФ найменше (62 види, 13,9 %) зосереджено в межах території єдиного в області Рівненського ЗП.

**Локалітетна репрезентативність.** Проаналізувавши цей вид репрезентативності, встановлено, що

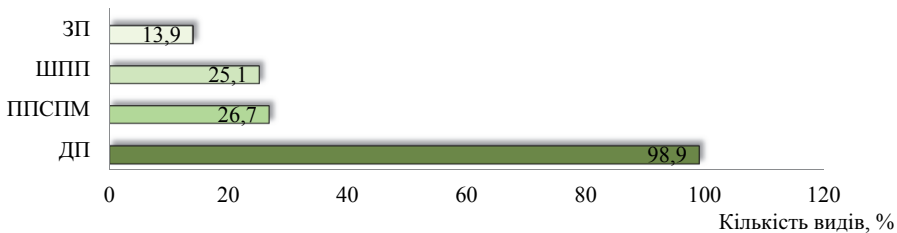


Рис. 2. Показники категоріальної репрезентативності дендрофлори ЗП Рівненської області

найчисельніше зосередження видового дендрорізноманіття має Березнівський ДП (*Larix kaempferi* (Lamb.) Carriere, *Metasequoia glyptostroboides* Hu et Cheng., *Berberis aquifolium* Pursh, *Chaenomeles japonica* (Thunb.) Lindl. ex Spach та інші), тобто у ньому сконцентровано 93,5 % від загальної кількості видів дендрофлори усього дослідженого регіону. На другому місці за кількістю видів деревних рослин (по 15,2 %) перебувають ППСМ «Рівненський парк ім. Т. Г. Шевченка» та ШПП «Більський дендропарк». На їхніх територіях виявлено *Picea abies*, *Armeniaca vulgaris* Mill., *Chaenomeles japonica*, *Vitis vinifera* та інші. На третьому місці за величиною видового багатства – Рівненський ЗП (13,9 %, *Larix desidua* Mill., *Thuja occidentalis*, *Berberis vulgaris* L., *Euonymus europaea* L., *Spiraea media* F. Schmidt та інші). Наступне провідне місце посідає дендрофлора ШПП «Сарненський дендропарк» (59 видів, *Abies concolor* Lindl. et Gord., *Pinus monticola* Douglas ex D. Don, *Physocarpus opulifolius*, *Phellodendron amurense* Rupr. та інші).

У межах шістьох ШЗП (ШПП: «Рокитнівський дендропарк», «Висоцький дендропарк», «Трипутнянський парк»; ППСМ: «Новоставський дендропарк», Гоцанський, Млинівський) кількість видів рослин варіює від 60 до 40. На територіях сімох парків репрезентовано від 31 до 39 видів (ППСМ: Олександрійський, Городоцький, Великомежирицький, Острожецький, Мізоцький, Зірненський; ШПП: «Дендропарк Острозького держлісгоспу»). П'ять із досліджуваних об'єктів представляють від 20 до 28 видів (ППСМ: «Антонівка», Тучинський; ШПП: «Володимирецький парк», «Зарічненський парк», «Радивилівський дендропарк»).

**Регіональна репрезентативність (районна).** У Рівненській області ШЗП представлено у 12 адміністративних районах. Із них найбільша кількість видів – у Березнівському районі, у межах якого розташовано два заповідні об'єкти (ППСМ та ДП). Наступне місце за кількістю видів посідає Рівненський район завдяки тому, що тут найбільша кількість ШЗП (п'ять ППСМ та один ЗП). Дубровицький район представлений трьома ШПП, дендрофлора яких складається із 104 видів рослин. Із відомих об'єктів Сарненського району треба згадати ШПП «Сарненський дендропарк». Заповідні регіональні культивовані дендрофлори Млинівського та Рокитнівського районів мають однакову кількість видів деревних рослин. У першому районі розташовано два ППСМ, а другому – лише ШПП «Рокитнівський дендропарк». У Володимирецькому районі на територіях однієї ШПП та одного ППСМ виявлено 39 видів деревних рослин. У Корецькому районі у межах одного ППСМ виявлено 36 видів деревних рослин. На території ШЗП Острозького району (один ППСМ) виявлено по 35 видів рослин, Радивилівського (дві ШПП) – 33 види. У Здолбунівському районі є лише один ППСМ, його дендрофлора налічує 32 види рослин (табл.).

Проаналізувавши сучасний стан регіональної репрезентативності дендрофлори ШЗП Рівненської області, встановлено, що із 446 видів лише сім представлених у ШЗП усіх 12 районів області. Це такі види: *Picea abies*, *Acer platanoides*, *Aesculus hippocastanum*, *Betula pendula*, *Carpinus betulus*, *Robinia pseudoacacia* та *Tilia cordata*. На територіях досліджуваних об'єктів у межах 11 районів виявлено п'ять видів покритонасінних: *Acer negundo*, *Acer pseudoplatanus*, *Corylus avellana*,

## Показники регіональної репрезентативності дендрофлори ШЗП Рівненської області

Назва району	Кількість ШЗП	Кількість видів	
		шт.	%
Березнівський	2	423	94,8
Володимирецький	2	39	8,7
Гощанський	2	44	9,9
Дубровицький	3	104	23,3
Здолбунівський	1	32	7,2
Корецький	1	36	8,1
Млинівський	2	57	12,8
Острозький	1	35	7,8
Радивилівський	2	33	7,4
Рівненський	6	126	28,3
Рокитнівський	1	57	12,8
Сарненський	1	59	13,2

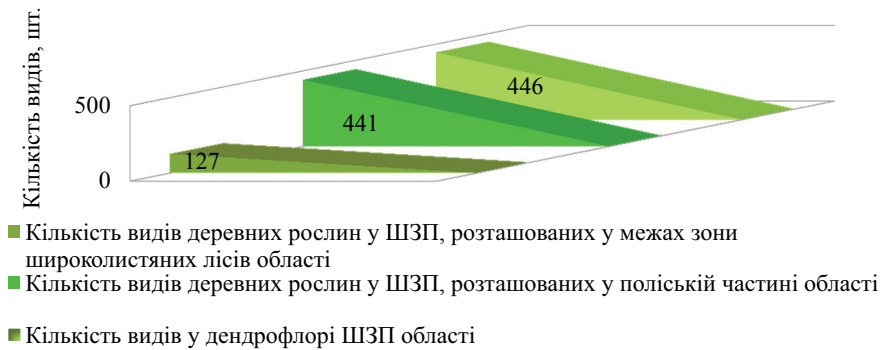
*Quercus robur* та *Sorbus aucuparia*. Ще вісім видів репрезентують ШЗП одночасно 10 районів (*Pinus sylvestris*, *Fraxinus excelsior*, *Juglans regia*, *Syringa vulgaris*, *Prunus cocomilia*, *Tilia americana*, *Ulmus glabra* та *Viburnum opulus*). У досліджуваних парках дев'яти районів виявлено *Thuja occidentalis*, *Fraxinus pennsylvanica* Marshall., *Rosa canina* та *Sambucus nigra*. Сім видів рослин знайдено у ШЗП вісьмох районів, шість – сімох, 11 – шістьох районів області. Більша частка виявлених видів припадає на парки, які розташовано менше ніж у п'ятьох районах, зокрема 21 вид – у межах п'ятьох районів, 19 – чотирьох, 23 – трьох, 36 – двох районів. Досить значну частку видів (66,5 %) виявлено у ШЗП, які розташовані у межах лише одного з районів області.

**Зональна репрезентативність.** Ми також з'ясували частки досліджених видів рослин ШЗП, що розташовані у межах двох фізико-географічних зон, які пролягають через територію Рівненської області (рис. 3).

У ШЗП поліської частини (зона мішаних лісів) області виявлено 441 вид деревних рослин. Найбільше їх (417) у Березнівському ДП. Решта досліджених парків має значно меншу кількість видів рослин (від 68 до 20). Мережу досліджених об'єктів, розташованих у зоні широколистяних лісів Рівненської області, представляють 127 видів деревних рослин. Найчисельніший видовий склад дендрофлор характерний для ППСПМ «Рівненський парк ім. Т. Г. Шевченка» та Рівненського ЗП.

Репрезентативність вікових деревних рослин. Особливою цінністю вирізняються вікові рослини, тобто ті, яким понад 100 років (Груньк, Stetsenko, Shnaider et al., 2010; Galkin, Doiko, Dragan et al., 2015). На територіях ШЗП Рівненської області виявлено старовікові деревні рослини 26 видів, із них 17 автохтонних і дев'ять екзотичних видів.

Аналізуючи сучасний стан регіональної репрезентативності цих видів, ми встановили, що вікові дерева живуть



**Рис. 3. Показники зональної репрезентативності дендрофлори ШЗП Рівненської області**

у ШЗП 11 районів області. Зокрема, найбільшою кількістю видів вирізняється Рівненський район (14 автохтонних, сім екзотичних). Деяко нижчі показники мають Гощанський (12 автохтонних, чотири екзотичні), Млинівський (дев'ять автохтонних), Корецький (сім автохтонних, один екзотичний), Радивилівський (відповідно п'ять і два), Здолбунівський (чотири і два), Острозький (три й один), Володимирецький (три автохтонні), Дубровицький (два й один), Рокитнівський (один і один), Березнівський (три автохтонні). Найбільша кількість видів вікових деревних рослин зосереджена у Гощанському ППСМ (10 видів, із яких один екзот) та ППСМ «Рівненський парк ім. Т. Г. Шевченка» (вісім, із яких три екзотичні). Такі показники підтверджують історичну цінність зазначених парків.

У розрізі локалітетної репрезентативності з'ясовано, що найчастіше трапляються старовікові рослини *Acer platanoides*, *Fraxinus excelsior* та *Tilia cordata*, які виявлено у дев'ятьох ШЗП Рівненщини. У восьми, шести і п'яти парках мають місце такі вікові дерева відповідно *Quercus robur*, *Aesculus hippocastanum* та *Acer pseudoplatanus*. Решту видів вікових деревних рослин

знайдено менше, ніж у п'ятьох ШЗП одночасно: два види – у чотирьох парках, три – трьох, два – двох і 13 – в одному парку.

**Висновки і перспективи.** Отже, загалом у ШЗП Рівненської області виявлено 446 видів деревних рослин. Найвищу частоту трапляння мають вісім видів (1,7%), 27 (6,1%) – помірну частоту трапляння, 51 вид (11,4%) належать до групи рідкісної частоти трапляння, а найнижча частота трапляння спостерігалась у 360 видів (80,7%). У розрізі категоріальної та локалітетної репрезентативності визначено, що найбільшою кількістю видів (417) представлено категорію ДП, а саме Березнівський ДП. Із 12 районів області найбільшу частку видів має Березнівський район (94,8%). Досить значну кількість видів старовікових деревних рослин репрезентовано у межах ШЗП Рівненського району. Загалом можна констатувати, що чільне місце у дендрофлорі дослідженого регіону має Березнівський ДП. Про це свідчать результати аналізу майже усіх видів репрезентативності дендрофлори. Однак найбільшою кількістю видів старовікових деревних рослин вирізняється Гощанський ППСМ.

### Список літератури

- Berehuta, Ye. (2016). Representativeness of rare exotic arboreal species in botanical gardens of Ecuador and Ukrainian Steppe. *Biological Resources and Nature Management*, 8, 3–4, 21–28 [in Ukrainian].
- Didukh, Ya. P., Vakarenko, L. P., & Vynokurov, D. S. (2016). Evaluation of Ukraine network of natural reserve objects representativeness (botanical aspect). *Ukrainian Geographical Journal*, 2, 13–19 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/ugz2016.02.013>
- Galkin, S. I., Doiko, N. M., Dragan, N. V., & Mor Datenko, S. I. (2015). *The system of measures for the preservation of centuries-old trees of ancient parks: methodical instructions*. Bila Tserkva [in Ukrainian].
- Hrynyk, P., Stetsenko, M., Shnaider, S., et al. (2010). *Ancient trees of Ukraine: Register-handbook*. Kyiv: Logos [in Ukrainian].
- Miskevych, L. V., Popovych, S. Yu. (2019). *Reserved dendrosozoexotics of the broadleaf forests zone of Ukraine*. Kyiv: Komprint [in Ukrainian].
- Myhailovych, N. (2017). Regional representation of artificial protected areas administrative regions Ukrainian Carpathians. *Forestry and landscape gardening*, 12. Retrieved from <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Lis/article/view/8958> [in Ukrainian].
- Oleksiichenko, N. O., Podolkhova, M. O., & Kurdiuk, O. M. (2019). *Dendrological parks of Ukrainian Polissia*. Bila Tserkva: O. V. Pshonkivsky [in Ukrainian].
- Pokotylova, K. (2018). Systematic and Biomorphological Analysis of Dendroflora of Artificial Protected Parks of the Rivne Region. *Lesya Ukrainka Eastern European National University Scientific Bulletin. Series "Biological Sciences"*, 8 (381), 17–22 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.29038/2617-4723-2018-381-17-22>
- Popovych, S. Yu., Savoskina, A. M., Sherstiuk, M. Yu., et al. (2017). *Reserved dendrosozoflora of the Ukrainian Polissia*. Kyiv: Komprint [in Ukrainian].
- Program for the Prospective Development of Conservation in Ukraine*. (1994). Retrieved from <http://zakon1rada.gov.ua/laws/show/177/94>.
- Popovych, S. Yu., Sherstiuk, M. Yu., Pokotylova, K. H., Myhailovych, N. V., & Miskevych, L. V. (2019). *Reserved dendrosozoflora of the broadleaf forests zone of Ukraine*. Kyiv: FOP Yamchinskiy O. V. [in Ukrainian].
- Vlasenko, A. S. (2015). Analysis of ex situ cultivation of Ukrainian rare Steppe dendroflora. *Biological bulletin of Bogdan Chmelnytsky Melitopol State Pedagogical University*, 5 (1), 24–47 [in Ukrainian].

---

**Pokotylova, K. H. (2020). Representativity of Rivne region artificial protected parks dendroflora. *Ukrainian Journal of Forest and Wood Science*, 11 (1), 98–107. <https://doi.org/10.31548/forest2020.01.098>.**

*On the territory of Rivne region, there are 13 Parks-monuments of landscape art, nine monument of nature, one dendrological park and one zoological park out of 24 artificial objects of the nature reserve fund. Their dendroflora is composed of 446 species of plants. According to the frequency of occurrence, all species are conventionally divided into four groups: 1) species that are very common (in 20 or more objects); 2) species that moderately occur (10–19 objects); 3) species that rarely occur (5–9 objects); 4) species that are very rare (1–4 objects). The first group includes eight species, the second – 27, the third – 51, the fourth – 360 species. The largest number of species of the nature reserve fund categories are represented in Bereznivskyi dendrological park (96.0% of the total number of species of the dendroflora studied). Parks-monuments of landscape art (119 species, 26.7%) are in second place in terms of species representativity, Monument of*

nature (112 species, 25.1%) are in the third place, and Rivne Zoological Park is in the fourth one (62 species, 13.9%). According to the degree of local representativity, the largest number of species is concentrated in the Bereznivskiy dendrological park . In second place by the number of species of woody plants are the park-monument of landscape art "Taras Shevchenko park in Rivne" and the monument of nature "Bilskyi Dendropark". Artificial reserve parks are located within 12 districts of the region, among which the majority (six) is in Rivne district. The Bereznivskiy (one of the Parks-monuments of landscape art, one dendrological park ) and Goshchany districts have the highest species richness. In the parks of the northern Polissia part of Rivne region, 441 were identified, and its southern part within the zone of deciduous forests features 127 species of woody plants. In the territories of the studied parks, there are centenary woody plants of 26 species (over 100 years). The largest number of them is in Rivne district. Such plants have been found within the artificial reserves of Rivne region, which are located within 11 districts. Most of them are in Rivne and Goshchany districts.

**Keywords:** woody plants species, frequency of occurrence, nature reserve fund, centenary trees, arboreal diversity, cultivation centers.

---

Отримано: 2020-02-20



---

---

## ДО УВАГИ АВТОРІВ!

---

---

До розгляду приймаються наукові статті обсягом 10–20 сторінок тексту без врахування бібліографічних посилань і анотації англійською або українською мовою (залежно від мови статті). Формат паперу – А4, орієнтація – книжкова, поля з усіх сторін – 20 мм, міжрядковий інтервал – 1,5, кегль шрифту – 14, гарнітура – Times New Roman, абзац – 1 см (лише для основного тексту статті і анотацій).

### Структура наукової статті:

**УДК** (вирівнювання по лівому краю, шрифт – звичайний);

- **назва статті** (вирівнювання по центру, шрифт – напівжирний, великі літери);
- **ініціали та прізвище авторів** (вирівнювання по центру, шрифт – напівжирний); науковий ступінь і вчене звання, ідентифікатор ORCID, електронна адреса авторів, місце їхньої роботи (вирівнювання по центру, шрифт – курсив), кожен співавтор з нового рядка; студенти і аспіранти додатково вказують наукового керівника в кінці першої сторінки статті у вигляді виноски;
- **анотація українською** (англійською) мовою (кегль шрифту – 14, курсив, міжрядковий інтервал – 1). Обсяг анотацій українською і англійською мовами повинен бути не менше 1800 знаків;
- **ключові слова** (кегль шрифту – 14, курсив, міжрядковий інтервал – 1) – словосполучення (слова), що використовуються для пошуку статті в електронних базах, жодне з них не дублює слова з назви статті;
- **текст наукової статті** із зазначенням наступних елементів:
  - **Актуальність** – висвітлюється важливість дослідження, існуючі проблеми та напрями їх вирішення в контексті поставлених наукових завдань із зазначенням ще невирішених аспектів питання.
  - **Аналіз останніх досліджень та публікацій**. Подається короткий аналіз результатів досліджень науковців з тематики наукової статті. В кінці цього розділу стисло формулюється основне завдання наукового дослідження у вигляді Мета або гіпотези статті.
  - **Матеріали і методи дослідження** – детально описується схема дослідження, умови і місце проведення досліду, основні методи і методики дослідження тощо.
  - **Результати дослідження та їх обговорення** – зазначаються отримані результати дослідження та їх аналіз із наведеним порівнянням щодо відомих фактів (бажано за останні 5 років).
  - **Висновки і перспективи** – необхідно представити конкретні результати аналізу та перспективи подальших досліджень.
  - **Подяки** (якщо необхідні!) подаються після висновків перед бібліографічними посиланнями.
- список літератури подається у кінці наукової статті у порядку згадування або у алфавітному порядку, без нумерації (кегль шрифту – 14, міжрядковий інтервал – 1). Список літератури повинен містити **не менше 10 літературних джерел** і формується за вимогами **APA 6th Edition**. Посилання у тексті наводяться за зразком (Прізвище, рік), наприклад: один автор – (Vinson, 1997), два автори – (Vargo & Laurel, 1994), ..., шість і більше авторів – (Jones et al., 1978). Детально з правилами можна ознайомитись за посиланням <http://nbuv.gov.ua/node/929> або за прикладами на сайті журналу.

Всі літературні джерела потрібно наводити **англійською мовою** і не менше трьох із них повинні мати ідентифікатор DOI. Транслітерація допускається лише прізвищ авторів, видавництва і географічних назв.

- **ініціали і прізвища авторів, тема, анотація та ключові слова**, які надаються **англійською** (українською) мовою.