

Національний лісотехнічний університет України
Лісівнича академія наук України

НАУКОВІ ПРАЦІ

ЛІСІВНИЧОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ

Випуск 17

Започатковано у 2001 р.

Львів
Видавництво «Компанія “Манускрипт”»
2018

Наукові праці Лісівничої академії наук України: збірник наукових праць. – Львів: Видавництво «Компанія “Манускрипт”», 2018. – Вип. 17. – 206 с.

У збірнику наукових праць опубліковано результати наукових досліджень, в яких висвітлено наукові досягнення в царині лісівництва та лісознавства, лісової таксації та лісовпорядкування, їхні актуальні проблеми сьогодення, наведено результати досліджень у сфері відтворення та покращення стану лісових ресурсів, захисту лісів, біології рослинних угруповань, проблеми раціонального природокористування, висвітлено нові аспекти ресурсоощадних та екологобезпечних технологій деревообробки.

Призначений для наукових працівників, викладачів закладів освіти, широкого кола фахівців лісівництва та лісопромислового комплексу.

Рекомендовано до друку Вченою радою НЛТУ України та Президією ЛАН України (протокол № 9 від 25.10.2018 р.).

Редакційна колегія:

професор Юрій Туниця,
професор Юрій Дебринюк,
професор Володимир Заїка,
професор Григорій Криницький,
професор Мирослава Сорока,
професор Степан Стойко,
професор Платон Третяк,
професор Лідія Заднік-Штірн,
професор Євген Мішенін,
професор Марія Нижник,
професор Ігор Соловій,
професор Тарас Туниця,
професор Норберт Вебер,
професор Анджей Восьняк,
професор Анатолій Гойчук,
професор Микола Гузь,
професор Ервін Гуссендюрфер,

доцент Володимир Крамарець,
професор Володимир Кучерявий,
професор Петро Лакида,
ст. н. сп. Андрій Малиновський,
професор Надія Олексійченко,
професор Віктор Ткач,

професор Себастьян Хайн,
доцент Олег Часковський,
професор Павло Бехта,
професор Володимир Голубець,
професор Юрій Грицюк,
професор Ігор Озарків,
професор Ян Седлячик,
професор Ярослав Соколовський,

д-р ек. наук, академік НАН України – головний редактор;
д-р с.-г. наук – заступник головного редактора;
д-р біол. наук, Національний лісотехнічний ун-т України, Львів;
д-р біол. наук, Національний лісотехнічний ун-т України, Львів;
д-р біол. наук, Національний лісотехнічний ун-т України, Львів;
д-р біол. наук, doctor honoris causa, Ін-т екології Карпат, Львів;
д-р біол. наук, Прикарпатський лісгосподарський коледж, Болехів;
д-р ек. наук, університет м. Любляна, Словенія;
д-р ек. наук, Сумський державний університет, Суми;
д-р ек. і соц. наук, Джеймс Хаттон Інститут, м. Абердин-Данді, Великобританія;
д-р ек. наук, Національний лісотехнічний ун-т України, Львів;
д-р ек. наук, Національний лісотехнічний ун-т України, Львів;
д-р габілітований, Технічний університет Дрездена, Німеччина;
д-р габілітований, Університет Природничий в Любліні, Польща;
д-р с.-г. наук, Національний ун-т біоресурсів і природокор. України, Київ;
д-р с.-г. наук, Національний лісотехнічний ун-т України, Львів;
д-р габілітований, Університет прикладних наук Вайєнштефан-Трісдорф, м. Фрайзінг, Німеччина;
канд. с.-г. наук, Національний лісотехнічний ун-т України, Львів;
д-р с.-г. наук, Національний лісотехнічний ун-т України, Львів;
д-р с.-г. наук, Національний ун-т біоресурсів і природокор. України, Київ;
д-р с.-г. наук, Держ. природознавчий музей НАН України, Львів;
д-р с.-г. наук, Національний ун-т біоресурсів і природокорист. України, Київ;
д-р с.-г. наук, Укр. наук.-дослід. ін-т лісівництва та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького, Харків;
д-р габілітований, Університет прикладних лісових наук Роттенбурга, Німеччина;
канд. с.-г. наук, Національний лісотехнічний ун-т України, Львів;
д-р техн. наук, Національний лісотехнічний ун-т України, Львів;
д-р техн. наук, Національний лісотехнічний ун-т України, Львів;
д-р техн. наук, Національний ун-т «Львівська політехніка», Львів;
д-р техн. наук, Національний лісотехнічний ун-т України, Львів;
д-р філософії, Технічний університет в м. Зволєн, Словаччина;
д-р техн. наук, Національний лісотехнічний ун-т України, Львів.

Науковий редактор: **Юрій ДЕБРИНЮК**
Літературний редактор: **Анна ПАВЛИШИН**
Редактор англomовних текстів: **Ігор СОЛОВІЙ**
Технічне забезпечення видання: **Маріанна КУК**
Відповідальний секретар: **Богдана ДЕБРИНЮК**

Адреса видавництва:

Видавництво «Компанія “Манускрипт”»
вул. Руська, 16/3, м. Львів, 79008

Тел: (032) 235-30-12; E-mail: debrynuk_ju@ukr.net; http: // www.fasu.nltu.edu.ua/

**Ukrainian National Forestry University
Forestry Academy of Sciences of Ukraine**

PROCEEDINGS
OF THE FORESTRY ACADEMY OF SCIENCES
OF UKRAINE

Volume 17

The journal was established in 2001

Lviv
«Company “Manuscript”»
2018

Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine: Collection of Research Papers. – Lviv : «Company “Manuscript”», 2018. – Vol. 17. – 206 p.

In the collection of scientific papers results of scientific research are published. They highlight scientific achievements in the field of forestry and silviculture, forest biometry and forest management planning, their modern topical issues, results of studies in the field of forest restoration and enrichment of forest resources, biology of plant communities, and forest protection, ecological problems of the environment and sustainable management of natural resources are analyzed, new aspects of resource saving and environmentally-friendly wood-processing technologies are considered.

The Collection is designed for researchers, faculty members of educational institutions, a wide audience of forestry and timber industry professionals.

The Collection is recommended for publication by the Academic Council of the Ukrainian National Forestry University and the Presidium of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine (protocol number 9 dated from 2018/10/25).

Editorial board:

<i>Professor Yuriy Tunytsya,</i>	Dr. Sc. (Econ.), member of the NAS of Ukraine, Chief Editor;
<i>Professor Iurii Debryniuk,</i>	Dr. Sc. (Agr.), Deputy Chief Editor;
<i>Professor Volodymyr Zaika,</i>	Dr. Sc. (Biol.), Ukrainian National Forestry University, Lviv;
<i>Professor Hryhoriy Krynytskyy,</i>	Dr. Sc. (Biol.), Ukrainian National Forestry University, Lviv;
<i>Professor Myroslava Soroka,</i>	Dr. Sc. (Biol.), Ukrainian National Forestry University, Lviv;
<i>Professor Stephan Stojko,</i>	Dr. Sc. (Biol.), Dr. h.c., Institute of Ecology of the Carpathians, Lviv;
<i>Professor Platon Tretyak,</i>	Dr. Sc. (Biol.), Precarpathian Forestry College, Bolekhiv;
<i>Professor Jaroslav Kulchytskyy,</i>	Dr. Sc. (Econ.), Ukrainian National Forestry University, Lviv;
<i>Professor Evgen Mishenin,</i>	Dr. Sc. (Econ.), Ukrainian Academy of Banking of the National Bank of Ukraine, Sumy;
<i>Professor Maria Nijnik,</i>	Dr. Sc. (Econ. & Soc.), James Hutton Institute, Aberdeen, Dundee, United Kingdom;
<i>Professor Ihor Soloviy,</i>	Dr. Sc. (Econ.), Ukrainian National Forestry University, Lviv;
<i>Professor Taras Tunytsya,</i>	Dr. Sc. (Econ.), Ukrainian National Forestry University, Lviv;
<i>Professor Lidija Zadnik-Stirn,</i>	Dr. Sc., University of Ljubljana, Slovenia;
<i>Professor Sebastian Hein,</i>	Dr. habil. the University of Applied Forest Sciences Rottenburg, Germany;
<i>Associate professor Oleg Chaskovskyy,</i>	PhD (Agr.), Ukrainian National Forestry University, Lviv;
<i>Professor Anatoliy Hoychuk,</i>	Dr. Sc. (Agr.), National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv;
<i>Professor Erwin Hussendörfer,</i>	Dr. habil. the Weihenstephan-Triesdorf University of Applied Sciences, Freising, Germany;
<i>Associate professor Volodymyr Kramarets</i>	PhD (Agr.), Ukrainian National Forestry University, Lviv;
<i>Professor Mykola Guz,</i>	Dr. Sc. (Agr.), Ukrainian National Forestry University, Lviv;
<i>Professor Volodymyr Kucheryavyy,</i>	Dr. Sc. (Agr.), Ukrainian National Forestry University, Lviv;
<i>Professor Petro Lakyda,</i>	Dr. Sc. (Agr.), National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv;
<i>Senior research fellow</i>	
<i>Andriy Malynovskyy,</i>	Dr. Sc. (Agr.), State Natural History Museum of NAS of Ukraine, Lviv;
<i>Professor Nadiia Oleksiichenko</i>	Dr. Sc. (Agr.), National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv;
<i>Professor Victor Tkach,</i>	Dr. Sc. (Agr.), Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. N. Vysotsky, Kharkiv;
<i>Professor Norbert Weber,</i>	Dr. rer. silv. habil., the Technische Universität Dresden, Germany;
<i>Professor Andrzej Wozniak,</i>	Dr. habil., University of Life Sciences, Lublin, Poland;
<i>Professor Pavlo Bekhta,</i>	Dr. Sc. (Tech.), Ukrainian National Forestry University, Lviv;
<i>Professor Volodymyr Holubets,</i>	Dr. Sc. (Tech.), Ukrainian National Forestry University, Lviv;
<i>Professor Yuriy Hrytsiuk,</i>	Dr. Sc. (Tech.), Lviv Polytechnic National University, Lviv;
<i>Professor Ihor Ozarkiv,</i>	Dr. Sc. (Tech.), Ukrainian National Forestry University, Lviv;
<i>Professor Jan Sedliačik,</i>	PhD, Technical University in Zvolen, Slovak Republic;
<i>Professor Yaroslav Sokolovskyy,</i>	Dr. Sc. (Tech.), Ukrainian National Forestry University, Lviv.

Scientific Editor: *Iurii DEBRYNIUK*

Literary editor: *Anna PAVLYSHYN*

Editor of English texts: *Ihor SOLOVIY*

Technical support of the publication: *Marianna KUK*

Responsible secretary: *Bogdana DEBRYNYUK*

Publishers Address:

Publishing «Company “Manuscript”»

st. Ruska, 16/3, Lviv, Ukraine, 79008

Tel: (032) 235-30-12; E-mail: debrynuk_ju@ukr.net; <http://www.fasu.nltu.edu.ua/>

ЗМІСТ

<i>Ю. Ю. Туниця, Г. Т. Криницький, Ю. М. Дебринюк</i> ЛІСІВНИЧІЙ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ — 25	11
---	----

1. ЛІСОЗНАВСТВО ТА ЛІСІВНИЦТВО

<i>А. Ф. Гойчук, В. Ф. Дрозда, М. В. Швець</i> РИЗИК ЗНИКНЕННЯ БЕРЕЗИ ПОВИСЛОЇ В ЖИТОМИРСЬКОМУ ПОЛІССІ УКРАЇНИ	16
--	----

<i>Ю. М. Дебринюк</i> ВПЛИВ ЛІСОВИХ НАСАДЖЕНЬ ПЛАНТАЦІЙНОГО ТИПУ НА ВОДНО-ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ҐРУНТУ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ	26
---	----

<i>В. К. Заїка, Ю. С. Каленюк</i> РІСТ І ФОРМУВАННЯ ДУБОВИХ ДЕРЕВОСТАНІВ ЗА УЧАСТЮ ЛИПИ ДРІБНОЛИСТОЇ В УМОВАХ СВІЖОЇ ГРАБОВОЇ ДІБРОВИ ЗАХІДНОГО ПОДІЛЛЯ	37
---	----

<i>П. І. Лакида, Б. В. Дубровець</i> БІОТИЧНА ПРОДУКТИВНІСТЬ ЛІСІВ НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ «ГОЛОСІЇВСЬКИЙ»	46
---	----

<i>В. Ю. Юхновський, О. В. Зібцева</i> ТИПОЛОГІЯ І КЛАСИФІКАЦІЯ ЯК МЕТОДИ КАТЕГОРИЗАЦІЇ ЗЕЛЕНОГО ПРОСТОРУ	51
---	----

2. ЛІСОВІ КУЛЬТУРИ, ФІТОМЕЛІОРАЦІЯ, СЕЛЕКЦІЯ І ГЕНЕТИКА

<i>М. М. Гузь, В. Ф. Гевал</i> ПОСІВНІ ЯКОСТІ НАСІННЯ НАЙПОШИРЕНІШИХ У ЗАХІДНОМУ РЕГІОНІ УКРАЇНИ ВИДІВ ГІРКОКАШТАНІВ	61
--	----

<i>Н. О. Олексійченко, Н. В. Гатальська</i> ОСОБЛИВОСТІ ВПЛИВУ СЕРЕДОВИЩА НА ОЦІНЮВАННЯ ЕСТЕТИЧНИХ ЯКОСТЕЙ ПАРКОВИХ ПЕЙЗАЖІВ: ТЕОРЕТИЧНІ ТА ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ	72
---	----

3. ЛІСОВА ТАКСАЦІЯ ТА ЛІСОВПОРЯДКУВАННЯ

<i>О. П. Бала, П. І. Лакида, Л. М. Матушевич, І. П. Лакида</i> ПРОДУКЦІЯ ФІТОМАСИ ДУБОВИХ ДЕРЕВОСТАНІВ УКРАЇНСЬКОГО ПОЛІССЯ	85
--	----

Г.Г. Гриник, А.І. Задорожний

ДИНАМІКА ЗАЛЕЖНОСТІ НАДЗЕМНОЇ ФІТОМАСИ БУКОВИХ ДЕРЕВОСТАНІВ ВІД ЇХНІХ ТАКСАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ У ПЕРЕВАЖАЮЧИХ ТИПАХ ЛІСОРΟΣЛИННИХ УМОВ ПОЛОНІНСЬКОГО ХРЕБТА УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ	93
---	-----------

Ю.Й. Каганяк, М.М. Король, С.А. Гаврилюк, О.Є. Токар, А.М. Цуняк

ЕТАЛОН ЛІСОВИХ НАСАДЖЕНЬ НА ЗАПОВІДНИХ ТЕРИТОРІЯХ НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ «СКОЛІВСЬКІ БЕСКИДИ»	104
--	------------

4. ЗАХИСТ ЛІСІВ І МИСЛИВСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО

V. L. Meshkova, I. M. Sokolova, S. O. Yeroshenko, L. M. Koval

EFFECT OF BUDS MANUALLY REMOVAL AND THEIR DAMAGE BY LARGE PINE WEEVIL (<i>HYLOBIUS ABIETIS</i> L.) ON SCOTS PINE SEEDLINGS IN SIVERSKY DONETS RIVER VALLEY (Вплив ручного вилучення бруньок та їхнього пошкодження великим сосновим довгоноси́ком (<i>Hylobius abietis</i> L.) на сіянці сосни звичайної у придніпровських борах).....	113
---	------------

В.О. Крамарець, І.П. Мацяк

РОЛЬ БІОТИЧНИХ ЧИННИКІВ У ВСИХАННІ ЯЛИННИКІВ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ	121
--	------------

5. ЕКОЛОГІЯ ТА ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНА СПРАВА

С.Б. Ковалевський, Ю.М. Марчук, К.В. Маєвський, О.М. Курдюк, С.С. Ковалевський

СТАН ЛІСОВИХ ДІЛЯНОК ЖИТОМИРСЬКОГО ОУЛМГ, ПОШКОДЖЕНИХ ВНАСЛІДОК ВИДОБУТКУ БУРШТИНУ	133
---	------------

Т.В. Парпан, І.І. Козак, О.М. Ткачук

ПРОГНОЗУВАННЯ ДИНАМІКИ ВСИХАННЯ ЯЛИННИКІВ КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕКОЛОГІЧНОЇ ЛІСОВОЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ МОДЕЛІ FORKOME.....	141
--	------------

С.М. Стойко

ЕКОЛОГІЯ, ФЕНОТИПІЧНА ГЕТЕРОГЕННІСТЬ ФОРМАЦІЇ БУКА ЛІСОВОГО В УКРАЇНІ ТА ЗБЕРЕЖЕННЯ ПРАЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ	149
---	------------

6. ЕКОНОМІКА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ ТА МЕНЕДЖМЕНТ

І.А. Дубовіч, О.М. Адамовський, Х.Р. Васи́лишин, В.І. Соловій

СУЧАСНІ МОДЕЛІ ЕКОЛОГІЗАЦІЇ ЕКОНОМІКИ: ПОНЯТТЯ, ЄДНОСТІ, СУПЕРЕЧНОСТІ ТА НАПРЯМИ ВЗАЄМОДІЇ.....	158
--	------------

7. ЛІСОВА ІНЖЕНЕРІЯ: ТЕХНІКА, ТЕХНОЛОГІЯ, ДОВКІЛЛЯ

Ю.І. Грицюк, С.І. Яцишин

МОДЕЛЮВАННЯ ТВІРНИХ ПОВЕРХОНЬ СТОВБУРІВ ДЕРЕВИНИ ЗА ДОПОМОГОЮ СПЛАЙН-ФУНКЦІЙ.....	165
--	------------

8. РЕСУРСООЩАДНІ ТА ЕКОЛОГОБЕЗПЕЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЕРЕВООБРОБКИ

П. А. Бехта, Л. Р. Байзова

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ ПРЕСУВАННЯ ЛЕГКИХ СТРУЖКОВИХ ПЛИТ ІЗ ВМІСТОМ ПІНОПОЛІСТИРОЛУ	178
--	------------

С. В. Гайда, О. А. Кійко

ФОРМОСТІЙКІСТЬ ЯК КРИТЕРІЙ ЯКОСТІ СТОЛЯРНИХ ПЛИТ ІЗ ВЖИВАНОЇ ДЕРЕВИНИ	185
--	------------

9. РЕЦЕНЗІЇ ТА ВІДГУКИ НА ДІЯЛЬНІСТЬ УЧЕНИХ

Г. Т. Криницький, Ю. М. Дебринюк

УЧЕНИЙ-ЛІСІВНИК, ПРИРОДОЛЮБ, ПЕДАГОГ	193
---	------------

В. Ю. Юхновський, А. Ф. Гойчук, Ю. М. Дебринюк, П. П. Яворовський

ФІТОМЕЛІОРАТОР, УЧЕНИЙ, ПЕДАГОГ	195
--	------------

Ю. Ю. Туниця, І. А. Дубовіч

УЧЕНИЙ-ЕКОНОМІСТ, ЮРИСТ	197
--------------------------------------	------------

В. П. Руденко, Ю. С. Ющенко, М. В. Білоконь, С. В. Робулець, О. М. Данілова

УЧЕНИЙ-ЕКОЛОГ, ПЕДАГОГ	199
-------------------------------------	------------

О. С. Мігунова, В. Л. Мешкова, В. П. Ландін, В. В. Лавров

ВЧЕНИЙ, ЛІСІВНИК, АГРОЛІСОМЕЛІОРАТОР, ЕКОЛОГ, ПЕДАГОГ	201
--	------------

ДО УВАГИ АВТОРІВ	204
-------------------------------	------------

CONTENTS

<i>Yu. Tunytsya, H. Krynytskyi, Iu. Debryniuk</i> FORESTRY ACADEMY OF SCIENCES OF UKRAINE – 25	11
 1. FORESTRY AND SILVICULTURAL SCIENCES	
<i>A. Goychuk, V. Drozda, M. Shvets</i> RISK OF BIRCH DISAPPEARANCE IN ZHYTOMYR POLISSYA OF UKRAINE	16
<i>Iu. Debryniuk</i> THE INFLUENCE OF PLANTATION-TYPE FORESTS ON THE WATER-BASED AND PHYSICAL PROPERTIES OF FOREST SOIL IN THE CONDITIONS OF THE WESTERN FOREST-STEPPE OF UKRAINE	26
<i>V. Zaika, Yu. Kalenuk</i> GROWTH AND FORMATION OF OAK STANDS WITH SMALL-LEAVED LINDEN PARTICIPATION UNDER FRESH HORNBEAM OAK FOREST SITE TYPE CONDITIONS IN THE WESTERN PODILLYA	37
<i>P. Lakyda, B. Dubrovets</i> BIOTIC PRODUCTIVITY OF FORESTS OF THE NATIONAL NATURAL PARK «HOLOSIIIVSKYI»	46
<i>V. Yukhnovskyi, O. Zibtseva</i> TYPOLGY AND CLASSIFICATION AS METHODS OF CATEGORIZATION OF GREEN SPACE	51
 2. PLANTED FORESTS, PHITOMELIORATION, TREE BREEDING AND GENETICS	
<i>M. Guz, V. Geval</i> SOWING QUALITY OF SEEDS OF THE MOST COMMON HORSE-CHESTNUT SPECIES IN THE WESTERN REGION OF UKRAINE	61
<i>N. Oleksiichenko, N. Gatal'ska</i> FEATURES OF THE INFLUENCE OF THE ENVIRONMENT ON THE ESTIMATION OF AESTHETIC QUALITIES OF PARK LANDSCAPES: THEORETICAL AND APPLIED ASPECTS	72
 3. FOREST BIOMETRY AND FOREST MANAGEMENT PLANNING	
<i>O. Bala, P. Lakyda, L. Matushevych, I. Lakyda</i> LIVE BIOMASS PRODUCTION IN COMMON OAK STANDS OF UKRAINIAN POLISSIA	85

<i>H. Hrynyk, A. Zadorozhnyy</i>	
THE DYNAMICS OF BEECH FORESTS STANDS ABOVE-GROUND PHYTOMASS DEPENDING ON THEIR ASSESSMENTS INDEXES IN THE PREVAILING SITE TYPES OF POLONYNSKY RANGE OF THE UKRAINIAN CARPATHIANS	93
<i>Yu. Kahaniak, M. Korol, S. Havryliuk, O. Tokar, A. Cunjak</i>	
MODEL FOREST STANDS ON FOREST RESERVE LANDS OF NATIONAL NATURE PARK «SKOLIVSKI BESKYDY»	104

4. FOREST PROTECTION AND WILDLIFE RESOURCE MANAGEMENT

<i>V. Meshkova, I. Sokolova, S. Yeroshenko, L. Koval</i>	
EFFECT OF BUDS MANUALLY REMOVAL AND THEIR DAMAGE BY LARGE PINE WEEVIL (<i>HYLOBIUS ABIETIS</i> L.) ON SCOTS PINE SEEDLINGS IN SIVERSKY DONETS RIVER VALLEY	113
<i>V. Kramarets, I. Matsiakh</i>	
THE ROLE OF BIOTIC FACTORS IN SPRUCE DECLINE IN THE UKRAINIAN CARPATHIANS	121

5. ECOLOGY AND NATURE PROTECTED AREAS MANAGEMENT

<i>S. Kovalevskii, Y. Marchuk, K. Maevsky, O. Kurdyuk, S. Kovalevskii</i>	
THE STATE OF THE FOREST AREAS DAMAGED BY AMBER MINING ON THE TERRITORY OF ZHYTOMYR REGIONAL DEPARTMENT OF FORESTRY AND HUNTING	133
<i>T. Parpan, I. Kozak, O. Tkachuk</i>	
FORECASTING DYNAMICS OF DRYING OUT OF SPRUCE STANDS IN THE CARPATHIAN REGION USING THE COMPUTER MODEL FORKOME	141
<i>S. Stoyko</i>	
ECOLOGY, COENOTIC HETEROGENEITY OF THE FOREST BEECH FORMATION IN UKRAINE AND THE PROTECTION OF PRISTINE ECOSYSTEMS	149

6. NATURAL RESOURCE ECONOMICS AND MANAGEMENT

<i>I. Dubovich, A. Adamovsky, K. Vasylyshyn, V. Soloviy</i>	
CONTEMPORARY MODELS FOR GREENING OF ECONOMICS: CONCEPTS, UNITY, CONTRADICTIONS AND DIRECTIONS FOR INTERACTION	158

7. FOREST ENGINEERING: EQUIPMENT, TECHNOLOGY AND ENVIRONMENT

<i>Yu. Hrytsiuk, S. Yatsyshyn</i>	
MODELING THE FORMING SURFACES OF WOOD TRUNKS USING SPLINE FUNCTIONS	165

8. RESOURCE SAVING AND ENVIRONMENTALLY SAFE WOOD PROCESSING TECHNOLOGIES

P. Bekhta, L. Bajzova

MATHEMATICAL MODEL OF THE PRESSING PROCESS OF LIGHTWEIGHT PARTICLEBOARDS WITH THE EXPANDED POLYSTYRENE IN CONTENT	178
--	------------

S. Hayda, O. Kiyko

SHAPE STABILITY AS A QUALITY CRITERION FOR PCW-MADE BLOCKBOARDS	185
--	------------

9. REVIEWS AND COMMENTS ON SCIENTISTS' ACTIVITY

H. Krynytskyy, Iu. Debryniuk

FORESTRY SCIENTIST, NATURE LOVER AND PEDAGOGUE	193
---	------------

V. Yukhnovskyi, A. Goychuk, Iu. Debryniuk, P. Yavorovsky

PHYTOMELIORATOR, SCIENTIST AND TEACHER	195
---	------------

Yu. Tunytsya, I. Dubovich

SCIENTIST-ECONOMIST AND LAWYER	197
---	------------

V. Rudenko, Y. Yushchenko, M. Bilokon, S. Robulets, O. Danilova

ENVIRONMENTAL SCIENTIST AND TEACHER	199
--	------------

O. Migunova, V. Meshkova, V. Landin, V. Lavrov

SCIENTIST, FORESTER, AGROFORESTER, ECOLOGIST, TEACHER.....	201
---	------------

INFORMATION FOR AUTHORS	204
--------------------------------------	------------

ЛІСІВНИЧІЙ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ – 25

30 листопада 2018 року виповнюється чверть століття з часу створення Лісівничої академії наук України. Це був нелегкий 25-річний шлях утвердження принципів Академії, пошуків, нових звершень і досягнень, зростання та примноження здобутків. За чверть століття Лісівнича академія зміцнилася організаційно, активно розвивалася в науковому плані. За роки, що минули, напрацьовано вагомий досвід, який базується на кращих лісівничих традиціях сучасності. За ці роки Лісівнича академія наук України стала яскравим прикладом плідної і наполегливої спільної праці лісівників, екологів, біологів, лісоінженерів, працівників деревообробної та суміжних галузей економіки.

Ініціатива створення громадської організації, в рамках якої можна було б об'єднати представників лісівничої думки як в Україні, так і за її межами, належала професорам Львівського лісотехнічного інституту ім. Петра Погребняка (тепер – Національний лісотехнічний університет України) Генсіруку С.А., Кучерявому В.П., Сабану Я.О. Винятково важлива організаційна робота була здійснена професором Сабаном Я.О.

30 листопада 1993 року в м. Львові проведені Установчі збори лісівників-засновників з різних областей України, на яких вчені висловили підтримку щодо створення такої громадської організації. Установчу конференцію відкрив вступним словом ректор Українського державного лісотехнічного університету України (тепер – Національний лісотехнічний університет України) доктор економічних наук, професор Туниця Ю.Ю. Він наголосив на доцільності створення всеукраїнського координаційного наукового центру лісівничої науки.

У роботі Установчої конференції взяли участь відомі вчені та провідні лісівники-практики: Голубець М.А., Генсірук С.А., Малиновський К.А., Стойко С.М., Остапенко Б.Ф., Дудюк Д.Л., Калінін М.І., Колішук В.Г., Лаптев О.О., Синякевич І.М., Патлай І.М., Сабан Я.О., Гончар М.Т., Герушинський З.Ю., Шкіря Т.М., Білик Б.В., Строчинський А.А., Рябчук В.П., Бондаренко В.Д., Гаврусевич А.М., Парпан В.І., Осмола М.Х., Калущкий І.Ф., Сірик А.А. та ін. Вони відзначили, що лісова наука в Україні проводиться під егідою різних міністерств і відомств та недостатньо координується. Тому створення Лісівничої академії вже давно визріло, є важливим і необхідним.

Академія повинна стати методичним, програмним та організаційним центром з наукового забезпе-

чення лісової галузі, ініціювати вирішення питань, пов'язаних з охороною і збереженням лісових ресурсів України, необхідністю раціонального і планомірного їх використання, збільшенням лісистості території, поліпшенням ведення лісового господарства, лісового законодавства, передовими деревообробувальними та лісозаготівельними технологіями, еколого-економічними підходами до лісокористування, донесенням до громадськості інформації про стан ведення лісового господарства, екологічне, суспільне та економічне значення лісу тощо.

Рішенням Установчої конференції було встановлено квоту членів Академії: дійсних членів – 35 (тепер встановлено 65), член-кореспондентів – 50 (тепер встановлено 95), Почесних членів – 10 осіб. Була визначена також структура ЛАН України: бюро Президії в складі п'яти осіб (президент, три віцепрезиденти, академік-секретар); галузеві відділення – з проблем лісового господарства та рекреації, проблем лісової промисловості, деревообробки, економіки лісу; регіональні відділення – західне (м. Львів), центральне (м. Київ), східне (м. Харків), південне (м. Алушта); базові установи – Мінлісгосп України, Мінпром України, Науково-виробниче об'єднання «Ліс», Українське науково-виробниче деревообробне об'єднання, об'єднання лісової і деревообробної промисловості.

Президентом Лісівничої академії наук України було обрано ректора Українського державного лісотехнічного університету, доктора економічних наук, професора Туницю Ю.Ю.

Першим академіком-секретарем ЛАН України було обрано доктора сільськогосподарських наук, професора кафедри лісівництва та лісової таксації Сабана Я.О. Треба відзначити, що дуже значний обсяг роботи з організації, становлення та функціонування Академії (включаючи реєстрацію у Міністерстві юстиції України) в той період був виконаний саме професором Сабаном Я.О. У засобах масової інформації була розгорнута широка кампанія про започаткування діяльності Академії. Найактивнішу участь у цьому заході взяли тодішній декан лісогосподарського факультету УкрДЛТУ, професор Криницький Г.Т. і завідувач кафедри лісівництва та лісової таксації доцент Горошко М.П.

Лісівнича академія наук України здійснює свою діяльність на принципах демократичного самоврядування, колегіальності керівництва, гласності і творчої активності усіх її членів, підвищення престижу лісівничої та лісоінженерної справи, налаго-

дження тісної співпраці між лісівничою практикою і наукою, підтримки передових науково-практичних розробок і досягнень, примноження лісових багатств держави.

В Академії зосереджений найкращий науковий та практичний потенціал лісівничої думки в Україні. Лісівнича академія, як всеукраїнська громадська організація, має 14 філій у різних областях України та в м. Києві. За теперішнього часу склад ЛАН України нараховує 63 дійсні члени (академіки) та 88 член-кореспондентів з усіх куточків нашої держави. Лісівнича академія наук України налічує також шість колективних членів, 13 почесних та сім іноземних членів. У структурі ЛАН України на цей час діє три територіальних відділення – Західне (керівник – д.б.н., професор В. І. Парпан), Центральне (керівник – д.с.-г.н., професор Р. Д. Васишин), Східне (керівник – д.с.-г.н., професор В. П. Ткач). На жаль, у зв'язку із тимчасовою анексією Криму припинило діяльність Південне відділення ЛАН України.

На Загальних зборах Академії та засіданнях її Президії за участю науковців і представників виробництва активно обговорюються і приймаються рішення, рекомендації та пропозиції щодо вирішення невідкладних проблем лісового господарства, лісоексплуатації та лісозаготівлі, захисту природоохоронних об'єктів. На кожне зібрання Академії виносяться доповіді з найважливіших питань галузі, від успішного вирішення яких залежить майбутнє лісівничої практики та науки. Обговорюються і приймаються ухвали та звернення до вищих державних установ стосовно важливих проблем, пов'язаних з лісівничими, екологічними, технічними, природоохоронними, економічними аспектами діяльності у лісовому господарстві.

Лісівнича академія наук України за обсягом та важливістю вирішуваних проблем, своїми потенційними можливостями піднялася на високий науковий рівень і спроможна брати активну участь у вирішенні важливих і нагальних проблем лісівничої науки і практики, охорони довкілля та економіки лісової галузі. Серед основних завдань, над вирішенням яких працюють члени Лісівничої академії, потрібно відзначити наступні: сприяння проведенню фундаментальних досліджень з проблем теорії і практики лісівництва, лісовідновлення та агролісомеліорації, лісокористування та економіки лісового комплексу, невиснажливого користування лісом; розробка основних принципів реформування лісового господарства на засадах наближеного до природи лісівництва; еколого-економічні засади лісокористування; обговорення масштабних державних програм і заходів; вирішення проблем лісовідновлення та лісорозведення, пошук ефективних шляхів збільшення лісистості держави; підвищення престижу лісівничої практики та науки на державному і суспільному рівнях; наукове, екологічне, економічне та соціальне обґрунтування необхідності збереження лісів у державній власності; обґрунтування створення плантаційних насаджень швидкорослих порід, організація моніторингу, широке залучення

деревини до енергетичного балансу держави; розробка та впровадження програм поліпшення екологічної ситуації, охорони природи шляхом формування природних заповідників, національних природних парків та інших природозаповідних об'єктів; поглиблене вивчення ролі лісових екосистем України у стабілізації довкілля та боротьбі зі змінами клімату, розробка шляхів подолання інших глобальних екологічних загроз.

Значну увагу Лісівнича академія приділяє також аналізу державницьких рішень щодо лісової галузі та пошуку і відстоювання суспільно ефективних засад організації та функціонування лісогосподарських і пов'язаних з ними підприємств. Серед них: опрацювання ефективного законодавчого забезпечення лісогосподарської діяльності; відстоювання висококваліфікованого кадрового забезпечення лісогосподарського виробництва; організація широкого міжнародного співробітництва з питань, які забезпечують інтенсивний та збалансований розвиток лісового господарства України; здійснення лісівничо-просвітницької діяльності серед населення України через засоби масової інформації; запровадження ефективної моделі управління лісовим господарством та удосконалення моделей розвитку лісівничої освіти і науки загалом; підвищення ефективності та прискорення вирішення найважливіших проблем сучасного лісівництва; вплив на законодавчі рішення з найважливіших питань розвитку лісової галузі, блокування впровадження антидержавних, антисуспільних і непередуманих проєктів у лісогосподарське виробництво, що заважає функціонуванню природних екосистем; відстоювання на державному рівні найважливіших позицій лісівничої науки і практики, правильний вибір пріоритетів господарювання у лісах.

Виконання поставлених завдань спрямовано на забезпечення підвищення цінності, покращення біотичної стійкості, збільшення продуктивності лісових насаджень; оптимізацію вікової структури лісостанів; якнайповніше забезпечення потреб держави в обсягах деревної фітомаси як джерела енергетичної сировини; обґрунтування теоретичних і створення практичних передумов збільшення лісистості держави до оптимального рівня; здійснення ефективного комплексного ведення лісового господарства; зменшення площ девастрованих земель; зниження рівня концентрації парникових газів в атмосфері, збільшення обсягів депонованого вуглецю лісовими насадженнями; прискорене втілення у життя завдань сучасної лісівничої науки, продиктоване практикою ведення лісового господарства; недопущення втілення в комерційних чи інших цілях проєктів, наслідком впровадження яких може бути негативний вплив на довкілля, насамперед – на розвиток, продуктивність та стійкість лісових екосистем, порушення природних ландшафтів; сприяння організації розробки прогресивних методів ведення лісового господарства, технологій та обладнання для лісозаготівель, деревообробки і виробництва меблів; проведення незалежних громад-

ських експертиз регіональних програм та проектів і розв'язання конфліктних ситуацій, пов'язаних з формуванням середовища життєдіяльності людини та вирішення складних лісоінженерних проблем.

Члени ЛАН України активно обговорюють і приймають рішення, дають рекомендації і пропозиції щодо вирішення нагальних проблем лісового господарства, лісоексплуатації та лісозаготівлі, заохисту природоохоронних об'єктів.

Зокрема, після катастрофічного паводку у липні 2008 р. відбулось розширене засідання Президії Лісівничої академії наук України на тему: «Водорегулятивна роль лісів Карпат і катастрофічні поєнни», участь в якому взяли представники облдержадміністрацій та обласних рад Карпатського регіону, Міністерства охорони навколишнього природного середовища України, Держкомлісгоспу України, обласних управлінь лісового і мисливського господарства, науковці профільних університетів і науково-дослідних інститутів України та зарубіжних країн (Австрія, Словаччина, Чехія, Швейцарія), співробітники інститутів НАН України і МОН України, громадських організацій та засобів масової інформації.

У 2010 р. під егідою Держкомлісгоспу України та ЛАН України відбувся науково-практичний семінар «Поступові та вибіркові рубки, як основа ведення наближеного до природи лісівництва» на об'єктах Чернівецького та Львівського обласних управлінь лісового і мисливського господарства.

У 2012 р. Загальними зборами ЛАН України була прийнята ухвала «Про національну лісову політику та право власності на ліси в Україні», де було обгрунтовано концепцію щодо зміцнення державної форми власності на ліси.

У 2014 р. на зборах Академії розглядалося питання про активізацію роботи Державного агентства лісових ресурсів України щодо вдосконалення транспортної інфраструктури у лісових масивах. Держлісагентству України було також рекомендовано передбачити в плані науково-дослідних робіт виконання досліджень з оптимізації параметрів лісотransпортної мережі з урахуванням забезпечення екологізації лісокористування та покращення гідрологічної ролі лісових територій.

У 2015 р. на Загальних зборах ЛАН України була прийнята «Програма з підвищення лісистості території України» як результат тривалої і наполегливої роботи членів Академії. У цій Програмі обгрунтовано 10 основних положень щодо реалізації наукових напрацювань. Серед них, такі важливі аспекти, як обгрунтування необхідності прийняття програми «Ліси України на 2016-2020 рр.» з реальними обсягами заліснення, визначено загальну суму витрат на ці заходи та шляхи надходження коштів; визначені площі земель меліоративного фонду, які непридатні для ведення сільського господарства (яри, балки, круті схили, пошкоджені ерозією землі) зі встановленням потенційно можливих шляхів заліснення цих земель, в т.ч. і без вилучення цих земель у приватних власників та сільських (селищних) Рад. Обгрун-

товано, розроблено і подано пропозиції до Кабміну України щодо включення самозалісених земель до державного лісового фонду шляхом матеріальної компенсації приватним власникам за ці ділянки.

У 2017 р. на Загальних зборах Лісівничої академії наук України одноголосно було прийняте Звернення до Кабінету Міністрів України щодо покращення ведення лісового господарства для досягнення цілей сталого розвитку. У Зверненні зазначено, що члени ЛАН України – провідні науковці і лісівники-практики з усіх регіонів України, глибоко стурбовані станом ведення лісового господарства в державі.

Зокрема наголошувалось, що державна кадрова лісова політика не враховує багатофункціонального загальносуспільного значення лісу, його екосистемної сутності, занижує екологічну, соціальну та економічну роль лісових насаджень, суперечить чинному законодавству, діючим вимогам до професійності державних службовців, а також принципам сталого розвитку лісового господарства, проголошених на світових самітах, а зараз, що особливо важливо – вимогам Паризької кліматичної угоди (2015 р.).

Професійна громадська організація «Лісівнича академія наук України» зверталась до Кабінету Міністрів України з рекомендаціями *вжити невідкладних заходів* щодо:

- опрацювання державної цільової програми «Ліси України»;
- забезпечення сталого розвитку лісового господарства на принципах наближеного до природи лісівництва з метою примноження лісових багатств на благо всього народу України;
- унеможливлення призначення на керівні посади у лісовій галузі слабо підготовлених спеціалістів, без належної практики в управлінні лісовим господарством;
- усунення ганебної практики «залишкового» відношення до фінансування лісового господарства, внаслідок чого лісогосподарські підприємства лісодефіцитних регіонів держави залишились без засобів існування та необхідних витрат на належну охорону лісів від пожеж, незаконних рубок, хвороб і шкідників тощо;
- відновлення фінансування лісогосподарських підприємств південного і східного регіонів держави, оскільки під загрозою безповоротного знищення опиняються напрацювання кількох поколінь українських лісівників;
- відновлення престижу лісівничих професій в Україні, створення економічних умов на лісогосподарських підприємствах, які стимулювали б розвиток лісової галузі та зменшували податковий тиск на державні підприємства;
- припинення масового «роздавання» ліцензій на підготовку спеціалістів лісового господарства вищим навчальним закладам, які, внаслідок відсутності відповідної навчальної і практичної бази, кадрового забезпечення не в змозі підготувати фахівця лісової галузі належного рівня. Розпорошення

центрів підготовки фахівців лісової галузі по всій Україні у вищих навчальних закладах без належних для такої підготовки умов призводить до дискредитації спеціалістів лісового господарства, викликає значний негативний суспільний резонанс.

Також членами Академії було відзначено, що нефаховий підхід до кадрової політики, відсутність фінансування лісівничої науки, державних лісогосподарських підприємств лісодефіцитних регіонів України має непередбачувані, руйнівні наслідки для лісової і суміжних з нею галузей. Навіть у важкі повоєнні роки виділялися кошти на ведення лісового господарства, на потреби лісовідновлення, на створення захисних насаджень та інші нагальні потреби ведення лісового господарства, виходячи з стратегічної важливості розвитку лісової галузі. На жаль, тепер таке розуміння у відповідних органів державної влади відсутнє.

Незважаючи на важливість вище зазначених положень щодо сталого розвитку лісової галузі в Україні, наміри для їх реалізації на державному рівні практично відсутні. Навпаки – всупереч національній політиці децентралізації влади, інтересам місцевих громад і суспільну неприйнятність та антидержавність такого кроку, з порядку денного не знято питання передачі лісів у концесію.

У зв'язку з цим, 27 квітня 2018 р. Загальними зборами ЛАН України було прийнято нове Звернення до Верховної Ради України і Кабінету Міністрів України щодо лісової політики та реформування лісової галузі.

У Зверненні зазначено, що учасники Загальних зборів громадської організації «Лісівнича академія наук України», яка об'єднує провідних науковців і лісівників-практиків з усіх регіонів України, з глибокою стурбованістю відзначають відсутність реальних кроків щодо розроблення національної лісової політики та реформування лісового господарства на державницьких засадах з врахуванням багатofункціонального загальносуспільного значення лісу та принципів сталого розвитку. Відсутні також позитивні зміни у кадровій політиці та продовжуються необґрунтовані спроби реформування лісової галузі в угоду окремих чиновницьких і бізнесових груп.

Лісівнича громадськість рішуче вимагає припинити намагання створити кулуарно, без широкого фахового обговорення, всупереч національній політиці децентралізації влади, принципам регіональних особливостей ведення лісового господарства та інтересам місцевих громад *єдине лісогосподарське підприємство* в Україні або передати ліси в концесію, незважаючи на їх суспільну неприйнятність і антидержавність. Лісівнича академія наук України настоює на реалізації *Концепції розвитку лісової галузі*, опрацьованій науковцями і висококваліфікованими лісовими фахівцями на основі результатів наукових досліджень та вітчизняного і зарубіжного досвіду ведення лісового господарства і яка включає такі принципи положення:

- збереження пріоритету за державною формою власності; приватизація лісів державної і ко-

мунальної власності на сучасному етапі розвитку суспільних відносин в Україні є недоцільною і недопустимою;

- підвищення статусу центрального органу державної влади у лісовій галузі до рівня Державного комітету лісового господарства України з прямим підпорядкуванням його Кабінету Міністрів України, як це було до квітня 2011 року;

- збереження за лісогосподарськими підприємствами статусу юридичної особи, їх управлінської та фінансово-економічної самостійності, оскільки вони і надалі мають вести господарську діяльність з врахуванням регіональних особливостей територій та інтересів місцевих громад;

- внесення змін у бюджетне і податкове законодавство, якими передбачити стимулювання розвитку лісової галузі та зменшення податкового тиску, зокрема: забезпечення бюджетної фінансової підтримки лісогосподарської діяльності, включаючи фінансування у повному обсязі заходів з охорони, захисту і створення нових лісів, насамперед у південному та східному регіонах України; відміни дивідендів на прибуток та оподаткування частини прибутку, спрямованого на оновлення основних засобів; перехід від попневої плати до рентної плати за одиницю площі; залучення інвестицій у лісове господарство; стимулювання державно-приватного партнерства в реалізації лісогосподарських заходів;

- створення Державного фонду розвитку лісового господарства, як це передбачено Указом Президента України «Про додаткові заходи щодо розвитку лісового господарства, раціонального природокористування та збереження об'єктів природно-заповідного фонду» (№ 381/2017 від 21.11.2017 р.) для фінансування інноваційних проектів у лісовому господарстві, видавничої, просвітницької, інформаційної діяльності, забезпечення лісівничих досліджень тощо;

- забезпечення принципу фаховості під час призначення осіб на керівні посади, як це має місце у розвинутих європейських країнах.

Водночас учасники Загальних зборів Лісівничої академії наук України заявили про необхідність невідкладно розробити і прийняти Закон України «Національна лісова політика», який забезпечив би виконання лісами широкого кола екологічних, економічних та соціально-культурних функцій в інтересах всього суспільства з урахуванням міжнародних зобов'язань України, зокрема вимог ФАО до формування національних лісових програм і Рішень конференції міністрів з охорони лісів «Ліси Європи–2020» (Осло, 2012), Паризької угоди щодо кліматичних змін, підписаній і ратифікованій Україною у 2015 році.

Після проголошення Україною незалежності лісове господарство розвивалося на засадах лісової політики, теоретичні і правові основи якої були закладені ще в радянські часи. Засади цієї політики мало змінилися з прийняттям Верховною Радою України «Лісового кодексу України» у 1994 р. та його нової редакції у 2006 році. Існуюча система ведення та управління

лісовим господарством продовжує стримувати розвиток лісокористування на засадах ринкової економіки та сталого екологічно збалансованого розвитку лісового господарства. Чинне законодавство в сфері оподаткування і ціноутворення не враховує специфіки економічної діяльності в лісовому господарстві.

Незважаючи на політичні, соціальні, економічні виклики сьогодення, Лісівнича Академія впродовж 25 років не лише зберегла свій інтелектуальний потенціал, налагодила тісні зв'язки з відомими науковими школами та провідними вченими країн близького і далекого зарубіжжя, але й продовжує інтенсивно працювати над основоположними засадами організації ведення лісового господарства на принципах наближеного до природи лісівництва, розробленням і впровадженням програм поліпшення екологічної ситуації, запровадженням плантаційних насаджень та «енергетичних» плантацій для продукування значних обсягів деревної фітормаси за відносно короткі терміни, розробленням прогресивних методів лісокористування на еколого-економічних засадах та застосуванням у лісовому господарстві і лісовій промисловості нових високотехнологічних методів господарювання.

Високий професіоналізм у поєднанні з науковим і практичним досвідом членів Академії – учених і практиків різних поколінь і надалі залишатимуться надійною основою фундаментальних і прикладних досліджень, фундаментом ефективного і збалансованого розвитку національного лісового комплексу.

25-річний ювілей колектив Лісівничої академії відзначає у складну пору розвитку України, коли в державі здійснюються історичні кроки у формуванні громадянського суспільства, патріотичному відстоюванні інтересів держави на міжнародному рівні, у захисті територіальної цілісності України від агресивних посягань.

Висловлюємо впевненість, що набутий досвід 25-річної діяльності науковців і практиків і надалі ефективно використовуватиметься на благо нашого українського лісу, для здійснення нових результативних досліджень, вирішення складних проблем у лісовій галузі, примноження лісівничих традицій та розбудови України.

Бажаємо усім членам Академії подальших успіхів у втіленні задуманого, натхнення в щоденній праці, реалізації творчих планів і задумів, нових здобутків та оригінальних ідей. Нехай нам щастить на нелегкому й почесному професійному шляху!

Ю. Ю. Туниця, президент Лісівничої академії наук України, академік НАН України, доктор економічних наук, професор;

Г. Т. Криницький, перший віце-президент ЛАН України, доктор біологічних наук, професор;

Ю. М. Дебринюк, академік-секретар ЛАН України, доктор сільськогосподарських наук, професор

1. ЛІСОЗНАВСТВО ТА ЛІСІВНИЦТВО



Наукові праці Лісівничої академії наук України
Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine

<http://fasu.nltu.edu.ua>
<https://doi.org/10.15421/411816>
Article received 2018.06.03
Article accepted 2018.10.25

ISSN 1991-606X print
ISSN 2616-5015 online
@ ✉ Correspondence author
Anatoliy Goychuk
ogoychuk@gmail.com

General Rodimtsev st., 19, Kyiv, 03041, Ukraine

УДК 630*38:630*2:582.632.2

Ризик зникнення берези повислої в Житомирському Поліссі України

А. Ф. Гойчук¹, В. Ф. Дрозда², М. В. Швець³

З'ясовано причини усихання березових насаджень у Житомирському Поліссі України. Акцентовано увагу на глибокій патології берези повислої, яка спричинена комплексом факторів і передусім пов'язана з бактеріальною етіологією. Встановлено, що мокра деревина у стовбурі беріз – бактеріального походження. Відібрано зразки деревини й ексудату для лабораторних досліджень із рослин, які мали яскраво виражені ознаки патології (тріщини, здуття). Експериментально доведено, що збудником бактеріозу берези повислої є фітопатогенна бактерія-полібіотроф *Enterobacter nimipressuralis* Carter, яка спричинює водянку хвойних і листяних лісових деревних рослин.

Встановлено, що на ступінь всихання беріз децю впливає склад насаджень – складні за формою і мішані за складом деревостани є стійкішими до бактеріозу. Поширеність бактеріальної водянки в березових насадженнях різних вікових груп зростає зі збільшенням їхнього віку і зниженням повноти. Відзначено неоднаковий ступінь ураження бактеріальною водянкою різних груп рослинних асоціацій: чорницевих, злакових, зеленомохових та вересових.

Під час обстеження стовбурів модельних дерев виявлено закономірність висотного розташування осередків ураження. Наведено дані щодо характеру типу ураження і щільності розташування виразок на стовбурі, описано видовий склад і рівень домінування рогохвостів, котрі екологічно та трофічно пов'язані з березою повислою.

Ключові слова: *Betula pendula*; бактеріальна водянка; етіологія; *Enterobacter nimipressuralis*; симптомати́ка; патогенез; шкодочинна ентомофауна; вектор поширення.

Вступ. У здоровому лісі зазвичай існує динамічна рівновага в системі «автотрофи – гетеротрофи – навколишнє середовище». Порушення ж цієї рівноваги призводить до ослаблення (руйнації) устале-

них взаємозв'язків та формування різних рівнів патології лісу. Впродовж останніх років триває стійке погіршення санітарного стану березових насаджень на всій території України, а особливо актуальною ця

¹ Гойчук Анатолій Федорович – академік Лісівничої академії наук України, доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри лісівництва. Національний університет біоресурсів і природокористування України, вул. генерала Родімеца, 19, м. Київ, 03041, Україна. Тел.: +38-050-930-04-46. E-mail: ogoychuk@gmail.com

² Дрозда Валентин Федорович – доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач відділу біорізноманіття та сталого розвитку. Українська лабораторія якості і безпеки продукції АПК, вул. Машинобудівників, 7, с.м.т. Чабани, Києво-Святошинський р-н, 08162, Україна. Тел.: +38-044-526-45-04. E-mail: biomethod@quality.ua

³ Швець Марина Василівна – кандидат біологічних наук, старший викладач кафедри екології лісу та безпеки життєдіяльності. Житомирський національний агроекологічний університет, вул. Старий бульвар, 7, м. Житомир, 10002, Україна. Тел.: +38-096-685-93-62. E-mail: marina_lis@ukr.net

проблема є в лісах Житомирського Полісся України. Основним рушійним фактором погіршення стійкості лісових екосистем є несприятливі синоптичні умови, збудники хвороб і шкідники. Через дефіцит опадів та підвищену температуру повітря впродовж вегетаційного періоду ослаблі насадження стають сприятливим середовищем для успішного розвитку бактеріозів у березових насадженнях. Назви хвороб у лісовій фітопатології не уніфіковані, тому часто назву одного й того самого захворювання трактують по-різному. Усихання берези, яке пов'язане з обводненням її тканин, у науковій літературі має декілька назв: бактеріальна водянка, бактеріальний мокрий рак, бура слизотеча, хвороба «водяних знаків», «плач» берези, «weetwood» (мокра деревина), «slime flux» (слизовий потік), «alcoholic flux» (алкогольний потік). Недостатня поінформованість, невидимість фітопатогенних бактерій під час проведення лісопатологічних обстежень призвела до «біологічних пожеж» у рослинному біоценозі. Свого часу для цього роду захворювання не було розроблено жодних заходів боротьби і профілактики, оскільки відмирання беріз були поодинокими. Наразі цю проблему в лісах України, зокрема в Житомирському, Чернігівському, Рівненському Поліссі, потрібно вирішувати на державному рівні. Загрозливі площі всихання березових насаджень від бактеріальної водянки за останні роки охопили території республіки Білорусь, Казахстану, Прибалтики, Башкирії, Татарстану, Адігеї, перетворившись у справжні панфітотії (Fedorov & Kovbasa, 2007). Очевидно, в назві хвороби має відображатися як причина, так і найхарактерніші її симптоми. Науково обґрунтованою назвою в Україні є «бактеріальна водянка» лісових деревних рослин, маючи на увазі походження хвороби і винятковий характерний симптом – мокрий луб, здуття на стовбурах, зволожена деревина (Gvozdyak & Yakovleva, 1979).

Поряд з цим результати інших досліджень підтверджують, що найшкодочинніші інфекційні хвороби берези повислої, які призводять до її швидкого відмирання, мають бактеріальну етіологію в комплексі із глобальними кліматичними змінами та забрудненням довкілля, які призводять до ослаблення її імунітету й ураження патогенними мікро- та мікроорганізмами у поєднанні зі шкодочинною ентомофауною (Cherpakov, 2012).

Зважаючи на лісівничу, екологічну та господарську цінність березових насаджень та враховуючи інтенсивне погіршення їхнього фітосанітарного стану, комплексне дослідження зазначених чинників у патології *B. pendula* є особливо актуальним.

Зазвичай збудник бактеріальної водянки формує стійкі, хронічні, прогресуючі осередки ураження з подальшим відмиранням *B. pendula*, які поступово трансформуються в епіфітотії, а враховуючи поширеність бактеріозу в ареалі *B. pendula* – у панфітотії. Такий стан пов'язаний з недооцінкою шкодочинності бактеріозів лісу.

Об'єкти та методика досліджень. Об'єкт дослідження – береза повисла у насадженнях Жито-

мирського Полісся. *Предмет дослідження* – фітосанітарний стан березових насаджень на державних лісгосподарських підприємствах Житомирського Полісся в осередках бактеріальної водянки.

Мета досліджень – системно дослідити симптоматику, етіологію і патогенез бактеріальної водянки *Betula pendula* в насадженнях Житомирського Полісся України та встановити роль шкодочинної ентомофауни як вектора у виникненні та поширенні інфекційної патології *B. pendula*.

Багаторічні дослідження базувалися на системному підході з використанням загальноприйнятих у галузях лісівництва і лісової фітопатології методів лісопатологічних обстежень (рекогносцирувальних і детальних) та фітопатологічних досліджень *B. pendula* в насадженнях з її участю. В оптимальних умовах для зростання березових насаджень ми здійснили обстеження на державних лісгосподарських підприємствах, що розташовані у північній і центральній частині регіону – Народицькому, Овруцькому, Словечанському, Лугинському, Коростенському, Ємільчинському, Олевському, Малинському, Новоград-Волинському.

У типових лісництвах лісгосподарських підприємств було закладено 45 тимчасових пробних площ (ТПП) у найпоширеніших суборових умовах (свіжих та вологих) Житомирського Полісся в чистих березових, березово-соснових, березово-сосново-осикових насадженнях. Для детальніших обстежень зрубано сім модельних дерев. Відібрано 187 зразків для міко- та мікробіологічних досліджень з уражених органів берези повислої, виділено 42 культури грибів та ізолятів бактерій (у чистій культурі). Проведено 141 штучне зараження органів (стовбурів і листків) *B. pendula* (в умовах *in vitro* та *in vivo*), ізолювано штами патогенних бактерій з вивченням їх анатомо-морфологічних та фізіолого-біохімічних характеристик.

За методиками (Beltiukova & Matyshevskaya, 1968) проведено мікробіологічний та фітопатологічний аналізи зразків. Облік уражень бактеріальної водянки і поселення комах виконано за методикою аналізу модельних дерев на гнилі хвороби і заселення шкідниками (Goychuk & Drozda, 2017). Під час статистичного опрацювання застосовано методи варіаційної статистики і пакет програм Microsoft Excel.

Окрім того, досліджено вплив метеорологічних чинників як каталізаторів патології *Betula pendula* та шкодочинну ентомофауну в контексті трофічних зв'язків між комахами і фітопатогенними мікроорганізмами як вектора в поширенні бактеріозів.

Результати та обговорення. Площа сухостійних беріз у Житомирському Поліссі на 2018 р. охоплює понад 3500 га зі стійким збільшенням з року в рік уражених територій березняків. Симптоматика бактеріальної водянки безпосередньо пов'язана з насиченням вологою тканин стовбура і пагонів берези повислої, формуванням мокрого патологічного ядра в деревині, тріщинами та вдавненими виразками на стовбурах, здуттями корку і перидерми

в період активної фази хвороби, некротичними мокрими плямами в місцях зовнішнього проникнення інфекції, рясними патьоками ексудату (рис. 1). В уражених дерев на стовбурах формуються численні водяні пагони, які свідчать про глибоку патологію берези повислої.

Хронічний патогенез супроводжується всиханням верхньої частини рослини, а з часом – і повним її відмиранням. Після спекотних і засушливих літніх місяців у частини беріз немає сокоруху та розпускання бруньок. Хвороба має системний характер, адже уражується не тільки флоема, але й ксилема. Корок уражених дерев відшаровується, оголюючи заболонь. Завдяки активній утилізації бактеріями вуглеводів виділяється сірководень, який розриває тканини заболоні з утворенням поздовжніх тріщин та витіканням ексудату із запахом «кислого», «масляно-кислого» бродіння. Основною ранньою діагностичною ознакою розвитку в дере-

востані бактеріозу є зрідженість крон, поява суховерхівковості в частини дерев.

Ознаки ураження рослин збудником бактеріальної водянки з'являються зазвичай навесні – у першій половині літа, коли на стовбурах під корком можна помітити утворення різних за розмірами здуттів. Таких здуттів може бути досить багато. У беріз з грубо-тріщинуватою та поздовжньо-тріщинуватою формами кори наявний характерний запах бродіння з витіканням коричнево-бурого ексудату (з місць найменшої товщини корку). У беріз з гладенькою (шаруватокорою) формою її розрив відбувається під тиском газів і рідин, що призводить до відшаровування корку від деревини чи до утворення тріщин. Ексудат темніє, стає коричневим або бурим, а іноді й навіть чорним. Його витікання є короткочасним і спостерігається найчастіше в травні-червні, згодом він засихає.



Рис. 1. Симптоми бактеріальної водянки: суховерхівковість *B. pendula*, ураженої *E. nimipressuralis* (зліва); ексудат *E. nimipressuralis* на стовбурі *B. pendula* (в центрі); водяні пагони на ураженому *E. nimipressuralis* стовбурі берези повислої (справа)

Поки мокра деревина утворюється тільки в центральній частині стовбура і не зачіпає зовнішніх річних кілець, рослина може жити ще довго. Коли процес утворення мокрої деревини починається в центральній частині стовбура, захоплює і зовнішні річні кільця, включаючи крайнє річне кільце, виходить з ладу провідна система ксилеми, а камбій відмирає (Черпаків, 2012). Очевидно, що рух бактерій йде не тільки уздовж по стовбуру, а й упоперек по серцевинних променях. Тому, чим більше площі займає мокра деревина на поперечному перерізі стовбура, тим більше уражається провідна система ксилеми. Варто зазначити також, що продукти життєдіяльності бактерій – гази і рідини, що зброджуються, можуть дифундувати й отруювати рослинні тканини.

У досліджуваному регіоні нашими обстеженнями охоплені лісостани різного віку (5-80 років), повноти (0,30-0,90), бонітету (I-IV), в основному в складній групі типів лісу з переважанням берези у складі насаджень (представлені як чисті березняки, так і з домішкою) та відрізняються за едафічними

умовами. На кожній пробній площі здійснювали перелік дерев за категоріями стану, враховували зовнішній вигляд корку, густоту та колір листків. Особливу увагу приділяли березнякам, які постраждали від сильних посух, зміни рівня ґрунтових вод, розташованих на узліссях. У середньому від водянки на 1 га пристигаючих, стиглих і перестійних насаджень у досліджуваному регіоні усихає приблизно 30-35% беріз (Goychuk & Shvets, 2016). Ураженість бактеріальною водянкою зростає зі збільшенням віку березових насаджень (рис. 2).

Встановлено, що у віці 25 років всихаючих та сухостійних дерев помітно менше (8%), ніж у віці 55 років (49%). Найбільша частка уражених бактеріозом дерев припадає на стиглі низькоповнотні насадження і середньоповнотні перестійні насадження на вологих ґрунтах у досить багатих лісорослинних умовах. Нагромадження сухостою (VI категорії) пов'язано з активним розширенням осередків хвороби і значним впливом бактеріозу на стан насадження та погіршенням фітосанітарного стану березняків.

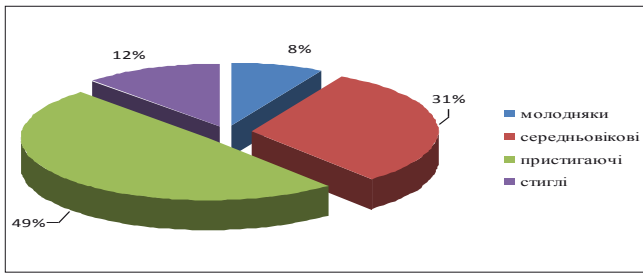


Рис. 2. Поширення бактеріальної водянки в березових насадженнях різних вікових груп

В осередках сильного ступеня розвитку бактеріозу зі збільшенням ураженості в насадженні і погіршенням його загального фітосанітарного стану зростає й ураження практично всіх дерев берези

повислої без певної залежності. Дерева середніх ступенів товщини, які в насадженнях чисельно переважають, у відсотковому співвідношенні уражені на 50-60% залежно від ступеня розвитку бактеріозу. Аналізуючи інтенсивність ураження беріз залежно від діаметра, виявлено певну залежність: чим менший діаметр дерева, тим швидше руйнується деревина стовбура під дією афілофороїдних мікроміцетів *Betula*-кисиломікокомплексу.

Виявлено і поодинокі ураження дерев *B. pendula* у віці 5-10 років, що зумовлює небезпеку підвищення агресивності патогена, оскільки раніше вважали, що хвороба уражує лише березняки старших вікових груп. Можливо, ураження молодих беріз пов'язано з наявністю збудника хвороби у рослинах у ролі ендофітної аутомікрофлори (Shvets, 2017) (рис. 3).



Рис. 3. Екссудат на стовбурах молодих беріз (вік – 7 років): загальний вигляд (зліва та в центрі); сліди від ураження бактеріальною водянкою на поперечному зрізі стовбура (справа)

Індекс санітарного стану досліджуваних насаджень змінюється в діапазоні від I,10 до II,75 бала (табл. 1), тобто насадження, уражене бактеріальною водянкою, поступово з роками переходить від категорії «ослаблене» до «сильно ослаблене». Склад насаджень дещо впливає на ступінь всихання *B. pendula*. У чистих березових насадженнях зафіксовано менше уражених дерев, ніж у мішаних: на ТПП № 7 у ДП «Білокорівському ЛГ», Зубковицькому лісництві за складу 6Бп4Вч + Ос ураження бактеріозом становить 34,0%, тоді як на ТПП №14 у ДП «Лугинське ЛГ», Липницькому лісництві за складу 10Бп + Сз частка ураження водянкою становить лише 6,1%. Встановлено, що за участі осики і вільхи чорної у складі насаджень на ТПП частка ураження водянкою зростає. Походження насаджень (природне чи лісові культури) не впливають на частку ураження бактеріозом. Інтенсивніше всиханню піддаються берези, які ростуть у вологіших умовах – В₃, С₃ та на пониженнях рельєфу. Таке явище пов'язане з поверхневою кореневою системою берези повислої в таких умовах і різким зменшенням рівня ґрунтових вод у засушливі періоди (Losytskyi, 1975).

За нашими дослідженнями та спостереженнями, орлякові (Орл) та чорницеві (Чор) асоціації березових лісів більше уражуються бактеріозом – 31,6%

та 44,3% відповідно, тоді як злакові (Злк), зеленомохові (Злм), вересові (Вер) асоціації березових лісів мали нижчий ступінь ураження (рис. 4).

У межах вікових груп встановлено таку залежність у поширенні бактеріальної водянки (рис. 5). Ураження бактеріальною водянкою зростає зі збільшенням віку березових насаджень. Значення коефіцієнта кореляції становить 0,787. Отже, можна стверджувати, що впродовж періоду спостережень був високий ступінь прямолінійного взаємозв'язку між віком насаджень та відсотком ураженості бактеріозом.

Коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,620$ перевищує показник 0,332, тому можна зробити висновок про істотність зв'язку.

У досліджуваному регіоні насадження з повнотою 0,60 більше уражуються водянкою (62%), ніж за повноти 0,70 та 0,80 (ураженість бактеріозом становить 45% та 29% відповідно).

Варто зазначити, що високоповнотні лісостани представлені лісовими культурами та природними насадженнями. Значення коефіцієнта кореляції становить -0,946. Отже, можна стверджувати, що протягом періоду спостережень був високий ступінь лінійного оберненого взаємозв'язку між повнотою насаджень та відсотком ураженості бактеріозом.

Коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,895$ перевищує показник 0,332, тому можна зробити висновок також про істотність цього зв'язку. Фітосанітарний стан березових насаджень поліпшується зі збільшенням повноти. Частина природних насаджень порослевого походження в регіоні має низьку повноту, що

пов'язано із втратою здатності берези доживати до періоду стиглості. Також таке явище пов'язане з несприятливими умовами для розвитку збудника через високу щільність стояння дерев, де температура повітря нижча, ніж у достатньо освітлених і прогрітих низькоповнотних насадженнях.

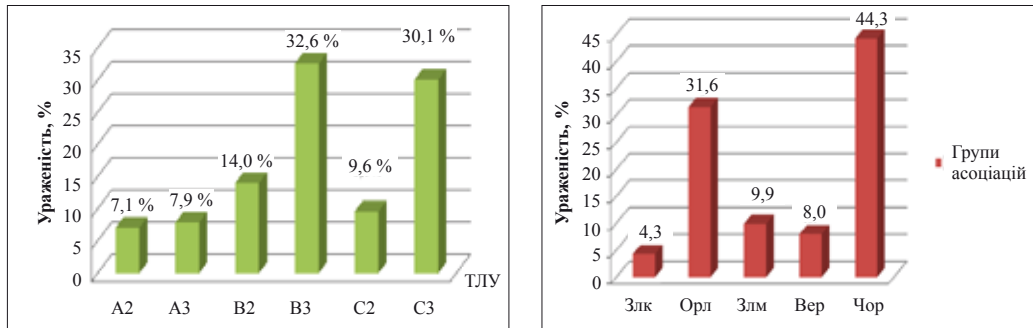


Рис. 4. Поширеність бактеріальної водянки берези у насадженнях різних лісорослинних умов (ліва); різних груп асоціацій (права)

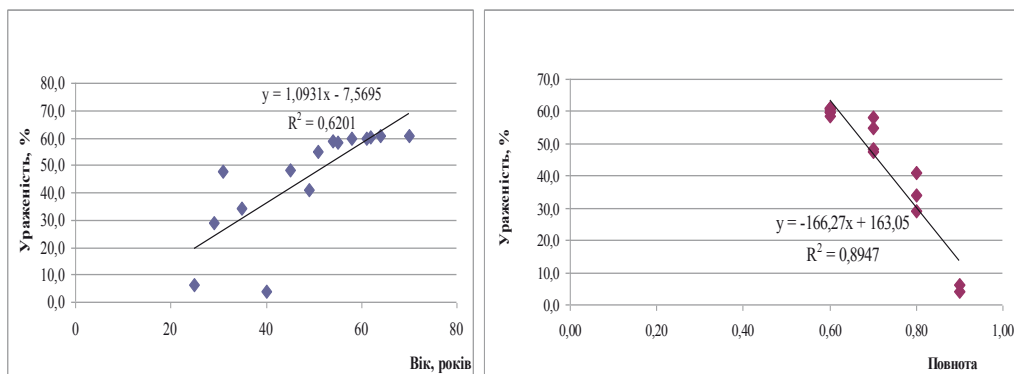


Рис. 5. Ураженість бактеріальною водянкою березових насаджень різного віку (ліва); різної повноти (права)

Швидкість розвитку хвороби залежить від стану деревної рослини в період ураження. Аналіз динаміки росту модельних насаджень показав, що в разі ураження бактеріальною водянкою здорових молодняків відмирання рослин відбувається через 1-3 роки, середньовікових – через 5-10 років, пристигаючих і стиглих – через 10-20 років. На ослаблених рослинах (до моменту зараження) хвороба протікає інтенсивніше і вони можуть всохнути впродовж двох-трьох років. На стиглих моделях внутрішнє патологічне ядро водянки простежено від кореневої частини вгору по стовбуру із плавним переходом до самої крони. Зафіксовано, що у деяких стиглих беріз патологічне ядро жодного разу не виходило назовні із заболоневої частини стовбура у вигляді тріщини, зберігаючись всередині стовбура впродовж усього онтогенезу. Життєздатність рослини забезпечувалась діяльністю останніх річних шарів деревини і камбію, які не були уражені бактеріальною водянкою і щорічно відкладали середньорічний радіальний приріст.

Для встановлення можливого зв'язку поширення бактеріальної водянки залежно від лісівничотаксаційних показників насаджень проведено комп-

лексний кореляційний аналіз. У межах насаджень обстежено дерева різних ступенів товщини. В осередках хвороби рослини *B. pendula* належать до категорій «ослаблені» і «сильно ослаблені». Середні значення індексу санітарного стану – П,32, де майже всі насадження належать до II класу біологічної стійкості (з порушеною життєздатністю). Поточний відпад за запасом становить 15-25%. Гірші за станом берези мають на стовбурах значні некрози і виразки та відстають у своєму розвитку (низькі класи Крафта). Встановлено достовірний прямий зв'язок ураження водянкою беріз з віком, середньою висотою, середнім діаметром, бонітетом, зворотний зв'язок – зі середньою повнотою (табл. 2).

Очевидно, ці залежності можна пояснити біоекологічними особливостями збудника водянки. З віком частка уражених рослин у насадженні зростає внаслідок накопичення інфекції і хронічного перебігу хвороби. Сприятливі умови для поширення бактеріальної інфекції й оптимальні мікрокліматичні умови для розвитку патогена створюються у низькоповнотних лісостанах. При цьому більшою мірою уражуються водянкою саме високопродуктивні березняки.

Таблиця 1

Фітосанітарний стан березових насаджень у державних лісогосподарських підприємствах Житомирського Полісся в осередках бактеріальної водянки (за даними ТНП)

№ з/п	Державне підприємство, Лісництво	Квартал, виділ	Площа, га	Походження, склад	Середні			Вік, років	Висота, м	Діаметр, см	Бонітет	Запас, м³/га	Повнота	Кількість дерев, шт.	Розподіл дерев за категоріями сантарного стану										Частка ураження %
					I	II	III								IV	V	VI	(I,c)*							
1	Ємільчинське ЛП, Королівське л-во	77/4	2,1	Лісові культури 5Бп4Сз1Вч + Яле	62	27	28	I	230	0,65	172	63	27	29	18	24	11	II,69	60,4						
2	Ємільчинське ЛП, Гартівське л-во	16/9	1,5	Лісові культури 5Бп3Сз2Вч + Яле	51	23	22	I	210	0,70	159	61	43	18	12	16	9	II,41	54,9						
3	Коростенське ЛП, Бехівське л-во	109/29	1,2	Лісові культури 5Бп4Ос1Яле	31	16	18	I	130	0,70	176	87	30	25	7	13	14	II,27	47,6						
4	Коростенське ЛП, Бехівське л-во	109/30	1,4	Природне насадження 5Бп5Ос + Яле	54	24	24	II	200	0,65	209	80	39	36	15	19	20	II,59	58,7						
5	Коростенське ЛП, Бехівське л-во	109/31	0,8	Природне насадження 5Бп5Ос	45	19	22	III	150	0,70	184	90	30	26	7	15	16	II,32	48,1						
6	Білокоровицьке ЛП, Зубковицьке л-во	63/19	1,1	Лісові культури 6Бп2Вч2Ос + Яле	29	16	18	I	110	0,80	165	87	6	42	19	8	3	II,18	29,0						
7	Білокоровицьке ЛП, Зубковицьке л-во	63/26	0,9	Лісові культури 6Бп4Вч + Ос	35	21	20	II	160	0,80	202	106	11	51	20	4	10	II,30	34,0						
8	Білокоровицьке ЛП, Зубковицьке л-во	67/15	2,6	Лісові культури 6Бп2Ос2Вч	49	23	24	II	170	0,80	177	94	15	19	23	19	7	II,32	41,1						
9	Словечанське ЛП, Кованське л-во	41/18	2,1	Лісові культури 9Бп1Ос	70	26	26	I	290	0,60	152	55	28	10	30	17	12	II,75	60,8						
10	Словечанське ЛП, Кованське л-во	41/22	3,0	Лісові культури 5Бп5Сз	58	25	24	I	210	0,60	212	79	23	38	43	18	11	II,67	59,7						
11	Олевське ЛП, Сновидовицьке л-во	33/42	1,1	Природне насадження 6Бп3Ос + Яле	64	25	26	III	230	0,65	188	68	31	20	34	19	16	II,75	60,8						
12	Олевське ЛП, Сновидовицьке л-во	33/46	1,8	Лісові культури 4Бп4Сз2Яле	55	24	24	I	230	0,70	183	71	33	19	30	23	7	II,57	58,2						
13	Олевське ЛП, Сновидовицьке л-во	36/9	3,4	Лісові культури 5Бп4Сз1Яле	61	26	28	I	250	0,60	169	61	27	33	12	21	15	II,70	59,9						
14	Лугинське ЛП, Липницьке л-во	61/20	1,3	Лісові культури 10Бп + Сз	25	15	16	I ^a	130	0,90	180	159	10	3	4	2	2	I,25	6,1						
15	Лугинське ЛП, Липницьке л-во	61/24	0,8	Лісові культури 8Бп2Сз	40	21	22	I ^a	180	0,90	223	214	4	1	1	2	1	I,10	4,0						

Таблиця 2

Результати кореляційного аналізу поширення бактеріальної водянки залежно від лісівничо-таксаційних показників деревостанів

Показник	Поширення, %	Середня висота, м	Середній діаметр, м	Частка <i>B. pendula</i> , %	Повнота	Вік, років	Бонітет
Поширення, %	1	—	—	—	—	—	—
Середня висота, м	0,6835	1	—	—	—	—	—
Середній діаметр, м	0,6890	0,9450	1	—	—	—	—
Частка участі берези, %	0,1514	0,4143	0,4340	1	—	—	—
Повнота	-0,7641	-0,3582	-0,3410	-0,2784	1	—	—
Вік, років	0,7760	0,9418	0,9453	0,4113	-0,4769	1	—
Бонітет	0,2074	0,1057	0,2064	0,0554	-0,0545	0,1636	1

Наявність бактерій у ксилемі деревних рослин не завжди призводить до бактеріальних захворювань у лісових насадженнях. Під дією сильних стресових впливів зростає ураженість бактеріальною водянкою, що може бути зумовлено незначною транспірацією і, як наслідок, погіршенням метаболітичних процесів, збільшенням концентрації метаболітів життєдіяльності бактерій у стовбурі та некрозом живих клітин. Частина відносно стійких дерев, уражених збудником бактеріальної водянки, у системній взаємодії *E. nimipressuralis* з іншими складниками мікро- та мікробіоти, самостійно може пригальмувати активність патогенних бактерій (Shvets, 2016).

У період кульмінації розвитку хвороби в досліджуваному регіоні виразки (як невід'ємні складники симптоматики бактеріальної водянки) на деревах відмічено до висоти 12-14 м. Обстежуючи стовбури модельних дерев, виявлено закономірність висотного розташування осередків уражен-

ня. Найвище розташовуються виразки в північному секторі стовбура, де і їх довжина максимальна. З південного боку стовбура виразки розташовуються значно нижче. Довжина некротів у південному, західному і східному секторах стовбура істотно не відрізняється і становить 0,19-0,26 м, а їхня ширина з усіх боків незначно відрізняється та становить 0,08-0,09 м.

Найнижче виразки розташовуються в грубо-тріщинуватих беріз (майже на рівні ґрунту), трохи вище – в шаруватокорих (на висоті 0,3-0,4 м). Найвужчі виразки виявлені в ромбоподібно-тріщинуватих беріз (завширшки 0,02 м), найширші – на грубо-тріщинуватих формах берези (0,18 м). Ромбоподібно-тріщинуваті форми приурочені переважно до розріджених, освітлених і прогрітих ділянок лісу, що і визначає низьку частку ураження хворобою (6%) через зниження сприятливого середовища для патогена (рис. 6).

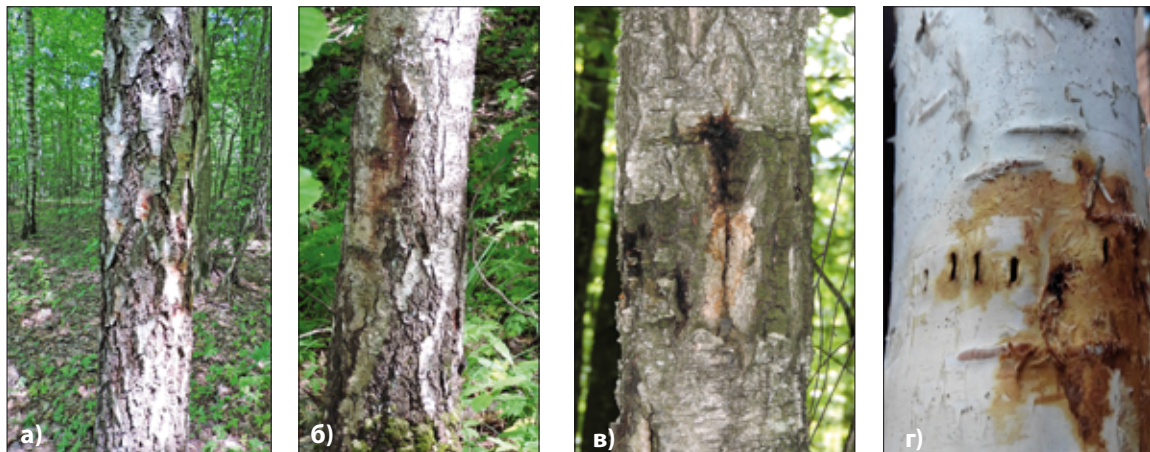


Рис. 6. Бактеріальна водянка на різних формах *B. pendula* (за будовою кори): а – ромбоподібно-тріщинуватій; б – поздовжньо-тріщинуватій; в – грубо-тріщинуватій; г – шаруватокорій

Отже, розвиток бактеріальної водянки на різних за формою кори березах суттєво відрізняється. Такі відмінності можна пояснити фізико-механічними властивостями деревини беріз різних форм. Тріщини, здуття і плями розташовувалися на різних висотах стовбурів дерев залежно від геоорієнтації деревостану.

Для збудника бактеріальної водянки характерний низовий тип ураження (здебільшого на комлевій

частині). Значну щільність розташування виразок на стовбурі встановлено на висоті 0,5-1,8 м, дещо меншу – на висоті 1,9-2,6 м. Вище 3,0 м виразки зазвичай не розміщуються, але як виняток зафіксовано в значно уражених беріз на висоті 6,5 м (табл. 3).

Середня кількість уражень на одне дерево залежить від ступеня ураженості насаджень і становить $3,40 \pm 0,16$ шт. Середня протяжність ділянок розташування виразок на стовбурі $1,53 \pm 0,2$ м.

Таблиця 3
Розташування виразок від водянки
на деревах *B. pendula* залежно
від геоорієнтації насаджень (ТПП № 3)

Геоорієнтація	За висотою стовбура, см			
	0-100	101-140	141-180	181-220
	Кількість, шт.			
Північ	3	5	1	1
Південь	4	3	3	0
Захід	4	4	1	0
Схід	2	5	2	1

Патологічні процеси на стовбурах берези від *E. nimipressuralis* проявляються у вигляді здуттів (під корком) і тріщин (у кірці). Не встановлено чіткої структурної залежності розміщення осередків ураження від геоорієнтації, хоча на схилах західної експозиції виділення ексудату є неінтенсивним, порівняно з іншими експозиціями (сильна інтенсивність виділення становила лише 20 і 15 %).

За значного зниження фізіологічних функцій берези повислої на стовбурах оселяються різні види шкочинних комах і передусім *T. fuscicornis*. Іноді щільність льотних отворів цієї комахи сягає 5-7 (10) шт./дм². Поодинокі доволіно розкидані льотні отвори рогахвостів наявні на кожному ураженому дереві з глибокою патологією. Наразі всихання *B. pendula* від *E. nimipressuralis* розтягнуто в часі (від одного до 2-3, іноді й більше років).

Встановлено, що в регіоні досліджень поширені такі види, як великий березовий (*Tremex fuscicornis*) та синій листяний (*Tremex maguss* F.) рогахвості; вільхова (*Xiphydria cameus* Z.), вербова

(*Xiphydria prolangata* G.) та дубова (*Xiphydria longicollis* G.) ксифідрії. З усієї кількості рогахвостів переважає *T. fuscicornis*. За останні роки ці види, внаслідок сприятливих для них гідротермічних умов, незначної чисельності та відсутності високоспеціалізованих ентомофагів, набули значного поширення (табл. 4).

Наведені дані свідчать про видовий склад та рівень домінування рогахвостів, котрі екологічно та трофічно пов'язані з березою повислою. Фактично імаго усіх видів живляться листками берези і після додаткового живлення проводять тривалий моніторинг місць оптимальної яйцекладки. Це механічні, біологічні або інші пошкодження дерев, куди самиці відкладають купками яйця. Нашими дослідженнями встановлено, що саме рогахвості є джерелом нагромадження та важливим вектором розселення інокулюму в насадження берези. Важливим при цьому є і те, що збудник хвороби є біологічно інертним відносно комах-ксилофагів. А саме такий симбіоз ксилофагів та збудників бактеріальної водянки є оптимальним для цього річної циркуляції збудника в сприятливі синоптичні періоди, а також спостерігається досить довготривала біологічна консервація еонімф ксилофагів, що діапазують разом із збудником. Такий симбіоз утруднює, а в багатьох випадках унеможливує очищення насаджень від хвороби. Більше того, цілком очевидним є і те, що й інші ксилофаги теж є носіями збудника. Саме тому найпершим заходом контролю розповсюдження хвороби є заходи, спрямовані на обмеження чисельності рогахвостів, особливо фізіологічно повноцінної складової популяції з використанням традиційних винищувальних прийомів. Це дасть змогу контролювати поширення та розвиток збудника та унеможливити перехід хвороби в епіфітотійну стадію.

Таблиця 4

Видовий склад та рівень домінування популяцій рогахвостів
у лісостанах Житомирського Полісся, 2015-2018 рр.

Вид рогахвостів	Рівень домінування, %	Генерація	Види-супутники личинок рогахвостів
Великий березовий (<i>Tremex fuscicornis</i>)	82,4	Дворічна	Короїди, заболонники, златки, вусачі
Синій листяний (<i>Tremex maguss</i> F.)	7,2	Дворічна	Златки, короїди
Вільхова ксифідрія (<i>Xiphydria cameus</i> Z.)	6,1	Дво-трирічна	Златки, заболонники
Вербова ксифідрія (<i>Xiphydria prolangata</i> G.)	3,1	Дворічна	Заболонники, короїди
Ксифідрія дубова (<i>Xiphydria longicollis</i> G.)	1,2	Дво-трирічна	Златки, склівки

Висновки. Внаслідок глобального підвищення приземної температури повітря, зменшення кількості опадів, збільшення тривалості безморозного періоду та інших кліматичних характеристик відбувається скорочення і фрагментація ареалу берези повислої, що зумовлює посилений інтерес до визначення відповідної реакції біоти на інтенсивність трансформацій екосистеми. Поява симптомів хвороби свідчить про значну концентрацію патогенної інфекції в тканинах, тому важливе значення мають рання діагностика та ідентифікація збудника. Установлено певну залежність у поширеності

бактеріальної водянки в насадженнях різного віку, складу, повноти та в різних лісорослинних умовах. Так, поширення бактеріальної водянки в березових насадженнях різних вікових груп зростає зі збільшенням їхнього віку. Сприятливі умови для поширення бактеріальної інфекції й оптимальні мікрокліматичні умови для розвитку патогена створюються у низькоповнотних лісостанах. Показано різну чутливість виявлених форм *Betula pendula* (за будовою кори) до *E. nimipressuralis*. Для збудника бактеріальної водянки характерний низовий тип ураження. Досліджено роль і місце шкочин-

ної ентомофауни як вектора поширення інфекції. Отже, є усі підстави вважати, що два чинники – масове усихання берези та спалахи рогохвостів – явища споріднені.

У цій ситуації необхідне запровадження комплексу ефективної боротьби з бактеріозом, який повинен поєднувати як ранню діагностику, так і можливості сучасних технологій, які дадуть змогу на глибокому рівні вивчити бактерію-збудника, що згодом відкриє можливість розробити заходи боротьби проти захворювання.

Бібліографічні посилання

- Beltiukova, K.Y., Matyshevskaya, M.S., Kulykovskaya, M.D., & Sydorenko, S.S. (1968). *Methods for investigating pathogens of bacterial plant diseases*. Kiev: Scientific thought (in Russian).
- Cherpakov, V.V. (2012). Bacterial diseases of forest species in pathology of forest. *SPb.: SPb GLTU*, 200, 292-303 (in Russian).
- Fedorov, N.I., Kovbasa, N.P., & Yarmolovich, V.A., (2007). *Harmfulness of bacterial drowsy in birch stands*. Gomel: Harvest (in Russian).
- Gvozdyak, R.I., & Yakovleva, L.M. (1979). *Bacterial diseases of forest tree species*. Kyiv: Scientific thought (in Russian).
- Goychuk, A.F., Drozda, V.F., Shvets, M.V. (2017). *Bacterial drowsy birch in stands of Zhytomyr Polissya of Ukraine: scientific and methodical recommendations for enterprises of the State Agency of Forest Resources of Ukraine*. Kyiv: NULES (in Ukrainian).
- Goychuk, A.F., & Shvets, M.V. (2016). *Bacterial pathology Betula pendula in the stands of Zhytomyr Polissya of Ukraine*. Zhytomyr: ZNAU (in Ukrainian).
- Losytskyi, K.B. (1975). The phenomenon of depression in hardwood forests. *Forestry*, 3, 40-44 (in Russian).
- Mishchenko, Yu. V. (1974). *Atlas of insects – pests of forest species*. Prague: SAPH (in Ukrainian).
- Parhomenko, L.I., Chernishov, O.V., & Gromova, O.P. (2013). A complex of harmful organisms inhabiting birch (*Betula L.*) in the arboretum of the National Botanical Garden named after. Grishko of the National Academy of Sciences of Ukraine. *Plant introduction*, 4, 114-117 (in Ukrainian).
- Sheluhov, V.P. & Sidorov, V.A. (2008). Diagnosis and ways to reduce the economic importance of birch bacterial drowsy. *Forestry*, 4, 48-52 (in Russian).
- Shvets, M.V. (2015). About the situation of birch stands in the forests of Zhytomyr Polissya of Ukraine. *Ecological, economic and social Problems of development agrarian Sphere in Conditions of Globalization*, 193-196. Kharkiv, Ukraine: Kharkiv National Agrarian University named after. V. Dokuchaev
- Shvets, M.V. (2016) *Enterobacter nimipressuralis – causative agent bacterial drowsy of Betula pendula Roth. in the birch stands of Zhytomyr Polissya of Ukraine*. NULES, 255, 133-144 (in Ukrainian).
- Shvets, M.V. (2017). Symptomatology and etiology of «wetwood» birch in stands of Zhytomyr Polissya.

Contribution of young scientists on forestry, wood processing technologies and horticulture, 32-33. Kyiv, Ukraine: National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine.

Sidorov, V.A. (2007). On the question of the role of insects in the spread of bacteriosis of birch, *BSUET*, 17, 234-236 (in Russian).

Риск исчезновения березы повислой в Житомирском Полесье Украины

А. Ф. Гойчук¹, В. Ф. Дрозда², М. В. Швець³

Вьяснены причины усыхания березовых насаждений в Житомирском Полесье Украины. Акцентировано внимание на глубокой патологии березы повислой, вызванной комплексом факторов и, в первую очередь, которая связанная с бактериальной этиологией. Установлено, что мокрая древесина в стволе берез – бактериального происхождения. Отобраны образцы древесины и экссудата для лабораторных исследований из растений, которые имели ярко выраженные признаки патологии (трещины, вздутия). Экспериментально доказано, что возбудителем бактериоза березы повислой является фитопатогенная бактерия-полибиотроф *Enterobacter nimipressuralis* Carter, которая вызывает водянку хвойных и лиственных лесных древесных растений. Установлено, что симптоматика бактериальной водянки непосредственно связана с насыщением влагой тканей ствола и побегов березы повислой, формированием мокрого патологического ядра в древесине, трещинами и язвами на стволах, вздутиями перидермы в период активной фазы болезни, некротическими мокрыми язвами в местах внешнего проникновения инфекции, обильными потоками экссудата. В пораженных деревьях на стволах формируются многочисленные водяные побеги.

Зафиксировано, что в некоторых зрелых берез патологическое ядро ни разу не выходило наружу с заболони в виде трещины, сохраняясь внутри ство-

¹ Гойчук Анатолий Федорович – академик Лесной академии наук Украины, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры лесоводства. Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, ул. генерала Родимцева, 19, г. Киев, 03041, Украина. Тел.: +38-050-930-04-46. E-mail: ogoychuk@gmail.com

² Дрозда Валентин Федорович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий отделом биоразнообразия и устойчивого развития. Украинская лаборатория качества и безопасности продукции АПК, ул. Машиностроителей, 7, п.г.т. Чабаны, Киево-Святошинский р-н, 08162, Украина. Тел.: +38-044-526-45-04. E-mail: biomethod@quality.ua

³ Швець Марина Васильевна – кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры экологии леса и безопасности жизнедеятельности. Житомирский национальный агроэкологический университет, ул. Старый бульвар, 7, г. Житомир, 10002, Украина. Тел.: +38-096-685-93-62. E-mail: marina_lis@ukr.net

ла в течение всего онтогенеза. Жизнеспособность растения обеспечивалась деятельностью последних годовичных слоев древесины и камбия, которые не были поражены бактериальной водянкой и ежегодно откладывали среднегодовой радиальный прирост. Это свидетельствовало о глубокой патологии березы.

Установлено, что на степень усыхания берез несколько влияет состав насаждений – сложные по форме и смешанные по составу древостои более устойчивы к бактериозу. Распространенность бактериальной водянки в березовых насаждениях различных возрастных групп растет с увеличением возраста и снижением полноты. Отмечена неодинаковая степень поражения бактериальной водянкой различных группы растительных ассоциаций: черничниковых, злаковых, зеленомошных и вересковых.

При обследовании стволов модельных деревьев обнаружена закономерность высотного расположения очагов поражения. Приведены данные о характере типа поражения и плотности расположения язв на стволе, описаны видовой состав и уровень доминирования рогахвостов, которые экологически и трофически связаны с березой повислой. Именно рогахвосты являются носителями возбудителя бактериальной водянки. Более того, именно они являются источником накопления и важным вектором расселения инокулюма в насаждениях березы. Важным при этом является и то, что возбудитель болезни является биологически инертным по отношению к насекомым-ксилофагам.

Ключевые слова: *Betula pendula*; Житомирское Полесье; бактериальная водянка; этиология; *Enterobacter nimipressuralis*; симптоматика; патогенез; вредоносная энтомофауна; вектор распространения.

Risk of birch disappearance in Zhytomyr Polissya of Ukraine

A. Goychuk¹, V. Drozda², M. Shvets³

The studies have established a number of causes of birch stand dieback in the Zhytomyr Polissya of

Ukraine. Attention is focused on the deep pathology of the birch, caused by a complex of factors and, first of all, associated with bacterial etiology. It is established that the wetwood in the trunk of birch trees is of bacterial origin. The samples of wood and exudate have been selected for laboratory studies of plants, which had pronounced signs of pathology (cracks, swelling). It has been experimentally proven that the causative agent of birch dieback is the phytopathogenic bacteria *Enterobacter nimipressuralis* Carter, which causes dropsy of coniferous and deciduous forest trees. It has been established that the symptoms of bacterial dropsy are directly related to the saturation of the moisture of the tissues of the trunk and the shoots of the birch, the formation of the wet pathological nucleus in the plant, the cracks and ulcers on the trunks, the periderm during the active phase of the disease, necrotic wet ulcers in the places of external penetration of the infection, abundant fluxes exudate in the affected trees on the trunks are formed numerous water shoots.

It was observed that in some mature birches the pathological core never came out with sapwood in the form of a crack, remaining inside the trunk during the whole ontogenesis. The plant's vitality was ensured by the activity of the last year's annual layers of wood and cambium, which were not affected by bacterial dropsy and annually set aside annual radial growth. This testified to the deep pathology of birch.

It has been established that the composition of stand somewhat affects the dieback of birch trees. Complex and mixed tree stands are more resistant to bacteriosis. The prevalence of bacterial dropsy in birch stands of different age groups increases with their age and decrease in fullness. The unequal level of bacterial dropsy of various groups of plant associations was noted: blueberry, cereal, green-moss and heather. When examining the trunks of model trees, a pattern of altitude location of lesions was discovered. The data on the type of lesion and the density of wounds on the trunk are given, the species composition and the level of dominance of tremex, which are ecologically and trophically associated with birch, are analysed.

Tremex are carriers of the causative agent of bacterial dropsy. Moreover, they are the source of accumulation and an important vector of inoculum spread in birch stands. It is also important that the pathogen is biologically inert to xylophagous insects.

Key words: *Betula pendula*; Zhytomyr Polissya; bacterial dropsy; etiology; *Enterobacter nimipressuralis*; symptoms; pathogenesis; harmful entomologic fauna; distribution vector.

¹ Anatoliy Goychuk – Academician of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Professor of the Department of Biology Forest and Hunting Science. National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, General Rodimtsev st., 19, Kyiv, 03041, Ukraine. Tel.: +38-050-930-04-46. E-mail: ogoychuk@gmail.com

² Valentin Drozda – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Division for Biodiversity and Sustainable Development. Ukrainian laboratory of quality and safety of products AIC, Mashynobudivnykiv st., 7, s.t.t. Chabany, Kiev-Svyatoshinsky district, 08162, Ukraine. Tel.: +38-044-526-45-04. E-mail: biomethod@quality.ua

³ Marina Shvets – Ph.D, Biology, Senior Lecturer of the Department of Forest Ecology and Life Safety. Zhytomyr National Agroecological University, Staryj Bul'var, st. 7, Zhytomyr, 10002, Ukraine. Tel: +38-096-685-93-62. E-mail: marina_lis@ukr.net



Наукові праці Лісівничої академії наук України
Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine

<http://fasu.nltu.edu.ua>
<https://doi.org/10.15421/411817>
Article received 2018.06.20
Article accepted 2018.10.25

ISSN 1991-606X print
ISSN 2616-5015 online
@ ✉ Correspondence author
Iurii Debryniuk
debrynuk_ju@ukr.net
General Chuprynka st., 103, Lviv, 79057, Ukraine

УДК 630*232 : 630*114.22

Вплив лісових насаджень плантаційного типу на водно-фізичні властивості лісового ґрунту в умовах Західного Лісостепу України

Ю. М. Дебринюк¹

Між насадженнями різного видового складу та ґрунтом існує тісна взаємодія, на яку можна впливати через зміну складу деревостану. Питання особливо актуальне з погляду тимчасового запровадження на відносно короткий проміжок часу плантаційних лісових насаджень на місці низькопродуктивних деревостанів. Тому вивчення змін у системі плантаційні насадження → ґрунт → відновлений корінний деревостан є надзвичайно важливим чинником забезпечення високої продуктивності та біотичної стійкості лісових фітоценозів.

Високі запаси стовбурової деревини (понад 400 м³/га) в умовах вологої грабово-букової діброви у 40-річних насадженнях *Larix eurolepis* відзначено за щільності ґрунту 1,07-1,26 г/см³, пористості 48,1-59,4%, польової вологоємності 24,2-26,1% та ступеня аерації 41,6-54,3% в горизонтах He та I. Для насаджень *Larix kaempferi* із запасами 578 та 582 м³/га ці показники становлять, відповідно, 1,16-1,39 г/см³, 45,3-54,1%, 23,2-25,7% та 36,9-42,8%.

Для 40-річних насаджень *Larix kaempferi* в умовах вологої грабової діброви ці показники визначено для трьох горизонтів ґрунту (H; He; I) і становлять, відповідно, 1,46-1,68 г/см³, 40,1-58,6%, 14,0-30,3% та 25,7-59,9%. Наведені значення водно-фізичних показників ґрунту забезпечують високий запас стовбурової деревини (447 та 476 м³/га) модринових насаджень.

В умовах вологої грабової діброви 41-річне насадження *Picea abies* нагромаджує такі ж високі запаси стовбурової деревини (476 м³/га) за подібних значень водно-фізичних показників ґрунту: 1,47-1,66 г/см³, 42,1-59,7%, 20,1-28,5% та 20,9-29,8%.

Негативного впливу на водно-фізичні властивості ґрунтів чистих ялинових та модринових культур не встановлено, що дає підставу рекомендувати досліджувані деревні види для застосування у плантаційних лісових насадженнях на темно-сірих ґрунтах в умовах вологого ґруду Західного Лісостепу України.

Ключові слова: плантаційні лісові насадження; модрина; ялина; дуб; запас деревини; бонітет; щільність; аерація; пористість.

Вступ. Зміни фізичних, механічних, хімічних властивостей ґрунту внаслідок дії на нього різних видів деревних рослин призводять в кінцевому підсумку до зміни його лісорослинних властивостей. Це, своєю чергою, впливає на таксаційні характеристики насадження. Тому зрозуміло, що між насадженнями різного видового складу та ґрунтом існує тісна взаємодія, на яку можна впливати через зміну складу деревостану. Відповідність видового складу

штучних лісостанів трофічним умовам забезпечить штучним насадженням високу продуктивність і біотичну стійкість.

Це питання є особливо актуальним з погляду тимчасового запровадження на відносно короткий проміжок часу плантаційних лісових насаджень (ПЛН) на місці низькопродуктивних букових, дубових, соснових, ясеневих, грабових, березових та іншого складу деревостанів. Хімічні, грануломе-

¹ Дебринюк Юрій Михайлович – академік Лісівничої академії наук України, академік-секретар ЛАН України, доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри лісових культур і лісової селекції. Національний лісотехнічний університет України, вул. генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. Тел.: 032-235-30-12, +38-067-195-78-36. E-mail: debrynuk_ju@ukr.net

тричні та фізичні зміни, які відбуватимуться у ґрунтовій сфері, не повинні виявляти негативної дії на відновлений корінний деревостан після зрубвання плантаційних насаджень. Зрозуміло, що і вплив на ґрунт ПЛН різного складу теж буде неоднаковим. З огляду на це, вивчення таких змін у системі *ПЛН* → *ґрунт* → *відновлений корінний деревостан* є надзвичайно важливим чинником забезпечення високої продуктивності та біотичної стійкості лісових фітоценозів.

Багатьма дослідниками (Kosenko, 1971, Yakovenko, 1972, Raspopina, 2008, Ivanyuk, 2013) доведено, що вплив деревних рослин на ґрунт залежить від складу насаджень. Окрім кліматичних умов, значний вплив на склад лісових насаджень має гранулометричний склад, генезис ґрунотвірної породи та рівень ґрунтових вод (Gensiruk, 2002).

Фізичні властивості ґрунтів, зокрема їхня аерація, мають суттєве значення для успішного росту деревних рослин (Lavrinenko, Florovsky, & Kovalevsky, 1956, Peshko, 1965, Shchepotyev, & Pavlenko, 1975). Pogrebnyak and Melnyk (1952) зазначали, що серед ґрунтових показників найбільший вплив мають фізичні властивості, зокрема – щільність ґрунту та його пористість, які обмежують розростання коренів деревних рослин. Домішка листяних порід у хвойному насадженні покращує поживні, мікробіологічні і водно-фізичні властивості ґрунту (Oniskiv, & Bondar, 1976).

Важливою генетичною й агрономічною характеристикою ґрунту є його гранулометричний (механічний) склад, від якого залежать майже всі фізичні та фізико-хімічні властивості ґрунтів (Kit, & Pidkova, 2010).

З огляду на наведене вище, *актуальним* є питання вивчення особливостей нагромадження стовбурової деревини насадженнями швидкорослих деревних видів у зв'язку із водно-фізичними властивостями ґрунтів, їх динаміки під впливом насаджень різного складу.

Об'єкти та методика дослідження. *Об'єкт дослідження* – плантаційні лісові насадження за участю різних видів модрини та ялини європейської. *Предмет досліджень* – водно-фізичні властивості темно-сірих лісових ґрунтів у зв'язку із різним складом деревостану. *Мета роботи* – виявити вплив штучних насаджень за участю різних видів модрини та ялини на водно-фізичні властивості ґрунту у зв'язку з плантаційним лісовирощуванням.

Дослідження здійснювали на закладених пробних ділянках (ПД) у насадженнях з перевагою різних видів модрини, ялини європейської та дуба звичайного відповідно до загальноприйнятих у лісовій таксації методик (Grom, 2005). У найхарактерніших місцях насаджень було закладено ґрунтові профілі з відбором зразків із відповідних горизонтів ґрунту з подальшим здійсненням лабораторних аналізів.

Водно-фізичні властивості ґрунту визначали за DSTU 4730:2007, DSTU 4744: 2007, DSTU 4745:2007 та DSTU 5095:2008. Показники дослі-

джували у верхніх горизонтах ґрунту – Не (Не), НІ (Еh) та І. Зразки відбирали зі середньої частини генетичного горизонту.

Описання ґрунту здійснювали за загальноприйнятою методикою (Polupan et al., 1981). У різних місцях пробної ділянки (умовно – верхня, середня та нижня частини) закладали три ґрунтові профілі. За генетичними горизонтами кожного профілю відбирали зразки ґрунту для їх лабораторного аналізу. Загалом було відібрано 60 ґрунтових зразків.

Об'єкти досліджень розміщені на території лісового фонду двох лісництв Західного Лісостепу, де було закладено вісім пробних ділянок. Ґрунтові профілі закладено в усіх досліджуваних насадженнях Пеняківського та Липниківського лісництв – як у чистих, так і мішаних за участю модрини в умовах вологої грабово-букової та вологої грабової діброви. У вологій грабовій діброві Липниківського лісництва всі чотири насадження ростуть у межах однієї невеликої площі, де відмінності у властивостях ґрунтів можуть бути зумовлені лише складом насаджень. Як контроль використовували характеристики ґрунту з-під ясенево-дубового насаджень (ПД-8а-1), склад якого відповідає корінному типу лісу. Ґрунтові умови всіх досліджених ділянок представлені темно-сірим опідзоленим легкосуглинистим ґрунтом на лесах.

Лісівничо-таксаційні характеристики об'єктів досліджень – штучних лісових насаджень наведено в табл. 1.

Результати досліджень. Ґрунтові умови є одним із найважливіших екологічних чинників, який визначає породний склад і продуктивність деревних рослин, без урахування дії якого неможливе вирощування високопродуктивних і біотично стійких лісових насаджень. Своєю чергою, лісові насадження мають значний вплив на ґрунотвірні процеси, впливаючи на водно-фізичні та хімічні властивості ґрунтів.

За результатами досліджень, на всіх ділянках, ґрунтові умови яких представлені темно-сірим ґрунтом, продуктивність насаджень дуже висока – від І^с-І^с (модрина) до І^б (ялина) та І (дуб) класів бонітету. Усі досліджувані насадження відзначаються нагромадженням значних обсягів стовбурової деревини (400-500 м³/га і більше) у насадженнях 39-48-річного віку. Варіабельність у запасах стовбурової деревини зумовлена складом насаджень, різною їхньою повнотою та кількісним представництвом у них екземплярів модрини.

Нагромадженню високих запасів деревини сприяють оптимальні типи лісорослинних умов, в яких ростуть насадження, а також перевага швидкорослих видів (модрини, ялини) в їхньому складі. Однакові типи лісорослинних умов і типи лісу дають змогу коректно порівнювати отримані результати.

Так, встановлена щільність твердої фази ґрунту під чистими та мішаними модриновими культурами Пеняківського л-ва (2,54-2,82 г/см³) свідчить про сприятливі фізичні властивості ґрунтів, високий вміст у них органічної речовини та добру структу-

рованість (табл. 2). Цей же показник під насадженнями різного складу Липниківського лісництва змі-

нюється майже в тих же межах (2,55-2,65 г/см³) і не залежить від складу насаджень (табл. 3).

Таблиця 1

Лісівничо-таксаційні характеристики штучних лісових насаджень

Деревний вид	Висота, м	Діаметр, см	Густота, шт./га	Абсолютна повнота, м²/га	Запас, м³/га	Бонітет	Початкова густота, шт./га; розміщення, м; схема змішування
Проба № 1п; Пеняківське л-во; D ₃ -г-бкД; 42 р.; 6Мдг4Дпн + Лпд, Клг, Гз, Бкл							
<i>Larix eurolepis</i>	26,3	27,4	280	16,58	222	I ^d	5000;
<i>Quercus borealis</i>	20,3	18,8	696	19,22	177		2,0×1,0;
<i>Tilia cordata</i>	14,4	12,1	43	0,50	4		2р.Мдг
<i>Acer platanoides</i>	15,3	14,7	14	0,24	2		3р. Дпн
<i>Carpinus betulus</i>	12,5	11,0	7	0,09	—		
<i>Fagus sylvatica</i>	15,4	10,2	5	0,04	—		
Р а з о м			1045	36,54	405		
Проба № 2п; Пеняківське л-во; D ₃ -г-бкД; 39 р.; 10Мдя + Клг, Бкл							
<i>Larix kaempferi</i>	23,2	24,1	1028	46,75	577	I ^c	2500;
<i>Acer platanoides</i>	13,8	11,5	11	0,11	1		2,0×2,0;
<i>Fagus sylvatica</i>	14,5	12,0	4	0,04	—		чисті ряди Мдя
Р а з о м			1043	46,9	578		
Проба № 4п; Пеняківське л-во; D ₃ -г-бкД; 40 р.; 9Мдг1Кля + Взш, Гз, Влч, Бп, Лпд, Бкл							
<i>Larix eurolepis</i>	25,8	26,9	651	36,93	484	I ^d	4000;
<i>Acer platanoides</i>	18,3	16,8	89	1,98	18		2,5×1,0;
<i>Ulmus scabra</i>	23,6	24,5	15	0,73	10		ланковий
<i>Carpinus betulus</i>	13,0	12,3	58	0,69	5		спосіб
<i>Alnus glutinosa</i>	16,7	13,9	27	0,41	4		змішування:
<i>Betula pendula</i>	15,7	15,4	23	0,43	3		1 с.м. Мдг
<i>Tilia cordata</i>	12,4	11,6	12	0,12	1		3 с.м. Кля
<i>Fagus sylvatica</i>	11,5	12,4	4	0,05	—		
Р а з о м			879	41,34	525		
Проба № 5п; Пеняківське л-во; D ₃ -гД; 48 р.; 10Мдя + Кля, Гз, Ялє, Взш							
<i>Larix kaempferi</i>	28,2	26,9	671	38,13	546	I ^c	Не
<i>Acer pseudoplat.</i>	16,9	19,0	59	1,67	15		встановлено;
<i>Carpinus betulus</i>	17,0	13,4	100	1,42	11		ширина
<i>Picea abies</i>	19,3	19,6	27	0,82	9		міжрядь
<i>Ulmus scabra</i>	22,2	16,0	5	0,09	1		2,0-2,5 м
Р а з о м			862	42,13	582		
Проба № 7а-1; Липниківське л-во; D ₃ -гД; 39 р.; 6Мдя3Ялє1Яс							
<i>Larix kaempferi</i>	29,7	36,2	188	20,12	289	I ^c	5000; 2,0×1,0;
<i>Picea abies</i>	22,6	21,5	341	13,55	157		1р.Мдя з Дз
<i>Fraxinus exelsior</i>	19,1	15,7	143	3,04	30		1р. Ял з Яс
Р а з о м			672	36,71	476		
Проба № 7а-2; Липниківське л-во; D ₃ -гД; 39 р.; 9Мдя1Яс + Ялє							
<i>Larix kaempferi</i>	28,5	35,4	264	26,0	370	I ^c	5000; 2,0×1,0;
<i>Fraxinus exelsior</i>	19,5	16,2	148	4,43	43		1р.Мдя з Дз
<i>Picea abies</i>	22,9	21,1	82	3,38	34		1р. Ял з Яс
Р а з о м					447		
Проба № 6а-1; Липниківське л-во; D ₃ -гД; 41 р.; 9Ялє1Яс + Дз							
<i>Picea abies</i>	22,6	26,8	752	44,98	508	I ^b	8100;
<i>Fraxinus exelsior</i>	18,9	14,8	160	3,09	32		2,0×0,5 (0,8);
<i>Quercus robur</i>	14,7	13,5	28	0,41	3		1р.Д
Р а з о м			940	48,48	543		1р.Ял з Яс
Проба № 8а-1; Липниківське л-во; D ₃ -гД; 44 р.; 7Дз2Яс1Клг + Гз, Ч							
<i>Quercus robur</i>	18,2	17,5	1182	30,73	265	I	6250;
<i>Fraxinus exelsior</i>	20,8	18,8	104	3,54	37		2,0×0,8;
<i>Acer platanoides</i>	16,1	16,8	122	2,49	18		4р.Дз 1р.Клг
<i>Carpinus betulus</i>	14,2	14,5	162	2,56	14		1р.Яс
<i>Cerasus avium</i>	19,5	18,2	16	0,48	5		
Р а з о м			1586	317	339		

Існує залежність між пористістю та щільністю твердої фази ґрунту: із зменшенням останньої пористість дещо зростає (Pogrebnyak, & Melnyk, 1952). Крім того, можна також апіорі відзначити вплив вмісту гумусу на щільність твердої фази: із збільшенням глибини вміст органічної речовини в ґрунті закономірно зменшується, що зумовлює деяке збільшення щільності твердої фази ґрунту, хоча це збільшення є незначним.

Під час дослідження щільності визначали масу ґрунту в одиниці об'єму разом зі всіма порами, тому показник щільності ґрунту у всіх випадках є меншим, ніж щільність його твердої фази. У наших дослідках щільність складення ґрунту змінюється в межах від 1,11-1,24...1,39-1,48 в гумусовому до 1,21-1,39...1,59-1,68 г/см³ – в ілювіальному горизонті. При цьому щільність ґрунту під ясеневодубовим насадженням є найменшою (див. табл. 3).

Щільність ґрунту в однометровому шарі майже не відрізняється під насадженнями з різною участю хвойних (ПД-7а-1, 7а-2, 6а-1). Дещо меншою щільність ґрунту є лише під ясеневодубовим насадженням (ПД-8а-1). Щільність ґрунту корелює із вмістом гумусу: чим менший вміст у ньому органічної речовини, тим більша щільність ґрунту (рис. 1). Із збільшенням глибини ґрунту щільність його зростає разом із зменшенням вмісту в ньому органічної речовини. Разом з тим відзначено (Kosenko, 1971), що для темно-сірих лісових ґрунтів характерний доволі високий вміст гумусу не лише в гумусовому горизонті, але й в ілювіальному, де його вміст може становити близько 1 %.

Встановлена щільність ґрунту під модриновими насадженнями є сприятливою для росту хвойної породи, оскільки її значення для горизонтів Не та І не перевищує 1,07-1,39 г/см³ (див. табл. 2). Під насадженнями Липниківського л-ва щільність ґрунту для горизонтів Н, Не під модриниками помітно вища (1,46-1,49 г/см³). Таку саму щільність ґрунту зафіксовано і під ялиновими насадженнями (1,47-1,49 г/см³) та дещо меншу – під ясеневодубовим (1,39-1,49 г/см³) (див. табл. 3).

Хоча за даними деяких дослідників (Myukushko, Volvach, & Plyuta, 1989) нормальний газообмін порушується вже за щільності ґрунту в 1,45 г/см³, у жодному із досліджених варіантів ми не виявили негативного впливу такої щільності ґрунту на клас бонітету та нагромадження деревостанами стовбурової деревини.

Kaczynski (1965) зазначав, що пористість ґрунтів менше 50 % для верхнього (орного) шару вважають незадовільною. У нашому випадку для гумусового горизонту на глибині 15-20 см встановлено пористість в межах 58,8-59,4 % для листяно-модринових та 52,5-54,1 % – для чистих модринових насаджень. Цей показник є повністю задовільним для успішного росту насаджень і вказує на достатню високу водопроникність та повітропроникність ґрунту. Позитивний вплив листяних порід на фізичні властивості ґрунту під хвойними насадженнями відзначали свого часу Oniskiv and Bondar (1976).

Таблиця 2

Водно-фізичні властивості ґрунтів під штучними насадженнями Пеняківського лісництва ДП «Золочівське ЛП»

№ пробної ділянки	Склад насаджень	Вік, років	Індекс типу лісу	Назва горизонту і глибина взяття зразка	Щільність твердої фази ґрунту, г/см ³	Щільність ґрунту, г/см ³	Пористість, %	Гітроскопічна вологість, %	Критична вологість (коefficient в'янення), %	Польова вологість, %	Аерація, %	Ступінь аерації, %
1п	6Мдг4Дпн + Лпд, Клг, Гз, Бкл	42	D ₃ -г-бкД	Не; 15-20 см І; 50-55 см	2,54 2,57	1,11 1,26	58,80 48,10	1,17 0,77	11,64 13,08	24,19 22,24	31,95 20,08	54,34 41,75
2п	10Мдя + Клг, Бкл	39	D ₃ -г-бкД	Не; 15-20 см І; 50-55 см	2,78 2,82	1,24 1,39	52,70 45,30	1,34 0,91	12,02 14,19	25,07 23,16	21,61 18,11	41,01 40,00
4п	9Мдг1Кля + Взш, Гз, Влч, Бп, Лпд, Бкл	40	D ₃ -г-бкД	Не; 15-20 см І; 50-55 см	2,63 2,64	1,07 1,21	59,40 50,40	1,42 0,98	11,58 12,92	26,11 24,34	31,46 20,95	52,96 41,57
5п	10Мдя + Кля, Гз, Ялє, Взш	48	D ₃ -гД	Не; 15-20 см І; 50-55 см	2,74 2,76	1,16 1,28	54,10 47,50	1,19 0,84	11,84 13,04	25,68 23,42	23,15 17,52	42,79 36,88

Таблиця 3

Водно-фізичні властивості ґрунтів під штучними насадженнями Ліпниківського лісництва ДП «Львівське ЛП»

№ проби	Склад насадження	Вік, років	Індекс типу лісу	Назва горизонту і глибина взяття зразка, см	Щільність твердої фази ґрунту, г/см ³	Щільність ґрунту, г/см ³	Пористість, %	Гігроскопічна вологість, %	Критична вологість (коефіцієнт в'янення), %	Польова вологість, %	Аерація, %	Ступінь аерації, %
7а-1	6М для 3Ялс 1Яс	39	D ₃ -ГД	Н; 20-25 НІ; 55-60 І; 90-95	2,59 2,60 2,59	1,46 1,49 1,68	58,60 47,90 42,10	1,07 0,95 1,44	15,5 15,9 17,3	16,16 15,76 13,95	35,10 24,42 18,60	59,90 50,98 44,18
7а-2	9М для 1Яс + Ялс	39	D ₃ -ГД	Н; 20-25 Нс; 55-60 І; 120-125	2,58 2,64 2,65	1,48 1,49 1,63	56,50 46,20 40,10	1,05 0,97 1,44	16,2 16,5 16,9	30,30 21,73 18,23	15,56 13,82 10,39	25,72 29,91 25,91
6а-1	9Ялс 1Яс + Дз	41	D ₃ -ГД	Н; 20-25 Нс; 60-65 І; 120-125	2,57 2,61 2,62	1,47 1,49 1,66	59,70 50,20 42,10	1,71 1,38 1,42	15,4 16,3 17,0	28,52 22,34 20,06	17,78 16,91 8,80	29,78 33,68 20,90
8а-1	6Дз 2Яс 1Клг 1Дпн + Гз, Ч	44	D ₃ -ГД	Н; 20-25 Нс; 55-60 І; 120-125	2,55 2,57 2,61	1,39 1,49 1,59	60,70 53,10 43,40	2,27 2,46 1,75	14,3 15,9 16,4	29,51 23,56 19,10	19,68 18,00 13,03	32,42 33,90 30,65

Пористість гумусового горизонту ялиново-модринового насадження (ПД-7а-1) є достатньо високою, дещо меншим цей показник є для ясенєво-модринового та ясенєво-дубового деревостанів. Під чистим ялиновим насадженням (ПД-6а-1) пористість гумусового горизонту майже не відрізняється від такої у корінному ясенєво-дубовому.

У горизонті Нс (глибина 55-60 см) пористість помітно знижується, але в усіх насадженнях вона є досить подібною (46,2-53,10%). При цьому найвищу пористість горизонту Нс зафіксовано під ясенєво-дубовим, а найменшу – під модриновим після зрубування ялини насадженнях.

Пористість ілювіального горизонту у всіх випадках менша ніж 50%. При цьому найвищих значень вона досягає під листяно-модриновими (48,1-50,4%) та модриновими (45,3-47,5%) культурами, тоді як найнижчу пористість ілювіального горизонту зафіксовано під ялиновим насадженням (42,1%), що можна пояснити слабким проникненням кореневої системи ялини на таку глибину.

Отримані значення гігроскопічної вологості під листяно-модриновими та модриновими насадженнями Пеняківського л-ва (7,02-8,52 для горизонту Нс та 4,62-5,88% – для горизонту І) є досить високими, що пов'язано, насамперед, із високим вмістом колоїдних часток та гумусу (Debryniuk, 2007). Так, із збільшенням вмісту гумусу гігроскопічна вологість ґрунту зростає (рис. 2). Причому найбільші значення гігроскопічної вологості ґрунту виявлено під ялиново-дубовими, модриново-дубовими та ясенєво-дубовими культурами. Гігроскопічна вологість також зростає із збільшенням у ґрунті вмісту мулистих частинок (рис. 3) та частинок < 0,01 мм, які визначають механічний склад (рис. 4).

З гігроскопічною вологістю ґрунту пов'язане значення критичної вологості або вологості стійкого в'янення рослин. У наших дослідках коефіцієнт в'янення змінюється в певних межах – 11,58-16,2% для гумусового та 13,04-17,3% – для ілювіального горизонтів. При цьому нам не вдалось встановити якої-небудь залежності між складом насадження та критичною вологоємністю. Чим більша щільність ґрунту, тим більше значення коефіцієнта в'янення (див. табл. 2, 3).

Своєю чергою, щільність складення ґрунту певним чином залежить від складу культур, про що було зазначено вище.

Інший показник – найменша, або польова вологоємність у здійснених дослідках знижується із збільшенням глибини ґрунту в міру того, як зростає щільність та зменшується пористість (див. табл. 2, 3). Найвище значення польової вологоємності для гумусового горизонту встановлено під мішаними ясенєво-модриновим, кленово-модриновим, ясенєво-ялиновим та ясенєво-дубовим – 26,1-30,3%, дещо нижче – в чистих модриниках – 25,1-25,7 та найнижче – в ялиново-модриновому насадженні за участю ясеня – 16,2%.

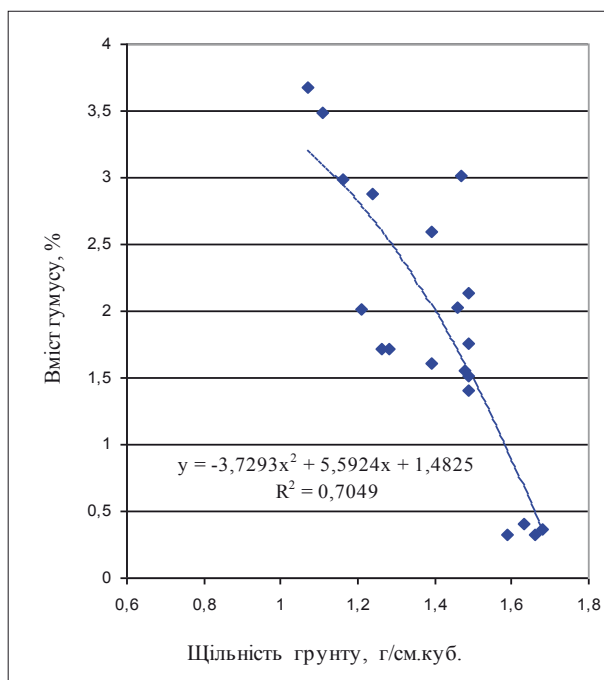


Рис. 1. Зв'язок між щільністю ґрунту та вмістом органічної речовини в темно-сірих легко- та середньосуглинистих ґрунтах Західного Лісостепу²

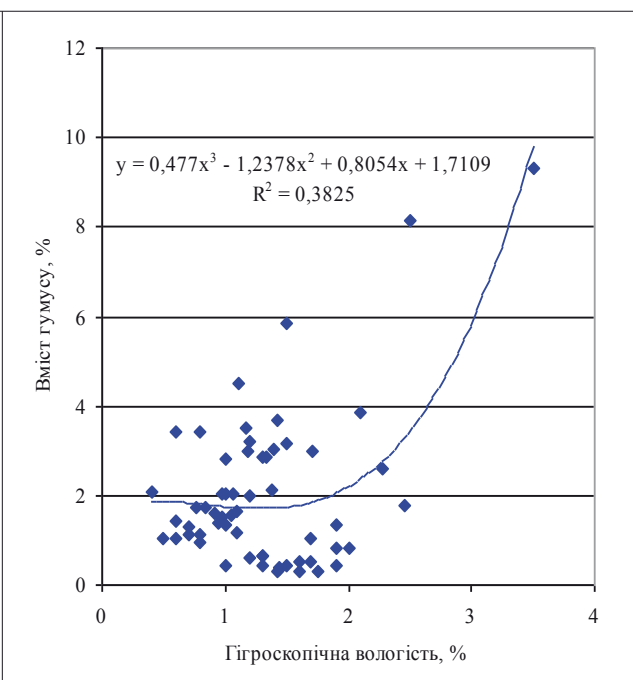


Рис. 2. Зв'язок між гігроскопічною вологістю та вмістом органічної речовини в темно-сірих і дерново-слабодзолистих легко- та середньосуглинистих ґрунтах Західного Лісостепу

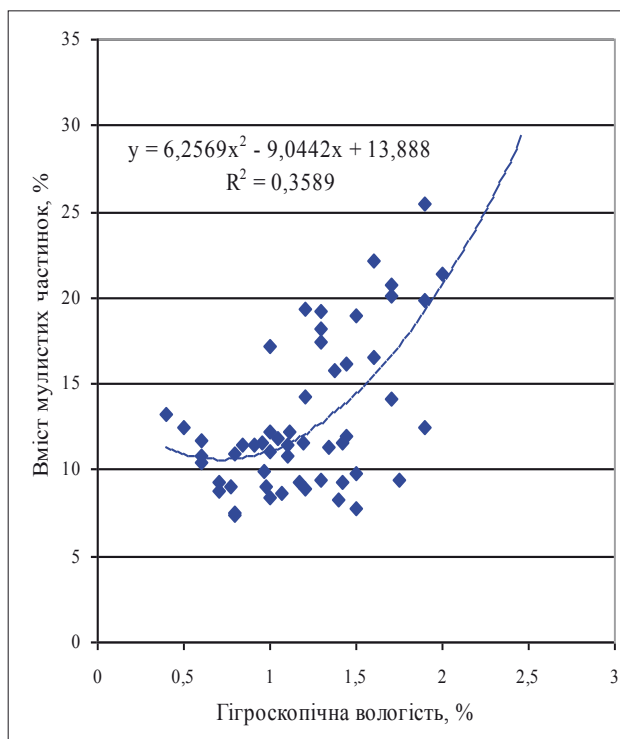


Рис. 3. Зв'язок між гігроскопічною вологістю та вмістом мулистих частинок (< 0,001 мм) в темно-сірих і дерново-слабодзолистих легко- та середньосуглинистих ґрунтах Західного Лісостепу

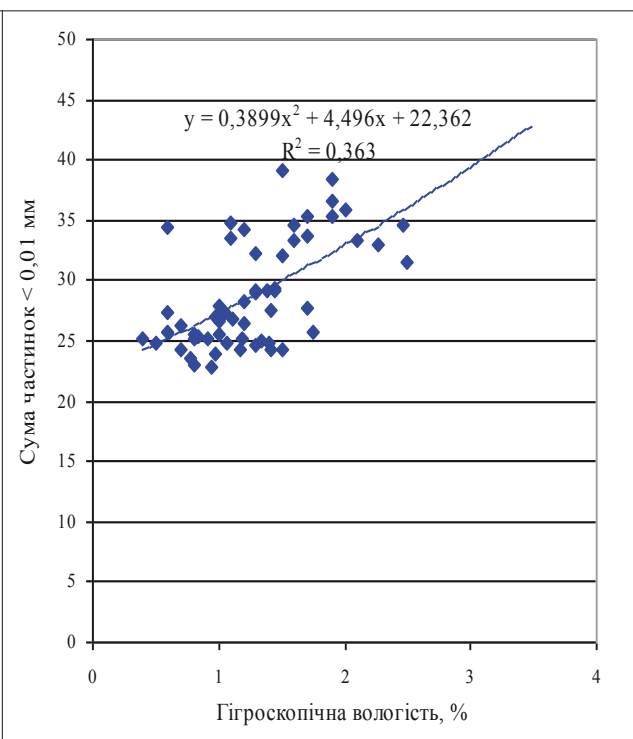


Рис. 4. Зв'язок між гігроскопічною вологістю та вмістом частинок < 0,01 мм у темно-сірих і дерново-слабодзолистих легко- та середньосуглинистих ґрунтах Західного Лісостепу

² Дані по гумусу та інші дані додатково взяті із джерела: Debryniuk, Iu. M. (2007)

Загалом отримані значення польової вологості під дослідженими насадженнями є характерними для добре структурованих суглинистих ґрунтів.

Ступінь аерації ґрунту у досліджених насадженнях змінюється у значних межах. Найвищий ступінь аерації горизонтів Не та І відзначено під листяно-модриновими та ялиново-модриновими насадженнями, найнижчий – під чистими модринниками та ясеневомодриновим насадженням після зрубання ялини. Отже, склад деревостану помітно впливає на аерацію ґрунтів, проте в усіх дослідках показник аерації є достатнім для успішного росту досліджених лісових насаджень.

Проаналізувавши водно-фізичні властивості ґрунту під дослідженими насадженнями, можна стверджувати, що вони є сприятливими для успішного росту деревостанів, і негативного впливу на темно-сірі лісові суглинисті ґрунти листяномодринових, листяно-ялинових, модринових та ялинових насаджень не встановлено. Отже, створення плантаційних лісових насаджень з коротким оборотом рубки не вплине негативно на водно-фізичні властивості темно-сірих лісових ґрунтів.

Помітний вплив на стійкість і продуктивність лісових фітоценозів виявляє гранулометричний склад ґрунту. Останній значною мірою успадковується від ґрунотвірних порід і в своїх основних рисах слабо змінюється в процесі ґрунотворення (Kit, & Pidkova, 2010). Встановлено, що гранулометричний склад темно-сірих лісових ґрунтів під усіма дослідженими модриновими та листяно-модриновими насадженнями є подібним – легкосуглинковим (табл. 4).

Гранулометричний склад ґрунту визначається материнською породою, а склад насадження має вплив на перерозподіл часток за профілем, тобто на його диференціацію. Найбільшим вмістом відзначається фракція пилу, а саме, великого (лесового) пилу, яка за мінералогічним складом наближається до піщаної, має невисоку вологоємність, слабо набрякає. Вміст цієї фракції досить подібний під дослідженими насадженнями як на глибині 15-20 см (67,36-68,44%), так і на глибині 50-55 см (67,72-68,35%).

Фракція середнього пилу (0,01-0,005 мм) відзначається невисоким вмістом у верхніх ґрунтових горизонтах (в середньому 6-8%), що свідчить про високу водопроникність ґрунту. Адже саме ця фракція добре утримує вологу і визначає слабку водопроникність. Ґрунти, збагачені фракціями великого і середнього пилу, є водопроникними, однак легко розпилюються.

Вміст дрібного пилу (0,005-0,001 мм) ще менший, ніж середнього (загалом 5-7%), що підтверджує добру водопроникність. Високий вміст неагрегатованого дрібного пилу спричиняє ущільнення ґрунту, погіршення його водопроникності та утворення тріщин.

Вміст середнього піску зафіксовано лише під чистими модринниками, тоді як дрібний пісок присутній у ґрунті під усіма насадженнями.

Найбільше мулу (11,4-11,5%) міститься саме під чистими модриновими культурами, тоді як під листяно-модриновими деревостанами мулу виявлено дещо менше (9,1-9,4%).

Вміст фізичної глини (23,6-25,3%) під досліджуваними насадженнями вказує на наявність у

всіх випадках легкосуглинистого за механічним складом ґрунту, який є найсприятливішим для росту деревних рослин (див. табл. 4).

На відміну від попередніх насаджень, під штучними насадженнями Липниківського л-ва фракція великого пилу до глибини 60 см займає меншу частку (50,2-63,2%) і відзначається більшою варіабельністю (табл. 5). Найнижчий її вміст спостережено під корінним кленово-ясеневодубовим насадженням (50-51%), найвищий – під практично чистим модриновим (57-63%).

Вміст фракції середнього пилу до зазначеної глибини змінюється в значних межах (3,2-12,6%), однак до глибини 25 см його варіабельність є значно меншою – 7,9-12,6% (окрім ґрунту під ялинником, де вміст середнього пилу є найменшим – 6,5%).

Порівняно із насадженнями Пеняківського л-ва, вміст дрібного пилу в ґрунті також збільшився, хоча це збільшення загалом незначне і до глибини 60 см становить в середньому 2-3% (див. табл. 5). Дещо більший вміст дрібного пилу все-таки свідчить про незначне погіршення водопроникності ґрунту.

Під насадженнями Липниківського л-ва практично у всіх випадках виявлено середньозернистий пісок. У гумусовому горизонті ялиново-модринового насадження його вміст навіть перевищує 6%. У насадженнях іншого складу вміст цієї фракції не перевищує 0,2%. Вміст дрібного піску під досліджуваними насадженнями значно змінюється навіть в межах одного горизонту (Н – 9,5-16,6, Не – 13,5-19,5, І – 11,6-22,2%).

Поряд із цим, варто вказати на деякі зміни у гранулометричному складі ґрунту під ясеневомодриновим насадженням (проба № 7а-2) після вибирання з нього ялини. На ПД-7а-1, де ялина в складі культур ще збереглась, значно більший вміст піску, проте менший вміст пилу, особливо в гумусовому горизонті.

Найбільший вміст мулу зафіксовано під ялиновим насадженням, трохи менший – під ясеневодубовим, що свідчить про підвищену інтенсифікацію гідролізу мінеральної частини ґрунту під впливом опадів ялини порівняно із опадом широколистяних порід. Після зрубання ялини (ПД-7а-2) вміст мулу в горизонті Н зріс на 3,2%, проте настільки ж знизився у горизонті НІ.

Вміст фізичної глини є подібним у ґрунтах під усіма насадженнями (в середньому 22-29%). За сумою фракцій < 0,01 мм можна зробити висновок, що в досліджених насадженнях Липниківського л-ва переважають ґрунти легкосуглинкового складу.

Однак, на відміну від попередньої серії дослідів, у цьому випадку сума часток < 0,01 мм відзначається значною варіабельністю. Особливо це добре помітно в ялиново-модринового насадженні (ПД-7а-1), де горизонт І за гранулометричним складом наближається до середньосуглинистих ґрунтів. Видалення ялини зі складу насадження (ПД-7а-2) зумовило зміну гранулометричного складу ґрунтів в бік середньосуглинистих з дуже подібним вмістом фізичної глини у всіх горизонтах (27-29%). Фактично такий самий вміст фізич-

ної глини зафіксовано і під ялиновим насадженням (ПД-6а-1). Загалом опад ялини підсилює диференціацію ґрунтового профілю за елювіально-ілювіальним типом.

У кленово-ясенево-дубовому насадженні (ПД-8а-1), на відміну від інших, ґрунт за гранулометричним складом класифікується як середньосуглинистий. Поряд з цим, в ілювіальному горизонті ґрунт є легшим за механічним складом і класифікується як легкосуглинистий (див. табл. 5). Отже, під впливом складу насадження відбувся перерозподіл ґрунтових часток за профілем.

Загалом, легко- і середньосуглинисті ґрунти за гранулометричним складом характеризуються оптимальними лісорослинними властивостями для успішного росту на них як мішаних, так і чистих насаджень за участю швидкорослих хвойних порід.

Чіткої приуроченості ґрунтів за гранулометричним складом (легко- та середньосуглинисті) до насаджень того чи іншого складу не встановлено. Вирішальним чинником у цьому випадку є вплив материнської породи.

Висновки. Едафічні умови досліджених насаджень плантаційного типу за участю швидкорослих хвойних видів представлені темно-сірими лісовими суглинними ґрунтами на лесах.

Ґрунти під дослідженими насадженнями за гранулометричним складом класифікують загалом як легкосуглинисті з високим ступенем аерації. Не встановлено певної приуроченості ґрунтів за механічним складом до насаджень за участю тих чи інших порід. Вдалось встановити деякі відмінності за гранулометричним складом ґрунтів під модриновими та листяно-модриновими насадженнями лише за вмістом піску та мулу. Вміст мулистий фракції у верхніх горизонтах є найвищим у ґрунті під ялиновим насадженням (14,2-15,8%).

Високі запаси стовбурової деревини в умовах вологої грабово-букової діброви (405 і 525 м³/га) у 40-річних насадженнях *Larix eurolepis* відзначено за щільності ґрунту 1,07-1,26 г/см³, пористості – 48,1-59,4%, польової вологоємності 24,2-26,1% та ступені аерації 41,6-54,3% в горизонтах Не та І. Для насаджень *Larix kaempferi* із запасами 578 та 582 м³/га ці показники становлять, відповідно, 1,16-1,39 г/см³, 45,3-54,1%, 23,2-25,7% та 36,9-42,8%.

Для 40-річних насаджень *Larix kaempferi* в умовах вологої грабової діброви ці показники визначено для трьох горизонтів ґрунту (Н; Не; І), абсолютні значення яких становлять, відповідно, 1,46-1,68 г/см³, 40,1-58,6%, 14,0-30,3% та 25,7-59,9%. Наведені значення водно-фізичних показників забезпечують високий запас стовбурової деревини (447 та 476 м³/га) модринових насаджень.

Щільність темно-сірого лісового ґрунту під насадженнями за участю модрини японської (1,46-1,68 г/см³) та ялини європейської (1,47-1,66 г/см³) досить подібна і є сприятливою для формування високопродуктивних насаджень. Під дубовим насадженням цей показник є дещо нижчим (1,39-1,49 г/см³), ніж під ялиновим та модриновими.

Таблиця 4

Гранулометричний склад ґрунтів під штучними насадженнями Пеняківського лісництва ДП «Золочівське ЛГ»

№ проби	Склад насадження	Вік, років	Індекс типу лісу	Назва горизонту і глибина взяття зразка	Розмір часток у мм та їх вміст у складі ґрунту, %							Сума часток < 0,01
					Фізичний пісок			Фізична глина				
					Пісок		Мул	Пил	0,005-0,001	< 0,001		
					0,5 – 0,25	0,25 – 0,05					0,05 – 0,01	
1п	6Мдг4Дпн + Лпд, Клг, Гз, Бкл	42	D ₃ -г-бкД	Не; 15-20 см І; 50-55 см	0,00	8,40	67,36	8,76	6,20	9,28	24,24	
					0,00	8,40	68,04	7,68	6,84	9,04	23,56	
2п	10Мдя + Клг, Бкл	39	D ₃ -г-бкД	Не; 15-20 см І; 50-55 см	0,01	7,35	67,72	8,04	5,52	11,36	24,92	
					0,01	7,15	67,72	6,84	6,88	11,40	25,12	
4п	9Мдг1Кля + Взш, Гз, Влч, Бп, Лпд, Бкл	40	D ₃ -г-бкД	Не; 15-20 см І; 50-55 см	0,00	8,35	67,38	8,62	6,30	9,35	24,27	
					0,00	8,30	67,84	7,80	7,01	9,05	23,86	
5п	10Мдя + Кля, Гз, Ялє, Взш	48	D ₃ -гД	Не; 15-20 см І; 50-55 см	0,00	6,40	68,44	6,28	7,36	11,52	25,16	
					0,01	6,35	68,35	5,96	7,86	11,47	25,29	

Таблиця 5

Гранулометричний склад ґрунтів під штучними насадженнями Липниківського лісництва ДП «Львівське ЛП»

№ проби	Склад насаджень	Вік, років	Індекс типу лісу	Назва горизонту і глибина взяття зразка, см	Розмір часток у мм та їх вміст у складі ґрунту, %						Сума часток < 0,01
					Фізичний пісок			Фізична глина			
					Пісок			Пил			
					0,5 – 0,25	0,25 – 0,05	0,05 – 0,01	0,01 – 0,005	0,005-0,001	Мул	
7а-1	6Мдя3Ялє1Яс	39	D ₃ -гД	Н; 20-25	6,40	14,08	54,72	7,88	8,26	8,66	24,80
				НП; 55-60	2,00	19,52	55,60	3,20	8,08	11,60	22,88
				І; 90-95	1,80	16,44	52,16	5,28	12,00	12,00	29,28
7а-2	9Мдя1Яс + Ялє	39	D ₃ -гД	Н; 20-25	0,00	9,52	63,20	8,80	6,64	11,84	27,28
				Не; 55-60	0,20	16,12	56,68	7,20	9,92	9,88	27,00
				І; 120-125	0,20	11,60	59,12	3,48	9,48	16,12	29,08
6а-1	9Ялє1Яс + Дз	41	D ₃ -гД	Н; 20-25	0,20	12,76	59,36	6,52	7,00	14,16	27,68
				Не; 60-65	0,20	13,48	57,16	5,32	8,08	15,76	29,16
				І; 120-125	0,20	22,24	49,96	4,44	11,52	11,64	27,60
8а-1	6Дзв2Яс1Клг1Дпн + Гз, Ч	44	D ₃ -гД	Н; 20-25	0,20	16,60	50,16	12,56	6,52	13,96	33,04
				Не; 55-60	0,20	14,20	51,00	7,00	13,52	14,08	34,60
				І; 120-125	1,40	14,08	58,72	6,44	9,92	9,44	25,80

В умовах вологої грабової діброви 41-річне ялинове насадження нагромаджує такі ж високі запаси стовбурової деревини (476 м³/га) за подібних значень водно-фізичних показників: 1,47-1,66 г/см³, 42,1-59,7%, 20,1-28,5% та 20,9-29,8%.

Ступінь аерації ґрунтів значною мірою залежить від складу насаджень і найвищими значеннями відзначається в мішаних листяно-модринових насадженнях (25,7-29,9%). В ялинових культурах ступінь аерації у верхніх горизонтах (29,8-33,7%) слабо відрізняється від ступеня аерації в інших насадженнях.

Ялина не погіршує пористості темно-сірих легкосуглинистих ґрунтів. Під культурами за участю як модрини (46,2-59,4%), так і ялини (50,2-59,7%) пористість ґрунтів є високою.

Для успішного росту високопродуктивних насаджень модрини повністю є придатними легкі за гранулометричним складом ґрунти. Модрина виявляє високі вимоги не стільки до багатства ґрунту, скільки до його аерованості та механічного складу.

Негативного впливу на водно-фізичні властивості ґрунтів чистих ялинових та модринових культур не встановлено. Це дає підставу рекомендувати досліджувані деревні види для застосування у плантаційних лісових насадженнях на темно-сірих ґрунтах в умовах вологого груду Західного Лісостепу України. Внаслідок високої буферності ґрунтів негативного впливу ялини на них практично немає. Упродовж відносно короткого періоду культивування ПЛН із чистої ялини (40-50 років) хвойна порода не може виявити суттєвого негативного впливу на фізико-механічні властивості ґрунтів, що дасть змогу ефективно здійснити відновлення корінного типу деревостану після зрубування плантаційних лісових культур ялини європейської.

Бібліографічні посилання

- Gensiruk, S. A. (2002). Forests of Ukraine. Lviv: Ukrainian State Forestry University (in Ukrainian).
- Grom, M. M. (2005). *Forest assessment: Educational manual*. Lviv: Ukrainian National Forestry University (in Ukrainian).
- Debryniuk, Iu. M. (2007). *Plantation forest cultures in Western Forest-steppe of Ukraine: conception, methodology, resource potential* (Doctoral dissertation, Ukrainian National Forestry University, Lviv, Ukraine). Retrieved from https://otherreferats.allbest.ru/agriculture/00454280_1.html (in Ukrainian).
- DSTU 4730: 2007 (2005). The quality of the soil. Determination of granulometric composition by the pipette method in the modification of N.A. Kachynsky. Edition is official. Kyiv: Derzhspozhyvstandart of Ukraine (in Ukrainian).
- DSTU 4744: 2007 (2005). The quality of the soil. Determination of structural-aggregate composition by the sieve method in the modification of N.I. Savvinov. Edition is official. KYIV: Derzhspozhyvstandart of Ukraine (in Ukrainian).

- DSTU 4745: 2007 (2008). The quality of the soil. Determination of the solid phase density by the picnometer method. National standard of Ukraine. Edition is official. KYIV: Derzhspozhyvstandart of Ukraine. (in Ukrainian).
- DSTU 5095: 2008 (2008). The quality of the soil. Determination of the total moisture capacity of soil by the method of saturation in cylinders. Came into effect: Order of the Derzhspozhyvstandart of Ukraine of December 5, 2008, No. 456, Kyiv (in Ukrainian).
- Ivanyuk, T. M. (2013). Physical-chemical parameters of soils of fresh fairly fertile site type in Polissya, Ukraine. *Scientific bulletin of the Ukrainian National Forestry University*, 23.4, 40-43 (in Ukrainian).
- Kaczynski, N. A. (1965). *Soil physics*. Moscow: High School (in Russian).
- Kit, M. H., & Pidkova, O. M. (2010). Peculiarities of granulometric composition of soils of Roztochya. – *Scientific bulletin of the Ukrainian National Forestry University*, 20.16, 88-94 (in Ukrainian).
- Kosenko, A. F. (1971). Soil conditions in oak forests of Western Podolia. *Forestry and Forest Melioration*, 27, 86-93 (in Russian).
- Lavrinenko, D. D., Florovsky, A. M., & Kovalovsky A. K. (1956). *Types of forest crops for Ukraine*. Kyiv: Publishing house of the Academy of Sciences of the USSR (in Russian).
- Myukushko, V. K., Volvach, F. V., & Plyuta, P. G. (1989). *Ecology of pine forests*. Kyiv: Harvest (in Russian).
- Oniskiv, N. I., & Bondar, I. P. (1976). Influence of broad-leaved species on fertility increase of sod-podzolic soils of Polesia pine stands. *Proceedings of the Ukrainian Agricultural Academy*, 172, 99-103 (in Russian).
- Peshko, V. S. (1965). *Larch in the plantations of the western regions of the Ukrainian SSR* (Doctoral dissertation, The V.V. Dokuchaev Kharkov Agricultural Institute. Kharkov, Ukraine). Retrieved from <https://search.rsl.ru/ru/record/01006464466> (in Russian).
- Pogrebnyak, P. S., & Melnyk, M. P. (1952). Root systems of woody species in oak forests. *Proceedings of the Institute of Forestry*, 3, 5-17 (in Ukrainian).
- Polupan, N. I., Kysil, V. D., Kovalishin, D. I., Dusanovsky V. L., Vernander, N. B., ... Andrushchenko H. A. (1981). *Field determinant of soils*. Kyiv: Harvest (in Ukrainian).
- Raspopina, S. P. (2008). Nutrient status of soils and productivity of fresh fertile site types. – *Forestry and Forest Melioration*, 112, 100-106 (in Ukrainian).
- Shchepotyev, F. L., & Pavlenko, F. A. (1975). *Cultivation of fast-growing tree species*. Moscow: Forest industry (in Russian).
- Yakovenko, I. G. (1972). Influence of oak-spruce crops on dark grey forest soils. *Bulletin of Agricultural Science*, 12, 72-76 (in Ukrainian).

Влияние лесных насаждений плантационного типа на водно- физические свойства лесной почвы в условиях Западной Лесостепи Украины

Ю. М. Дебринюк¹

Между насаждениями различного видового состава и почвой существует тесное взаимодействие, на которое можно воздействовать через изменение состава древостоя. Вопрос особенно актуален с точки зрения временного введения на относительно короткий промежуток времени плантационных лесных насаждений на месте низкопродуктивных древостоев. Поэтому изучение изменений в системе *плантационное насаждение → почва → восстановленный коренной древостой* является чрезвычайно важным фактором обеспечения высокой производительности и биотической устойчивости лесных фитоценозов.

Почвы под исследованными насаждениями по гранулометрическому составу классифицируются как легкосуглинистые с высокой степенью аэрации. Не установлено определенной приуроченности почв по механическому составу к насаждениям с участием тех или иных пород. Удалось установить некоторые различия по гранулометрическому составу почв под лиственными и лиственно-лиственными насаждениями только по содержанию песка и ила. Содержание илистой фракции в верхних горизонтах является самым высоким в почве под еловым насаждением (14,2-15,8%).

Высокие запасы стволовой древесины в условиях влажной грабово-буковой дубравы (405 и 525 м³/га) в 40-летних насаждениях *Larix eurolepis* отмечены при плотности почвы 1,07-1,26 г/см³, пористости – 48,1-59,4 %, полевой влагоемкости 24,2-26,1 % и степени аэрации 41,6-54,3 % в горизонтах Не и I. Для насаждений *Larix kaempferi* с запасами стволовой древесины в 578 и 582 м³/га эти показатели составляют, соответственно, 1,16-1,39 г/см³, 45,3-54,1 %, 23,2-25,7 % и 36,9-42,8 %.

Для 40-летних насаждений *Larix kaempferi* в условиях влажной грабовой дубравы эти показатели определены для трех почвенных горизонтов (Н, Не, I) и составляют, соответственно, 1,46-1,68 г/см³, 40,1-58,6 %, 14,0-30,3 % и 25,7-59,9 %. Приведенные значения водно-физических показателей обеспечивают высокий запас стволовой древесины (447 и 476 м³/га) лиственных насаждений.

В условиях влажной грабовой дубравы 41-летнее насаждение *Picea abies* накапливает такие же высокие запасы стволовой древесины (476 м³/га) при сходных значениях водно-физических пока-

¹ Дебринюк Юрий Михайлович – академик Лесной академии наук Украины, академик-секретарь ЛАН Украины, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры лесных культур и лесной селекции. Национальный лесотехнический университет Украины, ул. генерала Чупринки, 103, г. Львов, 79057, Украина. Тел.: 032-235-30-12, +38-067-195-78-36. E-mail: debrynuk_ju@ukr.net

зателей: 1,47-1,66 г/см³, 42,1-59,7%, 20,1-28,5% и 20,9-29,8%.

Плотность темно-серой лесной почвы под насаждениями с участием лиственницы японской (1,46-1,68 г/см³) и ели европейской (1,47-1,66 г/см³) достаточно похожая и является благоприятной для формирования высокопродуктивных насаждений. Под дубовым насаждением этот показатель несколько ниже (1,39-1,49 г/см³), чем под еловым и лиственничными.

Степень аэрации почв в значительной степени зависит от состава насаждений и высокими значениями отмечается в смешанных лиственнично-лиственничных насаждениях (25,7-29,9%). В еловых культурах степень аэрации в верхних горизонтах (29,8-33,7%) слабо отличается от степени аэрации почв в других насаждениях.

Ель не ухудшает пористости темно-серых легкосуглинистых почв. Под культурами с участием как лиственницы (46,2-59,4%), так и ели (50,2-59,7%) пористость почв достаточно высока.

Отрицательного воздействия на водно-физические свойства почв чистых еловых и лиственничных культур не установлено. Это дает основание рекомендовать исследуемые древесные виды для применения в плантационных лесных насаждениях на темно-серых почвах в условиях влажного гряда Западной Лесостепи Украины.

Ключевые слова: плантационные лесные насаждения; лиственница; ель; дуб; запас древесины; бонитет; плотность; аэрация; пористость.

The influence of plantation-type forests on the water-based and physical properties of forest soil in the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine

Iu. Debryniuk¹

There is a close interaction between stands of different species composition and soil, which can be influenced by changing the composition of the stand. The issue is particularly relevant in terms of the temporary introduction of a plantation forest for a relatively short period of time on the site of low-productive tree stands. Therefore, the study of changes in the system of plantation forest → soil → regenerated

primary stand is an extremely important factor in ensuring high productivity and biotic stability of forest phytocoenoses.

The soils in the study stands are classified according to the particle-size composition as light loamy with a high degree of aeration. No definite relationship is found between the soil mechanical composition and the stands with participation of certain species. It was possible to establish some differences in the particle size distribution of the soil in broadleaved-larch stands only by the content of sand and silt. The content of the silt fraction in the upper horizons is the highest in the soil under spruce stands (14.2-15.8%).

High volume of stemwood in moist hornbeam-beech oak forest (405 and 525 m³/ha) in 40-year-old plantations of *Larix eurolepis* were noted at a soil density of 1.07-1.26 g/cm³, and porosity – 48.1-59.4%, field capacity 24.2-26.1% and degree of aeration 41.6-54.3% in the He and I horizons. For *Larix kaempferi* stands with stemwood stock of 578 and 582 m³/ha, these figures are, respectively, 1.16-1.39 g/cm³, 45.3-54.1%, 23.2-25.7% and 36.9-42.8%.

For 40-year-old stands of *Larix kaempferi* in the moist hornbeam oak forest conditions, these indicators are determined for three soil horizons (H, He, I) and constitute, respectively, 1.46-1.68 g/cm³, 40.1-58.6%, 14.0-30.3% and 25.7-59.9%. The presented values of water-physical characteristics provide a high stock of stemwood (447 and 476 m³/ha) of larch stands.

Under the moist hornbeam oak forest conditions, the 41-year-old stand of *Picea abies* accumulates the same high stock of stemwood (476 m³/ha) with similar values of water-physical characteristics: 1.47-1.6 g/cm³, 42.1-59.7%, 20.1-28.5% and 20.9-29.8%.

The density of dark grey forest soil under stands with Japanese larch (1.46-1.68 g/cm³) and Norway spruce (1.47-1.66 g/cm³) is quite similar and is favorable for the formation of highly productive stands. Under oak stand, this indicator is slightly lower (1.39-1.49 g/cm³) than under spruce and larch.

The degree of soil aeration largely depends on the composition of stands, and high values are observed in mixed broadleaved-larch stands (25.7-29.9%). In spruce plantations, the degree of aeration in the upper horizons (29.8-33.7%) is slightly different from the degree of aeration of the soil in other stands.

Spruce does not impair the porosity of dark grey light loamy soils. Under plantations with the participation of both larch (46.2-59.4%) and spruce (50.2-59.7%), the soil porosity is quite high.

Negative impact on the water-physical properties of the soils of pure spruce and larch plantations has not been found. This gives grounds to recommend the study tree species for use in forest plantations on dark grey soils under conditions of moist fertile site types of the Western Forest-Steppe of Ukraine.

Key words: forest plantations; larch; spruce; oak; timber stock; site class; density; aeration; porosity.

¹ Iurii Debryniuk – full Member of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, Academician-Secretary of the Ukrainian Forestry Academy of Sciences, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Forest Crops and Forest Selection. Ukrainian National Forestry University, 103 General Chuprynska st., Lviv, 79057, Ukraine. Tel.: 032-235-30-12, + 38-067-195-78-36. E-mail: debrynuk_ju@ukr.net.



Наукові праці Лісівничої академії наук України
Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine

<http://fasu.nltu.edu.ua>
<https://doi.org/10.15421/411818>
Article received 2018.06.08
Article accepted 2018.10.25

ISSN 1991-606X print
ISSN 2616-5015 online
@ ✉ Correspondence author
Volodymyr Zaika
vkzaika@ukr.net

General Chuprynka st., 103, Lviv, 79057, Ukraine

УДК 630*232

Ріст і формування дубових деревостанів за участю липи дрібнолистої в умовах свіжої грабової діброви Західного Поділля

В. К. Заїка¹, Ю. С. Каленюк²

Досліджено лісівничо-таксаційні показники та санітарний стан дубових деревостанів різного віку за участю у їх складі липи дрібнолистої. Встановлено, що тут формуються складні деревостани за участю дуба звичайного, ясена звичайного, граба звичайного, липи дрібнолистої, в'яза голого, кленів гостролистого і явора та інших деревних видів. Частка липи у їх складі становить від поодиноких дерев до 6-8 одиниць. Серед них переважають деревостани, в яких частка липи становить 2-4 одиниці. Дуб звичайний росте за II-І^b бонітетом та досягає максимальної продуктивності (I^a-I^b бонітет) у деревостанах, де частка липи у складі змінюється в межах 2-8 одиниць і відстає в рості від дуба за висотою на 10,0-46,1 %. Найгіршим ростом дуб звичайний характеризується в деревостанах, де відмінності за висотою між ним і липою становлять до 7 %.

Повнота деревостанів і запас стовбурової деревини відзначаються високою варіабельністю навіть у межах вікових груп. У середньовікових деревостанах абсолютна повнота становить 21,4-34,0 м²/га, а запас деревини – 172-374 м³/га. У пристигаючих деревостанах ці показники, відповідно, становлять 24,6-34,9 м²/га і 263-409 м³/га, а в стиглих – 26,6-40,3 м²/га і 330-487 м³/га. Найбільшого запасу (409-487 м³/га) досягають дубові деревостани, де частка липи у їх складі становить 3-6 одиниць. Водяні пагони у дерев дуба не виявлено на 20 % дослідних ділянок. В інших деревостанах різної повноти і продуктивності кількість дерев дуба з водяними пагонами становить 5,3-53,3 %. У деревостанах переважають дерева I і II категорій санітарного стану. Сухі дерева трапляються на 70 % дослідних ділянок в кількості 1,2-7,2 %. Індекс санітарного стану дуба змінюється в межах 1,36-2,65.

Ключові слова: свіжа грабова діброва; дубові деревостани; липа дрібнолиста; санітарний стан; ріст; формування деревостанів; лісівничо-таксаційні показники; супутні деревні види; водяні пагони.

Вступ. Одним із напрямків формування високопродуктивних і біологічно стійких деревостанів є введення підгінних видів, які б характеризувались оптимальною сумісністю з головними деревними породами на фітоценотичному, аллопатичному та інших рівнях. На Поділлі поширені такі підгінні породи, як липа дрібнолиста, клен гостролистий і граб звичайний. Вивченню ролі підгінних деревних порід у підвищенні продуктивності лісостанів із дуба звичайного (*Quercus robur* L.) у Лісостеповій

зоні особливу увагу приділяли багато дослідників (Gordienko, 1973, Gordienko & Karpenko, 1996, Gordienko I. & Gordienko N., 2005). Однак дослідженню ролі липи дрібнолистої (*Tilia cordata* Mill.) у формуванні дубових деревостанів останнім часом приділяють мало уваги. Це питання для умов Західного Лісостепу залишається актуальним.

До родини липових входить до сорока родів, які об'єднують близько 500 видів, поширених на різних континентах, але здебільшого у тропічних кра-

¹ Заїка Володимир Костянтинович – академік Лісівничої академії наук України, доктор біологічних наук, професор кафедри лісівництва. Національний лісотехнічний університет України, вул. генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. Тел.: 032-239-27-85, +38-067-148-06-26. E-mail: vkzaika@ukr.net

² Каленюк Юрій Степанович – викладач, Кременецький лісотехнічний коледж, вул. Молодіжна 1, с. Білокриниця Тернопільської обл., 47014, Україна. Тел.: 035-46-52-404; +38-096-367-15-16. E-mail: kaleniukyurii@gmail.com

інах Південно-Східної Азії, Африки і в Бразилії. У помірному кліматі Північної півкулі трапляється близько 45 видів лип (Murakhtanov, 1981).

Липа дрібнолиста має широкий ареал. Вона успішно росте в умовах Степу і Лісостепу, в зоні хвойно-широколистяних лісів, частково в тайговій зоні (південна і середня тайга). У Сибіру вона трапляється островами майже до Іртиша. Рідко липа дрібнолиста трапляється також у Криму і на Кавказі, піднімаючись в гори до 1800 м над рівнем моря. На Далекому Сході липа дрібнолиста замінюється манджурською та амурською (Murakhtanov, 1981).

В Україні сходяться ареали трьох видів лип: дрібнолистої, широколистої і сріблястої (Murakhtanov, 1981). Найпоширеніша тут липа дрібнолиста. У лісах України вона трапляється майже у всіх типах лісу Лісостепової і Степової зон та на Поліссі. Найбільше липових деревостанів росте в Лісостеповій зоні (70%) і меншою мірою на Поліссі (20%) (Gensyuk, Shchevchenko, Bondar, et al., 1981). Найбільше деревостанів за участю липи дрібнолистої зосереджено в північно-східній і центральній частинах України (Soshensky, Girs & Swynchuk, 2015).

Липа дрібнолиста успішно росте в дібровах і сучібровах, де її частка в деревостанах може досягати до 3-4 одиниць і більше. Однак переважають деревостани (80%) з часткою липи у їх складі 1-2 одиниці (Soshensky, Girs & Swynchuk, 2015). Встановлено, що на площі 77% липа має природне походження, з яких 58% належить до порослевого і 19% – до насаінного. Штучні липові насадження ростуть на площі 23% (Soshensky, Girs & Swynchuk, 2015). Вікова структура липових деревостанів характеризується певною нерівномірністю. В Україні переважають середньовікові (45,3%) і стиглі (27,4%) деревостани. Пристигли і перестійні деревостани займають площу, відповідно, 13,6 і 12,0%, а молодняки – менше 2% (Soshensky, Girs & Swynchuk, 2015). Останнім часом значну увагу приділяють вивченню таксаційної будови липових деревостанів та будови стовбурів її дерев (Swynchuk & Soshensky, 2014, Soshensky, 2015, Soshensky, 2015, Soshensky, 2016).

У сприятливих умовах висота дерев липи досягає 22-27 м, а діаметр – 25-40 см. Тривалість її онтогенезу становить понад 100 років і залежить від умов та розташування у фітоценозі (Murakhtanov, 1981).

Липа дрібнолиста відіграє важливе лісівниче й екологічне значення в лісових фітоценозах. У листках *T. cordata* міститься 14 елементів: 4 макро- (K, Na, Ca, Mg) і 10 мікроелементів (Fe, Zn, Mn, Cu, Ni, Co, Pb, Cd, Ba, Sr). Особливо у її листках значною мірою нагромаджується калій, кальцій і магній (Lukanyuk, 2013). Вона зменшує кислотність ґрунту, збагачує його верхні горизонти кальцієм, впливає на мікрокліматичні умови під наметом деревостанів тощо (Gordienko & Karpenko, 1996, Platonova, Lantratova & Golubin, 2006). Липа також сприяє появі нових екологічних ніш для різних видів рослин і збільшенню видового різноманіття в лісових екосистемах (Platonova, Lantratova & Golubin, 2006).

Незважаючи на встановлені закономірності щодо ролі липи у лісових фітоценозах, слабо вивче-

ним є питання її значення в таких складних типах лісу, як свіжа грабова діброва в Західному Поділлі. Тут у складі супутніх деревних видів домінують граб, клени гостролистий і явір та в'яз, які добре поновлюються на зрубках чи під наметом лісу природним насінним шляхом. Для липи ж характерне порослеве поновлення, надійність якого є слабкою. Водночас аналіз створених лісових культур за останні десятиріччя показує, що штучне лісорозведення липи дрібнолистої у регіоні дослідження практично не проводять. Як наслідок, склалася тенденція до її випадання зі складу значної кількості деревостанів.

Об'єкти та методика дослідження. Об'єкт дослідження – дубові деревостани різного віку та частки у їх складі липи дрібнолистої в умовах свіжої грабової діброви Західного Поділля. Предмет дослідження – ріст, формування і санітарний стан дуба в деревостанах за участю липи дрібнолистої.

Мета дослідження – встановити вплив липи дрібнолистої на ріст і формування деревостанів та санітарний стан дуба звичайного.

Дослідження здійснювали в дубових деревостанах за участю липи дрібнолистої, які формуються в умовах свіжої грабової діброви Західного Поділля. Для дослідження підібрали деревостани різного віку та частки липи у їх складі. Ділянки входять до складу лісового фонду ДП «Кременецьке, Тернопільське і Чортківське лісове господарство». Пробні площі закладали відповідно до чинних вимог (SOU 02.02-37-476:2006, 2006), санітарний стан вивчали за прийнятими настановами (Sanitary rules., 1995).

Результати дослідження. Свіжа грабова діброва є одним із найпоширеніших типів лісу Західного Поділля, в якому формуються складні багатоярусні дубові деревостани за участю ясена звичайного, клена гостролистого, клена-явора, в'яза голого, осики, граба звичайного тощо. Супутні деревні породи, загалом, сприяють формуванню високопродуктивних і біологічно стійких дубових деревостанів. Важливе лісівничо-екологічне значення в таких деревостанах має липа дрібнолиста (серцелиста). Вона впливає на формування мікроклімату під наметом деревостанів, сприяє перебігу мікробіологічним процесам у лісовій підстилці і ґрунті та очищенню дерев дуба від сучків.

Результати вивчення лісівничо-таксаційних показників деревостанів за участю липи дрібнолистої наведено в табл. 1.

Дослідження проводили у середньовікових (пр. пл. 1-13), пристиглих (14-17) і стиглих (18-22) деревостанах. Інтегральним показником продуктивності деревостанів є бонітет. У середньовікових деревостанах бонітет дуба змінюється від II до I^b, у пристиглих – від I до I^a й у стиглих – від II до I^a. Ріст дуба в таких складних деревостанах свіжої грабової діброви залежить від багатьох чинників і особливо – від взаємовпливу між деревними видами під час формування фітоценозів. Очевидно, що вплив липи на ріст дуба змінюється залежно від її

частки у складі деревостанів. У багатьох роботах відзначено позитивний вплив липи на ріст дуба (Gordienko, 1973, Gordienko & Karpenko, 1996, Gordienko I. & Gordienko N., 2005, Polonchuk, 1965, Kharytonovych, 1968, Yurkevych, 1960). На нашу думку, такого однозначного твердження не може бути. Липа, як і будь-який інший вид, характеризується конкурентними властивостями, а тому під час формування деревостанів може проявляти і негативний

вплив на ріст дуба та інших деревних видів. Встановлено достатньо вагому тенденцію у взаємодії між дубом і липою у грабових дібровах Західного Поділля. Дуб, незалежно від віку, росте за І^a-І^b бонітетом у деревостанах (пр. пл. 2, 3, 5, 7, 11, 15, 16, 21), де частка липи у їх складі змінюється переважно в межах 2-8 одиниць і відстає в рості від дуба за висотою на 10,0-46,1%. Кількість дерев липи в цих деревостанах становить 36-800 екз./га.

Таблиця 1

Лісівничо-таксаційні показники дубових деревостанів за участю липи дрібнолистої в умовах свіжої грабової діброви Західного Поділля

№ пр. пл.	Склад деревостану	Вік, років	Індекс деревного виду	Середні		Бонітет	Повнота, м ² /га	Запас, м ³ /га
				d, см	h, м			
1	10Лпд + Бп	45	Лпд	16,9	17,1	I	32,3	302
2	8Лпд1Мде1Гз + Дз, Клг, Чш	51	Лпд Дз	20,3 34,0	19,3 25,4	I I ^b	34,0	351
3	6Лпд2Ясз1Дз1Бп + Гз, Вzg, Клг	45	Лпд Дз	18,4 19,0	16,4 19,1	I I ^a	22,0	203
4	4Лпд2Ясз2Чш1Дз1Клг + Дч, Гз	55	Лпд Дз	21,9 24,0	20,4 21,5	I I	31,7	374
5	4Дз3Клг2Лпд1Бп + Гз, Кля, Вzg	50	Дз Лпд	26,4 16,3	20,6 16,6	I ^a II	24,6	262
6	5Лпд3Дз2Гз + Кля	56	Дз Лпд	21,4 20,1	19,5 18,1	I II	26,0	255
7	4Лпд3Дз2Гз1Чш	56	Дз Лпд	39,1 25,1	25,6 21,9	I ^b I ^a	23,7	262
8	5Дз4Лпд1Гз + Ясз, Клг, Чш	55	Дз Лпд	20,5 18,3	18,4 17,4	II II	28,7	271
9	5Дз4Лпд1Гз	58	Дз Лпд	22,7 22,1	19,0 20,3	II I	31,7	323
10	5Дз3Лпд1Кля1Гз + Ясз	41	Дз Лпд	18,9 10,1	17,0 12,2	I	22,8	196
11	3Дз4Гз2Лпд1Ясз + Клг, Чш	59	Дз Лпд	26,8 20,3	23,0 20,7	I ^a I	31,2	345
12	10Дз + Бп	44	Дз	15,9	16,1	II	21,4	172
13	9Дз1Ос + Лпд, Гз, Чш	55	Дз Лпд	20,8 11,3	18,2 12,3	II	22,3	214
14	5Дз2Лпд1Клг1Гз1Вzg + Бп, Чш	63	Дз Лпд	26,2 16,1	23,8 17,5	I	29,7	325
15	6Дз3Лпд1Гз + Ос	75	Дз Лпд	32,6 28,3	29,1 24,8	I ^a I	31,2	409
16	9Дз1Гз + Лпд, Клг, Вzg	64	Дз Лпд	27,4 10,8	23,0 12,4	I ^a	24,6	263
17	<u>10Дз</u> * 6Гз2Лпд1Клг1Чш + Кля, Бкл, Вzg	<u>77</u> —	Дз Лпд	<u>27,0</u> 10,8	<u>23,4</u> 13,9	<u>I</u> —	<u>26,6</u> 9,3	<u>310</u> 70
18	6Лпд2Дз2Гз	100	Дз Лпд	45,1 40,7	27,3 26,3	I II	34,3	428
19	5Дз3Лпд2Гз + Клг	90	Дз Лпд	35,8 31,5	25,8 24,4	I II	40,3	487
20	2Дз5Гз2Лпд1Ясз + Клг, Вzg	92	Дз Лпд	28,8 39,5	25,1 25,0	II II	28,3	330
21	5Дз3Гз2Лпд	96	Дз Лпд	48,8 35,3	30,7 26,5	I ^a	26,6	342
22	9Дз1Гз + Лпд, Ясз	89	Дз Лпд	34,9 22,4	27,6 23,3	I II	30,9	395

Примітки: Дз – дуб звичайний, Лпд – липа дрібнолиста, Клг – клен гостролистий, Кля – клен-явір, Бкл – бук лісовий, Гз – граб звичайний, Чш – черешня, Ясз – ясен звичайний, Вzg – в'яз голий, Мде – модрина європейська, Бп – береза повисла, Ос – осика, Дч – дуб червоний.

* У чисельнику – перший ярус, у знаменнику – другий.

За I класом бонітету дуб росте в деревостанах (пр. пл. 4, 6, 10, 14, 17, 18, 19, 22), де частка липи змінюється від поодиноких дерев і до 5-6 одиниць у їх складі. Кількість дерев липи у цих деревостанах змінюється в межах 60-786 екз./га, а відставання її в рості від дуба за висотою становить 3,7-40,6%. Найгіршим ростом дуб характеризується на ділянках 8, 9, 13, 20, де він досягає II класу бонітету. Відмінності у рості за висотою дуба і липи в цих деревостанах є найменшими і становлять 0,4-6,8%. При цьому на ділянці 9 липа за висотою перевищує дуба. Частка липи у складі цих деревостанів становить 2-4 одиниці, а кількість її дерев – 152-428 екз./га. Треба відзначити ділянку 13, де липа істотно відстає від дуба за висотою і діаметром. Очевидно, це значно молодше покоління, яке зазвичай має порослеве походження. За кількості дерев 300 екз./га частка липи тут

становить лише декілька відсотків. Аналогічними також є деревостани на ділянках 16, 17 і 22. У цих деревостанах абсолютно домінує дуб, де його частка становить 9-10 одиниць. У таких деревостанах ріст дуба звичайного визначається конкурентною внутривидовою взаємодією, а вплив липи й інших деревних видів є мінімальним.

Встановлено залежності впливу представництва липи серцелистої в деревостанах на ріст дуба звичайного. Коефіцієнт кореляції між висотою липи і дуба становить 0,86 і описується поліномним рівнянням (рис., а). Зі збільшенням висоти липи висота дубової частини деревостану, зазвичай, зростає. Виділяються із загальної закономірності деревостани на ділянках 8, 9 і 16, 17. У деревостанах на пробних площах 8 і 9 липа пригнічує ріст дуба, а на 16 і 17 встановлено дуже велике відставання росту липи від росту дуба.

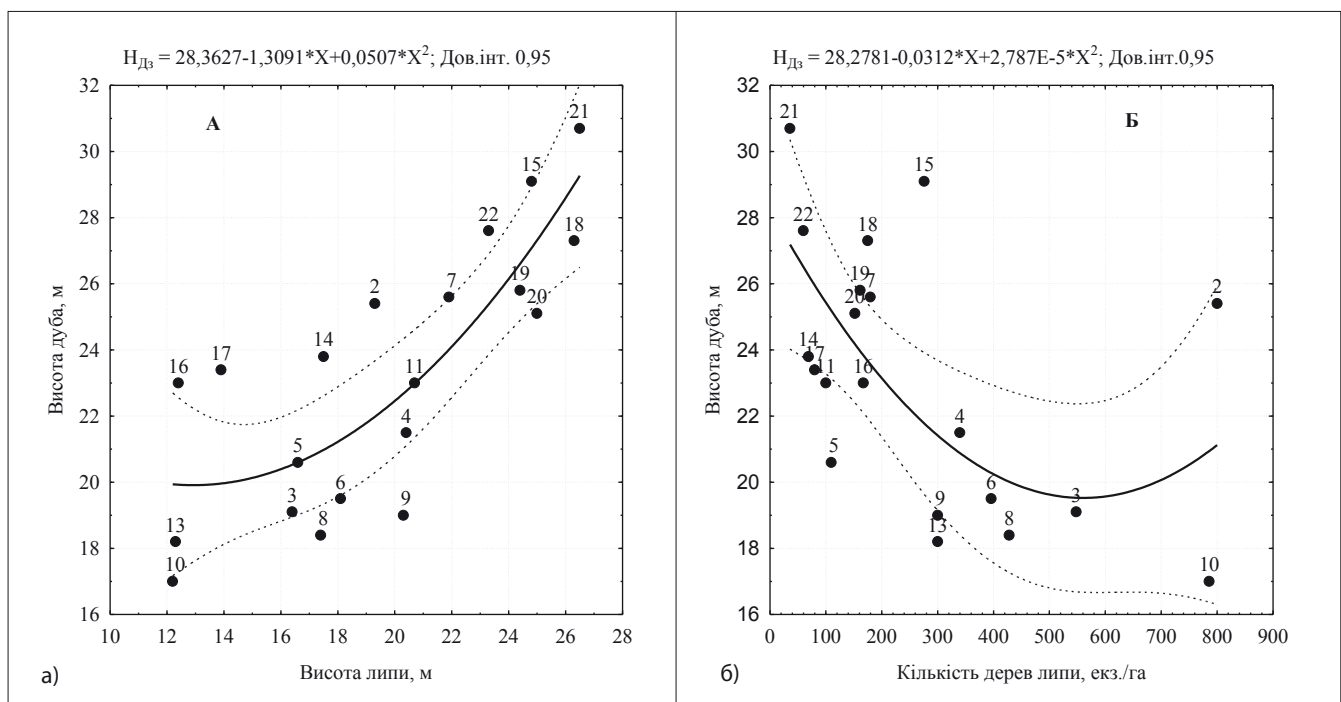


Рис. Зв'язок між висотами дуба та липи (а) і кількістю її дерев (б)

Кореляційний зв'язок між кількістю дерев липи в деревостанах і середньою висотою дуба виявився зворотним ($r = -0,49$) та описується поліномною залежністю (рис., б). З неї видно, що зі збільшенням кількості дерев липи в деревостанах висота дуба звичайного знижується і особливо у проміжку від 100 до 200 екз./га. Однак існують і відхилення від встановленої загальної закономірності. Так, на ділянці 15 кількість дерев липи становить 276 екз./га, а дуб росте за I^a класом бонітету. Водночас у деревостані на пр. пл. 13 за густоти липи 300 екз./га дуб росте за II класом бонітету. У деревостанах на ділянках 2 і 10 ріст дуба характеризується I-I^a класами бонітету. У цих деревостанах кількість дерев дуба становить близько 800 на гектарі. Позитивний вплив липи на ріст дуба тут зумовлений значним – на 24-28% – її відставанням за висотою від дуба.

Отже, липа стимулює ріст дуба за висотою і за значної її густоти, але за умови значного відставання в рості від дуба.

Здійснені дослідження показали, що в умовах Західного Поділля сформувались деревостани з різною повнотою і запасом деревини. Так, у середньовікових деревостанів абсолютна повнота змінюється в межах 21,4-34,0 м²/га, а запас – 172-374 м³/га (див. табл. 1). Низькою повнотою (21,4-23,7 м²/га) характеризуються деревостани на ділянках 3, 7, 10, 12 і 13. У їх складі липа має різну частку та інтенсивність росту. Інтенсивність росту дуба варіює від II до I^a класу бонітету. Відносно значними повнотами і запасами деревини характеризуються середньовікові деревостани на ділянках 2, 4, 9 і 11. В них абсолютна повнота становить 31,2-34,0 м²/га і запас деревини 323-374 м³/га. Частка липи у складі цих

деревостанів коливається в межах 2-8 одиниць, а дуб росте за I-II класами продуктивності.

Повнота і запас пристиглих і стиглих деревостанів також варіюють у значних межах. Так, абсолютна повнота пристиглих деревостанів становить 24,6-34,9 м²/га, а запас 263-409 м³/га (див. табл. 1). У стиглих деревостанів ці показники, відповідно, коливаються в межах 26,6-40,3 м²/га і 330-487 м³/га. Частка липи в цих деревостанах варіює від поодиноких дерев до 6 одиниць, проте переважно вона становить 2-3 одиниці. Найбільшого запасу (409-487 м³/га) досягають деревостани, де частка липи у їх складі становить 3-6 одиниць.

Статистичні показники дослідних деревостанів наведено в табл. 2.

Унаслідок значної диференціації дерев у деревостанах коефіцієнт варіації діаметрів дерев є значним і змінюється в межах 25,0-77,9 % (див. табл. 2). На ділянках 5, 8, 10, 14, 15, 16 його значення переви-

щує 50%. Нормальний розподіл дерев за діаметром спостерігається тільки в деревостані на ділянці 9 (A=0,02). На всіх інших ділянках розподіл дерев за діаметром характеризується правосторонньою асиметрією. Помірний ступінь косості розподілу дерев виявлено у 40% деревостанів, а сильний – у 50%. Найбільшою правосторонньою асиметрією характеризуються деревостани на ділянках 10, 16, 20 і 21 (A > 1). За показниками ексцесу диференціація деревостанів виявилась ще більшою, ніж за асиметрією. Він змінюється від -1,212 до 1,874. Незначним ступенем крутості розподілу дерев характеризуються 50% деревостанів, помірним – 32% і сильним – 18%.

Отже, для дослідних деревостанів характерна правостороння форма кривої розподілу дерев у деревостанах за діаметром з переважанням помірного і сильного ступеня косості та незначним і помірним ступенями крутості.

Таблиця 2

Статистичні показники деревостанів для середнього діаметра

№ пр. пл.	Склад деревостану	Вік, років	Показники			
			D, см	V, %	A	E
1	10Лпд + Бп	45	16,0±0,5	34,3	0,495	0,313
2	8Лпд1Мде1Гз + Дз, Клг, Чш	51	18,8±0,6	37,4	0,482	0,238
3	6Лпд2Ясз1Дз1Бп + Гз, Взг, Клг	45	17,2±0,4	36,5	0,377	0,163
4	4Лпд2Ясз2Чш1Дз1Клг + Дч, Гз	55	24,0±1,0	38,5	0,494	-0,125
5	4Дз3Клг2Лпд1Бп + Гз, Кля, Взг	50	15,3±0,8	67,4	0,985	0,381
6	5Лпд3Дз2Гз + Кля	56	16,8±0,5	44,2	0,120	-0,778
7	4Лпд3Дз2Гз1Чш	56	21,0±0,9	47,7	0,798	0,226
8	5Дз4Лпд1Гз + Ясз, Клг, Чш	55	14,3±0,4	55,7	0,523	-0,435
9	5Дз4Лпд1Гз	58	17,0±0,8	48,2	0,02	-1,076
10	5Дз3Лпд1Кля1Гз + Ясз	41	8,5±0,4	77,9	1,151	0,613
11	3Дз4Гз2Лпд1Ясз + Клг, Чш	59	17,0±0,6	47,8	0,871	0,181
12	10Дз + Бп	44	15,1±0,4	35,5	0,254	0,012
13	9Дз1Ос + Лпд, Гз, Чш	55	17,8±0,7	44,0	0,481	0,006
14	5Дз2Лпд1Клг1Гз1Взг + Бп, Чш	63	17,3±0,6	53,1	0,515	-0,847
15	6Дз3Лпд1Гз + Ос	75	21,2±1,3	58,7	0,374	-1,212
16	9Дз1Гз + Лпд, Клг, Взг	64	13,7±0,6	66,2	1,193	0,718
17	6Гз2Лпд1Клг1Чш + Кля, Бкл, Взг	77	26,2±0,8	25,0	0,612	-0,602
		–	8,2±0,2	43,1	0,803	0,364
18	6Лпд2Дз2Гз	100	30,6±1,4	44,9	0,096	-0,922
19	5Дз3Лпд2Гз + Клг	90	24,9±0,9	45,4	0,636	-0,315
20	2Дз5Гз2Лпд1Ясз + Клг, Взг	92	23,9±0,7	34,0	1,089	1,874
21	5Дз3Гз2Лпд	96	26,2±1,3	49,3	1,388	1,569
22	9Дз1Гз + Лпд, Ясз	89	25,1±1,0	46,0	0,294	-0,994

Примітка. Позначення ті самі, що і в табл. 1.

Підгінні деревні види позитивно впливають не тільки на ріст, але й на стан деревостанів. Їх присутність підвищує біотичну стійкість деревостанів, стимулює процеси очищення дерев від сучків та запобігає появі водяних пагонів на стовбурах дерев дуба. Результати дослідження санітарного стану дерев дуба звичайного наведено в табл. 3.

Так, у 20% дослідних ділянок на деревах дуба немає водяних пагонів. В інших деревостанах кількість дерев дуба з водяними пагонами становить 5,3-53,3% (див. табл. 3). Велику кількість дерев дуба з водяними пагонами (36,9-53,3%) виявлено на ділянках 4, 12, 14, 15 і 22. Це різні за продуктивністю і породним складом деревостани. Так, на ділянках 4, 14, 15, 22 сформувались високоповнотні з найбільшим серед дослідних деревостанів запа-

сом деревини, а на ділянці 12 – низькоповнотний чистий дубовий деревостан. Однозначного зв'язку появи і розвитку водяних пагонів на деревах дуба з часткою липи у складі деревостанів не встановлено. Очевидно, поява і формування водяних пагонів у дуба пов'язана з різними причинами. На пробних площах 12 і 22 сформувались чисті дубові, або з незначною часткою інших деревних видів деревостани. Під намет дубових деревостанів, зазвичай, проходить значна кількість світла, яка і стимулює появу водяних пагонів. У деревостані зі складом 5Дз2Лпд1Клг1Гз 1Взг+БпЧш (пр. пл. 14) такі деревні види, як липа, клен, граб, черешня відстають за висотою від дуба на 22-50%, що не запобігає притіненню його стовбурів.

Таблиця 3

Санітарний стан дуба звичайного в деревостанах з різною часткою липи дрібнолистої у їх складі

№ пр. пл.	Склад деревостану	К-сть дерев з вод. паг., %	Кількість дерев за категоріями санітарного стану, %						Індекс санітарного стану
			I	II	III	IV	V	VI	
3	6Лпд2Ясз1Дз1Бп + Гз, Взг, Клг	0,0	55,6	17,8	13,3	11,1	0,0	2,2	1,89
4	4Лпд2Ясз2Чш1Дз1Клг + Дч. Гз	53,3	40,0	26,7	20,0	6,7	6,7	0,0	2,13
5	4Дз3Клг2Лпд1Бп + Гз, Кля, Взг	26,7	40,0	23,3	30,0	6,7	0,0	0,0	2,03
6	5Лпд3Дз2Гз + Кля	19,0	38,1	21,4	28,6	9,5	0,0	2,4	2,19
7	4Лпд3Дз2Гз1Чш	0,0	35,7	42,9	21,4	0,0	0,0	0,0	1,86
8	5Дз4Лпд1Гз + Ясз, Клг, Чш	27,0	37,0	23,0	24,0	14,0	0,0	2,0	2,23
9	5Дз4Лпд1Гз	20,5	25,6	35,9	20,5	17,9	0,0	0,0	2,31
10	5Дз3Лпд1Кля1Гз + Ясз	12,6	39,3	21,4	21,4	12,5	0,0	5,4	2,29
11	3Дз4Гз2Лпд1Ясз + Клг, Чш	26,7	26,7	26,7	20,0	26,7	0,0	0,0	2,47
12	10Дз + Бп	38,5	34,2	29,7	17,1	9,0	7,2	2,7	2,33
13	9Дз1Ос + Лпд, Гз, Чш	5,3	22,3	34,0	21,3	10,6	2,1	9,6	2,65
14	5Дз2Лпд1Клг1Гз1Взг + Бп, Чш	36,9	33,8	38,5	20,0	1,5	3,1	3,1	2,11
15	6Дз3Лпд1Гз + Ос	51,6	41,9	29,0	22,6	3,2	0,0	3,2	2,00
16	9Дз1Гз + Лпд, Клг, Взг	26,9	47,0	26,5	18,1	7,2	0,0	1,2	1,90
17	<u>10Дз</u> 6Гз2Лпд1Клг1Чш + Кля, Бкл, Взг	17,6	47,6	31,3	13,5	4,1	0,0	4,1	1,91
18	6Лпд2Дз2Гз	0,0	63,6	36,4	0,0	0,0	0,0	0,0	1,36
19	5Дз3Лпд2Гз + Клг	27,1	56,3	18,8	16,7	4,2	0,0	4,2	1,85
20	2Дз5Гз2Лпд1Ясз + Клг, Взг	18,3	37,5	28,1	25,0	7,8	0,0	1,6	2,09
21	5Дз3Гз2Лпд	0,0	53,3	20,0	20,0	6,7	0,0	0,0	1,80
22	9Дз1Гз + Лпд, Ясз	49,3	39,1	33,3	20,3	4,3	0,0	2,9	2,01

У деревостанах переважають дерева I (22,3-63,6%) і II (17,8-42,9%) категорій санітарного стану. Сухі дерева трапляються на 70 % дослідних ділянок в кількості 1,2-7,2%. Індекс санітарного стану дуба змінюється в межах 1,36-2,65. Найкращим санітарним станом з індексом 1,36-1,91 характеризуються деревостани на ділянках 3, 7, 17, 18, 19, 21.

Зниження санітарного стану в середньовікових деревостанах на ділянках 9, 10, 11, 13 пов'язане зі значною їх густотою (1120-2507 екз./га) та посиленням процесів диференціації дерев унаслідок конкурентної взаємодії.

Висновки. В умовах свіжої грабової діброви Західного Поділля формуються дубові деревостани з

часткою липи дрібнолистої у їх складі від поодиноких дерев до 6-8 одиниць. Серед них переважають деревостани, в яких частка липи становить 2-4 одиниці. Дуб звичайний, незалежно від віку, росте за I^a-I^b класами бонітету в деревостанах, де частка липи в їх складі змінюється в межах 2-8 одиниць і відстає в рості від дуба за висотою на 10,0-46,1 %. Кількість дерев липи в таких деревостанах становить 36-800 екз./га. Найгіршим ростом дуб звичайний характеризується на ділянках, де відмінності за показником середньої висоти дуба і липи є найменшими і становлять 0,4-6,8 %. На таких ділянках дуб досягає лише II класу бонітету. Кореляційний зв'язок між кількістю дерев липи в деревостанах і середньою висотою дуба виявився зворотним і помірним ($r = -0,49$).

Повнота і запас стовбурової деревини у досліджених лісостанах відзначаються високою варіабельністю навіть у межах вікових груп. У середньовікових деревостанах повнота становить 21,4-34,0 м²/га, а запас деревини – 172-374 м³/га. У пристигаючих деревостанах ці показники становлять, відповідно, 24,6-34,9 м²/га і 263-409 м³/га, а в стиглих – 26,6-40,3 м²/га і 330-487 м³/га. Найбільшого запасу стовбурової деревини (409-487 м³/га) досягають деревостани, де частка липи у їх складі становить 3-6 одиниці.

Для досліджених деревостанів характерна правостороння форма кривої розподілу дерев за діаметром з переважанням помірного і сильного ступеня косості та незначним і помірним ступенями крутості. Водяні пагони у дерев дуба відсутні на 20 % дослідних ділянок. В інших деревостанах різної повноти і продуктивності кількість дерев дуба з водяними пагонами становить 5,3-53,3 %. У деревостанах переважають дерева I і II категорій санітарного стану. Сухі дерева трапляються на 70 % дослідних ділянок в кількості 1,2-7,2 %. Індекс санітарного стану дуба змінюється в межах 1,36-2,65.

Бібліографічні посилання

- Gordienko, M. I. (1973). Interaction of pedunculate/common oak and small-leaved lime. *Scientific works of USHA. Forest science and protective afforestation*, 94, 27-30 (in Russian).
- Gordienko, M. I. & Karpenko, I. V. (1996). *Small-leaved lime and the lime-involving plantations*. Kyiv: Agricultural education (in Ukrainian).
- Gordienko, M. I. & Gordienko, N. M. (2005). *Forestry attributes of woody plants*. Kyiv: Whistle (in Ukrainian).
- Gorokhovskaya, V. S. (1950). *The use of lime in shelterbelt planting and settlement gardening*. Moscow-Leningrad: Goslesbumisdat (in Russian).
- Gensyruk, S. A., Shchevchenko, S. V., Bondar, V. S. et al. (1981). *Integrated forest management zoning of Ukraine and Moldova*. Kyiv: Scientific thought (in Russian).
- Kharytonovych, F. N. (1968). *Biology and ecology of tree species*. Moscow: Forest industry (in Russian).
- Lukanyuk, M. I. (2013). Pharmacognostic study of plants of the genus *Tilia* L.: *Author's abstract. dis. for obtaining PhD in farm.sci.: speciality 15.00.02 Pharmaceutical chemistry and pharmacognosy*. Kharkiv, 24 p. (in Ukrainian).
- Murakhtanov, E. S. (1981). *Lime species*. Moscow: Forest industry (in Russian).
- Platonova, E. A., Lantratova, A. S. & Golubin, K. Yu. (2006). Phytoceonotic role of small-leaved lime (*Tilia cordata* L.) in natural and urbanized areas [Electronic resource] Hortus botanicus. Access mode to the resource: http://*hortus.karelia.ru/bgm/hb.htm. (in Russian).
- Polonchuk, N. S. (1965). Pure and mixed oak plantations in the conditions of fresh fertile oak forest type. *Botanika*, 7, 129-138. (in Russian)
- Sanitary rules in the forests of Ukraine. (1995). *Approved by the Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated July 27, 1995, No. 555* (in Ukrainian).
- Swynchuk, V. A. & Soshensky, O. M. (2014). Peculiarities of the stem nontaperingness of small-leaved lime trees in the forest-steppe of Ukraine. *Scientific Bulletin of NUBiP of Ukraine. Series of forestry and ornamental gardening*, 198 (2), 65-70 (in Ukrainian).
- SOU 02.02-37-476:2006 (2006). «Forest management trial plots. Method of establishment» (in Ukrainian).
- Soshensky, O. M.; Girs, O. A., & Swynchuk, V. A. (2015). Analysis of productivity of lime stands in Ukraine [Electronic resource]. *Scientific reports of NUBiP of Ukraine*, 3, 1-11. – Retrieved from: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2015_3_22 (in Ukrainian).
- Soshensky, O. M. (2015). Size-quality structure of lime tree trunks in young- and middle-aged stands. *Scientific Bulletin of NUBiP of Ukraine. – Series of forestry and ornamental gardening*, 229, 31-38 (in Ukrainian).
- Soshensky, O. M. (2015). Development of standards for determining the growing stock and size-quality structure of mature lime stands. *Scientific Bulletin of UNFU*, 25.9, 82-89 (in Ukrainian).
- Soshensky, O. M. (2016). Mensurational description of lime stand structure by diameter. *Scientific Bulletin of UNFU*, 26.3, 164-171 (in Ukrainian).
- Yurkevych, I. D. (1960). *Oak forests of the Belorussian SSR*. Minsk: SA BSSR (in Russian).

Рост и формирование дубовых древостоев с участием липы мелколистой в условиях свежей грабовой дубравы Западного Подолья

В. К. Заика¹, Ю. С. Каленюк²

Проведено дослідження лісоводствено-таксационних показателів і санітарне стан дубових древостоев різного віку з участю в їх складі липи мелколистой. Контролем служили чисті і близькі до них за складом дубові і липові древостої. Дослідження проведено в середньовікових, прищеплюваних і зрілих древостоях.

Установлено, що в умовах свіжих грабових дубрав Западного Подолья формуються складні дубові древостої з участю ясеня обыкновенного, граба, липи мелколистой, ільма, кленов остролистого і явора і інших деревесних видів. Участь липи в їх складі становить від одиничних дерев'як до 6-8 одиниць. Серед них переважають древостої, в яких липа становить 2-4 одиниці. Дуб черешчатий росте по II-I^b класам бонітету і досягає максимальної продуктивності (I^a-I^b бонітет) в древостоях, де участь липи в їх складі переважно коливається в межах 2-8 одиниць і при цьому відставання її в рості від дуба по висоті становить 10-46%. Найменшої інтенсивністю росту дуб характеризується в древостоях, де відміння по висоті між дубом і липою становлять не більше 7%. Особливо несприятливі умови для росту дуба складаються в древостоях з переважаючим в рості липи над дубом. Кореляційна зв'язок між кількістю дерев'як липи в древостоях і середньою висотою дуба виявилася оберненою і помірною ($r = -0,49$).

Повнота і запас стовлової деревини древостоев сильно варіюють навіть в межах вікових груп. В середньовікових древостоях абсолютна повнота становить 21,4-34,0 м²/га, а запас деревини – 172-374 м³/га. В прищеплюваних насадженнях ці показники, відповідно, становлять 24,6-34,9 м²/га і 263-409 м³/га, а в зрілих – 26,6-40,3 м²/га і 330-487 м³/га. Найбільший запас деревини (409-487 м³/га) сформували древостої з участю липи в їх складі від 3 до 6 одиниць.

Для досліджуваних насаджень характерна правостороння форма кривої розподілу дерев'як по діаметру з переважаючим помірною і сильною

ступеней косости, а також незначительної і помірною ступенями крутости.

Дослідження появи і розвитку водяних побігів на деревах дуба показало, що на 20% опытных ділянок їх не виявлено. В інших насадженнях різної повноти і продуктивності кількість дерев'як дуба з водяними побігами становить 5,3-53,3%. Установлено, що в чистих дубових і близьких до них за складом древостоях кількість дерев'як з водяними побігами значно зростає. В складних насадженнях це спостерігається при умові значительного відставання на 22-50% висоти супутніх деревесних видів від висоти дубової частини лісного полого.

В насадженнях переважають дерева дуба I і II категорій санітарного стану. Сухі дерева зустрічаються на 70% досліджуваних насаджень в кількості 1,2-7,2%. Індекс санітарного стану дуба коливається в межах 1,36-2,65. Зниження санітарного стану в середньовікових насадженнях пов'язано з значительною їх густотою (1120-2507 екз./га) і посиленням процесів диференціації дерев'як внаслідок конкурентного взаємодія.

Ключеві слова: свіжа грабова дубрава; дубові древостої; липа мелколистая; санітарне стан; ріст; формування древостоев; лісоводствено-таксационні показники; супутні деревесні види; водяні побіги.

Growth and formation of oak stands with small-leaved linden participation under fresh hornbeam oak forest site type conditions in the Western Podillya

V. Zaika¹, Yu. Kalenuk²

In this paper we present the study of silvicultural and taxation indicators as well as the sanitary condition of oak stand of different ages with the participation of small-leaved linden, which grow under the conditions of fresh hornbeam in the Western Podillya. As a control we used clear and close to them in composition oak and linden stands. The study was conducted in middle-aged and mature stands.

We have established that in the fresh hornbeam of the West Podillya complex oak stands are formed with the participation of common ash, common hornbeam,

¹ Заика Владимир Константинович – академик Лісної академії наук України, доктор біологічних наук, професор кафедри лісоводства. Національний лісотехнічний університет України, ул. генерала Чупринки, 103, г. Львів, 79057, Україна. Тел.: 032-239-27-85, +38-067-148-06-26. E-mail: vkzaiika@ukr.net

² Каленюк Юрий Степанович – преподаватель, Кременецкий лісотехнічний коледж, ул. Молодежная 1, с. Белокриница Тернопольской обл., 47014, Україна. Тел.: 035-46-52-404; +38-096-367-15-16. E-mail: kaleniukyurii@gmail.com

¹ Volodymyr Zaika – full Member of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Forestry. Ukrainian National Forestry University. 103, General Chuprynka st., 103, Lviv, 79057, Ukraine. Tel.: 032-235-30-12, +38-067-195-78-36. E-mail: vkzaiika@ukr.net

² Yurii Kalenuk – Lecturer, Kremenetskiy Forestry College, 1, Molodizhna st., Bilokrynitsya, Ternopil region, 47014, Ukraine. Tel: 03546-52-404; +38-096-367-15-16. E-mail: kaleniukyurii@gmail.com

small-leaf linden, Scots elm, maple and sycamore maple and other tree species. The share of linden in their composition is from single trees to 6-8 units. Among them stands are dominated, in which the linden is 2-4 units. Common oak grows according to II and I^b bonitet and reaches maximum productivity (I^a and I^b bonitet) in stands, where the proportion of linden in their composition mostly varies within 2-8 units and lags behind in growth from oak in height by 10.0-46,1%. The worst growth of oak is characterized in stands, where the difference in height between oak and linden is not more than 7%. The growth of the oak is especially suppressed by the prevalence of its height by the linden. The correlation between the number of linden trees in the stand and the average height of the oak turned out to be converse and moderate ($r = -0.49$).

The completeness and stock of tree stem wood vary greatly even within the age groups. In the medium-aged stands, the absolute completeness is 21.4-34.0 m²/ha, and the timber stock is 172-374 m³/ha. In mature trees, these figures, respectively, are 24.6-34.9 m²/ha and 263-409 m³/ha, and in mature – 26.6-40.3 m²/ha and 330-487 m³/ha. The largest stock of wood (409-487 m³/ha) is formed by a stand, where the proportion of linden in their composition is 3-6 units.

For experimental tree stands, the right-sided form of the distribution curve of trees in the tree stands in

diameter is characterized by the predominance of moderate and high degree of sheath rate, and slight and moderate degrees of steepness.

In 20% of experimental areas of water shoots oak trees were not detected. In other trees of varying completeness and productivity the number of oak trees with water shoots is 5.3-53.3%. It was established that the appearance of water shoots on oak trees grows in pure oak and close to them in the composition of tree stands. In complex tree stands, the appearance of water shoots on oak trees increases with a significant backlog of 22-50% of the height of the adjoining tree species from the height of the oak part of the forest tent.

In trees there are trees of the 1st and 2nd categories of sanitary condition. Deadwood trees are found in 70% of experimental sites in the amount of 1.2-7.2%. The index of the sanitary state of the oak varies within 1.36-2.65. Worsening the sanitary state in middle age forests is associated with a significant density (1120-2507 per hectare) and with the processes of trees differentiation as a result of competitive interaction.

Key words: fresh hornbeam forest; oak stand; small-leaved linden; sanitary condition; growth; forest stand formation; forestry and taxation parameters; associated tree species; water shoots.



Наукові праці Лісівничої академії наук України
Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine

<http://fasu.nltu.edu.ua>
<https://doi.org/10.15421/411819>
Article received 2018.06.17
Article accepted 2018.10.25

ISSN 1991-606X print
ISSN 2616-5015 online
@ ✉ Correspondence author
Petro Lakyda
lakyda@nubip.edu.ua

Heroyiv Oborony st., 15, Kyiv, 03041, Ukraine

УДК 630*62:57:630*17:582.632.1

Біотична продуктивність лісів Національного природного парку «Голосіївський»

П. І. Лакида¹, Б. В. Дубровець²

За результатами проведених досліджень наведено структуру і загальні обсяги фітомаси та депонованого в ній вуглецю деревостанів Національного природного парку «Голосіївський». Розрахунок біотичної продуктивності деревостанів Парку здійснювали окремо для кожного таксаційного виділу на основі бази даних лісовпорядкування на 2010 р., яка містить дані 1866 виділів. Під час розрахунку обсягів фітомаси деревостанів Парку використано розроблені раніше регресійні рівняння конверсійних коефіцієнтів, що зв'язують фітомасу насаджень за фракціями з таксаційними показниками для таких деревних видів, як сосна звичайна, дуб звичайний, граб звичайний та вільха клейка. Вміст депонованого вуглецю деревостанами Парку визначали за допомогою середніх коефіцієнтів переведення фітомаси в абсолютно сухому стані у вуглець (0,50 – для деревних фракцій та 0,45 – для листя і нижніх ярусів). Здійснено групування розрахунків середньої щільності фітомаси та вуглецю в деревостанах НПП «Голосіївський» за кварталами. Встановлено, що загалом деревостанами Парку нагромаджено 505,17 тис. т фітомаси, в якій депоновано 250,72 тис. т вуглецю. Середня щільність фітомаси деревостанів Парку становить $12,5 \text{ кг} \cdot (\text{м}^2)^{-1}$, а вуглецю – $6,2 \text{ кг} \cdot (\text{м}^2)^{-1}$. Встановлено, що деревостани Парку мають значний ресурсний потенціал, ефективне використання якого сприятиме вирішенню низки екологічних проблем регіону дослідження.

Ключові слова: біопродуктивність лісів; фітомаса; щільність фітомаси; депонований вуглець; деревостани Парку.

Вступ. У Києві, найбільшому із українським міст, швидкими темпами відбуваються процеси забудови, землевідведення під які часто можливі винятково за рахунок природних територій. Водночас Київ є унікальною європейською столицею, на території якої вдалося зберегти цінні природні комплекси. Одним із найбільших лісових масивів на території столиці є Національний природний парк «Голосіївський» (НПП «Голосіївський»), деревостани якого виконують низку важливих екологічних функцій, але при цьому зазнають значного негативного антропогенного впливу. Дослідження лі-

сової рослинності Парку та її внеску в стабілізацію довкілля є актуальними, потребують комплексного оцінювання її біотичної продуктивності, зокрема запасів фітомаси та депонованого в ній вуглецю.

В Україні значну кількість наукових праць присвячено дослідженню біопродуктивності лісових насаджень, але об'єктами досліджень рідко ставали природоохоронні об'єкти, які мають особливу екологічну, рекреаційну та наукову цінність. Дослідження біологічної продуктивності деревостанів у Національних природних парках України проведено для таких об'єктів: НПП «Сколівські

¹ Лакида Петро Іванович – академік Лісівничої академії наук України, професор, доктор сільськогосподарських наук, директор Навчально-наукового Інституту лісового і садово-паркового господарства, Національний університет біоресурсів і природокористування України, вул. Героїв оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна. Тел.: 044-527-85-28; +38-067-462-80-43. E-mail: lakyda@nubip.edu.ua

² Дубровець Богдана Вікторівна – аспірант кафедри таксації лісу та лісового менеджменту Навчально-наукового Інституту лісового і садово-паркового господарства, Національний університет біоресурсів і природокористування України, вул. Героїв оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна. Тел.: 044-527-81-53; +38-097-019-65-56. E-mail: dana528@ukr.net

Бескиди» (Lakyda & Domashovets, 2009), Шацький НПП (Lakyda & Sakharuk, 2013), Карпатський НПП (Lakyda & Bokoch, 2015), НПП «Прип'ять-Стохід» (Melnyk, 2015), ДО «Резиденція «Залісся» (Lakyda & Vasylyshyn, 2016). Як засвідчив ретроспективний аналіз стану вивчення біопродуктивності лісів України, подібних досліджень на території НПП «Голосіївський» не здійснювали.

Об'єкти та методика дослідження. Об'єкт дослідження – лісова рослинність Національного природного парку «Голосіївський». Предмет дослідження – оцінка запасів фітомаси деревостанів та депонованого в них вуглецю. Мета дослідження – здійснити окремо для кожного таксаційного виділу деревостанів НПП «Голосіївський» оцінку запасів фітомаси та депонованого в ній вуглецю та проаналізувати їх щільності.

Оцінювання нагромаджених запасів фітомаси та вуглецю у деревостанах Парку потребує використання інформації, яка отримана з тимчасових пробних площ, закладених безпосередньо у регіоні дослідження. Для вирішення завдань роботи за основу використано методику збору дослідних даних (Lakyda, 2002). Для вирішення поставленої мети використано матеріали 52 тимчасових пробних площ, закладених у деревостанах головних лісотвірних порід, які домінують у лісостанах Парку (Dubrovets, 2016). Враховуючи природоохоронний статус об'єкта досліджень, тимчасові пробні площі було закладено у подібних типах лісорослинних умов інших лісогосподарських підприємств Київської області.

На основі отриманих даних про запаси фітомаси на тимчасових пробних площах було проведено моделювання показника конверсійного коефіцієнта

головних лісотвірних порід Парку, який показує відношення маси фракції фітомаси до запасу стовбура у корі. Регресійні рівняння конверсійних коефіцієнтів розроблено для таких компонентів: деревина стовбурів без кори, кора стовбурів, деревина і кора гілок крони, листя або хвоя (Lakyda & Dubrovets, 2017). Фітомасу для інших деревних порід, моделі для яких не розробляли, розраховували за моделями головних лісотвірних порід в межах групи порід. Оскільки під час дослідження біопродуктивності деревостанів Парку не вивчали фітомасу піднаметової рослинності та підземну фітомасу деревостанів, у роботі використано множинні регресійні рівняння конверсійних коефіцієнтів, отримані та апробовані авторами раніше (Lakyda, 2002).

Результати дослідження. На основі розроблених моделей конверсійних коефіцієнтів компонентів фітомаси головних лісотвірних порід Парку і повидільної бази даних лісовпорядкування на 01.01.2011 р. розраховано загальні обсяги фітомаси у деревостанах НПП «Голосіївський». За отриманими даними (табл.), деревостанами Парку загалом нагромаджено 505,17 тис. т фітомаси, в якій депоновано 250,72 тис. т вуглецю. Оскільки найбільшу частку за площею та запасом в Парку займають хвойні деревостани, відповідно і найбільші обсяги фітомаси та вуглецю нагромаджено саме в них.

У загальній структурі компонентів фітомаси частка деревини стовбура у корі становить 66,0%, фітомаса крон – 8,0%, з яких 5% – деревина і кора гілок та 3% – листя і хвоя (рис. 1). Варто також зазначити, що структура компонентів фітомаси для окремих груп лісотвірних порід та деревних видів є неоднорідною.

Таблиця

Загальна фітомаса та депонований у ній вуглець деревостанів НПП «Голосіївський»

Група порід	Площа, га	Запас, тис. м ³	Фітомаса		Вуглець	
			тис. т	щільність кг·(м ²) ⁻¹	тис. т	щільність кг·(м ²) ⁻¹
Хвойні	2566,57	689,10	346,79	13,5	171,79	6,7
Твердолистяні	1040,64	216,39	113,55	10,9	56,56	5,4
М'яколистяні	428,80	74,27	44,83	10,5	22,37	5,2
Всього	4036,01	979,76	505,17	12,5	250,72	6,2

Найбільшу частку гілок та листя в загальній структурі компонентів фітомаси мають грабові деревостани (11,1 та 4,0% відповідно). Значну частку у структурі фітомаси деревостанів Парку становить деревина стовбурів – від 59,0% для граба звичайного до 64,3% для дуба звичайного.

Найбільшу частку кори мають вільхові деревостани, яка становить в середньому 12,8%, що є характерним для цього деревного виду (Lakyda & Blyshchuk, 2015). Частка деревини та кори гілок є найвищою у твердолистяних порід, а найнижчою – у м'яколистяних, що становить 6,0 та 2,8% відповідно.

Щільність фітомаси є важливим показником, який характеризує біопродуктивність насаджень на оди-

ниці площі. Оскільки показник щільності фітомаси деревостанів істотно залежить від породного складу насадження, віку та продуктивності деревостанів, окрім загальної характеристики, доцільно також навести показники середньої щільності фітомаси деревостанів Парку в межах групи порід для Південної науково-дослідної ділянки (Південна НДД) та Північної науково-дослідної ділянки (Північна НДД), таксаційні характеристики деревостанів яких мають суттєві відмінності (рис. 2).

Отже, найпродуктивнішими є хвойні деревостани Північної НДД, щільність фітомаси яких становить 16,0 кг·(м²)⁻¹. Насадження твердолистяної групи порід мають вищу продуктивність у Південній НДД

12,4 $\text{кг}\cdot(\text{м}^2)^{-1}$, а м'яколистяної – у Північній НДД (11,2 $\text{кг}\cdot(\text{м}^2)^{-1}$). Порівнюючи насадження південної та північної частин Парку, можна констатувати про вищу продуктивність деревостанів Південної НДД.

Середня щільність фітомаси деревостанів Парку становить 12,5 $\text{кг}\cdot(\text{м}^2)^{-1}$, що є значно нижче, ніж аналогічні показники для Київської області (16,8 $\text{кг}\cdot(\text{м}^2)^{-1}$) та для України загалом (15,9 $\text{кг}\cdot(\text{м}^2)^{-1}$) (Shvidenko et al., 2014).



Рис. 1. Структура компонентів фітомаси деревостанів НПП «Голосіївський»

Важливим етапом під час дослідження біопродуктивності та екологічних функцій лісів Парку є оцінювання вуглецедепонуальної функції окремо

для кожного таксаційного виділу. Вміст депонованого вуглецю деревостанами Парку визначали за допомогою середніх коефіцієнтів переведення фітомаси в абсолютно сухому стані у вуглець, які є довідковою інформацією та становлять 0,50 для деревних фракцій та 0,45 – для листя і нижніх ярусів. Окремо для кожного таксаційного виділу було вираховано запас нагромадженого вуглецю та його щільність. Згруповані поквартально показники середньої щільності вуглецю депонованого деревостанами Парку наочно зображено на рис. 3.

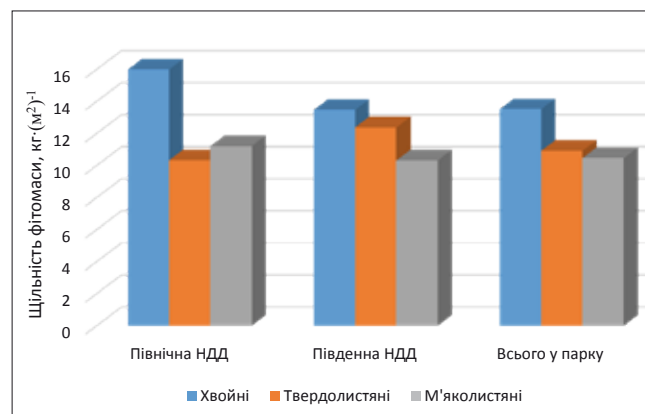


Рис. 2. Середня щільність фітомаси деревостанів НПП «Голосіївський»

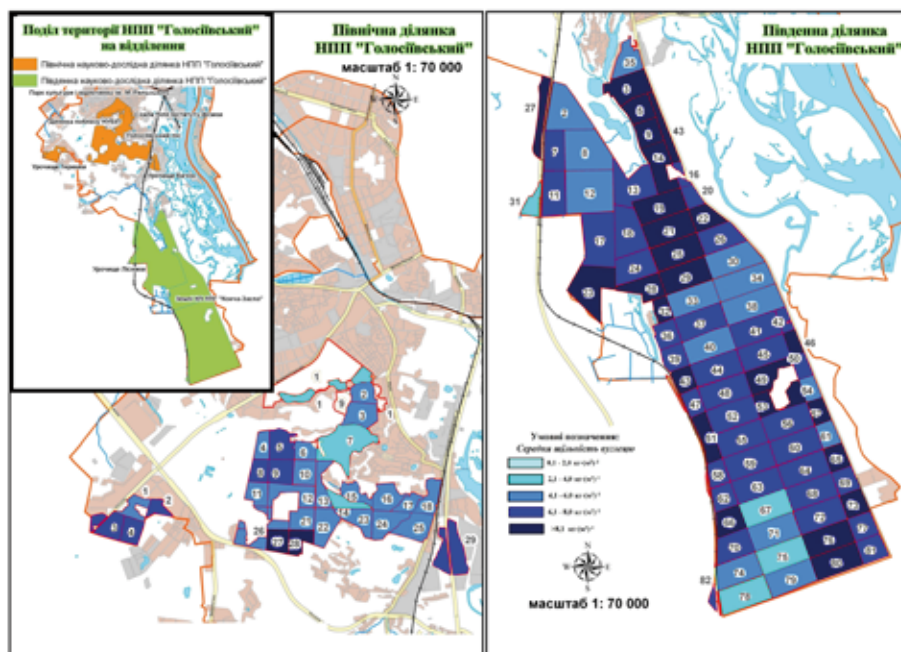


Рис. 3. Середня щільність вуглецю в деревостанах НПП «Голосіївський»

Обсяги та щільність фітомаси і депонованого в ній вуглецю є похідною від мінливості значень основних таксаційних показників деревостанів. З віком у насадженнях зростає щільність фітомаси та акумульованого в ній вуглецю. Депонування вуглецю найактивніше відбувається в середньовікових деревостанах, частка яких становить 60,0% в Парку. Найвищий показник щільності вуглецю характерний для стиглих деревостанів усіх груп порід. У перестиг-

глих насадженнях досліджуваних показник суттєво зменшується, що пов'язано з початком деструктивних процесів.

Висновки. Загальна площа вкритих лісовою рослинністю ділянок НПП «Голосіївський» на 2010 р. становить 4036,01 га зі стовбуровим запасом 979,76 тис. м^3 . Деревостанами Парку нагромаджено 505,17 тис. т фітомаси, в якій акумульовано 250,72 тис. т вуглецю. Найбільший обсяг фітомаси

нагромаджено хвойними деревостанами 68,6%, значно менше – твердолистяними та м'яколистими (22,5 та 8,9% відповідно).

Середня щільність фітомаси деревостанів Парку становить $12,5 \text{ кг} \cdot (\text{м}^2)^{-1}$, при цьому найвище значення показника характерне для хвойних деревостанів Парку ($13,5 \text{ кг} \cdot (\text{м}^2)^{-1}$). Середній показник щільності вуглецю деревостанів НПП «Голосіївський» становить $6,2 \text{ кг} \cdot (\text{м}^2)^{-1}$, що є значно нижче, ніж аналогічні показники для Київської області ($8,2 \text{ кг} \cdot (\text{м}^2)^{-1}$) та для України загалом ($8,3 \text{ кг} \cdot (\text{м}^2)^{-1}$) (Shvidenko et al., 2014).

Комплексна оцінка біологічної продуктивності лісів НПП «Голосіївський» за компонентами фітомаси сприятиме вирішенню низки питань, пов'язаних з пошуком додаткових джерел депонування вуглецю, підвищення продуктивності лісів та поліпшення загального екологічного стану навколишнього природного середовища, адже ліси Парку виконують важливу роль у стабілізації довкілля Києва та його околиць.

Бібліографічні посилання

- Dubrovets, B. V. (2016). Experimental base of empirical data for the bioproductivity assessment of NNP «Holosiivskyi». *Scientific Bulletin of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Series: Arboriculture and ornamental horticulture*, 255, 46-53 (In Ukrainian).
- Lakyda, M. A. (2017). *Biotic productivity of State organization «Residence» Zalissya»: current state and dynamics* (Doctoral dissertation, Ukrainian National Forestry University, Lviv, Ukraine). *Thesis for a scientific degree of Candidate in Agricultural Sciences, specialty 06.03.02 «Forest mensuration and forest inventory»*. Lviv: UNFU (In Ukrainian). Retrieved from http://nltu.edu.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=1614:2017-05-29-05-34-43&catid=115:-3507202&Itemid=357
- Lakyda, P. I., & Domashovets, G. S. (2009). *Bioproductivity of the forests of Lviv region and its dynamics*. Korsun-Shevchenkivsky: FOP Maydachenko, I.S. (In Ukrainian).
- Lakyda, P. I., & Dubrovets, B. V. (2017). The models of conversion coefficients of tree stands phytomas's components of NNP «Holosiivskyi». *Scientific Bulletin of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Series: Arboriculture and ornamental horticulture*, 278, 48-57 (In Ukrainian).
- Lakyda, P. I., & Sakharuk, G. A. (2013). *Bioproductivity of the forests of the Shatsk National natural park*. Korsun-Shevchenkivsky: FOP Havryshenko, V.M. (In Ukrainian).
- Lakyda, P. I. (2002). *Phytomass of Forests of Ukraine*. Ternopil: Zbruch (In Ukrainian).
- Lakyda, P. I., Blyshchyk, V. I., & Blyshchyk, I. V. (2017). *Primary production of alder forests of the Ukrainian polissya*. Korsun-Shevchenkivsky: FOP Havryshenko, V.M. (In Ukrainian).

Lakyda, P. I., Bococh, V. V., Vasylyshin, R. D. & Terentyev, A. Y. (2015). *Bioproductivity of forests phytocoenoses of the Kapaty National natural park*. Korsun-Shevchenkivskyi: FOP Havryshenko, V.M. (In Ukrainian).

Melnyk, O.M. (2017). Bioproductivity and ecological potential of forests of the national natural park «Pripyat-Stohid». *Thesis for a scientific degree of candidate in agricultural sciences, specialty 06.03.02 «Forest mensuration and forest inventory»*. Kyiv (In Ukrainian).

Shvidenko, A. Z. et al. (2014). *Carbon, climate, and land-use in Ukraine: Forest sector*. Korsun-Shevchenkivskyi: FOP Havryshenko, V.M. (In Ukrainian).

Биотическая продуктивность лесов Национального природного парка «Голосеевский»

П.І. Лакида¹, Б.В. Дубровець²

По результатам проведенных исследований представлена структура и общие объемы фитомассы и депонированного в ней углерода древостоев Национального природного парка «Голосеевский». Расчет биотической производительности древостоев Парка проведен отдельно для каждого таксационного участка на основе базы данных лесоустройства по состоянию на 2010 г., которая содержит данные 1866 участков. При расчете объемов фитомассы древостоев парка использованы разработанные ранее регрессионные уравнения конверсионных коэффициентов, связывающих фитомассу насаждений по фракциям с таксационными показателями для таких древесных видов, как: сосна обыкновенная, дуб обыкновенный, граб обыкновенный и ольха. Содержание депонированного углерода древостоями парка определено с помощью средних коэффициентов перевода фитомассы в абсолютно сухом состоянии в углерод (0,50 для древесных фракций и 0,45 для листьев и нижних ярусов). Проведена группировка расчетов средней плотности фитомассы и углерода в древостоях НПП «Голосеевский» по кварталам.

Общая площадь покрытых лесной растительностью участков НПП «Голосеевский» по состоянию на 2010 г. составляет 4036,01 га со

¹ Лакида Петро Іванович – академик Лесной академии наук Украины, профессор, доктор сельскохозяйственных наук, директор Учебно-научного института лесного и садово-паркового хозяйства, Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, ул. Героев обороны, 15, г. Киев, 03041, Украина. Тел.: 044-527-85-28; +38-067-462-80-43. E-mail: lakyda@nubip.edu.ua

² Дубровець Богдана Вікторівна – аспирант кафедри таксації леса и лесного менеджмента Учебно-научного института лесного и садово-паркового хозяйства, Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, ул. Героев обороны, 15, г. Киев, 03041, Украина. Тел.: 044-527-81-53; +38-097-019-65-56. E-mail: dana528@ukr.net

стволовым запасом 979,76 тыс. м³. Древостоями Парка накоплено 505,17 тыс. т фитомассы, в которой аккумулировано 250,72 тыс. т углерода. Наибольший объем фитомассы накоплен хвойными древостоями – 68,6%, значительно меньше – твердолиственными и мягколиственными (22,5 и 8,9% соответственно).

В общей структуре компонентов фитомассы долевое участие древесины ствола в коре составляет 66,0%, фитомассы крон – 8,0%, из которых 5,2% – древесина и кора ветвей и 2,8% – листья и хвоя. Стоит также отметить, что структура компонентов фитомассы для отдельных групп лесообразующих пород и древесных видов является неоднородной. Долевое участие древесины и коры ветвей является самой высокой у твердолиственных пород, а самой низкой – в мягколиственных, что составляет 6,0 и 2,8% соответственно.

Средняя плотность фитомассы древостоев в Парке составляет 12,5 кг · (м²)⁻¹, при этом высокое значение показателя характерно для хвойных древостоев (13,5 кг · (м²)⁻¹). Средний показатель плотности углерода древостоев НПП «Голосеевский» составляет 6,2 кг · (м²)⁻¹, что значительно ниже, чем аналогичные показатели для Киевской области (8,2 кг · (м²)⁻¹) и для Украины в целом (8,3 кг · (м²)⁻¹).

Комплексная оценка биологической продуктивности лесов НПП «Голосеевский» по компонентам фитомассы будет способствовать решению ряда вопросов, связанных с поиском дополнительных источников депонирования углерода, повышение продуктивности лесов и улучшение общего экологического состояния окружающей среды, ведь леса Парка выполняют важную роль в стабилизации окружающей среды Киева и его окрестностей.

Ключевые слова: биопродуктивность лесов; фитомасса; плотность фитомассы; депонированный углерод; древостои Парка.

Biotic productivity of forests of the National Natural Park «Holosiivskyi»

P. Lakyda¹, B. Dubrovets²

According to the research results, the structure and total volumes of phytomass and sequestered carbon of

the National natural park «Holosiivskyi» forest stands are presented. The calculation of the biotic productivity of park forest stands was conducted separately for every 1866 stands using the data of forest inventory as of 2010. For calculating the volumes of phytomass of NPP «Holosiivskyi» forest stands, previously developed regression equations of biomass expansion factors were used. These equations were developed created for park's main tree species: pine, oak, hornbeam, and alder. Using conversion factors (0.5 for wood and bark and 0.45 for leaves and understory vegetation) which were applied to live biomass stock in a bone-dry state, the total stock of sequestered carbon was calculated. The results of calculations of the average density of phytomass and carbon calculations in the NPP «Holosiivskyi» tree stands were grouped by compartments.

The total area covered with forest vegetation of the National natural park «Holosiivskyi» in 2010 was 4036.01 ha with a total volume of growing stock 979.76 thousand m³. The Park's tree stands has accumulated 505.17 thousand tons of live biomass, in which 250.72 thousand tons of carbon are sequestered. The largest amount of live biomass is accumulated by coniferous tree stands (68.6%), much less by hardwood and softwood (22.5% and 8.9%, respectively).

In the total structure of the components of live biomass, the share portion of trunk with bark is 66.0%, live biomass of crowns – 8.0%, of which 5.2% are wood and bark of branches and 2.8% are leaves and needles. The structure of the phytomass components for individual groups of forest-forming species and tree species is different. The share portion of branches is the highest in hardwood, and the lowest – in softwood, which is 6.0% and 2.8%, respectively.

The average density of live biomass of the tree stands in the Park is 12.5 kg · (м²)⁻¹, while a high value is typical for coniferous forest stands (13.5 kg · (м²)⁻¹). The average carbon density of the National natural park «Holosiivskyi» tree stands is 6.2 kg · (м²)⁻¹, which is significantly lower than the similar indicators for the Kyiv region (8.2 kg · (м²)⁻¹) and for Ukraine as a whole (8.3 kg · (м²)⁻¹).

The forests of the Park play an important role in stabilizing the environment in Kyiv and its surroundings. Comprehensive assessment of the biological productivity of the National natural park «Holosiivskyi» tree stands will contribute to solving a range number of environmental problems in the research region of research.

Key words: bioproductivity of forests; density of phytomass; sequestered carbon; park forest stands.

¹ Petro Lakyda – full Member of Forestry Academy of Sciences of Ukraine, Professor, Doctor of Agricultural Sciences, Director of Education and Research Institute of Forestry and Landscape-Park Management. National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Heroyiv Oborony st., 15, Kyiv, 03041, Ukraine. Tel.: 044-527-85-28; +38-067-462-80-43. E-mail: lakyda@nubip.edu.ua

² Bohdana Dubrovets – Phd student of the department of forest inventory and forest management of Education and Research Institute of Forestry and Landscape-Park Management. National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Heroyiv Oborony st., 15, Kyiv, 03041, Ukraine. Tel.: 044-527-81-53; +38-097-019-65-56. E-mail: dana528@ukr.net



Наукові праці Лісівничої академії наук України
Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine

<http://fasu.nltu.edu.ua>
<https://doi.org/10.15421/411820>
Article received 2018.06.18
Article accepted 2018.10.25

ISSN 1991-606X print
ISSN 2616-5015 online
@ ✉ Correspondence author
Vasyl Yukhnovskyi
yukhnov@ukr.net

General Rodimtsev str., 19, Kyiv, 03041, Ukraine

УДК 502-025.17:711.4

Типологія і класифікація як методи категоризації зеленого простору

В. Ю. Юхновський¹, О. В. Зібцева²

Проаналізовано типології зеленого простору і класифікації парків у пострадянських (Україна, Білорусь), європейській (Великобританія), північноамериканських (США, Канада), азійських (Японія, Китай, Сінгапур, Малайзія) країнах та містах Австралії. Різні країни пропонують не однакові класифікації зеленого простору, що ґрунтуються на функціональному призначенні території, фізичних характеристиках, розмірах, обсягах обслуговування населення тощо. Охарактеризовано класифікацію парків, застосованої в Україні, за місцем розташування відносно міських меж (міські парки і лісопарки) та за функціональною ознакою. Парки, залежно від характеру і призначення, поділяють на парки культури і відпочинку, районні, спортивні, дитячі, дендрологічні, історичні, національні, меморіальні, етнографічні парки-музеї, історичні, виставкові, зоологічні, парки аерофітотерапії тощо. Відсутність ієрархічної класифікації і відповідних стандартів призводить до поглинання зеленого простору міською забудовою.

Здійснено пошук шляхів удосконалення класифікації озелених територій, використовуваної в Україні. Природні території та зелені насадження обмеженого користування (шкільні ділянки, спортивні майданчики житлових масивів) є найуразливішими територіями, які першочергово підпадають під забудову в українських містах. Чітко визначена класифікація озелених територій сприятиме їх збереженню в умовах посилення урбанізації. Рекомендовано стандартизувати українську класифікацію зелених насаджень у тому числі й за ієрархічними ознаками, що вплине не тільки на міську систему зелених насаджень, але й на ландшафтну організацію простору за межами міст.

Ключові слова: зелена інфраструктура; зелені насадження; парк; ландшафтна організація простору; озеленення; рекреація; міські ліси.

Вступ. На відміну від звичного для пострадянського простору терміну «зелені насадження», у більшості країн загальноприйнятим є поняття «міський зелений простір», а в останні десятиріччя – і «зелена інфраструктура». Міський зелений простір – це всі рослинні покриви у містах та навколо них, враховуючи міські ліси, пасовища, парки, сади, зелені дахи, міські ферми та вуличні дерева, які надають екосистемні послуги і відіграють важливу роль у пом'якшенні негативних наслідків урбанізації, сприяють соціальній єдності, а також

надають численні психологічні переваги, важливі естетичні та відновлювальні можливості міським жителям (Yu et al., 2017). Парки, ігрові поля, кишенькові простори, двори, водойми, випадкові простори, вільні місця, домашні сади і вулиці є основними елементами зеленої інфраструктури, де відбувається взаємодія з природою та людьми (Mansor, Said & Mohamad, 2012).

Низка екологічних дисциплін пропонує різні назви міської системи зелених просторів, а саме: система садових зелених земель, міських зелених зе-

¹ Юхновський Василь Юрійович – академік Лісівничої академії наук України, доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри відтворення лісів та лісових меліорацій. Національний університет біоресурсів і природокористування України, вул. Генерала Родимцева, 19, м. Київ, 03041, Україна. Тел.: +38-067-720-32-16. E-mail: yukhnov@ukr.net

² Зібцева Ольга Василівна – кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри ландшафтної архітектури та садово-паркового будівництва. Національний університет біоресурсів і природокористування України, вул. Генерала Родимцева, 19, м. Київ, 03041, Україна. Тел.: +38-050-835-77-74. E-mail: stplut2017@gmail.com

мель, екологічних зелених земель, міський зелений простір, зелений відкритий простір. У цих поняттях вкладено садове, екологічне, просторове значення, які постійно розвиваються з удосконаленням теорії міста (Manlun, 2003). Водночас відсутність чітко визначеного терміна «зелений простір» під час планування міст сприяє зростанню площ забудови саме за рахунок зелених просторів (Hannikainen, 2012; Rakhshandehroo, 2014), що робить це питання надзвичайно актуальним.

Відкриті простори, зокрема зелені простори, в міських системах поділяють на три рівні: регіональний, урбональний (рівень міста) і локальний. Підтримка стійкості міст передбачає підтримку зелених просторів, зв'язку між ними і доступу для громадян на кожному рівні (Dhanapal & Chaudhry, 2012). Для цього потрібні знання взаємозв'язків між соціально-демографічними характеристиками користувачів, особливостями зелених просторів та типами їх використання (Rey, Barrigon, Montes & Atanasio, 2018).

Зелені простори групують у різні класи відповідно до певних класифікаційних стандартів, зокрема за формою. Однак найпрактичнішим і найефективнішим методом класифікації є класифікація, яка ґрунтується на функціях зелених насаджень (Manlun, 2003). Наразі у світі немає єдиного методу класифікації системи зелених просторів. Різні країни пропонують власні класифікації, оснований як на функціях, так і на розмірі та фізичних характеристиках. Багато типологій розроблено впродовж останнього десятиліття (Meredith & Salas Olmedo, 2011), деякі з них можуть використовуватися для міжнародних порівняльних досліджень.

У міському плануванні, зазвичай, існує конфлікт між міським розвитком та підтримкою навколишнього середовища. Схоже, що зелені простори навмисно залишалися невизначеними, щоб забезпечити їх подальшу забудову. Khalil (2014) вважає, що класифікація є першим кроком до організації, оцінювання та управління міськими зеленими просторами і що є потенціал для створення класифікації зелених просторів, яка буде використовуватися у генеральному плануванні.

Відсутність чітко визначеної, закріпленої на законодавчому рівні, термінології щодо зеленого простору і зелених насаджень робить їх уразливими у процесі містобудівного планування розвитку міст, тому наведене дослідження є надзвичайно актуальним.

Об'єкти і методика досліджень. Об'єкт дослідження – типологія зеленого простору в різних країнах світу. Предмет дослідження – аналіз типології зеленого простору і класифікації міських парків різних країн світу методом категоризації.

Мета роботи – порівняти типології зелених просторів і класифікації міських парків, які використовують у різних країнах світу та в Україні, для пошуку шляхів удосконалення останньої.

Дослідження проведено на основі аналізу літературних джерел щодо систематики зелених про-

сторів (Byrne & Sipe, 2010; Ibes, 2015; Khalil, 2014; Liu, 2008; Nochian, Tahir, Maulan & Rakhshanderoo, 2015 та ін.), нормативних документів (New park development, 2017, Parks and amenity open space strategy, 2013, Scottish nature heritage, 2005 та ін.) з використанням системного підходу та порівняльного аналізу. Проаналізовано типології зеленого простору і класифікації парків, які використовують у пострадянських, європейських (Великобританія), північноамериканських (США, Канада), азійських (Японія, Китай, Сінгапур, Малайзія) країнах та в містах Австралії.

Аналіз проблеми та обговорення. Існує два методи категоризації відкритого простору: типологія і класифікація (Nochian et al., 2015). Якщо типологія стосується типів відкритого простору без урахування їх внутрішніх характеристик, то класифікацію використовують тоді, коли категоризація містить внутрішні характеристики простору. Своєю чергою класифікаційний метод розподілу відкритого простору містить три підходи: ієрархія охоплення, або обслуговування (хто буде використовувати відкритий простір), функції (роль відкритого простору) і ландшафтні характеристики (структура простору). Обсяг обслуговування зумовлюється географічною територією, розміром, рівнем використання, віддаленістю. Кожен відкритий простір за функціональною класифікацією відображає своє основне використання, яке разом з очікуваним видом діяльності визначає три основні види відкритих просторів: рекреаційні, спортивні і природні. Ландшафтну характеристику використовують для того, щоб визначити оптимізований ландшафт, або тип рослинності. Кожне місто або країна має свої власні критерії класифікації відкритих просторів. Класифікації допомагають місцевій владі визначати основні стандарти обслуговування і необхідні об'єкти за функціональними та природоохоронними характеристиками. Є спроби об'єднання всіх трьох підходів «ієрархія обслуговування», «функція» та «ландшафтна структура» у вигляді комплексної класифікації зелених просторів.

Ефективна типологія міської зеленої інфраструктури має визначати сучасний стан розвитку міграційних потоків міст та напрями щодо впровадження зеленої інфраструктури як компонента міської інфраструктури (Young, Zanders, & Fassman-Beck, 2014). Типологію, як наукову дисципліну та метод дослідження, широко використовують у різних галузях як надійний інструмент систематизації наявних і ще не достатніх знань. Водночас типології, які не мають специфічного, місцевого розуміння елементів, мають обмежену цінність.

Способи класифікації міського відкритого та зеленого простору, як зазначено вище, різняться розміром, функціональним призначенням, місцем розташування тощо (Bilgili & Gokyer, 2012). Важливо, щоб класифікація зеленого простору не обмежувала міських планувальників жорсткими категоріями (Byrne & Sipe, 2010). Stanley, Stark, Johnston & Smith (2012). Виділяють сім категорій міського

відкритого простору: площі виробництва продуктів харчування, сади і парки, рекреаційний простір, майданчики, вулиці, транспортні об'єкти та випадковий простір. Nochian et al. (2015) пропонують класифікацію відкритого простору за категоріями використання з позицій стабільного розвитку. За оцінкою авторів, функціональна класифікація є зрозумілішою.

Зазвичай, у визначенні відкритого зеленого простору фігурують форма, цілі, або функції (Manlun, 2003). Так, у Британії – це житлові землі, де землі під архітектурою становлять менше 1/20 загальної площі (не враховуючи пустирів): внутрішні двори, рекреаційні землі. Для США характерні декілька варіантів: землі з природним середовищем (рекреаційні та землі для регульованої міської забудови); землі не архітектурного використання (повітряного, ґрунтового, водного). У Японії – це також землі не архітектурного використання: парки, сквери, гімназії, зоо- і ботанічні сади; а також ігрові землі, кладовища, ферми, лісові землі. Крім того, визначено дев'ять просторових типів неформальних зелених просторів (Rupprecht & Fuguu, 2017).

Структурування можуть включати фізичний вигляд, просторову структуру та складність, соціальну функцію, власність та доступ, кількість та якість наданих екосистемних послуг, роль у збереженні біорізноманіття, інтенсивність впливу людини, відповідне призначення у плануванні та просторову стратегію. За результатами Green surge project (2013-2017), у Німеччині ідентифіковано 44 елементи відкритої зеленої системи, які згруповано у вісім категорій (Svejić et al., 2015).

Типологія зелених просторів Великобританії є лише керівництвом, яке на практиці інтерпретується в локальні типології залежно від місця і потреби (Kafafy, 2010). Так, у Лондоні класифікація системи відкритих просторів ґрунтується лише на ієрархії обслуговування (охоплення): парки поділяють на регіональні, столичні, районні, місцеві, кишенькові, за винятком «клінічного відкритого простору», який може бути об'єктом функціональної класифікації (Nochian et al., 2015). Місто Саутгемптон має чітку функціональну класифікацію (Kafafy, 2010), побудовану на вимірі дистанції до п'яти категорій зеленого простору: міський, районний, місцевий парки, приємний зелений простір та інші зелені простори. Містечко Сендвіч (Східний Кент) використовує такі типологічні категорії: природний та напівприродний відкритий простір, сади та парки, зручний відкритий простір, зелений коридор, сільська зелень, неформальне місце, неформально відтворюваний простір та закриті церковні вежі, спортивні споруди на відкритому повітрі, дитячий ігровий простір (Parks and amenity open space strategy, 2013).

Шотландська природна спадщина (Scottish nature heritage, 2005) виділяє громадські сади та парки, приватні сади або майданчики, приємний зелений простір; ігровий простір для дітей та підлітків; спортивні майданчики; зелені коридори; природні (напівприродні) зелені простори, інші функ-

ціональні зелені простори (наділи, церковні вежі та цвинтарі). Установа «Зелений простір Шотландії» розвиває таксономію зелених просторів залежно від їх призначення та використання: простори для дихання, здоров'я, життя, зустрічей, для ігор, роботи, проведення свят (Kafafy, 2010).

Основними типами відкритих просторів у Непалі є парк, ігровий майданчик, релігійна ділянка, водна поверхня, печера, точка естетичного огляду, річкова смуга та ґрунтові ділянки (Pokharel & Khanal, 2018). Відкриті простори різняться за формою, розміром, власником та функціями. Своєю чергою парки поділяють на офіційні сади, меморіали, міні-парки, зелені парки, інституційні, тематичні (спеціалізовані).

Різні країни адаптували метод класифікації, що ґрунтується на функціях до класифікації їх національних систем зелених просторів. Порівняльний аналіз класифікацій зеленого простору далекосхідних країн Китаю і Японії показав наступне (табл.).

За даними Китайського геологічного університету, у Китаї виділяють такі типи міських зелених просторів: публічні, житлові, захисні, виробничі, дорожні та простори установ (Liu, 2008). Класифікація системи міських зелених просторів у Китаї містить ієрархічні перший і другий класи (див. табл.). У ній парки поділено на муніципальні поліфункціональні, районні, житлові, зоо- і ботанічні сади, дитячі парки і т.ін.

Класифікація міського зеленого простору в Китаї відповідно до національного стандарту «Стандарти класифікації міського зеленого простору» (Liu, 2008) також базується на їх функціях, але водночас містить більш чітко виражені ієрархічні ознаки в категорії парків, де виділяють зелений простір публічного парку, який своєю чергою містить 5 субкатегорій: поліфункціональний, суспільний, спеціалізований парки, бульвар або набережна, придорожній зелений простір. Субкатегорію комплексний (поліфункціональний) парк поділяють на підкатегорії: міський публічний парк, регіональний публічний; суспільний (житлового району, кварталу); спеціалізований (субкатегорії: дитячий парк, зоопарк, ботанічний, історичний, пейзажний, розважальний та ін.); бульвар, або набережна. Також виділяють виробничі зелені простори (різноманітні розсадники); захисні зелені території (санітарні, розподільчі, безпечні – аналогічно нашим санітарним захисним зонам); закріплені зелені простори – другорядні зелені території (аналогічно нашим зеленим насадженням обмеженого користування, за винятком того, що тут є землі доріг) та інші зелені простори (території з прямим впливом на якість міського навколишнього середовища, відпочинок мешканців, вигляд міста і захист біорізноманіття).

В Японії також існує декілька класифікацій зеленого простору. Просторова класифікація (Manlun, 2003) містить чотири категорії: парки (повсякденного, районного, спеціального, регіонального використання, для спеціальних церемоній); сади пам'яті; дорожній простір; інші зелені простори.

ри (сад маєтку, для гольфу, промисловий зелений простір). Класифікація всебічного зеленого планування Японії (Manlun, 2003) об'єднує дві категорії: публічні зелені простори (парки і зелені землі, сквери та ігрові майданчики, сади пам'яті, інші подібні зелені простори) та інші зелені простори (у т.ч. водні поверхні, смуги вздовж доріг, ферми, ліси, церковні сади, публічні зелені простори, сади маєтків, шкіл, сільськогосподарські дослідні поля площею понад 1000 м²).

XIX ст., яке називають епохою міста, ознаменувало прихід віку міського парку як лімітованого цілісного простору (Jones, 2018). Міський парк, як важлива частина міської зеленої просторової системи, наразі є основним місцем відпочинку мешканців, виконує різні екологічні функції і водночас є втіленням соціально-економічного розвитку та духовної цивілізації міста (Zi, 2011). Класифікують міські парки відповідно до їх фізичних, рослинних покривів і функцій.

Таблиця

Класифікація системи міських зелених просторів у Китаї та Японії за Manlun (2003) і Liu (2008)

Класи зелених просторів		
Перший	Другий	Третій
Зелені простори Китаю		
Парк	Муніципальний поліфункціональний парк, районний, житловий, ботанічний сад, зоопарк, дитячий парк і т. ін.	—
Вуличні зелені простори	Малі декоративні сади, бульвари, садові смуги, зелені простори майданів	—
Житлові зелені простори	Зелені простори в житловому районі, житлових кварталах, вуличних територіях	—
Зелені простори при офісах	Зелені простори фабрик, шкіл, лікарень, готелів, складів, публічних муніципальних територій тощо	—
Зелені простори доріг	Дерева вздовж доріг, смуги відведення при дорогах	—
Захисні зелені простори	Рекреаційні ліси, лісонасадження промисловості, ліси вітрозахисні, водоохоронні, ґрунтозахисні, болота	—
Виробничі зелені простори	Розсадники, квітникарські сади, трав'яні сади та ін.	—
Ландшафтні зелені простори	Ландшафтні ліси, лісові парцели та інші автономні лісові ділянки	—
Приміські зелені простори	Ландшафтні площі, лісові сади, природоохоронні ліси, ліси для захисту водопостачання, лісова мережа ферм, плодові сади, інші лісові землі	—
Зелені простори Японії		
Публічний зелений простір	Публічний зелений простір	Паркові зелені землі, паркові дороги, стежки, ігрові майданчики, велодоріжки
		Сквери
	Природний зелений простір	Парки пам'яті
		Річка, озеро, потік
		Морське узбережжя, берег ріки, берег озера
		Гірські ліси, пагорби, ферми
Приватний зелений простір	Відкритий зелений простір	Церковні сади, пам'ятні сади
		Садові ділянки доступні для загального використання
	Зелений простір загального (сумісного) користування	Інші садові ділянки
		Загальні житлові садові ділянки
		Загальні рекреаційні місця
		Місця рекреації підприємств
Специфічний зелений простір	Специфічний зелений простір	Шкільні та інші садові ділянки
		Індивідуальні садові ділянки, Дослідні ділянки розсадників
		Постачання води, дренажу та ін.

За даними Manlun (2003), класифікація парків у США містить категорії: дитячий парк, малий сад, сусідній парк, районний, великий міський, регіональний, спеціальні обладнані об'єкти (у т. ч. авеню, морське узбережжя, історичні сади, заплави, малі парки, газони, лісові землі і т.ін.). Bугne & Sipe (2010) виділяють такі типи парків: кишеньковий (ігровий майданчик), сусідства, громадський, районний, регіональний, природний (національний). У Феніксі, Арізона, виділено п'ять типів парків: приміські, розважальні, зелені міні-парки (сквери), сусідства та міські, а також місцеві резервуари (природні залишки) (Ibes, 2015). У штаті Мічиган (США) чітко не визначено, які фактори використовують для класифікації відкритого простору. Більшість категорій обґрунтовується за функцію, деякі елементи представлені ієрархією (Nochian et al., 2015). Класифікація містить: міні-парк, районний, шкільний, суспільний, великий міський, природні території, зелені дороги, спортивні комплекси, території спеціального використання, приватні парки відпочинку. У місті Кун Рапідс (Міннесота) діє уніфікована класифікація системи відкритих просторів, яка не є чіткою класифікацією: в ній змішані як ієрархії обслуговування, так і функції, проте вплив функціональної класифікації очевидніший. Представлені: міні і парк сусідства, суспільний парк, молодіжний і суспільний атлетичні комплекси, суспільний заповідник, захисний відкритий простір, спеціалізований і регіональний парки, шкільна ділянка. За оцінкою авторів, функціональна класифікація є більш зрозумілою.

Класифікація парків міста Оттава, як і в містах США, встановлює типи парків та окреслює стандарти щодо їх розміру, розміщення, радіуса зони обслуговування, конфігурації та зручностей, що дає їй змогу бути еталонним інструментом розроблення нових парків і найкращим чином задовольняти потреби громад. Вона містить шість типів міських парків: окружний, районний, громадський, парк сусідства, паркет (плаза) та лісопарк.

У класифікації систем відкритих просторів Австралії (Nochian et al., 2015) використовують всі три підходи: функціональний, ієрархічний і ландшафтну класифікацію. У Стратегії відкритих місць і відпочинку міста Маріон використано класифікацію рівнів (ієрархії та рівень охоплення: локальний, районний, окружний, регіональний та рівень державних земель). Функціональна класифікація містить категорії: території для відпочинку; фізичної активності, зв'язку, туризму; візуального комфорту; некласифіковані території. Ландшафтна класифікація (за ознаками території) містить такі категорії: регулярні, ландшафтні; дернина, газон; водна поверхня, природна територія, заболочена земля, дренажна, циклонна вода, буфер, тверда поверхня, прибережна, некласифікована. На відміну від класифікації решти австралійських міст, місто Мельбурн володіє класифікацією простору на основі ієрархії та характеру, хоча в ній є також і ландшафтні риси (Nochian et al., 2015). Ієрархія відкритого простору містить

рівні столиці, держави, регіону, муніципалітету, району, місцевий, малої локації, зв'язку малої локації. За функціональними ознаками виділяють: ботанічний, цивільний простір, для заходів, офіційний, спадковий, неформального використання, лінійний, з'єднувальний простір, збереження природи, ігровий, смуга відчуження залізниці, судноплавна, частина каналу, рекреації, занять спортом для обмеженого кола, місця для сидіння, огляду, для обслуговування, резервування важливих доріг, спортивні, майдани, нерозвинуті, міські площі (торгові центри), водойми, водні шляхи.

У класифікації Сінгапура (Nochian et al., 2015), як і в США, також немає чіткої класифікації системи відкритих просторів, але переважає функціональна ознака, використовують класи: відкритий простір, парк, пляжна зона, зона спорту і відпочинку. Кожен з цих класів має свій спектр просторів. Так, відкриті простори поділяють на лісові, болота, природні відкриті, публічні променади; парки поділяють на національні, регіональні, громадські (районні), парки-поєднувачі, зоологічні і ботанічні сади.

У Малайзії класифікацію відкритих міських просторів здійснюють на трьох рівнях: національному, штату і міста (Nochian, et al., 2015). Класифікація відкритого простору для рекреаційних цілей на національному рівні базується переважно на охопленні (обслуговуванні) та ієрархії. Втім, поля для ігор, майданчики для дітей та дахи-сади можуть розглядатися як функціональні ознаки. Окрім національної класифікації, є місцеві класифікації системи відкритих просторів. У найгустонаселенішому штаті Селангор з високим рівнем життя, основною системою класифікації є ієрархія охоплення, за винятком майданчика та ігрового поля. Класифікація системи відкритих просторів у Куала-Лумпур заснована на ієрархії обслуговування (за винятком «спорткомплексів», які категоризуються як «функція»). Хоча у Малайзії діє три рівні класифікації відкритого простору, переважно керуються ієрархією обслуговування (Nochian et al., 2015). З огляду на класифікаційні схеми, або типології зеленого простору, що використовують у різних країнах, було запропоновано розширену типологію для міського зеленого простору Куала-Лумпур, адаптовану до малайзійських умов (Yusof & Johari, 2013), а також всеохопну (комплексну) класифікацію відкритого міського простору Малайзії (Nochian et al., 2015), яка поєднує всі три класифікаційні методи.

На пострадянському просторі класифікацію озелених територій розглядають як спосіб систематизації озелених територій залежно від розташування і функціонального призначення, а також площі. Класифікаційні схеми озелених територій у багатьох пострадянських країнах, зазвичай, подібні. Наведемо класифікаційну схему, яку використовують у Білорусі, як більш чітку і однозначно прописану. Відповідно до «Правил проведення озеленення населених пунктів» Республіки Білорусь, озеленені території розподіляють на групи за місцем розташування (міські і приміські), переважа-

ючим типом використання і функціональним призначенням (озеленені території загального користування, обмеженого користування і спеціального призначення, інші озеленені території). Озеленені території загального користування, призначені для організації різних видів відпочинку населення, містять: парки, сквери, сади, бульвари, лісопарки, гідропарки, лугопарки, ландшафтні парки, зони короточасної рекреації біля води, міські ліси, озеленені ділянки громадських центрів загальноміського і районного значення (простежується втручання ієрархії). Парки поділяють на багатофункціональні, прогулянкові, природно-історичні, спеціалізовані, виставкові, дитячі, меморіальні, атракціонів, спортивні, тематичні. Природні парки поділяють на гідропарки, лісопарки, лугопарки, ландшафтні парки (за ландшафтною ознакою).

В Україні визначення і типологію «відкритого простору» не практикують (Yukhnovskyi & Zibtseva, 2018). Українська система озеленення і класифікаційна структура побудована не на понятті території, відкритого або зеленого простору, а на понятті зелених насаджень. Згідно з Правилами утримання зелених насаджень у населених пунктах України (2006) зелені насадження – рослинність природного і штучного походження на визначеній території населеного пункту, зелені насадження загального користування – це зелені насадження на території загальноміських і районних парків, спеціалізованих парків, парків культури та відпочинку; на територіях зоопарків та ботанічних садів, міських садів і садів житлових районів, міжквартальних або при групі житлових будинків; скверів, бульварів, насадження на схилах, набережних, лісопарків, лугопарків, гідропарків та інших, які мають вільний доступ для відпочинку. Зелені насадження обмеженого користування – насадження на територіях громадських і житлових будинків, шкіл, дитячих установ, вищих та середніх спеціальних навчальних закладів, профтехучилищ, закладів охорони здоров'я, промислових підприємств і складських зон, санаторіїв, культурно-освітніх і спортивно-оздоровчих установ та інші. Зелені насадження спеціального призначення – насадження транспортних магістралей і вулиць; на ділянках санітарно-захисних зон довкола промислових підприємств; виставок, кладовищ і крематоріїв, ліній електропередач високої напруги; лісомеліоративні, водоохоронні, вітрозахисні, протиерозійні, насадження розсадників, квітникарських господарств, пришляхові насадження в межах населених пунктів. Такий історично сформований підхід спричиняє складності у порівняльні дослідження із європейськими та іншими містами і, що значно небезпечніше, в умовах прискореної урбанізації робить міські зелені насадження (як і у випадку з лісами у лісовому господарстві) відірваними від земель, на яких вони зростають, внаслідок чого вони стають уразливими і незахищеними.

Наразі в Україні актуальним є формування законодавчої бази щодо ефективної охорони зелених

насаджень у містах, але вільне трактування проблеми правознавцями – не фахівцями галузі виявляється надзвичайно шкідливим. Tolkachenko (2009) наводить класифікацію зелених насаджень міста за функціональним призначенням, яка взагалі не збігається із загальноприйнятою, викладеною у професійній державній нормативній літературі й включає захисну рослинність, озеленувальні насадження, декоративну рослинність, плодову рослинність. Натомість прийнятий в Україні розподіл зелених насаджень за функціональною ознакою він трактує як не остаточний розподіл за «правовим режимом озелененого об'єкта благоустрою», який на його думку, може бути розширений залежно від критерію, взятого за основу класифікації.

На думку Sytnik (2014), наявна термінологічна різноманітність детермінує необхідність з'ясування сутності кожної із закріплених у законодавстві юридичних конструкцій та визначення того, який термін найбільш точно та повно характеризує землі, на яких розташовані зелені насадження у населених пунктах. Автор вважає, що визначення озелених територій дещо конкурує з поняттям зелених зон. Насправді ж, схоже, що автор просто не знайомий із класифікацією зелених насаджень за територіальною ознакою: розподілом на міські і заміські, які разом утворюють комплексну зелену зону міста. Хоча, до викладення розділу ДБН 360-92 Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень: «Ландшафтно-рекреаційна територія» з розподілом на озеленені території міста, зону відпочинку і курортну зону є багато питань). Зазначає, що де-факто, зелені зони міст на сьогодні існують, проте не мають належної законодавчої основи і не належать винятково до сфери регулювання ЗК України. На її думку, у застосовуванні терміна «землі зелених насаджень міст та інших населених пунктів», як і у випадку із зеленими зонами, законодавець проводить певне термінологічне розмежування між правовим режимом земельних ділянок та правовим режимом розташованих на них зелених насаджень. На цій підставі автор вважає за необхідне проведення дослідження співвідношення земельних ділянок зелених зон та земельних ділянок зелених насаджень, що важко зрозуміти фахівцям. Втім ми цілком згодні з висновком автора про те, що наявна в законодавстві термінологія потребує суттєвого упорядкування для усунення принаймні термінологічних суперечностей. Дивує ствердження автора про те, що порушене питання детермінує необхідність з'ясування співвідношення самої земельної ділянки та рослинності (зелених насаджень), що на ній розташована (хоча насправді наразі в Україні існує єдиний визначений термін – зелені насадження, яким позначаються всі класифіковані території). На нашу думку, логічна заміна поняття «зелені насадження» на прийняте у світі «зелений простір» усунуло б багато юридичних невизначеностей і взагалі сприяло б їх збереженню. Звичне для нас інтерпретування садово-паркових об'єктів, таких як парки, сквери зеленими насадженнями (а не територіями)

із вказівками мінімального рівня озеленення (наприклад, не менше 65%) виглядає алогічно.

Загалом класифікації парків, зазвичай, базуються на розмірах, функції, розташуванні та видах споруд в ньому, а іноді й ступені природності. Парки можуть бути міські, природні, кишенькові, районні, громадські, парки околиць, спортивні поля, міські ліси тощо. Є й інші способи класифікації парків, наприклад за такими факторами, як діяльність в їх межах, рівень відповідального управління, історія розвитку, стан, типи відвідувачів, рівень озеленення та облаштування, філософія розвитку. Поєднання цих різних факторів може призвести до різного роду комбінацій і перестановок, що робить уніфікований метод класифікації парків практично неможливим і досить безглуздим (Byrne & Sipe, 2010).

Так, відповідно до PPG 17, місто Саутгемптон (2005) розробило місцеві стандарти, серед яких – категоризація зелених просторів за багатофункціональним використанням. Виділено десять категорій відкритого простору, проте в стратегії пропонують використовувати лише п'ять. Спрощена ієрархія дає змогу встановити стандарти розміру й охоплення різних типів зеленого простору і надати планувальникам можливість удосконалювати простір для рівномірного забезпечення кожним типом по всьому місту.

Натомість в Україні, як і в наведеній вище класифікації озелених територій Білорусі, використовують просту і досить зручну класифікацію парків за місцем розташування відносно міських меж: міські і заміські (зазвичай, лісопарки) та за функціональною ознакою. Наразі парки, залежно від характеру і призначення, поділяють на парки культури і відпочинку, районні, спортивні, дитячі, дендрологічні, історичні, національні, меморіальні, етнографічні парки-музеї, історичні, виставкові, зоологічні, аерофітотерапії тощо. Відсутність ієрархічної класифікації і відповідних жорстких стандартів призводить до нестримного наступу міської забудови на зелені території і порушення соціальної рівності щодо доступу до зелених насаджень, насамперед парків. Так, серед малих міст Київщини мають парки не більше третини міст. Крім того, традиційним стало недотримання стандартів мінімальних розмірів паркового середовища, яке й так має чітку тенденцію до зниження: на практиці парками називають озеленені території менше 2 га, які насправді за діючою класифікацією є скверами. Відсутність виділення чіткої категорії «шкільна ділянка» і чітких стандартів щодо її розмірів (як це зроблено, наприклад, у Сполучених Штатах), робить незахищеними від захоплення і забудови шкільні території і завдає непоправної шкоди когнітивному розвитку і благополуччю дітей. Відсутність чітко прописаного визначення і стандартів щодо залишків природних територій, незрівнянна екологічна цінність яких в межах міст не піддається сумніву за кордоном, робить їх найуразливішими територіями, що першочергово підпадають під забудову. Чіткі визначення, типологія і комплексна класифікація зеле-

них просторів (зелених насаджень) та їх чітке нормування здатні впливати на уподобання, культуру і поведінку людей (що надзвичайно актуально для країни, що розвивається), а також на великомасштабне ландшафтне планування території поза межами міст.

Висновки і перспективи. Основними методами категоризації відкритого зеленого простору є типологія, яка стосується типів відкритого простору без урахування їх внутрішніх характеристик, і класифікація, яка враховує внутрішні кількісні та якісні показники простору.

Дієва типологія відкритого простору визначає сучасний стан та напрями розвитку і ґрунтується на специфічних місцевих елементах. Кожна країна і навіть місто мають власні класифікації зеленого простору, які допомагають місцевій владі визначити основні стандарти обслуговування. У низці країн (наприклад, у Великобританії), типологія зеленого простору є лише керівництвом, яке на практиці інтерпретується в локальні типології. Найпоширенішою у світі є адаптована до національних систем зеленого простору класифікація за функціональною ознакою, якої виявляється недостатньо. Використання ієрархічної класифікації (на національному, регіональному і міському рівнях) у таких країнах, як Малайзія, Австралія, частково – США, Канада та ін. робить можливим ландшафтне планування у національному масштабі з реалізацією основного принципу озеленення – рівномірності та стандартної доступності зеленого простору для всіх верств населення. Ієрархічна класифікація парків (наприклад, в Оттаві) і чіткі стандарти щодо їх розміру, розміщення, радіуса зони обслуговування робить її еталонним інструментом розроблення нових рекреаційних просторів і зразком для наслідування. Далекосхідні країни використовують дворівневу (Китай) і тривірневу (Японія) класифікації зеленого простору з відповідними ступенями: місця загального користування, відкриті зелені простори, парки і ландшафтні об'єкти.

Існує нагальна потреба надання чіткого визначення та розроблення нормативів щодо зелених просторів відповідно до сучасних потреб суспільства, удосконалення наявної національної класифікації зелених насаджень. Потрібно чітко прописати (стандартизувати) і тим самим захистити території зелених насаджень обмеженого користування (озеленені території шкільних ділянок, спортивних майданчиків житлових масивів), залишки природних територій. Вважаємо за доцільне стандартизувати класифікацію зелених просторів за ієрархічними ознаками, що вплине не лише на міську систему зелених насаджень, але й на ландшафтну організацію простору за межами міст.

Бібліографічні посилання

Bilgili, B. C., & Gokyer, E. (2012). Urban green space system planning. *Landscape planning*, 107-123. Dr. Murat Ozyavuz (Ed.). <https://doi.org/10.5772/45877>.

- Available from: <http://www.intechopen.com/books/landscape-planning/urban-green-space-system-planning>
- Byrne, J., & Sipe, N. (2010). Green and open space planning for urban consolidation – A review of the literature and best practice. Urban Research Program, Griffith University Brisbane, QLD 4111. Available from: <http://hdl.handle.net/10072/34502>
- Cvejić, R., Eler, K., Pintar, M., Železnikar, Š., Haase, D., Kabisch, N., & Strohbach, M. (2015). A typology of urban green spaces, ecosystem services provisioning services and demands. (May, 13, 2015). Report, D3.1, UBER, Germany, 10. Retrieved at: http://greensurge.eu/working-packages/wp3/files/D3.1_Typology_of_urban_green_spaces_1.pdf
- Dhanapal, G., & Chaudhry, P. (2012). Open spaces for urban sustainability. Available from: <http://sustainabilityoutlook.in/content/open-spaces-urban-sustainability>
- Hannikainen, M. (2012). Classification of green spaces in Helsinki and Vantaa. Classification of green spaces. Posted on October 22, 2012 by nlipsane
- Ibes, D. C. (2015). A multi-dimensional classification and equity analysis of an urban park system: A novel methodology and case study application. *Landscape and urban planning*, 137, 122-137. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.12.014>
- Jones, K. R. (2018). The Lungs of the City: Green Space, Public Health and Bodily Metaphor in the Landscape of Urban Park History. *Environment and history*, 24 (1), 39-58. <https://doi.org/10.3197/096734018X15137949591837>
- Kafafy, N. A.-A. (2010). The dynamics of urban green space in an arid city; the case of Cairo- Egypt. A thesis submitted in fulfillment of the requirements of Cardiff University for the degree of Doctor in Philosophy. Published by ProQuest LLC 2013.
- Khalil, R. (2014). Quantitative evaluation of distribution and accessibility of urban green spaces (Case study: City of Jeddah). *International Journal of Geomatics and Geosciences*, 4 (3), 526-535.
- Liu, L. (2008). Status and prospects for urban green structure planning in China: Weihai city as a case study. Forest & Landscape, University of Copenhagen.
- Manlun, Y. (2003). Suitability analysis of urban green space system based on GIS. Enschede, Netherlands. Retrieved at: <https://pdfs.semanticscholar.org/6307/58415ae57f5929bf5ddae76df33b1dd223d3.pdf>
- Mansor, M., Said, I., Mohamad, I. (2012). Experiential Contacts with Green Infrastructure's Diversity and Well-being of Urban Community. *Procedia, Social and Behavioral Sciences*, 49, 257-267. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.07.024>
- Meredith, D., & Salas Olmedo, M. (2011). Understanding the potential role of spatial typologies in responding to the RURAGRI. Teagasc, Rural Economy Development Programme, Ashtown, Dublin 15. Ireland. Available from: RURAGRI_WP4_Spatial_Typologies.pdf
- New park development (2017). Parks Development Manual – 2nd Edition 2017. Retrieved at: <https://ottawa.ca/en/city-hall/planning-and-development/new-park-development> and <https://ottawa.ca/en/park-development-manual-second-edition-2017>
- Nochian, A., Tahir, O. M., Maulan, S., Rakhshandehroo, M. (2015). A comprehensive public open space categorization using classification system for sustainable development of public open spaces. *Alam Cipta*, 8 (1), 29-40.
- Parks and amenity open space strategy* (2013). Dover District Council. <https://www.dover.gov.uk/Planning/Planning-Policy-and-Regeneration/PDF/Parks-and-Amenity-Open-Space-Strategy.pdf>
- Pokharel, R. P., & Khanal, N. R. (2018). Open space: Typology and distribution in Pokhara Lekhnath metropolitan city. *The Geographical Journal of Nepal*, 11, 25-44.
- Rakhshandehroo, M. (2014). Establishing new urban green spaces classification for Malaysian cities. Conference: IFLA 2014 Asia Pacific Congress, At Kuching, Malaysia, April 2014, 1,534 DOI: 10.13140/RG.2.1.3912.6880
- Rey, G. G., Barrigon, M. J. M., Montes, G. D., & Atanasio, P. M. (2018). Relationships among satisfaction, noise perception, and use of urban green spaces. *Science of the total environment*, 624, 438-450. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.12.148>
- Rupprecht, C. D. D., & Furuya, K. (2017). Spatial typology in informal urban green spaces: The case of Ichikawa city, Japan. Japan Geoscience Union. Retrieved at: <https://confit.atlas.jp/guide/event-img/jp-guagu2017/HSC06-09/public/pdf?type=in>
- Scottish nature heritage (2005). Minimum standards for open space. Retrieved at: <http://www.gov.scot/Publications/2005/07/18104215/42277>
- Southampton's Green Space Strategy Summary and Action Plan* (2005). Information from Southampton City Council about Southampton's Parks and Green Spaces. Retrieved at: https://www.southampton.gov.uk/policies/green%20space%20strategy%20summary%20and%20action%20plan_tcm63-363566.pdf
- Stanley, B. W., Stark, B. L., Johnston, K. L., & Smith, M. E. (2012). Urban open spaces in historical perspective: a transdisciplinary typology and analysis. *Urban geography*, 33 (8), 1089-1117. <https://doi.org/10.2747/0272-3638.33.8.1089>
- Sytnik, T. M. (2014). Land for green areas in settlements as an object of legal relations. *Journal of the Kyiv University of Law*, 3, 86-93(in Ukrainian).
- Tolkachenko, O. V. (2009). Some aspects of the legal status of green spaces in cities. *Bulletin of the Odessa National University: Jurisprudence*, 14 (1), 96-103 (in Ukrainian).
- Young, R., Zanders, J., & Fassman-Beck, E. (2014). A comprehensive typology for mainstreaming urban green infrastructure. *Journal of Hydrology*, 519 (27), 2571-2583.

- Yu, Z., Wang, Y., Deng, J., Shen, Z., Wang, K., Zhu, J., & Gan, M. (2017). Dynamics of hierarchical urban green space patches and implications for management policy. *Sensors*, 17 (6), 1304. <https://doi.org/10.3390/s17061304>
- Yukhnovskiy, V., & Zibtseva, O. (2018). Comparative analysis of classification of plantations of settlements of Ukraine and post-Soviet countries. *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 16, 90-98 (in Ukrainian).
- Yusof, M., Yusof, M. J., Johari, M. (2013). True colours of urban green spaces: identifying and assessing the qualities of green spaces in Kuala Lumpur, Malaysia. Retrieved at: <http://hdl.handle.net/1842/8111>
- Zi, T. (2011). Development tendency of urban park in China. International Conference on Applied Social Science, Changsha, China, March, 19-20 (ICASS 2011), III, 223-228.

Типология и классификация как методы категоризации зеленого пространства

В. Ю. Юхновский¹, О. В. Зибцева²

Установлено, что основными методами категоризации открытого зеленого пространства является типология, которая касается типов открытого пространства без учета их внутренних характеристик, и классификация, которая учитывает внутренние количественные и качественные показатели пространства. Классификационный метод распределения открытого пространства базируется на трех подходах: иерархии охвата или обслуживания, функции и структуры пространства. Объем обслуживания обусловлен географической территорией, размером, уровнем использования, удаленностью. Разные страны адаптировали метод классификации, основанный на функциях классификации их национальных систем зеленых пространств.

Использование иерархической классификации (на национальном, региональном и городском уровнях) в таких странах, как Малайзия, Австралия, частично США, Канаде, делает возможным ландшафтное планирование в национальном масштабе с реализацией основного принципа озеленения – равномерности и стандартной доступности зеленого про-

странства для всех слоев населения. Иерархическая классификация парков (например, в Оттаве) и четкие стандарты их размера, размещения, радиуса зоны обслуживания делает ее эталонным инструментом разработки новых рекреационных пространств.

Дальневосточные страны используют двухуровневую (Китай) и трехуровневую (Япония) классификации зеленого пространства с соответствующими ступенями: места общего пользования, открытые зеленые пространства, парки и ландшафтные объекты. Малайзийская классификация открытого пространства базируется на иерархии обслуживания, а североамериканская и австралийская системы открытых пространств используют функциональный, иерархический и ландшафтный подходы.

Проанализированы типологии зеленого пространства и классификации парков в постсоветских (Украина, Беларусь), европейских (Великобритания), североамериканских (США, Канада), азиатских (Япония, Китай, Сингапур, Малайзия) странах и в городах Австралии. Выявлено, что разные страны предлагают свои классификации зеленого пространства, основанные на функциональном назначении территории, физических характеристиках, размерах, объемах обслуживания населения и т.д.

В Украине, как и в классификации зеленого пространства Беларуси, используется простая и довольно удобная классификация парков по их месторасположению относительно городских границ: городские и загородные парки (как правило, лесопарки) и парки по функциональному признаку. Сейчас парки в зависимости от характера и назначения разделяют на парки культуры и отдыха, районные, спортивные, детские, дендрологические, исторические, национальные, мемориальные, этнографические парки-музеи, исторические, выставочные, зоологические, аэрофитотерапии и т.п.

Отсутствие иерархической классификации и соответствующих стандартов приводит к поглощению зеленого пространства городской застройкой. Осуществлен поиск путей совершенствования классификации зеленых насаждений, используемой в Украине. Природные территории и зеленые насаждения ограниченного пользования (школьных участков, спортивных площадок жилых массивов) являются наиболее уязвимыми территориями, которые в первую очередь попадают под застройку в украинских городах. Четко прописанная классификация озелененных территорий будет способствовать их сохранению в условиях растущей урбанизации. Рекомендуется стандартизировать украинскую классификацию зеленых насаждений, в том числе и по иерархическим признакам, что повлияет не только на систему зеленых насаждений городов, но и на ландшафтную организацию пространства за их пределами.

Ключевые слова: зеленая инфраструктура; зеленые насаждения; парк; ландшафтная организация пространства; озеленение; рекреация; городские леса.

¹ Юхновский Василий Юрьевич – академик Лесной академии наук Украины, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры возобновления лесов и лесных мелиораций. Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, ул. генерала Родимцева, 19, г. Киев, 03041, Украина. Тел.: +38-067-720-32-16. E-mail: yukhnov@ukr.net

² Зибцева Ольга Васильевна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры ландшафтной архитектуры и садово-паркового строительства. Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, ул. генерала Родимцева, 19, г. Киев, 03041, Украина. Тел.: +38-050-835-77-74. E-mail: stplut2017@gmail.com

Typology and classification as methods of categorization of green space

V. Yukhnovskiy¹, O. Zibtseva²

The paper author analyses the typologies of green space and the classifications of parks of post-Soviet (Ukraine, Belorussia), European (UK), North American (USA, Canada), Asian (Japan, China, Singapore, Malaysia) countries and cities of Australia. It has been found out that different countries proposed the offer classifications based on the functional purpose of the territory, the physical characteristics of the green space, the size and volume of service of the population, and so on.

It is established that the main methods of categorization of open green space are a typology that deals with types of open space without taking into account their internal characteristics, and a classification that takes into account internal quantitative and qualitative parameters of space. Classification method of the distribution of open space is based on three approaches: hierarchy of coverage or service, functions and structure of space. The amount volume of service is determined by the geographical area, size, level of use, remoteness.

Different countries have adapted a classification method based on the functions of the classification of their national systems of green spaces. Use of hierarchical classifications (at national, regional and urban levels) in countries such as Malaysia, Australia,

partly the United States, Canada, etc. makes possible landscape planning on a national scale with the implementation of the basic principle of greening – the uniformity and standard availability of green space for all segments of the population. The hierarchical classification of parks (for example, in Ottawa) and clear standards regarding their size, location, radius of service area makes it a reference tool for developing new recreational spaces and a model for imitation. Far Eastern countries use the two-level (China) and three-level (Japan) classification of green space with appropriate levels: public spaces, open green spaces, parks and landscapes. The Malaysian classification of open space is based on a service hierarchy, while the North American and Australian open spaces systems use functional, hierarchical, and landscape approaches.

Instead, in Ukraine, as in the classification of greened areas of Belarus, a simple and fairly convenient classification of parks in a location relative to city boundaries is used: urban and suburban (as a rule, forest parks) and on a functional basis. At present, parks, depending on their nature and purpose, are divided into cultural and recreational parks, regional, sports, children's, dendrological, historical, national, memorial, ethnographic parks-museums, historical, exhibition, zoological, aerophototherapy etc. The lack of a hierarchical classification and corresponding standards leads to the absorption of green spaces by urban buildings. It's searched ways to improve the classification of green areas used in Ukraine. Natural areas and green plantations of limited use (of schools, sports plots at the residential areas) are the most vulnerable territories that are primarily to be built in Ukrainian cities. A well-defined classification of green areas will contribute to their conservation in a context of growing urbanization. It is recommended to standardize the Ukrainian classification of green plantations, including hierarchical features, which will affect not only the city system of green plantations, but also the landscape organization of the space around the cities.

Key words: green infrastructure; green plantations; park; landscape organization of space; landscaping; recreation; urban forests.

¹ *Vasyl Yukhnovskiy* – a full Member of the Forest Academy of Sciences of Ukraine, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the department of forests restoration and forest meliorations. National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, st. General Rodimtsev, 19, Kyiv, 03041, Ukraine. Tel. + 38-067-720-32-16. E-mail: yukhnov@ukr.net

² *Olga Zibtseva* – Candidate of Agricultural Sciences, Assistant professor of the department of landscape architecture and gardening. National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, st. General Rodimtsev, 19, Kyiv, 03041, Ukraine. Tel: + 38-050-835-77-74. E-mail: stplut2017@gmail.com

2. ЛІСОВІ КУЛЬТУРИ, ФІТОМЕЛІОРАЦІЯ, СЕЛЕКЦІЯ І ГЕНЕТИКА



Наукові праці Лісівничої академії наук України
Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine

<http://fasu.nltu.edu.ua>
<https://doi.org/10.15421/411821>
Article received 2018.06.23
Article accepted 2018.10.25

ISSN 1991-606X print
ISSN 2616-5015 online
@ ✉ Correspondence author

Mykola Guz
mguz@ukr.net
General Chuprynka st., 103, Lviv, 79057, Ukraine

УДК 630*232.318:582.746.56

Посівні якості насіння найпоширеніших у західному регіоні України видів гіркогокаштанів

М. М. Гузь¹, В. Ф. Гевал²

У зелених насадженнях різних видів і типів західного регіону України найпоширенішими є чотири види гіркогокаштанів: *Aesculus hippocastanum* L., *Aesculus pavia* L., *Aesculus octandra* Marsh та *Aesculus carnea* Hayne. Для цих видів гіркогокаштанів здійснено комплекс досліджень з визначення посівних якостей насіння – чистоти, доброякісності, вологості, маси 1000 насінин, технічної і ґрунтової схожості, енергії проростання та посівної придатності. Насінню досліджуваних видів гіркогокаштанів властиві високий рівень чистоти (94,4-96,7%) і доброякісності (83,0-97%) та значна варіабельність середньої маси 1000 шт. насінин (8,8-20,2 кг). Найвищим рівнем технічної схожості, незалежно від типу субстрату, вирізняється насіння *A. pavia* (78,0-87,0%), найменшим – *A. carnea* (52,0-60,0%).

Досліджено динаміку доброякісності та технічної схожості насіння впродовж 2000-2017 рр. Для видів *A. pavia*, *A. octandra* та *A. carnea* такі дослідження здійснено вперше.

У лісових і декоративних розсадниках рекомендовано використовувати уточнену норму висівання насіння *A. hippocastanum*: 375-400 г/м для осінньої і 430-460 г/м – для весняної сівби. Вперше обґрунтовано норму висівання насіння для трьох видів гіркогокаштанів (*A. octandra*, *A. pavia*, *A. carnea*) для осінньої і весняної сівби, відповідно, 340-400 та 400-460 г/м; 220-265 і 250-300 г/м; 600-700 і 690-800 г/м посівного рядка.

Ключові слова: гіркогокаштан; чистота; доброякісність; вологість; технічна і ґрунтова схожість; енергія проростання та посівна придатність насіння; маса 1000 насінин.

Вступ. До роду *Aesculus* L. належить 13 видів, об'єднаних у п'ять секцій. В Україні культивується п'ять видів (Zayachuk, 2008, Misnik, 1976). У західному регіоні держави у різних видах і типах зелених насаджень найпоширенішими є чотири

види: гіркогокаштан кінський звичайний (*Aesculus hippocastanum* L.), гіркогокаштан павія (*Aesculus pavia* L.), гіркогокаштан восьмитичинковий (*Aesculus octandra* Marsh) та гіркогокаштан червоноквітковий або м'ясо-червоний (*Aesculus carnea* Hayne).

¹ Гузь Микола Михайлович – академік Лісівничої академії наук України, доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри лісових культур і лісової селекції. Національний лісотехнічний університет України, вул. генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. Тел.: +38-050-315-23-12. E-mail: mguz@ukr.net

² Гевал Володимир Федорович – здобувач кафедри лісових культур і лісової селекції. Національний лісотехнічний університет України, вул. генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. Тел.: +38-067-670-74-60. E-mail: t6707460@gmail.com

Досліджувані чотири види гіркогоаштанів є представниками двох секцій. Вони мають відмінності у габітусі дерев, формі і розмірі плодів, кольорі квіток тощо. Найпоширеніший на території нашої країни гіркогоаштан кінський звичайний є представником секції *Aesculus*. Гіркогоаштани павія і восьми-тичинковий належать до секції *Pavia*. Гіркогоаштан червоноквітковий, або м'ясо-червоний є гібридом між гіркогоаштаном кінським звичайним і гіркогоаштаном павія.

Гіркогоаштан кінський звичайний, який відрізняється білим кольором квіток, походить із гірських лісів південної частини Балканського півострова, де формує чисті і мішані лісові насадження на території сучасних Албанії, Болгарії та Греції. Із червоноквіткових видів роду *Aesculus* L. у західному регіоні України поширені два види: інтродуцент із Північної Америки гіркогоаштан павія (*Aesculus pavia* L.) та гіркогоаштан червоноквітковий, або м'ясо-червоний (*Aesculus carnea* Hayne). Успішну гібридизацію цього культивуру було виконано у 1818 р. (Grygoryuk et al., 2004).

На відміну від найпоширенішого у регіоні гіркогоаштана кінського звичайного, червоноквіткові види гіркогоаштанів є стійкими проти каштанової мінувчої молі, тому заслуговують на ширше застосування у ландшафтному дизайні. При цьому основним лімітуючим чинником обмеженого використання червоноквіткових гіркогоаштанів в озелененні і ландшафтній архітектурі є брак належної кількості та якості садивного матеріалу.

Гіркогоаштан восьми-тичинковий, або жовтий (*Aesculus octandra* Marsh.), представник рослинного світу Північної Америки – один з інтродукованих в Україні видів секції *Pavia* роду *Aesculus* L. Декоративне дерево з двостатевими жовтими квітками. Рослини цього виду є найбільш високорослими серед усіх видів гіркогоаштанів. У лісорослинних умовах західного регіону України деякі дерева виростають заввишки до 28-30 м. Деревам виду властива тіньовитривалість, вимогливість до родючості і вологості ґрунту. Найбільш морозостійкий вид серед гіркогоаштанових. Дереву також не пошкоджуються каштановою мінувчою міллю, тому гіркогоаштан восьми-тичинковий, на наш погляд, можна розглядати у майбутньому як альтернативу гіркогоаштану кінському звичайному, разом з рослинами червоноквіткових видів.

Визначальними складниками посівних якостей насіння будь-якого виду деревної рослинності є його чистота, доброякісність, схожість (технічна, абсолютна і ґрунтова), енергія проростання, маса 1000 шт., вологість, посівна придатність та інше. При цьому для більшості деревних видів, які використовують у цілеспрямованій господарській діяльності, ці показники є достатньо добре вивченими, а оптимальні значення їх регламентовані відповідними державними стандартами. Для гіркогоаштанів, які культивуються в Україні, посівні якості насіння на сьогодні є відомими лише для найпоширенішого виду – гіркогоаштана кінського звичайного

го. Для решти видів гіркогоаштанів такі показники є не вивченими.

Гіркогоаштани донедавна не входили до переліку видів, які були б постійно у полі зору наукових досліджень в Україні. Проте, зважаючи на погіршення останнім часом санітарного стану їхніх насаджень через пандемію мінувчої молі (*Cameraria orchidella* (Lepidoptera, Gracillariidae)), особливо гіркогоаштана кінського звичайного (Akimov, 2003, Akimov et al., 2004, Akimov et al., 2006, Kramarets, 2005, Kramarets & Kurochka, 2006), цікавість науковців до цих видів стрімко підвищилась. Свідченням цього є захист низки дисертаційних робіт, виконаних за останні роки (Iliencko, 2012, Fazilova, 2013, Khomenok, 2017, Pentelyuk, 2018), опублікування монографій (Grygoryuk et al., 2004, Gabeyev & Gabeeva, 2007, Zerova et al., 2007), великої кількості наукових статей, в яких досліджено різні аспекти життєдіяльності, росту і розвитку рослин гіркогоаштанів, насамперед у країнах, де пандемію каштанової мінувчої молі було зафіксовано раніше (*Cameraria ohridella* and..., 2004, Girardoz et al., 2007, Ferracini & Alma, 2008, Pop et al., 2008, Glowacka et al., 2009).

Наявність реальної загрози самому існуванню насаджень гіркогоаштанів у нашій країні робить актуальним і необхідним пошуки стійких їх видів і культиварів у широкому віковому діапазоні – від молодих до вікових рослин.

Тому вивчення особливостей розмноження, вирощування садивного матеріалу різних видів гіркогоаштанів та розроблення ефективних напрямків його використання є актуальним завданням лісівників, ботаніків та дендрологів.

Об'єкти та методика досліджень. Об'єкт дослідження – особини чотирьох видів гіркогоаштанів у зелених насадженнях різних видів і типів західного регіону України. Предмет дослідження – посівні якості насіння *Aesculus hippocastanum* L., *Aesculus pavia* L., *Aesculus octandra* Marsh. та *Aesculus carnea* Hayne.

Мета дослідження – встановити показники основних посівних якостей насіння найпоширеніших у регіоні досліджень видів гіркогоаштанів, визначити норми висіву насіння для осіннього і весняного термінів.

Показники посівних якостей насіння усіх досліджуваних видів гіркогоаштанів вивчали за вимогами, регламентованими відповідними державними стандартами для гіркогоаштана кінського звичайного (GOST 13056.1-67 (1977), GOST 13056.2-89 (1989), GOST 13056.7-68 (1977), GOST 13056.3-86 (1986), GOST 13056.4-67(1976), GOST 13056.8-97 (2000), GOST 13056.6-97 (1999) та DSTU 5036:2008 (2009)) та іншими джерелами (Debrynyuk et al., 1998). При цьому зафіксовані у державних стандартах, чинних на час проведення досліджень, посівні якості гіркогоаштана кінського звичайного ми взяли за еталон.

Насіння для визначення показників посівної якості відбирали у процесі щорічної його заготівлі впродовж 2000-2017 рр. у місцях росту дерев і насаджень досліджуваних видів. Для гіркогоаштанів кінського звичайного, павія і м'ясо-червоного це

були окремі дерева і насадження різних видів і типів у Львові. Насіння гіркокаштана восьмищичинкового заготовляли, окрім Львова, у парку с. Переможне (Городоцький р-н Львівської обл.), зелених насадженнях Ужгорода та парку смт Гоща (Рівненської обл.).

Досліджували такі показники посівної якості насіння: чистоту, доброякісність, вологість, масу 1000 насінин, схожість, енергію проростання та посівну придатність.

Результати та обговорення. Під час визначення показників посівних якостей насіння насамперед встановлюють його чистоту, оскільки решту показників визначають лише для чистого насіння. Зміст поняття «чисте насіння» має своє конкретне наповнення для кожного виду деревної рослинності. Згідно з ДСТУ 5036: 2008 *чистота насіння* характеризується вмістом чистого насіння (без відходів і домішок) в однорідній партії. Для насіння гіркокаштана кінського звичайного, як єдиного із видів гіркокаштанів, визначення посівних якостей насіння якого регламентовано ДСТУ 5036:2008, виокремлено такі чотири фракції чистого насіння (DSTU 5036:2008 (2009): ціле, нормально розвинене насіння, незалежно від його кольору; дрібне повнозернисте насіння, яке за розмірами (довжиною і товщиною) дорівнює, або становить більше половини середньої нормально розвиненої насінини; проросле насіння, в якого кінчик зародка розірвав насіннєву оболонку, але не вийшов за її межі; насіння здорове за зовнішнім виглядом, але з тріснутою шкіркою, в якого через тріщину не видно зародка (ендосперму, перисперму).

Під час встановлення чистоти свіжозібраного насіння, як було в наших експериментах, пророслого насіння у гіркокаштанів не виявлено. Тому актуальним у цьому варіанті визначення цієї посівної якості насіння для гіркокаштанів залишаються лише три фракції із наведених вище – перша, друга і четверта. При цьому насіння четвертої фракції, зазвичай, трапляється під час опадання насіння гіркокаштанів на тверду поверхню – асфальт, бетон тощо.

Чистоту насіння гіркокаштана кінського звичайного визначають за результатами однієї наважки масою 5000 г, виділеної із маси середньої проби (6000 г), як відношення чистого насіння до початкової маси взятої наважки, виділеної із середнього зразка (Debrynyuk et al., 1998). Такі маси наважок і середніх проб було відібрано для всіх досліджуваних видів гіркокаштанів.

Звичайно, що крім чистого насіння, в деяких наважках траплялися відходи і домішки різних фракцій, які і були лімітуючим чинником кінцевого результату чистоти насіння. Так, до відходів насіння гіркокаштанів зараховували такі фракції: насіння шупле, дрібне, яке за довжиною і товщиною менше від половини середньої, нормально розвиненої насінини; механічно пошкоджене та пошкоджене ентомошкідниками і гризунами насіння; насіння, вражене хворобами.

Фракція домішок була представлена переважно сміттям: грудочками землі, насіннєвими оболонками (стулками із шипами), кусочками листків та інше.

Насіння гіркокаштанів, яке досягло рівня господарської стиглості, зазвичай заготовляють способом збирання із поверхні землі після його опадання з дерев природним шляхом, або після обтрушування. Тому під час заготівлі такого насіння здійснюють його попереднє очищення від домішок і відходів. Під час заготівлі невеликих партій насіння можна забезпечити його високий рівень чистоти (табл. 1). При цьому найвищим рівнем чистоти характеризується насіння гіркокаштанів павія і м'ясо-червоного. Деяко нижчим є чистота насіння гіркокаштана восьмищичинкового внаслідок пошкодження значної частини насінин гризунами.

Найменша частка чистого насіння притаманна гіркокаштану кінському звичайному. На нашу думку, однією з причин такого стану є часткове зниження життєздатності дерев цього виду довготривалим впливом мінуючої каштанової молі. Підтвердженням зазначеному вище є велика частка дрібного насіння (розміром менше від половини середньої нормально розвиненої насінини) у масі відходів середньої проби – 4,7%.

Зрозуміло, що під час заготівлі насіння різних видів гіркокаштанів у промислових масштабах такий високий рівень чистоти забезпечити складно. Особливо, коли для інтенсифікації процесу заготівлі насіння використовують обтрушування плодів з дерев, що ростуть. При цьому відбувається опадання частини плодів-коробочок з напіврозкритими, чи навіть зовсім нерозкритими стулками, вкритих короткими шипами. Наявність таких насінних оболонок у гіркокаштанів (стулок із шипами) істотно знижує чистоту насіння. Тому така насінна сировина потребує первинного очищення з виокремленням насіння від насінних оболонок на місці заготівлі насіння.

Таблиця 1

Чистота насіння гіркокаштанів, зібраного із поверхні землі після опадання

Видова назва	Маса наважки, г	Маса відходів		Маса домішок		Вихід чистого насіння	Чистота насіння
		г	%	г	%	г	%
Гіркокаштан звичайний	5000	236	4,7	46	0,9	4718	94,4
Гіркокаштан восьмищичинковий	5000	221	5,4	41	0,8	4738	94,8
Гіркокаштан павія	5000	117	2,3	36	0,7	4847	96,7
Гіркокаштан м'ясо-червоний	5000	186	3,7	45	0,9	4769	95,4

Загалом за чистотою насіння усіх досліджених видів гіркокаштанів відповідає вимогам чинного державного стандарту щодо його кондиційності.

Доброякісність насіння – кількість чистого, повнозернистого здорового насіння з характерним для конкретного виду рослинності забарвленням зародка та ендосперма, виражена у відсотках від загальної кількості насінин, взятих для аналізу (Debrynyuk et al., 1998). Визначають за аналізом будови, забарвлення і структури розрізаного сухого, або намоченого насіння, згідно з вимогами ГОСТ 13056.8-97 (GOST 13056.8-97, 2000). Є достатньо простим і ефективним методом визначення посівної якості насіння в умовах лісгосподарських підприємств чи спеціалізованих розсадників, оскільки не потребує використання спеціального лабораторного обладнання. Застосовують зазвичай для насіння деревних видів з тривалим терміном проростання, для яких не розроблено методи визначення схожості і життєздатності.

Для насіння гіркокаштанів метод доброякісності використовують як попередній метод визначення посівної якості насіння у межах внутрішньогосподарської перевірки. У разі отримання позитивних результатів, наступний етап – визначення схожості – можна не використовувати. Мінімально допустимий рівень доброякісності насіння гіркокаштана кінського звичайного – 60% (для насіння 3-го класу якості).

Визначали доброякісність свіжозібраного насіння без попереднього намочування, але з відбором його методом флотації. З насіння кожного виду від-

бирали по три проби із 100 насінин. Відібрані насінини розрізали скальпелями. За результатами розрізування насіння поділяли на дві категорії: доброякісне і недоброякісне. Домінантною ознакою доброякісності насіння *A. hippocastanum* є наявність пружного зародка молочно-білого або жовтуватобілого кольору. До недоброякісного зараховували насіння з ознаками гниття, беззародкове насіння (відсутність сформованого зародка) та насіння з аномальним за загальним виглядом чи кольором зародка.

Визначення доброякісності насіння гіркокаштанів здійснювали впродовж 2000-2017 рр. Динаміку доброякісності насіння ілюструють дані табл. 2. Отже, доброякісність насіння гіркокаштанів є достатньо стабільним показником посівної якості у межах виду для червоно- і жовтокуваткового культиварів. Так, впродовж зазначених років спостережень доброякісність насіння *A. pavia* була у межах 85,0-95,0%, *A. carnea* змінювалась від 84,0 до 92,0%, *A. octandra* – від 70,0 до 83,0%. При цьому цей показник не виявив чіткої тенденції його динаміки у насінні цих видів.

Натомість доброякісність насіння найпоширенішого у регіоні гіркокаштана кінського звичайного характеризується чітким і послідовним зниженням у межах досліджуваного періоду до 2012 р., пізніше – незначним зростанням (у межах 4-8%). Останнє, на нашу думку, свідчить про наявність певного дієвого чинника впливу на процес формування насінини власне цього виду.

Таблиця 2

Динаміка доброякісності насіння гіркокаштанів

Видова назва	Доброякісність насіння за роками спостережень, %						
	2000	2003	2006	2009	2012	2015	2017
Гіркокаштан звичайний	97,0	89,0	82,0	78,0	76,0	80,0	84,0
Гіркокаштан восьмилисточковий	81,0	77,0	83,0	70,0	79,0	82,0	80,0
Гіркокаштан павія	89,0	95,0	90,0	91,0	86,0	90,0	85,0
Гіркокаштан м'ясо-червоний	92,0	88,0	85,0	89,0	90,0	86,0	84,0

Маса 1000 насінин вважають одним із основних показників якості, оскільки відображає повнозернистість та географічне походження насіння. У практичній діяльності використовують для уточнення норми висівання насіння конкретного деревного виду під час вирощування садивного матеріалу в умовах відкритого і закритого ґрунтів лісових і декоративних розсадників (Debrynyuk et al., 1998). Значення абсолютних показників маси 1000 насінин залежать насамперед від деревного виду.

Для встановлення середньої маси 1000 насінин досліджуваних видів гіркокаштанів відібрано і проаналізовано зразки стиглого чистого кондиційного насіння, зібраного у різних місцях росту дерев і насаджень. Під час визначення маси насіння гіркокаштанів дотримувались норми державного

стандарту (DSTU 5036:2008 (2009)) щодо відбору наважки насіння масою 5000 г для визначення чистоти насіння гіркокаштана кінського звичайного. Аналогічні наважки було взято і для решти видів гіркокаштанів.

Згідно з вимогами DSTU 5036:2008 для визначення маси насіння кожного походження відібрали і зважили по дві проби по 100 насінин у кожній, з наступним множенням суми мас цих проб на п'ять (DSTU 5036:2008 (2009)). Визначення маси 1000 шт. насінин здійснювали у роки рясного урожаю на деревах досліджуваних видів кожного із походжень.

Усереднені отримані результати середньої маси 1000 шт. насінин різних видів гіркокаштанів наведено у табл. 3. Встановлено, що найбільша маса 1000 шт. насінин притаманна деревам гібридного

гіркокаштана м'ясо-червоного – понад 20,2 кг. Найменшу середню масу насіння серед досліджуваних видів мали дерева гіркокаштана павія. Середня маса насіння решти двох видів мала проміжні значення, з невеликою різницею між собою.

Щодо діапазону між масами насінин різних біометричних груп, то він характеризується значною

варіабельністю у всіх видів (у межах 2,7-3,4 раза між найменшими і найбільшими насінинами).

Отримані значення середніх показників маси 1000 шт. насінин різних видів гіркокаштанів можна використати для розрахунку регіональних норм висівання насіння цих видів у спеціалізованих розсадниках.

Таблиця 3

Показники маси насіння гіркокаштанів

Видова назва	Маса життєздатної насінини, г			Середня маса 1000 шт. насінин, г
	мінімальна	середня	максимальна	
Гіркокаштан звичайний	7,8	13,2	26,9	13230
Гіркокаштан восьмитичинковий	8,4	11,3	22,5	11300
Гіркокаштан павія	4,9	8,78	14,8	8785
Гіркокаштан м'ясо-червоний	11,7	20,2	39,3	20206

Вологість насіння, як елемент посівної якості, не регламентовано нормативно-правовими документами. Але її визначення є потрібним і має важливе практичне значення для забезпечення успішного зберігання насіння впродовж тривалого часу – від перероблення заготовленої лісонасінної сировини до висівання. Особливого значення рівень вологості насіння має для видів деревної рослинності з великим насінням, яке при цьому характеризується значним її рівнем. До таких видів належать і гіркокаштан. При цьому для забезпечення успішності майбутнього проростання насіння більше значення має не вологість насіння у її класичному трактуванні – як відношення вмісту води до маси вихідної наважки, а допустимий мінімальний рівень вмісту води, за якого взагалі можливе проростання насіння.

Визначення вологості насіння гіркокаштанів здійснювали повітряно-тепловим методом шляхом порівняння маси сирого насіння та висушеного у термостаті подрібненого насіння, згідно з вимогами ДСТУ 5036:2008 (DSTU 5036:2008 (2009)).

Для цього відбирали середні проби насіння кожного із досліджуваних видів орієнтовною маси не менше 500 г із кондиційних насінин після проведення аналізу на чистоту та визначали їхню масу на електронних вагах. Після цього відбирали наважки насіння масою не менше 100 г. Кількість насінин при цьому, залежно від виду гіркокаштанів, була у межах 5-12 шт. Відібрані таким способом насінини гіркокаштанів розрізали на 4-5 частин і розмелю-

вали на електричному млинку. Із отриманих розмелених насінин відбирали робочі проби масою 15 г, які закладали у бюкси з накривками (по дві робочі проби кожного виду). Заповнені розмеленим насінням бюкси поміщали у термостат, розігрітий попередньо до температури +1300С.

Сушіння у термостаті здійснювали впродовж 120 хв. до отримання постійної маси і знову зважували. Далі визначали вологість насіння кожної наважки за такою формулою:

$$W = \frac{m - m_1}{m - m_2} \times 100\%$$

де m – маса бюкси з розмеленим насінням до висушування, г; m_1 – маса бюкси з насінням після висушування, г; m_2 – маса бюкси з покривкою, г.

Встановлено, що найвищий рівень вологості характерний для насіння гіркокаштана восьмитичинкового (71,2%). Близькі між собою показники вологості властиві насінню гіркокаштанів павія і м'ясо-червоного (відповідно 51,3 і 51,9%); насіння гіркокаштана кінського звичайного за рівнем вологості близьке до жовтооквіткового виду (табл. 4).

Встановлена вологість насіння гіркокаштанів дає підставу характеризувати ці види як деревні рослини із плодами, які за рівнем вологості займають проміжне положення між групами деревних порід із сухим і соковитим оплоднем.

Таблиця 4

Вологість насіння гіркокаштанів

Видова назва	Маса насінин до висушування, г	Абсолютна суха маса насіння після висушування, г	Вологість насіння, %
Гіркокаштан звичайний	15,0	6,7	69,4
Гіркокаштан восьмитичинковий	15,0	7,1	71,2
Гіркокаштан павія	15,0	7,7	51,3
Гіркокаштан м'ясо-червоний	15,0	5,9	51,9

Схожість – основний показник посівної якості насіння деревних рослин, який характеризує здатність насіння проростати і давати нормально розвинені проростки у певних умовах за встановлений державним стандартом для кожної породи термін (GOST 13056.6-97).

Визначення схожості насіння деревних рослин здійснювали у лабораторних і польових умовах методом пророщування за встановленою державним стандартом кількістю насіння. Відповідно до умов пророщування насіння визначали: технічну, абсолютну та ґрунтову схожість. Перші два види схожості визначали у лабораторних умовах, а ґрунтову – в умовах відкритого чи закритого ґрунту лісових і декоративних розсадників.

Для насіння гіркогокаштанів із лабораторних видів схожості актуальним є визначення технічної схожості, оскільки визначаючи абсолютну схожість, враховують кількість порожнього насіння. У випадку з насінням гіркогокаштанів порожнє насіння вибраковують під час намочування. Тому визначали лише показник технічної схожості згідно з вимогами міждержавного стандарту GOST 13056.6-97 (1999). Пророщування попередньо намоченого впродовж 96 год насіння досліджуваних видів гіркогокаштанів, проводили у дерев'яних ящиках. Насіння у ящиках перемішували із зволженим субстратом (піском, тирсою, торфом, мохом). Насіння для пророщування брали у кількості 100 насінини кожного виду у трьох варіантах. Ящики з насінням для пророщування розміщували у темному місці за температури близько +20°C. Тривалість пророщування становила 20 діб. Протягом періоду пророщування двічі проводили контрольний огляд і відбір пророслого насіння – на 10-й і 20-й дні від початку експерименту.

Отримані усереднені результати технічної схожості насіння гіркогокаштанів, пророщуваного у різних типах органічних субстратів, ілюструють дані табл. 5. Встановлено, що насіння усіх видів краще проростає у субстраті із торфу і моху, а гірше – у піску і тирсі.

Таблиця 5

Показники технічної схожості насіння гіркогокаштанів, %

Видова назва	Тип субстрату			
	Пісок	Торф	Тирса	Мох
Гіркокаштан звичайний	75,0	77,0	70,0	79,0
Гіркокаштан восьмилисточковий	71,0	76,0	67,0	73,0
Гіркокаштан павія	84,0	82,0	78,0	87,0
Гіркокаштан м'ясо-червоний	65,0	68,0	65,0	70,0

Доведено, що найвищим рівнем технічної схожості, незалежно від типу субстрату, вирізняється насіння гіркогокаштану павія (78,0-87,0%). Наймен-

шу кількість пророслого насіння зафіксовано у м'ясо-червоного гіркогокаштану (65,0-70,0%).

Динаміку показників технічної схожості насіння досліджуваних видів гіркогокаштанів за 2000-2017 рр. ілюструють дані табл. 6, які свідчать про певні тенденції у показниках технічної схожості насіння гіркогокаштану кінського звичайного і решти видів. Для гіркогокаштану кінського звичайного притаманна чітка тенденція до зниження її середніх показників до 2012 року. Так, за аналізований період частка пророслого насіння цього виду зменшилася від 96 до 73%. Тобто технічна схожість насіння гіркогокаштану кінського звичайного знизилася від першого класу якості до третього. За відсутності подібної негативної тенденції у насінні інших видів гіркогокаштанів можна зробити висновок про появу постійно діючого чинника впливу на генеративний процес дерев гіркогокаштану кінського звичайного після 2000 року. Таким найімовірнішим чинником негативного впливу вважаємо масову появу каштанової мінулої молі в Україні власне у цей час (Akimov, 2003, Akimov et al., 2003, 2006, Kramarets, 2005, Kramarets & Kurochka, 2006).

Щодо насіння інших видів гіркогокаштанів, то певна варіабельність показників технічної схожості теж наявна. Але відсутність чіткої послідовності їх коливань свідчать про вплив на цей процес чинників змінного типу. До останніх відносимо періодичність плодоношення (насінний чи не насінний рік), умови формування квіткових бруньок, умови цвітіння і запилення, погодні умови у періоди цвітіння і запилення та умови під час формування і досягання плодів і насіння.

Ґрунтову схожість визначали в умовах як закритого, так і відкритого ґрунту з висіванням насіння восени (свіжозібраного) і навесні (стратифікованого).

Вибрані терміни висівання насіння для гіркогокаштанів є найпоширенішими. При цьому кожен з них має свої переваги і недоліки. Перевагами осінньої сівби є те, що немає потреби у трудомісткому процесі стратифікації насіння. Недоліками є ймовірність пошкодження висіяного насіння в осінньо-зимовий період гризунами і птахами, хворобами і шкідниками, перемерзанням тощо. Крім того, висівання свіжозібраного насіння не дає змоги ідентифікувати насіння із низькою біологічною стійкістю.

Під час весняної сівби використовують підготовлене до висівання (стратифіковане) насіння, до того ж можливе попереднє відбирання до висівання лише якісного, здебільшого вже частково пророслого («накільченого») насіння. А короткий період перебування насіння у ґрунтовому субстраті від часу сівби до його проростання значно зменшує ймовірність негативного впливу на нього абіотичних та біотичних чинників.

Осінню і весняну експериментальну сівбу насіння у закритому ґрунті здійснювали у теплиці тунельного типу з поліетиленовим вкриттям. Насіння висівали у спеціально підготовлений субстрат – суміш річкового піску і низинного торфу (співвідно-

шення 1:1). Глибина загортання насіння – 10 і 8 см (відповідно восени і навесні). Норма висівання – 50 шт. насіння на 1 м рядка. Кількість повторностей кожного варіанту – три. Розміщення рядків (ширина міжрядь) – через 20 см.

У відкритому ґрунті насіння висівали на аналогічній глибині і норму висівання за ширини міжрядь 20 см. Насіння висівали відповідно у третій декадах жовтня і березня.

Перші списоподібні проростки гіркокаштанів, висіяних восени, почали з'являтися на поверхні ґрунтового субстрату у закритому ґрунті, починаючи з третьої декади березня. Насіння, висіяне у відкритий ґрунт восени, дало перші надземні проростки наприкінці першої декади квітня.

Послідовність появи проростків за видами гіркокаштанів була такою: павія, кінський звичайний, м'ясо-червоний, восьмитичинковий.

Таблиця 6

Динаміка технічної схожості насіння гіркокаштанів

Видова назва	Технічна схожість за роками спостережень, %						
	2000	2003	2006	2009	2012	2015	2017
Гіркокаштан звичайний	96,0	88,0	82,0	76,0	73,0	76,0	80,0
Гіркокаштан восьмитичинковий	72,0	75,0	74,0	69,0	74,0	73,0	73,0
Гіркокаштан павія	75,0	81,0	78,0	79,0	80,0	78,0	74,0
Гіркокаштан м'ясо-червоний	59,0	56,0	55,0	57,0	58,0	57,0	54,0

Поява на поверхні субстрату тепліші проростки насіння гіркокаштанів весняної сівби розпочалася наприкінці другої декади квітня. Останніми на поверхні відкритого ґрунту з'явилися проростки насіння, висіяного навесні у відкритому ґрунті – середина третьої декади квітня. У цьому випадку послідовність появи проростків насіння за видами гіркокаштанів була іншою: павія, м'ясо-червоний, кінський звичайний, восьмитичинковий.

Результати дослідження ґрунтової схожості насіння гіркокаштанів наведено у табл. 7, які свідчать про певні закономірності процесу проростання насіння гіркокаштанів. Зокрема, показники ґрунтової

схожості насіння усіх видів гіркокаштанів були на 5-18% меншими від результатів технічної схожості, оскільки умови проростання у ґрунтовому субстраті є жорсткішими порівняно з лабораторними. Насіння краще проростає у закритому ґрунті.

Варто зазначити, що у всіх варіантах експериментальних посівів отримано вищі показники ґрунтової схожості під час весняних посівів. За рейтингом показників ґрунтової схожості насіння гіркокаштанів досліджувані види гіркокаштанів розмістилися у такій послідовності: павія, кінський звичайний, восьмитичинковий і м'ясо-червоний.

Таблиця 7

Показники ґрунтової схожості насіння гіркокаштанів, %

Видова назва	Термін висівання насіння			
	Осіння сівба		Весняна сівба	
	відкритий ґрунт	закритий ґрунт	відкритий ґрунт	закритий ґрунт
Гіркокаштан звичайний	62,0	67,0	64,0	70,0
Гіркокаштан восьмитичинковий	55,0	58,0	57,0	63,0
Гіркокаштан павія	71,0	76,0	72,0	78,0
Гіркокаштан м'ясо-червоний	58,0	63,0	60,0	65,0

Проте основним результатом цього аналізу є те, що за показниками ґрунтової схожості у відкритому ґрунті лише насіння гіркокаштана павія наближається до нормативних вимог, відповідаючи при цьому лише середньому класу якості – другому.

Енергія проростання насіння – це здатність насіння давати нормальні проростки за встановлений державним стандартом термін, що є коротшим, ніж для визначення схожості. Характеризує швидкість і дружність проростання насіння (GOST 13056.6-97).

Енергія проростання має суттєве господарське значення, оскільки знання особливостей цього по-

казника посівних якостей дає змогу вплинути на регулювання тривалості вегетації садивного матеріалу деревних видів термінами висівання насіння. Для насіння гіркокаштанів згідно з ГОСТ 13056.6-97 передбачено визначення показників енергії проростання насіння на 10-й день від початку проведення аналізу на визначення технічної схожості (GOST 13056.6-97 (1999)).

Встановлено, що енергія проростання насіння гіркокаштанів на половині терміну пророщування, залежно від виду, становить від 29,0 до 59,0%. При цьому на швидкість і дружність проростання

насіння впливає тип субстрату. Так, незалежно від виду гіркогоштанів, найвищими показниками характеризується енергія проростання насіння у моху і торфі, а найменшими – у піску (табл. 8).

Посівна придатність насіння характеризує рівень вмісту схожого чистого насіння в однорідній партії насіння конкретного виду деревної рослинності. Визначали тільки для кондиційного насіння і використовували для конкретизації норми висівання. Для розрахунків використовували таку формулу:

$$П.П.Н. = \frac{\% \text{ схожості} \times \% \text{ чистоти}}{100}$$

Таблиця 8

Енергія проростання насіння гіркогоштанів, %

Видова назва	Тип субстрату			
	пісок	торф	тирса	мох
Гіркогоштан звичайний	37,0	50,0	45,0	54,0
Гіркогоштан восьмилисточковий	29,0	38,0	33,0	43,0
Гіркогоштан павія	34,0	48,0	46,0	59,0
Гіркогоштан м'ясо-червоний	33,0	42,0	39,0	45,0

Розраховували показники посівної придатності насіння для осінньої і весняної сівби у відкритому ґрунті. Значення усереднених показників посівної придатності насіння чотирьох видів гіркогоштанів наведено у табл. 9. Вони свідчать про індивідуалізацію цього показника для конкретного виду

гіркогоштанів при використаних для обрахунків попередньо визначених показниках чистоти і ґрунтової схожості насіння. При цьому варіабельність показників посівної придатності насіння становить від 52,1 до 68,7% – під час осінньої і від 54,0 до 69,6% – під час весняної сівби. Спільним для усіх видів гіркогоштанів є те, що показники посівної придатності насіння за весняної сівби є вищими, ніж за осінньої.

Отримані розрахунки посівної придатності насіння гіркогоштанів дають змогу уточнити приблизні норми висівання на 1 м посівного рядка, виходячи з показника оптимальної кількості сходів. За рекомендаціями (Nekrasov, 1973, Osmola, 1995, Mauger, 2007), норма висівання насіння гіркогоштана кінського звичайного становить, залежно від лісорослинної зони, у межах 250-280 г/м, або 25-28 насінин, що повинно забезпечити вирощування 17-18 шт. 1-2-річних сіянців на одному метрі рядка посівів (Osmola, 1995). Проте ці показники не повністю відповідають сучасному стану насіння цього виду. Зокрема, середня маса насіння гіркогоштана кінського звичайного у регіоні досліджень на 30,3% вища від описаної у цитованих джерелах. Тобто навіть максимальна рекомендована норма висівання у 280 г/м становить лише 20-21 насінину. За ґрунтової схожості насіння 62,0-60,0% за вказаної норми висівання отримаємо тільки 12-13 шт. проростків. Отже, навіть без урахування ймовірного відпаду для забезпечення нормативної кількості виходу сіянців норму висівання насіння гіркогоштана кінського звичайного потрібно збільшити не менше ніж на 40-50% – до 375-400 г/м, або до 25-28 шт. насінин на один метр посівного рядка під час осінньої сівби і на 60-70% – під час весняної.

Таблиця 9

Посівна придатність насіння гіркогоштанів

Видова назва	Чистота насіння, %	Осіння сівба		Весняна сівба	
		ґрунтова схожість насіння, %	посівна придатність насіння, %	ґрунтова схожість насіння, %	посівна придатність насіння, %
Гіркогоштан звичайний	94,4	62,0	58,5	64,0	60,4
Гіркогоштан восьмилисточковий	94,8	55,0	52,1	57,0	54,0
Гіркогоштан павія	96,7	71,0	68,7	72,0	69,6
Гіркогоштан м'ясо-червоний	95,4	58,0	55,3	63,0	60,1

Зважаючи на викладені вище міркування, пропонуємо уточнені норми висівання насіння для гіркогоштана кінського звичайного у регіоні досліджень та вперше розроблені пропозиції щодо норм висівання ще для трьох досліджуваних видів (табл. 10).

Висновки. Посівні якості насіння досліджуваних видів гіркогоштанів характеризуються висо-

ким рівнем чистоти (94,4-96,7%) і доброякісності (83,0-97%) та значною варіабельністю середньої маси 1000 шт. насінин (8,8-20,2 кг). За рівнем вологості насіння *A. hippocastanum* і *A. octandra* (69,4-71,2%) дає підставу характеризувати ці види як деревні рослини, які за рівнем вологості ближчі до групи порід зі соковитим оплоднем, тоді як *A. pavia* і *A. carnea* – до порід із сухим оплоднем. За показни-

ком ґрунтової схожості насіння досліджувані види гіркокаштанів розмістилися у такій послідовності: *A. pavia*, *A. hippocastanum*, *A. octandra* і *A. carnea*. При цьому найвищим рівнем технічної схожості, незалежно від типу субстрату, вирізняється насіння *A. pavia* (78,0-87,0%), найменшим – *A. carnea* (52,0-60,0%).

За результатами проведених досліджень рекомендуємо для використання у регіоні досліджень такі норми висівання насіння: *A. hippocastanum* – 375-400 г/м – для осінньої і 430-460 г/м – для весняної сівби; *A. octandra* – 340-400 та 400-460 г/м; *A. pavia* – 220-265 і 250-300 г/м; *A. carnea* – 600-700 і 690-800 г/м.

Таблиця 10

Рекомендовані норми висівання насіння гіркокаштанів

Видова назва	Маса 1000 насінин, кг	Осіння сівба		Весняна сівба	
		г/м	шт./м	г/м	шт./м
Гіркокаштан звичайний	13,2	375-400	28-30	430-460*	28-30
Гіркокаштан восьмилисточковий	11,3	340-400	30-35	400-460	30-35
Гіркокаштан павія	8,8	220-265	25-30	250-300	25-30
Гіркокаштан м'ясо-червоний	20,2	600-700	30-35	690-800	30-35

*маса стратифікованого насіння збільшується на 15-20%

Бібліографічні посилання

- Akimov, I. A. (2003). The first report about the appearance in Ukraine of the horse-chestnut leaf miner *Cameraria ohridella* Desch. & Dem (*Lepidoptera*, *Gracillariidae*) on the common horse-chestnut. *Zoology Bulletin*, 37, 3-12. (in Russian).
- Akimov, I. A.; Zerova, M. D.; Narolsky, N. B.; Nikitenko, G. M.; Tolkanits, V. G.; Svyrodov, S. V.; & Trokoz, V. A. (2003).) Phenology of the horse-chestnut leaf miner – a dangerous pest of the horse-chestnut in Ukraine. *Ecological safety*, 5: 43-46. (in Ukrainian).
- Akimov, F. M., Zerova, M. D., Narolsky, N. B., Nikitenko, G. N., Sviridov, S. V., Kokhanets, A. M., & Babidorich, M. M. (2006). Biology of the horse-chestnut leaf miner *C. ohridella* (*Lepidoptera*, *Gracillariidae*) in Ukraine. Report 2. *Zoology Bulletin*, 40 (4), 321-332. (in Russian).
- Cameraria ohridella* and other invasive leafminers in Europe. 1st International *Cameraria* Symposium (European Union CONTROCAM project). – IOCB (Prague March 24-27, 2004). 49 p.
- Debryniuk, Iu. M., Kalinin, M. I., Guz, M. M., & Shablii, I. V. (1998). *Forest seed production*. Lviv: World (in Ukrainian).
- DSTU 5036:2008. (2009). Seeds of trees and shrubs. Methods for sampling, determination of purity, weight of 1,000 seeds, and moisture content. Kyiv: Derzhstandart (State Standard) of Ukraine. (in Ukrainian).
- Fazilova, N. F. (2013). *Variability of the common horse-chestnut (Aesculus hippocastanum L.) in Uzbekistan (as an example of the city of Tashkent)*. (Author's abstract of the dissertation for obtaining PhD in Agricultural Sciences, Voronezh Forestry University, Voronezh, Russia). (in Russian).
- Ferracini, C., & Alma, A. (2008). How to preserve horse chestnut trees from *Cameraria ohridella* in the urban environment. *Crop Protection*, 27 (9), 1251-1255.
- Gabeyev, V. N. & Gabeeva, Z. P. (2007). *Horse-chestnut in the amenity plantations of Vladikavkaz*. Moscow: Science (in Russian).
- Girardoz, D., Quicke, J., & Kenis, M. (2007) Factors favoring the development and maintenance fouthreaks in an invasive leaf miner *Cameraria ohridella* (Lep., Gracillariidae): a life table study Sandrine. *Agricultural and Forest Entomology*. <https://doi.org/10.1111/f.1461-9663>.
- Glowacka, B.; Lipinski, S.; & Tarwacki, G. (2009.) *Mozliwosci ochrony kasztanowca zwyczajnego Aesculus hippocastanum L. przed szrotówkiem kasztanowcowiaczkiem Cameraria ohridella Deschka et Dimic* (Possibilities of protection of the horse-chestnut *Aesculus hippocastanum* L. against the horse chestnut leaf-miner *Cameraria ohridella* Deschka et Dimic). *Lesne Prace Badawcze* (Forest Research Papers), 70 (4), 317-328.
- GOST 13056.1-67 (1977). Seeds of trees and shrubs. Sampling (with amendment No.1 of March 1976). Moscow: Goskomstandart (State Committee for Standardization) of the USSR (in Russian).
- GOST 13056.2-89 (1989). Seeds of trees and shrubs. Methods for determining purity. Moscow: Goskomstandart (State Committee for Standardization) of the USSR (in Russian).
- GOST 13056.7-68 (1977). Seeds of trees and shrubs. Methods for determining the viability (with amendment No.1 of March 1976). Moscow: Goskomstandart (State Committee for Standardization) of the USSR (in Russian).
- GOST 13056.3-86 (1986). Seeds of trees and shrubs. Methods for determining moisture content. Moscow:

- Goskomstandart (State Committee for Standardization) of the USSR (in Russian).
- GOST 13056.4-67 (1976). Seeds of trees and shrubs. Methods for determining the weight of 1,000 seeds (with amendment No.1 of March 1976) Moscow: Goskomstandart (State Committee for Standardization) of the USSR (in Russian)
- GOST 13056.8-97 (2000). Method for determining quality. Introduced on July 01, 2000. Kiev: Goststandart (State Standard) of Ukraine (in Russian).
- GOST 13056.6-97 (1999). Seeds of trees and shrubs. Method for determining germinating ability. Kiev: Goststandart (State Standard) of Ukraine (in Russian)
- Grygoryuk, I. P., Mashkovska, S. P., Yavorsky, P. P., & Kolesnichenko, O. V. (2004). *Biology of chestnut species*. Kyiv: Logos (in Ukrainian).
- Iliencko, O. O. (2012). *Species of the genus Aesculus L. in the forest-steppe of Ukraine (bio-ecological peculiarities and prospects of use)* (Author's abstract of the dissertation for obtaining PhD in Biological Sciences, National University of Life and Environmental Sciences, Kyiv, Ukraine) (in Ukrainian).
- Khomenok, M. A. (2017). *Variability of the common horse-chestnut (Aesculus hippocastanum L.) as a basis for selection of ornamental forms in urban conditions of Bryansk region*. (Author's abstract of the dissertation for obtaining PhD in Agricultural Sciences, Bryansk State Engineering University, Bryansk, Russia) (in Russian).
- Kramarets, V. O. (2005). *Cameraria ohridella (Lepidoptera, Gracillariidae) is a dangerous pest of horse-chestnut. Proceedings of the international conference: Green rural areas – from problems to solutions*, 88-90. Lviv, Ukraine: Printshops (in Ukrainian).
- Kramarets, V. O.; & Kurochka, N. V. (2006). Characteristics of development of the horse-chestnut leaf miner *Cameraria ohridella* (Lepidoptera, Gracillariidae) in amenity plantations of Lviv. *Proceedings of the international scientific-practical conference: Forestry of Ukraine in the context of world trends in forestry development, Sept. 20-22, 2006: 222-223*. Lviv, Ukraine: Ukrainian National Forestry University (in Ukrainian).
- Maurer, V. M. (2007). *Ornamental gardening*. Vinnytsya: New book (in Ukrainian).
- Misnik, G. E. (1976). *Time and patterns of blooming of trees and shrubs*. Kiev: Scientific thought (in Russian).
- Nekrasov, V. I. (1973). *Fundamentals of seed production of woody plants during introduction*. Moscow: Science (in Russian).
- Osmola, M. Kh. (1995). *Forest crops. Forest nurseries*. Kyiv: Institute for System Studies of Education of Ukraine (in Ukrainian).
- Pentelyuk, O. S. (2018). *Intrageneric dendrological diversity of Aesculus L. in the urban environment of Kyiv (adaptation to entomostress, secondary metabolism, resilience)*. (Author's abstract of the dissertation for obtaining PhD in Biological Sciences, National University of Life and Environmental Sciences, Kyiv, Ukraine). (in Ukrainian).
- Pop, D.; Oltean, I.; Parau, T. (2008). Research regarding the chemical fighting of *Cameraria ohridella* Deschka et Dimic by applying at ground the systematic insecticides Bulletin UASVM. *Agriculture*, 65 (1), 204.
- Zayachuk, V. Ya. (2008). *Dendrology*. Lviv: Apriori (in Ukrainian).
- Zerova, M. D., Nikitchenko, G. N., & Narolsky, N. B. (2007). *The horse-chestnut leaf miner in Ukraine*. Kiev: Veles (in Russian).

Посевные качества семян наиболее распространенных в западном регионе Украины видов конских каштанов

Н.М. Гузь¹, В.Ф. Гевал²

В западном регионе Украины в зеленых насаждениях разных видов и типов наиболее распространены четыре вида конских каштанов: конский обыкновенный (*Aesculus hippocastanum* L.), павия (*Aesculus pavia* L.), восьмитычинковый (*Aesculus octandra* Marsh.) и мясо-красный (*Aesculus carnea* Hayne). Для этих видов конских каштанов проведен комплекс исследований по определению посевных качеств семян: чистоты, доброкачественности, влажности, массы 1000 штук семян, технической и грунтовой всхожести, энергии прорастания и посевной пригодности. Исследована динамика доброкачественности и технической всхожести семян за 2000-2017 годы. Для конских каштанов павия, восьмитычинкового и мясо-красного такие исследования проведены впервые.

Проведенные исследования имеют особую актуальность в связи с пандемией в регионе каштановой минирующей моли (*Cameraria orhidella* (Lepidoptera, Gracillariidae)), которая представляет реальную угрозу самому существованию насаждений конских каштанов в регионе и стране.

Установлено, что посевные качества семян исследуемых видов конских каштанов характеризуются высоким уровнем чистоты (94,4-96,7%) и доброкачественности (83,0-97%) и значительной вариабельностью средней массы 1000 шт. семян (8,8-20,2 кг).

¹ Гузь Николай Михайлович – академик Лесной академии наук Украины, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедры лесных культур и лесной селекции. Национальный лесотехнический Университет Украины, ул. генерала Чупринки, 103, г. Львов, 79057, Украина. Тел: +38-050-315-23-12. E-mail: mguz@ukr.net

² Гевал Владимир Федорович – соискатель кафедры лесных культур и лесной селекции. Национальный лесотехнический Университет Украины, ул. генерала Чупринки, 103, г. Львов, 79057, Украина. Тел: +38-067-670-74-60. E-mail: t67074660@gmail.com

Уровень влажности семян конских каштанов обыкновенного и восьмитычинкового (69,4-71,2%) позволяет характеризовать виды как древесные растения, близкие по уровню влажности к группе пород из сочным оплоднем, а каштаны павия и мясо-красный – как породы из сухим оплоднем.

По рейтингу показателей грунтовой всхожести семян исследуемые виды конских каштанов размещаются в такой последовательности: павия, конский обыкновенный, восьмитычинковый, мясо-красный. Наиболее высоким уровнем технической всхожести, независимо от применяемого типа субстрата, отличаются семена конского каштана павия (78,0-87,0%), а самым низким – мясо-красного каштана (52,0-60,0%).

Установленные средние показатели посевной пригодности семян четырех видов конских каштанов свидетельствуют об индивидуализации этого параметра для конкретного вида. При этом разбег показателей посевной пригодности семян находится в пределах от 52,1 до 68,7% при осеннем и от 54,0 до 69,6% при весеннем высевании. Общим для всех видов конских каштанов является то, что показатели посевной пригодности семян при весеннем высевании более высокие, чем при осеннем.

По результатам проведенных исследований посевной пригодности семян конкретизирована норма высевания семян конского каштана обыкновенного в регионе исследований – 375-400 г/м для осеннего и 430-460 г/м для весеннего высевания. Впервые обоснована норма высевания семян трех видов конских каштанов для осеннего и весеннего высевания (конский каштан восьмитычинковый – 340-400 та 400-460 г/м; каштан павия – 220-265 и 250-300 г/м; конский каштан мясо-красный – 600-700 и 690-800 г/м).

Ключевые слова: каштаны конские; чистота; доброкачественность; влажность; техническая и грунтовая всхожесть; энергия прорастания; посевная пригодность; масса 1000 штук семян.

Sowing quality of seeds of the most common horse-chestnut species in the Western region of Ukraine

M. Guz¹, V. Geval²

In the Western region of Ukraine, four kinds of horse-chestnuts are common in amenity stands of different species and types: common horse-chestnut (*Aesculus*

hippocastanum L.), red buckeye (*Aesculus pavia* L.), yellow buckeye (*Aesculus octaëra* Marsh.), and red horse-chestnut (*Aesculus carnea* Hayne). For these types of horse-chestnuts, a set of studies was conducted to determine the sowing quality of seeds: purity, seed quality, seed moisture, weight of 1,000 pieces of seeds, technical and field germination, germinative energy and germination power. The dynamics of seed quality and technical germination of seeds for 2000-2017 were investigated. The studies on red buckeye, yellow buckeye and red horse-chestnut were conducted for the first time.

The studies carried out by the authors are of particular relevance in connection with the pandemic of the horse-chestnut leaf miner (*Cameraria orchidella* (Lepidoptera, Gracillariidae)) in the region, which poses a real threat to the very existence of plantations of horse-chestnut in the region and the countrywide.

It was found that the sowing quality of the seeds of the studied horse-chestnut species is characterized by a high level of purity (94.4-96.7%), good quality (83.0-97%) and a significant variability of the average weight of 1,000 pcs. seeds (8.8-20.2 kg).

The moisture level of the horse-chestnut seeds of the common chestnut and the yellow buckeye (69.4-71.2%) makes it possible to characterize species as woody plants that are close in moisture level to a group of species with juicy pericarp, while red buckeye and red horse-chestnut as species with dry pericarp.

According to the rating of the indices of seed field germination, the examined species of horse-chestnut are arranged in such a sequence: red buckeye, common horse-chestnut, yellow buckeye, red horse-chestnut. The seeds of red buckeye are distinguished for the highest level of technical germination power (78.0-87.0%) regardless of the type of substrate used, and the lowest level belongs to red horse-chestnut (52.0-60.0%).

The established average indicators of sowing quality of seeds of the four species of horse-chestnut point to an individualization of this parameter for a particular species. It should be noted that the seeds sowing quality index is in the range from 52.1 to 68.7% for autumn seeding and from 54.0 to 69.6% for spring seeding. Common to all types of horse-chestnut is that the indicators of sowing quality of seeds during spring seeding are higher than in the autumn seeding.

The results of conducted studies on the sowing quality of seeds specified the seeding rate of horse-chestnut seeds in the study region – 375-400 g/m for autumn and 430-460 g/m for spring seeding. The seeding rate for three species of horse-chestnut for autumn and spring seeding is substantiated for the first time (yellow buckeye – 340-400 and 400-460 g/m, red buckeye – 220-265 and 250-300 g/m, red horse-chestnut – 600-700 and 690-800 g/m, respectively).

Key words: horse-chestnut; purity; good quality; moisture content; technical and field germination; germination energy; seed sowing quality; weight of 1,000 pieces of seeds.

¹ Mykola Guz – full Member of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, doctor of agricultural sciences, professor, Head of the Department of Forest Crops and Forest Tree Breeding, Ukrainian National Forestry University, 103 General Chuprynka st., Lviv, 79057, Ukraine. Tel.: +38-050-315-23-12. E-mail: mguz@ukr.net

² Volodymyr Geval – doctoral student from the Department of Forest Crops and Forest Tree Breeding, Ukrainian National Forestry University, 103 General Chuprynka st., Lviv, 79057, Ukraine. Tel.: + 38-067-670-74-60. E-mail: t67074660@gmail.com



Наукові праці Лісівничої академії наук України
Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine

<http://fasu.nltu.edu.ua>
<https://doi.org/10.15421/411822>
Article received 2018.05.18
Article accepted 2018.10.25

ISSN 1991-606X print
ISSN 2616-5015 online
@ ✉ Correspondence author
Nadiia Oleksiichenko
nadiaolex@ukr.net

General Rodimtsev st., 19, Kyiv, 03041, Ukraine

УДК 712.253:502

Особливості впливу середовища на оцінювання естетичних якостей паркових пейзажів: теоретичні та прикладні аспекти

Н.О. Олексійченко¹, Н.В. Гатальська²

Наведено спектр досліджень естетичного оцінювання ландшафту із залученням респондентів (42 особи), які здійснено упродовж 2017-2018 рр. безпосередньо в парковому середовищі та із застосуванням фотографій. Враховуючи різні методологічні підходи та за результатами порівняльного аналізу особливостей сприйняття пейзажів паркового середовища, виявлено взаємозв'язки між естетичною оцінкою паркового ландшафту та ознаками, які впливають на її формування.

За результатами узагальнень теоретичних та практичних наукових робіт виявлено принципову різницю у методології досліджень естетики паркових ландшафтів із залученням респондентів. Ключовим методологічним питанням дослідження естетики паркового середовища є визначення способу проведення досліджень – натурний, або заміщення.

Встановлено, що за умов оцінювання паркового середовища безпосередньо в парку оцінка знижується порівняно з фотографіями. За аналізом частоти згадувань ознак та характеристик, які позитивно впливають на естетику пейзажів Маріїнського парку, визначено їх подібність упродовж різних сезонів за умов проведення оцінювання в середовищі та суттєві відмінності під час застосування фото. Отримані результати можуть бути свідченням подібності сприйняття паркового середовища упродовж року безпосередньо в парку. Поряд із тим, виявлено суттєві відмінності у частоті згадувань низки ознак у межах кожного сезону за умов застосування різних способів досліджень. Незважаючи на суттєву різницю у частоті згадувань ознак паркового середовища за різних умов та способів проведення досліджень, встановлено, що сила впливу конкретної ознаки на естетичні якості пейзажів не визначає її факторну вагу в оцінці, однак пов'язана із нею. Окрім того, виявлено ознаки, вплив яких на естетичну оцінку паркового середовища є суттєвим.

Застосування фотографій є доцільним для визначення сприйняття колориту та образно-символічної структури пейзажів паркового середовища відвідувачами, а оцінювання впливу насаджень та архітектурних компонентів на естетичні якості пейзажів варто проводити безпосередньо в парку. Оцінювання задоволеності відвідувачів парку станом його компонентів можна здійснювати із застосуванням фотографій, або безпосередньо в парку за комфортних для людини умов (весняно-літній період).

Ключові слова: сприйняття паркових пейзажів; методологія оцінювання ландшафту; сезонна динаміка; кореляційний аналіз.

¹ Олексійченко Надія Олександрівна – академік Лісівничої академії наук України, доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри ландшафтно-архітектурної та фітодизайну. Національний університет біоресурсів і природокористування України, вул. Генерала Родімцева, 19, м. Київ, 03041, Україна. Тел.: 044-227-82-96, +38-098-330-22-78. E-mail: nadiaolex@ukr.net

² Гатальська Надія Вікторівна – кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри ландшафтно-архітектурної та фітодизайну. Національний університет біоресурсів і природокористування України, вул. Генерала Родімцева, 19, м. Київ, 03041, Україна. Тел.: 044-227-82-96, +38-067-728-69-20. E-mail: gatalska@ukr.net

Вступ. Посилення процесу урбанізації по всьому світу має серйозні наслідки для навколишнього середовища, а також біорізноманіття планети. Перспективним інструментом вирішення деяких проблем, пов'язаних з урбанізацією (забруднення навколишнього середовища, покращення мікроклімату), є міські парки, сталий розвиток яких можна вважати показником життєздатності урбосередовища загалом (Farahani & Maller, 2018). Окрім того, постійно зростаючий процес урбанізації в усьому світі матиме великі екологічні наслідки, а також впливатиме на здоров'я та добробут містян (Kabisch, Qureshi & Naase, 2015, Lin et al., 2014).

Отже, в контексті раціонального природокористування, існує потреба в адаптації наявних паркових ландшафтів до сучасних умов, проте через недостатність системних знань з естетики паркового середовища – методів її дослідження, відбувається гальмування адаптаційних процесів та деградація як природних, так і штучно створених паркових ландшафтів. Разом із тим, упродовж останніх років спостерігається значна увага учених різних галузей до естетики навколишнього середовища, що сприяє розширенню спектра досліджень естетичної оцінки ландшафту.

Насамперед розвиток естетики ландшафту спрямований на залучення респондентів під час оцінювання естетичних якостей пейзажів. Варто зазначити, що увага до дослідження сприйняття користувачів міських ландшафтних об'єктів почалася лише упродовж останнього десятиліття, що може бути свідченням проблеми формування (або реконструкції) міських парків без урахування думки містян (Farahani & Maller, 2018). Окрім того, актуалізація питання залучення громадськості до оцінювання естетичних якостей паркового середовища зумовлена низкою факторів, серед яких закріплення міжнародними нормативними документами доцільності дослідження ландшафту через призму сприйняття людиною та паралельний розвиток суб'єктно орієнтовних підходів вивчення естетики, а саме – фокусування уваги вчених на людині як суб'єкті сприйняття.

Поряд із розширенням спектра досліджень естетичного оцінювання ландшафту із залученням респондентів, питання методів та матеріалів дослідження є дискусійним у джерелах наукової літератури. До основних питань дискусії можна віднести вибір способу проведення дослідження – натурного, або заміщення.

Застосування натурного способу дослідження естетичних якостей ландшафту передбачає знаходження суб'єкта (людини) в середовищі об'єкта в момент його сприйняття та оцінювання. У такому випадку переважає чуттєве сприйняття та емоційна оцінка за рахунок мультисенсорності сприйняття середовища (Osychenko, 2015). За умов використання способу заміщення об'єкт замінюється моделлю, у ролі котрої можуть виступати плани, карти, супутникові зйомки, фотографії, тривимірні моделі тощо. За умов використання моделей пере-

важає візуальне сприйняття та раціональна оцінка (Dramstad et al., 2006, Osychenko, 2015). Важливими в цьому контексті є показники мінливості, які є специфічним аспектом дослідження ландшафтних угруповань та включають сезонні та погодні зміни, які не лише впливають на пейзаж, а й на суб'єкт його сприйняття (за умови його знаходження в середовищі) та можуть суттєво впливати на результати естетичного сприйняття ландшафту. З огляду на це існує думка (Kaplan & Kaplan, 1989), що методи виявлення естетичних преференцій, які мають відсторонений характер, є обґрунтованішими. Водночас сучасні дослідники дотримуються погляду, що сприйняття людиною паркового середовища включає візуальний аспект, з одного боку, і комфорт з емоціями – з іншого, який залежить від фізіологічних впливів паркового простору, таких як клімат, масштаб і функція. Проте візуальна якість простору ефективніша для людської психології (Gungor & Polat, 2018).

Аналіз джерел наукової літератури свідчить про широке використання різного роду заміників (моделей) для аналізу естетичної привабливості ландшафтів – фотографій (Polat & Akay, 2015, Osychenko, 2014, 2015, Yilmaz, Özgüner, & Mumcu, 2018), супутникової зйомки та карт (Dramstad et al., 2006), 3-D моделей (Sang et al., 2008). Поряд із тим, Dramstad et al. (2006), Polat & Akay (2015) зауважують на наявності критики використання фотографій під час дослідження естетичних переваг респондентів, оскільки вони не можуть повністю відобразити та описати реальні пейзажі. Окрім того, незважаючи на суттєвий вплив сезонної динаміки рослин на формування образу пейзажу, дослідження, що звертають увагу саме на мінливість рослин упродовж вегетаційного періоду, а також їх сприйняття людиною, є досить обмеженими. Зокрема, Thorpert & Nielsen (2014) вивчали взаємозв'язок між видовим різноманіттям рослинного угруповання, мінливістю кольорової гами, що пов'язана із сезонною динамікою насаджень і позитивною оцінкою пейзажу. Варто зауважити, що дослідження проводили безпосередньо в середовищі, а не з використанням фото, що також рідко трапляється за умов залучення респондентів.

Отже, з погляду методичних аспектів основна проблема полягає у відсутності сучасних досліджень естетики паркового середовища, проведених безпосередньо у середовищі упродовж різних сезонів.

Об'єкти та методика досліджень. *Об'єкт дослідження* – сприйняття естетичних якостей паркових пейзажів. *Предмет дослідження* – особливості впливу середовища на сприйняття естетичних якостей паркових пейзажів.

Мета дослідження – проаналізувати особливості впливу середовища на сприйняття паркових пейзажів Маріїнського парку з урахуванням їх сезонної мінливості.

Методологічною основою дослідження є парадигма естетичних уподобань (Osychenko, 2015), а також психофізична парадигма (Zube et al., 1982),

в якій естетичні якості об'єктів і закономірності сприйняття визначаються за результатами опитування та оцінювання об'єкта із залученням респондентів. Дослідження базується на роботах Thorpert & Nielsen (2014), Dupont et al. (2014), Hofmann et al. (2012), проте має суттєві відмінності, до яких передусім належить порівняльний аналіз особливостей сприйняття пейзажів паркового середовища з використанням різних способів проведення досліджень, а також надання можливості респондентам самостійно визначати чинники, що впливають на їх оцінку, замість використання семантичних диференційних шкал.

Для дослідження було залучено 42 особи, більшість з яких – молоді люди. Зокрема, 29 осіб є студентами Національного університету біоресурсів і природокористування України, які навчаються за спеціальністю «Садово-паркове господарство» (вік

18-25 роки), а 12 – респонденти різного фаху та віку, серед яких 8 осіб – віком 25-40 років, 5 – 55-60 років. Серед респондентів – 7 чоловіків та 35 жінок. Усі респонденти є громадянами України.

Характеристика дослідного об'єкта. Дослідним об'єктом обрано парк-пам'ятку садово-паркового мистецтва загальнодержавного значення Маріїнський парк, розміщений у центральній історичній частині м. Києва. У межах парку визначено 26 локацій для оцінювання пейзажів (рис. 1), які представлені на фотографіях загальною кількістю 63 екземпляри.

Добір локацій та фотографій виконували відповідно до загальноприйнятих методик проведення таких досліджень (Daniel & Boster (1976), зокрема використаних у роботах Sang et al. (2008), Hofmann et al. (2012), Polat & Akay (2015), Gungor & Polat (2018).

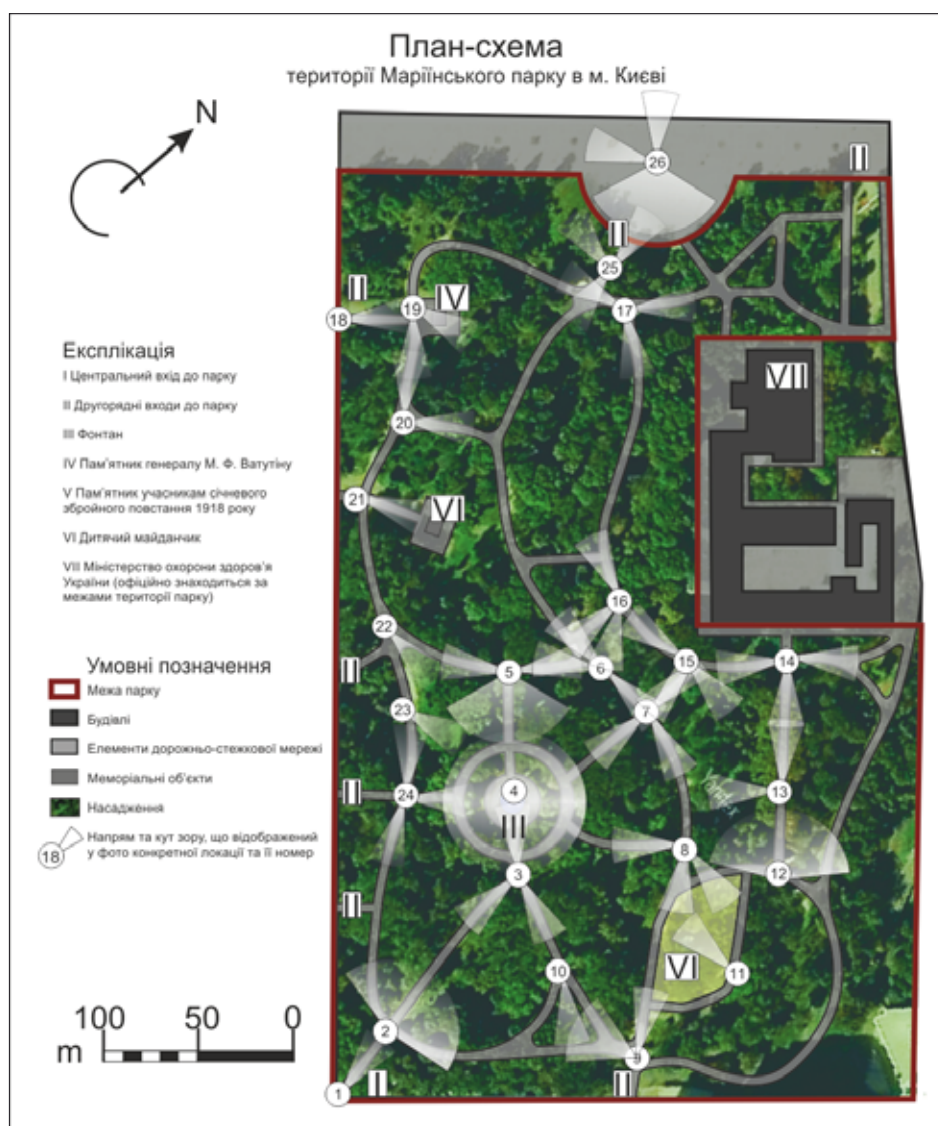


Рис. 1. План-схема розташування локацій на території Маріїнського парку, які використано для оцінювання естетичної привабливості паркового середовища, та кути зору, що відображені на фотографіях

Фотозйомка та порядок проведення дослідження. Оскільки дослідження передбачає визначення особливостей сприйняття паркових пейзажів упро-

довж року, головним чином тих, що характеризують сезонні зміни, час проведення визначали відповідно до цієї вимоги. Зокрема, фотографування

паркових пейзажів здійснювали 31.08.2017 р. (для ілюстрації літніх особливостей паркового середовища), 05.10.2017 р. (осінніх), 03.12.2017 р. (зимових) та 22.04.2018 р. (весняних) від 13:00 до 16:00 ранку із включенням людського та інших мішаних факторів до фотографій. Для фотозйомки використовували напівпрофесійну цифрову камеру з роздільною здатністю 20,1 мільйонів пікселів, об'єктивом з 26-разовим оптичним збільшенням та режимом панорамної зйомки. Кут більшості фотографій (59) становив 30°. Чотири фотографії було знято як 3-фазові панорами так, що вони відображали всі характеристики панорамних точок огляду. Фотографії видруковано на форматі 10×15 (папір матовий), а панорамні – 10×29.

Оцінювання паркових пейзажів безпосередньо в середовищі проводили чотири рази на рік – за різних з погляду комфортності для людини умов, які найчастіше проявляються в літній та весняний періоди та за умов, що можуть погіршувати комфорт внаслідок зниження температури, наявності поривів вітру, підвищення вологості (характерно для осені та зими).

З огляду на мету дослідження, а також низку об'єктивних та суб'єктивних факторів перше оцінювання (основною вимогою якою є проведення дослідження за комфортних для людини погодних умов та колориту, характерного літнім пейзажам) проводили 21 вересня 2017 р. упродовж 13-16 год, температура повітря становила +24°C, відносна вологість змінювалася упродовж оцінювання від 53 до 45%, сила вітру – 2 м/с східного напрямку, тиск – 742 мм, сонячно. Оцінювання осінніх пейзажів здійснювали 9 жовтня 2017 р. упродовж 13-16 год в умовах, що суттєво відрізняються – температура повітря становила +10°C, відносна вологість змінювалася упродовж оцінювання від 83 до 59%, сила вітру становила 4-5 м/с північно-західного та західного напрямків, тиск – 740 мм, хмарно, що своєю чергою є типово для так званої «золотої осені». Зимові пейзажі безпосередньо в середовищі оцінювали 7 грудня 2017 р. упродовж 13-16 год. Температура повітря становила +1°C, відносна вологість змінювалася упродовж оцінювання від 9 %, сила вітру становила до 1 м/с південного напрямку, тиск – 744 мм, мокрий сніг. Дослідження естетичної привабливості весняних пейзажів проводили 26.04.2018 р. за умов сонячної із змінною хмарністю погоди та температури повітря +21°C, вологість 38%, переважали вітри західного напрямку 5 м/с. Оцінювання пейзажів у середовищі здійснювали після оцінювання респондентами пейзажів за фотографіями.

Анкетування та оброблення результатів. Методи визначення естетичних переваг респондентів умовно можна розділити на дві групи. В основі першої лежить порівняльний аналіз естетичної оцінки пейзажу, отриманої за результатами опитування респондентів та параметрів компонентів ландшафту. При цьому параметризацію компонентів проводили експерти відповідно до мети дослідження, а у ролі моделей використовували фотогра-

фії (зокрема і панорамні (Polat & Akay, 2015, Gun-gor & Polat, 2018, Yilmaz, Özgüner, & Mumcu, 2018)).

Другий метод базується на використанні семантичного диференціалу, розробленого Charles E. Osgood у 1952 р., та передбачає використання вербальних антонімів для визначення «загально-ландшафтною» емоційної реакції респондента на певний пейзаж (Hofmann et al., 2012).

Для власних досліджень було використано обидва наведені методи, однак для виконання поставлених завдань параметризація компонентів паркового середовища експертами не проводилася. Натомість респонденту пропонували самостійно обґрунтувати ознаки пейзажу, які є позитивними та підвищують його естетику, або знижують її і можуть бути визначені як негативні. До ознак могли бути включені як матеріальні компоненти ландшафту, так і асоціативні поняття та відчуття, які потрібно було зазначити у відповідній графі навпроти номера фотографії (спосіб заміщення), або локації (за умов проведення оцінювання у середовищі) після оцінки конкретного пейзажу за 10-бальною шкалою, де 10 – найвищий бал. За основу було взято методiku, використану Osychenko (2015) для визначення естетичних уподобань міського середовища.

Аналіз результатів передбачав розподіл наведених респондентами ознак пейзажів на три категорії (табл. 1), розміщені в електронній таблиці Excel з паралельним підрахунком середніх балів кожного окремого пейзажу, після чого вираховували частоту згадування певної ознаки респондентами у негативному та позитивному контекстах.

Для порівняльного аналізу середніх балів, між оцінкою, наданою пейзажам за фото та у середовищі, використовували середньоарифметичні значення фотографій, що відповідають одній локації. Для аналізу вихідних даних використано статистичні методи теорії ймовірності. Зокрема, кореляційний аналіз Пірсона було використано для визначення зв'язків між середнім показником візуальної якості кожної фотографії (та локації) та частотою згадування респондентами, а також взаємозалежність ознак між собою.

Результати дослідження. У ході аналізу середніх балів, наданих респондентами парковим пейзажам, базуючись на фотоматеріалах та результатах досліджень у середовищі виявлено зниження оцінки, отриманої в другому випадку в межах більшості локацій та залежить від сезону (рис. 2). Зокрема, середній бал, яким оцінено паркове середовище за фотографіями навесні – 6,2, влітку – 7,9, восени – 7,5, взимку – 6,8, в середовищі – 6,3, а восени – 7,3 5,9 та 6,7 відповідно. Середньорічний бал за умов оцінювання фотографій – 7,1, а безпосередньо в парковому середовищі – 6,5. Отже, найвищим балом оцінені літні пейзажі незалежно від способу проведення дослідження.

Для визначення взаємозв'язку результатів оцінки естетики паркового середовища за різних способів дослідження знайдено кореляційні зв'язки

між балами, які були надані респондентами пейзажам за фотографіями та безпосередньо на території Маріїнського парку та виявлено суттєву різницю упродовж різних сезонів – значний кореляційний

зв'язок між середнім балом фотографій і локацій у середовищі у весняний та літній періоди – 0,677 та 0,539 відповідно, помірний (0,366) – навесні та слабкий (0,159) – восени.

Таблиця 1

Групи ознак, зауважені в різному контексті респондентами та виділені за результатами опрацювання анкет

Категорія	Ознаки	Компоненти та характеристики
Композиційні ознаки паркового простору	Естетичні якості об'ємних компонентів	Насадження Архітектурні елементи Рельєф Компоненти запозичених пейзажів
	Естетичні якості елементів планувальної структури	Площі Галєвини Планування дорожньо-стежкової мережі Візерунок мощення
	Просторові характеристики	Панорама Перспектива Багатоплановість Візуальні зв'язки
	Колорит	Різнобарвно, зелено, сіро
Базові ознаки комфорту	Зручність пересування та відпочинку	Розв'язка дорожньо-стежкової мережі Організація місць для відпочинку Організація місць громадського обслуговування Вказівні знаки Наявність мінливих компонентів (людей, авто, тощо)
	Ознаки комфорту паркового середовища	Світло-темно, просторо-захащено, чисто-брудно, затишно-незатишно та ін.
	Санітарний стан компонентів паркового простору	Природних компонентів (деревно-кущових груп, квітників, газону) Штучних компонентів (дорожньо-стежкового покриття, архітектурних компонентів, елементів інженерного обладнання)
Ознаки, що характеризують «загально-емоційну» реакцію респондента на пейзаж		Гармонійно-дисгармонійно, яскраво-монотонно, атмосферно та ін.

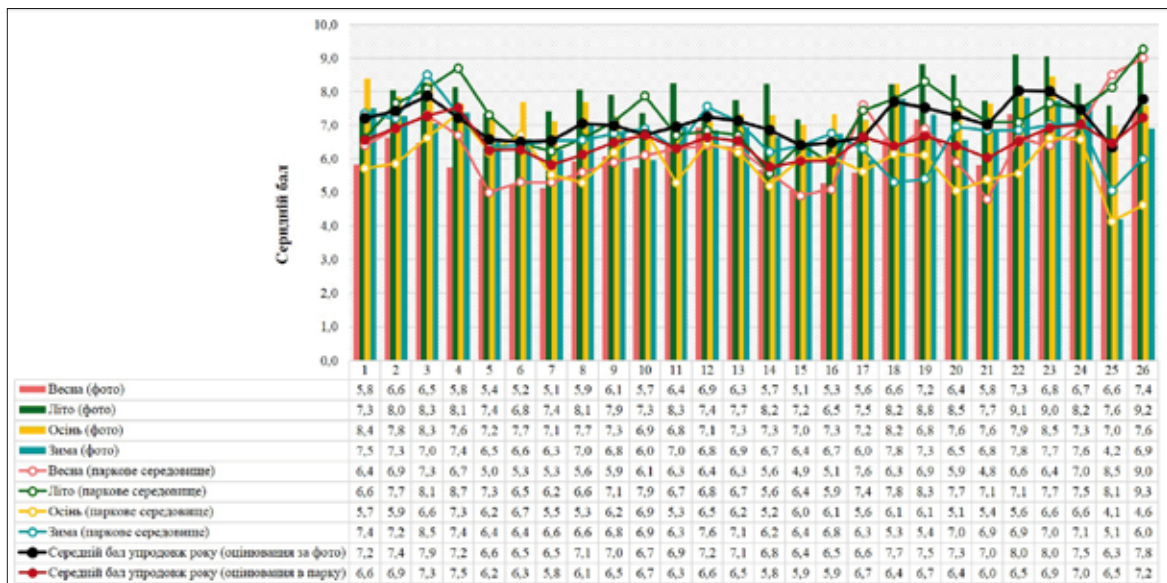


Рис. 2. Структура оцінки пейзажів Маріїнського парку упродовж року за різних способів проведення дослідження

Наступним етапом став аналіз кореляційних зв'язків між кількістю згадувань респондентами позитивних і негативних ознак паркового середовища та середнім балом за різних сезонів та умов проведення досліджень. Відтак майже в усіх випадках, незалежно від способу дослідження, виявлено дуже сильні та сильні зв'язки (рис. 3).

Винятком є зв'язок між негативними ознаками осінніх пейзажів, зауважених респондентами в парковому середовищі, та їх оцінкою, який є дуже слабким, що своєю чергою дає підстави говорити про відсутність зв'язку між частотою згадування характеристик, що мали негативний вплив на естетичну оцінку пейзажу на цей час. Помірну кореляцію виявлено між кількістю згадувань позитивних ознак зимових пейзажів, відмічених респондента-

ми під час проведення оцінювання в парковому середовищі. Найтісніші зв'язки – дуже сильна як позитивна, так і негативна кореляція спостерігається під час оцінювання естетичних якостей літніх пейзажів, проведеному безпосередньо в парку.

Слабкий кореляційний зв'язок, суттєва різниця у середніх балах оцінки за умов застосування різних способів дослідження восени та помірний взимку є передумовою формування гіпотези про суттєвий вплив середовища на сприйняття естетичних якостей пейзажу в осінньо-зимовий період. Водночас значна кореляція навесні та влітку може бути свідченням подібності сприйняття естетичних якостей паркового середовища за комфортних для людини умов середовища.

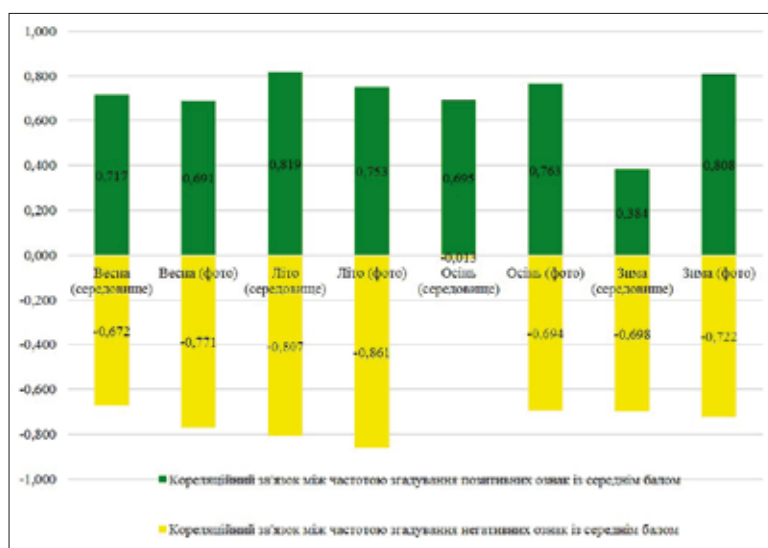


Рис. 3. Структура кореляційних зв'язків між частотою згадування позитивних і негативних ознак пейзажів Маріїнського парку із середнім балом естетичної оцінки

Наступним етапом став аналіз композиційних ознак паркового середовища, визначених респондентами з використанням різних способів дослідження та виявлено їх особливості. Зокрема, частота згадувань декоративності насаджень (груп, алей, солітерних посадок, архітектура крони тощо) та архітектурних компонентів (Маріїнського палацу,

монументально-скульптурного оформлення тощо), які позитивно впливають на естетику пейзажу, відрізняється залежно від сезону та способу дослідження: за умов застосування фотографій найчастіше згадується взимку та навесні, а в середовищі – влітку та восени (рис. 4).

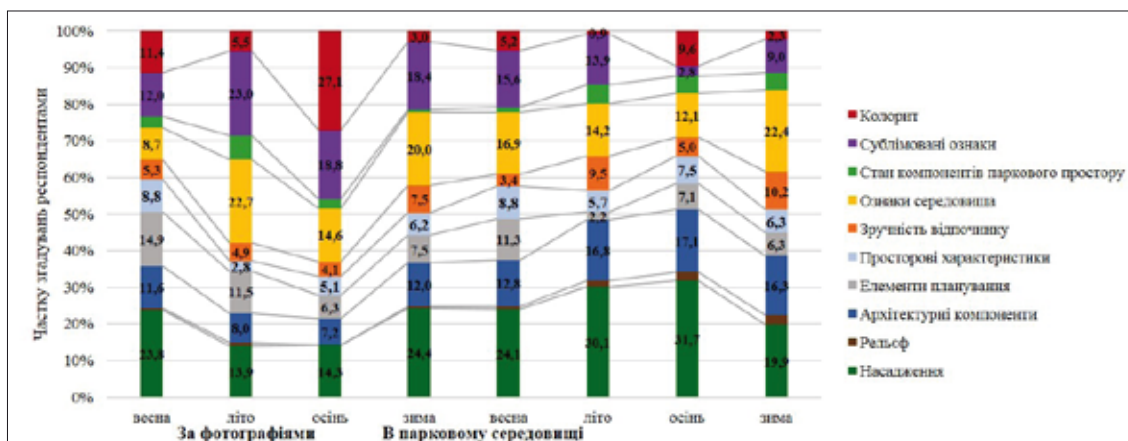


Рис. 4. Структура частоти згадувань груп ознак пейзажів Маріїнського парку як позитивних чинників їх естетичних якостей

Окрім того, під час оцінювання в середовищі частота згадувань у межах сезону більша, ніж у разі застосування фото. Винятком є зимові пейзажі, де в середовищі декоративність насаджень відмічено респондентами дещо рідше. До пейзажів, де частка згадувань декоративності насаджень є найбільшою (52,4% респондентів зауважили), належать осінні пейзажі – 23 локації (рис. 5).



Рис. 5. Осінній пейзаж локації 23

До ознак, частота згадувань яких має найсуттєвіші відмінності, як упродовж різних сезонів, так і за умов використання різних способів дослідження, належить колорит, частка згадування якого як позитивної ознаки завжди вища в межах певного сезону під час оцінювання пейзажів за фото, ніж безпосередньо в середовищі (див. рис. 4). При цьому, найбільшу частку зауважень респондентами відмічено восени – 27,1%, а кореляція між частотою згадувань краси колориту та балом естетичної оцінки на цей час є значною (0,508). Найбільшу частку згадувань колориту, як позитивної ознаки, відмічено в межах локації 3, фото – 3.2 (рис. 6).



Рис. 6. Осінній пейзаж локації 3

Підсумовуючи аналіз частоти згадувань ознак та характеристик, які позитивно впливають на естетику пейзажів Маріїнського парку за різних умов прове-

дення досліджень, доцільно звернути увагу на їх подібність упродовж різних сезонів за умов проведення оцінювання в середовищі та суттєві відмінності в разі застосування фото. Ці результати можуть бути свідченням подібності сприйняття паркового середовища упродовж року безпосередньо в парку. Поряд із тим, спостерігаються суттєві відмінності у частоті згадувань ряду ознак у межах кожного сезону, але за різних умов проведення досліджень.

Для підтвердження, або спростування наведених гіпотез проведено кореляційний аналіз ознак паркового середовища, визначених респондентами з використанням різних способів дослідження, в ході якого виявлено сильний кореляційний зв'язок між частотою згадування позитивних ознак весняних (0,855) та зимових (0,862) пейзажів Маріїнського парку, значний (0,511) – літніх та слабкий (0,268) – осінніх. Порівнюючи результати із даними літературних джерел (Stamps, 1990), варто відзначити узгодженість із даними, які отримали ми у весняний, літній та зимовий періоди, а також відмінність від результатів, що були за не комфортних, осінніх умов.

Окрім того, було проведено аналіз зв'язку між перевагами респондентів, зауваженими в різні сезони, в ході якого виявлено сильний кореляційний зв'язок між позитивними якістьми, зазначеними безпосередньо в середовищі між пейзажами упродовж року – від 0,7 (між осінніми та зимовими) до 0,843 (між зимовими та літніми) (рис. 7).

При цьому, кореляція з аналогічними даними, отриманими внаслідок аналізу фотографій, менша та залежить від сезонів, які аналізуються. Цікавою є найтісніша кореляція між позитивними ознаками, зауваженими респондентами у зимовий та літній періоди за обох способів проведення досліджень (див. рис. 7). При цьому кореляція між бальною оцінкою естетичних якостей пейзажів є значно слабшою – 0,455 в разі застосування фото та -0,083 за умов проведення оцінювання безпосередньо в парковому середовищі.

Продовжуючи аналіз взаємозв'язку бальної оцінки, наданої респондентами естетичним якістьми пейзажів Маріїнського парку, доцільно зауважити на суттєвій мінливості, яка спостерігається як за умов застосування різних способів проведення дослідження, так і визначається сезонами, що порівнюються (див. рис. 7). Найтісніший зв'язок виявлено між оцінкою весняних та літніх пейзажів – 0,787 в разі застосування фото та 0,718 під час оцінювання в парку. Значна кореляція спостерігається при порівнянні естетичної оцінки осінніх та зимових, також незалежно від способу проведення досліджень. Найсуттєвішу різницю у взаємозв'язку естетичної оцінки, що визначається способом досліджень, виявлено при порівнянні літніх та зимових пейзажів, де помірна (0,455) кореляція наявна за умов застосування фото, а при оцінюванні в середовищі є дуже слабкою та оберненою (-0,083). Такі обставини є передумовою обґрунтування гіпотези, що ознаки та компоненти пейзажів Маріїнського

парку, які позитивно впливають на їх естетичну привабливість подібні упродовж року, а найтіснішим цей зв'язок є при сприйнятті пейзажів безпосередньо в парковому середовищі.

Суттєва різниця в кореляції між бальною оцінкою естетики пейзажів є передумовою аналізу кореляційного зв'язку між частотою негативних ознак

паркового середовища, що можуть на неї впливати. Результати аналізу негативних факторів суттєво відрізняються – різниця у частоті згадувань є найбільшою в характеристиці ознак середовища за умов проведення оцінювання в парку восени (рис. 8) і пов'язані, здебільшого, з погодними умовами та мікрокліматичними особливостями.

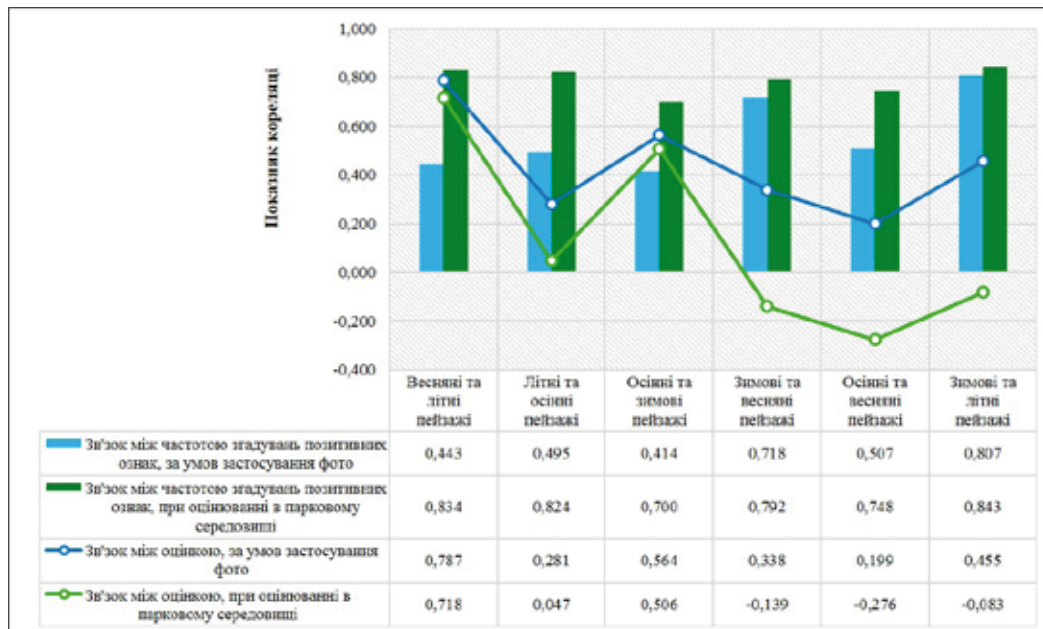


Рис. 7. Структура зв'язку між перевагами респондентів, зауваженими в різні сезони та за різних умов проведення дослідження, а також між балами естетичної оцінки пейзажів Маріїнського парку

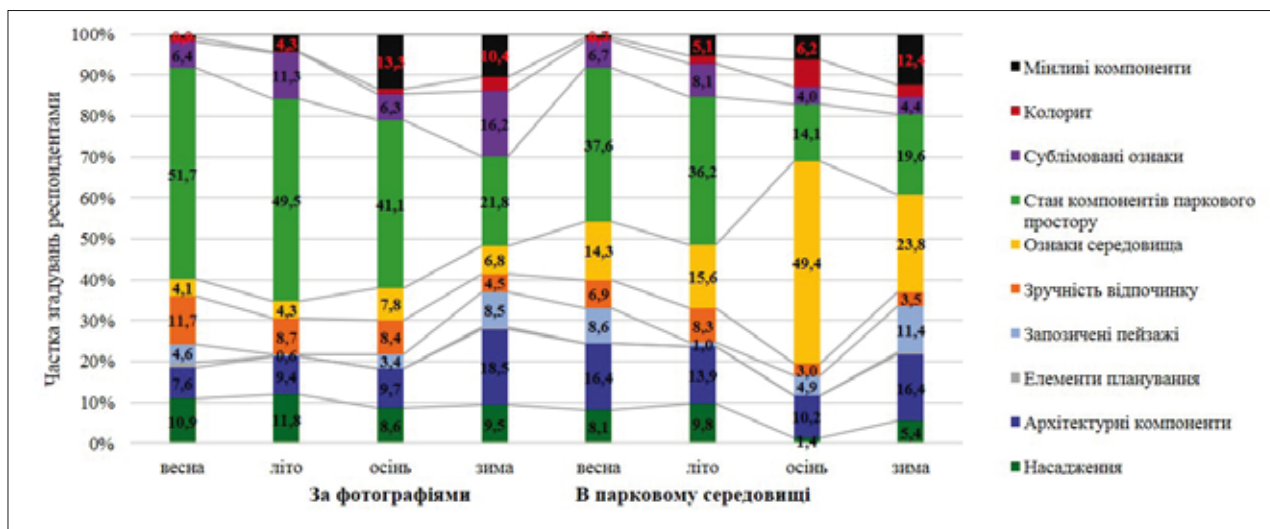


Рис. 8. Структура частоти згадувань груп ознак пейзажів Маріїнського парку як негативних чинників їх естетичних якостей

Загалом частка згадувань, пов'язаних із негативними ознаками середовища, становить 49,4% від загальної кількості згадувань негативних ознак та характеристик паркового середовища респондентами в цей період та відмічалися респондентами як «вітрян», «холодно», «мокро» та ін. Поряд із тим, саме в цей час найменшою є частота згадувань незадовільного стану компонентів паркового серед-

овища порівняно з іншими умовами та способами проведення дослідження (див. рис. 8). У цьому контексті доцільно зазначити, що частота згадувань негативних ознак середовища є більшою за умов проведення досліджень в парковому середовищі порівняно із результатами, отриманими за умов застосування фото в межах кожного із сезонів. Натомість незадовільний стан компонентів паркового

простору відмічено респондентами частіше в разі оцінювання фото, а найсуттєвішою різниця є в разі оцінювання осінніх пейзажів.

До найсуттєвіших негативних якісних характеристик паркового середовища дослідного об'єкта респондентами віднесено стан компонентів паркового простору, частка згадувань яких найбільшою є при оцінюванні фото та навесні сягає максимуму – 51,7% від всіх негативних ознак та якостей. При цьому згадки про гарний стан компонентів території Маріїнського мають поодинокий характер (0,7-6,6% респондентів) упродовж року незалежно від способу проведення досліджень.

Продовжуючи аналіз частоти згадування негативних ознак паркового середовища дослідного об'єкта, потрібно зауважити на зв'язку незадовільного стану компонентів паркової території та ознак середовища. Зокрема, сумарна частка зазначених ознак залежно від сезону та способу дослідження змінюється в межах 43,4-63,5%, а кореляційних зв'язок між частотою їх згадувань є сильним (-0,755). Сильна обернена кореляція між частотою згадувань негативних ознак паркового середовища дослідного об'єкта та незадовільного стану компонентів його території може бути свідченням зменшення уваги до незадовільного стану компонентів пейзажів за умов відсутності комфорту під час оцінювання їх естетичних якостей. Такі обставини зумовлюють формування гіпотези про доцільність застосування фотографій для оцінювання задоволеності відвідувачів парку станом його компонентів, або проведення досліджень в парку за комфортних для людини умов (весняно-літній період).

Підсумовуючи аналіз частоти згадувань ознак та характеристик, які негативно впливають на естетику пейзажів Маріїнського парку за різних умов проведення досліджень, доцільно звернути увагу на подібність їх упродовж різних сезонів та суттєві відмінності, що визначаються способом проведення. Ці результати можуть бути свідченням подібності сприйняття негативних ознак та якостей паркового середовища упродовж року безпосередньо в парку та залежать від способу проведення досліджень, що може бути свідченням впливу умов навколишнього середовища та мультисенсорності сприйняття паркового середовища на якому наголошують окремі автори (Gungor & Polat, 2018, Osychenko, 2015).

Наступним етапом став кореляційний аналіз негативних ознак паркового середовища, визначених респондентами з використанням різних способів дослідження, в ході якого виявлено дуже сильний кореляційний зв'язок між частотою згадування позитивних ознак весняних (0,907) та літніх (0,929) пейзажів Маріїнського парку, значний (0,537) – зимових та слабкий (0,156) – осінніх. Окрім того, було проведено аналіз зв'язку між частотою згадувань негативних ознак, зауважених респондентами в різні сезони, в ході якого виявлено суттєві відмінності у кореляційних зв'язках між негативними якістьми, зазначеними безпосередньо в середовищі між пейзажами упродовж року – від 0,355 (між осінніми

та весняними) до (0,956 між весняними та літніми). При цьому кореляція з аналогічними даними, отриманими внаслідок аналізу фотографій, значно сильніша (рис. 9). Відтак дуже сильна кореляція спостерігається між весняними та літніми (0,983), літніми та осінніми (0,958), осінніми та весняними (0,939) пейзажами, а також сильна – між осінніми та зимовими (0,723), зимовими та весняними (0,645), а також зимовими та літніми пейзажами (0,736).

Звертаючи увагу, поряд із кореляцією між частотою згадування негативних ознак, на зв'язок між балами естетичної оцінки, наданої респондентами за різних умов та способів проведення досліджень, потрібно наголосити на подібності сприйняття весняних і літніх пейзажів, а також осінніх і зимових, адже саме в цих випадках виявлено найсильнішу кореляцію (див. рис. 9) між оцінками та негативними ознаками незалежно від способу проведення досліджень.

Деталізуючи аналіз впливу частоти згадувань ознак паркового середовища, доцільно зосередити увагу на ознаки паркових пейзажів, які характеризують суб'єктивну позитивну психоемоційну реакцію респондентів (гармонійно, приємно, атмосферно, велично тощо). Саме частота згадування зазначених характеристик можуть бути показниками естетичних якостей пейзажів, адже серед всіх ознак та характеристик найтісніші кореляційні зв'язки виявлено саме між цими позитивними ознаками та оцінкою пейзажів. Зокрема, внаслідок кореляційного аналізу виявлено найсильніші кореляційні зв'язки між частотою згадувань позитивних ознак, що характеризують суб'єктивну позитивну психоемоційну реакцію респондентів на пейзаж при оцінюванні за фото (виняток становлять весняні пейзажі). За умов проведення дослідження безпосередньо в парку кореляція – дещо слабша та коливається від помірної (осінні пейзажі) до значної (весняні, літні та зимові пейзажі (рис. 10). Кореляція між негативними ознаками та середнім балом суттєво слабша (здебільшого є слабкою), але тенденція тісніших зв'язків під час оцінювання за фото зберігається. Винятком є результати оцінювання весняних пейзажів безпосередньо в парковому середовищі, де обернена кореляція перебуває на рівні -0,586. Найслабшим є зв'язок між ознаками, що характеризують суб'єктивну психоемоційну реакцію респондентів на пейзаж (як позитивними, так і негативними) та оцінкою восени за умов оцінювання безпосередньо в парковому середовищі (див. рис. 10), що може бути свідченням впливу інших ознак на формування суб'єктивної загально-ландшафтної емоційної реакції в цей період.

Серед негативних ознак, які мають найсуттєвіший вплив на сприйняття естетичних якостей пейзажів Маріїнського парку, є «базові ознаки комфорту рекреації» (див. рис. 10), що підтверджує результати дослідження Osychenko (2014), яка під час дослідження естетики міського середовища виявила сильну кореляцію між його базовими властивостями та естетичною оцінкою.

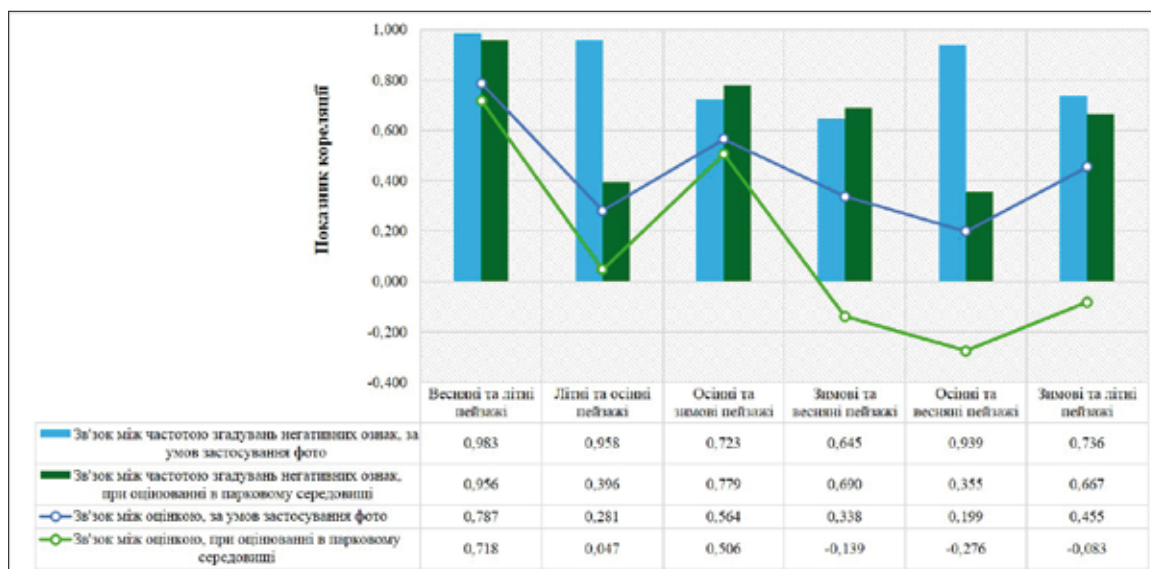


Рис. 9. Структура зв'язку між негативними ознаками, зауваженими в різні сезони та за різних умов проведення дослідження, а також між балами естетичної оцінки пейзажів Маріїнського парку



Рис. 10. Структура кореляційних зв'язків між частотою згадувань категорій ознак та характеристик паркового середовища в межах різних груп із середнім балом

Водночас вплив позитивних ознак комфорту рекреації дещо менший (слабкий навесні та взимку, помірний – влітку) та не має суттєвих відмінностей відповідно до способу проведення досліджень (див. рис. 10). Виняток – осінні пейзажі, де спостерігається суттєва різниця залежно від способу проведення дослідження – в середовищі кореляція помірна (0,325), а за умов використання фото – дуже слабка (0,025).

Вплив композиційної групи ознак на естетичну оцінку має суттєві відмінності. Відтак, найтісніші зв'язки (сильна кореляція) спостерігаються влітку незалежно від способу проведення досліджень. В той же час, в більшості випадків позитивна кореляція є поміною. Виключення – зимові пейзажі, за умов оцінювання за фото, де пряма кореляція є значною та весняні в середовищі, де кореляційний зв'язок – слабкий.

Порівнюючи позитивний вплив композиційних ознак на естетичне сприйняття паркових пейзажів із сублімованими, треба зауважити на їх тотожності в літній період незалежно від способу проведення досліджень, восени за умов проведення дослідження в середовищі та навесні при застосуванні фото. Поряд із тим, взимку вплив композиційних ознак дещо менший ніж сублімованих. Звертаючи увагу на негативні композиційні ознаки паркового середовища, потрібно зауважити на суттєво меншому їх негативному впливі порівняно із позитивним впливом ознак композиційної узгодженості. Зокрема, значний негативний вплив спостерігається лише влітку незалежно від умов проведення досліджень та навесні під час аналізу фото. У решті випадків композиційна недосконалість компонентів паркового простору суттєвого впливу на естетичну оцінку паркових пейзажів не мала.

Висновки. Для визначення взаємозв'язку результатів оцінювання естетики паркового середовища за різних способів дослідження знайдено кореляційні зв'язки між балами, які були надані респондентами пейзажам за фотографіями та безпосередньо на території Маріїнського парку. Суттєву різницю упродовж різних сезонів підтверджує значний кореляційний зв'язок між середнім балом фотографій і локацій у середовищі у весняний та літній періоди (0,677 та 0,539 відповідно), помірний (0,366) – навесні та слабкий (0,159) – восени.

Декоративність рослинних угруповань та архітектурних компонентів має неоднозначний характер – частка згадувань як позитивних, так і негативних якостей наведених компонентів є досить значною упродовж всіх сезонів та визначається способом проведення досліджень. Зокрема, найбільшою частка позитивних якостей насаджень є під час оцінювання осінніх пейзажів безпосередньо в парку, при цьому лише 1,4% від всіх негативних зауважень стосуються незадовільної композиції та декоративності насаджень у цей період. Подібну ситуацію встановлено і стосовно архітектурних компонентів, але різниця у частоті згадувань, як позитивних, так і негативних декоративних якостей, відповідно до способу проведення досліджень є меншою. До ознак, частота згадувань яких має найсуттєвіші відмінності, як упродовж різних сезонів, так і за умов використання різних способів дослідження, належить колорит, особливості якого в пейзажах Маріїнського парку сприймаються респондентами позитивно (частка негативних ознак колориту є незначною), найчастіше відмічаються при оцінюванні фотографій, а найчастіше позитивні якості колориту відмічено восени.

До ознак, вплив яких на естетичну оцінку паркових пейзажів суттєво відрізняється відповідно до способу проведення досліджень та сезону, відносять ознаки, що характеризують суб'єктивну психоемоційну реакцію респондентів на пейзаж (яскраво-монотонно, гармонійно-дисгармонійно, цікаво-нецікаво, атмосферно тощо), а найсуттєвіший вплив спостерігається за умов застосування фото, що обумовлює доцільність застосування фотографій для визначення психоемоційного впливу паркового середовища на відвідувачів, а також сприйняття його образно-символічної структури.

Позитивні ознаки, зауважені респондентами внаслідок суб'єктивного сприйняття пейзажів, здійснюють найсильніший, порівняно з іншими ознаками та характеристиками, позитивний вплив на формування естетичної оцінки паркового середовища (кореляція між частотою їх згадувань та оцінкою в різні сезони змінюється в межах 0,324-0,746). Однак негативні сублімовані ознаки значно менше пов'язані із погіршенням оцінки естетичних якостей пейзажів.

Для оцінювання задоволеності відвідувачів парку станом його компонентів доцільним є застосування фотографій, або проведення досліджень у

парку за комфортних для людини умов (весняно-літній період), адже виявлено взаємозв'язок частоти згадувань негативних ознак паркового середовища, пов'язаних із комфортом та станом його компонентів – із збільшенням першого показника – зменшується другий і навпаки, що підтверджено сильним оберненим (-0,755) кореляційним зв'язком. При цьому взаємовплив позитивних якостей наведених ознак є слабким (0,180).

Бібліографічні посилання

- Daniel, T. C., & Boster, R. S. (1976). Measuring landscape esthetics: the scenic beauty estimation method. In: USDA Forest Service Research Paper, RM-167. Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station, Fort Collins, Colo. 66 p.
- Dramstad, W. E., Tveit, M. S., Fjellstad, W. J., & Fry, G. L. A. (2006). Relationships between visual landscape preferences and map-based indicators of landscape structure. *Landscape and Urban Planning* 78(4), 465-474.
- Gungor, S., & Polat, A. T. (2018). Relationship between visual quality and landscape characteristics in urban parks. *Journal of Environmental Protection and Ecology* 19 (2), 939-948.
- Farahani L. M., & Maller C. (2018) Perception and Preferences of Urban Greenspaces: A Literature Review and Framework for Policy and Practice. *Landscape Online*, 2, (1-22). <https://doi.org/10.3097/LO.201861>
- Hofmann, M., Westermann, J.R., Kowarik, I., & van der Meer E. (2012). Perceptions of parks and urban derelict land by landscape planners and residents. *Urban Forestry & Urban Greening*, 11 (3), 303-312.
- Kabisch, N., Qureshi, S., & Haase, D. (2015). Human-environment interactions in urban green spaces – A systematic review of contemporary issues and prospects for future research. *Environmental Impact Assessment Review*, 50, 25-34. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2014.08.007>
- Kaplan, R. & Kaplan, S. (1989). *The Experience of Nature*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Lin, B. B., Fuller, R. A., Bush, R., Gaston, K. J., & Shanahan, D. F. (2014). Opportunity or Orientation? Who Uses Urban Parks and Why. *Plos One*, 9 (1). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0087422>
- Osychenko, G.O. (2014). Classification of the aesthetic qualities of the urban environment. *New University*, 3-4, 28-34 (in Ukrainian).
- Osychenko, G. (2015). *Methodological basis for the formation of the urban environment aesthetics*. (Doctoral dissertation). Retrieved from Proquest Digital Dissertations. (739565). (in Ukrainian).
- Polat, A. T., & Akay, A. (2015). Relationships between the visual preferences of urban recreation area users and various landscape design elements. *Urban Forestry & Urban Greening*, 14 (3), 573-582. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2015.05.009>

- Stamps A. E. (1990). Use of photographs to simulate environments – a meta-analysis. *Perceptual and Motor Skills*, 71 (3), 907-913.
- Thorpert, P., & Nielsen, A. B. (2014). Experience of vegetation-borne colours. *Journal of Landscape Architecture*, 9 (1), 60-69. <https://doi.org/10.1080/18626033.2014.898834>
- Yilmaz S., Özgüner H., & Mumcu S. (2018) An aesthetic approach to planting design in urban parks and greenspaces. *Landscape Research*, 43(7), 965-983. doi.org/10.1080/01426397.2017.1415313
- Zube E. H., Sell J. L., Taylor J. G. (1982). Landscape perception – research, application and theory. *Landscape Planning*, 9 (1), 1-33.

Особенности влияния среды на оценку эстетических качеств парковых пейзажей: теоретические и прикладные аспекты

Н. О. Алексейченко¹, Н. В. Гатальская²

Представлен спектр исследований эстетического оценивания ландшафта с привлечением респондентов (42 человека), которые проводились в течение 2017-2018 гг. непосредственно в парковой среде, а также с применением фотографий. При использовании различных методологических подходов и по результатам сравнительного анализа особенностей восприятия пейзажей парковой среды выявлены взаимосвязи между эстетической оценкой паркового ландшафта и признаками, которые влияют на ее формирование.

По результатам обобщений теоретических и практических научных работ обнаружена принципиальная разница в методологии исследований эстетики парковых ландшафтов с привлечением респондентов. В частности, ключевым методологическим вопросом исследования эстетики парковой среды является определение способа проведения исследований – натурный, или замещения.

Выявлено, что в условиях оценки парковой среды непосредственно в парке оценка, как правило, снижается в сравнении с фотографиями. По результатам анализа частоты упоминаний признаков и характеристик, которые положительно влияют

на эстетику пейзажей Мариинского парка, определено их сходство в течение разных сезонов в условиях проведения оценки в непосредственно парке и существенные различия при применении фото. Данные результаты могут быть свидетельством сходства восприятия парковой среды в течение года непосредственно в парке. Наряду с этим, наблюдаются существенные различия в частоте упоминаний ряда признаков в пределах каждого сезона при условии применения различных способов исследований.

Несмотря на существенную разницу в частоте упоминаний признаков парковой среды при различных условиях и способах проведения исследований установлено, что сила воздействия конкретного признака на эстетические качества пейзажей не определяет ее факторный вес в оценке, однако связана с ней. Наряду с тем, выявлены признаки, влияние которых на эстетическую оценку парковой среды является существенным.

Выяснено, что применение фотографий целесообразно для определения восприятия колорита и образно-символической структуры пейзажей парковой среды посетителями, а оценивание влияния насаждений и архитектурных компонентов на эстетические качества пейзажей целесообразнее проводить непосредственно в парке. Оценку удовлетворенности посетителей парка состоянием его компонентов можно осуществлять используя фотографии или проводя исследования в парке при условии комфортных для человека (весенне-летний период) условий.

Ключевые слова: восприятие парковых пейзажей; методология оценки ландшафта; сезонная динамика; корреляционный анализ.

Features of the influence of the environment on the estimation of aesthetic qualities of park landscapes: theoretical and applied aspects

N. Oleksiichenko¹, N. Gatalska²

The article presents a spectrum of aesthetic assessment of the landscape with the involvement of respondents (42 people) that were conducted during 2017-2018 directly in the park environment and

¹ Алексейченко Надежда Александровна – академик Лесной академии наук Украины, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры ландшафтной архитектуры и фитодизайна. Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, ул. Генерала Родимцева, 19, г. Киев, 03041, Украина. Тел.: 044-227-82-96, +38-098-330-22-78. E-mail: nadiaolex@ukr.net

² Гатальская Надежда Викторовна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры ландшафтной архитектуры и фитодизайна. Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, ул. Генерала Родимцева, 19, г. Киев, 03041, Украина. Тел.: 044-227-82-96, +38-067-728-69-20. E-mail: gatalska@ukr.net

¹ Nadiia Oleksiichenko – full Member of the Forest Academy of Sciences of Ukraine, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Landscape Architecture and Phytodesign of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. General Rodimtsev st., 19, Kyiv, 03041, Ukraine. Tel.: 044-227-82-96, +38-098-330-22-78. E-mail: nadiaolex@ukr.net

² Nadiia Gatalska – Ph.D. in Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Landscape Architecture and Phytodesign of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. General Rodimtsev st., 19, Kyiv, 03041, Ukraine. Tel.: 044-227-82-96, +38-067-728-69-20. E-mail: gatalska@ukr.net

with the use of photographs. Taking into account the various methodological approaches and the results of the comparative analysis of the peculiarities of the perception of landscapes of the park environment, interrelation between the aesthetic assessment of the park landscape and the features that influence its formation are revealed.

As a result of generalizations of theoretical and practical scientific works, a fundamental difference in the methodology of research on the aesthetics of park landscapes with the involvement of respondents was found. The key methodological issue of studying the aesthetics of the park environment is the determination of the method of conducting research – full or replacement.

It is revealed that in the conditions of evaluation of the park environment evaluation directly in the park, the rating is reduced in comparison with the photographs. By analyzing the frequency of references to features and characteristics that have a positive effect on the aesthetics of the Mariinsky Park landscapes, their similarity has been determined throughout the various seasons under the conditions of evaluation in the environment and significant differences in the application of the photo. These results can be evidence of a similar perception of the park environment

throughout the year directly in the park. At the same time, there are significant differences in the frequency of references to a number of signs within the limits of each season under the conditions of different methods of research. Despite the significant difference in the frequency of references to the signs of the park environment under different conditions and methods of conducting research, it has been established that the force of influence of a specific feature on the aesthetic qualities of landscapes does not determine its factor weight in the evaluation, but is related to it. In addition, signs have been identified, whose impact on aesthetic assessment of the park environment is significant.

It is determined that the use of photographs is appropriate for determining the perception of the color and figurative and symbolic structure of the landscape landscape of visitors, and assessing the impact of plantations and architectural components on the aesthetic qualities of landscapes should be carried out directly in the park. Estimation of the satisfaction of visitors to the park as its components can be carried out with the use of photographs or holding or in the park in a comfortable environment for the person (spring-summer period).

Key words: park landscape perception; landscape assessment methodology; seasonal dynamics; correlation analysis.

3. ЛІСОВА ТАКСАЦІЯ ТА ЛІСОВПОРЯДКУВАННЯ



Наукові праці Лісівничої академії наук України
Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine

<http://fasu.nltu.edu.ua>
<https://doi.org/10.15421/411823>
Article received 2018.06.17
Article accepted 2018.10.25

ISSN 1991-606X print
ISSN 2616-5015 online
@ ✉ Correspondence author

Petro Lakyda
lakyda@nubip.edu.ua
Heroyiv Oborony st., 15, Kyiv, 03041, Ukraine

УДК 630*5 : 582.632.2 (477)

Продукція фітомаси дубових деревостанів Українського Полісся

О.П. Бала¹, П.І. Лакида², Л.М. Матушевич³, І.П. Лакида⁴

Розраховано продуктивність дубових деревостанів Полісся України за компонентами фітомаси та продукцією в розрізі класів віку та за адміністративними областями. З'ясовано, що на території Полісся України найпоширенішими є дубові насадження у Житомирській обл. (35,3%). Насадження за участю дуба звичайного характеризується розмахом від I до XX класів віку, при цьому розподіл їхньої площі дуже нерівномірний. Значний обсяг запасу дубових насаджень зосереджений у середньовіковій групі, саме в ній вони найпродуктивніші. Фітомаса надземних компонентів дубових деревостанів Полісся фактично відображає їхню вікову структуру як за площею, так і за запасом.

Встановлено, що більше половини (55,3%) надземної фітомаси дубових деревостанів зосереджено у деревині стовбура. На кору стовбура й деревину гілок припадає однакова частка (по 11,9%), частка кори гілок становить 4,7%, деревної зелені – 16,2%.

Оцінено динаміку продукції дубових насаджень Полісся України за класами бонітету. З'ясовано, що її постійне зростання відбувається приблизно до 35-річного віку, потім поступово спадає. Максимальна біопродуктивність дубових насаджень, з незначними коливаннями в межах класів бонітету, припадає на період від 30 до 50 років.

Загальна оцінка продукції дубових деревостанів у лісах Полісся України становить 324,7 тис. т. Територіальна мінливість нагромадження продукції за адміністративними областями визначається відмінностями в наявності площ і віковій структурі насаджень. Найбільше продукції нагромаджують дубові деревостани Житомирської обл. (111,3 тис. т), в яких значна частка продукції припадає на середньовікові насадження (78,2 тис. т). Найменшу кількість продукції нагромаджують дубові насадження Сумської обл. (7,5 тис. т). В інших областях її кількість змінюється від 21,1 тис. т. (Київська обл.) до 59,7 тис. т (Чернігівська обл.).

¹ Бала Олександр Петрович – член-кореспондент Лісівничої академії наук України, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, докторант кафедри таксації лісу та лісового менеджменту. Національний університет біоресурсів і природокористування України, вул. Героїв оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна. Тел.: 044-527-85-53; +38-067-992-93-44. E-mail: bala@nubip.edu.ua

² Лакида Петро Іванович – академік Лісівничої академії наук України, професор, доктор сільськогосподарських наук, директор Навчально-наукового Інституту лісового і садово-паркового господарства. Національний університет біоресурсів і природокористування України, вул. Героїв оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна. Тел.: 044-527-85-28; +38-067-462-80-43. E-mail: lakyda@nubip.edu.ua

³ Матушевич Любов Миколаївна – кандидат сільськогосподарських наук, доцент, докторант кафедри таксації лісу та лісового менеджменту. Національний університет біоресурсів і природокористування України, вул. Героїв оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна. Тел.: 044-527-85-23; +38-067-944-82-75. E-mail: matushevych@nubip.edu.ua

⁴ Лакида Іван Петрович – кандидат сільськогосподарських наук, доцент, докторант кафедри таксації лісу та лісового менеджменту. Національний університет біоресурсів і природокористування України, вул. Героїв оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна. Тел.: 044-527-88-00; +38-067-771-68-18. E-mail: ivan.lakyda@nubip.edu.ua

Розподіл загальної продукції дубових деревостанів Полісся України в межах адміністративних областей та за класами віку відображає її динаміку за нормативними даними. Нагромадження обсягів продукції молодими дубовими насадженнями (I-IV класів віку) в поліській зоні України відбувається поступово й не інтенсивно. Кульмінація нагромадження продукції спостерігається у середньовіковій групі насаджень (V-VIII класи віку). Зі збільшенням віку, починаючи з пристиглої групи (IX клас віку), продукція дубових деревостанів поступово спадає. На мінливість продукції дубняків Полісся, крім зайнятої площі й віку насаджень, також впливають типи лісорослинних умов.

Ключові слова: біопродукційний потенціал; динаміка біопродуктивності; вікова структура; середній запас; компоненти фітомаси; конверсійні коефіцієнти; загальний приріст; екологічні функції.

Вступ. Сучасний розвиток людства супроводжується зростанням антропогенного навантаження на довкілля. Прояви антропогенного впливу досить численні, але їх можна умовно розділити на ті, які призводять до забруднення довкілля, та ті, що мають за наслідок зміни фундаментальних біогеохімічних циклів у навколишньому середовищі. До другої групи належать кліматичні зміни, які виникають внаслідок підвищення концентрації парникових газів у атмосфері.

Питання вразливості і стійкості лісів, для практики лісового господарства, є надзвичайно важливим, хоча його значенню, зазвичай, не надають належної ваги у практиці ведення лісового господарства. Нагальна потреба прийняття коректних, далекоглядних рішень сьогодні задля створення насаджень, які будуть стійкими і продуктивними у майбутньому обґрунтовує важливість ризикоорієнтованого підходу в лісовій галузі (Millar, Stephenson, & Stephens, 2007). Ціна помилки у такому разі є настільки суттєвою, що виправдовує додаткові витрати ресурсів на підготовку і прийняття належно зважених господарських рішень (Heinimann, 2010). Задля практичної реалізації детерміністичних та недетерміністичних підходів ризикостійкого управління лісами, необхідною умовою є наявність належного модельного інструментарію та іншого інформаційного забезпечення. Ґрунтуючись на цих засобах, за допомогою розгляду найімовірніших перспективних сценаріїв в умовах невизначеності відгуку екосистем на чинники клімату, який змінюється, є можливим визначення найприйнятніших пом'якшувальних та адаптаційних прийомів лісоуправління, як складових частин множинних стратегій (Millar, Stephenson, & Stephens, 2007).

Сучасна наука прогнозує негативний вплив змін середовищевісних чинників, переважно клімату, на дубові насадження України у XXI столітті. На сьогодні доступні результати декількох досліджень у цій сфері, які підтверджують цю тезу. Так, згідно з одним із них (Kolomytsev, & Prydatko, 2009), очікується зміщення південної межі ареалу дуба звичайного до 200-300 км на північ до 2050 року. Цей прогноз базується на представленні кліматичних змін за допомогою моделі IMAGE Framework (IMAGE, 2015). Очевидно, що ці результати не вказують на негативні зміни безпосередньо в Українському Поліссі, але вони демонструють загальні тренди щодо зміни меж ареалів аборигенних лісотвірних деревних видів України під дією кліматичних змін.

Враховуючи наведені вище особливості, дослідження продукції деревостанів Українського Полісся є *актуальними*, вони потребують детального аналізу сучасного стану та продуктивності дубових деревостанів, що дасть змогу об'єктивно оцінити на найближчі десятиліття потенційні можливості дібров Полісся України для стабілізації екологічної рівноваги в умовах змін клімату та антропогенного навантаження.

Об'єкти та методика досліджень. *Об'єкт дослідження* – процеси нагромадження фітомаси в дубових деревостанах Українського Полісся. *Предмет дослідження* – продукція дубових деревостанів Українського Полісся та її динаміка. *Мета роботи* – вивчити таксаційну структуру, динаміку біопродуктивності, потенційну можливість нагромадження продукції дубовими деревостанами Полісся України на найближчі десятиліття та проаналізувати особливості їхнього росту.

Для проведення досліджень використано два джерела експериментальних даних: реляційна база даних «Повідільна таксаційна характеристика лісів» (РБД «ПТХЛ»), надана ВО «Укрдержліспроект», та база даних тимчасових пробних площ (ТПП), закладених у дубових насадженнях Полісся України.

Для моделювання ходу росту з другого джерела відібрано 91 тимчасову пробну площу, які закладено у Київській (9 ТПП), Житомирській (25 ТПП), Волинській (27 ТПП), Рівненській (23 ТПП) та Чернігівській (7 ТПП) областях. Дослідження біопродукційного потенціалу дібров за компонентами фітомаси, мортмаси та продукції деревостанів здійснено за даними 14 тимчасових пробних площ з обліком, рубанням та покомпонентною оцінкою 82-х модельних дерев (Lakyda et al., 2018).

Статистичний аналіз дослідних даних свідчить про істотну варіабельність таксаційних параметрів деревостанів, що вказало на доцільність їх групування за класами віку та класами бонітету. Під час моделювання ходу росту за основними таксаційними показниками та залежностей від них компонентів фітомаси деревостанів на засадах системного підходу, використано метод множинного регресійного аналізу. Побудова таблиць ходу росту для модальних дубових деревостанів Українського Полісся базувалася на розробленій динамічній бонітетній шкалі, яку використано для групування даних РБД «ПТХЛ» ВО «Укрдержліспроект» (Lakyda et al., 2018).

Опрацьований алгоритм розрахунку біопродуктивності дібров Українського Полісся дав змогу

узгодити розрахунки з розробленими моделями росту і продуктивності досліджуваних лісостанів. Пошук адекватних моделей динаміки компонентів фітомаси дубових деревостанів, на основі яких і оцінювали продукцію, ґрунтувався на розрахунку конверсійних коефіцієнтів. Унаслідок цього розроблено нормативи для оцінювання біопродуктивності дібров Українського Полісся за компонентами надземної фітомаси, депонованого в ній вуглецю та киснепродуктивністю (Lakyda et al., 2018, Lakyda, Matushevych, & Lakyda, 2018).

Результати та обговорення. До сформованого запиту бази даних «Повидільна таксаційна характеристика лісів» ВО «Укрдержліспроект» увійшла інформація щодо таксаційної характеристики деревостанів за участю дуба звичайного восьми поліських областей України: Волинської, Житомирської, Київської, Рівненської, Сумської, Чернігівської, а також Львівської та Хмельницької (Мале Полісся). До розрахунків брали лише таксаційні виділи, які згідно з лісгосподарським районуванням належать до зони Полісся (Hensiruk, 2002). Основу бази даних становить кадастрова та таксаційна характеристика кожного виділу з лісового фонду господарств, підпорядкованих Державному агентству лісових ресурсів України. Одним із недоліків використовуваної бази даних є відсутність інформації про наявні лісові насадження інших землекористувачів. Особливість інформації з РБД «ПТХЛ» полягає в тому, що її отримують окомірно-вимірювальним методом, який, будучи прийнятим на виробництві, має певні неточності, пов'язані зі суб'єктивною оцінкою таксатора. Оцінити помилки такого методу складно і деякі вчені зауважують, що вони можуть бути істотними (Hensiruk, 2002, Lakyda, Terentiev, & Vasylyshyn, 2012). Поряд з цим, оскільки досліджувана база даних фактично є генеральною сукупністю лісових насаджень України, то такі помилки можуть нівелюватися.

Кожне насадження у запиті охарактеризоване основними показниками: площею, віком, середньою висотою, середнім діаметром, класом бонітету, типом лісорослинних умов, відносно повнотою, стовбуровим запасом на 1 га та складом насаджень. Загальна площа насаджень з участю дуба звичайного на території Полісся України становить 334376,5 га. Найпоширеніші дубові насадження – у Житомирській обл. (35,3%). Серед загальної площі дубових насаджень дуб звичайний природного насіннєвого походження становить 43,9% вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок, 17,5% – вегетативного та 38,6% – штучного походження. Дубові насадження різного походження наявні в усіх досліджуваних адміністративних областях поліської зони. Чисті дубові насадження на території Полісся України мало поширені й становлять тільки 8,4% від їх загальної площі.

В умовах Полісся України дуб звичайний росте в типах лісорослинних умов різної трофності (субборах, сугрудах, грудах), які мають ступінь зволоження від сухих до сирих. Більшість росте у воло-

гих (52,7%) та свіжих (25,8%) сугрудах і характеризується найвищим середнім запасом. Збільшення або зменшення вологості ґрунту призводить до зниження цього показника. За продуктивністю штучні дубові деревостани в зоні Полісся, в середньому, не поступаються природним насіннєвого походження (штучні й природні мають однаковий середній клас бонітету – I,9). Деревостани вегетативного походження характеризуються меншою продуктивністю на один клас бонітету (Lakyda, Bala, Matushevych, Lakyda, & Ivaniuk, 2018, Lakyda, Bala, Matushevych, & Ivaniuk, 2016).

Вікова структура лісів, тобто реальне співвідношення площ деревостанів різного віку у межах господарських секцій, лісових підприємств, регіонів, держави, суттєво впливає на величину приросту дерев та можливий розмір користування деревиною. Оптимальним для нормального ведення лісового господарства й експлуатації лісу є рівномірний розподіл насаджень за класами віку. В Українському Поліссі максимальний вік насаджень за участю дуба звичайного сягає 312 років, проте переважна кількість характеризується розмахом від I до XX класів віку, при цьому розподіл їхньої площі далеко не рівномірний (рис. 1). Найбільше дубових насаджень в усіх досліджуваних областях зони Полісся спостерігається у VII класі віку (17,6%), а також у VI (16,1%), VIII (13,5%), V (9,5%) та IX (7,6%). В інших вікових класах дубові насадження займають 5% і менше за площею. Незначна кількість дубових насаджень (від 0,5 до 0,1%) характерна для XVII і старших класів віку.

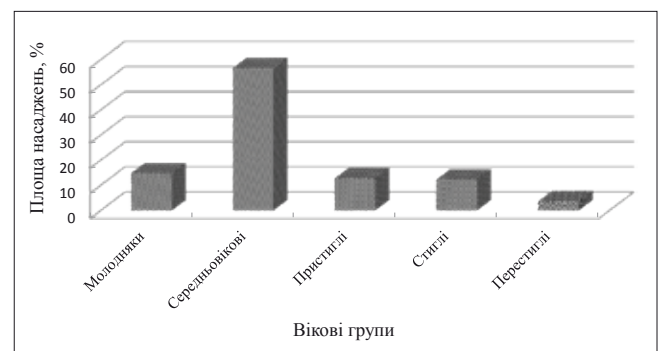


Рис. 1. Розподіл площі дубових насаджень за групами віку, %

Вік головної рубки в експлуатаційних лісах Полісся України для дуба звичайного становить 101-110 років (Shvidenko, Savich, Strochinskyi, Polyakov, & Kanunnikov, 1987). Виходячи з цього, у досліджуваному регіоні молодняки (I-IV класи віку) становлять 14,8, середньовікові (V-VIII класи віку) – 56,7, пристиглі (IX-X класи віку) – 12,7, стиглі (XI-XIV класи віку) – 12,3, перестиглі (XV і старші) – 3,6%. На цей час у лісах Полісся України, порівняно з іншими віковими групами, зосереджена значна площа середньовікових дубових насаджень. Нерівномірність розподілу площ насаджень за віковими групами призводить до нерівномірного користування (рис. 2).

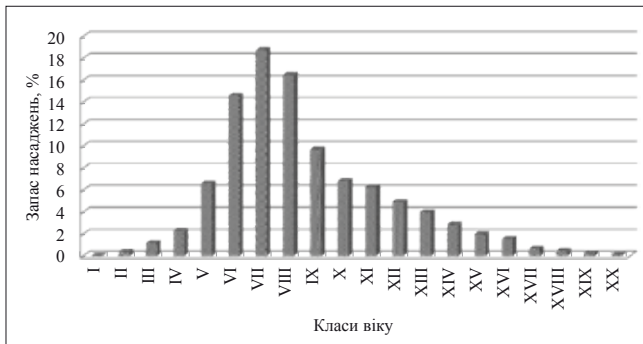


Рис. 2. Розподіл загального запасу дубових насаджень за класами віку, %

Отже, відповідно до площі в середньовіковій групі міститься й найбільший запас дубових насаджень. Завдяки інтенсивному росту дубові насадження поліського регіону до кінця середньовікового періоду досягають максимального запасу на 1 га, який неістотно знижується до XIX класу віку, після чого значно спадає (рис. 3).



Рис. 3. Розподіл середнього запасу дубових насаджень за класами віку, %

Найпродуктивніші середньовікові насадження нагромаджують максимальну кількість продукції, яка зростає зі збільшенням класу бонітету. Останнє чітко простежується із графічної інтерпретації (рис. 4) розроблених нормативів для оцінювання біопродуктивності дібров Українського Полісся (Lakyda, Bala, Matushevych, Lakyda, & Ivaniuk, 2018). Так, у середньовіковий період дубові насадження найкраще виконують екологічні функції – продукування кисню та депонування вуглецю.

Постійне зростання продукції дубових насаджень відбувається приблизно до 35-річного віку, потім поступово йде на спад. Максимальна біопродуктивність дубових насаджень, з незначними коливаннями в межах класів бонітету, спостерігається у період від 30 до 50 років.

Сучасний стан дубових деревостанів Полісся України на основі матеріалів повидільної таксації ВО «Укрдержліспроект» та отримані нормативні дані для оцінювання їхньої продуктивності слугували основою для подальших розрахунків наявного біопродукційного потенціалу дібров Полісся України в цілому та за адміністративними областями.

Володіючи інформацією про вікову структуру та запас дубових деревостанів Полісся України, можна оцінити сукупний приріст за компонентами

фітомаси, для розрахунку якого використовували встановлені середні значення конверсійних коефіцієнтів відповідних фракцій (Lakyda, Bala, Matushevych, Lakyda, & Ivaniuk, 2018, Lakyda, Usenia, Matushevych, Bala, & Lakyda, 2018). Запаси компонентів фітомаси розраховували шляхом переведення об'ємних запасів у масу органічної речовини за допомогою конверсійних коефіцієнтів відповідних фракцій фітомаси, які становлять для стовбура у корі – 0,540, гілок у корі – 0,134, деревної зелені – 0,130. Загальний розподіл продуктивності дубових деревостанів Полісся України за компонентами фітомаси в межах класів віку показано на рис. 5.

Отже, фітомаса надземних компонентів дубових деревостанів Полісся фактично відображає їхню вікову структуру як за площею (див. рис. 1), так і за запасом (див. рис. 2). Загальну надземну фітомасу дубових деревостанів Полісся України за окремими компонентами у межах адміністративних областей в одиницях маси наведено в таблиці, а відносний розподіл – на рис. 6. Розрахунок надземної фітомаси та продукції дубових насаджень здійснювали з урахуванням відсотка участі дуба у складі насаджень.

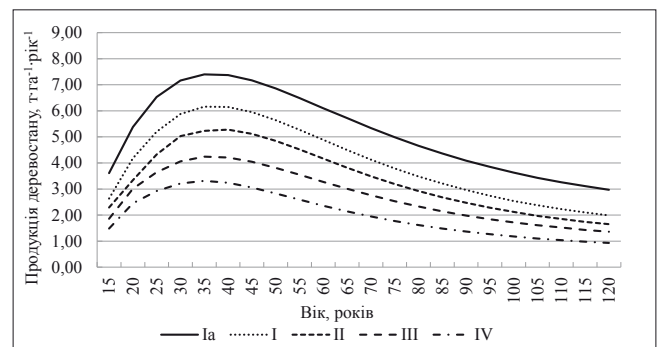


Рис. 4. Динаміка продукції дубових насаджень Полісся України за класами бонітету

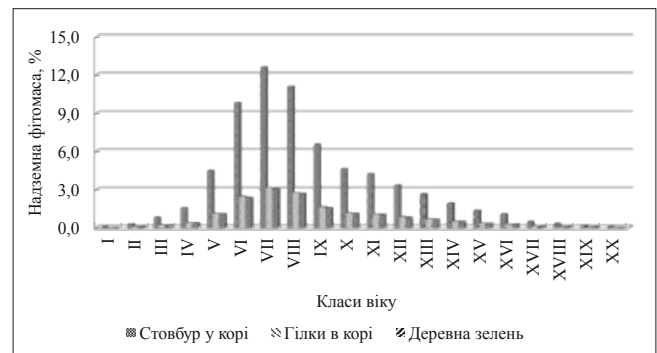


Рис. 5. Розподіл надземних компонентів фітомаси дубових деревостанів Полісся України за класами віку, %

Отже, найбільші запаси стовбурової деревини дуба звичайного в зоні Полісся України нагромаджені в Житомирській області, порівняно з якою в Чернігівській та Волинській областях її запас більш ніж удвічі менший. В інших областях поліської зони запаси стовбурової деревини дуба звичайного становлять менше 5%. Детальний фракційний розподіл запасу дубових насаджень показано на рис. 7.

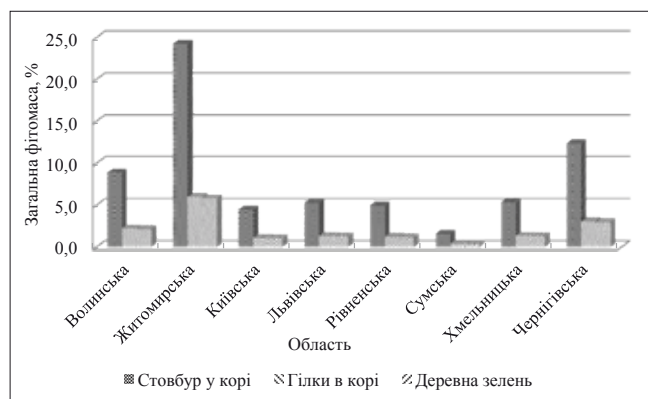


Рис. 6. Розподіл загальної надземної фітомаси дубових деревостанів у межах адміністративних областей поліської зони, %

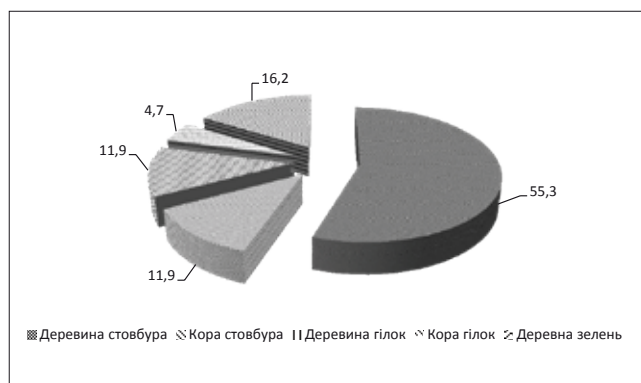


Рис. 7. Фракційний розподіл запасу дубових насаджень Полісся України за компонентами фітомаси, %

Таблиця

Фітомаса та продукція надземної частини дубових деревостанів Полісся України

Адміністративна область	Площа, га	Фітомаса надземної частини деревостану, тис. т					Продукція, тис. т
		стовбур		гілки		деревна зелень	
		всього	у т.ч. кора	всього	у т.ч. кора		
Волинська	48988,5	3040,8	540,6	754,6	214	732,1	46,9
Житомирська	117878,7	8304,7	1476,4	2060,8	584,4	1999,3	111,3
Київська	21519,5	1531,6	272,3	380,1	107,8	368,7	21,1
Львівська	28602,5	1803,9	320,7	447,6	126,9	434,3	25,0
Рівненська	31358,5	1700,8	302,4	422,1	119,7	409,5	25,0
Сумська	6406,8	542,6	96,5	134,7	38,2	130,6	7,5
Хмельницька	24859,0	1839,7	327,1	456,5	129,5	442,9	28,2
Чернігівська	54763,0	4243,2	754,3	1052,9	298,6	1021,5	59,7
Всього	334376,5	23007,3	4090,3	5709,3	1619,1	5538,9	324,7

Наведені на рис. 7 дані підтверджують специфічність структури фітомаси дубових насаджень Полісся України. Більше половини (55,3%) надземної фітомаси міститься у деревині стовбура, на кору стовбура й деревину гілок припадає однаковий відсоток (11,9%), частка кори гілок становить тільки 4,7%. Досить велику частку (16,2%) становить деревна зелень (до фракції якої входять дрібні гілки до 1 см у діаметрі). Особливістю структури фітомаси дубових деревостанів є співвідношення маси деревної зелені та гілок у корі до маси стовбура у корі, які відповідно становлять 24,1 та 24,8%.

У сучасному світі посилюється значення не-сировинних функцій лісу, коли облік екологічних і соціальних функцій лісів набуває більшої ваги, ніж їхня сировинна функція. На цьому етапі очевидно стає важливість показників біопродуктивності лісових екосистем, які включають кількісну характеристику запасів живої фітомаси та щорічно створюваної продукції. Останнє допомагає оцінити базові процеси функціонування екосистем, такі як фотосинтез і дихання. З огляду на це оцінювання продукції надземної частини дубових деревостанів Полісся України (див. табл. 1) та її розподіл у межах адміністративних областей за класами віку (рис. 8) є актуальними в екологічних, соціальних і ресурсознавчих аспектах.

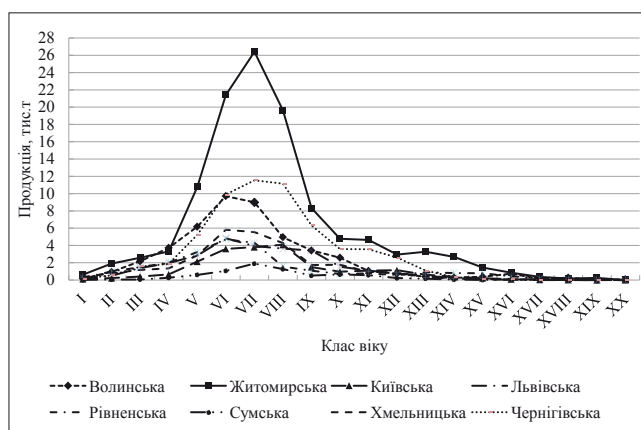


Рис. 8. Розподіл продукції дубових деревостанів Полісся України в межах адміністративних областей за класами віку

Щорічно створювана продукція відображає специфіку вікової структури дубових деревостанів Полісся. Територіальна мінливість нагромадження продукції за адміністративними областями, в основному, визначається відмінностями у займаних площах. Найбільше нагромаджують продукції середньовікові дубові деревостани Житомирської обл. (78,2 тис. т), де відповідно й найбільша їхня площа. Проте в межах класів віку, особливо се-

редньовікової групи Житомирської обл., продукція істотно відрізняється. Так, у V класі віку вона становить 10,8, VI – 21,4, VII – 26,4, VIII – 19,6 тис. т. Нерівномірне нагромадження продукції (поточного приросту) за класами віку призводить до нерівномірного користування, оскільки в рубку може відводитись запас, який не перевищує річного приросту. Продукція дубових деревостанів, починаючи з початкового класу пристиглої групи (IX клас віку), зі збільшенням віку насаджень поступово спадає. На мінливість продукції в межах адміністративних областей, крім займаної площі та віку насаджень, також впливають типи лісорослинних умов.

Висновки. На території Полісся України дубові деревостани найпоширеніші у Житомирській обл. (35,3%). Насадження за участю дуба звичайного характеризуються розмахом від I по XX класів віку, при цьому розподіл їхньої площі є нерівномірним. Значний обсяг запасу дубових деревостанів міститься у середньовіковій групі насаджень, і саме в цій віковій групі вони найпродуктивніші.

Фітомаса надземних компонентів дубових деревостанів Полісся України фактично відображає їхню вікову структуру як за площею, так і за запасом.

Встановлено, що більше половини (55,3%) надземної фітомаси зосереджено у деревині стовбура, на кору стовбура й деревину гілок припадає подібна частка (11,9%), частка кори гілок становить 4,7%, деревної зелені – 16,2%.

Динаміка продукції дубових насаджень Полісся України за класами бонітету показує, що її постійне зростання відбувається приблизно до 35-річного віку, потім поступово спадає. Максимальна біопродуктивність дубових насаджень, з незначними коливаннями в межах класів бонітету, спостерігається у період від 30 до 50 років.

Загальна оцінка продукції дубових деревостанів у лісах Полісся України становить 324,7 тис. т. Територіальна мінливість нагромадження продукції за адміністративними областями переважно визначається відмінностями в наявності площ та віковій структурі насаджень. Найбільше продукції нагромаджують дубові деревостани Житомирської обл. (111,3 тис. т), в яких значна частина продукції припадає на середньовікові насадження (78,2 тис. т.). У межах класів віку нагромадження продукції дубовими деревостанами істотно відрізняється, особливо в середньовіковій групі насаджень цієї області, де в V класі віку вона становить 10,8, VI – 21,4, VII – 26,4, VIII – 19,6 тис. т., що призводить до нерівномірного їх користування. Найменшу кількість продукції нагромаджують дубові насадження Сумської обл. (7,5 тис. т), в інших областях її кількість змінюється від 21,1 тис. т. (Київська обл.) до 59,7 тис. т. (Чернігівська обл.).

Розподіл загальної продукції дубових деревостанів Полісся України в межах адміністративних областей за класами віку підтвердив її динаміку за нормативними даними. Тобто в поліській зоні України нагромадження обсягів продукції молодими дубовими насадженнями (I-IV класів віку) від-

бувається поступово й не інтенсивно. Кульмінація нагромадження продукції дубовими насадженнями спостерігається у середньовіковій групі (V-VIII класи віку). Зі збільшенням віку насаджень, починаючи з початкового класу пристиглої групи (IX клас віку), продукція дубових деревостанів поступово спадає. На мінливість продукції дубняків Полісся також впливає типологічна структура і таксаційна характеристика лісів.

Вивчення запасу і структури фітомаси, а також продукції дубових деревостанів як матеріал для пізнання функціонування лісів на межі їх природного поширення у лісових екосистемах Полісся, має особливе значення. Виявлена закономірність розподілу фітомаси дубових деревостанів за фракціями та нагромадження продукції дає змогу оцінити ресурсне значення компонентів фітомаси в інтересах найбільш раціонального їх використання людиною та отримання максимальної продуктивності на одиницю площі, а також створює передумови для подальшого кількісного оцінювання їх екосистемних послуг.

Бібліографічні посилання

- Heinimann, H.-R. (2010). A concept in adaptive ecosystem management – An engineering perspective. *Forest Ecology and Management*, 259 (4), 848-856.
- Hensirik, S. A. (2002). *Ukraine's forests*. Lviv: Svit (in Ukrainian).
- IMAGE – Integrated Model to Assess the Global Environment (2015). – Retrieved from http://themasites.pbl.nl/models/image/index.php/IMAGE_framework.
- Kolomytsev, G., & Prydatko, V. (2009). Pedunculate Oak (*Quercus robur*). – Retrieved from <http://biomodel.info/species/quercus-robur-pedunculate-oak/>.
- Lakyda, P. I., Bala, O. P., Matushevych, L. M., Lakyda, I. P., & Ivaniuk, I. D. (2018). *Silvicultural and environmental potential of oak stands in Ukrainian Polissya*. Korsun-Shevchenkivskyi: FOP Maydachenko I.V. (in Ukrainian)
- Anuchin, N. P. (1982). *Forest mensuration*. Moscow : Forest industry (in Russian).
- Lakyda, P. I., Terentiev, A. Yu., & Vasylyshyn, R. D. (2012). *Scots pine stands of artificial origin in Ukrainian Polissya – growth and productivity forecast*. Korsun-Shevchenkivskyi: FOP Maydachenko I.S. (in Ukrainian).
- Lakyda, P. I., Bala, O. P., Matushevych, L. M., & Ivaniuk, I. D. (2016). Current state and productivity of common oak stands in Ukrainian Polissia. *Forestry and Forest Melioration*, 129, 32-40 (in Ukrainian).
- Shvidenko, A., Savich, Yu., Stochinskyi, A., Polyakov, V., & Kanunnikov, N. (1987). *Normative reference materials for biometric measurements of forests in Ukraine and Moldavia*. Kyiv: Urozhai (in Russian).
- Lakyda, P. I., Usenia, V. V., Matushevych, L. M., Bala, O. P., & Lakyda, I. P. (2018). Biomass expansion

factors for live biomass components of common oak stands in Ukrainian Polissia. Abstracts of participants of International scientific and practical conference «Sustainable management in forestry complex and balanced development of urban landscapes». Kyiv: NULES of Ukraine, P. 35-36.

Lakyda, P. I., Matushevych, L. M., & Lakyda, I. P. (2018). Bioproductivity of common oak stands in Ukrainian Polissia. *Proceedings of FASU*, 16, 99-105 (in Ukrainian).

Millar, C. I., Stephenson, N. L., & Stephens, S. L. (2007). Climate change and forests of the future: managing in the face of uncertainty. *Ecological Applications*, 17 (8), 2145-2151.

Продукция фитомассы дубовых древостоев Украинского Полесья

О.П. Бала¹, П.И. Лакида², Л.М. Матушевич³,
И.П. Лакида⁴

Проанализирована таксационная характеристика дубовых древостоев Полесья Украины. Приведено распределение общего и среднего запаса дубовых насаждений по классам возраста. На основе разработанных нормативов для оценки биопроductивности дубрав Украинского Полесья проанализирована динамика продукции древостоев по классам бонитета. Рассчитана производительность дубовых древостоев Полесья Украины по компонентам фитомассы и продукции в разрезе классов возраста и по административным областям. Приведено фракционное распределение запаса дубовых

насаждений по компонентам фитомассы и общей продукции по административным областям.

Расчеты проведены с использованием базы данных «Повыдельная таксационная характеристика лесов» ПО «Укргослеспроект» и базы данных временных пробных площадей, заложенных в дубовых насаждениях Полесья Украины, на основе которых разработаны нормативы для оценки биопроductивности дубовых древостоев Украинского Полесья.

Установлено, что на территории Полесья Украины наиболее распространены дубовые насаждения в Житомирской обл. (35,3%). Насаждения с участием дуба черешчатого характеризуются размахом от I по XX классов возраста, при этом распределение их площади далеко не равномерное. Значительный объем запаса дубовых насаждений содержится в средневековой группе, именно в ней они наиболее продуктивны. Фитомасса надземных компонентов дубовых древостоев Полесья фактически отображает их возрастную структуру как по площади, так и по запасу. Территориальная изменчивость накопления продукции по административным областям определяется различиями в наличии площадей.

Установлено, что более половины (55,3 %) надземной фитомассы дубовых древостоев содержится в древесине ствола, в коре ствола и древесине ветвей содержится одинаковый процент (11,9 %), кора ветвей составляет 4,7 %, древесная зелень – 16,2 %.

Оценена динамика продукции дубовых насаждений Полесья Украины по классам бонитета. Выяснено, что ее постоянный рост происходит примерно до 35-летнего возраста, затем постепенно уменьшается. Максимальная биопроductивность дубовых насаждений, с незначительными колебаниями в пределах классов бонитета, приходится на период с 30 до 50 лет.

Установлено, что общая оценка продукции дубовых древостоев в лесах Полесья Украины составляет 324,7 тыс. т. Территориальная изменчивость накопления продукции по административным областям определяется различиями в наличии площадей и возрастной структуре насаждений. Больше продукции накапливают дубовые древостои Житомирской обл. (111,3 тыс. т), в которых значительная часть продукции приходится на средневековые насаждения (78,2 тыс. т). Наименьшее количество продукции накапливают дубовые насаждения Сумской обл. (7,5 тыс. т), в других областях ее количество колеблется от 21,1 тыс. т (Киевская обл.) до 59,7 тыс. т (Черниговская обл.).

Установлено, что распределение общей продукции дубовых древостоев Полесья Украины в пределах административных областей и по классам возраста отражает ее динамику по нормативным данным. Накопление объемов продукции молодыми дубовыми насаждениями (I-IV классы возраста) в зоне Полесья Украины происходит постепенно и неинтенсивно. Кульминация накопления продукции наблюдается в средневековой группе насаж-

¹ Бала Александр Петрович – член-корреспондент Лесной академии наук Украины, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, докторант кафедры таксации леса и лесного менеджмента. Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, ул. Героев обороны, 15, г. Киев, 03041, Украина. Тел.: 044-527-85-53; +38-067-992-93-44. E-mail: bala@nubip.edu.ua

² Лакида Петр Иванович – академик Лесной академии наук Украины, профессор, доктор сельскохозяйственных наук, директор Учебно-научного института лесного и садово-паркового хозяйства Национального университета биоресурсов и природопользования Украины, ул. Героев обороны, 15, г. Киев, 03041, Украина. Тел.: 044-527-85-28; + 38-067-462-80-43. E-mail: lakyda@nubip.edu.ua

³ Матушевич Любовь Николаевна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, докторант кафедры таксации леса и лесного менеджмента Национального университета биоресурсов и природопользования Украины, ул. Героев обороны, 15, г. Киев, 03041, Украина. Тел.: 044-527-85-23; + 38-067-944-82-75. E-mail: matushevych@nubip.edu.ua

⁴ Лакида Иван Петрович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, докторант кафедры таксации леса и лесного менеджмента Национального университета биоресурсов и природопользования Украины, ул. Героев обороны, 15, г. Киев, 03041, Украина. Тел.: 044-527-88-00; + 38-067-771-68-18. E-mail: ivan.lakyda@nubip.edu.ua

дений (V-VIII класи віку). С увеличением возраста насаждений, начиная с приспевающей группы (IX класс возраста), продукция дубовых древостоев постепенно снижается. На изменчивость продукции дубняков Полесья, кроме занятой площади и возраста насаждений, также влияют типы лесорастительных условий.

Ключевые слова: биопродукционный потенциал; динамика биопродуктивности; возрастная структура; средний запас; компоненты фитомассы; конверсионные коэффициенты; общий прирост; экологические функции.

Live biomass production in Common oak stands of Ukrainian Polissia

O. Bala¹, P. Lakyda², L. Matushevych³, I. Lakyda⁴

Within this research article we have analyzed mensurational characteristics of common oak stands in Ukrainian Polissia. We have also shown distribution of total and mean growing stock of the oak stands by age classes. Based on the developed reference materials for assessment of bioproductivity of oak stands in Ukrainian Polissia, we have analyzed dynamics of stands' production within site index classes. We have calculated productivity of the oak stands by live biomass components and production by age classes and administrative regions. Also, here we present a fraction-wise distribution of growing stock of the oak stands by live biomass components and of total production – by administrative regions.

¹ Oleksandr Bala – Corresponding Member of Forestry Academy of Sciences of Ukraine, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Doctoral student at the Department of Forest Mensuration and Forest Management of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Heroyiv Oborony st., 15, Kyiv, 03041, Ukraine. Tel.: 044-527-85-53; +38-067-992-93-44. E-mail: bala@nubip.edu.ua

² Petro Lakyda – Full Member of Forestry Academy of Sciences of Ukraine, Professor, Doctor of Agricultural Sciences, Director of Education and Research Institute of Forestry and Landscape-Park Management of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Heroyiv Oborony st., 15, Kyiv, 03041, Ukraine. Tel.: 044-527-85-28; +38-067-462-80-43. E-mail: lakyda@nubip.edu.ua

³ Liubov Matushevych – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Doctoral student at the Department of Forest Mensuration and Forest Management of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Heroyiv Oborony st., 15, Kyiv, 03041, Ukraine. Tel.: 044-527-85-23; +38-067-944-82-75. E-mail: matushevych@nubip.edu.ua

⁴ Ivan Lakyda – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Doctoral student at the Department of Forest Mensuration and Forest Management of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Heroyiv Oborony st., 15, Kyiv, 03041, Ukraine. Tel.: 044-527-88-00; + 38-067-771-68-18. E-mail: ivan.lakyda@nubip.edu.ua

The calculations were based on database «Stand-wise mensurational characteristics of forests» of IA «Ukrderzhlisproekt», and database of temporary sample plots established in the oak stands. On this basis, reference materials for assessment of bioproductivity of common oak stands in Ukrainian Polissia have been developed.

It has been found that in Zhytomyr region common oak stands have the greatest area share on the territory of Ukrainian Polissia (35,3 %). Stands that have oak trees in composition, are characterized by age span from I to XX age classes, while area distribution is far from uniform. A great share of growing stock of these stands belongs to mid-aged ones, where stands are the most productive. Live biomass of aboveground components of the oak stands in Ukrainian Polissia reflects their age structure both by area and growing stock. Spatial variation of production accumulation by administrative regions is reasoned by differences in areas present.

It has been established that over a half (55,3 %) of aboveground live biomass is contained in trunk wood, trunks' bark and branches' wood have the same percentage (11,9 %), branches' bark accounts for 4,7 %, and tree greenery – 16,2 %.

Assessment of dynamics of the oak stands' production by site index classes has shown that its growth happens until the age of 35 years, and then it gradually declines. The highest bioproductivity is observed at age between 30 and 50 years, with minor site productivity-driven fluctuations.

According to this research, total production of the oak stands is 324,7 thou. tons. Spatial variation by administrative regions is driven by presence of areas of the stands and their age structure. A larger amount of production is accumulated in common oak stands of Zhytomyr region (111,3 thou. tons), where a substantial part of production corresponds to mid-aged stands (78,2 thou. tons). The smallest amount of production is accumulated in the stands of Sumy region (7,5 thou. tons), in other regions its amount varies from 21,1 thou. tons (Kyiv region) to 59,7 thou. tons (Chernihiv region).

It has been found that distribution of total production of common oak stands in Ukrainian Polissia by administrative regions and age classes reflects its dynamics by the reference data. Accumulation of production by young common oak stands (I-IV age classes) in Polissia zone is gradual and not intensive. Culmination of accumulation is observed in mid-aged stands (V-VIII age classes). Further, starting from immature group (IX age class), production of the oak stands gradually decreases with increase of their age. Variation of production of common oak stands in Ukrainian Polissia is mainly driven by occupied area, age of stands, and types of site conditions.

Key words: bioproductivity; dynamics of bioproductivity; age structure; mean growing stock; live biomass components; biomass expansion factors; total increment; ecological functions.



Наукові праці Лісівничої академії наук України
Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine

<http://fasu.nltu.edu.ua>
<https://doi.org/10.15421/411824>
Article received 2018.07.10
Article accepted 2018.10.25

ISSN 1991-606X print
ISSN 2616-5015 online
@ ✉ Correspondence author
Andriy Zadorozhnyy
andriy.zadorozhnyy@uzhnu.edu.ua
University st., 14, Uzhhorod, 88000, Ukraine

УДК 630*[5+5.582]:632.2

Динаміка залежності надземної фітомаси букових деревостанів від їхніх таксаційних показників у переважаючих типах лісорослинних умов Полонинського хребта Українських Карпат

Г.Г. Гриник¹, А.І. Задорожний²

Розроблено регресійні моделі залежності основних компонентів надземної фітомаси в абсолютно сухому стані від середньої висоти, середнього діаметра та відносної повноти деревостанів бука лісового в умовах вологого сугрудю та вологого грудю. Для отриманих за результатами табулювання функцій значень компонентів надземної фітомаси деревостанів бука лісового в обох досліджуваних типах лісорослинних умов простежено збільшення фітомаси із зростанням значення середніх висоти та діаметра стовбура. У типі лісорослинних умов С₃ значення фітомаси деревини стовбура у досліджуваному діапазоні середніх висот зростають від 10,5-16,8 до 318-331 т·га⁻¹, тоді як у типі лісорослинних умов D₃ збільшення відбувається від 9,9-16,2 до 314-327 т·га⁻¹. Різниця частки у значеннях цього показника зменшується із збільшенням середніх значень і висоти і діаметра стовбура. Аналогічну тенденцію простежено для фітомаси кори стовбура, кори гілок та загальної надземної фітомаси букових деревостанів. Для таких компонентів, як фітомаса деревини гілок та фітомаса листя зі збільшенням значень середньої висоти та середнього діаметра деревостану встановлено збільшення частки різниці між цими значеннями у досліджуваних типах лісорослинних умов. Вищі значення компонентів надземної фітомаси – в умовах вологого сугрудю, порівняно із вологим грудом. Значення загальної надземної фітомаси збільшуються в типі лісорослинних умов С₃ від 18,7-26,8 т·га⁻¹ за висоти 4 м до 415-438 т·га⁻¹ за висоти 34 м, а в типі лісорослинних умов D₃ – від 17,7-25,6 т·га⁻¹ до 412-426 т·га⁻¹. Частка різниці між значеннями загальної надземної фітомаси в межах ступеня висоти зменшується зі збільшенням середнього діаметра.

Ключові слова: *деревина та кора стовбура; деревина та кора гілок; середні таксаційні показники деревостану; відносна повнота; середня висота; середній діаметр; вологий сугруд; вологий груд.*

Вступ. Зважаючи на динамічні процеси зміну клімату, участь лісів у яких є надзвичайно важливим чинником, дослідження їхньої біологічної продуктивності є актуальною (Shvydenko, Lakyda, & Shcherpashchenko, 2014). У цій царині можна виділити три основних компоненти, які є цікавими для дослідження: передусім – це фітомаса дерев яка, у тому числі, формує надземну фітомасу деревостану (Lakyda, 2002), мортмаса – це органічна речовина

відмерлих дерев (Harmon et al., 1986; Bilous, 2015) та біологічна продукція – це органічна речовина, яка щорічно утворюється у живих деревах (Harmon, Franklin, Swanson et al., 1986, Lakyda, Bilous & Vasylyshyn, 2010). Компонентом, який посідає фактично чільне місце у згаданому переліку, є надземна фітомаса деревостану (Lakyda, 2002), оскільки, крім того, що має найвищий ступінь залежності від лісівничо-таксаційних показників деревостану, ре-

¹ Гриник Георгій Георгійович – член-кореспондент Лісівничої академії наук України, доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри лісової таксації та лісовпорядкування ННІ лісового та садово-паркового господарства, старший науковий співробітник. Національний лісотехнічний університет України, вул. генерала Чупринки, 103, м. Львів, Україна, 79057. Тел. +38-096-541-39-51. E-mail: h.hrynyk@nltu.edu.ua

² Задорожний Андрій Іванович – старший викладач кафедри лісівництва географічного факультету. Ужгородський національний університет, вул. Університетська, 14, м. Ужгород, Україна, 88000. Тел. +38-0312-64-03-54 E-mail: andriy.zadorozhnyy@uzhnu.edu.ua

шта компонентів фактично є похідними від нього (Lakyda, 2001, Usoltcev & Zalesov, 2005).

Дослідження біопродуктивності лісів загалом та надземної фітомаси деревостану зокрема повинно ґрунтуватися на принципах системного підходу до оцінювання ступеня впливу чи взаємодії природних чинників (Liera, 1971, Lakyda, 2011). Зважаючи на істотну біологічну різноманітність Українських Карпат багато наукових досліджень зосереджені на оцінюванні можливості депонування лісових екосистем атмосферного вуглецю, причому аналізу піддаються практично усі фракції надземної фітомаси екосистеми (Shpakivska & Maryshevych, 2009, Shpakivska, 2013). У нашому дослідженні, яке продовжує дослідження особливостей надземної фітомаси деревостанів бука лісового, на основі уже здійснених аналізів та узагальнень (Zadorozhnyy, 2015, Hrynyk & Zadorozhnyy, 2018) розглянемо особливості формування структурних компонентів надземної фітомаси та здійснимо їхню формалізацію на основі регресійного аналізу з урахуванням типів лісорослинних умов. Для цього, зважаючи на досвід попередніх дослідників, використовуємо метод багатомірної математичної статистики, який найчастіше застосовують у практиці біометричних досліджень (Gillespie, 1989, Usoltcev & Zalesov, 2005, Lakyda et al., 2013).

Об'єкти та методика дослідження. Об'єкт дослідження – деревостани бука лісового у переважачих типах лісорослинних умов Полонинського хребта Українських Карпат. Предмет дослідження – компоненти надземної фітомаси букових деревостанів у досліджуваних типах лісу. Мета дослідження – моделювання залежності надземної фітомаси букових деревостанів від їхніх таксаційних показників у типах лісорослинних умов (ТЛУ) C_3 та D_3 Полонинського хребта Українських Карпат.

Матеріали і методи. Для дослідження динаміки надземної фітомаси букових деревостанів використано дослідні дані, отримані за результатами закладання 36 тимчасових пробних площ (ТПП) з оцінкою компонентів фітомаси деревостанів на території Полонинського хребта Українських Карпат у межах лісового фонду державних підприємств «Міжгірське ЛГ», «Воловецьке ЛГ» та «Свалявське ЛГ» Закарпатського обласного управління лісового і мисливського господарства. Пробні площі закладено у деревостанах, які ростуть у типах лісу: волога грабова бучина (6 шт.), волога чиста бучина (8 шт.), волога ялицева бучина (4 шт.), волога чиста суббучина (6 шт.), волога ялиново-ялицева суббучина (5 шт.), волога грабова суббучина (7 шт.); вік досліджуваних деревостанів на пробних площах – від 12 до 137 років, клас бонітету – I-II; відносна повнота – від 0,62 до 0,79. Модельні дерева вибирали за принципом репрезентативності до розподілу за ступенями товщини з урахуванням значень висоти. Для встановлення компонентів фітомаси деревостанів відібрано і досліджено 834 зразки із загалом 172 модельних дерев. Пробні площі закладено за діючими вимогами до пробних площ лісовпорядних

(SOU 02.02-37-476: 2006), а оцінювання щільності компонентів фітомаси листяних деревостанів здійснено за методикою проф. П.І. Лакиди (Lakyda, 2002, Lakyda, 2006, Lakyda, Bilous & Vasylyshyn, 2010). Дослідні дані, отримані за результатом польових експериментальних робіт, опрацьовано в камеральних умовах з використанням прикладних програм Statistica 10 та MS Excel. Для розроблення нормативів оцінки компонентів надземної фітомаси окремих дерев з наступним використанням отриманих результатів, для оцінювання фітомаси деревостанів використано значення щільності матеріалу в абсолютно сухому стані (Zadorozhnyy, 2015, Hrynyk & Zadorozhnyy, 2018).

Результати та обговорення. Значення показників фітомаси розраховано на основі щільності відповідних її фракцій в абсолютно сухому стані та розраховано в $[т \cdot га^{-1}]$. Таксаційні ознаки, використані як вхідні параметри моделі, визначено на основі кореляційного аналізу.

Отримані математичні моделі мають вигляд:

– для типу лісорослинних умов C_3 :

$$- phm_{d.cm} = -38,8285 + 16,8147 \cdot D^{0,2987} \cdot H^{0,6345} \cdot P^{0,6111}, R^2 = 0,85; \quad (1)$$

$$- phm_{k.cm} = -4,8536 + 3,9300 \cdot D^{0,0601} \cdot H^{0,4696} \cdot P^{0,6859}, R^2 = 0,81; \quad (2)$$

$$- phm_{d.z} = -14,9872 + 9,9573 \cdot D^{0,1680} \cdot H^{0,5282} \cdot P^{0,7579}, R^2 = 0,84; \quad (3)$$

$$- phm_{k.z} = -1,3222 + 1,3220 \cdot D^{-0,0199} \cdot H^{0,4736} \cdot P^{0,8370}, R^2 = 0,85; \quad (4)$$

$$- phm_{l.z} = -2,9127 + 2,0755 \cdot D^{0,0934} \cdot H^{0,5728} \cdot P^{0,7494}, R^2 = 0,84, \quad (5)$$

де $phm_{d.cm}$ – фітомаса деревини стовбурів букових деревостанів; $phm_{k.cm}$ – фітомаса кори стовбурів; $phm_{d.z}$ – фітомаса гілок; $phm_{k.z,k}$ – фітомаса кори гілок; $phm_{l.z}$ – фітомаса листя; D – середній діаметр стовбура, см; H – середня висота стовбура, м; P – відносна повнота;

– для типу лісорослинних умов D_3 :

$$- phm_{d.cm} = -38,8647 + 16,7358 \cdot D^{0,2991} \cdot H^{0,6338} \cdot P^{0,6254}, R^2 = 0,83; \quad (6)$$

$$- phm_{k.cm} = -4,8541 + 3,8796 \cdot D^{0,0598} \cdot H^{0,4668} \cdot P^{0,6861}, R^2 = 0,84; \quad (7)$$

$$- phm_{d.z} = -15,5320 + 10,1573 \cdot D^{0,1521} \cdot H^{0,5047} \cdot P^{0,6323}, R^2 = 0,88; \quad (8)$$

$$- phm_{k.z} = -1,3158 + 1,3121 \cdot D^{0,0190} \cdot H^{0,4692} \cdot P^{0,8322}, R^2 = 0,85; \quad (9)$$

$$- phm_{l.z} = -2,7209 + 2,0001 \cdot D^{0,0935} \cdot H^{0,5735} \cdot P^{0,7856}, R^2 = 0,91. \quad (10)$$

Зважаючи на досить високі значення показника регресії для різних компонентів надземної фітомаси деревостанів (0,81-0,91), отримані рівняння можна використовувати для моделювання їхньої динаміки залежно від вибраних таксаційних показників. Результати табулювання значень компонентів надземної фітомаси деревостанів бука лісового залежно від середніх значень висоти й діаметра стовбура та відносної повноти у досліджуваних типах лісорослинних умов наведено у табл. 1-12.

Аналізуючи протабульовані за рівняннями (1) та (6) значення надземної фітомаси деревини стовбурів букових деревостанів у типах лісорослинних умов C_3 та D_3 (див. табл. 1 та 2 відповідно), встановлено, що у біднішому трофотопі значення досліджуваного показника є дещо вищими. Загальна тенденція для

обох типів лісорослинних умов полягає у збільшенні стовбурової фітомаси зі збільшенням середніх значень висоти та діаметра стовбура у деревостанах. В умовах C_3 значення показника змінюються від 10,5-

16,8 т·га⁻¹ за середньої висоти 4 м до 318-331 т·га⁻¹ за середньої висоти 34 м, тоді як в умовах D_3 збільшення відбувається за аналогічних значень середньої висоти – від 9,9-16,2 до 314-327 т·га⁻¹.

Таблиця 1

Фітомаса деревини стовбурів деревостанів бука лісового в ТЛУ C_3 в абсолютно сухому стані (відносна повнота 0,7), т·га⁻¹

Діаметр, см	Висота, м															
	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34
4	10,5	24,9	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
6	16,8	33,1	47,6	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
8	–	39,6	55,3	69,6	83	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10	–	45,0	61,8	77,1	91	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
12	–	–	67,4	83,6	99	113	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
14	–	–	–	89,4	105	120	134	–	–	–	–	–	–	–	–	–
16	–	–	–	–	111	126	141	–	–	–	–	–	–	–	–	–
18	–	–	–	–	116	132	147	162	–	–	–	–	–	–	–	–
20	–	–	–	–	–	138	153	168	183	–	–	–	–	–	–	–
22	–	–	–	–	–	–	159	174	189	203	–	–	–	–	–	–
24	–	–	–	–	–	–	–	180	195	210	224	–	–	–	–	–
26	–	–	–	–	–	–	–	–	–	216	230	244	258	–	–	–
28	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	236	250	264	278	–	–
30	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	256	271	284	298	–
32	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	277	291	304	318
34	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	297	311	324
36	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	317	331

Таблиця 2

Фітомаса деревини стовбурів деревостанів бука лісового в ТЛУ D_3 в абсолютно сухому стані (відносна повнота 0,7), т·га⁻¹

Діаметр, см	Висота, м															
	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34
4	9,9	24,2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
6	16,2	32,4	46,6	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
8	–	38,8	54,3	68,5	82	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10	–	44,1	60,7	75,9	90	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
12	–	–	66,3	82,3	97	111	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
14	–	–	–	88,0	104	118	132	–	–	–	–	–	–	–	–	–
16	–	–	–	–	109	125	139	–	–	–	–	–	–	–	–	–
18	–	–	–	–	115	130	145	160	–	–	–	–	–	–	–	–
20	–	–	–	–	–	136	151	166	180	–	–	–	–	–	–	–
22	–	–	–	–	–	–	157	172	186	201	–	–	–	–	–	–
24	–	–	–	–	–	–	–	177	192	207	221	–	–	–	–	–
26	–	–	–	–	–	–	–	–	–	213	227	241	254	–	–	–
28	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	233	247	261	274	–	–
30	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	253	267	281	294	–
32	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	273	287	301	314
34	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	293	307	320
36	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	313	327

Різниця у значеннях фітомаси деревини стовбурів у букових деревостанах зменшується із збільшенням середніх значень і висоти, і діаметра стовбура: найбільшу різницю встановлено за висоти 4 м – від 3,7 до 5,4%, за висоти 6 м – 2,0-2,9%, за

висоти 8 м – 1,7-2,0% та за подальшого збільшення середньої висоти – від 1,2 до 1,6%. Потрібно зазначити, що щільність деревини стовбурів вищою є в типі лісорослинних умов C_3 (Zadorozhnyy, 2015, Hrynyk & Zadorozhnyy, 2018).

Таблиця 3

**Фітомаса кори стовбурів деревостанів бука лісового в ТЛУ С₃
в абсолютно сухому стані (відносна повнота 0,7), т·га⁻¹**

Діаметр, см	Висота, м															
	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34
4	1,56	2,90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	1,72	3,09	4,24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	—	3,23	4,40	5,43	6,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	—	3,34	4,53	5,56	6,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	—	—	4,63	5,68	6,6	7,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14	—	—	—	5,78	6,7	7,6	8,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16	—	—	—	—	6,8	7,7	8,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18	—	—	—	—	6,9	7,8	8,6	9,4	—	—	—	—	—	—	—	—
20	—	—	—	—	—	7,9	8,7	9,5	10,2	—	—	—	—	—	—	—
22	—	—	—	—	—	—	8,8	9,5	10,3	11,0	—	—	—	—	—	—
24	—	—	—	—	—	—	—	9,6	10,3	11,0	11,7	—	—	—	—	—
26	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11,1	11,8	12,4	13,0	—	—	—
28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11,9	12,5	13,1	13,7	—	—
30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12,6	13,2	13,8	14,4	—
32	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13,3	13,9	14,4	15,0
34	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13,9	14,5	15,1
36	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14,6	15,1

Таблиця 4

**Фітомаса кори стовбурів деревостанів бука лісового в ТЛУ D₃
в абсолютно сухому стані (відносна повнота 0,7), т·га⁻¹**

Діаметр, см	Висота, м															
	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34
4	1,45	2,76	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	1,60	2,95	4,07	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	—	3,09	4,23	5,22	6,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	—	3,19	4,35	5,36	6,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	—	—	4,45	5,47	6,4	7,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14	—	—	—	5,57	6,5	7,3	8,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16	—	—	—	—	6,6	7,4	8,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18	—	—	—	—	6,7	7,5	8,3	9,1	—	—	—	—	—	—	—	—
20	—	—	—	—	—	7,6	8,4	9,2	9,9	—	—	—	—	—	—	—
22	—	—	—	—	—	—	8,5	9,2	9,9	10,6	—	—	—	—	—	—
24	—	—	—	—	—	—	—	9,3	10,0	10,7	11,3	—	—	—	—	—
26	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10,8	11,4	12,0	12,6	—	—	—
28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11,5	12,1	12,7	13,3	—	—
30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12,2	12,8	13,4	13,9	—
32	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12,8	13,4	14,0	14,5
34	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13,5	14,1	14,6
36	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14,1	14,7

За подібних середніх значень діаметра та висоти розподіл дерев за ступенями відповідних показників у досліджуваних типах лісорослинних умов є різними. Зазвичай у типі лісорослинних умов С₃ спостерігається вища диференціація дерев за відносними ступенями як товщини, так і діаметра. У цьому типі лісорослинних умов зазвичай є більша кількість дерев, сконцентрованих у нижчих, порівняно із середнім значенням, ступенях відповідного показника. Для досягнення однакових з

деревостанами в умовах D₃ середніх значень висоти і діаметра, деревостани в типі лісорослинних умов С₃ переважно мають дещо більшу кількість дерев, але більше диференційовані за ступенями товщини та висоти. Наслідки цієї диференціації найбільше помітні за середніх значень висоти від 4 до 12-14 м.

Результати табулювання функцій (2) та (7) залежності фітомаси кори стовбурів деревостанів бука лісового за відносної повноти 0,7 наведено в

табл. 3 та 4 для типів лісорослинних умов С₃ та D₃ відповідно. Значення цього показника фактично повторює тенденцію залежності від аналогічних так-

саційних показників фітомаси деревини стовбурів дерев – зі збільшенням висоти та діаметра відбувається збільшення цього показника.

Таблиця 5

**Фітомаса деревини гілок деревостанів бука лісового в ТЛУ С₃
в абсолютно сухому стані (відносна повнота 0,7), т·га⁻¹**

Діаметр, см	Висота, м															
	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34
4	5,0	9,7	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
6	6,4	11,5	15,8	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
8	–	12,8	17,3	21,4	25,1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10	–	13,8	18,6	22,8	26,6	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
12	–	–	19,6	23,9	27,9	31,5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
14	–	–	–	25,0	29,0	32,7	36,2	–	–	–	–	–	–	–	–	–
16	–	–	–	–	30,0	33,8	37,4	–	–	–	–	–	–	–	–	–
18	–	–	–	–	30,9	34,8	38,4	41,9	–	–	–	–	–	–	–	–
20	–	–	–	–	–	35,7	39,4	42,9	46,2	–	–	–	–	–	–	–
22	–	–	–	–	–	–	40,3	43,8	47,2	50,4	–	–	–	–	–	–
24	–	–	–	–	–	–	–	44,7	48,1	51,3	54,5	–	–	–	–	–
26	–	–	–	–	–	–	–	–	52,2	55,4	58,4	61,4	–	–	–	–
28	–	–	–	–	–	–	–	–	–	56,3	59,4	62,3	65,2	–	–	–
30	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	60,2	63,2	66,1	68,9	–	–
32	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	64,1	67,0	69,9	72,6	–
34	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	67,9	70,7	73,5	–
36	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	71,6	74,4	–

Таблиця 6

**Фітомаса деревини гілок деревостанів бука лісового в ТЛУ D₃
в абсолютно сухому стані (відносна повнота 0,7), т·га⁻¹**

Діаметр, см	Висота, м															
	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34
4	4,6	9,2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
6	5,9	10,8	14,9	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
8	–	11,9	16,2	20,0	23,5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10	–	12,9	17,3	21,3	24,8	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
12	–	–	18,3	22,3	25,9	29,3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
14	–	–	–	23,2	26,9	30,3	33,5	–	–	–	–	–	–	–	–	–
16	–	–	–	–	27,8	31,3	34,6	–	–	–	–	–	–	–	–	–
18	–	–	–	–	28,6	32,1	35,5	38,6	–	–	–	–	–	–	–	–
20	–	–	–	–	–	32,9	36,3	39,5	42,5	–	–	–	–	–	–	–
22	–	–	–	–	–	–	37,0	40,3	43,3	46,2	–	–	–	–	–	–
24	–	–	–	–	–	–	–	41,0	44,1	47,0	49,8	–	–	–	–	–
26	–	–	–	–	–	–	–	–	47,8	50,6	53,4	56,0	–	–	–	–
28	–	–	–	–	–	–	–	–	–	51,4	54,2	56,8	59,4	–	–	–
30	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	54,9	57,6	60,2	62,7	–	–
32	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	58,3	60,9	63,4	65,9	–
34	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	61,6	64,2	66,6	–
36	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	64,9	67,4	–

Значення фітомаси кори стовбурів зростають від 1,6-1,7 т·га⁻¹ за висоти 4 м до 15,0-15,1 т·га⁻¹ за висоти 34 м в типі лісорослинних умов С₃ та від 1,4-1,6 т·га⁻¹ до 14,5-14,7 т·га⁻¹ в умовах D₃. Різниця у значеннях фітомаси кори стовбурів за аналогічних значень таксаційних показників в умовах С₃

перевищують аналогічні значення в ТЛУ D₃: за середньої висоти 4 м різниця становить 7,0-7,5%, за 6-8 м – 4,1-5,1%, за 10-14 м – 3,5-3,9%, за 16-22 м – 3,3-3,4%, та за 24 м і вище – 3,1-3,2%.

Поясненням цього явища можуть бути гірші ґрунтові умови в типі лісорослинних умов С₃ – в

цьому випадку дерева бука для задоволення потреби у поживних речовинах і мікро- та макроелементах мусять мати розвиненішу кореневу систему, а також для забезпечення транспортування більшої кількості води та розчинених у ній сполук – більшу

за об'ємом та щільністю кору, порівняно з умовами D_3 . Також потрібно зауважити, що різниця у значеннях фітомаси кори стовбурів є вищою, порівняно із різницею фітомаси деревини стовбурів.

Таблиця 7

**Фітомаса кори гілок деревостанів бука лісового в ТЛУ C_3
в абсолютно сухому стані (відносна повнота 0,7), $t \cdot ga^{-1}$**

Діаметр, см	Висота, м															
	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34
4	0,62	1,03	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
6	0,64	1,05	1,40	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
8	–	1,07	1,41	1,72	1,99	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10	–	1,08	1,43	1,73	2,01	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
12	–	–	1,44	1,74	2,02	2,27	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
14	–	–	–	1,75	2,03	2,29	2,52	–	–	–	–	–	–	–	–	–
16	–	–	–	–	2,04	2,29	2,53	–	–	–	–	–	–	–	–	–
18	–	–	–	–	2,05	2,30	2,54	2,76	–	–	–	–	–	–	–	–
20	–	–	–	–	–	2,31	2,55	2,77	2,98	–	–	–	–	–	–	–
22	–	–	–	–	–	–	2,56	2,78	2,99	3,19	–	–	–	–	–	–
24	–	–	–	–	–	–	–	2,78	2,99	3,19	3,38	–	–	–	–	–
26	–	–	–	–	–	–	–	–	–	3,20	3,39	3,57	3,75	–	–	–
28	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	3,40	3,58	3,76	3,92	–	–
30	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	3,59	3,76	3,93	4,10	–
32	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	3,77	3,94	4,10	4,26
34	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	3,95	4,11	4,27
36	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	4,11	4,27

Таблиця 8

**Фітомаса кори гілок деревостанів бука лісового в ТЛУ D_3
в абсолютно сухому стані (відносна повнота 0,7), $t \cdot ga^{-1}$**

Діаметр, см	Висота, м															
	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34
4	0,60	1,00	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
6	0,62	1,02	1,36	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
8	–	1,04	1,38	1,67	1,94	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10	–	1,05	1,39	1,68	1,95	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
12	–	–	1,40	1,70	1,96	2,21	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
14	–	–	–	1,70	1,97	2,22	2,45	–	–	–	–	–	–	–	–	–
16	–	–	–	–	1,98	2,23	2,46	–	–	–	–	–	–	–	–	–
18	–	–	–	–	1,99	2,24	2,47	2,68	–	–	–	–	–	–	–	–
20	–	–	–	–	–	2,24	2,47	2,69	2,89	–	–	–	–	–	–	–
22	–	–	–	–	–	–	2,48	2,70	2,90	3,09	–	–	–	–	–	–
24	–	–	–	–	–	–	–	2,70	2,91	3,10	3,29	–	–	–	–	–
26	–	–	–	–	–	–	–	–	–	3,11	3,29	3,47	3,64	–	–	–
28	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	3,30	3,48	3,64	3,81	–	–
30	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	3,48	3,65	3,81	3,97	–
32	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	3,66	3,82	3,98	4,13
34	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	3,83	3,98	4,14
36	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	3,99	4,14

Для моделювання динаміки залежності фітомаси деревини гілок у досліджуваних типах лісорослинних умов від середніх значень висоти та діаметра букових деревостанів використано регресійні рівняння (3) та (8), а протабульовані значення цих функцій

наведено у табл. 5 та 6. Фітомаса деревини гілок також збільшується із середніми значеннями висоти та діаметра деревостанів у обох досліджуваних типах лісорослинних умов. У типі лісорослинних умов C_3 значення цього показника зростає від 5,0-6,4 $t \cdot ga^{-1}$

за висоти 4 м до 72,6-74,4 т·га⁻¹ за висоти 34 м. Для деревостанів, які ростуть в умовах D₃ цей показник зростає від 4,6-5,9 т·га⁻¹ за висоти 4 м до 65,9-67,4 т·га⁻¹ за висоти 34 м. Потрібно зазначити, що для фітомаси деревини гілок букових деревостанів характерним є збільшення різниці між аналогічними значеннями у досліджуваних типах лісорослинних

умов зі збільшенням таксаційних показників: в ТЛУ C₃ значення є вищими і переважають аналогічні в умовах D₃ від 5,8-8,0 % у діапазоні середніх висот 4-14 м до 9,5-10,4 % – 26-34 м. Частка різниці збільшується в межах одного ступеня висоти зі збільшенням значення середнього діаметра.

Таблиця 9

**Фітомаса листя деревостанів бука лісового в ТЛУ C₃
в абсолютно сухому стані (відносна повнота 0,7), т·га⁻¹**

Діаметр, см	Висота, м															
	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34
4	1,09	2,13	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
6	1,24	2,33	3,27	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
8	–	2,47	3,44	4,30	5,10	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10	–	2,58	3,57	4,45	5,26	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
12	–	–	3,68	4,58	5,41	6,17	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
14	–	–	–	4,69	5,53	6,30	7,04	–	–	–	–	–	–	–	–	–
16	–	–	–	–	5,63	6,42	7,16	–	–	–	–	–	–	–	–	–
18	–	–	–	–	5,73	6,52	7,27	7,98	–	–	–	–	–	–	–	–
20	–	–	–	–	–	6,62	7,37	8,09	8,78	–	–	–	–	–	–	–
22	–	–	–	–	–	–	7,47	8,19	8,88	9,54	–	–	–	–	–	–
24	–	–	–	–	–	–	–	8,28	8,98	9,65	10,3	–	–	–	–	–
26	–	–	–	–	–	–	–	–	–	9,74	10,4	11,0	11,6	–	–	–
28	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	10,5	11,1	11,7	12,3	–	–
30	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	11,2	11,8	12,4	13,0	–
32	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	11,9	12,5	13,1	13,6
34	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	12,6	13,2	13,7
36	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	13,3	13,8

Таблиця 10

**Фітомаса листя деревостанів бука лісового в ТЛУ D₃
в абсолютно сухому стані (відносна повнота 0,7), т·га⁻¹**

Діаметр, см	Висота, м															
	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34
4	1,09	2,09	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
6	1,24	2,27	3,17	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
8	–	2,41	3,33	4,15	4,91	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10	–	2,52	3,46	4,30	5,07	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
12	–	–	3,56	4,42	5,21	5,94	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
14	–	–	–	4,52	5,32	6,07	6,76	–	–	–	–	–	–	–	–	–
16	–	–	–	–	5,42	6,18	6,88	–	–	–	–	–	–	–	–	–
18	–	–	–	–	5,51	6,27	6,99	7,67	–	–	–	–	–	–	–	–
20	–	–	–	–	–	6,36	7,09	7,77	8,42	–	–	–	–	–	–	–
22	–	–	–	–	–	–	7,17	7,87	8,52	9,16	–	–	–	–	–	–
24	–	–	–	–	–	–	–	7,95	8,62	9,25	9,9	–	–	–	–	–
26	–	–	–	–	–	–	–	–	–	9,34	10,0	10,6	11,1	–	–	–
28	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	10,0	10,6	11,2	11,8	–	–
30	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	10,7	11,3	11,9	12,4	–
32	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	11,4	12,0	12,5	13,1
34	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	12,1	12,6	13,2
36	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	12,7	13,2

Моделювання динаміки фітомаси кори гілок букових деревостанів здійснено за допомогою рівнянь (4) та (8), а результати табулювання за цим

показником наведено у табл. 7 та 8. За відносної повноти 0,7 фітомаса кори гілок в типі лісорослинних умов C₃ зростає від 0,62-0,64 т·га⁻¹ за висоти

4 м до 4,26-4,27 т·га⁻¹ за висоти 34 м, а в умовах D₃ за аналогічних значень середньої висоти – від 0,60-62 т·га⁻¹ до 4,13-4,14 т·га⁻¹. У цьому випадку найбільшу різницю значень зафіксовано за середньої висоти 4 м і становить близько 3,2%. Від ступеня середньої висоти від 6 до 16 м частка різниці збільшується зі збільшенням значенням середнього ді-

метра, а від 18 до 34 м – є фактично незмінною і не залежить від динаміки середнього діаметра стовбура. Від ступеня висоти 6 м до 16 м частка різниці зростає від 2,8 до 3,0%, а від 18 до 34 м – від 3,0 до 3,1%. Отже, на відміну від фітомаси деревини гілок фітомаса кори гілок у досліджуваних типах лісорослинних умов відрізняється не істотно.

Таблиця 11

**Загальна надземна фітомаса деревостанів бука лісового в ТЛУ C₃
в абсолютно сухому стані (відносна повнота 0,7), т·га⁻¹**

Діаметр, см	Висота, м															
	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34
4	18,7	40,7	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
6	26,8	51,1	72,3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
8	–	59,2	81,9	102,5	121	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10	–	65,9	89,9	111,6	132	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
12	–	–	96,8	119,5	141	160	179	–	–	–	–	–	–	–	–	–
14	–	–	–	126,5	148	169	188	–	–	–	–	–	–	–	–	–
16	–	–	–	–	155	177	197	–	–	–	–	–	–	–	–	–
18	–	–	–	–	162	184	204	224	243	261	–	–	–	–	–	–
20	–	–	–	–	–	190	211	231	251	269	–	–	–	–	–	–
22	–	–	–	–	–	–	218	239	258	277	–	–	–	–	–	–
24	–	–	–	–	–	–	–	245	265	285	303	–	–	–	–	–
26	–	–	–	–	–	–	–	–	–	292	311	329	347	–	–	–
28	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	318	337	355	373	–	–
30	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	344	363	381	398	415
32	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	370	388	406	423
34	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	395	413	431
36	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	420	438

Таблиця 12

**Загальна надземна фітомаса деревостанів бука лісового в ТЛУ D₃
в абсолютно сухому стані (відносна повнота 0,7), т·га⁻¹**

Діаметр, см	Висота, м															
	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34
4	17,7	39,3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
6	25,6	49,4	70,1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
8	–	57,2	79,5	99,5	118	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10	–	63,8	87,3	108,5	128	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
12	–	–	94,0	116,2	137	156	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
14	–	–	–	123,0	144	164	183	–	–	–	–	–	–	–	–	–
16	–	–	–	–	151	172	191	–	–	–	–	–	–	–	–	–
18	–	–	–	–	157	179	199	218	–	–	–	–	–	–	–	–
20	–	–	–	–	–	185	206	225	244	–	–	–	–	–	–	–
22	–	–	–	–	–	–	212	232	251	270	–	–	–	–	–	–
24	–	–	–	–	–	–	218	238	258	277	295	–	–	–	–	–
26	–	–	–	–	–	–	–	–	–	284	302	320	338	–	–	–
28	–	–	–	–	–	–	–	–	–	290	309	328	345	363	–	–
30	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	334	353	370	387	–
32	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	359	377	395	412
34	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	384	402	419
36	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	409	426

Модельовані за допомогою рівнянь (5) та (10) значення фітомаси листя деревостанів бука лісового в типах лісорослинних умов C₃ та D₃ відповідно

наведено у табл. 9 та 10. Коефіцієнти детермінації використаних рівнянь є достатньо високі (0,84-0,91), що свідчить про досить високий рівень відпо-

відності моделі емпіричним значенням досліджуваного показника. Як і для попередніх компонентів надземної фітомаси деревостанів букових деревостанів, для фітомаси листя простежено збільшення значень показника зі збільшенням значень середніх висоти та діаметра деревостанів.

Значення в типі лісорослинних умов C_3 зростають від 1,09-1,24 т·га⁻¹ за середньої висоти 4 м до 13,6-16,8 т·га⁻¹ за середньої висоти 34 м та в умовах D_3 за аналогічних значень висоти – від 1,09-1,24 до 13,1-13,2 т·га⁻¹. Аналізуючи різницю значень у різних типах лісорослинних умов, встановлено, що частка різниці збільшується зі збільшенням значення середнього діаметра в межах ступеня висоти, а також збільшується із збільшенням значення середньої висоти деревостану. Значення частки різниці зростає від 0,1-0,5% за висоти 4 м до 2,3-2,7% за висоти 6 м, далі – від 3,2-3,3% за висоти 8 м до 3,8-3,9% за висоти 12 м, від 3,9-4,0% за висоти 14 м до 4,2-4,3% за висоти 24 м та від 4,3 до 4,4% за висоти від 26 до 34 м. Отже, можна стверджувати, що найменша відмінність між значеннями фітомаси листя букових деревостанів є у молодняках. Зі збільшенням віку ця різниця збільшується, але впродовж росту та розвитку деревостанів у різних типах лісорослинних умов частка різниці змінюється не істотно.

Загальну надземну фітотмасу деревостанів бука лісового у досліджуваних типах лісорослинних умов обчислено як сумарне значення її окремих компонентів та результати наведено у табл. 11 та 12. Значення загальної фітотмаси, як і для більшості її компонентів, зростає зі збільшенням значень середньої висоти та діаметра стовбура в обох типах лісорослинних умов, причому вищі значення впродовж усього періоду росту характерні для деревостанів у типі лісорослинних умов C_3 . Загалом простежено збільшення значень цього показника в умовах C_3 від 18,7-26,8 т·га⁻¹ за висоти 4 м до 415-438 т·га⁻¹ за висоти 34 м, а в умовах D_3 за аналогічних значень середньої висоти – від 17,7-25,6 т·га⁻¹ до 412-426 т·га⁻¹. Частка різниці між значеннями загальної надземної фітотмаси в межах ступеня висоти зменшується зі збільшенням середнього діаметра. За висоти 4 м частка різниці становить 4,7-5,7%, від 6 до 8 м – 2,9-3,1%, від 10 до 12 м – 2,8-2,9%, від 14 до 28 м – 2,8%, а від 30 до 34 м – 2,9%. Фактично найбільша різниця у значеннях загальної фітотмаси спостерігається для молодняків I групи; для молодняків II групи, середньовікових та пристиглих – спостерігається зменшення та стабілізація значень частки різниці, а для стиглих деревостанів прослідковується початкове збільшення частки різниці цього показника.

Висновки. За результатами регресійного аналізу встановлено, що найпридатнішими з погляду точності та практичного застосування є моделі залежностей основних компонентів надземної фітотмаси букових деревостанів від значень середньої висоти, середнього діаметра та відносної повноти деревостану. Розроблені моделі залежностей адекватно описують емпіричний матеріал з високим

рівнем апроксимації та характеризуються достатньою статистичною достовірністю. На основі рівнянь моделей розроблено комплекс таблиць оцінки досліджуваних компонентів надземної фітотмаси в абсолютно сухому стані. За результатами аналізу та оцінювання розроблених таблиць встановлено, що закономірності залежності значень досліджуваних компонентів надземної фітотмаси букових деревостанів у переважаючих типах лісорослинних умов від вибраних таксаційних показників деревостанів цілком піддаються логічному біолого-лісівничому тлумаченню, а їхня статистична точність дозволяє рекомендувати їх для практичного використання в Українських Карпатах.

Бібліографічні посилання

- Bilous, A. M. (2015). The Structure of the Deposited Carbon in Alder Forests of Ukrainian Polissya. *Scientific Bulletin of Ukrainian National Forestry University*, 25(3), 31-36 (in Ukrainian).
- Gillespie, A. J. (1989). Linear regression models for biomass table construction using cluster samples. *Canadian Journal of Forest Research*, 19 (5), 664- 673.
- Harmon, N. E. et al., (1986). Ecology of Coarse Woody Debris in Temperate Ecosystems. *Advance in Ecological Research*, 15, 133-302. [https://doi.org/10.1016/S0065-2504\(08\)60121-X](https://doi.org/10.1016/S0065-2504(08)60121-X)
- Hrynyk, H. H., & Zadorozhnyy, A. I. (2018). Some Mathematical Models of Components of Above-Ground Phytomass of Beech Trees Depending on Their Assessments Indexes in the Prevailing Forest Vegetation Types of Polonynsky Range of the Ukrainian Carpathians. *Scientific Bulletin of UNFU*, 27(10), 16-25. <https://doi.org/10.15421/40271002> (in Ukrainian).
- Lakyda, P. I. (2001). A dynamics of supplies of carbon is in the forests of Ukraine. *Collection of scientific works: Problem of silvics and forestry*, 56, 86-90 (in Russian).
- Lakyda, P. I. (2002). *Forest phytomass of Ukraine*. Ternopil: Zbruch (in Ukrainian).
- Lakyda, P. I. (2006). *Live biomass of birch forests in Ukrainian Polissya*. Kyiv: NNC IAE (in Ukrainian).
- Lakyda, P. I. (2011). *Reference materials for estimating components of above-ground live biomass of trees of main forest-forming tree species of Ukraine*. Kyiv: Publishing House «EKO-inform» (in Ukrainian).
- Lakyda, P. I. et al. (2013). *Standards for assessment of phytomass above-ground components of the forest stands of the main forest species of Ukraine*. Korsun-Shevchenkivskyi: V.M. FOP Havryshenko (in Ukrainian).
- Lakyda, P. I., Bilous, A. M., & Vasylyshyn, R. D. (2010). *Aspen stands of East Polesye of Ukraine is above-ground fitomass and deposited carbon*. Korsun-Shevchenkivskyi: FOP V.M. Havryshenko (in Ukrainian).
- Liepa, I. Y. (1971). Systems approach and mathematical modeling in biogeocoenology. *Botanical journal*, 56, 577-581 (in Russian).

- Shpakivska, I. M. (2013). Balance of carbon in the forest ecosystems of Ukrainian Carpathians. *Scientific bases of maintenance of biotic variety: the Ninth scientific conference of young scientists*, 3, 46-52 (in Ukrainian).
- Shpakivska, I. M., & Maryshevych, O. H. (2009). Estimation of supplies of organic carbon in the forest ecosystems of East Beskidss. *Forestry and agromelioration*, 115, 176-180 (in Ukrainian).
- Shvydenko, A. Z., Lakyda, P. I., & Shchepashchenko, D. H. (Ed.) (2014). *Carbon, climate and land-use management in Ukraine: forest sector*. Korsun-Shevchenkivskyi: FOP V.M. Havryshenko (in Ukrainian).
- SOU 02.02-37-476: 2006. Areas of trial forest inventory. Method of laying. Kyiv: Ministry of Agrarian Policy of Ukraine (in Ukrainian).
- Usoltcev, V. A., & Zalesov, S. V. (2005). *Methods for determining the biological productivity of forest stands*. Ekaterinburg: UGLTU (in Russian).
- Zadorozhnyy, A. (2015). The Dynamics of Phytomass Density of Beech Tree Trunks Depending Upon Site Conditions within Polonynsky Range of the Ukrainian Carpathians. *Scientific Bulletin of UNFU*, 25(10), 125-134. <https://doi.org/10.15421/40251019> (in Ukrainian).

Динамика зависимости надземной фитомассы буковых древостоев от их таксационных показателей в преобладающих лесорастительных условиях Полонинского хребта Украинских Карпат

Г.Г. Гриник¹, А.И. Задорожный²

В связи с отличиями в росте и развитии в разных типах лесорастительных условий рассмотрены особенности формирования структурных компонентов надземной фитомассы и осуществлена их формализация на основе регрессионного анализа в наиболее распространенных типах лесорастительных условий.

Объект исследования – древостои бука лесного в преобладающих типах лесорастительных условий Полонинского хребта Украинских Карпат. Цель

исследования – моделирование зависимости надземной фитомассы буковых древостоев от их таксационных показателей.

Для исследования динамики надземной фитомассы буковых древостоев использованы опытные данные 36 временных пробных площадей с оценкой компонентов фитомассы древостоев. Пробные площади заложены по действующим требованиям, а оценивание плотности компонентов фитомассы лиственных древостоев осуществлено по методике проф. П.И. Лакиды. Использовано значение плотности материала в абсолютно сухом состоянии.

Общая тенденция для обоих типов лесорастительных условий заключается в увеличении ствольной фитомассы с увеличением средних значений высоты и диаметра ствола. В типе лесорастительных условий C_3 значения показателя изменяются от 10,5-16,8 т·га⁻¹ до 318-331 т·га⁻¹, а в условиях D_3 увеличение происходит при аналогичных значениях средней высоты от 9,9-16,2 т·га⁻¹ до 314-327 т·га⁻¹. Разница в значениях фитомассы древесины стволов уменьшается с увеличением средних значений высоты и диаметра ствола: от 3,7-5,4% до 1,2-1,6%. Значения фитомассы коры стволов растут от 1,6-1,7 т·га⁻¹ до 15,0-15,1 т·га⁻¹ в типе лесорастительных условий C_3 и от 1,4-1,6 т·га⁻¹ до 14,5-14,7 т·га⁻¹ в условиях D_3 . Для фитомассы древесины веток буковых древостоев характерным является увеличение разницы с увеличением таксационных показателей: в условиях C_3 значения выше и преобладают аналогичные в условиях D_3 . При относительной полноте 0,7 фитомасса коры веток в типе лесорастительных условий C_3 возрастает от 0,62-0,64 т·га⁻¹ до 4,26-4,27 т·га⁻¹, а в условиях D_3 при аналогичных значениях средней высоты – от 0,60-0,62 т·га⁻¹ до 4,13-4,14 т·га⁻¹. В отличие от фитомассы древесины веток, фитомасса коры веток в исследуемых типах лесорастительных условий отличается не существенно. Значения фитомассы листьев в условиях C_3 растут от 1,09-1,24 т·га⁻¹ до 13,6-16,8 т·га⁻¹ и в условиях D_3 – от 1,09-1,24 т·га⁻¹ до 13,1-13,2 т·га⁻¹. Наименьшее отличие между значениями фитомассы листьев буковых древостоев наблюдается в молодняках. Прослеживается увеличение значений общей надземной фитомассы в типе лесорастительных условий C_3 от 18,7-26,8 т·га⁻¹ до 415-438 т·га⁻¹, а в условиях D_3 – от 17,7-25,6 т·га⁻¹ до 412-426 т·га⁻¹. Часть разницы между значениями общей надземной фитомассы в пределах степени высоты уменьшается с увеличением среднего диаметра.

Разработанные модели зависимостей адекватно описывают эмпирический материал с высоким уровнем аппроксимации и характеризуются достаточной статистической достоверностью. На основе уравнений моделей разработан комплекс таблиц оценки исследуемых компонентов надземной фитомассы в абсолютно сухом состоянии.

Ключевые слова: древесина и кора ствола; древесина и кора веток; средние таксационные показатели древостоя; относительная полнота; средняя высота; средний диаметр; влажный сугруд; влажный груд.

¹ Гриник Георгий Георгиевич – член-корреспондент Лесной академии наук Украины, профессор кафедры лесной таксации и лесоустройства НИИ лесного и садово-паркового хозяйства, доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник. Национальный лесотехнический университет Украины, ул. Ген. Чупрынки, 103, г. Львов, Украина, 79057. Тел. +38-096-541-39-51. E-mail: h.hrynyk@nltu.edu.ua; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7417-5047>, ResearcherID: Q-8126-2017

² Задорожный Андрей Иванович – старший преподаватель кафедры лесоводства Географического факультета. Ужгородский национальный университет, ул. Университетская, 14, г. Ужгород, Украина, 88000. Тел. +38-0312-64-03-54 E-mail: andriy.zadorozhnyy@uzhnu.edu.ua; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0664-5462>

The dynamics of beech forests stands above-ground phytomass depending on their assessments indexes in the prevailing site types of Polonynsky Range of the Ukrainian Carpathians

H. Hrynyk¹, A. Zadorozhnyy²

In connection with differences in a height and development in the different site types the features of structural components forming of above-ground phytomass in the most prevailing site types are considered and their formalization is carried out on the basis of regressive analysis.

Object of the study – beech forests stands in the prevailing site types of Polonynsky Range of the Ukrainian Carpathians. The research aim is to design dependence of above-ground phytomass of beech forests stands from their assessments indexes.

The authors used research data obtained in the result of setting 36 temporary trial plots on the territory of Polonynsky range of the Ukrainian Carpathians in order to study the dynamics of above-ground components of above-ground phytomass of beech forests stands. Trial areas are stopped up on operating requirements, and the evaluation of closeness of components of above-ground phytomass of broadleaved forest stand is studied ed followed on methodology of Prof. P.I. Lakyda. To assess beech stands phytomass it is used the value of material density in the absolutely dry state.

A general tendency for studied site types consists in the increase of tree trunk phytomass with the increase

of mean values of trunk height and trunk diameter . In the moist mixed broadleaved forest (C₃) conditions the values of index change from 10.5-16.8 t·he⁻¹ to 318-331 t·he⁻¹, and in moist broadleaved forest (D₃) conditions an increase takes place at the analogical values of middle high of from 9.9-16.2 t·he⁻¹ to 314-327 t·he⁻¹. A difference in the values of wood trunk phytomass to diminishes with the increase of mean values of trunk height and trunk diameter: from 3.7-5.4% to 1.2-1.6%. The values of trunk bark phytomass grow from 1.6-1.7 t·he⁻¹ to 15.0-15.1 t·he⁻¹ in C₃ conditions, and from 1.4-1.6 t·he⁻¹ to 14.5-14.7 t·he⁻¹ in D₃ conditions. For wood branches phytomass characteristic is an increase of difference with the increase of assessments indexes: in C₃ conditions of value are higher and prevail analogical indexes in D₃ conditions. At relative stocking of 0.7 a bark branches phytomass in C₃ conditions grows from 0.62-0.64 t·he⁻¹ to 4.26-4.27 t·he⁻¹, and in D₃ conditions at the analogical values of middle high – from 0.60-62 to 4.13-4.14 t·he⁻¹. Unlike wood branches phytomass of bark branches phytomass in the investigated site types are differs not substantially. The values of leaves phytomass in C₃ conditions grow from 1.09-1.24 t·he⁻¹ to 13.6-16.8 t·he⁻¹ and in D₃ conditions – from 1.09-1.24 to 13.1-13.2 t·he⁻¹. The least difference between the values of leaves phytomass of beech forests stands is observed in sapling stands. The increase of values of general above-ground phytomass is traced in C₃ conditions from 18.7-26.8 t·he⁻¹ to 415-438 t·he⁻¹, and in D₃ conditions – from 17.7-25.6 t·he⁻¹ to 412-426 t·he⁻¹. The part of difference between the values of general above-ground phytomass is in limits degrees of height trunk diminishes with the increase of middle trunk diameter.

The worked out models of dependences adequately describe empiric material with the high level of approximation and characterized by sufficient statistical authenticity. On the basis of models equalizations the complex of tables of the investigated components of above-ground phytomass estimation it is worked out in absolutely dry state.

Key words: trunk wood and bark; branches of wood and bark; middle assessments indexes of forests stand; relative stocking; middle high; middle diameter; moist mixed broadleaved forest; moist broadleaved forest.

¹ *Heorhiy Hrynyk* – Corresponding Member the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of Forest Assessments and Forest Management Department Ukrainian National Forestry University, Gen. Chuprynska st., 103, Lviv, 79057, Ukraine. Tel.: +38-096-541-39-51. E-mail: h.hrynyk@nltu.edu.ua; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7417-5047>, Researcher ID: Q-8126-2017

² *Andriy Zadorozhnyy* – Senior Teacher of the Forestry Department of Geographical Faculty. Uzhhorod National University, University st., 14, Uzhhorod, 88000, Ukraine. Tel. +38-066-762-03-47 E-mail: andriy.zadorozhnyy@uzhnu.edu.ua; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0664-5462>



Наукові праці Лісівничої академії наук України
Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine

<http://fasu.nltu.edu.ua>
<https://doi.org/10.15421/411825>
Article received 2018.08.19
Article accepted 2018.10.25

ISSN 1991-606X print
ISSN 2616-5015 online
@ ✉ Correspondence author
Yu. Kahaniak
kaganiak@yahoo.ca

General Chuprynka st., 103, Lviv, 79057, Ukraine

УДК 630*611:630*624:630*641:528

Еталон лісових насаджень на заповідних територіях Національного природного парку «Сколівські Бескиди»

Ю.Й. Каганяк¹, М.М. Король², С.А. Гаврилюк³, О.Є. Токар⁴, А.М. Цуняк⁵

Облік лісових масивів природоохоронних об'єктів є первинним етапом оцінювання їх потенціалу. Об'єктом дослідження є лісові насадження заповідної зони Національного природного парку «Сколівські Бескиди». Метою дослідження передбачено відібрати еталон, тобто лісові насадження із максимальним біорізноманіттям та продуктивністю, складною вертикальною структурою. Методику вибіркової лісової інвентаризації вважають найбільш адекватною для отримання репрезентативних даних. Для таких об'єктів лісівничо-таксаційна характеристика доповнюється аналізом просторової структури насаджень та оцінкою біорізноманіття.

На території Майданського лісництва виявлено еталон лісових насаджень. Еталон представлений трійчаними деревостанами. Після розроблення моделей залежності середнього приросту деревостану від середнього віку, а також запасу деревостану від середнього діаметра дерев першого ярусу, усі об'єкти розділено на дві групи. До першої групи відібрано об'єкти, котрі за величиною запасу (приросту) потрапляють до верхньої частини довірчої зони моделі з одностороннім обмеженням 1-2 стандартні відхилення.

Відібрано шість еталонів у віковому діапазоні 55-136 років. Яруси лісового насадження складаються із бука лісового, ялиці білої та ялини європейської. Один еталон характеризує деревостан з модрина європейської, явора, ялини та ялиці. Частка дерев в першому ярусі змінюється в межах 43-63 %, у другому – 4-32 %, у третьому – 24-31 %.

Високопродуктивні структурно складні еталони є типовими природними утвореннями, на котрі повинна орієнтуватися господарська діяльність підприємства.

Ключові слова: мішаний деревостан; структура; тип розміщення дерев; запас; кількість дерев; ярус; біорізноманіття; індекс.

Вступ. Переходу господарювання на принципи використання лісової екосистеми як поліфункціонального об'єкта передуює опрацювання відповідної

моделі та нагромадження достатньої верифікованої інформації про структуру, продуктивність, стан лісових комплексів тощо.

¹ Каганяк Юліан Йосипович – член-кореспондент Лісівничої академії наук України, доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри лісової таксації та лісовпорядкування. Національний лісотехнічний університет України, вул. генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. Тел.: +38-067-587-42-66. E-mail: kaganiak@yahoo.ca

² Король Микола Михайлович – кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри лісової таксації та лісовпорядкування. Національний лісотехнічний університет України, вул. генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. Тел.: +38-067-670-20-55. E-mail: nikkorol@ukr.net

³ Гаврилюк Сергій Анатолійович – кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри лісової таксації та лісовпорядкування. Національний лісотехнічний університет України, вул. генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. Тел.: +38-068-760-91-99. E-mail: serhiy_havrylyuk@nltu.edu.ua

⁴ Токар Ольга Євгенівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри міжнародної інформації. Національний університет «Львівська політехніка», вул. С. Бандери, 12, м. Львів, 79013, Україна. Тел.: +38-066-270-11-40. E-mail: tokarolya@gmail.com

⁵ Цуняк Анна Миколаївна – завідувач відділення землевпорядкування та дизайну, екологічний коледж Львівського національного аграрного університету, вул. Замарстинівська, 167, м. Львів, 79068, Україна. Тел.: +38-032-252-10-15. E-mail: anna.tsuniak72@gmail.com

Просторова й вікова структури, видове різноманіття є важливими характеристиками фітоценозу. Відомо, що структура лісових масивів змінюється множиною чинників. До основних із них зараховують: регіон (географічне розміщення), природний ареал деревних лісотвірних порід, густоту населення й інфраструктуру, інтенсивність ведення лісового господарства.

Вивчення структурної специфіки лісових екосистем допомагає встановити як внутрішні взаємозв'язки між особинами популяції (конкуренцію, симбіоз), так і динаміку розвитку деревостану.

Успішне виконання такого завдання безпосередньо пов'язане із вибором методу обліку. Враховуючи, що об'єкт презентований складними за формою насадженнями на великій площі, переважно рекомендують застосовувати методику вибіркової лісової інвентаризації.

Складні за формою насадження є складнішими і для опису та моделювання. У таких об'єктах потрібно звернути увагу не тільки на диференціацію за окремими таксаційними показниками (діаметром, висотою тощо), а на такі ознаки, як розміщення на площі особин, їх просторове змішування як за породами, так і за віком й розмірами (Atrohin, 1980, Hryhoriev & Husein, 1985, Kahaniak & Rehush, 2014, Rehush & Kahaniak, 2014). Структурно складні об'єкти відрізняються як за закономірністю вертикального заповнення ярусів, так і за особливостями горизонтального згуртування рослин.

Теоретично відомо, що структуру лісостану вичерпно описує розподіл особин за певною ознакою, що інформує зміну атрибутів об'єкта, які визначають його екологічну та економічну цінність (Dan-chuk, Korol & Havryliuk, 2007, Delehan & Korol, 2002, Rehush & Kahaniak, 2015, Secretenko, 1985).

Початкову адекватну оцінку деревостану можна встановити за двома ознаками: густотою та структурою. Густота є кількісною мірою ступеня заселення деревами площі, а структура – розподілу деревних атрибутів у насадженні.

Вивчення особливостей структури, продуктивності та стану лісових екосистем є вихідною інформацією для розроблення або модифікації підходів формування високопродуктивних деревостанів. Практична реалізація зазначених підходів корелює із вибором та оцінкою із множини тих об'єктів, які можна вважати еталонними.

Актуальність роботи полягає у дослідженні та оцінюванні структури еталонних лісових насаджень, що дасть змогу дослідити процеси, які відбуваються у деревостанах без надмірного антропогенного втручання, порівняти їх із експлуатаційним лісами. Таке порівняння дасть змогу розробити системи лісогосподарських заходів на засадах наближеного до природи лісівництва для підвищення продуктивності та стійкості лісових екосистем.

Методика досліджень. Об'єктом дослідження слугували лісові насадження заповідної зони Національного природного парку «Сколівські Бескиди». Предмет дослідження – структурно складні висо-

копродуктивні різновікові деревостани природного походження на заповідних територіях.

Мета дослідження – проаналізувати та оцінити структурні особливості лісових масивів заповідних територій Українських Карпат на прикладі лісового фонду Національного природного парку «Сколівські Бескиди», відібрати еталонні об'єкти.

Просторову структуру та продуктивність мішаних насаджень Сколівських Бескид встановлено за матеріалами пробних площ (кругові, прямокутні) й лісоінвентаризаційними даними лісового фонду НПП «Сколівські Бескиди».

Просторову та вікову структури, запас насаджень заповідної зони визначено на кругових пробних площадках з фіксованою площею 500 м². Метод випадкового відбору площадок дає змогу адекватно оцінити лісові масиви заповідної зони і на підставі комплексних показників охарактеризувати приналежність їх до певних категорій.

Закладання пробних площадок і картування горизонтального розміщення дерев здійснювали з використанням технології «Field-Map», а їх прив'язку – GPS-навігатором. Матеріали пробних площадок обробляли на ПЕОМ за допомогою програми «Microsoft Excel-2007», «Microsoft Access-2007» та програми R.

Просторову структуру насадження оцінюють комплексно, що передбачає вивчення вертикальної, горизонтальної й вікової структур, а також рясності кожного виду.

Вертикальна структура полягає в поділі насаджень на яруси. Теоретичне значення середньої висоти кожного ярусу враховує зв'язок діаметра із висотою дерев. Моделювання рекомендують здійснювати функцією Чапмана-Річардса (Rehush & Kahaniak, 2015).

Вертикальна структура насадження, або будова за ярусами чи вертикальними горизонтами, вказує на скільки відсотків зайнято рослинністю кожний умовний шар (ярус).

Принципову схему розподілу дерев насадження між ярусами показано на рис. 1.

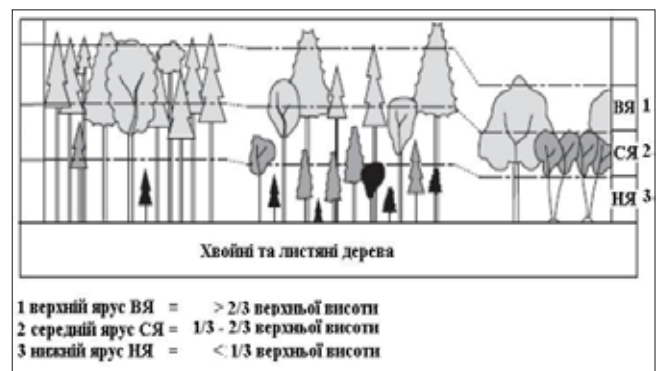


Рис. 1. Схема розподілу дерев насадження між ярусами

Горизонтальну структуру насадження вивчали за низкою ознак: різноманіттям розміщення дерев (позиціонуванням), різноманіттям за величиною (варіабельністю ознаки), різноманіттям деревних порід (складом).

Видове різноманіття встановлено на підставі індексу Шеннона, Шеннона-Претча, а також індексу диференціації дерев (T). Формули розрахунку індексів для визначення видового різноманіття наведено у табл. 1.

Різнороманіття за величиною (T) розраховано статистичним способом на підставі відношення середньоквадратичного відхилення (σ) ознаки до її середнього значення (X). На підставі значення диференціації дерев T можна встановити варіабельність ознаки.

Методи аналізу характеру розміщення дерев поділено на два види: картографічний і статистичний. Перший базується на візуальній інтерпретації детальних планів горизонтального розміщення

дерев, другий – на методах теорії випадковості та середніх значень.

Розрізняють такі типи розміщення (позиціонування) дерев: випадковий, груповий, рівномірний. Характер горизонтальної структури (розміщення дерев) пропонують встановлювати за методикою Ріплі, за індексом Кларка-Еванса, за індексом Кокса, за допомогою радіальної функції (Secretenko, 1985), за індексом розсіювання та кутовим індексом.

Тип розміщення дерев встановлюється на основі аналізу величини індексів: йдеться про індекси Ф. Кокса «Ic» (Pretzsch, 2001), Кларка-Еванса «R» (Pretzsch, 2001) та його модифікації за Донеллі (Pretzsch, 2001), кутового індексу «W» (Gadow, 2001).

Таблиця 1

Основні критерії оцінки видового різноманіття лісів

Індекс	Формула	Значення
Шеннона	$H' = -\sum_{j=1}^n \frac{n_j}{N} \ln\left(\frac{n_j}{N}\right)$	–
Шеннона-Претча	$A_{rel} = \frac{\sum_{i=1}^S \sum_{j=1}^Z p_{ij} \cdot \ln(p_{ij})}{\ln(S \cdot Z)} \cdot 100$	–
Рівномірності	$E_H = \frac{H}{H_{max}}, M_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n m_{ji}$	$E_H = 0,00$ – відсутнє; $0,25$ – низьке; $0,50$ – середнє; $0,75$ – високе; $1,00$ – дуже високе
Диференціації дерев	$T_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n t_{ji}, T_i = \frac{\sigma}{X}$	$T_i = 0,05$ – дуже низька; $0,06$ – $0,15$ низька; $0,15$ – $0,30$ середня; $0,31$ – $0,60$ висока; більше $0,61$ – дуже висока

Формули розрахунку індексів для визначення типу розміщення дерев наведено у табл. 2.

Структурний різновид насадження може бути індикатором для оцінювання екологічного різноманіття та стабільності екосистеми. Вивчення структури насадження дає змогу оцінити його походження: дуже близьке до природного, посереднє, дуже віддалене від природного.

Результати досліджень. Типовими для регіону Карпат є одновікові, чисті за складом деревостани. Такі насадження є наслідком розвитку лісової ін-

дустрії та інтенсивного використання деревини населенням.

Однак у більш віддалених районах, де слабо розвинена інфраструктура (під'їзні шляхи та лісові дороги), а також на заповідних територіях збереглися старовікові лісові масиви й ліси пралісового типу. Це мішані за складом і мінливі за віком буково-смереково-ялицеві, буково-ялицеві, смереково-ялицеві насадження. Для наукових досліджень вони є найціннішим об'єктом. З множини таких об'єктів пропонуємо відібрати еталон.

Таблиця 2

Основні критерії оцінки характеру розміщення дерев у насадженні

Індекс	Формула	Значення
Кларка-Еванса	$R = \frac{r_A}{r_E} = \frac{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N r_i}{0,5 \cdot \sqrt{\frac{S}{N}}}$	при $R < 1$ розподіл дерев груповий, $R > 1$ – рівномірний, $R = 1$ – випадковий
Донеллі	$R = \frac{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N r_i}{0,5 \cdot \sqrt{\frac{S}{N}} + 0,0514 \cdot \frac{P}{N} + 0,041 \frac{P}{\sqrt{N^3}}}$	при $R >$ розподіл дерев рівномірний, $R < 1$ – груповий, $R = 1$ – випадковий
Кокса	$I_C = \frac{\sigma^2}{\bar{n}}$	$I_C = 0$ – випадкове розташування дерев, $I_C <$ – рівномірне, $I_C > 1$ – групове
Кутовий індекс (K. von Gadow)	$W_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n v_{ji}$	$W_i = 0,00$ – строго рівномірне; $0,25$ – рівномірне; $0,50$ – групове; $1,00$ – випадкове

Мішані насадження Сколівських Бескидів зростають на абсолютних висотах 600-1200 м н.р.м. Висота над рівнем моря досліджуваних ділянок змінюється від 650 до 1100 м. Вони переважно охоплюють вологу смереково-ялицеву бучину й суббучину, з участю ялиці, ялини, клена-явора. Основними лісотвірними породами є бук лісовий, ялина європейська та ялиця біла. У домішці трапляються клен-явір, в'яз гірський та горобина звичайна.

Заповідна зона НПП «Сколівські Бескиди» об'єднує таксаційні виділи Крушельницького, Майданського, Сколівського, Завадківського та Бутівлянського лісництв. Загальна площа заповідної зони за даними лісоінвентаризації становить 5027,6 га, а запас насаджень – 2271,6 тис. м³. Найбільша площа заповідної зони розташована у Майданському (46,0%) та Завадківському (28,2%) лісництвах.

Насадження заповідної зони за типом лісорослинних умов локалізовані в C₃ (51,01%) та D₃ (48,66%), а фрагментарно – в C₂ (0,15%), C₄ (0,11%) та D₄ (0,07%). Найбільшу частку становлять насадження у вологих гіротопах (99,6%). Мізерна частка насаджень (0,4%) зосереджена у свіжому й сирому гіротопах.

Треба зазначити, що основну частку лісового фонду заповідної зони становлять насадження I^a, I та II бонітетів (97% від площі); насадження I^b бонітету – лише 0,4%; решту – низькобонітетні насадження (майже 3%).

Основну частку площі становлять високоповнотні насадження (75%), а низькоповнотні насадження займають тільки 10% території об'єкта.

Важливою характеристикою є розподіл площі за типом лісорослинних умов та відносною повнотою. Графічну інтерпретацію зазначеного розподілу площі заповідної зони НПП «Сколівські Бескиди» показано на рис. 2. Розподіл площі заповідної зони за типом лісорослинних умов та класом бонітету показано на рис. 3.

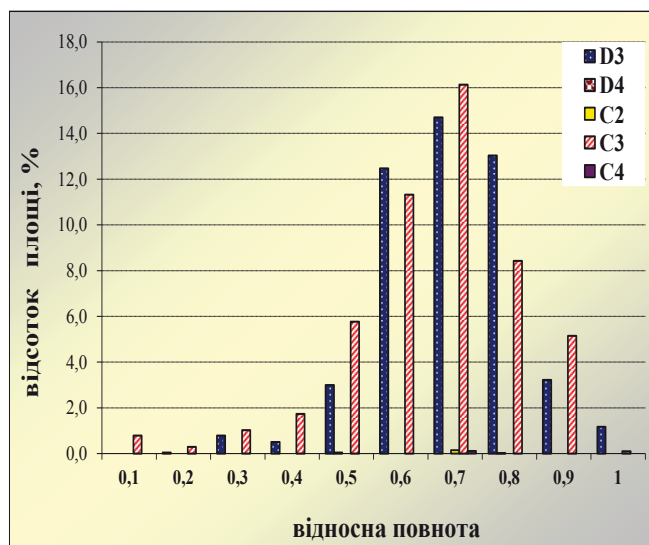


Рис. 2. Розподіл площі заповідної зони НПП за типом лісорослинних умов та відносною повнотою

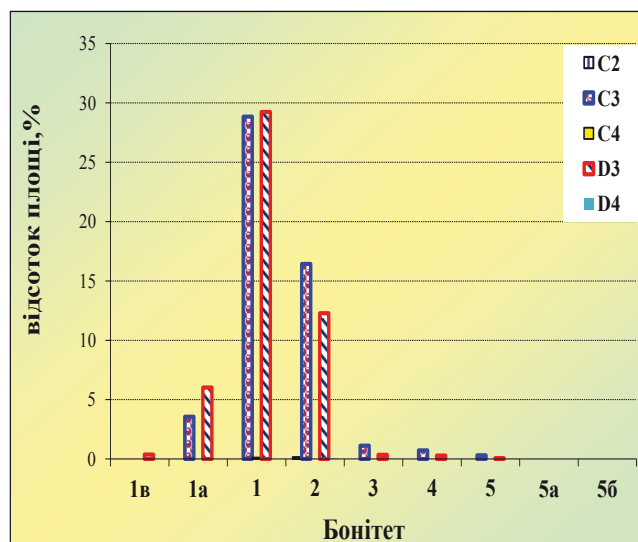


Рис. 3. Розподіл площі заповідної зони НПП за типом лісорослинних умов та класом бонітету

Результати аналізу підтверджують, що модальними є високоповнотні та високобонітетні насадження заповідної зони, які ростуть у свіжому і сирому сугрудах.

Віковий діапазон пробних площ (використаних для відбору еталону) змінюється від 55 до 156 років, відповідно, і кількість дерев приймає значення 220-1200 шт./га. Залежно від повноти та віку насаджень їх запас становить від 199 до 1178 м³/га. Максимальні діаметр і висота досягають, відповідно, 88,0 см і 40,5 м, мінімальні – 8,0 см і 8,0 м.

Вікова структура насаджень заповідної зони нерівномірна. Про це свідчить розподіл площі насаджень за класами віку, інформацію про котрий подано в табл. 3.

Наступним важливим показником є загальний запас насаджень. Розподіл запасу насаджень за класами віку подано в табл. 4.

Найбільша концентрація запасу для заповідної зони Парку припадає на вік 100 років (858 тис. м³ або близько 38%). Цей клас віку є модальним і при аналізі розподілу площі (34%).

Вибір еталону лісових насаджень. Аналіз розподілу кількості дерев за ярусами показав значну мінливість. Вибрати еталон з множини об'єктів пропонуємо статистичним методом, шляхом виявлення найпродуктивніших насаджень. З цією метою проаналізовано дві залежності: запасу деревостану від середнього діаметра першого ярусу (формула 1: $M = aD^b$); середнього приросту деревостану від середнього віку (формула 2: $Z = abcEXP(-bA)(1 - EXP(-bA))^{c-1}$). Далі визначають верхню межу теоретичних значень функції, яка тотожна верхній межі довірчої зони. Графічну інтерпретацію залежностей (формули 1-2) показано на рис. 4 і 5.

Відбір еталонних насаджень здійснено з довірчої зони в межах довірчого коефіцієнта від 1 до 2. На рис. 4 і 5 еталонні насадження позначені точками, які розміщені між двома суцільними лініями.

Таблиця 3

Розподіл площі насадження заповідної зони за класами віку

Клас віку, років	Площа насаджень, га	Площа насаджень, %	Клас віку, років	Площа насаджень, га	Площа насаджень, %
20	61,6	1,2	140	506,7	10,1
40	191,2	3,8	160	251,8	5,0
60	436,4	8,7	180	173,7	3,5
80	939,2	18,7	200	15,5	0,3
100	1688,1	33,6	220	0,0	0,0
120	763,4	15,2	240	0,0	0,0
—	—	—	Разом	5027,6	100,0

Таблиця 4

Розподіл запасу насадження заповідної зони за класами віку

Клас віку, років	Запас насаджень, тис. м ³	Запас насаджень, %	Клас віку, років	Запас насаджень, тис. м ³	Запас насаджень, %
20	4,6	0,2	140	225,4	9,9
40	38,9	1,7	160	97,8	4,3
60	181,3	8,0	180	57,1	2,5
80	442,8	19,5	200	5,8	0,3
100	858,0	37,8	220	0,0	0,0
120	360,1	15,9	240	0,0	0,0
—	—	—	Разом	2271,6	100,0

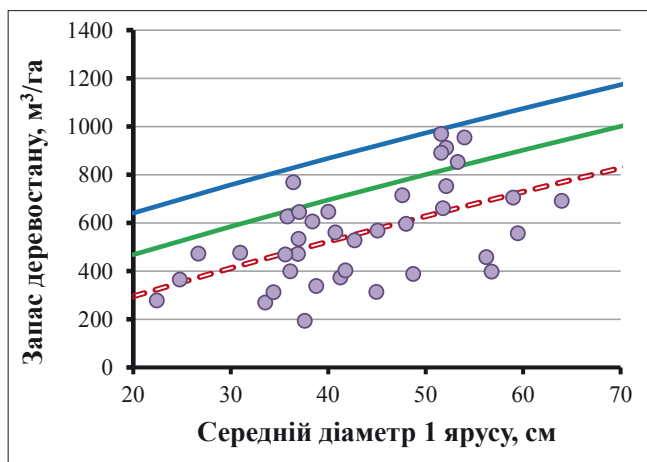


Рис. 4. Залежність запасу деревостану від середнього діаметра першого ярусу

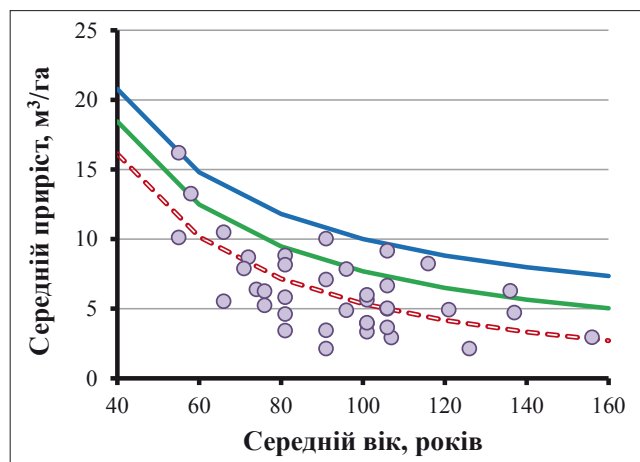


Рис. 5. Залежність середнього приросту деревостану від середнього віку

У сітку згущення (растр) потрапили шість пробних площадок із деревостанами в діапазоні віку від 55 до 136 років, які характеризуються найвищими значеннями запасу та середнього приросту деревостанів.

Видову структуру еталону узагальнено і показано в табл. 5.

Перерозподіл кількості дерев та запасу між ярусами у відібраних еталонних насадженнях наведено на рис. 6.

Вертикальна структура є складною і, залежно від історії формування та типу горизонтального розміщення дерев, верхній ярус може становити від 30 до 65 % за кількістю екземплярів. Менша частка

запасу першого ярусу на пробній площадці Мд_144 корелює із видовим складом. У цьому випадку до складу деревостану, окрім ялиці та смереки, входять явір та модрина.

Оцінювання біорізноманіття і характеру розміщення дерев в еталонних лісових насадженнях. Горизонтальне розміщення дерев у насадженні оцінено залежно від величини індексів Шенона (H) та диференціації (T). Індекс Шеннона та індекс диференціації для відібраних еталонів є значним в усіх випадках. Це свідчить про високе видове різноманіття й різновіковість буково-ялицево-ялинових та модриново-яворово-ялинових деревостанів.

Таблиця 5

Видова структура еталонних насаджень заповідної зони

Код пробної площадки	Середній вік, років	Видове різноманіття за ярусами		
		1	2	3
Мд_145н	55	Бкл, Яцб	Бкл, Яцб	Бкл, Яцб
Мд_144	58	Яв, Мдє, См	Яв, Мдє, См, Яцб	Яв, Мдє, Яцб
Мд_134а	91	Бкл, Яцб	Бкл	Бкл, Яцб
Мд_91	106	Бкл, См, Яцб	Бкл, См, Яцб	Бкл, Яцб
Мд_169н	116	Бкл, См, Яцб	Бкл, См	Бкл
Мд_81	136	Бкл, См, Яцб	Бкл, Яцб	Бкл, См

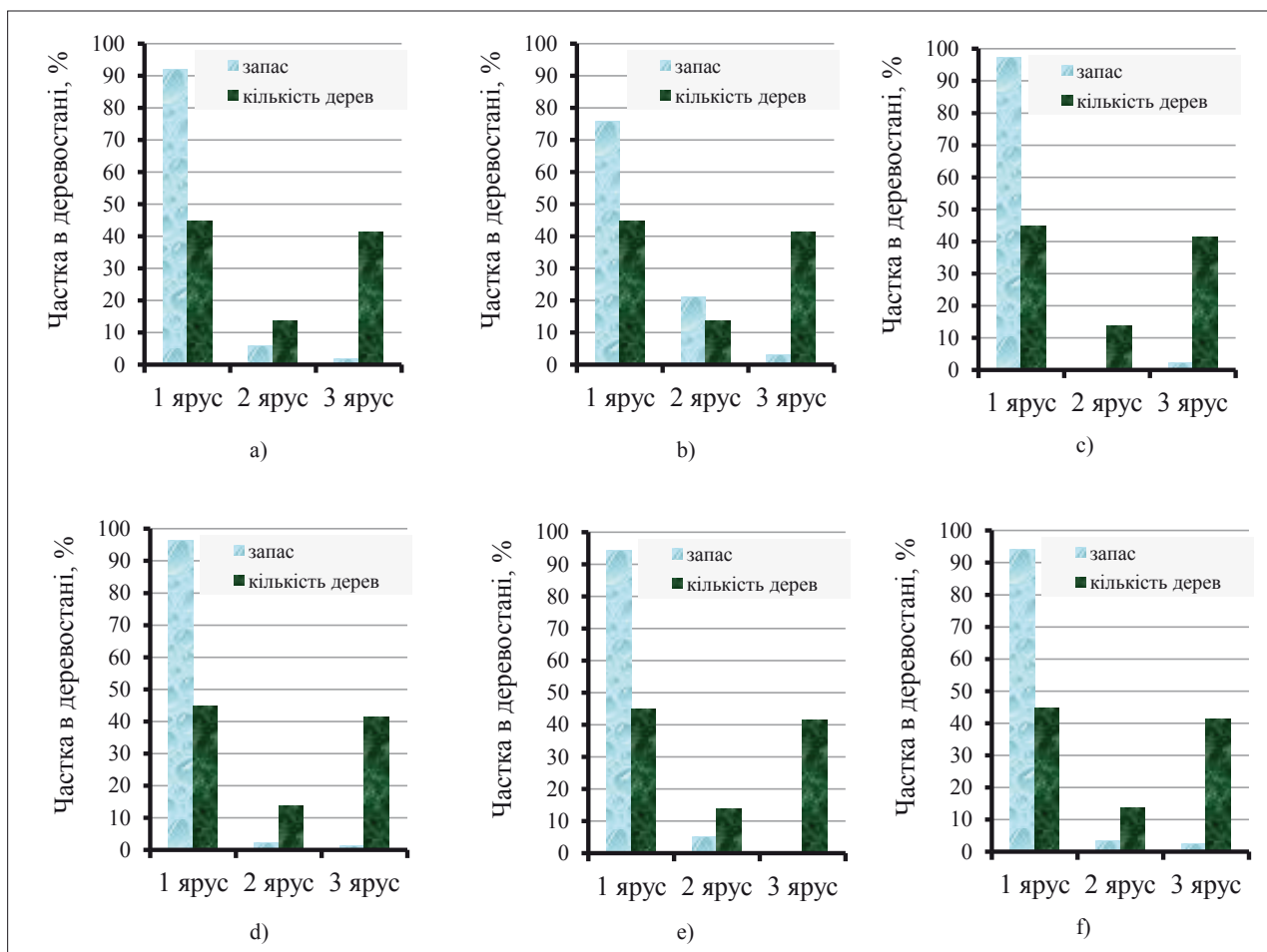


Рис. 6. Диференціація дерев за ярусами еталонних насаджень заповідної зони:
а) на пробній площі Мд_145н; б) на пробній площі Мд_144; с) на пробній площі Мд_134а;
д) на пробній площі Мд_91; е) на пробній площі Мд_169н; ф) на пробній площі Мд_81

На території заповідної зони дослідженнями підтверджено збереження природної структури лісових насаджень. Вплив антропогенних чинників тут незначний і взагалі не позначився на якісній та кількісній оцінках лісового насадження.

Для еталонів лісових насаджень оцінено характер просторового розташування дерев. Типи розміщення дерев на пробних площадках наочно проілюстровано на рис. 7.

Для відібраних еталонних мішаних буково-ялицево-ялинових деревостанів характерний випадковий, або біогруповий тип розміщення дерев.

Висновки. На підставі аналізу горизонтальної та вертикальної структур, індексів оцінки характеру просторового розташування дерев та видового різноманіття можна стверджувати, що еталон заповідної зони є триярусним складним за будовою, мішаним – за складом лісовим насадженням із переважанням випадковим та біогруповим типами розміщення дерев.

Вивчення структури насадження дало змогу оцінити його походження, а саме – дуже близьке до природного, посередньо чи дуже віддалене від природного. Еталон деревостанів територіального об'єкта – природного походження.

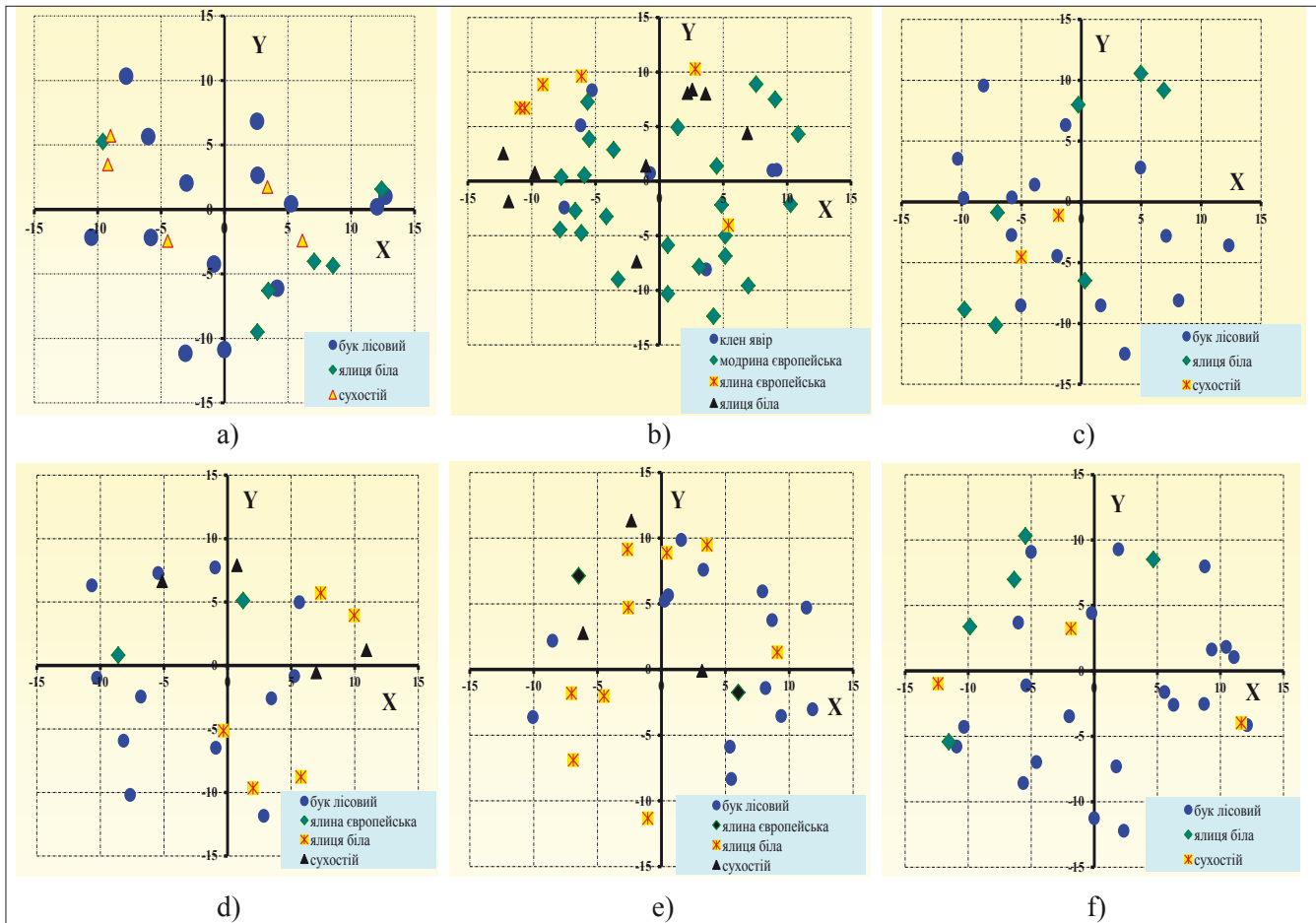


Рис. 7. Горизонтальне розташування дерев у еталонних насадженнях:
 а) на пробній площі Мд_145н; б) на пробній площі Мд_144; в) на пробній площі Мд_134а;
 д) на пробній площі Мд_91; е) на пробній площі Мд_169н; ф) на пробній площі Мд_81

Параметри просторової структури описують як склад насадження, так і гетерогенність габітату (місця існування та проживання). Структурний різновид насадження пропонуємо використати як індикатор для детальнішого оцінення екологічного різноманіття та стабільності екосистеми.

Бібліографічні посилання

- Atrohin, V. (1980). *Forming of high productivity stands*. Moscow: Forestry industry (in Russian).
- Hryhoriev, V. & Husein, R. (1985). To the question of evaluation of spatial tree location. *Silviculture and Forest Management*, 20, 62-64 (in Russian).
- Danchuk, O., Korol, M., & Havryliuk, S. (2007). About forest monitoring in NR «Roztochja». *Scientific bulletin of the Ukrainian National Forestry University*, 17.7, 55-61 (in Ukrainian).
- Delehan, I. & Korol, M. M. (2002). Observation of forest conditions in Europe. *Scientific Bulletin of the Ukrainian State Forestry and Wood Working Technologies University*, 12.7, 180-168 (in Ukrainian).
- Kahaniak, Yu. & Rehush, N. (2014). Horizontal structure of beech forests of the Transcarpathians. *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 12, 135-139 (in Ukrainian).
- Rehush, N. & Kahaniak, Yu. (2014). Analysis of beech forest canopies on high resolution satellite images. *Scientific bulletin of the Ukrainian National Forestry University*, 24.11, 77-83 (in Ukrainian).
- Rehush, N. & Kahaniak, Yu. (2015). Mutual location of trees in the vertical levels of uneven-aged beech stands. *Scientific bulletin of the Ukrainian National Forestry University*, 25.4, 44-51 (in Ukrainian).
- Secretenko O. (1985). Method of analysis of spatial stands structure. *Stands structure investigation*. Krasnojarsk (in Russian).
- Tsuryk, Ye. (2001). *Characteristics and mensurational structure of stands*. Lviv: Ukrainian State Forestry and Wood Working Technologies University (in Ukrainian).
- Gadow v K. (2001) *Forest growth*. Faculty of Forestry and Forest Ecology in Georg-August-University of Goettingen (in German).
- Jaszczak, R. (1999). *Monitoring of forests*. Poznan: Academy of Agriculture (in Poland).
- Keller, M. (Red) (2005). *Switzerland National Forestry Inventory. Accessory for fieldwork investigations in*

- 2004-2007. Birmensdorf: Federal Scientific Institute WSL (in German).
- Nagel, J. (1999). *Conceptual things for developing of modelling systems for forest growth in North-West Germany*. Frankfurt (Oder): Saundlers publisher (in German).
- Pretzsch, H. (2001). *Forest growth modelling*. Berlin: Parey Book Publisher (in German).
- Streit, K., Commarmot, B., Temperli, C., & Brang, P. (2008). *Inventory in Natural Reserves of Switzerland: Instruction*. Birmensdorf: Federal Scientific Institute WSL (in German).

Эталон лесных насаждений на заповедных территориях Национального природного парка «Сколивские Бескиды»

Ю. И. Каганяк¹, Н. М. Король², С. А. Гаврылюк³,
О. Е. Токар⁴, А. Н. Цуняк⁵

Учёт лесных массивов природоохранных объектов является первичным этапом научных исследований, касающихся оценки их ресурсного потенциала и других качеств.

Объектом исследования являются лесные насаждения заповедной зоны Национального природного парка «Сколивские Бескиды». Цель исследования состоит в отборе эталона. Эталоном считается то лесное насаждение, которое характеризуется максимальным биоразнообразием и продуктивностью, наиболее сложной вертикальной структурой.

Выборочная лесная инвентаризация считается наиболее адекватной методикой, которая дает возможность получить репрезентативные первичные данные об объекте. Специфические особенности методологии предусматривают дополнение лесоводственно-таксационной характеристики объекта анализом пространственной структуры лесных насаждений, оценками характера горизонтального размещения деревьев и биоразнообразия.

В результате реализации программы исследований по выборочной инвентаризации и анализа полученных первичных данных, эталоны лесных насаждений найдены на территории Майданского лесничества.

Отобрано шесть эталонов насаждений в возрастном диапазоне от 55 и до 136 лет. Эталон лесных насаждений выбран из множества первичных данных. Для объективного отбора данных дополнительно разработаны две модели. Первая модель описывает зависимость среднего прироста древостоя от среднего возраста. Вторая модель показывает теоретическую зависимость запаса древостоя от среднего диаметра деревьев первого яруса. Далее первичные данные разделены на две группы, учитывая величину критерия (прироста, запаса). Первую группу представляют эталонные лесные насаждения. Эти объекты по величине запаса (прироста) попадают в верхнюю часть доверительной зоны модели с односторонним ограничением 1-2 стандартных отклонения.

Результаты анализа указывает на сложную вертикальную структуру эталона. Деревья эталона распределены между тремя ярусами в различной пропорции. Долевое участие деревьев в первом ярусе колеблется в промежутке 43-63%, во втором – 4-32%, в третьем – 24-31%. По результатам анализа распределения запаса установлена наибольшая концентрация в первом ярусе (76-97%). Максимальное долевое участие запаса во втором ярусе эталона составляет 21%, а в третьем ярусе – 3%. Ярус эталонного лесного насаждения формируют бук лесной, пихта белая и ель европейская. Единственным эталоном характеризуется лесное насаждение, в состав которого вошли лиственница европейская, клён-явор, ель европейская и пихта белая.

Высокопроизводительные структурно сложные эталоны являются типическими естественными образованиями, на которые должна ориентироваться хозяйственная деятельность предприятия.

Ключевые слова: смешанное насаждение; структура; тип размещения деревьев; запас; количество деревьев; ярус; биоразнообразие; индекс.

¹ Каганяк Юлиан Иосифович – член-корреспондент Лесной академии наук Украины, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры лесной таксации и лесоустройства. Национальный лесотехнический университет Украины, ул. генерала Чупринки, 103, г. Львов, 79057, Украина. Тел.: +38-067-587-42-66. E-mail: kaganiak@yahoo.ca

² Король Николай Михайлович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесной таксации и лесоустройства. Национальный лесотехнический университет Украины, ул. генерала Чупринки, 103, г. Львов, 79057, Украина. Тел.: +38-067-670-20-55. E-mail: nikkorol@ukr.net

³ Гаврылюк Сергей Анатольевич – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесной таксации и лесоустройства. Национальный лесотехнический университет Украины, ул. генерала Чупринки, 103, г. Львов, 79057, Украина. Тел.: +38-068-760-91-99. E-mail: serhiy_havrylyuk@nltu.edu.ua

⁴ Токар Ольга Евгеньевна – кандидат технических наук, доцент кафедры международной информации. Национальный университет «Львовская политехника», ул. С. Бандеры, 12, г. Львов, 79013, Украина. Тел.: +38-066-270-11-40. E-mail: tokarolya@gmail.com

⁵ Цуняк Анна Николаевна – заведующая отделением землеустройства и дизайна, экологический колледж Львовского национального аграрного университета, ул. Замарыстиньская, 167, г. Львов, 79068, Украина. Тел.: +38-032-252-10-15. E-mail: anna.cunyak.72@mail.ru

Model forest stands on forest reserve lands of National Nature Park «Skolivski Beskydy»

Yu. Kahaniak¹, M. Korol², S. Havryliuk³, O. Tokar⁴,
A. Cunjak⁵

Accounting of forest fund on forest reserve lands is a primary stage of scientific studies investigations, which are focused on concerning of their resource potential and others qualities.

The study object of investigation is forest stands of reserve zone of the National Nature Park «Skolivski Beskydy». The aim of research is selection of model forest stands. The model forest stands is forest stand with maximum of biodiversity and productivity with most compound vertical structure.

Point cruising inventory is most adequate method for receiving primary data about object of research.

The distinctive feature of this method is providing supplement of silvicultural and inventory indexes of investigated object through by analysis of spatial structure of forest stands, indexes of horizontal tree placement and biodiversity.

The model forest stands in the condition of Majdan forest district were distinguished as a result of point cruising inventory and analyzing of primary data. There were distinguished six model forest stands were distinguished with age range from 55 to 136 years. These models stands were selecting from great number of primary data set. For the objective data selection additionally were developing two patterns were developed. First pattern is in describing dependence between average stand increasing and age. Second pattern is in showing the theoretical dependence of stem volume and average diameter of first stage of stand. The primary data were divided for two groups according to the value (increasing, stem volume). The first group is presented by model forest stands. These objects are laying on the top part of confidence part of model with one-two standard deviation limits.

The analysis is shows complex vertical structure of model stands. The trees of models are distributed between three stand stages in different proportions. The share portions of first stage are varying between 43-63 %, second stage – 4-32 % and third – 24-31 %. The analysis of volume distribution are showing the largest concentration on first stage (76-97 %). The maximum part of stand volume on the second stage is made 21 % and on third stage – 3 %. The stages of model stand are formed from beech, fir and spruce. Only one stand from model stands is characterized by the larch, sycamore, spruce and fir in tree composition.

The high productivity and structural compound model stands are typical nature formations and forest management activity must be oriented at for these stands.

Key words: mixed stand, structure; type of trees placement; stand volume; quantity of trees; stage; biodiversity; index.

¹ *Yulian Kahaniak* – Corresponding Member of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Forest Inventory and Management Department. Ukrainian National Forestry University. Hen. Chuprynska str., 103, Lviv, 79057, Ukraine. Tel.: +38-067-587-42-66. E-mail: kaganiak@yahoo.ca

² *Mykola Korol* – PhD of Agricultural Science, Associate Professor of the Forest Inventory and Management Department. Ukrainian National Forestry University. Hen. Chuprynska str., 103, Lviv, 79057, Ukraine. Tel.: +38-097-670-20-55. E-mail: nikkorol@ukr.net

³ *Serhii Havryliuk* – PhD of Agricultural Science, Associate Professor of the Forest Inventory and Management Department. Ukrainian National Forestry University. Hen. Chuprynska str., 103, Lviv, 79057, Ukraine. Tel.: +38-068-760-91-99. E-mail: serhiy_havryliuk@nltu.edu.ua

⁴ *Olha Tokar* – PhD of Engineering Science, Associate Professor of the Department of International Information. Lviv Polytechnic National University. Bandera str., 12, Lviv, 79013, Ukraine. Tel.: +38-066-270-11-40. E-mail: tokarolya@gmail.com

⁵ *Anna Cunjak* – Chief of Department of Land Use and Design, Ecological College of Lviv National Agricultural University. Zamarstynivska st., 167, Lviv, 79068, Ukraine. Tel.: +38-032-252-10-15. E-mail: anna.cunyak.72@mail.ru

4. ЗАХИСТ ЛІСІВ І МИСЛИВСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО



Наукові праці Лісівничої академії наук України
Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine

<http://fasu.nltu.edu.ua>
<https://doi.org/10.15421/411826>
Article received 2018.06.22
Article accepted 2018.10.25

ISSN 1991-606X print
ISSN 2616-5015 online
@ ✉ Correspondence author
Valentyna Meshkova
Valentynameshkova@gmail.com
Pushkinska str., 86, Kharkiv, 61024, Ukraine

UDC 630.4

Effect of buds manually removal and their damage by large pine weevil (*Hylobius abietis* L.) on Scots pine seedlings in Siversky Donets river valley

V. L. Meshkova¹, I. M. Sokolova², S. O. Yeroshenko³, L. M. Koval⁴

Large pine weevil (Hylobius abietis L.) damages different organs of Scots pine (Pinus sylvestris L.) seedlings in unclosed plantations, including foliage, buds, stem bark and roots. Simulated damage of respective organs, particularly debudding is one of the ways to evaluate qualitative and quantitative influence of such damage on tree condition.

The aim of research was to evaluate the dependence of Scots pine seedlings mortality and height increment on artificial and large pine weevil caused bud damage.

The growth of apical shoots of Scots pine seedlings was registered since the beginning of May to the end of June. Development of new shoots in seedlings with manually bud removal or large pine weevil damage started in beginning of May and continued in July.

Mortality of Scots pine seedlings with 20 % of lateral buds damaged did not differ from that in undamaged plants. The seedlings with apical and lateral buds manually removed as well as with apical and over 70 % lateral buds damaged by large pine weevil have died in the year of treatment or damage. The seedlings with apical buds damaged as well as with apical and over 50 % lateral buds damaged died in the 4th year after damage.

Removal or damage up to 50 % lateral buds did not affect the growth of Scots pine seedlings. Height increment of seedlings with apical buds manually removed or damaged by large pine weevil did not differ significantly in May and June of the year of treatment or damage. In July the height increment was statistically greater in the variant with manually removal of apical bud.

Previously suggested scale of Scots pine seedlings bud damage satisfactory reflects the score of large pine weevil injuriousness.

¹ Valentyna L. Meshkova – full Member of Forestry Academy of Sciences of Ukraine, Doctor habil. (agricultural sciences), professor, Ukrainian Research Institute of Forestry & Forest Melioration named after G. M. Vysotsky. Pushkinska str., 86, Kharkiv, 61024, Ukraine. Tel.: +38(097)371-94-58. E-mail: Valentynameshkova@gmail.com

² Iryna M. Sokolova – PhD, senior researcher, Ukrainian Research Institute of Forestry & Forest Melioration named after G. M. Vysotsky. Pushkinska str., 86, Kharkiv, 61024, Ukraine. Tel.: +38(095)-358-99-91. E-mail: sok.ef.ir@gmail.com

³ Serhii O. Yeroshenko – specialist of the State Procurement Service of Luhansk region. Pyvovarov str., 2, Severodonetsk, Luhansk region, 93408, Ukraine. Tel.: +38(098)-232-78-00. E-mail: s4804@yandex.ua

⁴ Lesya M. Koval – post-graduate student of Kharkov National Agrarian University named after V.V. Dokuchaev. 62483, Ukraine, post department «Dokuchaivske-1», Kharkov district, Kharkov region. Tel.: +38(097)-299-79-87. E-mail: lesichka81@mail.ru

We can suggest that height increment in the next years after bud damage does not depend on damage way and intensity but mainly on ecological conditions.

Key words: Scots pine (*Pinus sylvestris* L.); unclosed plantations; apical bud; lateral buds; manually bud removal; large pine weevil (*Hylobius abietis* L.); seedling mortality; height increment.

Introduction. Large pine weevil (*Hylobius abietis* Linnaeus 1758) is one of the most spread and dangerous pests of conifer plantations, especially in the first years after planting. Its larvae develop under the bark of stumps or roots of weakened trees, and adults damage different parts of trees during maturation feeding (Wainhouse et al., 2004, Nordlander et al., 2017). Such damage is the most dangerous for the Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) transplants of the first three years old, because they have small stem surface, and small number of buds and needles. In the Siversky Donets river valley the large pine weevil depending on weather conditions develops in one or two years. Its swarming, mating, oviposition and maturation feeding occur throughout the summer with two waves. The first wave includes the beetles of hibernating generations of different age (1-3 years old) and is the highest by population number and damage. It starts with beginning of vegetation period (about middle of April), has maximum at the second half of May and the first half of June. The second wave is lower, includes the beetles of the new generation, and begins in July with maximum at the second half of August and the first half of September (Meshkova & Sokolova, 2017).

Attempts are known to evaluate insect injuriousness in different regions with the main aim to substantiate the measures on forest protection (Kulman, 1971, Iyerusalimov, 2004). It was evaluated by crown condition, phytomass of individual organs, radial increment, mortality etc. (Langstrom et al., 1998, Lyytikainen, 1994). To a lesser extent, the changes in stem shape and the associated timber defects were taken into account (Yermakova & Bessonova, 2010).

Simulated defoliation and debudding is one of the ways to evaluate qualitative and quantitative influence of animal damage on tree condition (Hjältén, 2004, Lehtila & Boalt, 2004, Quentin et al., 2010). Such studies on different tree species (Langstrom et al., 1990, 1998, Rozhkov et al., 1991, Chen et al., 2002, Varnagiryte-Kabašinskiene et al., 2015), especially Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) (Lyytikainen-Saarenmaa, 1994, 1999, 2002, Wallgren et al., 2014, Nilsson et al., 2016) are very important for Ukraine, where this forest species grows in the 33 % of territory.

It was proved (Lyytikainen-Saarenmaa, 1999) that tree reaction on artificial and natural defoliation does not differ, if the needles are removed gradually and in the dates of actual insect feeding. Simulation of buds, branches or roots damage was studied less (Langstrom et al., 1990, Honkanen et al., 1994). Methodological approaches to simulate pine tree damage by insects and to study its effect on tree growth and health condition have been developed and tested in Forest Steppe and Steppe zones in Ukraine (Meshkova et al., 2015). A score for different types of

foliage, buds, shoots, branches, stem and root damage was suggested as well as the principles of damage assessment (Meshkova, 2016).

The aim of this research was to evaluate the dependence of Scots pine seedlings mortality and height increment on artificial and large pine weevil caused bud damage.

Objects and methods. Research was carried out in 2013-2017 in two-six-year old Scots pine plantations in the State Enterprise «Zmiyivske Forest Economy».

Over 1000 seedlings were individually marked with soft plate labels in April 2013, considering possible plant damage by unexpected causes, including mechanical damage during weeding or foliage diseases.

For 100 second-year old seedlings were randomly selected for each of two variants with manually removing of buds. In one of them apical buds were manually removed and in other variant apical and lateral buds were manually removed. The dates of such treatment coincided with beginning of large pine weevil maturation feeding and pine shoot growth (Meshkova & Sokolova, 2017).

Such dates were recognized also by needles color change from a yellowish and dull green on a bright green (Meshkova et al., 2015).

The rest labeled seedlings were inspected once a month (end of May, end of June and end of July) in 2013 and once a year (the end of July) in 2014, 2015, 2016 and 2017. Height increment was measured and mortality was registered during such inspection.

Such dates of inspection were chosen considering Scots pine shoot growth timing in the region. It was the most intensive in May and continued up to the end of June. The buds of new generation were formed in July (Meshkova et al., 2015).

At the end of experiment, revision of all records gave the possibility to reject all pines with unplanned damage or disease as well as the plants with buds damage later than in 2013. In result eight groups of 50 pines each with recorded damage history for five years, were selected.

1. Undamaged (control) plants.
2. Apical bud manually removed.
3. Apical and all lateral buds manually removed.
4. Up to 20 % of lateral buds damaged by large pine weevil (low damage).
5. 20–50 % of lateral buds damaged by large pine weevil (moderate damage).
6. Apical bud damaged by large pine weevil (moderate damage).
7. Apical and over 50 to 70 % of lateral buds damaged by large pine weevil (high damage).
8. Apical and over 70 % lateral buds damaged by large pine weevil (high damage).

Plants for variants 4-8 were selected according to the scale (Table 1) (Meshkova, 2016), but groups 7 and 8 were considered as high damage.

Analysis of Scots pine seedlings mortality and height increment in different dates included descriptive statistics. Height increment of Scots pine seedlings in different variants was compared by analysis of variance (ANOVA). Seedlings mortality (percentages) was converted to radians, and the actual value of the Fisher test F was evaluated by formula (1):

$$F = (\varphi_1 - \varphi_2)^2 \times \frac{n_1 \times n_2}{n_1 + n_2}, \quad (1)$$

where φ_1 and φ_2 were the radian values of seedling mortality in compared samples, and n_1 and n_2 were respective sample sizes. The actual value of the Fisher test was compared with the tabulated value for $df_1 = 1$; $df_2 = n_1 + n_2 - 2$ (Atramentova & Utevskaia, 2008). All statistical analyses were performed using Microsoft Excel applications.

Table 1

Intensity of buds damage in unclosed pine plantations (after Meshkova, 2016)

Low (1 point)	Moderate (2 points)	Considerable (3 points)	High (4 points)
Only lateral buds damaged, up to 20 % of the total	– only apical bud damaged; – 20-50 % of lateral buds damaged	Apical bud and up to 70 % lateral buds damaged	Apical bud and over 70 % lateral buds damaged

Results and discussion. Development of new buds in Scots pine seedlings started at the end of April. In the variants with manually bud removal or large pine weevil damage, new shoots developed since the beginning of May depending on kind of damage. Removal or damage up to 50 % lateral buds did not affect the growth. In the case of removal of apical bud in the central shoot, it was replaced with one of the lateral shoots (Fig. 1). Many accessory buds and bundles of shoots developed in the case of considerable part of buds removing or damaging (Fig. 2).



Fig. 1. Scots pine seedlings in the 3rd decade of May after apical buds removal in the 3rd decade of April

Over 20 new buds were formed in some pines with removal of apical and lateral buds. However, the next year the most of these buds have dried.

Both manually buds removal and large pine weevil damage of Scots pine seedlings in the 3rd decade of April caused their mortality during shoot growth period (in May–July), which considerably exceeded natural mortality of undamaged plants (Fig. 3).



Fig. 2. Development of new buds on the stem of Scots pine seedling after removal buds in the 3rd decade of April

Scots pine mortality in all variants trended to increase during the first three months after damage (Fig. 3). Among undamaged plants and plants with up to 20 % of lateral buds damaged mortality did not increase up to the end of June, and was only 6 and 12 % at the end of June and July of the first year of experiment respectively.

Mortality of plants with up to 50% of lateral buds damaged was 16, 46 and 76 % at the end of May, June and July respectively.

Comparing of plants with manually removed apical buds and with large pine weevil damage of apical buds did not reveal any differences by mortality – 20, 56 and 92 % at the end of May, June and July respectively (see Fig. 3).

The plants with apical and lateral buds removed were characterized by the highest mortality (30, 60 and 100% in May, June and July respectively), but the differences were significant only at the end of July ($F_{\text{fact.}} = 8.2$; $F_{0.05(1; 98)} = 4.1$).

Plant mortality in variants with damage of apical buds and 50 or 70 % of lateral buds was not significantly different.

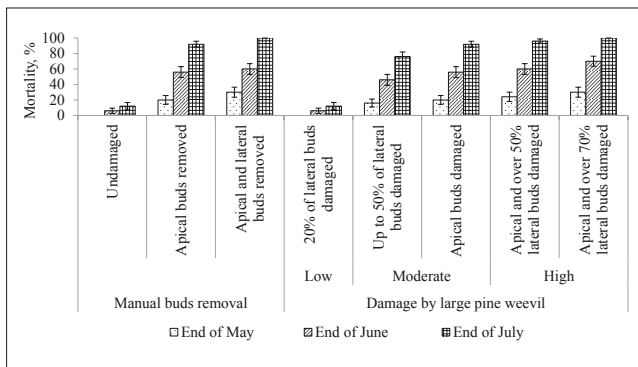


Fig. 3. Mortality of two-year-old Scots pine seedlings during shoot growth period in the first year of experiment (2013) on buds manually removal or their damage by large pine weevil

In the frame of moderate level of damage significant difference was absent by plant mortality at the end of May ($F_{\text{fact.}} = 1.0$; $F_{0.05(1; 98)} = 4.1$) and at the end of June ($F_{\text{fact.}} = 0.3$; $F_{0.05(1; 98)} = 4.1$) between variants of up to 50% of lateral buds damaged and apical buds damage. However such difference became significant in July ($F_{\text{fact.}} = 5.1$; $F_{0.05(1; 98)} = 4.1$).

In the frame of high level of damage significant difference was absent during shoot growth period in the first year of experiment between variants of damage of apical and over 50 % lateral buds and damage of apical and over 70 % lateral buds.

Analysis shows, that Scots plant seedlings mortality slowly increased during the next four years, and differences between variants stayed almost the same as in the first season (Fig. 4).

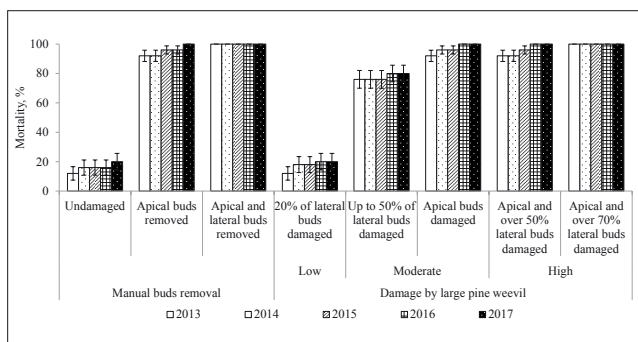


Fig. 4. Mortality in 2013–2017 of two-six-year old Scots pine seedlings in different variants of buds manually removal or their damage by large pine weevil

The plants with apical and lateral buds removed as well as with apical and over 70 % lateral buds damaged have died in the first season (see Fig. 3). The plants with apical buds damaged by large pine weevil have died on the 5th year (in 2017). The plants with apical buds damaged as well as the plants with apical and over 50 % lateral buds damaged have died on the 4th year (in 2016).

Mortality of the plants with up to 50% of lateral buds damaged in 2013 was 76% in the first year and increased up to 80% in 2016.

Mortality of the plants with 20% of lateral buds damaged in 2013 did not differ from that in undamaged plants (see Fig. 4).

In the first year of experiment the growth of apical shoots of Scots pine continued mainly since beginning of May to the end of June. However, it continued also in July in variants, where apical buds were removed at the end of April (Fig. 5).

Height increment of undamaged Scots pine plants was 14.2; 20.1 and 20.6 cm at the end of May, June and July 2013 and did not differ significantly from that in the variants with 20% or 50% of lateral buds damaged (in May $F_{\text{fact.}} = 0.2$; $F_{0.05} = 3.1$; in June $F_{\text{fact.}} = 0.7$; $F_{0.05} = 3.1$; in July $F_{\text{fact.}} = 0.4$; $F_{0.05} = 3.1$).

Height increment of plants with apical buds removed or damaged was significantly lower (see Fig. 5).

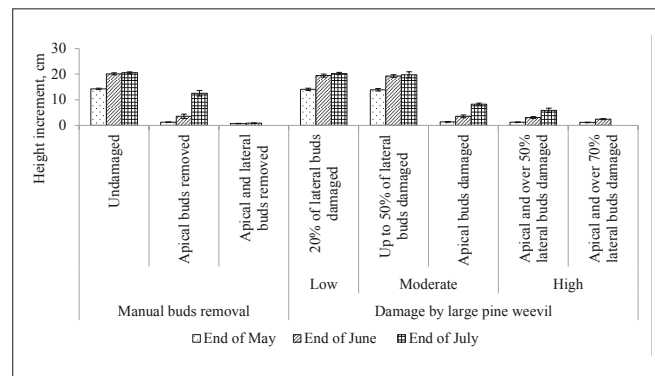


Fig. 5. Height increment of two-year-old Scots pine seedlings during shoot growth period in the first year of experiment (2013) on buds manually removal or their damage by large pine weevil

Height increment of plants in the variants with apical buds removed and damaged by large pine weevil did not differ significantly in May and June (in May $F_{\text{fact.}} = 0.4$; $F_{0.05} = 4.0$ and in June $F_{\text{fact.}} = 0.001$). However, in July only four plants remained in each variant with average height increment 12.6 and 8.3 cm, and the greater value of this index was statistically proved for variant with manually removing of apical bud ($F_{\text{fact.}} = 13.1$; $F_{0.05} = 6.0$).

In the variants of apical buds manually removal, the height increment in May and June was significantly higher, than in the variant with apical and lateral buds manually removal (in May 1.3 and 0.7 cm respectively; $F_{\text{fact.}} = 22.9$; $F_{0.05} = 4.0$; in June 3.5 and 0.9 cm respectively; $F_{\text{fact.}} = 8.7$; $F_{0.05} = 4.1$). In July any plant did not survive in the variant with apical and lateral buds manually removed.

Comparison of the variants with apical and different proportion of lateral buds damaged show that at the end of May height increment of plants with less proportion of lateral buds damaged was greater. So in May it was 1.2; 1.1 and 0.7 cm in the variants with over 50%, over 70% and 100 % buds damaged ($F_{\text{fact.}} = 6.5$; $F_{0.05} = 3.1$),

and in June it was 3.1; 2.4 and 0.9 cm in respective variants ($F_{\text{fact.}} = 20.8$; $F_{0.05} = 3.2$).

In July four living plants were found in the variant with apical and over 50% lateral buds removed.

Annual height increment of undamaged pines increased for 2013-2017 from 20.6 to 41.1 cm (Fig. 6). In 2014 the height increment of plants in the variant with 50 % lateral buds removed in 2013 (29.4 cm) was significantly greater than in undamaged plants (26.7 cm) ($F_{\text{fact.}} = 3.2$; $F_{0.05} = 3.1$). However, the differences between damage of 20 and 50 % of lateral buds were not significant ($F_{\text{fact.}} = 0.4$; $F_{0.05} = 4.0$).

The same feature for height increment in the mentioned variants was revealed for 2015 ($F_{\text{fact.}} = 11.4$; $F_{0.05} = 3.1$). In 2016 height increment in the variant of 20 % of lateral buds removal was significantly less, than in undamaged plants and in plants with 50 % of lateral buds removal ($F_{\text{fact.}} = 11.9$; $F_{0.05} = 3.1$).

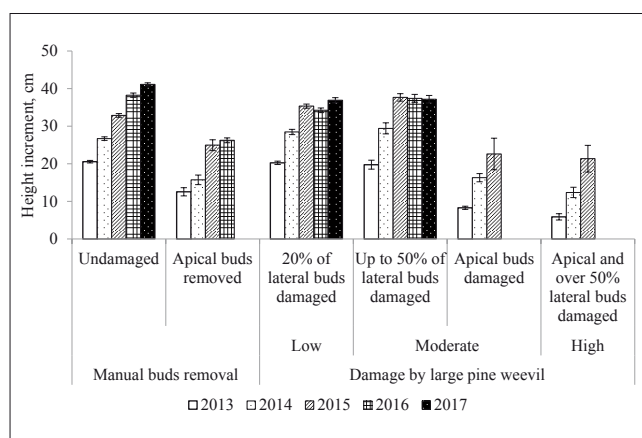


Fig. 6. Height increment in 2013–2017 of two-six-year old Scots pine seedlings in different variants of buds manually removal or their damage by large pine weevil

In 2017 undamaged plants had the greatest height increment (41.1 cm), which was significantly greater than in the variants with 20 and 50% of lateral buds removal ($F_{\text{fact.}} = 15.7$; $F_{0.05} = 3.1$).

Height increment of plants in the variants with apical buds removed and apical buds damaged by large pine weevil did not differ significantly in 14 ($F_{\text{fact.}} = 0.08$; $F_{0.05} = 7.7$) and in 2015 ($F_{\text{fact.}} = 0.28$; $F_{0.05} = 18.5$).

We can suggest that the features of growth increment in the next years after damage do not depend on the way and intensity of damage but mainly on ecological conditions.

Conclusions. The growth of apical shoots of Scots pine seedlings was registered since the beginning of May to the end of June. In the seedlings with manually bud removal or large pine weevil damage, new shoots developed since the beginning of May. Shoot growth continued also in July in seedlings where all apical buds being removed at the end of April.

Mortality of Scots pine seedlings with 20 % of lateral buds damaged did not differ from that in undamaged plants. The plants with apical and lateral buds manually removed as well as with apical and over 70% lateral

buds damaged by large pine weevil have died in 2013. The plants with apical buds damaged as well as the plants with apical and over 50% lateral buds damaged have died on the 4th year after damage.

Removal or damage up to 50% lateral buds did not affect the growth of Scots pine seedlings. Height increment of plants with apical buds manually removed and damaged by large pine weevil did not differ significantly in May and June of the year of treatment. In July the greater height increment was statistically proved for variant with manually removing of apical bud.

Previously suggested scale of Scots pine seedlings bud damage satisfactory reflects the score of large pine weevil injuriousness.

We can suggest that growth increment in the next years after damage does not depend on damage way and intensity but mainly on ecological conditions.

References

- Atramentova, L. A., & Utevskaia, O. M. (2008). *Statistical methods in biology*. Gorlovka (In Russian).
- Chen, Z., Kolb, T. E., & Clancy K.M. (2002). Effects of artificial and western spruce budworm (Lepidoptera: Tortricidae) defoliation on growth and biomass allocation of Douglas-fir seedlings. *J. Econ. Entomol.*, 95, 587-594.
- Hjältén, J. (2004). Simulating herbivory: problems and possibilities. In: Weisser, W. W. & Siemann, E. (Eds.). *Insects and ecosystem function*, Springer-Verlag, Berlin, Germany, 243-256.
- Honkanen, T., Haukioja, E., & Suomela, J. (1994). Effects of simulated defoliation and debudding on needle and shoot growth in Scots pine (*Pinus sylvestris*): implications of plant source/sink relationships for plant-herbivore studies. *Functional Ecology*, 631-639. DOI: 10.2307/2389926
- Iyerusalimov, Ye. N. (2004). *Zoogenic defoliation and the forest community*. M.: KMK (In Russian).
- Kulman, H. M. (1971). Effects of insect defoliation on growth and mortality of trees. *Annual Review of Entomology*, 16, 289-324.
- Långström, B., Piene, H., Fleming, R., & Hellqvist, C. (1998). Shoot and needle losses in Scots pine: experimental design and techniques for estimating needle biomass of undamaged and damaged branches. M. L. McManus & A. M. Liebhold, editors. *Proceedings: Population dynamics, impacts, and integrated management of forest defoliating insects*. USDA Forest Service General Technical Report NE-247, 230-246.
- Langstrom, B., Tenow, O., Ericsson, A., Hellqvist, C., & Larsson, S. (1990). Effects of shoots pruning on stem growth, needle biomass, and dynamics of carbohydrates and nitrogen in Scots pine as related to season and tree age. *Can. J. For. Res.*, 20, 514-523.
- Lehtila, K., & Boalt, E. (2004). The use and usefulness of artificial herbivory in plant-herbivore studies. *Ecological Studies*. /W.W. Weisser & E. Siemann (Eds.), 173, 257-275.

- Lyytikäinen, P. (1994). Effects of natural and artificial defoliations on sawfly performance and foliar chemistry of Scots pine saplings. *Ann. Zool. Fennici*, 31, 307-318.
- Lyytikäinen-Saarenmaa, P. (1999). Growth responses of Scots pine (Pinaceae) to artificial and sawfly (Hymenoptera: Diprionidae) defoliation. *The Canadian Entomologist*, 131, 455-463.
- Lyytikäinen-Saarenmaa, P., & Tomppo, E. (2002). Impact of sawfly defoliation on growth of Scots pine *Pinus sylvestris* (Pinaceae) and associated economic losses. *Bulletin of entomological research*, 92(2), 137-140.
- Meshkova, V. L. Evaluation of insect damage of unclosed pine plantations on their growth and condition (2016). *Monitoring and biological control methods of woody plants pests and pathogens: from theory to practice. Proceedings of International conference. Moscow, April 18-22, 2016. Krasnoyarsk: SIF SB RASc*, 139-140 (In Russian).
- Meshkova, V. L., Kukina, O. N., Zinchenko, O. V., Skrylnik, Yu. Ye., Koval, L. N., Sokolova, I. N., & Yeroshenko, S. A. (2015). Methodological approaches to simulation of pine tree damage by insects. *News of the Saint Petersburg State Forest Technical Academy*, 211, 270-286 (In Russian).
- Meshkova, V. L., & Sokolova, I. M. (2017). *Stem pests of unclosed pine plantations in Siversky Donets river valley*. Planeta-Print. Kharkiv, 1-160 (in Ukrainian).
- Nilsson, U., Berglund, M., Bergquist, J., Holmström, H., & Wallgren, M. (2016). Simulated effects of browsing on the production and economic values of Scots pine (*Pinus sylvestris*) stands. *Scandinavian journal of forest research*, 31(3), 279-285.
- Nordlander, G., Mason, E. G., Hjelm, K., Nordenhem, H., & Hellqvist, C. (2017). Influence of climate and forest management on damage risk by the pine weevil *Hylobius abietis* in northern Sweden. *Silva Fennica*, 51 (5) article id 7751. 20 p. <https://doi.org/10.14214/sf.7751>
- Quentin, A. G., Pinkard, E. A., Beadle, C. L., Wardlaw, T. J., O'Grady, A. P., Paterson, S., & Mohammed, C. L. (2010). Do artificial and natural defoliation have similar effects on physiology of *Eucalyptus globulus* Labill. seedlings? *Annals of Forest Science*, 67(2), 203.
- Rozhkov, A. S., Khlimankova Ye. S., & Stepanchuk, Ye. S. (1991). *Restorative processes in conifers after defoliation*. Novosibirsk: Nauka SO (In Russian).
- Varnagiryte-Kabašinskiene, I., Araminiene, V., & Stakenas, V. (2015). Effects of artificial defoliation and simulated insect damage on the growth of *Betula pendula* saplings. *iForest-Biogeosciences and Forestry*, 9(1), 95.
- Wainhouse, D., Boswell, R., & Ashburner, R. (2004). Maturation feeding and reproductive development in adult pine weevil, *Hylobius abietis* (Coleoptera: Curculionidae). *Bulletin of Entomological Research*, 94(1), 81-87.
- Wallgren, M., Bergquist, J., Bergström, R., & Eriksson, S. (2014). Effects of timing, duration, and intensity of simulated browsing on Scots pine growth and stem quality. *Scandinavian journal of forest research*, 29(8), 734-746.
- Yermakova, M. V., & Bessonova, T. P. (2010). The relationship of morphological stem damage with timber characteristics and internode size in *Pinus sylvestris* L. trees of the first age class. *Agrarian Bulletin of the Urals*, 1 (67), 70-72 (In Russian).

Вплив ручного вилучення бруньок та їхнього пошкодження великим сосновим довгоноси́ком (*Hylobius abietis* L.) на сіянці сосни звичайної у Придніпровських борах

В.Л. Мешкова¹, І.М. Соколова², С.О. Єрошенко³,
Л.М. Коваль⁴

Великий сосновий довгоноси́к (*Hylobius abietis* L.) пошкоджує різні органи саджанців сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) у незімкнених лісових культурах, зокрема хвою, бруньки, кору стовбурів і коренів. Імітація пошкодження відповідних органів, зокрема відривання бруньок, є одним із шляхів оцінювання якісного та кількісного впливу такого пошкодження на стан дерева.

Мета дослідження – оцінити залежність відпаду та приросту за висотою саджанців сосни звичайної від інтенсивності штучного та спричиненого великим сосновим довгоноси́ком пошкодження бруньок.

Дослідження здійснено впродовж 2013-2017 рр. у 2-6-річних соснових культурах державного підприємства «Зміївське лісове господарство».

Дослід охоплював непошкоджені саджанці (контроль), два варіанти з вилученням бруньок сосни вручну (вилученням термінальних бруньок і

¹ Мешкова Валентина Львівна – академік Лісівничої академії наук України, доктор сільськогосподарських наук, професор, Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького, вул. Пушкінська, 86, Харків, 61024, Україна. Тел.: +38(097)371-94-58. E-mail: Valentynameshkova@gmail.com

² Соколова Ірина Миколаївна – кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького, вул. Пушкінська, 86, Харків, 61024, Україна. Тел.: +38(095)-358-99-91. E-mail: sok.ef.ir@gmail.com

³ Єрошенко Сергій Олександрович – спеціаліст Держпродспоживслужби Луганської області, вул. Пивоварова, 2, Северодонецьк, Луганська обл., 93408, Україна. Тел.: +38(098)-232-78-00. E-mail: s4804@yandex.ua

⁴ Коваль Леся Миколаївна – аспірант Харківського національного аграрного університету ім. В. В. Докучаєва, 62483, Україна, п.в. «Докучаївське-1», Харківський район, Харківська обл. Тел.: +38(097)-299-79-87. E-mail: lesichka81@mail.ru

вилученням термінальної та всіх латеральних бруньок), а також варіанти різних типів і рівня пошкодження бруньок великим сосновим довгоносоком: до 20 % латеральних бруньок; 20-50 % латеральних бруньок; термінальні бруньки; термінальні бруньки та 50-70 % латеральних бруньок; термінальні бруньки та понад 70 % латеральних бруньок.

Ріст термінальних пагонів саджанців сосни звичайної на дослідних ділянках реєстрували від початку травня до кінця червня. Початок розвитку нових пагонів саджанців, бруньки яких вилучали вручну або пошкоджував великий сосновий довгоносик, реєстрували від початку травня до середини липня.

Відпад саджанців сосни звичайної, в яких було пошкоджено 20 % латеральних бруньок, достовірно не відрізнявся від відпаду непошкоджених рослин. Саджанці, в яких були вручну вилучені термінальні й латеральні бруньки, а також саджанці, в яких термінальні та понад 70 % латеральних бруньок були пошкоджені великим сосновим довгоносоком, загинули у рік вилучення або пошкодження бруньок. Саджанці, в яких були пошкоджені термінальні бруньки або термінальні та понад 50 % латеральних бруньок, загинули на четвертий рік після пошкодження.

Вилучення вручну або пошкодження великим сосновим довгоносоком до 50 % латеральних бруньок не впливає на приріст саджанців сосни звичайної. Приріст за висотою саджанців, у яких термінальні бруньки були вилучені вручну або пошкоджені великим сосновим довгоносоком, достовірно не відрізнявся у травні та червні у рік, коли заподіяне таке пошкодження. У липні приріст саджанців за висотою був достовірно більшим у варіанті, де термінальну бруньку вилучали вручну.

Проведені дослідження підтверджують, що запропонована раніше шкала оцінювання рівня пошкодження бруньок саджанців сосни звичайної задовільно відображає рівні шкідливості великого соснового довгоносика.

Можливо припустити, що приріст за висотою саджанців сосни у наступні роки після пошкодження бруньок залежить не від способу та інтенсивності пошкодження, а переважно від екологічних умов.

Ключові слова: *Pinus sylvestris* L.; незімкнені культури; термінальна брунька; латеральні бруньки; штучне вилучення бруньок; *Hylobius abietis* L.; відпад саджанців; приріст за висотою.

Влияние ручного удаления почек и их повреждения большим сосновым долгоносом (*Hylobius abietis* L.) на сеянцы сосны обыкновенной в Придонецких борах

В.Л. Мешкова¹, И.Н. Соколова², С.А. Ерошенко³,
Л.Н. Коваль⁴

Большой сосновый долгоносик (*Hylobius abietis* L.) повреждает разные органы саженцев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в несомкнутых культурах, в том числе хвою, почки, кору стволов и корней. Имитация повреждения этих органов, в частности отрыв почек, дает возможность оценить качественное и количественное влияние повреждения на состояние дерева.

Цель исследования — оценить зависимость отпада и прироста по высоте саженцев сосны обыкновенной от интенсивности искусственного и вызванного большим сосновым долгоносом повреждения почек.

Исследования проведены в 2013-2017 гг. в 2-6-летних сосновых культурах государственного предприятия «Змиевское лесное хозяйство». Опыт включал неповрежденные саженцы (контроль), два варианта с удалением почек вручную (удаление только терминальной почки и удаление терминальной и всех латеральных почек), а также варианты разных видов повреждения почек большим сосновым долгоносом: до 20 % латеральных почек; 20-50 % латеральных почек; только терминальных почек; терминальных и 50-70 % латеральных почек; терминальных и свыше 70 % латеральных почек.

Рост терминальных побегов саженцев сосны обыкновенной на опытных участках регистрировали с начала мая до конца июня. Развитие новых побегов саженцев, почки которых удаляли вручную или повреждал большой сосновый долгоносик, начиналось в начале мая и продолжалось в июле.

¹ Мешкова Валентина Львовна — академик Лесной академии наук Украины, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Украинский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации им. Г. Н. Высоцкого, ул. Пушкинская, 86, Харьков, 61024, Украина. Тел.: +38(097)371-94-58. E-mail: Valentynameshkova@gmail.com

² Соколова Ирина Николаевна — кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, Украинский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации им. Г. Н. Высоцкого, ул. Пушкинская, 86, Харьков, 61024, Украина. Тел.: +38(095)-358-99-91. E-mail: sok.ef.ir@gmail.com

³ Ерошенко Сергей Александрович — специалист Госпродпотребслужбы Луганской области. ул. Пивоварова, 2, Северодонецк, Луганская обл., 93408, Украина. Тел.: +38(098)-232-78-00. E-mail: s4804@yandex.ua

⁴ Коваль Леся Николаевна — аспирантка Харьковского национального аграрного университета им. В. В. Докучаева. 62483, Украина, п.о. «Докучаевское-1», Харьковский район, Харьковская обл. Тел.: +38(097)-299-79-87. E-mail: lesichka81@mail.ru

Отпад саженцев сосны обыкновенной, у которых было повреждено 20% латеральных почек, достоверно не отличался от отпада неповрежденных растений. Саженьцы, у которых вручную были удалены терминальные и латеральные почки, а также саженьцы, у которых терминальные и свыше 70% латеральных почек были повреждены большим сосновым долгоносиком, погибли в год удаления или повреждения почек. Саженьцы, у которых были повреждены терминальные почки или терминальные и свыше 50% латеральных почек, погибли на четвертый год после повреждения.

Удаление вручную или повреждение большим сосновым долгоносиком до 50% латеральных почек не влияет на прирост саженцев сосны обыкновенной. Прирост по высоте саженцев, у которых терминальные почки были удалены вручную или повреждены большим сосновым долгоносиком, достоверно не отличался в мае и июне

года нанесения такого повреждения. В июле прирост саженцев по высоте был достоверно большим в варианте, где терминальную почку удаляли вручную.

Проведенные исследования подтверждают, что предложенная ранее шкала оценки уровня повреждения почек саженцев сосны обыкновенной удовлетворительно отражает уровни вредоносности большого соснового долгоносика.

Можно предположить, что прирост по высоте саженцев сосны в следующие годы после повреждения почек зависит не от способа и интенсивности повреждения, а преимущественно от экологических условий.

Ключевые слова: сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.); несомкнутые культуры; терминальная почка; латеральные почки; искусственное удаление почек; большой сосновый долгоносик (*Hylobius abietis* L.); отпад саженцев, прирост по высоте.



Наукові праці Лісівничої академії наук України
Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine

<http://fasu.nltu.edu.ua>
<https://doi.org/10.15421/411827>
Article received 2018.08.04
Article accepted 2018.10.25

ISSN 1991-606X print
ISSN 2616-5015 online
@ ✉ Correspondence author
Volodymyr Kramarets
v_kramarets@ukr.net
General Chuprynka st., 103, Lviv, 79057, Ukraine

УДК 630*44

Роль біотичних чинників у всиханні ялиників Українських Карпат

В. О. Крамарець¹, І. П. Мацях²

За останні десятиліття на території Українських Карпат відбувається масове всихання похідних ялинових насаджень, створених у висотних поясах дубових та ялицево-букових лісів. Встановлено, що причини всихання ялинових лісів мають комплексний характер і є наслідком взаємодії трьох компонентів складної системи (тріади) у конкретних умовах у той самий час: 1) чинники зовнішнього середовища (абіотичні, антропогенні), які погіршують стан дерев і посилюють дію патогену (або групи патогенів) та сприяють масовому розвитку комах-фітофагів; 2) значна кількість агресивного патогену (або групи патогенів) у поєднанні із комахами-фітофагами, розвиток та патогенність яких посилюється погодними умовами; 3) на значних площах наявні вразливі ялинові деревостани, склад, вік та структура яких робить їх уразливими до абіотичних та антропогенних чинників, сприяє розвитку і поширенню агресивних патогенів та комах-фітофагів.

Охарактеризовано закономірності впливу біотичних чинників на стан ялиників: тут спостерігається кумулятивний ефект – дисбаланс в одній із ланок стає причиною лавиноподібного руйнування консортних зв'язків та підсилює негативну дію інших біотичних чинників на дерева ялини – едіфікатора цих екосистем. Серед біотичних чинників на всихання ялиників найсуттєвіший вплив мають: зміни у функціонуванні біотичної складової ґрунтів; активізація розвитку коренових гнилей; масове розмноження камбіо- та ксилофагів.

Розглянуто дію різних чинників на розвиток осередків масового розмноження короїда-типографа. Заборона на здійснення лісозахисних заходів (зокрема на вирубування свіжозаселених дерев) у так званий «період тиші» (від 1 квітня до 15 червня) значно знижує ефективність боротьби із короїдами. Своєчасне та якісне здійснення лісгосподарських заходів дасть змогу зменшити негативну дію коренових гнилей, комах камбіо- та ксилофагів і сповільнить процеси деградації ялиників.

Ключові слова: *Picea abies*; відмирання деревостанів; комах камбіо- та ксилофаги; кореневі та стовбурові гнилі; лісгосподарські заходи.

Вступ. На території Карпат відбулися значні зміни як у складі, так і в структурі лісостанів (Holubets, 1978, Barzdjan, Kratochvil, & Peřina, 2003), які були спровоковані господарською діяльністю людини. Основною причиною появи похідних ялиників за межами природного поширення ялинових лісів як в Українських Карпатах, так і на території всієї Карпатської системи є масове культивування цієї господарськи цінної породи, деревину якої широко використовували для будівництва, виробництва

целюлози та інших потреб (Senczyna, 1927; Čížek, Kratochvil, & Peřina, 1959, Kulig, 1965, Hensiruk & Bondar, 1973, Holubets, 1978). На процеси формування та ріст похідних ялиників впливають також кліматичні флуктуації, які разом із антропогенною діяльністю сприяють посиленню дії природних біотичних чинників, зокрема – розвитку хвороб, поширенню рослиноїдних комах.

Процеси деградації похідних ялиників Українських Карпат відбуваються на фоні погіршення

¹ Крамарець Володимир Олександрович – член-кореспондент Лісівничої академії наук України, кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри лісівництва. Національний лісотехнічний університет України, вул. генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. Тел.: +38-032-260-04-08, +38-067-252-76-5; E-mail: v_kramarets@ukr.net

² Мацях Ірина Павлівна – кандидат біологічних наук, асистент кафедри лісівництва. Національний лісотехнічний університет України, вул. генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. Тел.: +38-032-260-04-08; E-mail: iramatsah@ukr.net

стану та всихання бореальних лісів у Європі, Росії, на Північноамериканському континенті (Battles & Fahey, 1996, Man'ko & Gladkova, 2001, Zhigunov, Semakova, & Shabunin, 2007). Явище всихання ялиників періодично спостерігалось у різних регіонах, зокрема і в зоні природних ялинових лісів (Vorontsov, 1978, Nevolin, Gritsynin, & Torkhov, 2005, Maslov, 2010). У 50-60-х роках XX ст. похідні ялиники всихали на території Стрийсько-Сянської Верховини та Сколівських Бескидів (Horshenyn & Shevchenko, 1954), а також на території Польщі (Mańka, 1953). Під кінець XX ст. та на початку XXI ст. всихання ялини охопило загалом всю територію Карпат (Treštik, Kupka, & Demel, 2004, Kozłowski & Kramarets, 2009). На території Українських Карпат процеси всихання похідних ялиників особливого катастрофічного масштабу набули в останні 10-15 років (Debryniuk, 2011, Kozłowski, Kramarets, & Tselen', 2013; Shparyk, Parpan, Slobodyan, Savchyn, & Buniy, 2013, Parpan et al., 2014). Суттєву роль у процесах всихання ялиників відіграють біотичні чинники.

Масове відмирання ялиників залишається надзвичайно актуальним питанням сучасної лісівничої науки і практики – загибель ялинових лісів на значних площах впливає на середовищеві та захисні функції, а поширення коренових і стовбурових гнилей, масовий розвиток комах камбіо- та ксилофагів призводить до втрат технічної якості деревини.

Об'єкти та методика досліджень. Об'єкт дослідження – всихаючі лісостани ялини на території Українських Карпат. Предмет дослідження – біотичні чинники, які впливають на процеси всихання ялинових лісостанів.

Мета дослідження – встановити роль біотичних чинників у всиханні ялинових лісостанів.

Обстеження деревостанів, в яких виявлено процеси деградації та всихання ялиників, проводили на території державних підприємств «Сколівське ЛГ», «Славське ЛГ», «Турківське ЛГ», «Боринське ЛГ», «Осмолодське ЛГ», «Верховинське ЛГ», «Рахівське ЛДГ», Національних природних парків «Сколівські Бескиди» та «Вижницький». Окрім цього, опрацьовано та проаналізовано базу даних ДСЛЗП «Львівлісозахист» та ДСЛЗП «Івано-Франківськлісозахист». Оцінювання ролі та значення різних чинників у процесах всихання здійснювали за результатами рекогносцирувальних і детальних обстежень лісів, які виконували за методиками, що застосовують у лісозахисті (Mozolevskaya, Kataev, & Sokolova, 1984, Voroncov, Mozolevskaya, & Sokolova, 1991). Для дослідження мікоризації та стану коріння викопували ями розміром 20 x 50 см, завглибшки до 40 см. Оцінювали ступінь мікоризації (у % від загальної кількості тонких корінців) та наявність гнилого і пошкодженого коріння.

Результати досліджень та їх обговорення. Ялина європейська (смерека) *Picea abies* (L.) Н. Karst. – бореальна порода, яка добре росте у прохолодному вологому кліматі на відносно багатих ґрунтах. На

цей час ялина європейська є головною лісотвірною породою Українських Карпат, деревостани якої дедалі більше деградують та відмирають. Однією з основних причин сучасного катастрофічного стану ялиників є попередня лісогосподарська діяльність. Починаючи з кінця XIX і аж до 80-90-х років XX ст., практикувалося створення ялинових культур на місці ялицево-букових та ялицево-буково-дубових лісів у Карпатах. Культивування ялиників мало за мету швидке отримання лісопродукції – ялина у цих типах лісорослинних умов росте дуже швидко і уже з віку 50-60 років придатна для отримання лісоматеріалів. Разом з тим, на нижніх висотних рівнях гір знижується фізіологічна стійкість ялини, зменшується її здатність опиратися проникненню патогенів і комах камбіо- та ксилофагів (Holubets, 1978; Kozłowski & Kramarets, 2009). Зміни у функціонуванні біотичних складових в ялинових екосистемах завжди відбуваються на фоні зовнішніх впливів, спричинених абіотичними та біотичними чинниками. На ялину як типово бореальну породу, дуже негативно впливають посухи, особливо на початку вегетаційного періоду. У похідних деревостанах ялина формує поверхневу кореневу систему, тому є досить чутливою до нестачі вологи в ґрунті (Horshenyn & Shevchenko, 1954; Holubets, 1978; Debryniuk, Krynytskyi, & Tselen', 2016). Погодні флуктуації особливо небезпечні для штучно створених ялинових монокультур, які ростуть у поясі ялицево-букових лісів та на рівнинах.

З аналізу матеріалів ДСЛЗП «Львівлісозахист», ДСЛП «Івано-Франківськлісозахист» та лісогосподарських підприємств Карпатського регіону встановлено, що на кінець 2016 р. площа всихаючих ялиників перевищувала 26 тис. га (рис. 1). Найбільшу площу всихаючих ялиників виявлено на території лісогосподарських підприємств Львівського ОУЛМГ – 16,2 тис. га.

Загалом у літературі наведено понад 170 причин ослаблення та всихання ялиників (Rehfuess, 1991). Процесам всихання ялини, зрештою як і інших деревних порід, раніше давали, зазвичай, монокаузальне пояснення – тобто вважали наслідком дії якогось одного чинника, чи принаймні кількох близьких, наприклад – поширення коренових гнилей.

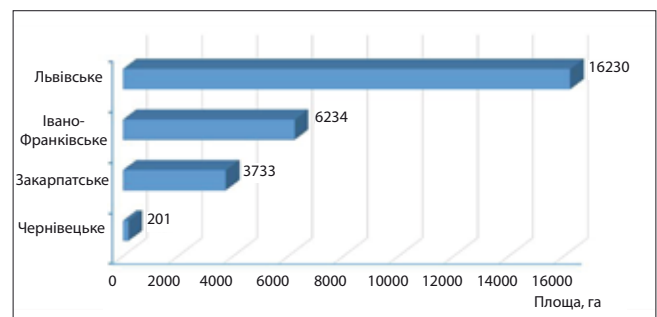


Рис. 1. Площа всихаючих ялиників на території підприємств Держлісагентства Карпатського регіону

Класична теорія фітопатології масове відмирання рослин (зокрема й інтенсивне всихання лісів) пояснює результатом взаємодії трьох груп компо-

нентів, так званий «трикутник хвороби» (Agrios, 2005): 1) вразлива до патогену рослина; 2) значна кількість агресивного патогену, який уражає цю рослину; 3) природні умови, які ослаблюють рослину та підсилюють дію патогену. Дія цих чинників у конкретних умовах водночас призводить до значного відмирання рослин (зокрема і деревних порід). Однак ці теорії розглядали, зазвичай, взаємодію однієї рослини і одного патогену (Kramarets & Matsiakh, 2017). У лісах найчастіше маємо справу із комплексною дією різних видів патогенів, різних екологічних груп комах-фітофагів, вплив яких може суттєво модифікуватися захисними механізмами, котрі більшою або меншою мірою присутні у лісових екосистемах. Багато дослідників, котрі аналізували причини всихання лісів, вказували на негативний вплив комплексу чинників (Man'ko & Gladkova, 2001, Kozlowski & Kramarets, 2009; Debryniuk, 2011). Manion (1991), розглядаючи проблему масового всихання деревних порід, зазначав, що біотичне захворювання дерев є результатом взаємодії трьох чинників: 1) рослин, тобто виду дерев (враховуючи їх генотип, розвиток і функції); 2) навколишнього середовища (природного та сформованого антропогенно); 3) патогенів чи шкідливих організмів (сюди належать вищі рослини, гриби, бактерії, віруси, мікоплазми, нематоди, комах, рикетсії, спіроплазми). Хвороба буде проявлятися тільки внаслідок інтеракції (взаємодії) всіх цих трьох компонентів.

Узагальнюючи наявну інформацію стосовно всихання лісових насаджень, можна стверджувати, що масове пошкодження ялинових лісів буде спостерігатися у разі накладання та взаємодії трьох компонентів складної системи (тріади) у конкретних умовах у той самий час (рис. 2):

1) чинники зовнішнього середовища (абіотичні, антропогенні), які погіршують стан дерев і посилюють дію патогену (або групи патогенів) та сприяють масовому розвитку комах-фітофагів;

2) значна кількість агресивного патогену (або групи патогенів) в поєднанні із комахами-фітофа-

гами, розвиток та патогенність яких посилюється погодними умовами;

3) на значних площах наявні вразливі ялинові деревостани – склад, вік і структура яких робить їх уразливими до абіотичних та антропогенних чинників, сприяє розвитку і поширенню агресивних патогенів та комах-фітофагів.

За відсутності якогось із цих компонентів масового ураження лісів не буде – наявність агресивного патогену та вразливого деревостану призводить до помірного перебігу хвороби та до локальних уражень лісів; несприятливі чинники середовища у вразливих деревостанах (за відсутності агресивного патогену) призведуть до ослаблення та пошкодження дерев внаслідок дії абіотичних (кліматичних) чинників.

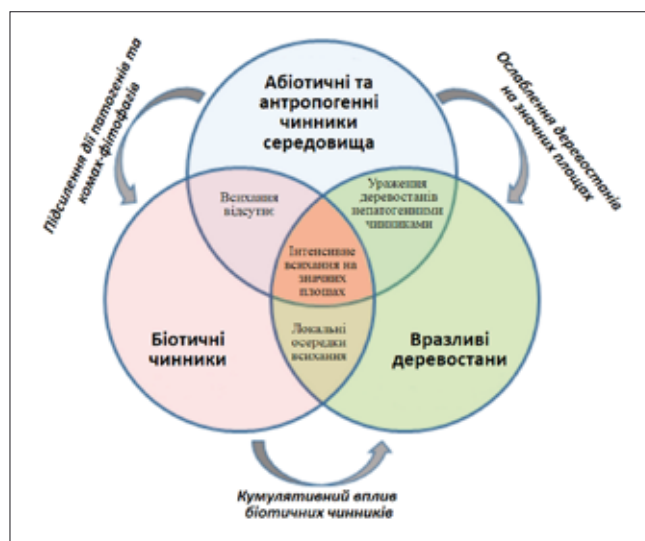


Рис. 2. Тріада основних екологічних чинників, які визначають процеси захворювання та відмирання лісів

За результатами власних досліджень та узагальнюючи дані різних дослідників можна окреслити загальну схему взаємодії біотичних чинників, які впливають на стан ялинових лісів (рис. 3).

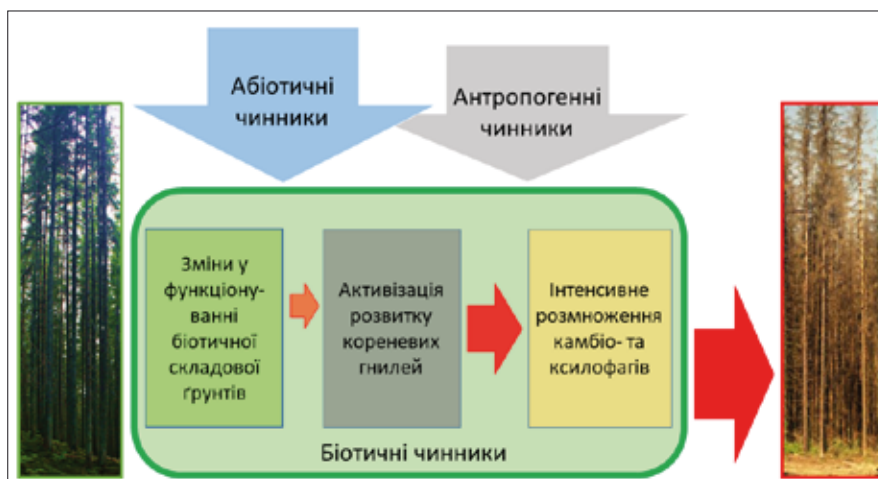


Рис. 3. Схема послідовної кумулятивної дії біотичних чинників у процесі ослаблення та всихання ялиників

Обстеження похідних ялиників Українських Карпат, в яких відбувається деградація та відмирання дерев, дає підставу констатувати про спільну дію різних груп гетеротрофних організмів за зміни їх кількості, агресивності, патогенності. Як результат, маємо своєрідний кумулятивний ефект: дисбаланс в одній із ланок стає причиною лавиноподібного руйнування консортних зв'язків та підсилює негативну дію інших біотичних чинників на дерева ялини – едифікатора цих екосистем. Процес впливу біотичних чинників на ялиники можна згрупувати в такі функціональні блоки: 1) зміни у функціонуванні біотичної складової ґрунтів; 2) активізація розвитку корневих гнилей; 3) інтенсивне розмноження камбіо- та ксилофагів.

Зміни у функціонуванні біотичної складової ґрунтів зумовлені такими причинами:

- високі температури ґрунту погіршують умови розвитку мікоризних грибів, призводять до відмирання фізіологічно активних корінців та активізують розвиток рослинних нематод (фітогельмінтів);
- погіршення фізіологічного стану та пошкодження корневих систем сприяє ураженню дерев збудниками корневих гнилей.

Ялина є мікоризотрофною породою, яка потребує наявності мікоризоутворювальних грибів для забезпечення мінерального живлення (Sierota, 2011). У лісовій зоні утворення мікориз властиве для практично всіх лісотвірних порід – у цих дерев відсутні кореневі волоски, а замість них тонкі корінці обплітає зверху грибний чохлик, який і дає змогу деревам повноцінно засвоювати із ґрунту мікроелементи та поживні речовини (Krupa, 2010, Sierota, 2011, Prasad et al., 2017). Погіршення процесів мікоризоутворення та збіднення складу мікоризних грибів призводить до ослаблення біотичної стійкості дерев, що відображається також у зменшенні їх приросту (Sierota, 2011, Kumarar, Kumar, Prasad, Tuteja, & Varma, 2017). Понад це міцелій мікоризних грибів формує свого роду мережу, яка забезпечує обмін поживними речовинами між різними видами ектомікоризних дерев, зокрема між хвойними та листяними (Simard et al., 1997). В ялиниках мікоризу формують гриби з родів *Russula*, *Lactarius*, *Boletus*, *Amanita* та ін.

Під час дослідження всихаючих похідних ялиників на території регіонального ландшафтного парку «Надсянський» (кв. 19 Боринського лісництва ДП «Боринське ЛГ») встановлено, що ступінь освоєння тонких корінців мікоризою зменшується до 8-33%. Разом з тим, в умовно-корінному лісостані вологої мезотрофної букової 75-91% тонких корінців вкриті мікоризою (рис. 4).

Важливим чинником впливу на стан корневих систем навіть дорослих похідних ялиників є зміни у функціонуванні комплексу ґрунтових безхребетних тварин. За результатами наших досліджень, у регіональному ландшафтному парку «Надсянський» у похідних ялиниках порівняно з умовно-корінним лісостаном вологої мезотрофної букової яличини відбувається збіднення таксономічного різ-

номаніття як у межах окремих розмірних груп, так і загалом; перерозподіл використання енергії таксономічними і трофічними групами безхребетних, зокрема зменшення споживання енергії сапробіонтними видами та збільшення фітофагами (Kozłowski, Yavornytsky, Kramarets, & Matsiakh, 2012).

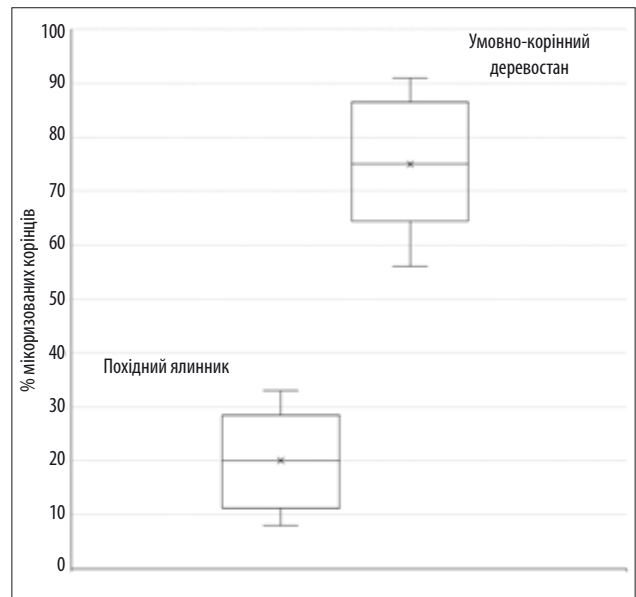


Рис. 4. Частка мікоризованих корінців

Активізація розвитку корневих гнилей впливає так:

- поширення опенька та кореневої губки (збудників корневих гнилей ялини) призводить до подальшого відмирання корневих систем, що погіршує мінеральне живлення та водопостачання дерев;
- відмирання корневих систем у поєднанні із дією абіотичних чинників (насамперед – високих температур повітря та недостатньої кількості опадів) призводить до зниження захисних функцій ялини (зокрема – смоловиділення) та сприяє заселенню дерев комахами камбіо- та ксилофагами.

Під час обстеження насаджень урочища «Маківка» виявлено, що ступінь пошкодження дерев корневими гнилями (кореневою губкою, опеньком осіннім та облямованим трутовиком) у всихаючих та мертвих лісостанах ялини становить 79-84% (Kramarets & Petrusa, 2007).

У середньовікових, пристигаючих і стиглих ялиниках визначальний вплив на стан дерев мають кореневі гнилі, основними збудниками яких в Українських Карпатах є *Heterobasidion parviporum* Niemelä & Korhonen, *H. annosum* (Fr.) Bref. та види комплексу *Armillaria mellea* s.l. (зокрема – *Armillaria ostoyae* (Romagn.) Herink). Зазвичай у похідних ялиниках діють комплексні осередки корневих гнилей, в яких разом із кореневою губкою дерева уражені ще й опеньком. Рідше трапляються кореневі гнилі, спричинені *Climacocystis borealis* (Fr.) Kotl. & Pouzar. За літературними даними (Tsyliuryk & Shevchenko, 1989), цей вид приурочений до високогірних ялиників, однак ми виявили ураження дерев ялини північним трутовиком і на висотах 400-

500 м н.р.м. Моніторингові спостереження в лісах Львівської обл. показали значне збільшення площі ялинників, уражених кореновими гнилями – від 100-450 га у 80-х роках ХХ ст. до понад 20 тис. га у 2010-2012 рр. (рис. 5).

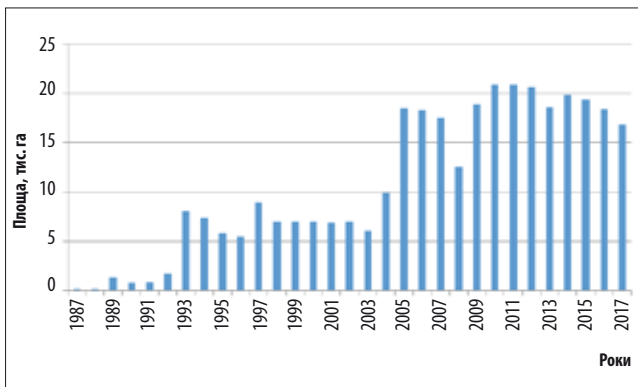


Рис. 5. Площа осередків коренових гнилей на території підприємств Держлісагентства, розташованих у гірській частині Львівської обл., тис. га

Після 2014 р. площа осередків коренових гнилей почала зменшуватися, однак наприкінці 2017 р. на території підприємств Держлісагентства, розташованих у гірській частині Львівської обл., ще нараховується 16,8 тис. га осередків коренових гнилей.

Під час обстеження ялинових лісостанів виявлено 81 вид ксилотрофних грибів-макроміцетів. Із них на живих деревах ялини можуть розвиватися 26 видів (рис. 6). Сухостійні дерева заселяють 40 видів ксилотрофних макроміцетів, буреломні та вітровальні дерева – субстрат, на якому розвивається 65 видів виявлених грибів.

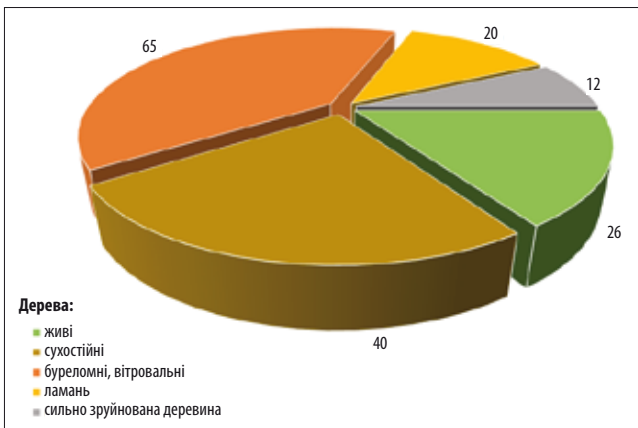


Рис. 6. Трофічні групи ксилотрофних грибів-макроміцетів, виявлених в ялинових лісах Українських Карпат, кількість видів

Роль та значення збудників стовбурових гнилей зростає у пристигаючих і стиглих ялинових лісостанах. Однак на сьогодні ці ксилотрофні гриби є швидше чинником, який пришвидшує відмирання дерева, але не може бути причиною масового висихання – виявлені в ялинниках збудники стовбурових гнилей призводять до поступового ослаблення та відмирання дерев. Деякі з цих грибів, зокрема

Fomitopsis pinicola (Sw.) P. Karst., *F. rosea* (Alb. & Schwein.) P. Karst., *Trichaptum fuscoviolaceum* (Ehrenb.) Ryvarden, види роду *Gloeophyllum* є слабкими паразитами (заселяють здебільшого сильно ослаблені дерева), однак дуже швидко погіршують технічну якість лісоматеріалів. Окрім цього, у ялинниках поширена група ксилотрофних грибів, які поселяються на повалених, зруйнованих іншими трутовими грибами деревині, зокрема *Amylocorticium subsulphureum* (P. Karst.) Pouzar, *Henningsomyces candidus* (Pers.) Kuntze, *Pycnoporellus alboluteus* (Ellis & Everh.) Kotl. & Pouzar та ін.

Розмноження камбіо- та ксилофагів супроводжується такими аспектами:

- наявність значної кількості ослаблених абіотичними чинниками та кореновими гнилями дерев ялини сприяє різкому наростанню чисельності короїда-типографа, який може атакувати та заселяти дерева навіть із незначним ступенем ослаблення;
- ослаблені та всихаючі дерева ялини заселяють інші види комах камбіо- та ксилофагів (короїди, вусачі, рогохвости), що пришвидшує відмирання дерев та погіршує технічну якість деревини;
- вусачі сприяють поширенню стовбурової нематоди (*Bursaphelenchus mucronatus* Mamiya & Enda), яка знаходить сприятливі умови для свого розвитку в похідних ялинниках (у зоні ялицево-букових лісів) та є одним із чинників, які пришвидшують відмирання дерев.

На кожному етапі онтогенезу ялинників є певна група фітопатогенних організмів (грибів, оомікотових, фітогельмінтів), а також комах-фітофагів, які в сприятливих умовах різко активізуються та можуть бути причиною суттєвого ослаблення, або відмирання окремих дерев і насаджень загалом.

В ялинових молодняках провідну роль у процесах ослаблення дерев відіграють збудники хвороб хвої, кореневі гнилі (арміляріоз) та безхребетні фітофаги, які пошкоджують кореневі системи (Kozłowski, Yavornytsky, Kramarets, & Matsiakh, 2012).

На невеликих ділянках виявлено ослаблення молодих дерев унаслідок масового розвитку хермесів (*Sacchiphantes abietis* (L.), *Adelges laricis* Vallot) та видів роду *Hylobius*. Однак на сьогодні дія цих патогенів та фітофагів є локальною, вони є причиною формування невеликих куртин ослаблення та відмирання молодняків.

Хвоєгризні комаху у середньовікових та стиглих ялинниках Українських Карпат на цей час не мають якогось суттєвого впливу на стан та ослаблення деревостанів. Однак в інших регіонах (на території Польщі та Чехії) періодично відбувається масове розмноження пильщиків з роду *Cephalcia* (Jachym, Liška, & Holuša, 2005). Види цього роду поширені також на території Українських Карпат, тому потребують постійного моніторингу їх поширення та розвитку.

Досить значний вплив на погіршення стану ялинників мають комаху камбіо- та ксилофаги. Серед цієї групи комах, які поселяються на яли-

ні, найбільша кількість видів належить до родини довгоносики (*Curculionidae*), зокрема з підродина короїди (*Scolytinae*) – 25 видів, з підродина *Entiminae* – два види та з підродина *Molytinae* – п'ять видів. Другою за чисельністю родиною комах камбіо- та ксилофагів є вусачі (*Cerambycidae*) – 28 видів. З інших родин у всихаючих ялиниках виявлено два види з родини златки (*Buprestidae*) та два види з родини рогахвости (*Siricidae*). Живі дерева можуть атакувати й успішно їх заселяти 11 видів камбіо- та ксилофагів (рис. 7), на сильно ослаблених деревах поселяються 42, на сухостійних – 52 види. Фізіологічну активність проявляють в основному короїди.

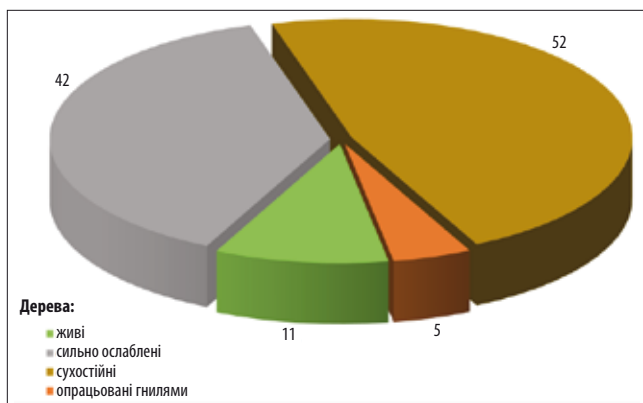


Рис. 7. Кількість видів комах камбіо- та ксилофагів, які можуть заселяти дерева ялини різного рівня ослаблення

На всихаючих деревах ялини практично завжди присутні ходи вусачів, зокрема видів родів *Monochamus* (найчастіше – *M. sutor* (Linnaeus, 1758)) та *Tetropium* (*T. castaneum* (Linnaeus, 1758), *T. fuscum* (Fabricius, 1787)). Однак ці види є скоріше чинником, який пришвидшує процеси відмирання дерев ялини, на живих деревах вони не селяться, розвиток їх часто обмежується швидким розвитком короїдів (зокрема, короїда-типографа), які швидше заселяють та опрацьовують придатні для заселення дерева. Супутнім чинником дестабілізації ялиників може бути стовбурова нематода *Bursaphelenchus mucronatus* Mamiya et Enda, розвиток якої призводить до закупорювання трахеїд, внаслідок чого погіршується водопостачання крони (Kozlovsky, 2006; Kozlowski & Kramarets, 2009). Основними поширювачами стовбурових нематод є вусачі з роду *Monochamus*.

Ялиники віком понад 50–60 років, після їх ослаблення кореневими гнилями або внаслідок кліматичних чинників (посушливі періоди, розрідження деревостанів внаслідок рубок та ін.), активно заселяє короїд-типограф *Ips typographus* (L.) та супутні йому види короїдів (*Ips duplicatus* (C.R.Sahl.); *Pityophthorus pityographus* (Ratz.), *Polygraphus polygraphus* (L.), *Pityogenes chalcographus* (L.) та ін.), а також комахи-ксилофаги з родин *Cerambycidae*, *Siricidae*.

Короїд-типограф є найбільш господарськи значущим камбіофагом, який суттєво впливає на стан

ялиників, дуже швидко реагує на наявність кормової бази (всихаючих, вітровальних та навіть просто фізіологічно ослаблених дерев) і різко збільшує свою чисельність (Maslov, 2010; Grodzki, 2013).

За даними обліків на пробних площах (ДП «Сколівське ЛГ» та ДП «Славське ЛГ») встановлено, що в разі масового розвитку чисельність короїда-типографа на одному дереві може сягати від 1,2 до 11,5 тис. шт. При цьому чисельність літніх поколінь («сестринського» та другого) є також значною. Лісівничі методи, зокрема здійснення вибіркового санітарного рубку та вибірка і корування дерев до виходу молодого покоління (від кінця травня до першої половини червня), дає змогу різко зменшити чисельність короїдів у наступних поколіннях. Однак проведення санітарних рубань у цей період (так званий «період тиші» – від 1 квітня до 15 червня) заборонено «Санітарними правилами в лісах України» (у редакції від 2016 р.). Підприємства карпатського регіону недостатньо застосовують також й інші методи запобігання масовому розвитку короїдів, зокрема феромонні пастки, викладання ловильних дерев.

Площа осередків масового розмноження короїда-типографа стрімко зростає (рис. 8), зокрема: у 80-х роках ХХ ст. у гірських лісах Львівської області фіксували невеликі локальні осередки – на вітровальних та сильно ослаблених деревах, у 90-х роках їх площа становила 200–400 га. На початку 90-х років ХХ ст. в ялинових лісах Львівщини пройшли вітровали, які не завжди вдалося вчасно розробити, що і дало поштовх подальшому розростанню спалаху короїда-типографа.

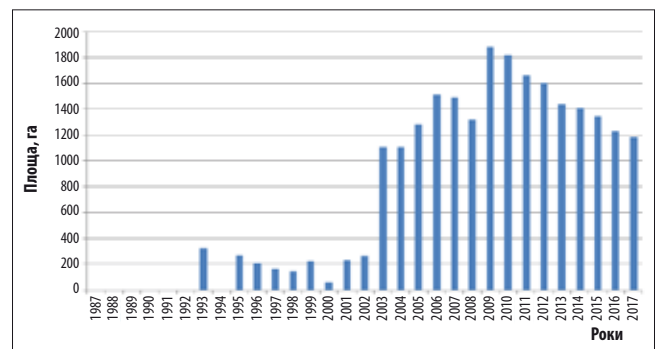


Рис. 8. Динаміка осередків масового розмноження короїда-типографа, га

Починаючи з 2003 р., розпочалося стрімке зростання площі ялиників, заселених короїдом-типографом (понад 1 тис. га), яке сягнуло максимуму (1,9 тис. га) у 2009 році. Після цього площа осередків короїда-типографа в гірських лісах Львівщини почала дещо зменшуватися, що може свідчити про початок природного затухання спалаху. Водночас за останні роки в гірських районах Львівської області у всихаючих ялиниках було проведено суцільні санітарні рубання, що також вплинуло на зменшення площі осередків масового розмноження короїда-типографа.

Разом з тим, часто недооцінюють роль та значення короїдів, які поселяються в районі тонкої кори та на гілках. Це, зокрема, короїд-двійник *Ips duplicatus* (Sahlberg, 1836), короїд верхівковий ялиновий *Ips amitinus* (Eichhoff, 1872), поліграф пухнастий *Polygraphus poligraphus* (Linnaeus, 1758), гравер звичайний *Pityogenes chalcographus* (Linnaeus, 1760) та інші види. Нагляд та ідентифікацію пошкоджень дерев короїдами, які розвиваються у кронах та на верхівках дерев, досить складно здійснювати під час проведення надземних спостережень, однак їхня роль в ослабленні та висиханні ялинових лісостанів є значною (Michalski & Mazur, 1999; Kukhta, 2011; Kukhta, Blintsov, & Milejko, 2017). Поширенню цих короїдів, окрім природних чинників (по-сушлива погода, високі температури, пошкодження гілок та верхівок дерев снігом або вітром тощо), сприяє також недостатньо якісне очищення лісосік від порубкових залишків, на яких успішно розвивається їх молоде покоління.

Інвазія короїдів може стати самостійним чинником впливу на навколишні лісостани та призвести до відмирання ялинових насаджень на значних площах, зокрема в періоди суттєвого ослаблення лісів внаслідок дії високих температур повітря та відсутності дощів, особливо в травні-червні. Дуже чутливими до впливу погодних чинників є похідні ялиники, які ростуть на нижніх висотних рівнях гір, у поясах дубових і буково-ялицевих лісів.

Розвиток осередків масового розмноження короїдів у природних лісостанах регулюється комплексом біотичних та абіотичних чинників. У ході коеволюції сформувалися різноманітні механізми, які

запобігають надмірному розвитку та поширенню комах-фітофагів. Біотичні чинники (ентомофаги хижаків та паразити, ентомопатогенні мікроорганізми тощо) відіграють важливу роль у регулюванні чисельності рослиноїдних комах (Viktorov, 1976; Chernova & Bylova, 2004). Розвиток спалаху автохтонних комах-фітофагів у лісостанах аборигенних деревних порід (зокрема формування осередків масового розмноження короїда-топографа у ялинниках) можна проілюструвати так (рис. 9).

Багатоїдні ентомофаги та комахоїдні хребетні тварини. За незначної чисельності короїда-типографа на стан його популяції впливають багатоїдні ентомофаги-хижаки: мурахожук (*Thanasimus formicarius* (Linnaeus)), верблюдки (Raphidiidae), ктирі (Asilidae), мурашки (Formicidae), хижі личинки мух-зеленушок (Dolichopodidae) та списохвісток (Lonchaeidae) тощо. Загалом у популяціях короїда-типографа виявлено 76 видів ентомофагів-хижаків та 57 видів хижих кліщів (Michalski & Mazur, 1999). Певний вклад у регулювання чисельності короїда-типографа роблять комахоїдні хребетні тварини (дятли, синиці, повзики, лиликоподібні). Серед них є види, які полюють за імаго короїдів у повітрі або на поверхні кори, інші – знищують частину імаго та личинок під корою. Разом з тим, ця група біологічних регуляторів не може швидко та ефективно погасити наростання чисельності короїда-типографа та спалах його масового розвитку за наявності оптимальної для цього виду кормової бази (зокрема ослаблених середньовікових, пристигаючих, стigliх та перестійних ялиників).



Рис. 9. Механізми регулювання чисельності в популяціях короїда-типографа (! – низька ефективність, !! – середня ефективність, !!! – висока ефективність; !!!! – дуже висока ефективність)

На сьогодні напрацьовано технології розведення та сезонної колонізації ентомофагів-хижаків, зокрема – *Thanasimus formicarius* (Linnaeus) та *Rhizophagus grandis* Gyllenhal (Aksu, 2011 a,b). Такі роботи потребують створення спеціалізованих біолабораторій та наявності добре підготовлених

спеціалістів для вирощування ентомофагів у необхідній кількості. Спосіб сезонної колонізації доцільно використовувати для боротьби з короїдами в осередках, що формуються. Однак варто розуміти, що хижаки часто є недостатньо ефективними в разі масового розвитку короїдів та формування

значних за площею спалахів за наявності ослаблених насаджень на значних площах (Chernova & Bylova, 2004).

Спеціалізовані ентомофаги. Зосереджуються в осередках масового розмноження короїда-типографа в разі наростання його чисельності. В осередках короїда-типографа виявлено 26 видів ентомофагів-паразитів (Michalski & Mazur, 1999) з родин *Braconidae*, *Eurytomidae*, *Pteromalidae*. Разом з тим, роль і значення цих комах у регулюванні спалаху є недостатніми – в разі масового розвитку короїдів паразити заселяють незначну кількість личинок під корою (за нашими спостереженнями, всього кілька відсотків). Окрім цього, поширення в насадженнях комахоїдних хребетних тварин (зокрема дятлів, які роздовбують кору) призводить до знищення також і ентомофагів-паразитів. Меншою, але також досить значною, є кількість ентомофагів інших видів фізіологічно важливих короїдів ялини (Michalski & Mazur, 1999).

У регулюванні чисельності короїдів ялини можуть мати значення короїди з роду *Crypturgus*. Вони є камбіофагами ялини, однак свої маточні ходи починають від маточних ходів інших короїдів. Їхні личинки дуже швидко прокладають ходи в лубі і корі, тим самим погіршуючи умови живлення та розвитку більш господарськи важливих видів короїдів (Michalski & Mazur, 1999).

Ентомопатогенні мікроорганізми. Бактерії, гриби та віруси досить добре регулюють чисельність хвое- і листогризних комах. Однак у популяціях короїда-типографа та інших камбіо- та ксилофагів їхня роль є незначною – личинки цих комах живуть ізольовано під корою, що обмежує швидке поширення інфекції в популяції. Окрім цього, епізоотії у популяціях короїдів найактивніше проявляються за погіршення умов розвитку короїдів, тобто тоді, коли починають діяти інші механізми регуляції чисельності – внутрішньовидова конкуренція, погодні умови тощо (Chernova & Bylova, 2004). Певне значення можуть мати ентомопатогенні гриби, зокрема види роду *Beauveria*. Під час лабораторних та польових досліджень виявлено досить ефективну дію цих грибів на імаго короїда-типографа та інші видів короїдів (Kreutz, Zimmermann, & Vaupel, 2004, Kosačevik et al., 2016). Однак дослідження в польових умовах у ялиниках польських Бескид не показало якогось суттєвого впливу внесення гриба *Beauveria bassiana* в підстилку на чисельність короїда-типографа (Grodzki & Kosibowicz, 2015). Можливо, на ефективність цього гриба впливають погодні умови та стан популяції короїда, що потребує подальших досліджень та уточнень.

Внутрішньовидова конкуренція за їжу. Основним регулятором чисельності короїда-типографа та інших комах камбіо- та ксилофагів є виснаження кормової бази, тобто освоєння всіх доступних для живлення дерев, або всихання всього деревостану. У цьому випадку починається розсіювання популяції короїда, пошук доступних для освоєння дерев ялини (навіть поодиноких екземплярів) у складі розташо-

ваних поруч мішаних лісостанів або перехід на ялицю, живлення на якій не дає можливості швидкого збільшення чисельності популяції. Внаслідок затування спалаху короїд-типограф зберігається тільки в резерваціях – на окремих ослаблених чи повалених вітром деревах або їх невеликих куртинах – на деревах, уражених кореневими гнилями. Спалах короїда-типографа за сприятливих умов для його розвитку та наявності кормової бази може тривати від кількох років в епізодичних осередках до понад 20 років – у хронічних осередках масового розмноження.

Висновки. Масове відмирання ялиників спричинене насамперед дією абіотичних чинників та лісогосподарською діяльністю в попередні 50-100 років. Біотичні чинники, діючи на фоні кліматичних та антропогенних флуктуацій, можуть бути причиною суттєвого погіршення стану та дестабілізації похідних ялинових лісів на території Українських Карпат.

Покращення стану похідних ялинових насаджень, створених у ялицево-букових типах лісу, можна досягти за впровадження системи лісівничих заходів, яка передбачає:

- здійснення заходів з покращення санітарного стану деревостанів;
- перехід на вибірккову систему ведення лісового господарства;
- заходи із реконструкції ялинових молодняків та забезпечення формування лісостанів за типом корінних;
- створення під наметом всихаючих ялиників попередніх лісових культур із деревних порід, які відповідають едафо-кліматичним умовам території;
- використання природних сукцесій у відновленні лісів.

Більшість цих заходів передбачає тривале виконання робіт з реконструкції насаджень та відтворення лісостанів за типом корінних. Найдоступнішими для оперативного реагування та досить ефективними є заходи впливу на біотичну складову – на кореневі гнилі та комах камбіо- ксилофагів. Протидія масовому розвитку і поширенню короїдів, зокрема короїда-типографа, дасть змогу сповільнити процеси деградації похідних ялиників. Заборона на проведення лісозахисних заходів (зокрема на здійснення вибіркових санітарних рубань та вирубування свіжозаслених дерев) у так званій «період тиші» (від 1 квітня до 15 червня) значно знижує ефективність боротьби із короїдами. Своєчасне та якісне здійснення лісогосподарських заходів дасть змогу зменшити негативну дію корневих гнилей і комах камбіо- та ксилофагів, сповільнить процеси деградації ялиників.

Бібліографічні посилання

- Agrios, G. N. (2005). *Plant Pathology (5th edition)*. San Diego, CA : Elsevier-Academic Press.
- Aksu Y. (2011 a). Biology, morphology, production under laboratory conditions and giving into the related insect field of *Thanasimus formicarius*

- (L.) (Coleoptera: Cleridae). *Türkiye I. Orman entomolojisi ve patolojisi sempozyumu*, 23-25 Kasım 2011 – Antalya. 86-91. Retrieved from: <https://docplayer.biz.tr/2040485-B-i-l-d-i-r-i-k-i-t-a-b-i.html> (in Turkish).
- Aksu Y. (2011 b). Biology, production methods at laboratory conditions, giving into forests, made struggle and received results of *Rhizophagus grandis* Gyll. (Coleoptera: Rhizophagidae). *Türkiye I. Orman entomolojisi ve patolojisi sempozyumu*. 23-25 Kasım 2011 – Antalya, 73-79. Retrieved from: <https://docplayer.biz.tr/2040485-B-i-l-d-i-r-i-k-i-t-a-b-i.html> (in Turkish).
- Barzdjan, W., Kratochvíl, F., & Peřina J. (2003). Spruce in the Polish forests – history, condition, perspectives. *Drzewostany świerkowe stan, problemy, perspektywy rozwojowe. Sesja Naukowa*, 5-22. Ustron-Jaszowiec. (in Polish).
- Battles, J. J., & Fahey, T. J. (1996). Spruce decline as a disturbance event in the subalpine forests of the northeastern United States. *Canadian Journal of Forest Research*, 26, 408-421.
- Chernova, N. M., & Bylova, A. M. (2004). *General ecology*. Moscow: Drofa (in Russian).
- Čížek, J., Kratochvíl, F. & Peřina, V. (1959). *Transformations of monocultures*. Praha : Státní zemědělské nakladatelství (in Czech).
- Debryniuk, Yu. M. (2011). Dipping of fir wood: causes and effects. *Scientific Bulletin of UNFU*, 21(16), 32-38. Retrieved from: http://nltu.edu.ua/nv/Archive/2011/21_16/32_Deb.pdf (in Ukrainian).
- Debryniuk, Yu. M., Krynytskyy, H. T., & Tselen', Ya. P. (2016). *Technology of growing plantation forest plantations in the western region of Ukraine*. Lviv: Kamula (in Ukrainian).
- Grodzki, W. & Kosibowicz, M. (2015). An attempt to use the fungus *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. in forest protection against the bark beetle *Ips typographus* (L.) in the field. *Leśne Prace Badawcze / Forest Research Papers*, 76 (1), 5-17.
- Grodzki W. (ed.) (2013). *European spruce bark beetle Ips typographus (L.) and its role in forest ecosystems*. Warszawa: Centrum Informacyjne Lasów Państwowych (in Polish).
- Hensiruk, S. A. & Bondar, V. S. (1973). *Forest resources of Ukraine, its conservation and use*. Kiev: Naukova dumka (in Ukrainian).
- Holubets, M. A. (1978). *Spruce forests of the Ukrainian Carpathians*. Kyiv: Naukova dumka (in Russian).
- Horshenyn, N. M. & Shevchenko, S. V. (1954). About the causes of the death spruce plantings in the Subcarpathia region. *Scientific notes of the Lviv Agricultural Institute*, 4, 174-176 (in Ukrainian).
- Jachym, M., Liška, J. & Holuša, J. (2005). First record of *Cephalcia masuttii* (Hymenoptera: Pamphiliidae) in Poland and the Czech Republic. *Entomological Problems*, 35, 113-114.
- Kocaçevik, S., Sevim, A., Eroğlu, M., Demirbağ, Z. & Demir, İ. (2016). Virulence and horizontal transmission of *Beauveria pseudobassiana* S.A. Rehner & Humber in *Ips sexdentatus* and *Ips typographus* (Coleoptera: Curculionidae). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 40, 1-8. doi:10.3906/tar-1504-64.
- Kozlovsky, M. P. (2006). The wood nematodes as cause of fall stability and dryness of the spruce. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 30, 321-326. Retrieved from: http://base.dnsgb.com.ua/files/journal/Lisove-gospodarstvo-l-p-d-promyslovist/2006_30/321_Kozlowski_LG_30.pdf (in Ukrainian).
- Kozlowski, M. P. & Kramarets, V. O. (2009). The main reasons for the drying of fires in the original forests of the Ukrainian Carpathians. *II all-Ukrainian Congress of Ecologists with International (Ecology – 2009)*, 224-227. Vinnytsia: FOP Danyliuk (in Ukrainian).
- Kozlowski, M. P., Kramarets, V. O. & Tselen', Ya. P. (2013). Current trends and causes of desiccation of european spruce forests in Beskid region and ways to improve their sanitary condition. *Scientific Principles of Biodiversity Conservation*, 4(11), 167-180 (in Ukrainian).
- Kozlowski, M. P., Yavornytsky, V. I., Kramarets, V. O. & Matsiakh, I. P. (2012). Transformation of grouping of invertebrates in spruce plantings of Borin Forestry (Upper Dniester Beskydy). *Scientific Herald of NULES of Ukraine. Series: Forestry and decorative gardening*, 171 (1), 86-94. Retrieved from: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnau_lis_2012_171\(1\)_19](http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnau_lis_2012_171(1)_19) (in Ukrainian).
- Kramarets, V. O. & Matsiakh, I. P. (2017). Forest declines: causes, consequences, possible ways of counteraction. *Scientific Principles of Biodiversity Conservation*, 8(15), 45-62. ISSN 2220-3087 (in Ukrainian).
- Kramarets, V. & Petrusa, S. (2007). Influence of forest pathologies on the condition of plantations of the reserve «Makivka». *Newsletter Precarpathian National University named after V. Stefanyk: Biology, VII-VIII*, 224-227 (in Ukrainian).
- Kreutz, J. Zimmermann, G., & Vaupel, O. (2004). Horizontal transmission of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* among the spruce bark beetle, *Ips typographus* (Col., Scolytidae), in the laboratory and under field conditions. *Biocontrol Science and Technology*, 14 (8), 837-848.
- Krupa A. (2010). Mycorrhizas and their multifunctional role in the environment. *Chemistry, environment, biotechnology*, XI, 175-182. <http://www.ceb.ajd.czest.pl/files/z14/10.pdf> (in Polish).
- Kukhta V. N. (2011). Features of the development of the double-spined bark beetle in Belarus. *Forestry and hunting*, 5, 24-29. Retrieved from: <http://www.mlh.gov.by/lioh/2011-5/4.pdf> (in Russian).
- Kukhta, V. N., Blintsov, A. I., & Milejko, T. S. (2017). *Polygraphus polygraphus* (L.) in the formation of ecological groups of stem pests in the spruce forests. *Actual problems of the forest complex*, 49, 108-111. Retrieved from: <https://cyberleninka.ru/article/v/poligraf-pushistyy-polygraphuspolygraphus->

- l-v-formirovannii-ekologicheskikh-gruppirovok-ksilofagov-v-elovyh-nasazhdeniyah (in Russian).
- Kulig, L. The threat hangs over the forests of the Western Beskids. *Las Polski*, 1965, N 39 (6), 2-4.
- Kumar, V., Kumar, M., Prasad, R., Tuteja, N. & Varma, A. (2017) Mycorrhizas in Forest Tree Health. In: Varma A., Prasad R., Tuteja N. (eds) *Mycorrhiza – Function, Diversity, State of the Art*. Springer, Cham. 177-185. https://doi.org/10.1007/978-3-319-53064-2_9
- Manion, P. D. (1991). *Tree Disease Concepts*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- Man'ko, Yu. I. & Gladkova, G. A. (2001). *Spruce decline in the light of global deterioration of dark-coniferous forests*. Vladivostok: Dal'nauka (in Russian).
- Mańka, K. (1953). Field and laboratory tests on honey fungus *Armillaria mellea* (Vahl.) Quel. *Prace IBL, PWRiL*, 94, 1-96 (in Polish).
- Maslov, A. D. (2010). *The European Spruce Bark Beetle and Die-off of Spruce Forests*. Moscow: VNIILM. Retrieved from: <http://archangelsk.rcfh.ru/userfiles/files/Koroed-tipograf.pdf> (in Russian).
- Michalski, J., & Mazur, A. (1999). *Bark beetles: A practical guide for foresters*. Warszawa: Oficyna Edytorska «Wydawnictwo Świat» (in Polish).
- Mozolevskaya, E. G., Kataev, O.A., & Sokolova, E.S. (1984). *Methods of forest pathology examination centers of stem pests and diseases*. Moscow: Lesnaja promyshlennost' (in Russian).
- Nevolin, O.A., Gritsynin, A.N., & Torkhov, S. V. (2005). On decay and downfall of over-mature spruce forests in Beresnik forestry unit of Arkhangelsk region. *The Bulletin of Higher Educational Institutions «Forestry Journal»*, 6, 7-22 (in Russian).
- Parpan, V., Shparyk, Y., Slobodyan, P., Parpan, T., Korshov, V., Brodovich, R., Krynyckiy, G., Debryniuk, Y., Kramarets, V., & Cheban, I. (2014). Forest management peculiarities in secondary norway spruce (*Picea abies* (L.) H. Karst.) stands of the Ukrainian Carpathians. *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine : Collection of Research Papers*, 12, 20-29 (in Ukrainian).
- Prasad, R., Gupta, N., Satti, U., Wang, S., Ahmed, A. I., & Varma, A. (2017) Management of Fungal Pathogens by Mycorrhiza. In: Varma A., Prasad R., Tuteja N. (eds) *Mycorrhiza – Nutrient Uptake, Biocontrol, Ecorestoration*. Springer, Cham., 179-194.
- Rehfuess, K. E. (1991). Review of forest decline research activities and results in the Federal Republic of Germany. *Journal of Environmental Science and Engineering and Toxicology*, 26(3), 415-445. <https://doi.org/10.1080/10934529109375643>.
- Senczyna, E. (1927). The reason for the extinction of spruce in the forests of Korczyńskie over Stryj. *Sylvan, XLV (I)*, 52-54 (in Polish).
- Shparyk, Yu. S., Parpan, T. V., Slobodyan, P. Ya., Savchyn, T. I., & Buniy, V. Ya. (2013). Parching spruce forests on the north-eastern slope of the Ukrainian Carpathians. *Scientific Bulletin of UNFU*, 23.5, 141-147 (in Ukrainian).
- Sierota, Z. (2011). *When forest is ill...* Warszawa: CILP (in Polish).
- Simard, S. W., Perry, D. A., Jones, M. D., Myrold, D. D., Durall, D. M., & Molinak, R. (1997). Net transfer of carbon between ectomycorrhizal tree species in the field. *Nature*, 388. 579-582.
- Treštit, M., Kupka, I., & Demel, O. (2004). Dying off spruce in Northern Moravia and Slezsk. *Lešné Prace Badawcze*, 83(7), 12-15 (in Czech).
- Tsyliuryk, A. V. & Shevchenko, S. V. (1989). *Mushrooms of forest biocenoses*. Kyiv: Vyshcha shkola (in Russian).
- Viktorov, G. A. (1967). *Problems of Mass Reproduction of the Insects by Example of the Sunn Pest*. Moscow: Nauka (in Russian).
- Vorontsov, A. I. (1978). *Forest pathology*. Moscow: Forest industry (in Russian).
- Voroncov, A. I., Mozolevskaja, E. G., & Sokolova, E. S. (1991). *Technology of protection of forest*. Moscow: Ecology (in Russian).
- Zhigunov, A. V., Semakova, T. A. & Shabunin, D. A. (2007). Mass forest drying in North-western Russia. *Forestry biological studies in northwestern Russian taiga zone: Results and prospects: in Proc. of Scientific Conference Devoted to the 50th Anniversary of the Forest Research Institute, Karelian Research Center, Russian Academy of Sciences, Petrozavodsk, October 3-5, 2007 (Karelian Research Center RAS, Petrozavodsk*, 42-52. Retrieved from: http://resources.krc.karelia.ru/krc/doc/publ2007/forest_biology_research_042-52.pdf (in Russian).

Роль биотических факторов в усыхании ельников Украинских Карпат

В. А. Крамарец¹, И. П. Мацях²

В последние десятилетия на территории Украинских Карпат происходит массовое усыхание производных еловых насаждений, созданных в высотных поясах дубовых и пихтово-буковых лесов. Установлено, что причины усыхания еловых лесов носят комплексный характер и являются результатом взаимодействия трех компонентов сложной системы (триады) в конкретных условиях в то же

¹ Крамарец Владимир Александрович – член-корреспондент Лесной академии наук Украины, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесоводства. Национальный лесотехнический университет Украины, ул. генерала Чупрынки, 103, г. Львов, 79057, Украина. Тел.: +38-032-260-04-08, +38-067-252-76-56. E-mail: v_kramarets@ukr.net

² Мацях Ирина Павловна – кандидат биологических наук, ассистент кафедры лесоводства. Национальный лесотехнический университет Украины, ул. генерала Чупрынки, 103, г. Львов, 79057, Украина. Тел.: +38-032-260-04-08; E-mail: iramatsah@ukr.net

время: 1) факторов внешней среды (абиотических, антропогенных), которые ухудшают состояние деревьев и усиливают действие патогена (или группы патогенов) и способствуют массовому развитию насекомых-фитофагов; 2) значительного количество агрессивного патогена (или группы патогенов) в сочетании с насекомыми-фитофагами, развитие и патогенность которых усиливается погодными условиями; 3) наличием на значительных площадях еловых древостоев, состав, возраст и структура которых делает их уязвимыми к абиотическим и антропогенным факторам и способствует развитию и распространению агрессивных патогенов и насекомых-фитофагов.

Охарактеризованы закономерности влияния биотических факторов на состояние ельников: в этом случае наблюдается кумулятивный эффект – дисбаланс в одном из звеньев становится причиной разрушения консортных связей и усиливает негативное воздействие других биотических факторов на деревья ели (эдификатора этих экосистем). Среди биотических факторов на усыхание ельников наиболее существенное влияние имеют: изменения в функционировании биотической составляющей почв; активизация развития корневых гнилей; массовое размножение камбио- и ксилофагов. Рассмотрено влияние различных факторов на развитие очагов массового размножения короеда-типографа. Запрет на проведение лесозащитных мероприятий (в частности на вырубку свежеселенных деревьев) в так называемый «период тишины» (с 1 апреля по 15 июня) значительно снижает эффективность борьбы с короедами. Своевременное и качественное проведение лесохозяйственных мероприятий позволит уменьшить негативное воздействие корневых гнилей и насекомых камбио- ксилофагов и замедлит процессы деградации ельников.

Ключевые слова: *Picea abies*; отмирание древостоев; насекомые камбио- и ксилофаги; корневые и стволовые гнили; лесохозяйственные мероприятия.

The role of biotic factors in spruce decline in the Ukrainian Carpathians

V. Kramarets¹, I. Matsiakh²

Derived spruce forests have been planted on the territory of the Ukrainian Carpathians as the results of silvicultural activities instead of the native Silver

fir-beech and oak forests. First signs of spruce forests decline and their degradation were observed in the last 10-15 years.

The forest-pathological survey of forest plantations combined with analyzing of forest enterprises databases in Carpathian region was used for determining biotic factors influence on the degradation of spruce forests.

Spruce forests mortality has emerged as the result of the interaction of three groups of factors constituting the epidemiologic triad: 1) sensitive derived spruce forests including their origin, genotype, age, and function; 2) environmental factors (natural and anthropogenic); 3) phylophagous insects and diseases.

The interaction of biotic factors has the cumulative impact and decline process is generally, linked with abiotic and anthropogenic factors. Under their influence, the functioning of the soil biotic component deteriorates, e.g. the development of mycorrhiza of the fine roots decreases from 8 to 33% in declined spruce forests whereas from 75 to 91% of fine roots in native spruce-beech and fir forests are covered with mycorrhiza. The number of invertebrates in the soil also grows in declined spruce forests.

Root rot pathogens have also activated their pathogenicity in examined spruce forests and 79-84% of spruce trees have found affected by root rot. Moreover, the infected root rot areas in the mountain spruce forests in Lviv region increased from 100-400 ha in the 80s of the 20th century to more than 20,000 ha in 2010-2012. It's commonly detected that xylotrophic macromycetes can influence and weak the health conditions of spruce trees and, among them, 26 species can inhabit living trees with a slight degree of decline. In particular, cambio- and xylophagous insects attacks may gradually accelerate the decline process, especially dominated «true» weevils species (*Curculionidae*): 25 *Scolytinae* species, 2 *Entiminae* species, and 5 *Molytinae* species.

The longhorn beetles (*Cerambycidae*, 28 species) is the second largest and predominant family of cambio- and xylophagous insects found in declined spruce forests.

The «mass attack» of bark beetle (mainly *Ips typographus*) also considerably increased from small areas of several ha in the 80s of the 20th century to 1,9 thousand ha in 2009. Nowadays, *Ips* beetle populations fluctuate year-to-year depending on the prevalence of stresscausing conditions in the spruce forest. During «normal» years, beetle populations tend to decline because reasonably healthy trees are better able to resist beetle attacks. Since 2010, the large areas of declined spruce forests have been cut in the Lviv mountainous region which slightly reduced the bark beetle populations in the region thereby improving overall tree and stand vigour.

The mechanisms of regulation the number of bark beetle populations were also characterized in the study. Multi-species entomophagy and insectivorous vertebrate animals are not able effectively and quickly to eat the growth of the number of bark beetle populations and optimize their balance especially in case of massive

¹ Volodymyr Kramarets – Corresponding Member of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, PhD in Agricultural Sciences, assistant professor of the Forestry department. Ukrainian National Forestry University. General Chuprynka st., 103, Lviv, 79057, Ukraine. Tel.: +38-067-252-76-56. E-mail: v_kramarets@ukr.net

² Iryna Matsiakh – PhD in Biological Sciences, assistant of the Forestry department. Ukrainian National Forestry University, General Chuprynka st., 103, Lviv, 79057, Ukraine Tel.: +38-032-260-04-08. E-mail: iramatsah@ukr.net

attacking of trees in particular, weakened middle-aged mature and overmature tree stands.

Specialized entomophagous species are abundantly concentrated in the areas of «mass attack» the *Ips* beetles with an increase number of their populations. However, the key role and significance of entomophagous insects in the regulation of the bark beetle outbreaks is inadequate with the massive growth of bark beetle populations. Based on the study, results the small numbers (only a few percent) of larva under the bark can be found attacked with parasites and our findings indicate that the predators cannot be relied upon to stop outbreaks. Normal populations of bark beetles can also be kept in check by woodpeckers and other insect eating birds, parasitic wasps, and predatory beetles. But woodpeckers often chip away outer bark to expose larvae and adult beetles of entomophagous insects reducing natural controlling agents in declined forests. The role of entomopathogenic microorganisms (bacteria, fungi, etc.) for regulation of bark beetle outbreaks other cambio- and xylophagous species is insignificant. Beside this, epizootics of *Ips* beetle populations are most actively revealed at deteriorating conditions of their development, especially, when other mechanisms of regulation included to that process, e.g. internal competition, weather conditions, etc. Entomopathogenic fungi can also play the role in regulating of the sheer number of beetles, in particular *Beauveria* species. However, further researches are requested to estimate the effectiveness of these fungi.

Intraspecies competition for food is the main regulator of the bark beetle populations and cambio- and xylophagous insects. The spreading of the sheer number of *Ips* beetles begins when almost all trees are

available to be infested, e.g. the live inner bark and outer layer of sapwood have dried or many of trees have killed. The search of susceptible spruce trees (even individual trees) can start in the nearby mixed fir forests but fir tree stands are not usually successfully attacked and not provide good bark beetle food and habitat.

After the attenuation of *Ips* beetle outbreaks, their populations can be kept only in the special «reservations», e.g. on some weakened or fallen by the wind trees or, in the foci of root rot. Under outbreak conditions, the bark beetle populations can develop from 8-9 to over 20 years. The causes of the mass spruce decline are complicated and not easy regulated by humans. The main determinants indicating the deterioration of spruce stands and decline of derivate forests depend on negative effects of weather conditions (high temperatures, absence of precipitation in the spring and early summer) and forestry activities, which resulted in massive planting of spruce in unappropriated conditions.

Biotic factors, such as changes in the functioning of the soil biotic components, root and stem rot, development of cambio- and xylophagous insects accelerate and intensify decline process in the spruce forests. The strategies for preventing damage and controlling the spread of *Ips* beetles and other cambio- and xylophagous insects essentially involve promoting tree vigor, reducing the amount of vulnerable host material within the stand and with timely conducting sanitary measures in the foci of root rot can sufficiently save the rest of spruce forests and slow down spruce decline in the region.

Key words: *Picea abies*; dying out of forest stands; cambio and xylophagous insects; root and stem rot; forestry activities.

5. ЕКОЛОГІЯ ТА ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНА СПРАВА



Наукові праці Лісівничої академії наук України
Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine

<http://fasu.nltu.edu.ua>
<https://doi.org/10.15421/411828>
Article received 2018.08.14
Article accepted 2018.10.25

ISSN 1991-606X print
ISSN 2616-5015 online
@ ✉ Correspondence author

Sergii Kovalevskii
s.kovalevskyi@ukr.net
General Rodimtsev st., 19, Kyiv, 03041, Ukraine

УДК 630*2:504.1:553.99(477.42)

Стан лісових ділянок Житомирського ОУЛМГ, пошкоджених внаслідок видобутку бурштину

С. Б. Ковалевський¹, Ю. М. Марчук², К. В. Маєвський³, О. М. Курдюк⁴, С. С. Ковалевський⁵

Оцінено стан лісових ділянок Житомирського ОУЛМГ, які зазнали пошкодження внаслідок незаконного видобутку бурштину. За результатами аналізу встановлено найпоширеніші типи лісорослинних умов і типи лісу, які зазнали пошкодження. З'ясовано, що внаслідок незаконного видобутку пошкоджено та знищено низку територій, що мають статус заказників місцевого та загальнодержавного значення. Наведено узагальнені дані про географію сучасного розміщення покладів бурштину на території Українського Полісся. Зазначено передумови виникнення проблеми незаконного видобутку бурштину. Наведено перелік територій, де активність самовільних старателів є найбільшою. Визначено основні екологічні, економічні та соціальні наслідки незаконного видобутку бурштину, описано специфіку ушкоджень. Встановлено, що питання рекультивациі та, зокрема дендрорекультивациі лісових земель, порушених унаслідок несанкціонованого видобутку бурштину на території Українського Полісся, є новим і не має аналогів у світі. Перші наукові публікації з цього питання почали з'являтися лише три роки тому, їхніми основними напрямками є супутниковий моніторинг порушених територій та оцінювання екологічних наслідків і економічних збитків, завданих несанкціонованим видобутком бурштину. Необхідними передумовами для ефективних заходів з рекультивациі порушених територій є: об'єктивна оцінка масштабів та наслідків порушень; здійснення аналізу основних типів порушень ґрунту та лісових ценозів; встановлення особливостей та стимулювання природного від-

¹ Ковалевський Сергій Борисович – академік Лісівничої академії наук України, доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри ботаніки, дендрології та лісової селекції, Національний університет біоресурсів і природокористування України, вул. Генерала Родимцева, 19, м. Київ, 03041, Україна. Тел.: +38-067-597-19-10. E-mail: s.kovalevskyi@ukr.net

² Марчук Юрій Миколайович – академік Лісівничої академії наук України, кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри ботаніки, дендрології та лісової селекції, Національний університет біоресурсів і природокористування України, вул. Генерала Родимцева, 19, м. Київ, 03041, Україна, Тел.: 044-527-85-18. E-mail: dendrology.nubip@gmail.com

³ Маєвський Костянтин Васильович – кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри ботаніки, дендрології та лісової селекції, Національний університет біоресурсів і природокористування України, вул. Генерала Родимцева, 19, м. Київ, 03041, Україна, Тел.: 044-527-85-18. E-mail: kv_maevskyi@nubip.edu.ua

⁴ Курдюк Олександр Михайлович – член-кореспондент Лісівничої академії наук України, кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник кафедри ботаніки, дендрології та лісової селекції, Національний університет біоресурсів і природокористування України, вул. Генерала Родимцева, 19, м. Київ, 03041, Україна, Тел.: 044-527-85-18. E-mail: OMikhalich@bigmir.net

⁵ Ковалевський Сергій Сергійович – кандидат сільськогосподарських наук, старший викладач кафедри таксації лісу та лісового менеджменту, Національний університет біоресурсів і природокористування України, вул. Генерала Родимцева, 19, м. Київ, 03041, Україна, Тел.: +38-097-444-52-92. E-mail: kovalevskyis.s@nubip.edu.ua

новлення рослинності на деградованих територіях; дослідження впливу абіотичних екологічних чинників на процеси поновлення рослинного покриву.

Ключові слова: бурштин; незаконний видобуток; порушення; ушкодження; наслідки; рекультивація; дендрорекультивація; Українське Полісся.

Вступ. Відновлення територій, порушених внаслідок видобутку корисних копалин, є актуальною проблемою у світовому масштабі. Україна вирізняється багатством надр, розроблення яких неминуче призводить до порушення наявних екосистем. Упродовж останніх років на території нашої держави нагально постала проблема відновлення великих земельних площ, пошкоджених внаслідок нелегального видобутку бурштину на території Поліського бурштиноносного району. Видобуток вже призвів до екологічної катастрофи регіонального масштабу. За офіційними даними, понад тисяча гектарів земель зазнали дуже сильних ушкоджень і потребують відновлення. Природоохоронне значення таких територій втрачене, а подальше використання для ведення лісового чи сільського господарства є дуже ризикованим. Нелегальний видобуток бурштину із використанням мотопомп призводить до руйнування структури ґрунту та різкого погіршення його водно-фізичних властивостей. Складність відновлення таких територій пов'язана не лише з фінансуванням, а і з відсутністю у світовій практиці досвіду рекультивації земель з подібними ушкодженнями. Тому дуже важливою та актуальною проблемою є всебічна оцінка ушкоджень та наслідків, які вони несуть для всіх компонентів екосистеми, зокрема – деревних насаджень.

Матеріали і методи досліджень. Об'єкт дослідження – лісові ділянки різних типів лісорослинних умов на території держлісфонду Житомирського обласного управління лісового і мисливського господарства. Предмет дослідження – процеси трансформації лісових ділянок внаслідок незаконного видобутку бурштину.

Мета роботи – встановити стан лісових ділянок Житомирського ОУЛМГ, пошкоджених внаслідок незаконного видобутку бурштину, виявити шляхи їх дендрорекультивації.

Вихідними даними для роботи є матеріали польових досліджень, таксаційні описи насаджень регіону досліджень, супутникові та аерофотознімки, дані спеціалізованої літератури, накази та розпорядження державних органів влади України.

Польові дослідження проводили впродовж 2017-2018 рр. на території земель Житомирського ОУЛМГ. Тимчасові пробні площі закладали у місцях найінтенсивнішого пошкодження ділянок внаслідок видобутку бурштину та на суміжних ділянках, які не зазнали негативного впливу. Дослідження здійснювали відповідно до загальноприйнятих у лісовому господарстві методичних рекомендацій (Gordienko, Mauger, & Kovalevskiy, 2000). Технологію створених лісових культур, здійснення господарських заходів у них було відновлено за ар-

хівними даними і матеріалами лісовпорядкування, а також уточнено під час обстеження в натурі.

Вік деяких деревних рослин встановлювали за даними таксаційних описів, а в разі їх відсутності – візуально, виходячи із загального стану дерев, їхніх таксаційних параметрів, типів лісорослинних умов. Тип лісорослинних умов визначали за лісотипологічною класифікацією Алексєєва-Погребняка з урахуванням індикаторів типів лісу, ґрунту і рельєфу.

Результати та обговорення. Родовища бурштину активно розробляються у багатьох країнах світу, серед яких: США, Канада, Мексика, Домініканська Республіка, Італія, Польща. Проте найбільше бурштину видобувають у Калінінградській області Російської Федерації. Донедавна у світі видобували від 700 до 900 тонн бурштину щороку, з них 400 – на території Калінінградської області. Україна посідає друге місце в світі за запасами бурштину. Характерною рисою українського бурштину є багатство його забарвлення. За різноманітністю кольорів і відтінків він перевершує як знаменитий прибалтійський, так і бурштин з інших регіонів світу (сицилійський, бірманський). Навіть те, що серед українського бурштину переважають непрозорі та напівпрозорі різновиди анітрохи не знижує його декоративності та привабливості. Варто звернути увагу також на те, що бурштин із різних регіонів України також має різну кольорову гаму (Vasylyshyn, Panchenko, & Maydanovych, 1995, Vyshnivskiy, & Kushnir, 2007).

Упродовж 2010-2017 рр. обсяги видобутку бурштину стрімко збільшились, зокрема на території Рівненської, Волинської та Житомирської областей. За офіційними даними, впродовж останніх років Україна щорічно видобуває приблизно 4 тони бурштину. Фактичні ж обсяги нелегального видобутку становлять, за різними оцінками, від 120 до 300 тонн щороку.

Останнім часом найбільша активність самовільних старателів спостерігається в межах Олевського і Овруцького районів Житомирської області, Рокитнівського, Дубровицького, Володимирецького, Зарічненського і Сарненського районів Рівненської області та Ратнівського і Любешівського районів Волинської області. Також, зважаючи на географію залягання покладів, у своєрідну зону ризику потрапляє ще низка районів перелічених областей, а також території Київської області (Vasylyshyn, Panchenko, & Maydanovych, 1995, Nadtochii, 2015).

У світі бурштин традиційно видобувають кар'єрним (відкритим) способом. Подібно до інших корисних копалин, така технологія передбачає знімання та складування верхнього родючого шару

грунту ще на етапі закладення кар'єру. Після завершення видобутку, на етапі рекультивациі, кар'єр засипають у зворотному порядку, а саме – порода, ілювіальний, елювіальний та гумусовий шари ґрунту. Такий підхід дає змогу досить швидко відновити порушені землі та створити належні умови для залісення чи залуження. Кошти на ці роботи закладають у вартість корисних копалин і нагромаджують упродовж періоду розроблення родовища. Нелегальний видобуток корисних копалин і, зокрема бурштину, не передбачає витрат на подальшу рекультивацию земель.

Також, за умов нелегального видобутку, старателі використовують переважно вкрай шкідливі для довкілля методи. На Поліссі бурштин залягає на різних глибинах – від 0,5 до 12, а інколи – до 25 м. Тому видобуток здійснюють ручним і гідромеханічним способом (помповим методом, помпуванням). За першого способу створюють вертикальні колодязі завглибшки 3-6 м, з яких і видобувають бурштин. Другий, що на сьогодні переважає, має катастрофічніші для екології наслідки. Гідромеханічний спосіб видобутку полягає у розмиванні водою під великим тиском ґрунту до 6-10 м в глибину. Оскільки бурштин легший, ніж вода, він спливає на поверхню та виловлюється сітками. Струмінь води під великим тиском розмиває ґрунт, повністю руйнуючи ґрунтовий покрив у місці ймовірного залягання корисної копалини, внаслідок чого утворюється кратер. Під час видобутку помповим методом повністю руйнується коренева система дерев, що призводить до знищення десятків і сотень гектарів лісу. Повністю знищується родючий шар ґрунту, вимивання бурштину супроводжується пертурбацією значних мас пісків, перешарованих глинами і суглинками та власне ґрунтів. Винесена на поверхню маса є промитою водою і дуже збідненою на біофільні елементи, які потрібні для розвитку рослин, та водорозчинні органічні сполуки, які необхідні для мікроорганізмів. Вона є безструктурною, з дуже поганими водно-фізичними властивостями та низькою родючістю. Оскільки воду для помпування беруть з каналів, прокладених від боліт, часто відбувається закислення пульпи до показників pH 3,0 та навіть нижче. У разі пересихання в ній утворюються глибокі тріщини, які здатні сильно пошкоджувати кореневі системи рослин і, насамперед, деревних. Відновлення родючого шару ґрунту в таких випадках займає десятки років (Nadtochii, & Myslyva, 2015, Tymochko, 2015, Filipovych, 2015).

Негативні наслідки від нелегального видобування бурштину несуть загрозу екологічним і соціально-економічним складникам безпеки трьох областей України, впливають на розвиток окремих галузей господарства (рис. 1).

Масовий незаконний видобуток бурштину на території Житомирської обл. розпочався дещо пізніше, ніж у сусідніх Волинській та Рівненській областях. Це стало однією з передумов того, що загальна площа пошкоджених територій і, зокрема земель

лісгосподарського призначення, є меншою, ніж у сусідніх регіонах.

На 2018 р. зафіксовано випадки незаконного видобутку бурштину на землях державних підприємств «Білокоровицьке ЛГ», «Словечанське ЛГ», «Олевське ЛГ», «Городницьке ЛГ», «Смільчинське ЛГ», «Лугинське ЛГ», «Коростенське ЛГ», «Овруцьке спеціалізоване ЛГ», «Овруцьке ЛГ», «Народницьке спеціалізоване ЛГ», «Баранівське ЛМГ», «Малинське ЛГ». Загальна площа земель цих підприємств становить 564973 га.



Рис. 1. Лісова ділянка через два роки після завершення видобутку бурштину методом помпування (ДП «Білокоровицьке ЛГ», Поясківське лісництво, травень 2018 р.)

На землях лісового фонду державних підприємств «Городницьке ЛГ», «Смільчинське ЛГ», «Лугинське ЛГ», «Коростенське ЛГ», «Овруцьке спеціалізоване ЛГ», «Овруцьке ЛГ», «Народницьке спеціалізоване ЛГ», «Баранівське ЛМГ», «Малинське ЛГ» ушкодження виявилися не такими значними, а їх наслідки не потребують спеціалізованих заходів з рекультивациі. У багатьох випадках бурштин на території зазначених підприємств незаконно видобували так званім «сухим» методом. Ушкодження представлені ямами зі середнім діаметром 3 м та завглибшки 5 м, відбулося засмічення верхнього родючого шару ґрунту нижніми піщаними горизонтами, ушкоджене піднаметове вкриття, самовільно зрубані окремі дерева, однак гідрологічний режим ділянки істотно не порушено. У місцях видобутку гідромеханічним методом зафіксовано кратери діаметром до 2 м і завглибшки до 1,5 м, воду виявлено лише в кількох кратерах. Ушкодження ліквідовували на місці силами працівників лісництва. Глибокі ями засипали тракторами, або вручну, кратери від гідромеханічного добування зазвичай не засипали. На територіях, що були ушкоджені, або впорядковані до настання вегетаційного періоду, відзначено відновлення живого надґрунтового вкриття, зокрема мохоподібних та однодольних трав'яних рослин. Також відмічено рясний самосів таких типових деревних видів, як *Betula pendula* Roth, *Populus tremula* L. та *Pinus sylvestris* L.

Ділянки лісових насаджень, які потребують рекультивациі, виявлено на території трьох підприємств. Найбільше порушених площ (336,60 га) розміщено на території державних підприємств «Білокорівське ЛГ» і «Олевське ЛГ» (30,7 га), а також «Словечанське ЛГ» (2,15 га). За результатами аналізу ушкоджень на території зазначених підприємств було визначено для подальшої роботи сім лісництв: Замисловицьке, Озерянське, Тепеницьке, Поясківське (ДП «Білокорівське ЛГ»), Юрівське та Кам'янське (ДП «Олевське ЛГ»), Сирницьке та Можарівське (ДП «Словечанське ЛГ»). Тимчасові пробні площі було закладено у кв. 20 і 21 Поясківського, кв. 27 – Можарівського та кв. 29 – Сирницького лісництв для ведення подальших моніторингових досліджень за динамікою процесів відновлення лісових ділянок.

На території ДП «Білокорівське ЛГ» найбільша площа ушкоджених земель припадає на кв. 20, 21, 22, 25 Поясківського лісництва, кв. 60 та 64 – Юрівського лісництва ДП «Олевське ЛГ», кв. 29 Сирницького лісництва ДП «Словечанське ЛГ».

Зведену інформацію про площі пошкоджених земель лісгосподарського призначення внаслідок незаконного видобутку бурштину, які потребують проведення рекультивациі у ДП «Білокорівське ЛГ», ДП «Олевське ЛГ» та ДП «Словечанське ЛГ», наведено на рис. 2.

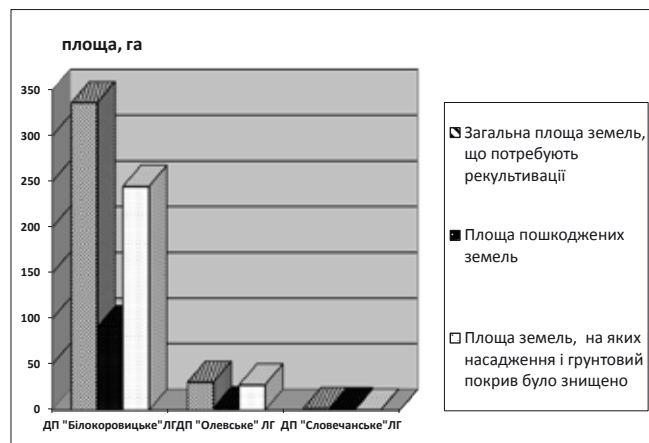


Рис. 2. Співвідношення площ земель окремих підприємств Житомирського ОУЛМГ за ступенем ушкодження

Так, на території ДП «Білокорівське ЛГ» та ДП «Олевське ЛГ» на більшості порушених територій рослинне і ґрунтове вкриття цілком знищено, тоді як на території ДП «Словечанське ЛГ» переважає лише часткове пошкодження територій.

Дані лісовпорядкування та візуальне обстеження порушених ділянок свідчать про те, що внаслідок незаконного видобутку бурштину було знищено переважно середньовікові насадження *Pinus sylvestris* L., місцями з домішкою *Quercus robur* L., а також молодняки *Betula pendula* Roth. та пристигаючі насадження *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.

Вікову структуру насаджень, які росли на ушкоджених територіях, наведено на рис. 3. Здебіль-

шого лісостани були суцільно зрубані, а в деяких випадках – випалені разом із піднаметовим вкриттям. Частина насаджень, зокрема молодняки *Betula pendula* Roth., загинула після zalивання верхнього шару ґрунту пульпою з піщаних горизонтів унаслідок гідронамиву мотопомпами. На багатьох ділянках намівні роботи призвели до порушення рівня ґрунтових вод.

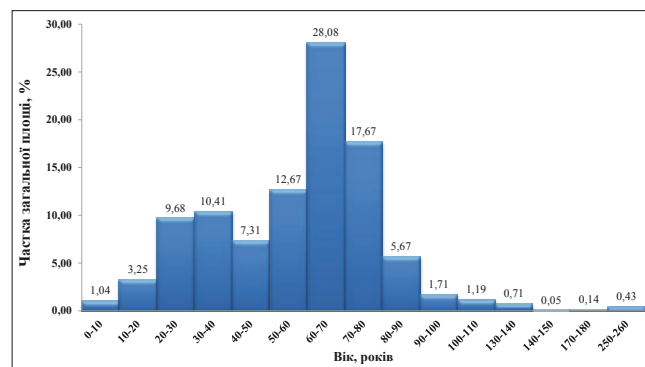


Рис. 3. Вікова структура насаджень, що зростали на ушкоджених територіях

За результатами обстеження ділянок встановлено низку типів порушень ґрунтового вкриття. Це, зокрема, канали для підводу води до pomp, декілька типів кратерів, ями від первинного та вторинного ручного копання і так звані ями-шахти з укріпленими стінками.

Враховуючи той факт, що під час незаконного видобутку методом помпування з надр видобувають тільки 20-30 % бурштину, існує великий ризик повторного порушення територій. У практиці місцевих лісівників вже були випадки, коли підготовлені, або вже засаджені лісовими культурами ділянки повторно порушувалися. Також, враховуючи вже розвідану щільність залягання бурштину, існує значна вірогідність розширення в майбутньому порушених площ. Відомості щодо співвідношення площ ушкоджених земель на досліджуваних територіях наведено на рис. 4.



Рис. 4. Співвідношення площ ушкоджених земель (га) до загальної площі земель Житомирського ОУЛМГ

Порівняно із загальною площею земель лісгосподарського призначення порушені території та

землі, що можуть бути ушкоджені в майбутньому, становлять невелику частку, але потрібно розуміти, що йдеться про сотні гектарів знищених, або пошкоджених насаджень. Площа таких територій в десятки разів перевищує вже наявні ушкодження. Враховуючи нинішні тенденції щодо подальшого стихійного видобутку бурштину, найбільш масштабною та небезпечною є ситуація в ДП «Білокорівське ЛГ». Тому дуже важливою складовою частиною рекультивациі та відновлення порушених лісових територій у районі проведення досліджень є запобігання та упередження подальших робіт з незаконного видобутку бурштину.

З урахуванням реалій нинішньої ситуації з незаконним видобутком бурштину було здійснено також прогноз щодо можливого розширення порушених площ у межах визначених державних лісогосподарських підприємств (рис. 5).

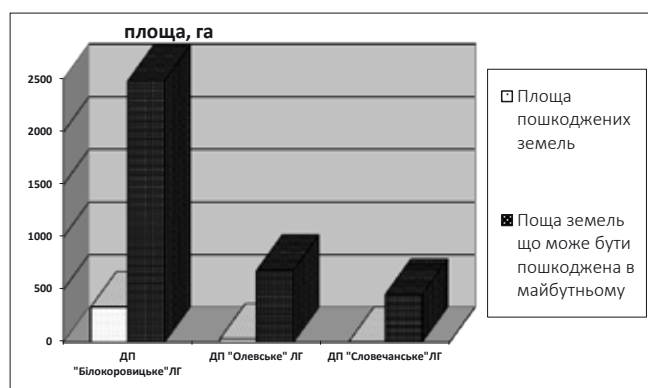


Рис. 5. Співвідношення площ фактично пошкоджених земель і таких, що можуть бути ушкоджені

За результатами аналізу лісівничо-таксаційних характеристик насаджень на порушених землях лісогосподарського призначення встановлено, що найбільша кількість пошкоджених площ припадає на такі типи лісу: свіжий дубово-сосновий субір, вологий дубово-сосновий субір, вологий дубово-сосновий субір осушений (рис. 6).

Розподіл ушкоджених площ за видовим складом насаджень наведено на рис. 7. Найбільше пошкоджено насаджень з переважанням сосни звичайної, а за віковою структурою – деревостани віком 60-80 років.

Встановлено, що внаслідок незаконного видобутку бурштину на території Житомирського ОУЛГ пошкоджено 84,2 га лісів природоохоронного призначення, зокрема 71,3 га заказників місцевого значення та 2,6 га заказників загальнодержавного значення.

Висновки. Незаконний видобуток бурштину має негативні наслідки не тільки для лісових екосистем, але й для екології регіону загалом, насамперед – для населення. Бурштин добувають переважно гідромеханічним способом, що має катастрофічні наслідки для екології регіону. Найактивніше незаконний видобуток бурштину здійснюють на лісових ділянках Олевського і Овруцького районів Житомирської області. В Україні наразі надзвичай-

но мало уваги приділяють питанням раціонального видобутку корисних копалин, бурштину зокрема. Поза увагою перебувають і питання рекультивациі та дендрорекультивациі порушених земель. Найбільше порушених лісових ділянок за площею розміщено на території державних підприємств «Білокорівське ЛГ», «Олевське ЛГ» та «Словечанське ЛГ». На ушкоджених ділянках переважають насадження сосни звичайної віком 60-80 років в умовах свіжих та вологих суборів. Незаконний видобуток бурштину відбувається і на територіях, що мають статус заказників місцевого та загальнодержавного значення.

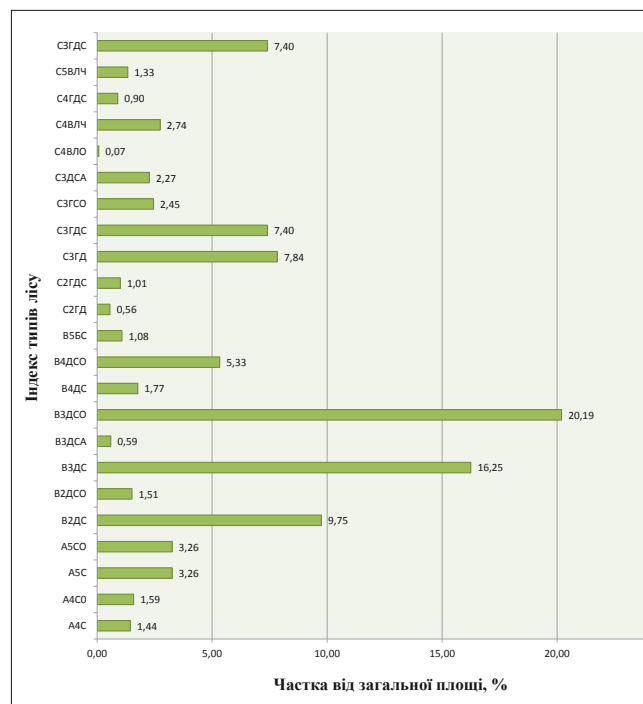


Рис. 6. Розподіл пошкоджених унаслідок нелегального видобутку бурштину земель Житомирського ОУЛГ за типами лісу

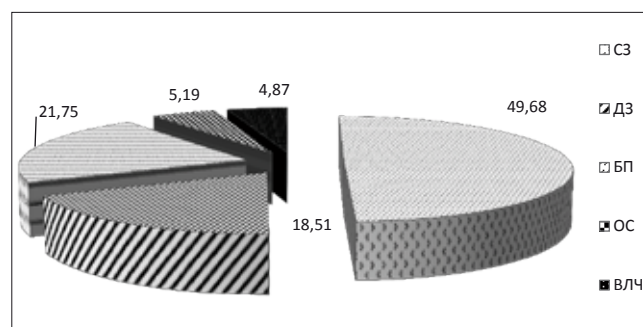


Рис. 7. Розподіл ушкоджених територій за переважанням у насадженні деревним видом

Бібліографічні посилання

Trembitskyi, V. A., Myslyva T. M., Marteniuk O. M., & Biliavskyi, Iu. A. (2011). *Atlas of agro-ecological status of soil cover of Zhytomyr region*. Zhytomyr: PPTs «Obldierzhrodyuchist» (in Ukrainian).

- Belichenko, O. P., & Ladzhun, Iu. I. (2011). Deposits and occurrences of raw gem materials in northwest Ukraine as objects for geological excursions. *Materials of Second International theoretical and practical conference «Geological heritage – bright evidencedence of Earth»*. Kyiv: Lohos, 16-18 (in Ukrainian).
- Bohdasarov, M. A. (2006). The problem of the formation of amber and other fossil resins. *Geological and mineralogical messenger*, 2 (16), 18-26 (in Russian).
- Vasylyshyn, I. S., Panchenko, V. I., & Maydanovych, I. O. (1995). Amber of Ukraine. *Mineral resources of Ukraine*, 3-4, 28-32 (in Ukrainian).
- Vyshnivskiy, O. A., & Kushnir, S. V. (2007). Amber of Ukraine. *Notes of the Ukrainian Mineralogical Society*, 4, 128-130 (in Ukrainian).
- Vovk, O. O., Pechak, O. O., & Sydorenko, N. A. (2008). Influence of Ukraine's Mining Complex on the Environment. *Bulletin of the National Aviation University*, 1, 131-134 (in Ukrainian).
- Some issues of the implementation of a pilot project for the re-cultivation of forestry lands that were violated due to the illegal mining of amber. Retrieved from <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/1063-2016-%D0%BF> (in Ukrainian).
- Gordienko M. I., Mayrer V. M., & Kovalevskiy S. B. (2000). Methodological guidelines for the study and research of forest crops. Kyiv: Vydavnychi tsentr NAU (in Ukrainian).
- Dorenko, E. P. (1979). *Remediation of lands affected by open development*. Moscow: Nedra (in Russian).
- Pylypenko, O. I., Yukhnovskiy, V. Iu., Dudarets, S. M., & Maliuha, V. M. (2010). *Forest melioration*. Kyiv: Ahrarna osvita (in Ukrainian).
- Maidanovych, Y. A., & Makarenko, D. E. (1988). *Geology and genesis of amber deposits of Ukrainian Polesye*. Kyiv: Naukova dumka (in Ukrainian).
- Shcherbak, M. P., & Hoshovskiy, S. V. (ed.). (2006). *Metallic and nonmetallic minerals of Ukraine. Volume 2. Non-metallic minerals*. L'viv: Tsentr Yevropy (in Ukrainian).
- Nadtochii, P. P., & Myslyva, T. M. (2015). *Environmental consequences of amber mining in Zhytomyr region*. Zhytomyr: ZhNAEU (in Ukrainian).
- Nadtochii, P. P. (2015). Ecological-economic assessment of the impact of activities related to the illegal mining of amber on the state of the environment of Zhytomyr region. *Bulletin of the Zhytomyr National Agroecological University*, 1 (47), 28-50 (in Ukrainian).
- Nadtochii, P. P., & Myslyva, T. M. (ed.). (2007). *Protection and rational use of natural resources and land reclamation*. Zhytomyr: ZhSAEU. *On Approval of the List of Lands for Forestry, within which there are parts that are violated as a result of the illegal extraction of amber and require reclamation*. Retrieved from http://dklg.kmu.gov.ua/forest/control/uk/publish/category?cat_id=65319 (in Ukrainian).
- Kucheriavyi, V. P., Henyk, Ia. V., Dyda, A. P., & Kolodko, M. M. (2006). *Reclamation and phytomelioration*. L'viv: Svit (in Ukrainian).
- Filipovych, V. Ie. (2015). Operational control over the distribution of illegal amber extraction and assessment of damage caused to the state by materials of multizone space shooting. *Environmental safety and nature management*, 4, 91-97 (in Ukrainian).
- Filipovych, V. Ie. (2015). Satellite monitoring fore the areas of illegal extraction amber. *Ukrainian Journal of Remote Sensing*, 6, 4-7 (in Ukrainian).

Состояние лесных участков Житомирского ОУЛОХ, поврежденных в результате добычи янтаря

С. Б. Ковалевский¹, Ю. Н. Марчук²,
К. В. Маевский³,
А. М. Курдюк⁴, С. С. Ковалевский⁵

Восстановление территорий, нарушенных в результате добычи полезных ископаемых, является актуальной проблемой в мировом масштабе. Украина отличается богатством недр, разработка которых неизбежно приводит к нарушению существующих экосистем. В последние годы на территории нашего государства остро встала проблема восстановления значительных земельных площадей, поврежденных в результате нелегаль-

¹ Ковалевский Сергей Борисович – академик Лесной академии наук Украины, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры ботаники, дендрологии и лесной селекции, Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, ул. Генерала Родимцева, 19, г. Киев, 03041, Украина, Тел.: + 38-067-597-19-10. E-mail: s.kovalevsky@ukr.net

² Марчук Юрий Николаевич – академик Лесной академии наук Украины, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры ботаники, дендрологии и лесной селекции, Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, ул. Генерала Родимцева, 19, г. Киев, 03041, Украина, Тел.: 044-527-85-18. E-mail: dendrology.nubip@gmail.com

³ Маевский Константин Васильевич – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры ботаники, дендрологии и лесной селекции, Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, ул. Генерала Родимцева, 19, г. Киев, 03041, Украина, Тел.: 044-527-85-18. E-mail: kv_maevsky@nubip.edu.ua

⁴ Курдюк Александр Михайлович – член-корреспондент Лесной академии наук Украины, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник кафедры ботаники, дендрологии и лесной селекции, Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, ул. Генерала Родимцева, 19, г. Киев, 03041, Украина, Тел.: 044-527-85-18. E-mail: OMikhalich@bigmir.net

⁵ Ковалевский Сергей Сергеевич – кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель кафедры таксации леса и лесного менеджмента, Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, ул. Генерала Родимцева, 19, г. Киев, 03041, Украина, Тел.: + 38-097-444-52-92. E-mail: kovalevskyis.s@nubip.edu.ua

ной добычи янтаря на территории Полесского янтароносного района. Добыча уже привела к экологической катастрофе регионального масштаба. По официальным данным, более тысячи гектаров земель были подвержены очень сильным повреждениям и нуждаются в восстановлении. Природоохранное значение таких территорий потеряно, а дальнейшее использование для ведения лесного или сельского хозяйства является очень рискованным. На Полесье янтарь залегает на разных глубинах – от 0,5 до 12, а иногда до 25 м. Поэтому добыча осуществляется ручным и гидромеханическим способом (помповым методом). При первом способе создаются вертикальные колодцы глубиной 3-6 м, из которых и добывается янтарь. Второй в настоящее время преобладает, имеет более катастрофические для экологии последствия. Гидромеханический способ добычи заключается в размывании водой под большим давлением почвы до 6-10 м в глубину. Ведется преимущественно в закрытых и полужакрытых местностях: лесах, зарослях, лесополосах, что приводит к значительным потерям древесной растительности в регионе.

Массовая незаконная добыча янтаря на территории Житомирской области началась несколько позже, чем в соседних Волынской и Ровенской областях. Это стало одной из предпосылок того, что общая площадь поврежденных территорий и в частности земель лесного фонда меньше, чем в соседних регионах. В результате обследования участков установлен ряд типов нарушений почвенного покрова. Это, в частности, каналы для подвода воды к гидропомпам, несколько типов кратеров, ямы от первичной и вторичной ручной раскопки и так называемые ямы-шахты с укрепленными стенками.

Вопрос рекультивации и, в частности, дендрорекультивации нарушенных незаконной добычей янтаря лесных земель Украинского Полесья, является новым и еще малоизученным. Имеющиеся научные публикации касаются в основном вопросов спутникового мониторинга нарушенных территорий, оценки причиненных экологических последствий и экономического ущерба.

С целью разработки эффективных мер по дендрорекультивации нарушенных территорий проведена объективная оценка масштабов и последствий повреждений среды. Так, участки лесных насаждений, требующих рекультивации, обнаружены на территории трёх государственных предприятий и семи лесничеств. Больше всего нарушенных площадей (336,60 га) находится на территории ГП «Белокоровецкое ЛХ», ГП «Олевское ЛХ» (30,70 га) и ГП «Словечанское ЛХ» (2,15 га). Также осуществлен анализ основных типов нарушений почвы и лесных ценозов.

Больше всего повреждено 60-80-летних насаждений с преобладанием сосны обыкновенной. В результате незаконной добычи янтаря на территории Житомирского ОУЛОХ повреждено 84,2 га лесов природоохранного назначения, в частности, 71,3 га

заказников местного значения и 2,6 га заказников общегосударственного значения.

Ключевые слова: янтарь; добыча; нарушения; повреждения; последствия; рекультивация; дендрорекультивация; Украинское Полесье.

The state of the forest areas damaged by amber mining on the territory of Zhytomyr Regional Department of Forestry and Hunting

S. Kovalevskii¹, Y. Marchuk², K. Maevsky³,
O. Kurdyuk⁴, S. Kovalevskii⁵

Restoration of territories disturbed as a result of mining is a «hot topic» on a global scale. Ukraine is rich in mineral resources, the development of which inevitably leads to the disruption of existing ecosystems. In recent years the problem of the restoration of large land areas damaged as a result of illegal extraction of amber on the territory of the Polisskyi amber-bearing region has become urgent problem. Mining has already led to an ecological disaster at the regional scale. According to official data, more than thousand hectares of land were subject to very severe damage and need to be restored. The environmental value of such areas is lost, and further use for forestry or agriculture is very risky. In Polissya amber lies at different depths – from 0.5 to 12, and sometimes up to 25 meters. Therefore, the extraction is carried out manually and

¹ *Sergii Kovalevskii* – academician of the Forest Academy of Sciences of Ukraine, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Botany, Dendrology and Forest Selection, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, General Rodimtsev st., 19, Kyiv, 03041, Ukraine, Tel: + 38-067-597-19-10. E-mail: s.kovalevskyi@ukr.net

² *Yuri Marchuk* – academician of the Forest Academy of Sciences of Ukraine, PhD in Agricultural sciences, Associate Professor at the Department of Botany, Dendrology and Forest Selection, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, General Rodimtsev st., 19, Kyiv, 03041, Ukraine, Tel.: 044-527-85-18. E-mail: dendrology.nubip@gmail.com

³ *Konstantin Maevsky* – PhD in Agricultural Sciences, Associate Professor at the Department of Botany, Dendrology and Forest Selection, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, General Rodimtsev st., 19, Kyiv, 03041, Ukraine, Tel.: 044-527-85-18. E-mail: kv_maevsky@nubip.edu.ua

⁴ *Olexander Kurdyuk* – corresponding Member of the Forest Academy of Sciences of Ukraine, PhD in Biologocal Science, Senior Research Officer of the Department of Botany, Dendrology and Forestry Selection, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, General Rodimtsev st., 19, Kyiv, 03041, Ukraine, Tel.: 044-527-85-18. E-mail: OMikhalich@bigmir.net

⁵ *Sergii Kovalevskiy* – PhD in Agricultural Sciences, Senior Lecturer of the Department of Forestry and Forestry Management, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, st. General Rodimtsev, 19, Kyiv, 03041, Ukraine, Tel.: + 38-097-444-52-92. E-mail: kovalevskiyis.s@nubip.edu.ua

hydromechanically (pump method). The first method creates vertical wells 3-6 meters deep, from which amber is mined. The second, currently prevailing, has more catastrophic consequences for the environment. The hydromechanical method of extraction consists in washing out with water under high soil pressure up to 6–10 meters in depth. It is conducted mainly in closed and semi-closed areas: forests, thickets, forest belts, which leads to significant losses of forest vegetation in the region. Large-scale illegal mining of amber in the Zhytomyr region began a little later than in the neighboring Volyn and Rivne regions. This was one of the prerequisites for the fact that the total area of damaged territories and, in particular, forest land is less than in neighboring regions. As a result of the survey of sites, a number of types of soil cover disturbances were established. These are, in particular, channels for the supply of water to hydropumps, several types of craters, pits from primary and secondary manual excavations, and so-called pit-mines with fortified walls. The issue of reclamation and, in particular, the dendrorecultivation of the forest lands of the Ukrainian Polissya, disturbed by the illegal mining of amber, is new and still little studied. The available scientific publications mainly

deal with issues of satellite monitoring of disturbed territories and assessment of environmental damage and economic damage. In order to develop effective measures for the dendrorecultivation of disturbed areas, an objective assessment of the extent and consequences of environmental damage was carried out. Thus, areas of forest plantations requiring recultivation were estimated on the territory of three state enterprises and seven forest districts. Most of the disturbed areas (336.60 hectares) are located on the territory of the state-owned enterprise «Bilokorovytske FE», the state enterprise «Olevske FE» (30.70 hectares) and the state enterprise «Slovechanske FE» (2.15 hectares). The analysis of the main types of soil disturbances and forest cenoses was also carried out. The most damaged stands are with prevalence of Scots pine, and by age structure, tree age is 60-80 years. As a result of illegal extraction of amber on the territory of the Zhytomyr Wildlife Logistics 84.2 hectares of protected forest areas were damaged, in particular, 71.3 hectares of local nature reserves and 2.6 hectares of state reserves.

Key words: amber; mining; violations; damages; consequences; recultivation; dendrorecultivation; Ukrainian Polissya.



Наукові праці Лісівничої академії наук України
Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine

<http://fasu.nltu.edu.ua>
<https://doi.org/10.15421/411829>
Article received 2018.05.28
Article accepted 2018.10.25

ISSN 1991-606X print
ISSN 2616-5015 online
@ ✉ Correspondence author
Taras Parpan
tarasparpan@gmail.com

Mykhailo Grushevsky st., 31, Ivano-Frankivsk, 79057, Ukraine

УДК 581.524.3

Прогнозування динаміки всихання ялиників Карпатського регіону з використанням екологічної лісової комп'ютерної моделі FORKOME

Т. В. Парпан¹, І. І. Козак², О. М. Ткачук³

Прогноз всихання на основі останньої версії імітаційної комп'ютерної моделі FORKOME дав змогу оцінити результати моделювання щодо біокліматичних впливів на появу, виживання, ріст і загибель особин ялини та інших деревних видів. Застосована у дослідженні модель FORKOME містить елементи лісових та екологічних підходів і була спеціально розроблена для умов Українських Карпат. Моделювання здійснено на основі результатів одиначної симуляції та статистично усередненого прогнозу з 20-ти симуляцій («Monte Carlo») для показу тенденції змін та їх відповідності з одиначними симуляціями.

Прогноз динаміки деревостану здійснено на 20- та 50-річний періоди. У двох випадках моделювання виконано за сценаріями «контроль» та «тепло-сухо», як найбільш достовірного до реальних кліматичних змін за останні два десятиріччя. Крім того, проведено моделювання підсадки деревних видів також за сценаріями «контроль» та «тепло-сухо» на 50 років.

Встановлено, що динаміка деревостану на 20-річний та 50-річний періоди у контрольному варіанті та сценарії «тепло-сухо» є подібною і характеризується стрімким зниженням у першому десятилітті біомаси як наслідок випадання зі складу насадження на різних вікових стадіях ялини та у меншій кількості – перестійних особин ялиці. З'ясовано, що у контрольному сценарії з підсадкою ялиці, ялини та бука найактивніше зростання біомаси впродовж 50-річного прогнозу показали ялиця та бук. Досить чутливо на потепління та зменшення опадів відреагувала смерека, яка практично випадає на посадженій ділянці вже на початку прогнозу. Загальна біомаса насадження на контролі впродовж 50-річного прогнозу збільшується інтенсивніше порівняно із сухішими та теплішими погодними умовами, за яких вона майже у два рази менша наприкінці прогнозного періоду.

Ключові слова: прогноз динаміки; біомаса; зростання; контроль; «тепло-сухо»; підсадка; реакція на потепління, чисельність видів.

Вступ. Важливим аспектом вивчення процесів росту та розвитку, які відбуваються в лісових екосистемах, є моделювання та прогнозування їх життєвого стану (Szumacher I., 2011). Останнім часом

прогнозування широко застосовують у всіх галузях лісового господарства для передбачення різних змін (Kozak, Czekajska, Kozak, et. al., 2013). Екологічна лісова комп'ютерна модель FORKOME прогнозує

¹ Парпан Тарас Васильович – член-кореспондент Лісівничої академії наук України, кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник. Український науково-дослідний інститут гірського лісівництва ім. П.С. Пастернака, вул. Михайла Грушевського, 31, м. Івано-Франківськ, 76018, Україна. Тел.: +38-050-690-08-13. E-mail: tarasparpan@gmail.com

² Козак Ігор Іванович – професор, доктор біологічних наук, керівник кафедри Ландшафтної екології, Люблінський Католицький університет ім. Іоана Павла II, м. Люблін, Польща. Тел.: +48-814-45-45-31. E-mail: kozakihor58@gmail.com

³ Ткачук Оксана Михайлівна – кандидат сільськогосподарських наук, молодший науковий співробітник лабораторії екології та захисту лісу. Український науково-дослідний інститут гірського лісівництва ім. П.С. Пастернака, м. Івано-Франківськ, 76018, Україна. Тел.: +38-096-957-20-98. E-mail: tkachuk.oksana1988@gmail.com

динаміку деревостанів з урахуванням як окремих дерев, так і цілого насадження (Botkin, Janak, & Wallis, 1972, Hong, David, Mladenoff, & Crow, 1999, Kozak, & Menshutkin, 2000). Модель FORKOME дає змогу виконувати важливі теоретичні та практичні завдання, пов'язані з веденням лісового господарства (Kozak & Parpan, 2006).

З огляду на викладене вище, *актуальним* є питання вивчення особливостей динаміки лісових угруповань за різних кліматичних та антропогенних сценаріїв за допомогою моделі FORKOME, яка дає змогу імітувати видовий склад дерев, їх кількість та біомасу, наслідки різних видів рубок, а також у нашому випадку – динаміку всихання.

Об'єкти та методика дослідження. *Об'єкт дослідження* – всихаючі ялинові деревостани на прикладі ДП «Вигодське лісове господарство», Івано-Франківського ОУЛМГ. *Предмет дослідження* – вивчення динаміки і структури всихаючих ялинових лісів, а саме – процесів відновлення, росту та відмирання. *Мета дослідження* – прогноз всихання ялинових деревостанів з урахуванням біотичних та абіотичних чинників.

Актуальна версія моделі FORKOME дала змогу здійснити прогноз даних від 2010 р. із пробної площі (розмір 50×60 м), яку було закладено на території Людвиківського лісництва, підпорядкованого ДП «Вигодське лісове господарство», Івано-Франківського ОУЛМГ. Інструментально встановлено географічні координати GPS: 48°47'30,5" північної широти; 23°43'53,7" східної довготи; висота над рівнем моря – 803 м. Повторні обстеження цієї пробної площі проводили в 2014 та 2016 рр. Для якомога більшої точності роботи моделі та її придатності до прогнозування проводили її верифікацію на даних 2014 та 2016 рр. через порівняння натурних і прогнозних даних. Після урухомлення моделі на старих даних створювався прогноз до стану 2014 та 2016 років. Модель відобразила майже на 90 % реальні дані з 2014 та 2016 рр. і показала добру придатність до прогностичних цілей. Отже, ми досягли успішної верифікації як для стохастичної моделі. Наприклад, на 4-й рік в обраній ділянці лісу було 55 всохлих дерев ялини, а модель показала 63. Якщо поділити 55 на 63 та помножити на 100 %, то подібність реальних природних лісових умов та моделі становитиме 87 %.

Працюючи над прогнозуванням всихання ялинових лісів, до моделі FORKOME додали спеціальний блок «ВСИХАННЯ», за допомогою якого дерево може прийняти три основні стани: здорове, всихаюче та повалене. Здорові і всихаючі дерева мають параметр «dry», що визначає частку всихання у кроні. Здорове дерево за значення «dry» = 0 % не має ознак всихання. У процесі прогнозування, коли дерево класифікується як всихаюче, змінюється його стан («is_dry: = true»). З цього моменту дерево бере участь у процесі всихання. Цей блок відповідає за контроль над всиханням дерев і урухомлюється автоматично.

Спочатку приписували для кожного дерева у залежності від виду час («time»), установлюючи па-

раметри на 10 років. У процесі прогнозу щороку це значення зменшується і, відповідно, залежно від того часу, що залишився до випадання дерева, показник «dry» змінюється на значення 25, 50, 75 та 100 % відповідно. Дерево у цьому стані продовжує рости, але його зростання буде зменшене на величину, яка знаходиться в параметрі «dry». Після досягнення 100 % усихання дерево все ще залишається видимим у моделі (від 1 до 5, або і до 10 років). Після цього статус дерева змінюється на повалене дерево (is_fallen). Крім того, в актуальній версії моделі FORKOME поліпшено вигляд дерев і їх текстури 3D візуалізації, на яких зображено етапи всихання і відпаду гілок з дерев. Упродовж всього процесу моделювання простежено зміни для кожного дерева від його появи, щорічного росту, до всихання і випадання зі складу насадження. Кожне дерево має свій унікальний код, що дає змогу ідентифікувати і перевірити його різні параметри (Botkin, Janak, & Wallis, 1972).

Прогноз динаміки деревостану проводили на 20- та 50-річний період. У двох випадках моделювання здійснено зі сценаріями «контроль» та «тепло-сухо», як найбільш достовірних до реальних кліматичних змін за останні десятиріччя. Крім того, проведено моделювання підсадки деревних видів за сценаріями «контроль» та «тепло-сухо» на 50-річний період.

Для початку роботи моделі визначено видовий склад дерев, діаметр стовбурів на висоті груди, висоту, вік та проекцію крон. Отримані дані у вигляді файлу csv вставлялись до моделі і використовувались для прогнозу змін біомаси та кількості дерев у всихаючому деревостані.

Результати та обговорення. Загальний вигляд пробної площі на початку (рис. 1, а) та 6-му році прогнозу (рис. 1, б).

Прогноз динаміки деревостану на 20 років виконано за сценаріями «контроль» і «тепло-сухо». Біомаса за видами за сценарієм «контроль», починаючи з другого року прогнозу, різко знижується (рис. 2). Особливо для ялини та ялиці цей показник зменшується у десятки разів – від 150 т/га та 110 т/га до 10 т/га, а з десятого року прогнозу і до завершення періоду онтогенезу приріст біомаси за всіма деревними видами залишається на рівні до 10 т/га.

Чисельність дерев за видами змінюється так: ялиця за 8 років прогнозу збільшує свою частку від 40 до 60 %, а до кінця прогнозу – до 80 %; частка клена-явора за весь період прогнозу збільшилась приблизно на 5 %; береза до 10 року випадає зі складу деревостану; частка бука з другого року за 20 років збільшиться до 20 % (рис. 3). Частка ялини, як основного виду, поступово знижується від 50 % – на початку прогнозу до 30 % – у десятому році, а до кінця прогнозу – до 10 %.

На наведеному нижче графіку видно, що загальна біомаса після другого року прогнозу знижується від 310 до 110 т/га (рис. 4). Від десятого року до кінця прогнозу зміна біомаси залишається майже однаковою – 110-120 т/га.



Рис. 1. Вигляд пробної площі на початку (а) та 6-му році прогнозу (б)

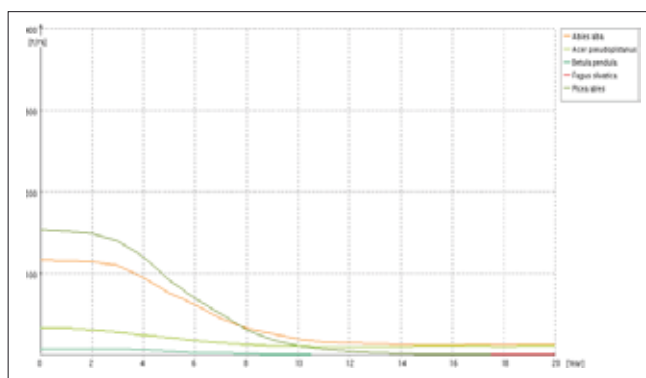


Рис. 2. Зміна біомаси за видами на контролі за 20 років

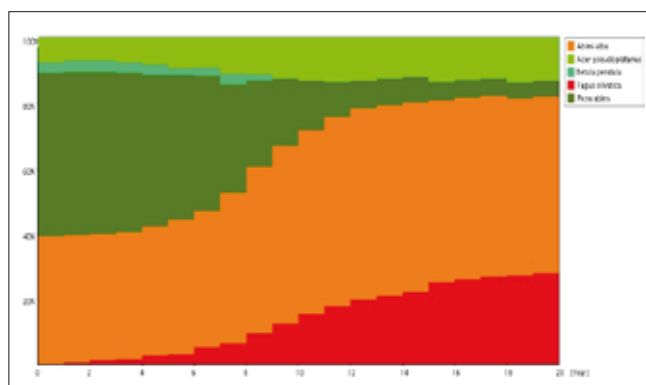


Рис. 3. Зміна частки дерев за їх кількістю і видами на контролі за 20 років

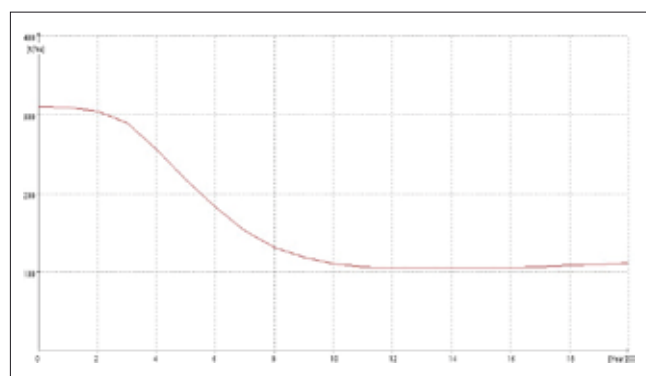


Рис. 4. Зміна загальної біомаси на контролі за 20 років

Чисельність дерев за видами (сценарій «тепло-сухо») є подібним до контрольного (рис. 5). Відмінністю є те, що зменшення ялини у складі насадження відбувається дещо повільніше. Натомість, у незначній кількості збільшується участь клена-явора.

Добре помітним є різке зниження загальної біомаси після другого року прогнозу – від 310 до 110 т/га (рис. 6). Від десятого року до кінця прогнозу зміна біомаси залишається майже однаковою – 110-120 т/га.

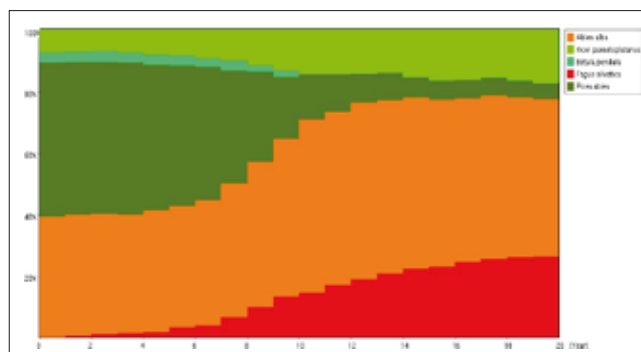


Рис. 5. Зміна частки дерев за їхньою кількістю і видами за 20 років (сценарій «тепло-сухо»)

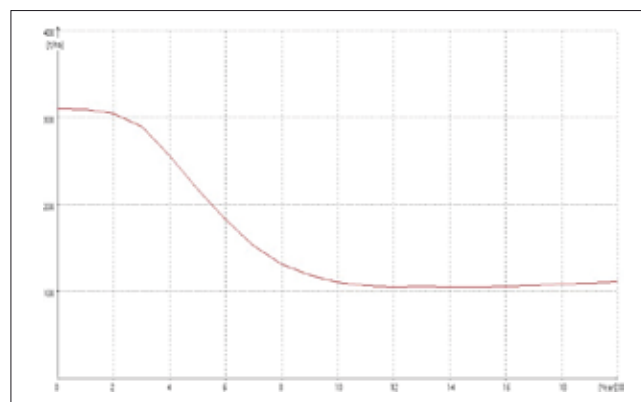


Рис. 6. Зміна загальної біомаси на контролі за 20 років

Біомаса за видами за цього сценарію, починаючи з другого року прогнозу, стрімко знижується, як і у варіанті зі сценарієм на контролі. Незначною від-

мінністю характеризується динаміка ялиці. Її біомаса є меншою, ніж на контролі (рис. 7).

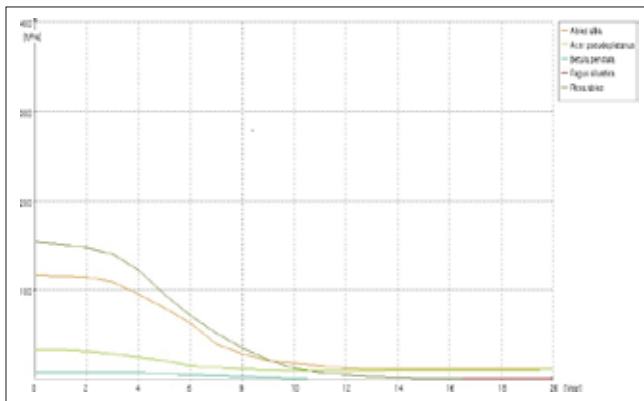


Рис. 7. Зміна біомаси за видами за 20 років (сценарій «тепло-сухо»)

Загальна біомаса подібно до контролю стрімко зменшується від 310 т/га до 40 т/га вже на 10-й рік прогнозу. Однак, на відміну від сценарію «контроль», її показник до кінця прогнозу становить менше 40 т/га (рис. 8).

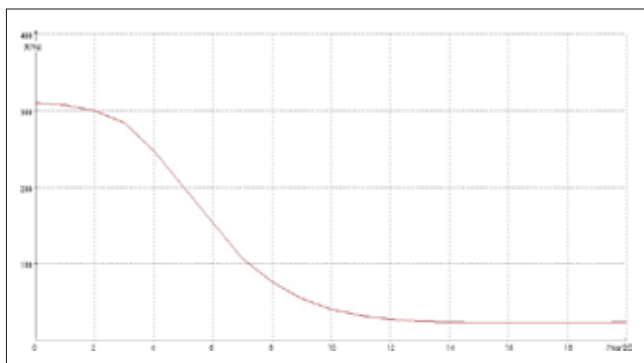


Рис. 8. Загальна зміна біомаси за 20 років (сценарій «тепло-сухо»)

Прогноз динаміки на 50 років виконано за аналогічними сценаріями («контроль» та «тепло-сухо») до попереднього (20-річного). Біомаса за видами, починаючи з другого року прогнозу, починає знижуватись (рис. 9). Особливо для ялини та ялиці цей показник зменшується на 8-10-й роки прогнозу – від 150 до 40 т/га для ялини та від 110 до 55 т/га для ялиці. До кінця прогнозу біомаса ялиці плавно зростає до 90 т/га, а ялини від 10-го до 50-го року залишається на рівні 40 т/га. Для клена-явора зміна біомаси впродовж всього періоду є незначною і коливається від 30 до 20 т/га. Біомаса берези та бука становить менше 5 т/га впродовж всього прогнозу.

Зміна чисельності дерев за видами така: ялиця за 10 років збільшує свою участь від 40 до 60%, а наприкінці прогнозу цей показник наближається до 75%; частка клена-явора за весь період прогнозу зменшилась приблизно на 3%; береза до 10 року випадає зі складу деревостану. Чисельність бука з другого року повільно, але постійно збільшується (до 20%) наприкінці прогнозу (рис. 10). Чисельність ялини поступово знижується: на початку про-

гнозу вона становить 50%, у десятому році – менше 30, а у 50-му році прогнозу – менше 20%.

Загальна біомаса після другого року прогнозу різко знижується – від 310 до 100 т/га, а від 12-го року до кінця прогнозу спостерігається її поступове збільшення – до 150 т/га (рис. 11).

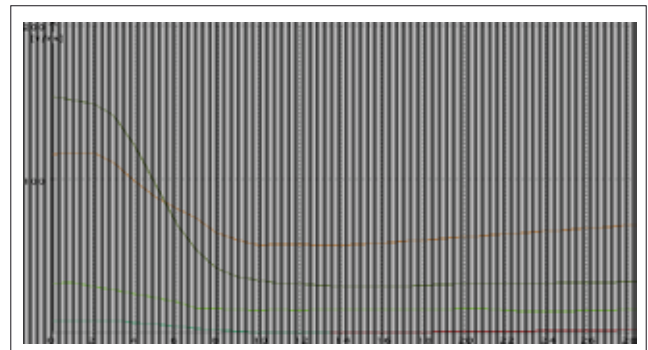


Рис. 9. Біомаса за видами у т/га на контролі за 50 років

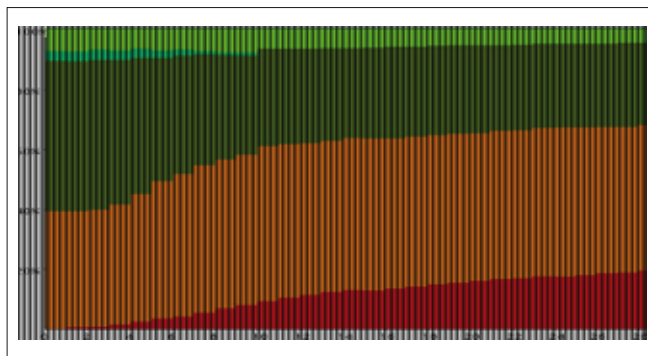


Рис. 10. Зміна частки дерев за їх кількістю і видами на контролі за 50 років

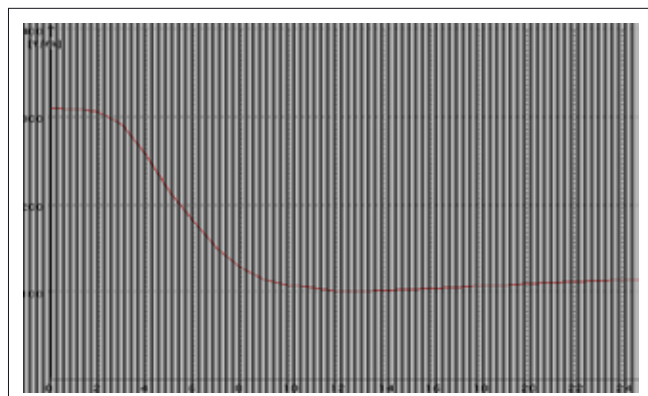


Рис. 11. Зміна загальної біомаси на контролі за 50 років

За рис. 12 (сценарій «тепло-сухо») біомаса за видами, починаючи так само як на контрольному сценарії, знижується в перші 10 років прогнозу. Помітною відмінністю є те, що біомаса усіх деревних видів після 10-го року залишається незначною – на рівні 10-20 т/га.

Чисельність дерев (сценарій «тепло-сухо») за видами змінюється так: ялиця за 10 років прогнозу збільшує свою участь від 40 до 80%, а до кінця прогнозу – 85% (рис. 13). Кількість клена-явора за

весь період прогнозу коливалась на рівні 8-15%, а на кінець прогнозу становить 10%. Береза до 10 року випадає зі складу деревостану, а чисельність бука після другого року прогнозу повільно, але постійно збільшується до 35% на 50-й рік прогнозу. Кількість ялини стрімко зменшується до 10 року – від 50% на початку до 10% на 12-й рік прогнозу. Після цього її частка у складі деревостану становить менше 8%.

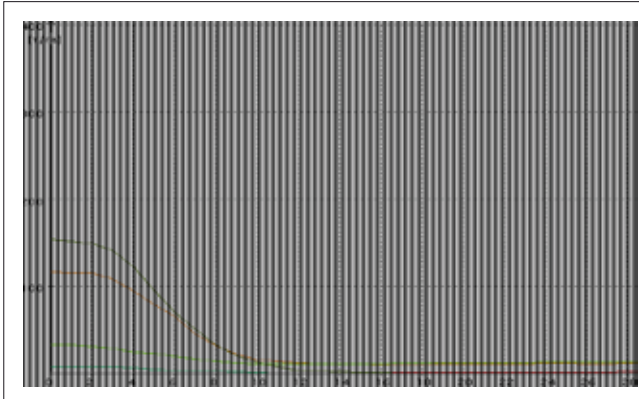


Рис. 12. Зміна біомаси за видами за 50 років (сценарій «тепло-сухо»)

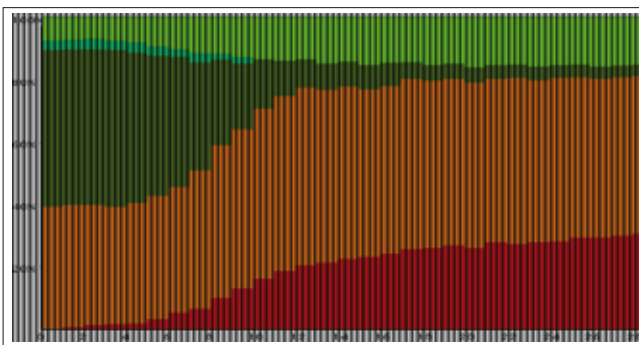


Рис. 13. Зміна частки дерев за їх кількістю і видами за 50 років (сценарій «тепло-сухо»)

Загальна біомаса за сценарієм «тепло-сухо» подібно до контрольного різко зменшується (рис. 14). До 10-го року вона спадає до 25 т/га, після чого характерним є її незначне зростання і наприкінці прогнозу становить 40 т/га.

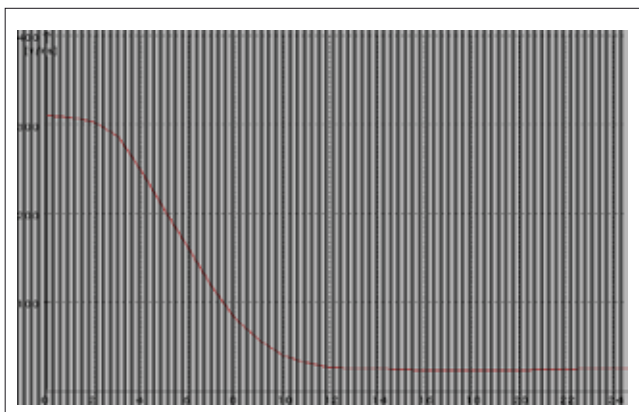


Рис. 14. Зміна загальної біомаси (сценарій «тепло-сухо»)

Прогноз динаміки деревостану на 50 років виконано з підсадкою дерев за сценаріями «контроль» та «тепло-сухо». Наступним завданням з відновлення корінного деревостану на місці всихаючого ялинового деревостану була підсадка ялиці, ялини та бука. Садіння виконували за схемою 2 м між рядами та 1 м між саджанцями. В один ряд висаджували ялицю, у другий – ялину, а у третій, з аналогічною послідовністю до попередніх, бук. Усього висаджено 325 дерев на площі 25×25 м. Візуалізація, маючи певні обмеження у програмі, відтворює зображення саджанців та є дещо відмінною від реальної, але це не впливає на дію програми та результати прогнозу на 50 років (рис. 15, 16).



Рис. 15. Схема посадки ялини, ялиці та бука

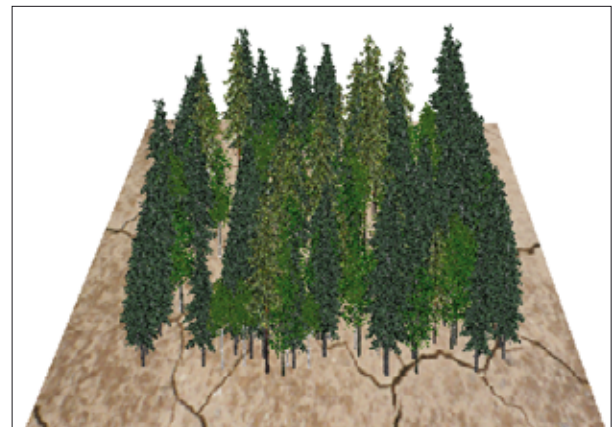


Рис. 16. Загальний вигляд площі через 50 років прогнозу на контролі

Біомаса за видами після 20-го року прогнозу поступово збільшується (рис. 17). Найактивніший ріст характерний для ялиці та бука. Наприкінці прогнозу їх біомаса становить 45 та 40 т/га відповідно. У три рази меншою є біомаса клена-явора (20 т/га) та ялини (16 т/га).

Чисельність дерев за видами змінюється так: добре помітним є збільшення кількості ялиці вже на 10-й рік прогнозу – від 33 до 75% (рис. 18). Надалі її чисельність дещо зменшується на користь інших видів і становить у 50-му році 65%; чисельність особин бука у 10-му році зменшується до

10% порівняно з 33% на початку прогнозу. Надалі до кінця прогнозу вона збільшується до 18%; чисельність ялини на 8-й рік прогнозу становить 15%, а в подальшому її участь до кінця прогнозування знижується до 10%; на 5-му році прогнозу у складі насадження природно з'являється клен-явір. Його участь впродовж усього подальшого періоду прогнозування становить близько 12%.

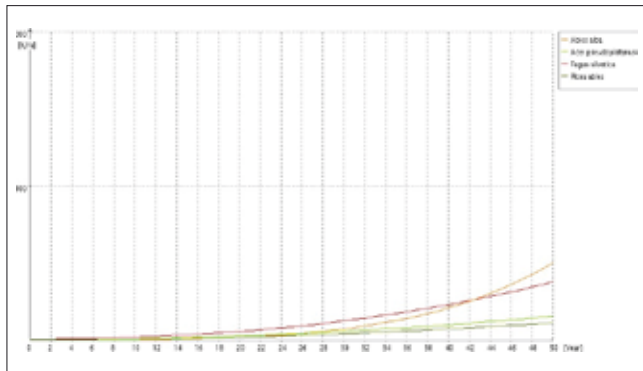


Рис. 17. Зміна біомаси за видами на контролі за 50 років

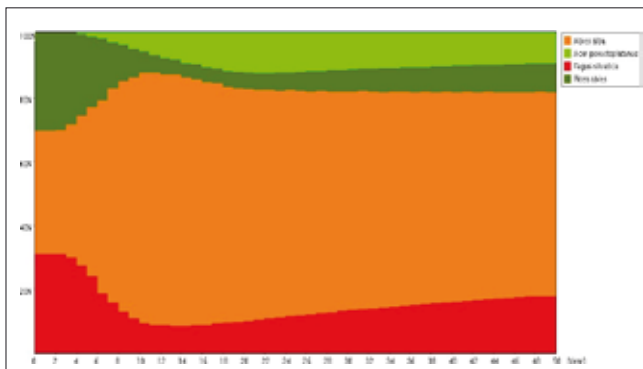


Рис. 18. Зміна частки дерев за їх кількістю і видами на контролі за 50 років

Загальна біомаса на контролі насадження плавно зростає і збільшується після 25-го року до кінця прогнозу більш ніж у чотири рази – від 25 до 110 т/га (рис. 19).

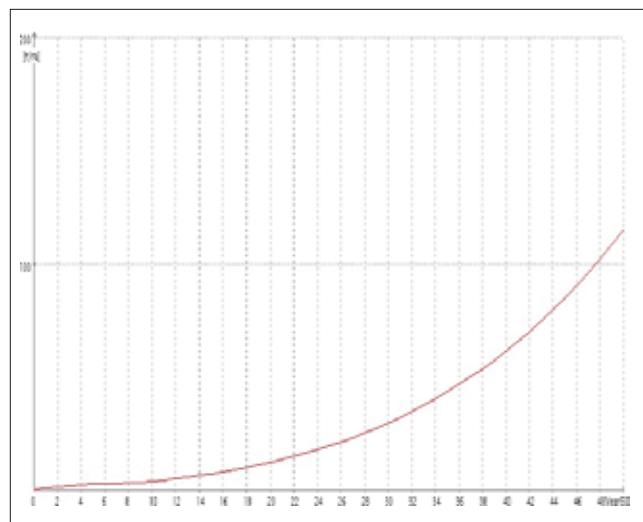


Рис. 19. Зміна загальної біомаси на контролі за 50 років

За здійсненим прогнозом, біомаса за видами після першого десятиріччя поступово збільшується (рис. 20). Найбільше її зростання характерне для бука – 40 т/га. За ним слідує клен-явір (20 т/га) та ялиця (15 т/га). У цьому сценарії біомаса ялини є дуже низькою і становить менше однієї т/га до 10-го року прогнозу.

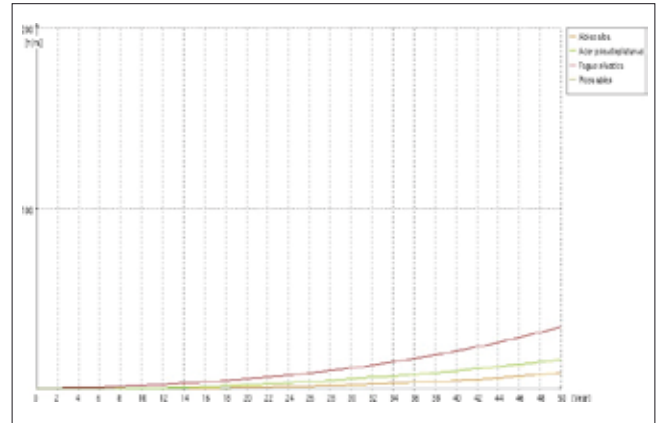


Рис. 20. Зміна біомаси за видами з підсадкою за 50 років (сценарій «тепло-сухо»)

Чисельність дерев за видами змінюється так: ялиця за весь період прогнозу коливається в межах 30-35%; чисельність особин бука незначно збільшилась і на кінець періоду становить 38%, а кількість ялини з 6-го року прогнозу стрімко знижується і до 25-го року займатиме 5% у складі насадження (рис. 21). Надалі до кінця прогнозу її частка зменшується до 3%. Як і у варіанті з контролем, на 5-му році прогнозу з'являється клен-явір, але на відміну від попереднього рисунку, його участь є значно більшою і становитиме 28% наприкінці прогнозу.

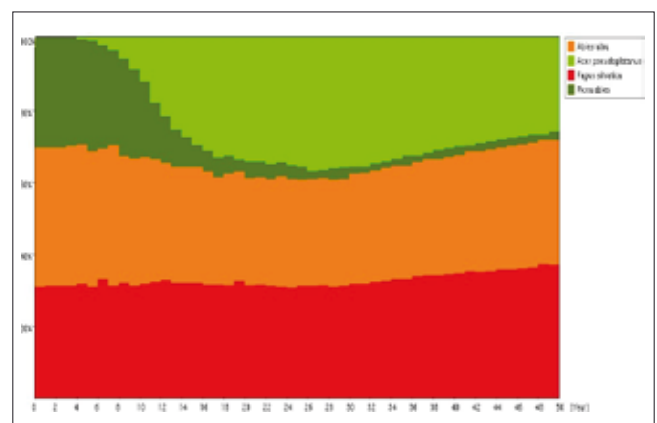


Рис. 21. Зміна частки видів з підсадкою за 50 років (сценарій «підсадка/«тепло-сухо»)

Висновки. Моделювання сценаріїв на 20- та 50-річний періоди показало різкий спад біомаси деревостану у першому десятиріччі. Особливо чутливо на зміну кліматичних умов реагує ялина. Її частка та біомаса в двох сценаріях зменшується на користь ялиці, бука та клена-явора, які характеризуються значно кращою адаптацією до тепліших та сухіших умов на наступні десятиліття. Підсадка

трьох ключових видів за двох кліматичних варіантів на 50-річний період показала збільшення біомаси ялиці та бука. Особливо активним приростом за теплішого та сухішого сценарію характеризуються бук, ялиця та клен-явір. Загалом по деревостану приріст біомаси стабільніший за умови відсутності будь-яких кліматичних змін.

Вдосконалення моделі FORKOME дає підставу стверджувати про можливість і доцільність опрацювання прогнозних передбачень розвитку всихаючих та з ознаками всихання ялинових деревостанів. Наукові пошуки ґрунтуються на потребі наявності більш ранніх попереджень про загрози лісових екосистем, щоб мінімізувати витрати на їх відновлення. Отже, можна зробити висновок про актуальність і необхідність досліджень сучасного санітарного стану ялиників та розроблення їх прогнозування з використанням імітаційних комп'ютерних програм.

Бібліографічні посилання

- Botkin D. B., Janak F. J., & Wallis, J. R. (1972). Some ecological consequences of computer model of forest growth. *J. Ecol.*, 60, 649-873.
- Hong, S. He., David, J., Mladenoff T., & Crow R. (1999). Linking an ecosystem model and a landscape model to study forest species response to climate warming. *Ecological Modelling*, 114, 213-233.
- Kozak I., & Menshutkin V. (2000). Possibilities of application of computer modelling for prediction of tree stand succession dynamics on the example of fir and beech tree stand in the Bieszczady Mountains. *Forestry*, 3, 113-122 (in Polish).
- Kozak I., Czekańska P., Kozak H., Stepień A., & Kociuba P. (2013). Modeling the dynamics of pine stands in Poland and the Ukrainian part of the Roztochya in the condition of climate change. *Lesne Prace Badawcze*, 74(3), 215-226 (in Polish).
- Kozak I. I., & Parpan V. I. (2006). *Forkome ecological forest computer model*. Ivano-Frankivsk: TSIT PNU (in Ukrainian).
- Szumacher I. (2011). Funkcje terenów zieleni miejskiej a świadczenia ekosystemów. *Prace i Studia Geograficzne*, 46, 169-176 (in Polish).

Прогнозирование динамики усыхания ельников Карпатского региона с помощью компьютерной модели FORKOME

Т. В. Парпан¹, И. И. Козак², О. М. Ткачук³

Применение на сегодняшний день компьютерных моделей в экологии дает возможность прогнозировать поведение сложных систем, к которым относятся лесные экосистемы. Принимая во внимание специфические условия лесов, анализ их динамики требует использования имитационных компьютерных моделей. Существуют чисто лесные (growth-yield) модели и экологические (gap) модели, которые развивались независимо в течение длительного периода и взаимно дополнялись.

Лесные модели сосредоточены на анализе древесной продукции и не принимали во внимание аспекты изменений лесной среды. Другие экологические модели, которые также часто называют моделями процессов, учитывают изменения лесной среды в прогностических имитациях. Примененная в нашем исследовании модель FORKOME содержит элементы лесных и экологических подходов и была специально разработана для условий Польши и Украины. Это оригинальная компьютерная модель, которая дает возможность прогнозировать возможные изменения в лесах и создана как информационно-прогностическая система, имеющая широкое научное, практическое и познавательное значение.

Прогноз усыхания на основании последней версии имитационной компьютерной модели FORKOME позволил оценить результаты моделирования по биоклиматическим влияниям на появление, выживание, рост и гибель особей ели и других древесных видов. Моделирование проведено на основе результатов одиарной симуляции и статистически усредненного прогноза из 20 симуляций («Monte Carlo») с целью показа тенденции изменений и их соответствия с одиарными симуляциями.

Прогноз динамики древостоя проведен на 20- и 50-летний периоды. В двух случаях моделирование осуществлялось со сценариями «контроль» и «тепло-сухо», как наиболее достоверного к ре-

¹ Парпан Тарас Васильевич – член-корреспондент Лесной академии наук Украины, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Украинский научно-исследовательский институт горного лесоводства им. П. С. Пастернака, г. Ивано-Франковск, 76018 Украина. Тел.: + 38-050-690-08-13. E-mail: tarasparpan@gmail.com

² Козак Игорь Иванович – профессор, доктор биологических наук, руководитель кафедры ландшафтной экологии, Люблинский католический университет им. Иоанна Павла II, м. Люблин, Польша. Тел.: +48-814-45-45-31. E-mail: kozakigor58@gmail.com

³ Ткачук Оксана Михайловна – кандидат сельскохозяйственных наук, младший научный сотрудник лаборатории экологии и защиты леса. Украинский научно-исследовательский институт горного лесоводства им. П. С. Пастернака. г. Ивано-Франковск, 76018 Украина. Тел.: + 38-096-957-20-98. E-mail: tkachyk.oksana1988@gmail.com

альным климатических изменениям за последние два десятилетия. Кроме того, проведено моделирование подсадки древесных видов также по сценариям «контроль» и «тепло-сухо» на 50 лет. Обнаружено, что динамика древостоя на 20-летний и 50-летний периоды в контрольном варианте и сценарии «тепло-сухо» аналогична и характеризуется стремительным снижением в первом десятилетии биомассы как следствие выпадения из состава насаждения на разных возрастных стадиях ели и в меньшем количестве – перестойных особей пихты. Установлено, что в контрольном сценарии с подсадкой пихты, ели и бука наиболее активный рост биомассы в течение 50-летнего прогноза показали пихта и бук. Достаточно чутко на потепление и уменьшение осадков отреагировала ель, которая практически выпадает на посаженном участке уже в начале прогноза. Общая биомасса насаждения на контроле в течение 50-летнего прогноза увеличивается более интенсивно по сравнению с сухими и теплыми погодными условиями, при которых она почти в 2 раза меньше в конце прогнозного периода.

Результаты нашего исследования подтверждены полевыми исследованиями и литературными данными, что отображает надежность прогнозов, полученных при использовании компьютерной модели FORKOME. Такие исследования необходимы для рационального ведения лесного хозяйства и принятия соответствующих стратегий развития леса.

Ключевые слова: прогноз динамики; биомасса; рост; контроль; «тепло-сухо»; подсадка; реакция на потепление, численность видов.

Forecasting dynamics of drying out of spruce stands in the Carpathian region using the computer model FORKOME

T. Parpan¹, I. Kozak², O. Tkachuk³

Today, The use of computer models in ecology allows us to predict the behavior of complex systems, which include forest ecosystems. Taking into account the specific conditions of forests, the analysis of their

dynamics requires the use of simulated computer models. There are purely forest (growth-yield) models and ecological (gap) models, which developed independently over a long period and were mutually complementary.

Forest models focus on the analysis of wood products and did not take into account aspects of changes in the forest environment changes. Other ecological models, which are also often called process models, take into account changes in the forest environment in prognostic imitations. The FORKOME model that is presented in the article contains elements of forest and ecological approaches and was specially developed for the conditions of Poland and Ukrainian Carpathians. This is an original computer model that allowing to predict possible changes in forests and is developed created as an information and prognostic system of broad scientific, practical and cognitive importance.

Forecast of drying based on the latest version of the imitation computer model FORKOME allowed to evaluate the results of modeling regarding bioclimatic effects on the appearance, survival, growth and death of spruce and other tree species. The modeling was performed on the basis of a single simulation results and statistically averaged forecast of 20 simulations («Monte Carlo») in order to show the tendency of changes and their correspondence with single simulations.

The forecast of the woodland dynamics was conducted at the 20th and 50th anniversary period. In two cases, simulations were performed with «control» and «warm-dry» scenarios, as the most reliable for real climate change over the past two decades. In addition, simulation of tree species was also conducted in the «control» and «warm-dry» scenarios for 50 years.

It has been revealed that the dynamics of the tree stand dynamics at the 20-year and 50-year periods in the control and heat-dry scenarios is similar and is characterized by a rapid decrease of biomass in the first decade as a result of fir disappearing from the planting composition at different age stages and in a smaller number of overflows fir species. It was revealed that in the control scenario with fir, spruce and beech the most active biomass growth during the 50-year forecast was shown by fir and beech. The spruce reacted relatively sensitively to the warming and decrease of rainfall, which practically disappeared on the planted area at the beginning of the forecast. The total planting biomass on the control during the 50-year forecast increases more intensively comparing to the dry and warmer weather conditions, where it is almost two times lower at the end of the forecast period.

The results of the study article are confirmed by field research and literature data, which reflects the reliability of forecasts obtained using the FORKOME computer model. Such studies researches are essential for sustainable forest management and the adoption of appropriate forest development strategies.

Key words: dynamics forecast; biomass; growth; control; «warm-dry»; subplantation; reaction to warming, number of species.

¹ Taras Parpan – Corresponding Member of the Forestry Academy of Ukraine, Candidate in Biological sciences, Senior Researcher, Ukrainian Research Institute of Mountain Forestry named after P. S. Pasternak, Ivano-Frankivsk, 76018, Ukraine. Tel.: +38-050-690-08-13. E-mail: tarasparpan@gmail.com

² Ihor Kozak – Professor, Doctor of Biological Sciences, Head of the Department of Landscape Ecology, The John Paul II Catholic University of Lublin, Lublin, Poland. Tel.: +48-814-45-45-31. E-mail: kozakihor58@gmail.com

³ Oksana Tkachuk – Candidate of Agricultural Sciences, Junior Researcher of the laboratory of ecology and forest protection. Ukrainian Research Institute of Mountain Forestry named after P. S. Pasternak, Ivano-Frankivsk, 76018, Ukraine. Tel.: +38-096-957-20-98. E-mail: tkachyk.oksana1988@gmail.com



Наукові праці Лісівничої академії наук України
Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine

<http://fasu.nltu.edu.ua>
<https://doi.org/10.15421/411830>
Article received 2018.08.20
Article accepted 2018.10.25

ISSN 1991-606X print
ISSN 2616-5015 online
@ ✉ Correspondence author
Stepan Stojko
stepan.stojko@gmail.com

Konovalets st., 97/14, Lviv, 79057, Ukraine

УДК 574/458 + 577.4; 577.486

Екологія, ценотична гетерогенність формації бука лісового в Україні та збереження пралісових екосистем

С. М. Стойко^{1,2}

В Україні у гумідному кліматі Карпат існують оптимальні екологічні умови для зростання букових лісів, а на Поділлі – на східноєвропейській межі ареалу в сухішому кліматі – вони поширені лише локально. Подано екологічну оцінку фізико-географічних регіонів Карпат, Розточчя, Опілля, Поділля, в яких поширені монодомінантні й мішані бучини та встановлено їхню фітоценотичну різноманітність. З'ясовано роль антропогенних чинників, які є причиною зменшення їхньої площі. Подано перелік масивів природних бучин у Карпатах, внесених МАБ ЮНЕСКО до Списку об'єктів світової природної спадщини. Обґрунтовано науково-природниче й екомодельне лісівниче значення букових та інших пралісових екосистем

Відзначено, що пралісові фітоценози мають модельне значення для обґрунтування системи вирощування лісів, близьких за ценотичною структурою до природних екосистем та вибіркового лісочористування. Така система дає змогу усунути суперечності між екологічними вимогами щодо збереження постійності лісів та економічними потребами використання лісових ресурсів.

Наголошено, що пралісові екосистеми відзначаються біологічним різноманіттям. З їх осередків можлива міграція аборигенних видів флори й фауни у трансформовані прилеглі ліси та луки, що сприятиме покращенню їх ценотичної стабільності. У пралісових фітоценозах нагромадилася багата інформація про спонтанний розвиток лісів, їх природну вікову й ценотичну структуру. Тому праліси мають винятково важливе значення для дослідження лісотвірного процесу та функціонування екологічно стабільних екосистем.

У Карпатському біосферному заповіднику, в Національних природних парках «Зачарований край» та «Ужанський» представлена вся фітоценотична різноманітність монодомінантних й полідомінантних букових лісів країн Західної Європи. Вони мають важливе значення для обґрунтування екологічних засад відновлення бучин та ведення лісового господарства на природних засадах. Потрібно приділити належну увагу їх збереженню, дослідженню та впровадженню результатів у покращання екологічного стану лісів формації бучин.

Ключові слова: охорона природи; фітоценотична різноманітність; праліс; квазі-праліс; клімаксова екосистема.

Вступ. Деревина бука в минулому не мала промислового значення й використовувалась здебільшого для опалення житлових будинків. Тому збереженню букових лісів не приділяли належної уваги. У гірській місцевості Карпат, де було мало придатних для землеробства земельних угідь, на родючих під буковими лісами буроземних ґрунтах

вирощували картоплю, кукурудзу й інші сільськогосподарські культури, що було вигідно з економічних міркувань. З розвитком промисловості, для якої було потрібно багато деревини хвойних порід, букові ліси трансформували в монокультури ялини. Упродовж останніх двох століть в Карпатах площа букових лісів зменшилася на 272 тис. га, а ялино-

¹ Стойко Степан Михайлович – професор, доктор біологічних наук, доктор honoris causa Зволеньського технічного університету (Словаччина) та Львівського державного університету безпеки життєдіяльності (Україна), вул. Коновальця, 97, м. Львів, 79057, Україна. Тел.: +38-098-314-35-91. E-mail: stepan.stojko@gmail.com

² Автор цієї наукової статті 14 березня 2018 року відсвяткував своє 98-річчя

вих монокультур – збільшилася на 325 тис. га. Широкомасштабна трансформація у територіальній структурі природних лісів негативно позначилася на екологічному балансі довкілля та біологічному різноманітті природної флори. Рідкісними стали численні види фауни, трофічно залежні від букових лісів. Тому їхнє збереження сприятиме збереженню біорізноманітності.

Фізико-географічні регіони поширення формації бука лісового. Бук лісовий як мезофітний вид охоплює велику територію у країнах Західної та Центральної Європи, де проявляється вплив атлантичного клімату. Головні причини обмеженого поширення букових лісів – континентальність клімату, недостатня кількість опадів, низька температура в зимовий період. Коли, за даними кліматологів, у Карпатах в лютому 1928 р. температура знизилася в Закарпатті до -42°C , в багатьох місцях на стовбурах буків виникли морозобоїни, які стали причиною розвитку грибних захворювань і зниження якості деревини.

Територія України цікава для дослідження формації бучин, оскільки в помірному й гумідному кліматі Карпат існують оптимальні для букових лісів екологічні умови, а на Поділлі, в Хмельницькій області, проходить східноєвропейська межа ареалу бука лісового. Дослідженню букових лісів в Україні присвячені праці багатьох учених (Molotkov, 1962, Parpan, Stojko, & Parpan, 2013, Parpan, 1994, Miklush, 2011, Cherniavsky, 2000). Вони мають важливе значення для оптимізації ведення лісового господарства в букових лісах та раціонального використання їхніх ресурсів. Результати досліджень

формації бука в сусідній Словацькій республіці опубліковано в монографії професора Ш. Корпеля «*Праліси Словаччини*», перевиданій у Федеративній Республіці Німеччини (Korpel, 1989). Автор слушно констатував, що завдяки авторегуляційній здатності пралісові екосистеми краще можуть подолати стихійні й антропогенні зміни у природній структурі екосистем, ніж ліси культурного походження. Тому вони є природними еталонами для ренатуралізації трансформованих деревостанів й формування екологічно стабільних лісів. У букових лісах Карпат упродовж останніх двох століть відбулися значні територіальні та ценотичні зміни, які позначилися й на збідненні їхньої біологічної різноманітності та екологічній стабільності. Однак дослідженню цих питань та збереженню природних лісів не приділено належної уваги.

В Україні букові ліси стали поширюватися у пізньому голоцені (чотири тис. років тому) в умовах сприятливого для них вологого клімату. Поступово відбувалася природна сукцесія дубових лісів з дубів звичайного й скельного в бучини, а в гірських районах – ялинових лісів у бучини. Так сформувався широкий пояс природних букових лісів, середня висота яких в Закарпатті сягає 1280 м н.р.м., а максимальну спостережено в Свидовецькому гірському масиві – 1380 м н.р.м. Пояс суцільних ялинових лісів зберігся лише в холодному кліматі Чорногірського масиву, Мармароського Попа Івана та Горган.

У сучасний період можна виділити три фізико-географічні регіони природного поширення бучин, які відрізняються їх ценотичним різноманіттям – Карпати, Розточчя й Опілля, Поділля (табл. 1).

Таблиця 1

Екологічні умови поширення бучин у різних фізико-географічних регіонах

Екологічні умови	Регіони				
	Карпати		Розточчя й Опілля	Поділля	
	південний макросхил	північний макросхил		західне	східне
Характер поширення	суцільне	суцільне	диз'юнктивне	острівні локалітети	східна межа поширення
Середня висота н.р.м., м	400-1280 (1380)	600-1000	300-350	300-350	300-350
Амплітуда температур (I-VII місяці), $^{\circ}\text{C}$	21.7-22.2	21.3-22.4	24.2	24.2	25
Абсолютний річний мінімум температури, $^{\circ}\text{C}$	-28	-25	-25	-32	-32.2
Річна кількість опадів, мм	1205	1407	881-660	610	540
Характер лісових екосистем	монодомінантні, полідомінантні	монодомінантні, полідомінантні	полідомінантні	полідомінантні	полідомінантні

Бук лісовий – тіньовитривала деревна порода, й тому в оптимальних екологічних умовах Карпат є потужним едифікатором. Його підріст може існувати під наметом лісу 50-60 років, а після повного освітлення може продовжувати нормально

розвиватись. Тому складно встановити вік дерев за ознаками їхніх діаметрів. Залежно від екологічних умов, бук формує в згаданих екорегіонах як монодомінантні, так і полідомінантні (мішані) фітоценози.

У Закарпатті на південному макросхилі вулканічної гряди в минулому суцільний висотний пояс утворювали дубово-букові ліси з дуба скельного (*Querceto-petraeae – Fagetum*). Починаючи з XVII ст., на теплих схилах почали культивувати сади й виноградники, тому на сьогодні залишилися тільки рештки цих природних лісів в Ужгородському, Свалявському, Виноградівському державних лісових господарствах. Монодомінантні бучини збереглися в Національних природних парках – Ужанському, Зачарований край, в Угольсько-Широколужанському масиві Карпатського біосферного заповідника. На вапнякових схилах Великої Угольки локально поширені угруповання рідкісних тисових (*Taxoso-Fagetum*), липових (*Tilieto platyphylli – Fagetum*), грабових (*Carpineto-Fagetum*) бучин. Локалітети тисових бучин виявлено також на карбонатних породах на лівобережжі Білого потоку в Діловецькому заповідному лісництві, у Княж-дворі на Івано-Франківщині, в околицях Чернівців на Буковині. Для їх збереження створено лісові заказники.

У Бескидах, вище від межі букових лісів, раніше був сформований висотний пояс ялицево-букових та буково-ялицевих лісів (*Abieto-Fagetum, Fageto-Abietum*). Унаслідок вирубування ялиці ці мішані ліси поступово трансформувалися у монодомінантні бучини. Полідомінантні ялицево-букові ліси трапляються фрагментарно в Ужанському НПП.

За характером кліматичних умов північний меґасхил Карпат, який знаходиться під впливом клімату Балтійського моря та руської платформи, відрізняється від південного, що проявляється й на висотній поясності лісових формацій. Певне значення має й висота над рівнем моря Передкарпаття, яка коливається в межах 300-350 м н.р.м. Тому на Івано-Франківщині немає поясу буково-дубових лісів з дуба скельного. Його фрагменти збереглися в теплішому кліматі на Буковині – в околицях Чернівців.

На Львівщині в Національному природному парку «Сколівські Бескиди» поширені природні букові ліси та фрагменти ялицевих бучин, які мають значення для збереження популяцій зубра. На Розточчі й Опіллі локально поширені полідомінантні бучини. На піщаних ґрунтах Розточчя збереглася рідкісна для України субформація сосново-букових лісів (*Pineto-Fagetum sylvaticae*). Бук лісовий, завдяки багатому на зольні речовини відпаду, має меліоративне значення. Тому соснові суббучини відзначаються високою продуктивністю. Зростання бука на піщаних ґрунтах Розточчя свідчить про можливість його культивування в соснових лісах Полісся як меліоративної породи.

Бук лісовий – монтанна деревна порода. На підвищених формах рельєфу Опілля збереглися фрагменти грабово-букових (*Carpineto-Fagetum*) та грабово-дубово-букових (*Carpineto-Querceto roboris-Fagetum*) лісів.

З фітогеографічного й екологічного погляду, цікавим є локалітет букових лісів у Хмельницькій області (49°10' 41" північної широти й 26°14' 51"схід-

ної довжини). Для збереження популяцій бука та рідкісних рослин, занесених до Червоної книги, в 1977 р. у Сатанівському лісництві Ярмолинецького держлісгоспу було створено на площі 250 га ботанічний заказник «Сатанівська дача». Згідно з Постановою Ради Міністрів Української РСР від 7 січня 1985 р., на його базі було створено на площі 1778 га Сатанівський лісовий заказник загальнодержавного значення. У заказнику поширені природні грабово-букові (*Carpineto-Fagetum*) та дубово-букові (*Querceto roboris – Fagetum*) деревостани віком 100-150 років (рис. 1).



Рис. 1. Загальний вигляд Сатанівського заказника природних букових лісів у Сатанівському лісництві Хмельницької області (фото із архіву лісництва)

У географічно ізолюваному заказнику добре збереглася подільська популяція бука лісового. Вона цікава з погляду дослідження еколого-біологічних властивостей бука на східноєвропейській межі ареалу, а також як лісонасінний об'єкт для створення культур бука на прилеглих територіях.

В Україні у згаданих вище фізико-географічних регіонах, залежно від ґрунтово-кліматичних умов, сформувалися дві ценотичні категорії лісів – монодомінантні та полідомінантні (мішані) бучини. Серед монодомінантних бучин на особливу увагу заслуговують «клімаксові екосистеми». Поняття «клімаксу» рослинних формацій обґрунтував американський біолог Clements (1936) й воно широко вживається в англomовній фітоценотичній літературі. Клімакс – заключна, стабільна стадія у тривалому процесі філоценогенезу рослинних угруповань. Найважливіша властивість клімаксових екосистем – стабільне існування й функціонування без небезпеки сукцесії з боку прилеглих до них інших екосистем.

В Українських Карпатах до клімаксових бучин можна віднести монодомінантні екосистеми, сформовані в оптимальних для бука кліматичних й едафічних умовах у межах висот 600-900 м н.р.м. на теренах Угольсько-Широколужанського масиву Карпатського біосферного заповідника та Національних природних парків – «Ужанський» і «Зачарований край». У клімаксових бучинах переважаючою є бучина зубницева (*Dentario-Fagetum*), яка

відзначається високою повнотою деревостану, грубою, слабо розкладеною підстилкою з характерних неморальних видів (рис. 2).



Рис. 2. Клімаксова бучина (*Dentario-Fagetum*) в Ужанському національному природному парку. На передньому плані сенільний стовбур бука (фото автора)

Клімаксові бучини – монодомінантні, високоповнотні, різновікові, стійкі проти сукцесії. При відмиранні сенільних стовбурів їх екологічні ніші займають стовбури молодші, в яких продовжується приріст фітомаси. Тому в клімаксових екосистемах зберігається стабільний запас деревини. Дослідженню ценотичної структури клімаксових бучин в Широколужанському заповідному масиві присвячено низку наукових публікацій (Zlatnik, 1938, Stoyko et al. 1982, Stoyko, 1992, Stoyko, 1998, Shparyk, 2011, Shparik, Berkela, & Pavlyuk, 2016). Клімаксові бучини мають екомодельне значення для обґрунтування екологічних засад сталого лісового господарства в монодомінантних бучинах.

У Карпатах, у формації бучин своєрідною ценотичною й морфологічною категорією є *букове криволісся*, яке трапляється на висотній межі їх поширення (рис. 3). Воно утворюється за низьких температур, а отже, при скороченому вегетаційному періоді. Певне значення має також *анемо-орографічний чинник* – вплив холодних вітрів на верхній межі лісу. Унаслідок тривалого випасу худоби криволісся поступово зникало. Тепер воно збереглося лише на вершині гори Кременець в Ужанському НПП, на верхній межі бучин у Національному природному парку «Зачарований край», в субальпійському поясі Богданського лісництва в Чорногорі.

Характерні компоненти криволісся – явір (*Acer pseudoplatanus*), горобина (*Sorbus aucuparia*), черемха (*Prunus padus*). У трав'яному вкритті переважають ожика гайова (*Luzula nemorosa*), плавун булавовидний (*Lycopodium clavatum*) й інші мезотрофні види. Криволісся бука, сосни гірської, зеленої вільхи, ялівцю сибірського мають захисне значення в лавинонебезпечних місцевостях.

Ліси, порівняно з іншими рослинними формаціями, відзначаються довготривалим періодом існування. У букових лісах, а також в інших лісових формаціях, важливе екологічне значення мають

пралісові екосистеми. Упродовж філоценогенезу в них виробилась природна здатність до самовідновлення, саморегуляції (регуляції ценотичної структури), самозахисту від біологічних шкідників. Тому праліси функціонують як екологічно стабільні екосистеми. На відміну від культурних фітоценозів, у пралісах не розриваються функціональні зв'язки між автотрофним і гетеротрофним компонентами й педосферою. Характерною їхньою ознакою є наявність послідовних вікових ценотичних груп – *ювенільної, віргінільної, іматурної, сенільної, групи розпаду фітоценозу*. Локальні екологічні ніші в місцях розпаду пралісу займають ювенільні (підріст), віргінільні (жердняки) та особини інших ярусів. Тому пралісові екосистеми не старіють, у них залишається постійний запас деревини.



Рис. 3. Криволісся бука лісового (*Fagetum vaccinosum myrtilli humile*) віком понад 120 років, на висоті 1200 м н.р.м. на горі Кременець в Ужанському НПП (фото автора)

Беручи до уваги характерні ценотичні ознаки пралісу, можна дати таке його визначення: *праліс – це сформована упродовж філоценогенезу екосистема, в якій представлені усі вікові групи – від ювенільної до групи розпаду ценозу, взаємозв'язки між автотрофним і гетеротрофним блоками та педосферою, й тому він функціонує як саморегульована екосистема*.

Букові ліси Карпат, на відміну від ялинових, розташовані в густозаселеній місцевості, в якій розгалужена мережа лісових доріг, рекреація, розвинена туристична галузь впливають на їхній природний стан. Тому, залежно від такого стану, варто розглядати дві категорії пралісових екосистем – справжні праліси та умовні праліси (*квазі-праліси*). На підставі порівняльних досліджень природного стану гірських лісів у Карпатах подано найважливіші ценотичні критерії їх визначення в натурі (табл. 2).

Оцінювання природного стану пралісів потрібно здійснювати за наведеними у таблиці критеріями та застосовувати заходи щодо усунення негативного антропогенного впливу на них.

Антропогенні причини зменшення площі букових лісів. Площа букових лісів в Україні й інших країнах Європи зменшувалася унаслідок різного виду антропогенного впливу. У середньовіччі,

після завезення з Південної Америки на наш континент картоплі й соняшнику, ці важливі для населення сільськогосподарські культури після рубання та викорчовування букових лісів стали вирощувати на родючих буроземних ґрунтах, що з економічних міркувань було вигідним. У багатьох місцях, в яких у болотній руді були поклади заліза, для його добування використовували висококалорійну деревину бука. На Закарпатті в гірському селі Тур'я-Ремета у 1872-1873 рр. щороку спалювали до 15 тис. м³ букової деревини (Delehan, 2005).

Деревину бука в другій половині XVIII ст. використовували також для виготовлення поташу,

який експортували на закордонні ринки. За даними історика І. Шульги, на Сваліявщині у 1896 р. було вироблено 7496 центнерів поташу-сирцю. У лісах Ужгородської лісової дирекції упродовж 1856-1886 рр. для вироблення поташу щороку використовували 50 м³ букової деревини.

Німецько-швейцарська лісопромислова компанія на початку XX ст. збудувала в Перечині та Великому Бичкові потужні лісохімічні заводи, в яких щороку переробляли на різні хімічні продукти 60-70 тис. м³ деревини бука. Оскільки бук не мав промислового значення, на його лісосіках створювали культури ялини як швидкорослої деревної породи.

Таблиця 2

Еколого-ценотичні критерії визначення в натурі пралісових екосистем

Еколого-ценотичний критерій	Категорії пралісів	
	пралісова екосистема	квази-пралісова екосистема
Наявність вікових категорій (ювенільної, віргінільної, іматурної, сенільної, фази розпаду)	забезпечена	забезпечена
Закономірний розподіл деревостану за ступенями товщини (за діаметром)	забезпечений	забезпечений
Природний стан педосфери та гумусного горизонту	забезпечений	можливі локальні зміни
Природне відмирання та гниття стовбурів	забезпечені	можливе локальне порушення
Відповідність природним умовам середовища аборигенної фауни	забезпечена	забезпечена
Здатність відновлення природного стану пралісу в разі його порушення	—	1-2 десятиліття

З початку XIX ст. у країнах Європи почала розвиватись паперова промисловість, для якої було потрібно багато хвойної деревини. Тому на місці зрубаних букових лісів створювали монокультури хвойних порід. За дослідженнями Golubets (1978), упродовж останніх двох століть площа букових лісів в Карпатах зменшилася на 272 тис. га, або на 40%. Адекватно зросла площа ялинових лісів – від 126 до 325 тис. га. Як виявилось згодом, за межами природного ареалу ялинники були ценотично нестабільними й почали всихати. Така масштабна зміна в лісових формаціях негативно позначилася на збідненні видового складу трофічно пов'язаних з ними видів хребетних тварин, був порушений гідрологічний режим гірських річок, що стало причиною частішого виникнення небезпечних повеней.

Враховуючи такі антропогенні зміни в гірських лісах, далекоглядні лісівники стали приділяти увагу збереженню природних бучин. В Австро-Угорській імперії угорські лісівники створили в 1913 р. у верхів'ї басейну Ужа два букові резервати. Чеський професор Zlatnik (1938) обґрунтував потребу розширення їхньої площі й провів у 1937 р. дослідження ценотичної структури пралісових екосистем. На Львівщині у 20-х роках XX ст. природолюб граф Дзедушицький у своєму маєтку в околицях с. Пеняки створив буковий резерват.

Масштабна трансформація букових лісів відбувалася і в інших країнах Західної Європи. На Лі-

совому конгресі ІОФРО в 1976 р. було створено спеціальну науково-дослідну групу вчених «Праліс» (*Urwald*), завдання якої полягало у виявленні та збереженні цінних у науково-природничому аспекті природних букових й інших лісів. У 1988 р. у Словаччині у Зволєнському інституті лісівництва та переробки деревини ІОФРО провела міжнародний симпозіум з проблем збереження букових лісів (*3 IUFRO Buchensymposium*). Його учасники констатували критичний екологічний стан формації бучин на континенті та потребу їхнього збереження. У 1992 р. в Іспанії у місті Памплони було проведено міжнародний конгрес щодо бука (*International Congress on beech*). У прийнятих на ньому рішеннях було констатовано, що сучасні кліматичні умови сприятливі для збільшення площі букових лісів, але вона обмежується внаслідок різних антропогенних дій. Відзначено, що букові ліси мають вагоме потенціальне значення як в економічній, так і в соціальній (рекреаційній) сферах. Тому потрібно приділити належну увагу дослідженню природного середовища в існуючих та потенційних районах зростання букових лісів. Рекомендовано проводити дослідження генетичних та фенотипічних варіантів бука з метою його генетичного покращення та створення генетичних банків плодів «*in situ*» та «*ex situ*». Потрібно продовжувати дослідження впливу антропогенних чинників на екосистеми букових лісів та обґрунтовувати заходи

їхнього відновлення. Ці рекомендації конгресу актуальні й для України.

Екологічні заходи збереження букових лісів. З огляду на значні територіальні та ценотичні зміни у бучинах Карпат, науковці стали приділяти належну увагу їхньому збереженню (Stoyko, 1988, Stoyko, 1992, Cherniavsky, 2000, Shparyk, 2011, Paşpan et al., 2013, Krynicky et al., 2014). На підставі вивчення різними дослідниками поширення букових лісів та їх природного стану на теренах Українських й Словацьких Карпат, науковці Карпатського біосферного заповідника спільно із словацькими вченими провели інвентаризацію старовікових бучин, визначили навколо них буферну зону й подали до комісії МАБ ЮНЕСКО номінацію для їх внесення до Списку світової природної спадщини (Нагор, 2011). До номінації внесено масиви букових лісів, які охороняються у природно-заповідному фонді (табл. 3).

Комітет МАБ ЮНЕСКО на 31-й сесії 2007 р. у Новій Зеландії ухвалив рішення про внесення Українсько-Словацької номінації «Букові праліси Карпат» до Списку об'єктів світової природної спадщини. У цьому Списку є 197 цінних у біогеографічному аспекті природних об'єктів та 31 об'єкт, цінний у культурному й природничому аспектах. У ньому зосереджені такі унікальні природні об'єкти, як

Ніагарський водоспад, Галапагоські острови, озеро Байкал, Єллоустонський національний парк та інші.

У країнах Західної Європи збереглися на обмеженій площі старовікові букові ліси. Лісівники Федеративної Республіки Німеччини, Австрії, Італії, Іспанії й інших країн подали до МАБ ЮНЕСКО номінацію внесення їх до Списку природних об'єктів світового значення. Комітет МАБ на черговому засіданні 7 липня 2017 р. у Кракові схвалив номінацію «Давні первинні ліси Карпат та інших регіонів Європи». Вона включає ядрову зону букових лісів площею 91 232,81 га та буферну зону – 254 769,75 га, разом – 346 002,56 га.

У згаданій номінації Україна посідає провідне місце за площею букових пралісів. У Карпатському біосферному заповіднику, в Національних природних парках «Зачарований край» та «Ужанський» представлена вся фітоценотична різноманітність монодомінантних й полідомінантних букових лісів країн Західної Європи. Вони мають важливе значення для обґрунтування екологічних засад відновлення бучин та ведення лісового господарства на природних засадах. Потрібно приділити належну увагу їх збереженню, дослідженню та впровадженню його результатів у покращання екологічного стану лісів формації бучин.

Таблиця 3

Розташування букових пралісів українсько-словацької номінації «Букові праліси Карпат»

№ з/п	Розташування букових пралісів	Гірський масив та його вершини	Заповідна зона, га	Буферна зона, га
1	Карпатський біосферний заповідник	Чорногірський	2476,8	12925,0
2	-/-	Угольсько-Широколужанський	11860,0	3301,0
3	-/-	Свидовецький	3030,5	5639,5
4	-/-	Мармароський	2243,6	6230,4
5	-/-	Кузій-Трибушанський	1369,6	3164,4
6	Ужанський національний природний парк	Стужиця, Ужок	2532,0	3615,0
7	Словацька республіка Національний парк «Полонини»	Стужиця, Буковські Верхи	2950,0	11300,0
8	Природоохоронна область «Пряшівщина»	Рожок	67,1	41,4
9	-/-	Вигорлат	2578,0	2413,0
10	-/-	Гавешова	171,3	63,99
	Разом		29278, 9	48692,7

Багатофункціональне значення букових та інших пралісів. Лісові формації – домінуючий тип рослинності на нашій планеті. Вони мали, мають й матимуть важливе значення в різних сферах життєдіяльності суспільства – економічній, екологічній, етнокультурній, соціальній. Сучасний техногенний вік відзначається активним процесом денатуралізації природних ландшафтів. У збереженні їх екологічного балансу, а отже, й нашого життєвого середовища, вагома роль належить природним лісам, які мають багатогранне науково-природниче, екологічне, соціальне значення.

Логістичне значення. Упродовж філоценогенезу у природних лісових екосистемах нагромадилася важлива інформація про складні екологічні взаємозв'язки між фітоценозом, зооценозом, педосферою. Тому вони є своєрідною природною лабораторією для фітоценології, ботаніки, зоології, педології й інших природничих наук, які вивчають ці взаємозв'язки.

Значення для збереження раритетного генофонду рослинного й тваринного світу. У природних лісових екосистемах зберігаються дикі родичі плодкових дерев і чагарників, які мають значення

для використання їхнього генофонду для покращання культурних сортів. Таке ж їхнє вагоме значення для збереження популяцій раритетної аборигенної фауни.

Значення для екологічного моніторингу впливу глобального потепління на динаміку лісових екосистем. У Карпатах для такої мети придатні природні букові та яворово-букові праліси на верхній межі лісу в Ужанському НПП на полонинах Кременець (1221 м н.р.м.), Кінчик Буковський (1251 м н.р.м.). За динамікою ялинових лісів та криволіссям гірської сосни й вільхи зеленої доцільно організувати моніторинг на Попі Івані Мармароському (1927 м н.р.м.) та Попі Івані Чорногірському (2021 м н.р.м.).

Еталонне значення для лісознавства та лісівництва. Пралісові фітоценози мають модельне значення для обґрунтування системи вирощування лісів, близьких за ценотичною структурою до природних екосистем та вибіркового лісокористування. Така система дає змогу усунути суперечності між екологічними вимогами щодо збереження постійності лісів та економічними потребами використання лісових ресурсів.

Фітоісторичне значення. На теренах Угольсько-Широколужанського заповідного масиву Карпатського біосферного заповідника та Ужанського НПП, серед зонально поширених клімаксових бучин, збереглися з раннього й пізнього голоцену реліктові ялинові, дубові з дуба скельного, березові фітоценози, які мають значення для дослідження розвитку рослинності в післяльодовиковому періоді.

Біодисперсне значення. Пралісові екосистеми відзначаються біологічним різноманіттям. З їхніх осередків можлива міграція аборигенних видів флори й фауни у трансформовані прилеглі ліси та луки, що сприятиме покращенню їхньої ценотичної стабільності.

Екоосвітнє значення. У пралісових фітоценозах нагромадилася багата інформація про спонтанний розвиток лісів, їх природну вікову й ценотичну структуру. Тому вони мають значення для дослідження лісотвірного процесу та функціонування екологічно стабільних екосистем.

Ландшафтно-естетичне значення. У пралісах збереглися різноманіття, гармонія і краса споконвічної природи. Вони є цікавими об'єктами для задоволення духовних й емоціональних потреб людини. Непорушені лісові ландшафти мають також значення для живопису й інших галузей мистецтва.

Висновки. Букові й інші пралісові екосистеми мають важливе значення для обґрунтування сталого розвитку лісів на природних засадах й покращення їх багатофункціонального значення. Потрібно провести облік старовікових лісів у всіх фізико-географічних регіонах України і вжити заходів з їхнього збереження. У програму навчання лісових навчальних закладів варто включити інформацію про багатогранне науково-природничє й практичне значення пралісових екосистем.

Ліси, які займають близько 30% суходолу нашої планети, мають важливе значення в акумуляції вуг-

лецю, збереженні киснево-вуглекислотного балансу в атмосфері й подоланні небезпеки зміни клімату. Фактична площа лісів в Україні майже у два рази менша від екологічно необхідної й становить лише 17%. Україна належить до найменш заліснених країн Європи. Порівняно з середньоєвропейськими показниками, рівень лісозабезпечення в Україні найменший. На одного громадянина припадає лише 0,2 га лісів.

Незадовільна також вікова структура лісів. У держлісфонді стиглі й перестиглі деревостани займають 11%, пристигаючі – 13%, середньовікові – 45%, молодняки – 11%. Значно гірша вікова структура лісів в інших лісокористувачів. Бажано, щоб у лісовому фонді кожна вікова група займала близько 25%. У такому разі можна забезпечити рівномірний обсяг експлуатації лісів.

Для збільшення лісистості держави існують реальні можливості. У країні в різних областях числиться 403 тис. га чагарників та 205 тис. га еродованих земельних угідь, раніше вкритих лісами. Урядом України було затверджено державну цільову програму «Ліси України» на 2010-2015 рр., згідно з якою лісистість країни повинна збільшитись до 20%. На жаль, цю програму не було виконано. Поряд з цим, збільшення лісистості було би вагомим внеском країни у зменшення викиду вуглекислого газу, у збільшення його депонування лісовими насадженнями, у зниження парникового ефекту для зменшення небезпеки глобальної зміни клімату. Воно матиме також економічне значення й сприятиме покращенню життєвого середовища.

Бібліографічні посилання

- Cherniavsky, M. V. (2000). Primeval beech forests as model forests of the future of the Ukrainian Carpathians. *Investigation of the Upper Dniester Basin Ecosystem* (pp. 164-183). Lviv: UNFU (in Ukrainian).
- Clements, F. E. (1936). Nature and Structure of the Climats. *Journal of Ecology*, 1, 5-48.
- Hamor, F. (2011). *Worldwide recognition of beech primeval forests of the Carpathians: history and management*. Lviv: Tysa (in Ukrainian).
- Golubets, M. A. (1978). *Spruce of the Ukrainian Carpathians*. Kyiv: Scientific thought (in Russian).
- Delehan, I. V (2005). *History of forest utilization in the Transcarpathian region*. Lviv: Manuscript (in Ukrainian).
- Lipinsky, V. M., Dyachuk, V. D., & Babichenko, B. M. (2003). *The climate of Ukraine*. Kyiv: Raevsky Publishing (in Ukrainian).
- Korpel, S. (1989). *Virgin forests of Slovakia*. Bratislava: Veda (in Slovak).
- Krynyckyy, H. T., Chernyavsky, M. V., Derbal, Yu Yu., Delehan, I. V., Myklush, S. I., Parpan, V. I., ... Yalovyar, P. (2014). *Close-to-nature and multifunctional forest management in the Carpathian region of Ukraine and Slovakia*. Uzhhorod: Kolo (in Ukrainian).

- Miklush, S. I. (2011). *Beech forests of Ukraine's plains: Productivity and organization of sustainable forest management*. Lviv: ZKC (in Ukrainian).
- Molotov, P. I. (1962). *Beech forests and their management*. Moscow: Forest industry (in Russian).
- Parpan, V. I., Stojko, S. M., & Parpan T. V. (2013). Ecological and phytocenotic characteristics of *Fageta sylvaticae* of Ukraine: the possibilities of expanding their area in the context of global warming. *Ukrainian Botanical Journal*, 70 (3), 361-369. (in Ukrainian).
- Parpan, V. I. (1994). *Structure, dynamics and ecological basis for the rational use of beech forests in the Carpathian region of Ukraine* (Doctoral dissertation, University of Dnipropetrovsk, Ivano-Frankivsk, Ukraine)/ Retrieved from <http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/.../04-Parpan.pdf?...1> (in Ukrainian).
- Stoyko, S. M., Zurik, Ye. I., Tretyak, P. R., Tasenkhevich L. O. et al. (1982). Morphological structure of beech primeval forests *Flora and vegetation of the Carpathian reserve* (pp. 178-190). Kyiv: Scientific thought (in Ukrainian).
- Shparyk Yu. S. (2011). The variability and structure of beech primeval forests of the Ukrainian Carpathians. *Scientific herald of the National Academy of Sciences of Ukraine: Forestry*, 39, 268-277 (in Ukrainian).
- Shparik, Y. S., Berkela, Y. Y., & Pavlyuk, V. V. (2016). Structure, diversity and dynamics of primeval beech forests (*Fagus sylvatica* L.). of the Ukrainian Carpathians and recommendations for their implementation in sustainable forest management. *Nature of the Carpathians*, 1, 23-35.
- Stoyko, S. (1992). Coenotic Structure of Climax and Polydominant beech Forests in Ukraine, their Ecological Characteristic and Preservation. *Actas del Congreso del Haya*, 11, 57-71.
- Stojko, S. M. (1988). The ecological determination of the vitality of European beech (*Fagus sylvatica* L.) at the eastern European border of its area in the Ukrainian SSR. *III IUFRO Buchensimposium*, 111-125. Zvolen, Slovakia (in German)
- Zlatnik, A. (1938). Exploration of natural forests in Subcarpathian Russia. Brno (in Czech).

Екологія, ценотична гетерогенність формації бука лісового в Україні і охорона дев'яти екосистем

С.М. Стойко^{1,2}

В Україні во вологому кліматі Карпат існують оптимальні екологічні умови для росту букових лісів, а на Подолі – на східно-європейській границі ареалу в більш сухому кліматі – вони розповсюджені тільки локально. Подана екологічна оцінка фізико-географічних регіонів Карпат, Расточчя, Ополья, Подолля, в яких розповсюджені монодомінантні і змішані букові, встановлено їх фітоценотичне різноманітність. Виявлено роль антропогенних факторів, які є причиною зменшення їх площі. Представлено перелік масивів природних букових лісів в Карпатах, включених МАБ ЮНЕСКО в Список об'єктів світової природної спадщини. Обґрунтовано науково-природне і екологічне лісоводське значення букових і інших дев'яти екосистем.

Зазначено, що дев'яти фітоценози мають модельне значення для обґрунтування системи вирощування лісів, близьких по ценотичній структурі до природних екосистем і виборочному лісоводству. Така система дає можливість усунути суперечності між екологічними вимогами збереження постійності лісів і економічними потребами використання лісових ресурсів.

Підкреслено, що дев'яти екосистеми відзначаються біологічним різноманітністю. С їх локалітетів можлива міграція аборигенних видів флори і фауни в трансформовані прилеглі ліси і луки, що буде сприяти покращенню їх ценотичної стабільності. В дев'яти фітоценозах накопилася багата інформація про спонтанне розвиток лісів, їх природної вікової і ценотичної структури. Тому ліси мають виключно важливе значення для дослідження лісоутворюючих процесів і функціонування екологічно стабільних екосистем.

В Карпатському біосферному заповіднику, в Національних природних парках «Зачарований край» і «Ужанський» представлено все фітоценотичне різноманітність монодомінантних і полідомінантних букових лісів країн Західної Європи. Вони мають важливе значення для обґрунтування екологічних основ відновлення букових і ведення лісового господарства на природній основі. Потрібно

¹ Стойко Степан Михайлович – професор, доктор біологічних наук, доктор honoris causa Зволленського технічного університету (Словаччина) і Львівського державного університету безпеки життєдіяльності (Україна), ул. Коновальця, 97, г. Львів, 79057, Україна. Тел.: +38-098-314-35-91. E-mail: stepan.stojko@gmail.com

² Автор цієї наукової статті 14 березня 2018 року відзначив своє 98-ліття

уделить должное внимание их сохранению, исследованию и внедрению результатов в улучшение экологического состояния лесов формации бучин.

На территории Угольско-Широколужанского заповедного массива Карпатского биосферного заповедника и Ужанского НПП, среди зонально распространенных климаксовых бучин, сохранились с раннего и позднего голоцена реликтовые еловые, дубовые из дуба скального, березовые фитоценозы, имеющие значение для исследования развития растительности в послеледниковом периоде.

Буковые и другие леса экосистемы имеют исключительно важное значение для обоснования устойчивого развития лесов на естественных началах и улучшение их многофункционального значения.

Ключевые слова: охрана природы; фитоцено- тическое разнообразие; девственный лес; условно девственный лес; климаксовая экосистема.

Ecology, coenotic heterogeneity of the forest beech formation in Ukraine and the protection of pristine ecosystems

S. Stoyko^{1,2}

In Ukraine, in the humid climate of the Carpathians, there are optimal environmental conditions for the growth of beech forests, while in the Podillia region – on the Eastern European border of the range in a drier climate – they are distributed only locally. An ecological assessment is given of the physiographic regions of the Carpathians, Roztochya, Opillia, Podillia, in which monodominant and mixed beech forests are common, as well as their phytocoenotic diversity was determined. A list of natural beech forest tracts in the Carpathians is

given, which is included in the UNESCO List of World Natural Heritage. Scientifically-natural and eco-model silvicultural significance of beech- and other pristine ecosystems is substantiated.

It is noted that virgin phytocoenoses have a model value for substantiating the system of forest cultivation that are close in their coenotic structure to natural ecosystems and selection system of forest use. Such a system eliminates the contradictions between the ecological requirements for maintaining forest sustainability and the economic needs of using forest resources.

It is emphasized that pristine ecosystems are marked by biological diversity. From their localities, migration of native species of flora and fauna into transformed adjacent forests and meadows is possible, which will help to improve their coenotic stability. In pristine phytocoenoses a wealth of information is accumulated about the spontaneous development of forests, their natural age and coenotic structure. Therefore, forests are essential for the study of forest-forming processes and the functioning of ecologically stable ecosystems.

In the Carpathian Biosphere Reserve, in the National Natural Parks «Zacharovanyi krai» («Enchanted land») and «Uzhansky» all the phytocoenotic diversity of mono-dominant and poly-dominant beech forests of Western Europe is presented. They are of great importance for substantiating the ecological basis for regeneration of beech forests and for forest management on a natural basis. It is necessary to pay due attention to their preservation, research and implementation of the results to improve the ecological condition of the forests of the beech formation.

On the territory of the Ugolsko-Shyrokoluzhansky protected massif of the Carpathian biosphere reserve and the *Uzhansky* NNP, relict spruce -, sessile oak, birch phytocoenoses, important for the study of vegetation development in the post Glacial period, have been preserved from the Early and Late Holocene.

Beech- and other forests of the ecosystems are essential to support the sustainable development of forests on a natural basis and the improvement of their multi-functional value.

Key words: nature conservation; phytocoenotic diversity; virgin forest; conditionally virgin forest; climax ecosystem.

¹ *Stepan M. Stoyko* – Professor, Doctor of Biological Sciences, Doctor Honoris Causa of Zvolensky Technical University (Slovakia) and Lviv State University of Life Safety (Ukraine), 97 Konovalets st., Lviv, 79057, Ukraine. Tel: + 38-098-314-35-91. E-mail: stepan.stojko@gmail.com

² The author of this scientific article celebrated his 98th anniversary on March 14, 2018

6. ЕКОНОМІКА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ ТА МЕНЕДЖМЕНТ



Наукові праці Лісівничої академії наук України
Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine

<http://fasu.nltu.edu.ua>
<https://doi.org/10.15421/411831>
Article received 2018.05.28
Article accepted 2018.10.25

ISSN 1991-606X print
ISSN 2616-5015 online
@ ✉ Correspondence author
Ion Dubovich

iondubovici@ukr.net
General Chuprynka st., 103, Lviv, 79057, Ukraine

УДК 504:33

Сучасні моделі екологізації економіки: поняття, єдності, суперечності та напрями взаємодії

І. А. Дубовіч¹, О. М. Адамовський², Х. Р. Васишин³, В. І. Соловій⁴

Звернено увагу на особливості виникнення та формування сучасних моделей економіки. Наведено поняття та розглянуто єдності, відмінності та напрями взаємодії між різними економіками: екологічною, зеленою, синьою, коричневою, інклюзивною трансформаційною, замкнутого циклу (або циркулярною), біоекономікою, економікою екосистем та біорізноманіття й фізичною економією. Визначено, що ключовим інструментом втілення загально визнаної у світі концепції сталого розвитку є екологічна економіка. Розглянуто зв'язок між концепціями «зелена економіка» і «сталий розвиток» та з'ясовано, що «зелена економіка – це орієнтована на результат концепція, спрямована на досягнення конвергенції між трьома складовими сталого розвитку», однак стратегії переходу до «зеленої економіки» потребують ґрунтовнішого розроблення економічних важелів на рівні як національних економік, так і окремих секторів. Обґрунтовано необхідність формування нового еколого-економічного мислення та ментальності суспільства, шлях до яких лежить через екологізацію освіти. Визначено спільну мету сучасної економіки, яка полягає у подоланні суперечностей між екологічною та економічними системами, збереженні якості довкілля і раціональному використанні природних ресурсів. З огляду на імплементацію законодавства Європейського Союзу щодо охорони та збереження навколишнього природного середовища в Україні, обґрунтовано перспективні напрями екологізації освіти і розвитку сучасних моделей економіки. Визначено перспективи подальших досліджень, які полягають у визначенні кращих моделей екологізації економіки та розробленні теоретико-методологічної основи, спрямованої на забезпечення практичної реалізації визначених моделей економіки в Україні.

Ключові слова: екологічна економіка; зелена економіка; синя економіка; коричнева економіка; інклюзивна трансформаційна економіка; економіка замкнутого циклу; біоекономіка; економіка екосистем та біорізноманіття; фізична економія.

¹ Дубовіч Іон Андрійович – член-кореспондент Лісівничої академії наук України, кандидат географічних наук, спеціаліст з міжнародного права, доцент, завідувач кафедри екологічної економіки. Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. Тел.: +38-097-215-78-78. E-mail: iondubovici@ukr.net

² Адамовський Олександр Миколайович – кандидат економічних наук, доцент, заступник директора Інституту екологічної економіки і менеджменту. Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. Тел.: +38-063-263-87-76. E-mail: adamchic@ukr.net

³ Васишин Христина Романівна – асистент кафедри екологічної економіки, кандидат економічних наук. Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. Тел.: +38-032-239-27-78. E-mail: kvasylshyn@nltu.edu.ua

⁴ Соловій Віталій Ігорович – аспірант кафедри екологічної економіки. Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. Тел.: +38-032-239-27-78. E-mail: vitsoloviy@yahoo.com

Вступ. Внаслідок інтенсивного використання природних ресурсів, забруднення довкілля, зміни клімату та екологічної небезпеки, виникають гострі проблеми щодо розвитку економіки, відповідних природних умов проживання людства та його забезпечення належними якісними природними ресурсами.

Із більшості сучасних соціальних, екологічних та економічних наукових досліджень випливає, що сучасні соціо-еколого-економічні проблеми людства, насамперед, пов'язані з негативним ставленням суспільства до природи. Це призвело у багатьох регіонах світу до погіршення здоров'я та умов проживання населення, погіршення стану природного довкілля та великомасштабних біологічних змін.

На початку ХХІ ст. більшість промислово розвинених країн світу зіштовхнулися з еколого-економічними проблемами, які змусили зробити вибір – продовжувати виснаження та забруднення природних ресурсів, або обирати шлях, який задовольняв би сьогоденні потреби суспільства і враховував потреби майбутніх поколінь. Як наслідок, представники світового співтовариства узгодили впровадження нової концепції «сталого розвитку», яка зумовлює виникнення низки сучасних моделей екологізації економіки, таких як зелена економіка, синя економіка, інклюзивна трансформаційна економіка, економіка замкнутого циклу (кругова економіка), біоекономіка, економіка екосистем та біорізноманіття, фізична економія.

Гарантія та безпека подальшого розвитку людської цивілізації повинна базуватися на принципі «жити в гармонії з природою». На нашу думку, таким інструментом є екологізація економіки та екологізація освіти, що забезпечить підготовку фахівців для сталого розвитку.

Об'єкт та методи дослідження. Об'єкт дослідження – сучасні моделі екологізації економіки. Предмет дослідження – поняття, єдності і суперечності, напрями взаємодії сучасних моделей екологізації економіки.

Мета роботи – визначити поняття, єдності і суперечності, напрями взаємодії сучасних моделей екологізації економіки та обґрунтувати перспективи їх розвитку.

Наукове дослідження сучасних моделей екологізації економіки висвітлено у працях низки вчених (Halushkina, 2017, Hryniv, 2011, Daly & Farley, 2004, Pauli, 2012, Tunytsya, 2016, Zinchyk, 2016). Однак питання їх єдностей і суперечностей, напрямів взаємодії досліджені недостатньо. Саме тому, на наш погляд, ці питання потребують глибшого вивчення. Дослідження базується на огляді наукових публікацій та офіційних документів національного та міжнародного рівня, що стосуються питань екологізації економіки.

Результати досліджень. У 2008 р. у відповідь на фінансову та економічну кризу Програма ООН з навколишнього середовища (ЮНЕП) оголосила перехід до зеленої економіки. «Зелена економіка» – напрям в економічній науці, який сформувався за

останні два десятиріччя, у рамках якого визнано, що економіка є залежним компонентом природного середовища, у межах якого вона існує та водночас є її частиною. Сьогодні існують різні підходи до визначення поняття «зелена економіка». У формулюванні ЮНЕП, зелена економіка – це економіка, яка сприяє підвищенню добробуту людей і зміцненню соціальної справедливості за одночасного зниження ризиків для довкілля та дефіциту природних ресурсів. До основних принципів «зеленої економіки» належать:

- відповідність принципам сталого розвитку;
- врахування соціальних та екологічних впливів, цінності природного й соціального капіталу, зокрема завдяки інтерналізації зовнішніх екологічних витрат, зеленому обліку та оцінці життєвого циклу продукту;
- ефективне використання ресурсів, стале споживання і виробництво;
- створення «зелених» робочих місць (UN Environment, 2018).

На конференції ООН зі сталого розвитку, яка відбулася 10-11 січня 2011 р. в Нью-Йорку, розглянуто питання зв'язку між концепціями «зелена економіка» та «сталий розвиток» і було зроблено висновок, що «зелена економіка – це орієнтована на результат концепція, спрямована на досягнення конвергенції між трьома складовими сталого розвитку», однак стратегії переходу до «зеленої економіки» потребують ґрунтовнішого розроблення економічних важелів на рівні національних економік та окремих секторів.

Відомі постулати теорії «зеленої економіки» базуються на трьох аксіомах: неможливо нескінченно розширювати сферу впливу людської діяльності в обмеженому просторі; неможливо вимагати задоволення нескінченно збільшуваних потреб в умовах обмеженості ресурсів; усе на поверхні Землі є взаємопов'язаним (UN Environment, 2010). Теорію активно пропагують на міжнародному та європейському рівнях, проте наразі на законодавчому рівні не затверджено в Україні.

Деякі науковці розрізняють поняття «зелена економіка» та «зелене зростання». За визначенням Організації економічного співробітництва і розвитку, «зелене зростання» спрямоване на виявлення більш екологічно чистих джерел зростання, включаючи можливості розвитку нових екологічно орієнтованих галузей, створення робочих місць і технологій та водночас управління структурними змінами для переходу до «зеленої економіки» (OECD, 2011). За визначенням Світового банку, «інклюзивне "зелене" зростання» – це впровадження сталого розвитку шляхом узгодження нагальних потреб у швидкому зростанні та скороченні масштабів бідності з необхідністю уникнути незворотних і дорогих екологічних збитків (Halushkina, 2017).

Поряд із «зеленою економікою» як практичним втіленням концепції сталого розвитку існує обґрунтована G. Pauli в межах діяльності Римського клубу «синя економіка», що відзначає перехід до нового

типу мислення. Її автор акцентує увагу на необхідності відмови від застарілих звичок і поглядів та пошуку нових підходів до вирішення екологічних проблем. Незважаючи на те, що важливість збалансованості процесів дедалі більше усвідомлюється, досі мало хто знає, як зробити їх вигідними (Pauli, 2012). Життєздатна економіка майбутнього не має потребувати дотацій, а навпаки – бути більш конкурентоспроможною за «коричневу економіку». «Синя економіка» ґрунтується на глибокому науково обґрунтованому знанні природних законів і впровадженні їх у практичне життя, а також пропонує методологію, за якою можна навчити учнів і студентів правильно підходити до екологічної трансформації господарства та розбудови нової економіки. Особливий акцент робиться на синергії розвитку «синьої економіки» та екологічно орієнтованого бізнесу.

Згідно з новим глобальним Порядком денним на період до 2030 року, прийнятим 193 країнами-членами ООН (United Nations, 2015), було задекларовано, що важливим чинником забезпечення нової динаміки розвитку є інклюзивна трансформаційна економіка, яка базується на сталих структурах виробництва і споживання. Під інклюзивною економікою розуміють здатність суспільства гарантувати добробут і економічний розвиток усім його членам, мінімізуючи нерівність та запобігаючи поляризації доходів (Zinchyk, 2016).

На нашу думку, інклюзивна трансформаційна економіка – це новітня економіка, яка забезпечує участь усіх членів суспільства в: управлінні; розподілі прибутку; відсутності дискримінації; доступності вигід зростання; наданні однакових можливостей отримання благ тощо від економіки, яка ґрунтується на засадах подолання суперечностей між екологічною та економічними системами, збереженні якості довкілля і раціональному використанні природних ресурсів.

У рамках екологізації економіки важливе значення має модель економіки замкнутого циклу (або циркулярної економіки). Під економікою замкнутого циклу розуміють безвідходну економіку, якій властиві мінімізація споживання первинної сировини, зниження обсягів відходів, що направляються на захоронення, за одночасного скорочення площ під звалищами через сталий дизайн, або покращення конструктивних властивостей матеріалів, виробів, систем і бізнес-моделей (СОМ, 2015). Ключовим елементом економіки замкнутого циклу є раціональне використання сировинних матеріалів, зокрема металів, енергії, хімічної та промислової сировини, а також води й біомаси. ЄС, визнаючи важливість економіки замкнутого циклу, розробляє і впроваджує заходи щодо визначення нових вимог до продукції, принципів фінансової підтримки, освітніх програм, підходів до державних закупівель, принципів встановлення екологічних показників із урахуванням підходів аналізу експлуатаційного ресурсу і впливу на довкілля.

Наприкінці 2015 р. Єврокомісія прийняла економічний пакет щодо повторного використання про-

дуктів харчування, води та пластмас (СОМ, 2015). У 2017 р. Європейська комісія ЄС прийняла стратегію щодо пластикових відходів, що охоплює весь цикл від виробництва та споживання до управління відходами та їхнього використання як вторинної сировини (СОМ, 2017). Деякі вчені вважають, що економіка замкнутого циклу спрямована на трансформацію у більш конкурентну та ресурсоефективну «зелену економіку», спрямовану на створення робочих місць та охорону довкілля (Halushkina, 2017). Оскільки в Україні здійснюють роботу з імплементації законодавства Європейського Союзу щодо охорони і збереження навколишнього природного середовища, то ці стратегії мають бути впроваджені в Україні у найближчому майбутньому.

Останнім часом набуває популярності новий трансдисциплінарний напрям в економіці – біоекономіка (*bioeconomics*), або біоекономія (*bioeconomy*). Термін «біоекономіка», який містить два слова – біологія та економіка – можна розглядати як міждисциплінарний напрям дослідження, який тісно пов'язаний з економікою і природничими науками (наприклад, еволюційна біологія). Вперше його ввів англійський біолог Герман Рейнгеймер (*Hermann Reinheimer*) у праці «Еволюція за допомогою співробітництва: дослідження в галузі біоекономіки», яку опубліковано у 1913 р. (Zawojnska, 2016).

19-20 квітня 2018 р. на Глобальному Саміті з біоекономіки у Берліні (Німеччина) Генеральний директор ФАО з питань клімату та природних ресурсів Марія Гелена Семедо (*Maria Helena Semedo*) зазначила, що більш широке використання біоекономіки дасть змогу досягнути таких цілей сталого розвитку, як подолання голоду та бідності, а також пом'якшення та адаптація до змін клімату. За визначенням ФАО, під біоекономікою розуміють економіку, яка використовує біомасу, на відміну від видобутих ресурсів для виробництва харчових і нехарчових товарів, таких як біорозкладний пластик і біофармацевтичні препарати. Сучасні біотехнології дають змогу виробляти екологічно чисту продукцію, сприяючи збереженню навколишнього середовища і розвитку методів сталого ведення господарської діяльності. Біоекономіка тісно пов'язана з нарощуванням енергоефективності, сталим сільським господарством, виробництвом екологічно чистих продуктів харчування, ефективним використанням відходів і відновлювальною енергетикою (FAO, 2018).

У березні 2007 р. міністри навколишнього середовища країн-членів Великої вісімки +5 на зустрічі, що відбулася в Потсдамі (Німеччина), запропонували ініціювати процес аналізу глобальної економічної користі від біологічного різноманіття, витрат на втрату біорізноманіття та неприйняття превентивних заходів проти витрат на ефективне збереження. У відповідь на таку пропозицію в цьому ж році було ініційовано спільне глобальне дослідження Федеральним міністерством навколишнього середовища Німеччини та Європейською комісією. Уперше концепцію економіки екосистем та біорізноманіт-

тя було представлено у травні 2008 р. на Дев'ятій Конференції Сторін Конвенції про біологічне різноманіття в Бонні (Німеччина). Її розробила група експертів та організацій під керівництвом *Pavan Sukhdev*. Під економікою екосистем та біорізноманіття (*the Economics of Ecosystems and Biodiversity*) розуміють глобальну ініціативу, спрямовану на «виявлення природних цінностей». Її основна мета полягає в тому, щоб врахувати цінність біорізноманіття та екосистемних послуг у процесі прийняття рішень на всіх рівнях. Вона спрямована на досягнення цієї мети шляхом застосування структурованого підходу до оцінювання, який допомагає громадянам, які приймають рішення, враховувати широкий спектр переваг, що надаються екосистемами та біорізноманіттям, продемонструвати їх цінність в економічному виразі та, де це доречно, запропонувати, як зафіксувати ці цінності в процесі прийняття рішень (Sukhdev, Wittmer, Heidi, & Miller, 2014).

Попри їх незаперечну актуальність для суспільства та великий потенціал для подолання екологічних викликів сучасності, наведені вище моделі економічного розвитку все ж не ставлять під питання ключові рушії несталою розвитку – а саме прагнення до необмеженого зростання та споживацьке ставлення людини до природи. Постійне зростання економіки в наземному просторі біосфери зумовлює руйнування її стійкості, що суперечить вимогам концепції сталого розвитку. У цьому контексті особливої актуальності набувають концептуальні положення Української наукової школи фізичної економії, яка досліджує природничі засади розвитку економіки. Зважаючи на наукові парадигми українських вчених С. Подолинського, В. Вернадського та М. Руденка, можна пропонувати нові фізико-економічні моделі сталого розвитку. В основі новітньої фізичної економії лежить біоцентрична, а не антропоцентрична парадигма, що є притаманною для неокласичної економічної теорії. Це означає, що для фізичної економії питанням першочергової ваги є визначення екологічно доцільного масштабу економіки. Крім цього, біоцентрична парадигма фізичної економії передбачає розвиток життєзберігаючої (екологічно збалансованої) економіки, де враховують цінність екологічних благ та ресурсів наземних екологічних систем як сукупного природного капіталу (Hryniw, 2011).

Важко не погодитися з теорією вченого М. Туган-Барановського про те, що саме виробництво стимулює дедалі більший обсяг споживання, а не навпаки. Це, на його думку, відбувається через постійне нагромадження позичкового капіталу та його інвестування у виробництво капітальних благ (Halushkina, 2017). Варто зазначити, що нині необмежене виробництво капітальних благ, тобто їх пропозиція перевищує попит, що зумовлює наростання дефіциту природних ресурсів. Населення не потребує такої величезної кількості капітальних благ, які пропонують їм виробники, тобто характерним є спад попиту на капітальні блага. У цьому контексті виникають диспропорції, порушується

рівновага між екологічною та економічною системами. Забезпечення такої рівноваги, або балансу між попитом і пропозицією на капітальні блага можна досягти через формування нового еколого-економічного мислення та ментальності суспільства, шлях до яких лежить через екологізацію освіти як цілеспрямованого навчального процесу підготовки студентів щодо формування у них належного еколого-економічного, еколого-політичного й еколого-правового світогляду та професійної компетентності відповідно до вимог концепції сталого розвитку (Dubovich, 2015). Вважаємо, що екологізації освіти і розвитку сучасних моделей економіки в Україні сприятиме Угода про асоціацію між Україною і Європейським Союзом, яка передбачає співробітництво з питань освіти впродовж життя. Для імплементації відповідних положень Угоди та Закону України «Про освіту» у 2017 р. Міністерством освіти і науки розпочато розроблення проекту Закону України «Про освіту дорослих», спрямованого на реалізацію права кожної повнолітньої особи на безперервне навчання з урахуванням її особистісних потреб, пріоритетів суспільного розвитку та потреб економіки (Governmental Office for Coordination..., 2017).

Зважаючи на наведене вище, на наш погляд, ключовим інструментом втілення загальноновизнаної у світі концепції сталого розвитку наразі є екологічна економіка, яка пропонує глибоке філософське переосмислення засад взаємодії людини та природи, і водночас – широкий спектр практичних інструментів для впровадження своїх постулатів на практиці. Термін «екологічна економіка» вживають для позначення трьох понять: як світоглядна навчальна дисципліна, як міждисциплінарний науковий напрям та як екологічно безпечний спосіб господарювання (Tunysya, 2006). Під екологічною економікою розуміємо екологічно безпечний спосіб господарювання, який забезпечує досягнення високих економічних і соціальних результатів одночасно із захистом та поліпшенням якості природного життєвого середовища, раціональним використанням і відтворенням природних ресурсів (Tunysya, 2006). В екологічній економіці зростання розглядають як збільшення використання енергії та ресурсів глобальної екосистеми та утворення відходів і забруднення. Зростання має свою ціну, а отже, може бути неекономічним – коли втрати від зростання економіки перевищують вигоди (Daly & Farley, 2004). Зростання в такому розумінні не може бути постійним. Відповідно до принципів екологічної економіки, на якомусь етапі економіка повинна припинити зростання у матеріальному вимірі. Людству потрібно перейти від зростання до розвитку – забезпечення добробуту людей за використання тієї ж кількості енергії та ресурсів, що підтримується в рамках концепцій, заснованих на постулатах екологічної економіки, таких як незростання (*degrowth*) та економіка стійкого стану (*steady-state economy*).

Екологічна економіка на противагу традиційній ринковій («коричневій економіці», яка передбачає

економічне зростання без урахування вимог екологічної безпеки, критеріїв виснаження наявних природних ресурсів та забруднення навколишнього середовища) ставить своїм завданням враховувати екологічні чинники в економічних системах як їхню внутрішню органічну складову, а не як екстерналії (зовнішні чинники), як це відображено в традиційній економічній теорії (Tunytsya, 2016).

Висновки. Визначення понять, єдностей і суперечностей, напрямів взаємодії сучасних моделей екологізації економіки та обґрунтування перспектив їх розвитку дало змогу зробити такі узагальнення.

Сучасні моделі екологізації економіки об'єднують спільна мета, яка полягає у подоланні суперечностей між екологічною та економічними системами, збереженні якості довкілля, раціональному використанні природних ресурсів та досягненні цілей сталого розвитку.

Ключовим інструментом втілення загальноєвропейської у світі концепції сталого розвитку наразі є екологічна економіка, яка пропонує глибоке філософське переосмислення засад взаємодії людини та природи і водночас – широкий спектр практичних інструментів для впровадження своїх постулатів на практиці. Тобто її головною метою є зміна способу мислення людства, тоді будуть змінені способи виробництва і споживання, які сьогодні не відповідають цілям сталого розвитку.

Гарантія та безпека подальшого розвитку людської цивілізації повинна базуватися на принципі «жити в гармонії з природою». Шлях до формування нового еколого-економічного мислення лежить через екологізацію освіти як цілеспрямованого навчального процесу підготовки студентів щодо формування у них належного еколого-економічного, еколого-політичного й еколого-правового світогляду та професійної компетентності відповідно до вимог концепції сталого розвитку, якому сприяє імплементація в Україні Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом, що передбачає співробітництво з питань освіти впродовж життя.

Іншою важливою моделлю екологізації економіки є зелена економіка – як орієнтована на результат концепція, спрямована на досягнення конвергенції між трьома складовими сталого розвитку. Однак стратегії переходу до «зеленої економіки» потребують ґрунтовнішого розроблення економічних важелів на рівні національної економіки та окремих секторів і затвердження на законодавчому рівні в Україні.

Перспективи подальших досліджень полягають у визначенні кращих сучасних моделей екологізації економіки та розробленні теоретико-методологічної основи, спрямованої на забезпечення практичної реалізації визначених сучасних моделей економіки в Україні.

Бібліографічні посилання

- COM (2015). Closing the Loop – An EU Action Plan for the Circular Economy. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions.
- COM (2018). A European Strategy for Plastics in a Circular Economy. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions.
- Daly, H. & Farley, I. (2004). *Ecological Economics: Principles and Applications*. Washington, DC: Island Press.
- Dubovich, I. A. (2015). Greening of education and economy – way to the practical implementation of sustainable development concept in Ukraine. *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 13, 155-159 (in Ukrainian).
- Ellen Macarthur Foundation (2013). Towards the circular economy. UK. Retrieved from <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Ellen-MacArthur-Foundation-Towards-the-Circular-Economy-vol.1.pdf>.
- FAO (2018). FAO calls for global coordination for a bioeconomy that leaves no one behind. Retrieved from <http://www.fao.org/news/story/en/item/1118919/icode>
- Governmental Office for Coordination of European and Euro-Atlantic Integration (2017). Report on Implementation of the Association Agreement Between Ukraine and the European Union in 2017. Retrieved from: <https://www.kmu.gov.ua/ua/diyalnist/yevropejska-integraciya/vikonannya-ugodi-pro-asociaciyu/zviti-pro-vikonannya-ugodi-pro-asociaciyu> (in Ukrainian).
- Halushkina, T. P. et al. (2017). *The main principles of implementation of the green economy model in Ukraine. Educational Manual*. Kyiv: Institute of ecological management and sustainable nature use (in Ukrainian).
- Hryniv, L. S. (2011). New methods for solving environmental problems: physical and economic interpretation. *Mechanism of Economic Regulation*, 4, 20-33 (in Ukrainian).
- OECD (2011b). Towards Green Growth. OECD Green Growth Studies. OECD Publishing, doi: 10.1787/9789264111318-en (in English).
- Pauli, G. (2012). *Blue Economy-10 Years, 100 Innovations, 100 Million Jobs*. Grafiche Nordest.
- Sukhdev, P., Wittmer, Heidi, & Miller, Dustin. (2014). The economics of ecosystems and biodiversity (TEEB) challenges and responses. In *Nature in the balance: The economics of biodiversity* (pp. 135-150).
- Tunytsya, Yu. Yu. (2006). *Ecoeconomics and Market: overcoming contradictions*. Kyiv: Znannya (in Ukrainian).
- Tunytsya, Yu. Yu. (2016). Ecological economics – a tool for sustainable development. *Regional Economy*, 3, 142-147 (in Ukrainian).
- UN Environment (2018). The Green Economy Initiative. Retrieved from: <https://www.unenvironment.org/explore-topics/green-economy>

- United Nations (2015). Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015, 70/1. *Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. Retrieved September 04, 2018, from http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E
- Zawojcka, A. & Siudek T. (2016). Bioeconomics as an Interdisciplinary Science. *Proceedings of the 2016 International Conference «Economic Science for Rural Development»*, 41, 273-279.
- Zinchuk T. O. (2016). Search strategy at the beginning of growth inclusive rural economy: world and european approach. *Bulletin of the Sumy National Agrarian University. Series: Economics and Management*, 4, 132-137 (in Ukrainian).

Современные модели экологизации экономики: понятие, единства и противоречия, направления взаимодействия

И. А. Дубович¹, А. Н. Адамовский²,
Х. Р. Василишин³, В. И. Соловий⁴

Обращено внимание на особенности возникновения и формирования современных моделей экономики. Сделан обзор понятий и рассмотрены единства, различия и направления взаимодействия между различными экономиками: экологической, зеленой, синей, коричневой, инклюзивной трансформационной, замкнутого цикла (или циркулярной), биоэкономики, экономикой экосистем и био-разнообразия и физической экономией.

Определено, что одним из инструментов реализации общепризнанной в мире концепции устойчивого развития является экологическая экономика. В соответствии с принципами экологической экономики, на каком-то этапе экономика должна прекра-

тить рост в материальном измерении. Человечество обязано перейти от роста к развитию – повышение уровня удовлетворения потребностей человечества при использовании того же количества энергии и ресурсов.

В 2008 г. в ответ на финансовый и экономический кризис Программа ООН по окружающей среде объявила переход к зеленой экономике. Рассмотрены связи между концепциями «зеленая экономика» и «устойчивое развитие» и выяснено, что «зеленая экономика» – это ориентированная на результат концепция, направленная на достижение конвергенции между тремя составляющими устойчивого развития», однако стратегии перехода к «зеленой» экономики требуют более основательной разработки экономических инструментов на уровне как национальных экономик, так и отдельных секторов.

В рамках экологизации экономики важное значение имеет модель экономики замкнутого цикла (или циркулярной экономики). Ключевым элементом экономики замкнутого цикла является рациональное использование сырьевых материалов, в том числе металлов, энергии, химической и промышленного сырья, а также воды и биомассы.

Возрастает актуальность нового трансдисциплинарного направления в экономике – биоэкономики, которая тесно связана с наращиванием энергоэффективности, устойчивым сельским хозяйством, производством экологически чистых продуктов питания, эффективным использованием отходов и возобновляемой энергетикой. Доказано, что более широкое использование биоэкономики позволит достичь таких целей устойчивого развития, в частности, как борьба с голодом, нищетой и изменением климата.

Обоснована необходимость формирования нового эколого-экономического мышления и ментальности общества, путь к которым лежит через экологизацию образования. Считается, что экологизации образования и развития современных моделей экономики в Украине будет способствовать Соглашение об ассоциации между Украиной и Европейским Союзом, которое предусматривает сотрудничество по вопросам образования в течение жизни. С целью имплементации соответствующих положений Соглашения и Закона Украины «Об образовании» в 2017 г. Министерством образования и науки начата разработка проекта Закона Украины «Об образовании взрослых», направленного на реализацию права каждого совершеннолетнего человека на непрерывное обучение с учетом его личностных потребностей, приоритетов общественного развития и потребностей экономики.

Определена общая цель современной экономики, которая заключается в преодолении противоречий между экологической и экономической системами, сохранении качества окружающей среды и рациональном использовании природных ресурсов. Определены перспективы дальнейших исследований, которые заключаются в определении лучших современных моделей экологизации экономики и разработке теоретико-методологической основы,

¹ Дубович Ион Андреевич – член-корреспондент Лесной академии наук Украины, кандидат географических наук, специалист с международного права, доцент, заведующий кафедрой экологической экономики. Национальный лесотехнический университет Украины, ул. Генерала Чупринки, 103, г. Львов, 79057, Украина. Тел.: +38-097-215-78-78. E-mail: iondubovici@ukr.net

² Адамовский Александр Николаевич – кандидат экономических наук, доцент, заместитель директора Института экологической экономики и менеджмента. Национальный лесотехнический университет Украины, ул. Генерала Чупринки, 103, г. Львов, 79057, Украина. Тел.: +38-063-263-87-76. E-mail: adamchic@ukr.net

³ Василишин Христина Романовна – ассистент кафедры экологической экономики, кандидат экономических наук. Национальный лесотехнический университет Украины, ул. Генерала Чупринки, 103, г. Львов, 79057, Украина. Тел.: +38-032-239-27-78. E-mail: kvasylyshyn@nltu.edu.ua

⁴ Соловий Виталий Игоревич – аспирант кафедры экологической экономики. Национальный лесотехнический университет Украины, ул. Генерала Чупринки, 103, г. Львов, 79057, Украина. Тел.: +38-032-239-27-78. E-mail: vitsoloviy@yahoo.com

направленной на обеспечение практической реализации определенных моделей экономики в Украине.

Ключевые слова: экологическая экономика; зеленая экономика; синяя экономика; коричневая экономика; инклюзивная трансформационная экономика; экономика замкнутого цикла; биоэкономика; экономика экосистем и биоразнообразия; физическая экономия.

Contemporary models for greening of economics: concepts, unity, contradictions and directions for interaction

I. Dubovich¹, A. Adamovsky², K. Vasylyshyn³,
V. Soloviy⁴

The article explores emergence and development of contemporary approaches to greening of economics in terms of their similarities, contradictions and possibilities for mutual enrichment. The approaches discussed in the paper include ecological economics, green economy, blue economy, brown economy, inclusive transformational economics, circular economy, bioeconomics (bioeconomy), economics of ecosystems and biodiversity and physical economy.

In 2008, in response to the financial and economic crises, the United Nations Environment Program announced transition to a green economy. The link between the concepts of «green economy» and «sustainable development» is explored, considering green economy's aspiration for convergence between different pillars of sustainability, but the strategy of

transition to a «green economy» needs more thorough development of economic levers at the level of both national economy and individual sectors.

Circular economy is another novel concept deserving attention – being officially adopted by EU, China and a number of other countries, it promotes rational use of raw materials, including metals, energy, chemical and industrial raw materials, as well as water and biomass.

A new important transdisciplinary trend in the economics is bioeconomics, closely linked to energy efficiency, sustainable agriculture, efficient use of waste and renewable energy. Wider application of bioeconomics would help to achieve multiple Sustainable Development Goals, particularly eradication of hunger and poverty, as well as climate change mitigation and adaptation.

We determine ecological economics as the primary tool for implementing the universally accepted concept of sustainable development. In accordance with the principles of the ecological economics, at some stage, the economy must stop growing in material terms. Humans must move from growth to development – increasing human wellbeing with the use of the same amount of energy and resources.

We ground the necessity for developing ecological and economic thinking and mentality of society, the way of which lies through greening of education. The greening of education and the development of current economic models in Ukraine can be greatly facilitated through the Association Agreement between Ukraine and the European Union, which provides opportunities for cooperation on life-long education. In order to implement the relevant provisions of the Agreement and the Law of Ukraine «On Education» in 2017, the Ministry of Education and Science of Ukraine began developing the Draft Law of Ukraine «On adult education» in 2017, which focuses on implementing the right of every adult to continuous learning with regard to their personal needs, social development priorities and economic needs.

The contemporary task of economics is to help overcome the contradictions between ecological and economic systems, preserve the environment and promote rational use of natural resources. Further research is however needed to determine how each of the alternative economic models can best contribute to the greening of economy. This also requires developing theoretical and methodological bases of these concepts, which would assist their practical realization in the context of Ukraine's economy.

Key words: ecological economics; green economics; blue economy; brown economy; inclusive transformational economics; circular economy; bioeconomics; economics of ecosystems and biodiversity; physical economy.

¹ *Ion Dubovich* – Member of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, Candidate of Geographical Sciences, Specialist in International Law, Associate Professor, Head at the Department of Ecological Economics, Ukrainian National Forestry University, General Chuprynka, st.,103, Lviv, 79057, Ukraine. Tel.: +38-097215-78-78. E-mail: iondubovici@ukr.net

² *Adamovsky Alexander* – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Deputy Director of Institute of Ecological Economics and Management, Ukrainian National Forestry University, General Chuprynka, st.,103, Lviv, 79057, Ukraine. Tel.: + 38-063-263-87-76. E-mail: adamchic@ukr.net

³ *Khrystyna Vasylyshyn* – Assistant Professor at the Department of Ecological Economics, Candidate of Economic Science, Ukrainian National Forestry University, General Chuprynka, st.,103, Lviv, 79057, Ukraine. Tel.: +38-098-392-16-48. E-mail: kvasylshyn@ntu.edu.ua

⁴ *Vitaliy Soloviy* – PhD Student at the Department of Ecological Economics, Ukrainian National Forestry University, General Chuprynka, st.,103, Lviv, 79057, Ukraine. Tel.: +38-098-392-16-48. E-mail: vitsoloviy@yahoo.com

7. ЛІСОВА ІНЖЕНЕРІЯ: ТЕХНІКА, ТЕХНОЛОГІЯ, ДОВКІЛЛЯ



Наукові праці Лісівничої академії наук України
Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine

<http://fasu.nltu.edu.ua>
<https://doi.org/10.15421/411832>
Article received 2018.08.22
Article accepted 2018.10.25

ISSN 1991-606X print
ISSN 2616-5015 online
@ ✉ Correspondence author
Yuriy Hrytsiuk
yurii.i.hrytsiuk@lpnu.ua
S. Bandera str., 28-a, Lviv, 79013, Ukraine

УДК 004.891:684.4.05

Моделювання твірних поверхонь стовбурів деревини за допомогою сплайн-функцій

Ю.І. Грицюк¹, С.І. Яцишин²

Розроблено методологію моделювання складних геометричних поверхонь природного походження – стовбура деревини за допомогою сплайн-функцій, що дає змогу підвищити точність та достовірність її обліку за різними розмірними характеристиками, а також випиляних з них пиломатеріалів у галузі деревообробки. З'ясовано, що метод побудови математичних моделей твірних поверхонь поперечного перерізу колод і їх поверхонь вздовж осі дає змогу на основі єдиного теоретичного підходу описати їх розміри та форму осей і зовнішніх твірних поверхонь. Він заснований на вимірюванні координат певної кількості точок поперечного перерізу стовбура деревини уздовж її довжини і подальшої інтерполяції точкового базису. Встановлено, що математичний апарат – інтерполяційні кубічні сплайни, побудовані на невеликій кількості точок поверхні, дають змогу з достатньою точністю визначити розмірні показники і врахувати особливості форми стовбурів деревини (кривизну, сучкуватість і гнилину, механічні пошкодження), а також є адекватними індивідуальними моделями для обліку колод як деревини, так і випиляних з них пиломатеріалів. Реалізовано програмне забезпечення для побудови твірних поверхонь стовбурів деревини складної геометричної форми, яке дає змогу здійснити побудову моделей поверхонь колод сплайн-функціями. Наведено алгоритми обліку стовбура деревини та окремі алгоритми схем розкрою колод на пиломатеріали. Досліджено, що вихід пиломатеріалів після здійсненого математичного моделювання значно збільшується порівняно з класичними способами моделювання поверхонь колод. Встановлено, що метод індивідуальних моделей стовбурів деревини, їх математична, програмна й апаратна підтримка у вигляді математичних моделей, алгоритми реалізації та програмне забезпечення, результати і висновки поданих досліджень можуть бути використані для проектування виробничо-технологічних систем деревообробки, створення відповідних ресурсоощадних технологічних процесів на основі сучасного технологічного та вимірювального обладнання, методів і моделей інформаційних технологій.

Ключові слова: інформаційні технології; програмний проект; стовбур деревини; поперечний переріз колоди; твірна поверхня; річні кільця; схема розкрою; пиломатеріали; технологічне обладнання; ресурсоощадний технологічний процес.

¹ Грицюк Юрій Іванович – дійсний член Лісівничої академії наук України, доктор технічних наук, професор кафедри програмного забезпечення. Національний університет «Львівська політехніка», вул. С. Бандери, 28-а, м. Львів, 79013, Україна. Тел.: +380-067-944-11-15. E-mail: yurii.i.hrytsiuk@lpnu.ua

² Яцишин Світлана Іванівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри інформаційних технологій. Національний лісотехнічний університет України, вул. ген. Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. Тел.: +38-097-470-31-16. E-mail: svitlana0981@gmail.com

Вступ. Збільшення виходу пиломатеріалів з одиниці об'єму переробленої деревини можна здійснити шляхом вдосконалення наявних і впровадження нових ресурсощадних технологій. За умови зменшення обсягів вирубування лісів у Карпатському регіоні України та зростання її вартості подальше вдосконалення методів і засобів розкрою колод на пиломатеріали є актуальним науково-виробничим завданням, яке загалом має підвищити ефективність функціонування технологічних потоків виготовлення пилопродукції (Hrytsiuk, & Koshyrets, 2014). Важливим тут є перехід на маловідходну, ресурсощадну технологію розкрою колод на пиломатеріали, що забезпечує максимально повне і комплексне використання стовбура деревини (Gryciuk, & Koshyrets, 2009). Вирішення цієї проблеми є життєво необхідним, позаяк йдеться про значні обсяги відходів цінної деревини (до 10 млн м³), тому наукові дослідження в цій області знань – надзвичайно актуальні для розвитку сучасних інформаційних технологій проектування технологічних процесів деревообробки (Gryciuk, & Yatsyshyn, 2007).

Однак на цей час не розвинені загальні методи побудови моделей об'єкта розкрою з урахуванням технологічних особливостей устаткування й подальших виробничих процесів при постановці завдання оптимізації розкрою деревних матеріалів, відсутній вихід на типові розрахунки з використанням оптимізаційних моделей, не вивчені методологічні принципи розроблення таких моделей з адаптацією до постійної зміни виробничих і технологічних умов діяльності та господарювання (Yakovlev, 1995), слабо досліджені індивідуальні особливості процесу розкрою дефектних колод на пиломатеріали.

Для вирішення цих і багатьох інших завдань найоптимальнішим і найрезультативнішим є метод моделювання складних геометричних поверхонь природного походження за допомогою сплайн-функцій (Zavialov, Kvasov & Miroshnichenko, 1980; Makarov & Khlobystov, 1993; Stechkin & Subbotin, 1976). Знаючи координати точок, наприклад на поверхні стовбура деревини, можна змодельовати її поперечний переріз у вигляді еліпса чи іншої складної геометричної фігури. Аналогічно можна змодельовати такі характеристики поверхні стовбура деревини, як його кривизну та дефекти – сучки та гнилину, морозні тріщини та механічні пошкодження, маючи для цього достовірні методики їх урахування, що дасть змогу побудувати адекватні математичні моделі і, як наслідок, уникнути подальших втрат деревини у відходи та підвищити якість випиляних пиломатеріалів (Hrytsiuk & Koshyrets, 2014; Filiptcov, 2010).

Під час пошуку адекватної моделі твірної поверхні стовбура деревини було знайдено рішення, яке полягає у використанні кубічних інтерполяційних сплайнів, що, як потім виявилось, є найточнішою моделлю з мінімальною кількістю затребуваних даних (Yakovlev, 1995).

Сплайнами називають функції, що складені із многочленів певних степенів згідно з деякою системою обмежень (Makarov & Khlobystov, 1993).

Найпростішим сплайном є ламана лінія, яку описують лінійними многочленами (Stechkin & Subbotin, 1976). Форму сплайна має пружна балка із точковими навантаженнями, форми яких вивчав ще Леонардо да Вінчі. Розвитку теорії сплайн-наближень сприяли роботи таких математиків, як І. Шенберг, Е. Нільсон, В. М. Тихомиров, С. Б. Стечкін, В. Л. Макаров, Ю. С. Зав'ялов й інші.

Аналіз застосування сплайнів як математичного апарату для наближення функцій у числовому аналізі показує, що в усіх відомих випадках вдавалося домогтися відчутних результатів порівняно з класичним апаратом многочленів (Zavialov, Kvasov & Miroshnichenko, 1980; Stechkin & Subbotin, 1976). В одних задачах перехід до кубічних сплайнів приводив до підвищення точності отриманих результатів, в інших – до значного скорочення обчислювальних ресурсів (Yatsyshyn & Gryciuk, 2007).

Не претендуючи на кардинальні зрушення в теорії сплайн-функцій, спробуємо внести і свою лепту в практичне їх застосування, особливо у галузь деревообробки для опису твірних поверхонь стовбурів деревини як у поперечному перерізі, так і вздовж осі. Тому, як на сьогодні, видається *актуальним* проведення досліджень, які стосуються розроблення адекватної методики візуального подання твірної поверхні поперечного перерізу колоди, її річних кілець, а також поверхні колоди вздовж її осі, що дасть змогу підвищити точність та достовірність обліку стовбурів деревини як промислової сировини в галузі деревообробки.

Об'єкти та методика дослідження. *Об'єкт дослідження* – складні геометричні поверхні природного походження. *Предмет дослідження* – методи та засоби побудови складних геометричних поверхонь природного походження сплайн-функціями як у дво-, так і тривимірному вигляді, що дасть змогу підвищити точність та достовірність визначення площ і об'ємів відповідних геометричних об'єктів.

Мета дослідження полягає в розробленні програмного забезпечення для моделювання твірних поверхонь поперечного перерізу стовбурів деревини, її річних кілець, а також твірної поверхні колоди вздовж її осі, що дасть змогу підвищити точність та достовірність обліку деревини як промислової сировини в галузі деревообробки, а також уможливити дещо ефективніше її використання.

Для реалізації зазначеної мети потрібно виконати такі основні завдання:

- 1) розробити методику опису поперечних перерізів і твірних поверхонь стовбура деревини, яка забезпечила б визначення його розмірних характеристик і дала змогу врахувати форму колоди під час її обліку та визначення відповідних схем розкрою;
- 2) вибрати математичний апарат, розробити математичні моделі та алгоритми, що забезпечать адекватний опис форми поперечного перерізу стовбура деревини і його розмірні характеристики, а також дасть змогу здійснити індивідуальні заміри отриманої продукції після розкрою колод на пиломатеріали;

3) розробити програмне забезпечення, що реалізує побудову зазначених математичних моделей і алгоритмів на комп'ютері, а також уможливить проведення відповідних виробничих розрахунків;

4) зробити відповідні висновки та надати рекомендації щодо використання розробленої методики для побудови складних геометричних поверхонь природного походження сплайн-функціями.

Для виконання роботи використано такі основні *методи дослідження*: основні положення системного аналізу – для аналізу та синтезу складних геометричних поверхонь природного походження, розроблення його адекватної математичної моделі; методи математичної статистики – для опрацювання експериментальних даних, які характеризують розмірно-якісні параметри колод і пиломатеріалів спеціального призначення.

Основним завданням технологічного процесу розкрою колод є отримання пиломатеріалів та заготовок заданого призначення. Розкрій колод здійснюють на різному спеціалізованому обладнанні – лісопилних рамах, стрічково-пилкових верстатах і лісопилних агрегатах, на виході яких отримують бруси, дошки, обополі та відходи.

На сьогодні практична діяльність більшості деревообробних підприємств Карпатського регіону України передбачає розкрій колод на пиломатеріали для потреб внутрішнього ринку, тобто призначених для виготовлення заготовок і деталей заданих розмірно-якісних характеристик. Однак отримані на підприємствах обрізні пиломатеріали певних розмірів здебільшого не тільки не відповідають потребам виробника, але й призводять до меншого виходу з них заготовок і деталей. Виходом з цієї складної ситуації є зміна технологічного процесу розкрою, а саме: виготовлення необрізних або напівобрізних пиломатеріалів; вирізання значних дефектів шляхом їх поперечного розкрою на короткі дошки; їхній поздовжній розкрій на заготовки певної ширини; вирізання незначних дефектів; склеювання заготовок у торець з поперечним розкромом на потрібну довжину і т.ін.

Результати та обговорення. 1. Теорія сплайн-функцій та її основні положення. Сплайни – це математичний апарат наближення функцій, який знаходить багато застосувань в різних прикладних задачах (Zavialov, Kvasov & Miroshnichenko, 1980; Yakovlev, 1995). Поширення сплайн-функцій розпочалося в середині XX ст. при інтерполюванні складних кривих у прикладній геометрії. Класичним апаратом для розв'язання таких задач були інтерполяційні многочлени Лагранжа та Ньютона. Однак для великої кількості вузлів інтерполювання побудова таких многочленів є складним завданням і при цьому зростають похибки інтерполювання (Makarov & Khlobystov, 1993).

Математичний апарат сплайн-наближення функцій дає змогу програмістам усунути недоліки многочленної інтерполяції. Основними перевагами такого апарату є (Stechkin & Subbotin, 1976):

– стійкість сплайнів відносно локальних збурень, тобто поведінка сплайна в околі точки не впливає на його поведінку загалом, як, наприклад, це існує при поліноміальній інтерполяції;

– добра збіжність сплайн-інтерполяції, на відміну від многочленної Лагранжа та Ньютона;

– проста програмна реалізація сплайн-функцій, наприклад, побудова інтерполяційних сплайнів третього степеня зводиться до розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь з тридіагональною матрицею.

Простір сплайн-функцій. Нехай на проміжку $[a, b]$ задане розбиття Δ :

$$a = x_0 < x_1 < \dots < x_n = b.$$

Для цілого $k \geq 0$ через $C^k = C^k[a, b]$ позначимо множину k разів неперервно-диференційованих на проміжку $[a, b]$ функцій, а через $C^{-1}[a, b]$ – множину кусково-неперервних функцій з точками розриву першого роду.

Функцію $S_{n,v}(x)$ називають сплайном n -го степеня дефекту v (v – ціле число, $0 \leq v \leq n+1$) з вузлами на сітці Δ , якщо (Makarov & Khlobystov, 1993; Stechkin & Subbotin, 1976):

а) на кожному відрізку $[x_i, x_{i+1}]$ функція $S_{n,v}(x)$ є многочленом n -го степеня;

б) $S_{n,v}(x) \in C^{n-v}[a, b]$.

Якщо $v = 1$, то вважається, що $S_n(x)$ – сплайн n -го степеня (опускаючи слова «дефекту 1»).

Отже, сплайн $S_{n,v}(x)$ має неперервні похідні до порядку $n - v$. Похідні сплайна вище $n - v$ порядку можуть мати розриви першого роду в точках $x_i, i = 1, n-1$. Для подальшої визначеності будемо вважати, що функція $S_{n,v}^{(r)}(x)$, $r > n - v$, неперервна справа, тобто

$$S_{n,v}^{(r)}(x_i) = S_{n,v}^{(r)}(x_i + 0), r = \overline{n-v+1, n}; i = \overline{0, n-1}. \quad (1)$$

Множину сплайнів, що задовольняють умову (1), позначимо через $S_{n,v}^{(r)}(\Delta)$. Зрозуміло, що цій множині належать і сплайни степеня $n_1 < n$ дефекту $v_1 < v$, якщо $n_1 - v_1 \geq n - v$, в т.ч. многочлени степеня не вище n . Оскільки звичайні операції додавання елементів з $S_{n,v}(\Delta)$ і їх множення на дійсні числа не виходять за межі множини, то вона є лінійною множиною або лінійним простором (Makarov & Khlobystov, 1993).

Згідно з даними, наведеними в роботі (Zavialov, Kvasov & Miroshnichenko, 1980), простір сплайнів $S_{n,v}(\Delta)$ n -го степеня дефекту v на сітці Δ є скінченновимірним і його розмірність становить $n+1+v(n-1)$. Це означає, якщо кубічний сплайн дефекту 1 на сітці Δ має n -ну кількість вузлів, то розмірність цього простору становить $n+3$.

Аналітичне подання кубічного сплайна. Нехай на проміжку $[a, b]$ визначена деяка функція $f(x)$ і задана сітка Δ . Кубічним інтерполяційним сплайном на сітці Δ для функції $f(x)$ називають функцію $S(x)$, що задовольняє такі умови (Makarov, & Khlobystov, 1993):

$$\begin{cases} S(x) \in P_3(x), x \in [x_{j-1}, x_j], j = \overline{1, n}; \\ S(x) \in C^2[a, b]; \\ S(x_j) = f(x_j), j = \overline{0, n} \end{cases} \quad (2), (3)$$

де $P_3(x)$ – множина многочленів 3-го степеня.

Використаємо такий підхід для опису алгоритму побудови інтерполяційних кубічних сплайнів. Насамперед введемо таке позначення:

$$S''(x_j) = M_j, j = \overline{0, n}. \quad (4)$$

Зважаючи на те, що сплайн $S(x)$ на відріжку $[x_{j-1}, x_j]$ є кубічним многочленом, то його друга похідна – лінійна функція такого вигляду:

$$S''(x) = ax + b. \quad (5)$$

Тоді, враховуючи позначення (4), маємо таку систему лінійних рівнянь

$$\begin{cases} ax_j + b = M_j, \\ ax_{j-1} + b = M_{j-1}. \end{cases} \quad (6)$$

Розв'язавши систему рівнянь (6), отримаємо такі її корені:

$$a = \frac{M_j - M_{j-1}}{h_j}, \quad b = M_{j-1} - \frac{M_j - M_{j-1}}{h_j} x_{j-1}, \quad (7)$$

де $h_j, j = \overline{1, n}$ – відстань між вузлами інтерполяції.

Тоді друга похідна (5) матиме такий вигляд:

$$S''(x) = \frac{M_j}{h_j}(x - x_{j-1}) + \frac{M_{j-1}}{h_j}(x_j - x). \quad (8)$$

Проінтегрувавши рівність (8) двічі, отримаємо такий вигляд кубічного сплайна:

$$S(x) = \frac{M_j}{6h_j}(x - x_{j-1})^3 + \frac{M_{j-1}}{6h_j}(x_j - x)^3 + C_1x + C_2, \quad (9)$$

де $C_1, C_2 \in \mathbb{R}$ – сталі інтегрування. Із умови інтерполяції знайдемо сталі C_1, C_2 :

$$\begin{aligned} C_1 &= \frac{y_j - y_{j-1}}{h_j} - \frac{h_j}{6}(M_j - M_{j-1}), \\ C_2 &= y_j \frac{x_j}{h_j} - M_{j-1} \frac{x_j h_j}{6} - y_j \frac{x_{j-1}}{h_j} + M_j \frac{h_j x_{j-1}}{6}. \end{aligned}$$

Підставивши C_1 і C_2 у рівність (9), отримаємо такий вигляд кубічного сплайна:

$$\begin{aligned} S(x) &= \frac{M_j}{6h_j}(x - x_{j-1})^3 + \frac{M_{j-1}}{6h_j}(x_j - x)^3 + \left(y_{j-1} - M_{j-1} \frac{h_j^2}{6} \right) \frac{x_j - x}{h_j} + \\ &+ \left(y_j - M_j \frac{h_j^2}{6} \right) \frac{x - x_{j-1}}{h_j}, x \in [x_{j-1}, x_j], j = \overline{1, n}. \end{aligned} \quad (10)$$

Отже, кубічний сплайн $S(x)$ на кожному відріжку $[x_{j-1}, x_j], j = \overline{1, n}$ можна визначити чотирма коефіцієнтами, тому для його побудови на проміжку $[a, b]$ потрібно $4n$ коефіцієнтів. Умова (2) забезпечує неперервність кубічного сплайна і його похідних $S^{(r)}(x), r = \{0, 1, 2\}$, в усіх внутрішніх вузлах $x_i, i = \overline{1, n-1}$ сітки Δ . Ця умова утворює $3(n-1)$ рівностей для знаходження коефіцієнтів кубічного сплайна. Разом з

рівностями (3) маємо $4n-2$ співвідношень для побудови кубічного сплайна (10). Дві відсутні умови зручно задавати у вигляді обмежень (крайових умов) на значення кубічного сплайна та його похідних на кінцях проміжку $[a, b]$. Найбільш уживаними є такі типи крайових умов:

$$S'(y, a) = y'(a), S'(y, b) = y'(b), \quad (11)$$

$$S''(y, a) = y''(a), S''(y, b) = y''(b). \quad (12)$$

Із означення кубічного сплайна (1) маємо, що у внутрішніх вузлах сітки

$$S'(x_j + 0) = S'(x_j - 0), j = \overline{1, n-1}. \quad (13)$$

Обчисливши похідні кубічного сплайна відповідно до вигляду (10), матимемо:

$$\begin{aligned} S'(x_j + 0) &= \frac{y_{j+1} - y_j}{h_j} - \frac{h_j}{6}(2M_j + M_{j+1}), \\ S'(x_j - 0) &= \frac{y_{j+1} - y_j}{h_{j-1}} + \frac{h_{j-1}}{6}(M_{j-1} + 2M_j), \end{aligned}$$

звідки отримаємо набір рівнянь для обчислення величин M_j , а саме:

$$\begin{aligned} \mu_j M_{j-1} + 2M_j + \lambda_j M_{j+1} &= \\ &= \frac{6}{h_{j-1} + h_j} \left(\frac{y_{j+1} - y_j}{h_j} - \frac{y_j - y_{j-1}}{h_{j-1}} \right), j = \overline{1, n-1}, \end{aligned} \quad (14)$$

$$\text{де } \mu_j = \frac{h_{j-1}}{h_{j-1} + h_j}, \quad \lambda_j = 1 - \mu_j.$$

Цей набір рівнянь разом з крайовими умовами (11) або (12) утворюють систему рівнянь $n+1$ порядку відносно невідомих $M_j, j = \overline{0, n}$ такого вигляду:

$$\begin{cases} 2M_0 + \lambda_0^* M_1 = d_0^*, \\ \mu_j M_{j-1} + 2M_j + \lambda_j M_{j+1} = d_j, j = \overline{1, n-1}, \\ \mu_n^* M_{n-1} + 2M_n = d_n^*, \end{cases} \quad (15)$$

$$\text{де } d_j = \frac{6}{h_{j-1} + h_j} \left(\frac{y_{j+1} - y_j}{h_j} - \frac{y_j - y_{j-1}}{h_{j-1}} \right), j = \overline{1, n-1}.$$

У випадку крайових умов типу (11) параметри системи рівнянь (15) є такими:

$$\lambda_0^* = \mu_n^* = 1, \lambda_0^* = \frac{6}{h_0} \left(\frac{y_1 - y_0}{h_0} - y_0' \right), d_n^* = \frac{6}{h_{n-1}} \left(y_n' - \frac{y_n - y_{n-1}}{h_{n-1}} \right), \quad (16)$$

а для крайових умов типу (12) матимемо

$$\lambda_0^* = \mu_n^* = 0, \lambda_0^* = 2y_0'', d_n^* = 2y_n''. \quad (17)$$

Матриця системи рівнянь (15) є тридіагональною (Stechkin & Subbotin, 1976), з якої видно, що вона має переважачу діагональ, а отже, є невиродженою (Makarov & Khlobystov, 1993). Це означає, що система рівнянь (15) має єдиний розв'язок.

Метод прогонки для побудови кубічних сплайнів. Для побудови кубічного інтерполяційного сплайна у вигляді (10) потрібно розв'язати систему рівнянь (15) з тридіагональною матрицею, що має діагональне переважання, яку можна записати у такому вигляді:

$$\begin{pmatrix} a_1 & b_1 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ c_2 & a_2 & b_2 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & c_3 & a_3 & \dots & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & a_{n-1} & b_{n-1} \\ 0 & 0 & 0 & \dots & c_n & a_n \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} M_1 \\ M_2 \\ M_3 \\ \dots \\ M_{n-1} \\ M_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} d_1 \\ d_2 \\ d_3 \\ \dots \\ d_{n-1} \\ d_n \end{pmatrix} \quad (18)$$

Розв'язок системи рівнянь (18) шукатимемо у такому вигляді:

$$M_i = v_i M_{i+1} + u_i, i = \overline{1, n-1}. \quad (19)$$

Використовуючи цей вираз для визначення M_{i-1} , вилучимо це невідоме з i -го рівняння системи, отримуємо

$$(a_i + c_i v_{i-1}) M_i + b_i M_{i+1} = d_i - c_i u_{i-1}, i = \overline{1, n-1}.$$

Прирівнюючи це співвідношення до (19), отримуємо рекурентні формули для прогоночних коефіцієнтів v_i, u_i (пряма прогонка):

$$v_0 = u_0 = 0, v_i = -\frac{b_i}{a_i + c_i v_{i-1}}, u_i = \frac{d_i - c_i u_{i-1}}{a_i + c_i v_{i-1}}, i = \overline{1, n}. \quad (20)$$

Очевидно, що $M_n = u_n$. Всі інші невідомі можна знайти за формулами (20) (зворотна прогонка). Для реалізації алгоритму прогонки потрібно виконати $8n$ арифметичних операцій: $3n$ додавання, $3n$ множення, $2n$ ділення. Алгоритм прогонки називають коректним, якщо всі дії, які необхідні для його реалізації, можна виконати. Дослідження коректності алгоритму прогонки зводиться до знаходження умов, при яких знаменники в формулах (20) не дорівнюють нулю.

Отже, наведено положення теорії сплайн-функцій, що обґрунтовують їх застосування для моделювання твірних поверхонь природного походження, які мають складну геометричну форму.

2. Предметна область та постановка завдання дослідження. Торці колод і схеми їх розкрою. Різноманітність розмірно-якісних характеристик колод, які вирізають зі стовбурів деревини, що росли у різних природно-кліматичних умовах, і сучасних вимог до якості пиломатеріалів потребує постійного вдосконалення технологічного процесу їх розкрою. Тільки ресурсощадні технології, які враховують розмірно-якісні характеристики колод і пиломатеріалів, в умовах гострого дефіциту деревини дають змогу підвищити вихід специфікаційної пиломатеріалів з мінімальними затратами деревини. При цьому важливе значення має вибір найефективнішого способу розкрою колод на пиломатеріали з обов'язковим урахуванням таких основних чинників: породи деревини, її розмірно-якісної характеристики, розмірів і якості отриманої пиломатеріалів. Вибір способу розкрою колод також залежить від об'єму перероблюваної сировини, технологічності цього способу розкрою та технічного забезпечення виробництва.

Стовбур – це основна та найцінніша частина дерева (Hrytsiuk & Koshyrets, 2014). З нього отримують від 60 до 90% якісної та дорогої деревини. Місце розрізу стовбура перпендикулярно до його осі називають *торцем*. На поперечному розрізі роз-

різняють серцевину, деревину, кору, камбій, річні шари, серцевинні промені (рис. 1). Серцевина складається з порівняно великих тонкостінних клітин, що утворилися в перші роки росту дерева (Filiptsov, 2010). Діаметр серцевини у хвойних порід становить 2–3 мм, у листяних 3–5 мм. За період життя дерево щороку наростає в напрямку від серцевини до кори, відкладаючи при цьому концентричні кільця (шари) завширшки від 3 до 8 мм залежно від породи дерева та природних умов його росту (Gryciuk & Yatsyshyn, 2007).



Рис. 1. Торці деревини складної геометричної форми

Зазвичай стовбур деревини має довжину від 9 до 18 м, тому для подальшого оброблення його розпилюють на колоди завдовжки від 3 до 6 м через 0,5 м. Отже, стовбур деревини певного діаметра і відповідної довжини називають колодою, придатною для розкрою на пиломатеріали певної товщини за відповідною схемою. Відомі різні схеми розкрою колод на пиломатеріали (Gryciuk & Yatsyshyn, 2005a, 2005b).

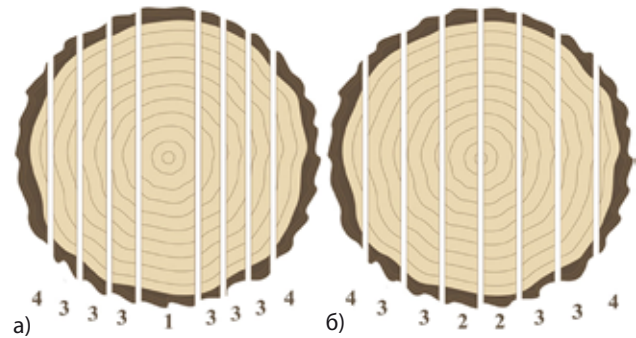


Рис. 2. Схема розкрою колод «врозвал»: а) непарний, б) парний постави: 1) серцевинна, 2) центральні та 3) бокові дошки, 4) обопол

Під час розкроювання колоди за схемою «врозвал» (рис. 2) її пропускають через лісопилну раму один раз, розпилюючи на декілька необрізних дощок. За місцем розташування у колоді розрізняють серцевинну 1, центральні 2 та бокові 3 дошки, а також обопол 4.

Під час розкроювання колод за схемою «з брусуванням» (рис. 3) колоду пропускають через лісопилну раму двічі. Під час першого проходу колоди через раму із середньої її частини випилюють двокантний брус 0, а з бокових частин – необрізні дош-

ки 3 і обабіли 4. Під час другого проходу через раму пропускають двокантний брус 0, із якого отримують у межах пропиляних пластей: б) чотирикантний брус 0' та обрізні дошки 3' і обабіли 4'; в) обрізні центральну 1' та бокові дошки 3' і обабіли 4'.

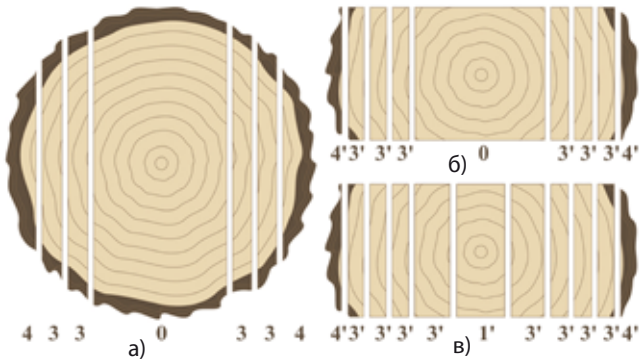


Рис. 3. Схема розкрою колод «з брусунням»: а) на двокантний брус і необрізні дошки; б) на чотирикантний брус та обрізні дошки; в) на обрізні дошки

Поставом називають групу пилок, що встановлені на певних відстанях між собою для отримання із колод дощок певних розмірів. У ширшому розумінні постав – це схема розкрою однорідних колод (певних діаметрів) на пиломатеріали певної товщини (Filirtsov, 2010). Постави, залежно від місця розташування відносно центра, можуть бути *симетричними* і *несиметричними*. Частіше під час розкроювання на лісопилних рамах застосовують симетричні постави. Несиметричні постави використовують тільки в особливих випадках, наприклад, для випилювання шпал і будівельних брусів. За кількістю дощок, що випилюють з колоди, постави бувають *парними* або *непарними*.

Постав записують у вигляді цифрового ряду, що вказує на товщину дощок у міліметрах. Наприклад, для колоди діаметром 24 см, завдовжки від 3 до 6 м можна скласти такий постав: 16 – 25 – 52 – 52 – 25 – 16. Це постав на розкроювання колод за схемою «врозвал», парний та симетричний. У середині поставу розміщено дві центральні дошки завтовшки по 52 мм, потім дві бокові дошки по 25 мм, а також по краях дві бокові дошки завтовшки по 16 мм. На основі цього поставу у вказаній послідовності встановлюють пилки з прокладками між ними. Кожна прокладка враховує товщину дошки, величину всихання залежно від її товщини і подвійне розведення зубів пилки.

Під час розкроювання колод за схемою «з брусунням» постав складають окремо на випилювання бруса, а потім для розкрою бруса за схемою «врозвал» на дошки відповідної ширини. Наприклад, діаметр колоди 24 см, довжина 6 м: 1-й прохід – 1 брус $\times 140$ мм, 4 дошки $\times 18$ мм; 2-й прохід – 5 дощок $\times 34$ мм, 4 дошки $\times 18$ мм. Скорочено це можна записати в такому вигляді:

$$\frac{2}{18} - \frac{1}{140} - \frac{2}{18} \quad \frac{2}{18} - \frac{2}{34} - \frac{1}{34} - \frac{2}{34} - \frac{2}{18}$$

Це означає, що з колод діаметром 24 см при першому проході випилюють брус висотою (товщиною) 140 мм та по дві дошки товщиною 18 мм з кожного боку. При другому проході із середньої частини бруса випилюють п'ять дощок товщиною 34 мм та по дві дошки з кожного боку товщиною 18 мм.

Постави складають та розраховують наперед, тобто перед початком розкроювання колод на пиломатеріали. Від правильності складення та розрахунку поставів залежать продуктивність лісопилних рам та об'ємний вихід пиломатеріалів. Складання і розрахунок поставів здійснює технолог лісопилного цеху.

Постановка завдання дослідження. На основі опису предметної області, можна сформулювати таку *постановку завдання*: розробити програмне забезпечення, за допомогою якого працівники лісопилних підприємств зможуть моделювати точні геометричні поверхні стовбура деревини та планувати раціональний розкрій колод на пиломатеріали.

Вхідними даними для майбутньої програми є положення теорії сплайн-функцій, теорії розкрою колод на пиломатеріали, методи і засоби відображення складних геометричних поверхонь, тестові набори зображень торців колод, отриманих з лазерної вимірювальної установки. Дані подано у вигляді списку координат (x, y), отриманих по периметру торця колоди через кожні 10° .

Тестування розробленого програмного забезпечення та всі необхідні розрахунки проводились на схемі торця колоди, зображеної на рис. 4.

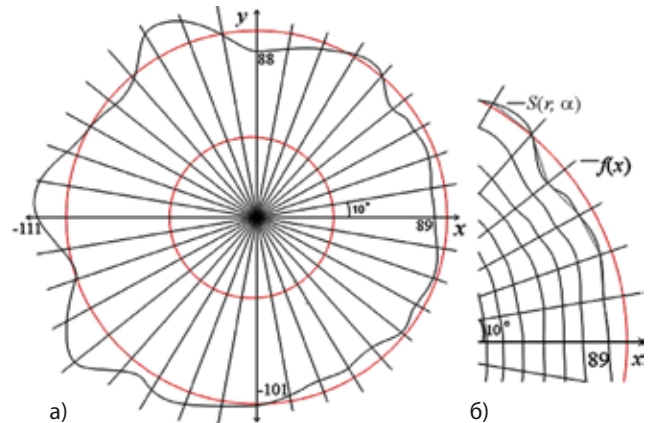


Рис. 4. Схема поперечного перерізу колоди (а) і наближення твірної поверхні торця колоди кубічним сплайном (б)

Результатом дослідження має стати програмне забезпечення, готове до використання, основним функціоналом якого має бути побудова геометричних поверхонь торців колод сплайн-функціями, побудова різних схем розкрою колоди на пиломатеріали та їхній розрахунок, а також визначення виду пропиляних пиломатеріалів – радіальних, тангентальних чи змішаних (Yatsyshyn & Gryciuk, 2007). Програмний засіб має бути орієнтованим на користувачів, які є працівниками лісопилно-деревообробних підприємств. Його основною перевагою над наявними програмними продуктами має стати, насам-

перед, дружній інтерфейс користувача, на якому відображатиме увесь потрібний функціонал для досягнення необхідних результатів, а також відсутня прив'язка до конкретного оптико-вимірювального обладнання. Інтерфейс користувача має бути максимально простим і зрозумілим фахівцям деревообробних підприємств, що дасть змогу користувачу-технологу деревообробного цеху легко виконати потрібні дії та отримати бажані результати (Vovryn & Hrytsiuk, 2018).

Отже, наведено загальну характеристику предметної області, що дало змогу обґрунтувати потребу підвищення точності та достовірності обліку стовбурів деревини в галузі деревообробки. Також наведено визначення основних термінів предметної області, що використовують у галузі деревообробки, а також схеми розкрою колод на пиломатеріали, що підтверджують доцільність використання сплайн-функцій для обліку колод та випиляних пиломатеріалів.

3. Алгоритми програмного забезпечення. Алгоритм масштабування річних кілець торця колоди. Під час виконання цього дослідження важливим складником побудови геометричної моделі торця колоди стала візуалізація річних кілець (Akho, Khopkroft, & Ulman, 2000). Оскільки жодної інформації, окрім зовнішніх точок поверхні торця колоди, у нас немає, то на допомогу використаємо метод масштабування поверхні для побудови річних кілець (рис. 5, а).

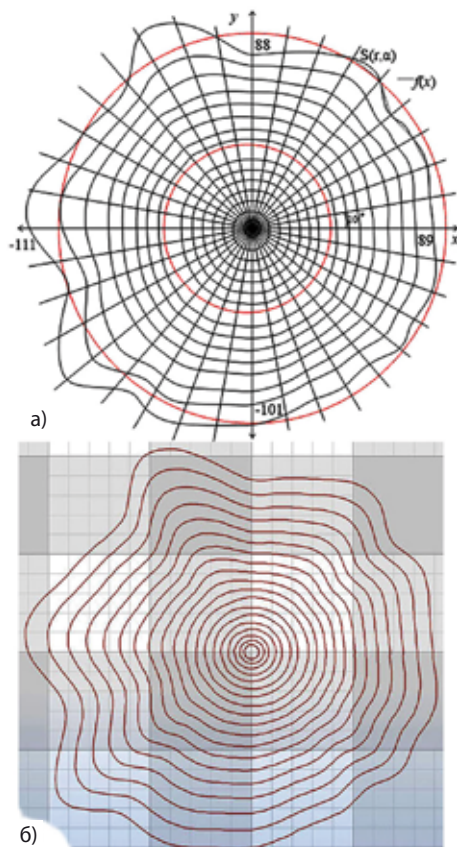


Рис. 5. Розрахункова схема побудови річних кілець торця колоди методом масштабування (а) і його програмна реалізація (б)

Суть методу масштабування полягає в тому, що впродовж року дерево наростає на товщину, яку можна обчислити за такою формулою (Vovryn & Hrytsiuk, 2018):

$$R_{i-1} = R_i - \log_{a_{i-1}} R_i \cdot \left(1 + \frac{R_i - R_i^{\min}}{a_{i-1} \cdot (R_i^{\max} - R_i^{\min})} \right) \quad (21)$$

де R_i , R_{i-1} – відповідно радіуси річного кільця попередній і наступний; $R_i^{\max}$, $R_i^{\min}$ – відповідно максимальне і мінімальне значення радіуса річного кільця; a_{i-1} – основа натурального логарифма, можна визначити за такою емпіричною формулою:

$$a_{i-1} = -0,01 \cdot R_i^{\min} + 2,7. \quad (22)$$

На рис. 5, б подано результати програмної реалізації побудови річних кілець торця колоди методом масштабування. З рисунка видно, що змодельовані кільця повністю відповідають річним кільцям реальної деревини.

Побудова схем розкрою колод на пиломатеріали. У цьому дослідженні розглянуто та використано такі основні схеми розкрою: розкрій колоди за схемою «врозвал» з непарним поставом (рис. 6, а); розкрій колоди за схемою «врозвал» з парним поставом (рис. 6, б); розкрій колоди за схемою «з брусуванням».

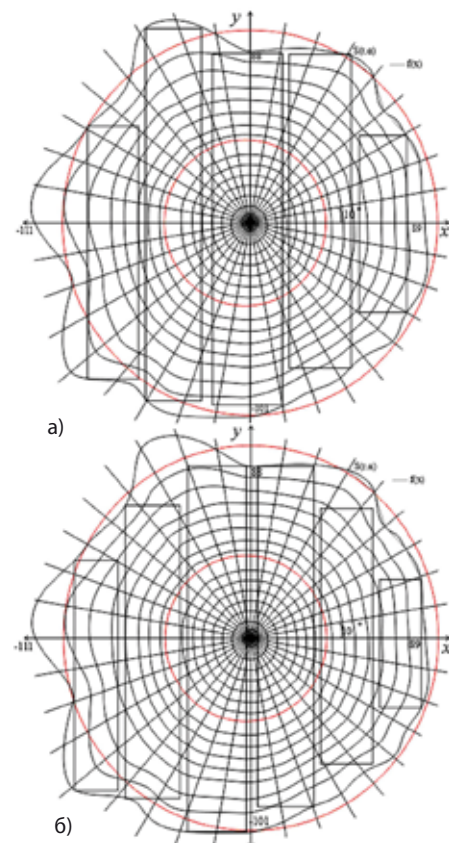


Рис. 6. Схеми розкрою колод на пиломатеріали «в розвал»: а) з серцевинною дошкою; б) з центральними дошками

Для всіх схем розкрою колод на пиломатеріали постав пил є змінним і залежить від введених даних (рис. 6). Під час розкроювання колоди спочат-

ку відбувається поділ її торця на сектори відносно схеми розкрою, а потім визначають їх допустиму висоту (ширину дошки) за мінімальною відстанню між його краями та відбувається так зване їх обрізання у відповідний стандартний розмір. При цьому спочатку визначають максимально можливу ширину дошки, яку можна помістити в межах твірної поверхні торця колоди, а потім здійснюють її приведення до стандартної чи заданої ширини у специфікації пиломатеріалів. Встановлено (Hrytsiuk & Koshyrets, 2014), що врахування реального розміщення річних кілець дає змогу збільшити об'ємний вихід радіальних заготовок на 4% порівняно з технологіями, де об'єктивний нахил річних кілець не враховують.

Обчислення площ складних геометричних поверхонь. Площу загального торця колоди обчислюють за формулою трикутників, де торець ділять точками отриманого сплайна на трикутні сектори з кутом, наприклад, в 1° (рис. 7, а). Тоді площу торця колоди обчислюють за такою формулою (Vovryn & Hrytsiuk, 2018):

$$S = \frac{\sin \alpha}{2} \sum_{i=1}^{360} a_{i-1} \cdot b_i = \frac{\sin \alpha}{2} \sum_{i=1}^{360} S(\alpha \cdot (i-1)) \cdot S(\alpha \cdot i), \quad (23)$$

де a_{i-1} , b_i – довжини сторін i -го трикутника, які можна визначити через сплайн-функції $S(x)$; α – кут між ними, $\alpha=1^\circ$. Для перевірки точності виконаних розрахунків площу торця колоди можна обчислити як площу секторного багатокутника (Hrytsiuk & Buchkovska, 2017)

$$s_1 = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{n+1} |y_i \cdot x_{i+1} - x_i \cdot y_{i+1}|, \quad (24)$$

де x_i та y_i – координати вершин секторного багатокутника. Для обчислення площі необрізної дошки використовують обчислені площі фігури складної геометричної форми (рис. 7, б), частину якої можна описати кубічним сплайном на тій його поверхні, що входить до складу сектора ABC, після чого потрібно додати площу трикутника під ним ($\triangle ACD$) і відняти площу $\triangle ABE$.

Обчислення виду випиляних пиломатеріалів. У собівартості пиломатеріалів понад 60% припадає на сировину. Тому найважливішим показником ефективності виготовлених пиломатеріалів є їх об'ємний вихід, зокрема – радіальних і тангентальних пиломатеріалів. Об'ємний їх вихід, зазвичай, залежить від їх розмірів, точності опису форми колоди і визначення її об'єму та схеми розкрою (Hrytsiuk & Koshyrets, 2014).

У розробленому програмному засобі реалізовані методи розкрою колод на радіальні та тангентальні пиломатеріали. Згідно з теоретичними даними, кут між дотичною до річних кілець та пластю пиломатеріалу відповідає за тип пиломатеріалу. За значення кута до 30° – пиломатеріал радіального типу, $30-60^\circ$ – радіально-тангентального, $60-90^\circ$ – тангентального.

На основі результатів теоретичних досліджень встановлено, що кут між дотичною до річних кілець та пластю пиломатеріалу змінюється по всій

ширині пиломатеріалу (рис. 8). У роботі (Hrytsiuk & Koshyrets, 2014) розроблено математичні залежності для визначення кута між дотичною до річних кілець та пластю пиломатеріалу у будь-якій точці, ще до початку її розкроювання й для визначення зон радіальності (тангентальності) на торці колоди:

$$\alpha = \arctg(S(x)') = \frac{a_j - y_j}{x_{j+1} - x_j} + \frac{(b_j - 2a_j) \cdot 2(x - x_j)}{(x_{j+1} - x_j)^2} + \frac{(a_j - b_j) \cdot 3(x^2 - 2x_j x + x_j^2)}{(x_{j+1} - x_j)^3}, \quad (25)$$

де α – кут між дотичною до річних кілець та пластю пиломатеріалу; $S(x)$ – сплайн-функція, що описує річне кільце, $t = x_{j+1} - x_j$.

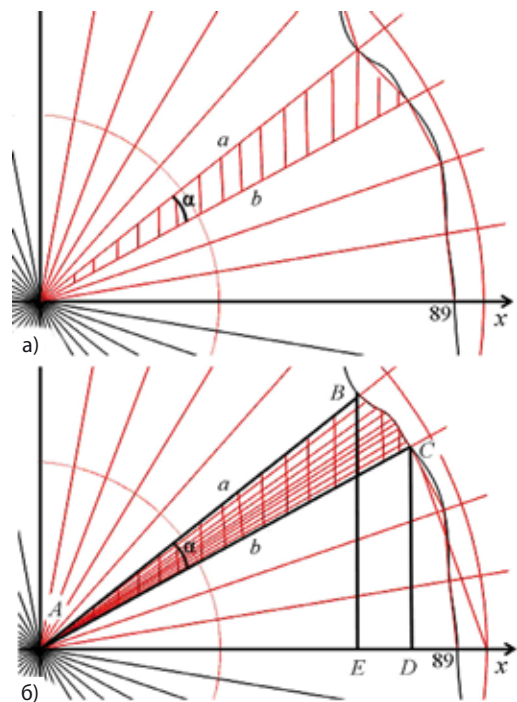


Рис. 7. Використання методу трикутників для обчислення площі торця колоди (а) і частини необрізної дошки (б)

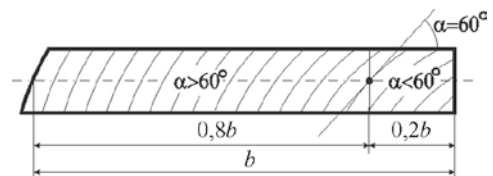


Рис. 8. Схема оцінювання радіальності на торці пиломатеріалу шириною b , з часткою радіальності $\rho=80\%$ ($\alpha=60^\circ$)

Отже, наведено особливості проектування програмного забезпечення для побудови торця колоди складної геометричної форми, описано проектні рішення стосовно предметної області, що дає змогу розробити, а також визначити основні дії для досягнення поставленої мети. Також наведено опис вибраних алгоритмів розв'язання поставлених за-

вданий, які базуються на теорії інтерполяції кубічними сплайнами, що дало змогу адекватно побудувати твірні поверхні колод різної геометричної форми.

4. Реалізація програмного забезпечення. Програмне забезпечення (ПЗ) для побудови складних геометричних поверхонь природного походження сплайн-функціями було розроблено згідно з вимогами до виконання роботи. Воно розроблено у вигляді виконуваного файлу, що не потребує жодних додатково встановлених програм чи файлів для успішного виконання всіх поставлених завдань дослідження.

Архітектуру ПЗ для побудови складних геометричних поверхонь розроблено у вигляді комп'ютерної програми, що встановлюється на ПК з операційною системою Windows. Таке рішення було прийнято з огляду на те, що найзручнішим варіантом подання цього функціоналу на виробництві є програмний засіб, що буде працювати на ПК та не потребуватиме доступу до мережі Інтернет (рис. 9). ПЗ розроблене мовою C# з використанням графічної бібліотеки SciChart.

Модель-вид-модель вигляду MVVM (англ. *Model-View-ViewModel*) – архітектурний шаблон, який використовують під час проектування та розроблення програмного засобу. Основна мета застосування MVVM полягає в тому, що MVVM полегшує відокремлення процесу розроблення графічного інтерфейсу від розроблення бізнес логіки (бекенд логіки), відомої як модель. Модель подання є частиною, яка відповідає за перетворення даних для їх подальшої підтримки і використання. З цієї точки зору модель подання більше схожа на модель, ніж на подання, й обробляє більшість, якщо не всю, логіку відображення даних. Шаблон MVVM орієнтований на такі сучасні платформи розроблення, як Windows Presentation Foundation та Silverlight від компанії Microsoft.

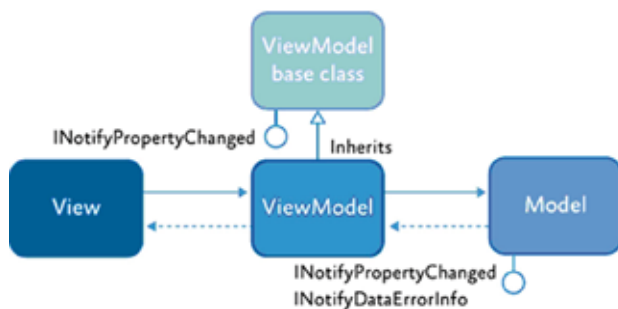


Рис. 9. Архітектурний шаблон MVVM

Шаблон проектування архітектури додатку MVVM (англ. *Model-View-ViewModel*) ділиться на три частини:

- Модель (англ. *Model*), як і в класичному шаблоні MVC, – це фундаментальні дані, що необхідні для роботи застосунку.
- Вигляд (англ. *View*), як і в класичному шаблоні MVC, – це графічний інтерфейс, тобто вікно, кнопки тощо.
- Модель вигляду (англ. *ViewModel*, що означає *Model of View*), з одного боку, є абстракцією Вигляду,

а з іншого, надає обгортку даних з Моделі, які мають зв'язуватись. Тобто вона містить Модель, яка перетворена до Вигляду, а також містить команди, якими може скористатися Вигляд для впливу на Модель.

Фактично ViewModel призначена для того, щоб: здійснювати зв'язок між моделлю та вікном; відстежувати зміни в даних, що зроблені користувачем; відпрацьовувати логіку роботи View (механізм команд).

Шаблон MVVM використовують для відокремлення моделі від її відображення. Потребою цього є надання можливості змінювати їх незалежно одну від одної. Наприклад, розробник працює над логікою роботи з відповідними даними, а дизайнер – з користувацьким інтерфейсом. Для відображення випадків використання програмного забезпечення створена діаграма прецедентів, яку подано на рис. 10.



Рис. 10. Діаграма випадків використання (прецедентів)

Графічний інтерфейс програмного забезпечення було вирішено побудувати у стилі Material Design, розроблений компанією Google. Цей дизайн серед інших вирізняється своєю простотою, зрозумілістю та мінімалізмом. Для проектування графічного інтерфейсу було розроблено прототип, які пізніше було використано під час розроблення програмного засобу.

Основними класами системи, що описують всю її логіку, є Model-i. Для опису зовнішніх інтерфейсів створено класи View. Для їх взаємодії та передачі створено класи ViewModel. Для реалізації логіки побудови геометричних поверхонь створено модуль splines, що містить класи CubicSpline, TridiagonalMatrix та ArrayUtils. Для обчислення площ та числових характеристик поверхонь розроблено модуль calculations з класами AreaService, CalculationsHelper та TriangleUtils. Основна логіка побудови схем розкрою розміщена в модулі cutting_schemas та містить класи BaseCutScheme, CuttingsHelper.

Головна сторінка запуску ПЗ має такий вигляд: з лівого боку екрану розташоване меню розгортко-

вого додатку та містить кнопки переходу на основні сторінки: побудова геометричної поверхні торця колоди (рис. 11), побудова об'ємної моделі колоди (рис. 12), детальна інформація про схеми розкрою та настанови користувача. Також головне меню ПЗ містить сторінки для роботи з усіма сутностями системи. Користувач має доступ до таких функцій: «Побудова твірних торців колоди», «Побудова твірної поверхні колоди», «Побудова об'ємної моделі колоди», «Схема розкрою колоди» та «Настанова користувача» (Vovryn & Hrytsiuk, 2018).

Отже, описано програмну реалізацію проектного рішення, що здійснює побудову моделей твірних

поверхонь колоди сплайн-функціями, алгоритми обліку стовбура деревини і окремі алгоритми побудови схем розкрою колод на пиломатеріали у вигляді програмного засобу для ПК відповідно до поставлених вимог. Наведено приклади роботи розробленого програмного забезпечення з описом його основних характеристик, яке дає змогу зчитати вхідні дані, здійснювати побудову зображення твірної поверхні торця колоди та річних кілець за його твірною поверхнею та уможливорює моделювання схем розкрою колоди на пиломатеріали з обчисленням їх об'ємного виходу та виду випиляних пиломатеріалів.

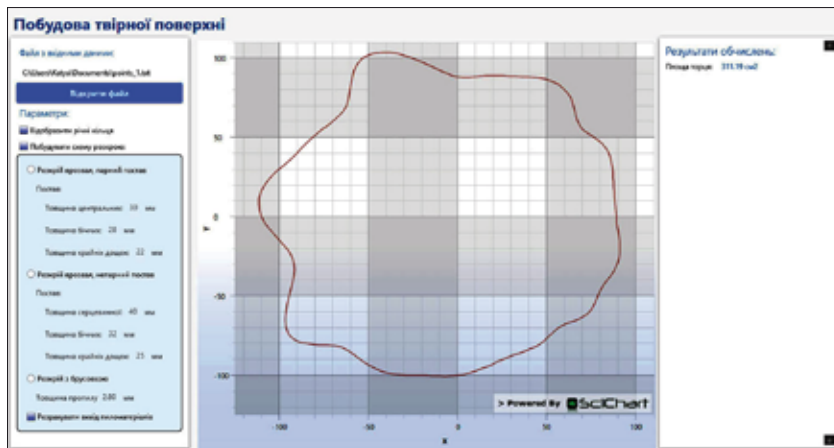


Рис. 11. Побудова твірної поверхні торця колоди

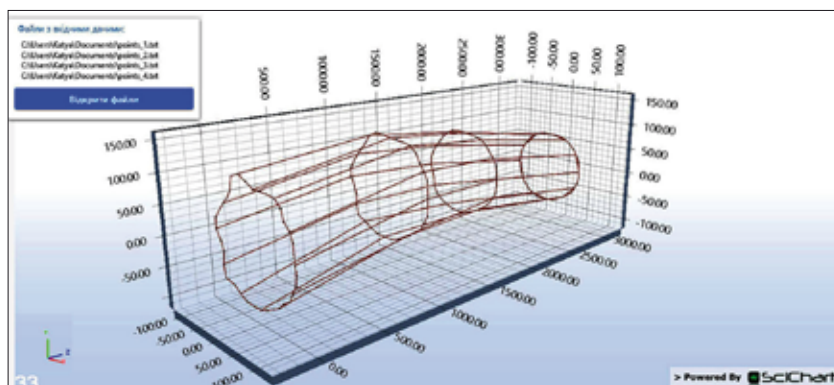


Рис. 12. Побудова об'ємної моделі твірної поверхні колоди

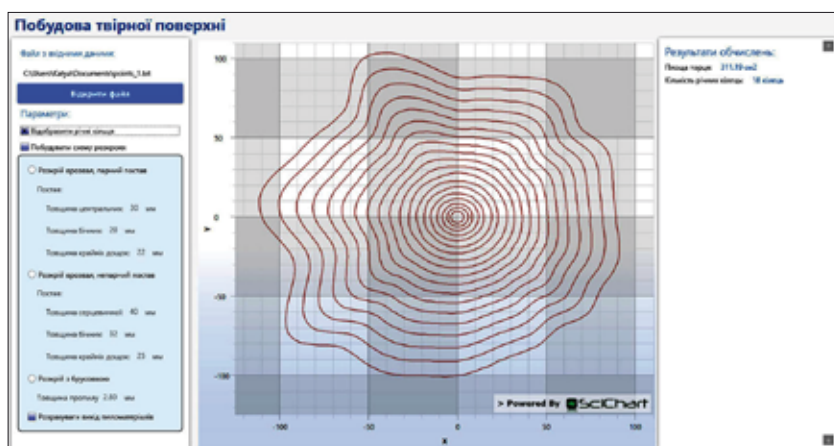


Рис. 13. Побудова річних кілець торця колоди за його твірною поверхнею

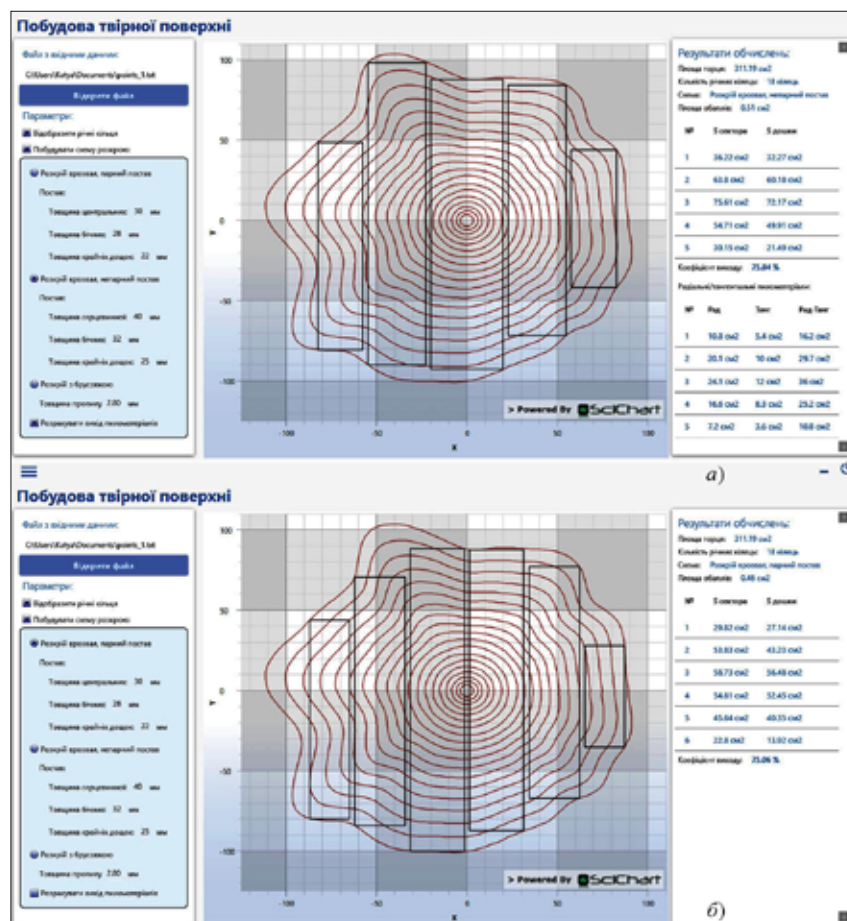


Рис. 14. Побудова схеми розкрою з серцевинною (а) і центральними дошками (б)

Висновки. Розроблено програмне забезпечення для моделювання складних геометричних поверхонь природного походження, а саме – стовбура деревини за допомогою сплайн-функцій, що дає змогу підвищити точність та достовірність її обліку (кокод різних розмірних характеристик), а також випиляних пиломатеріалів у галузі деревообробки.

Здійснено аналіз предметної області моделювання твірних поверхонь стовбура деревини кубічними сплайнами, що дало змогу визначити підходи до розроблення програмного забезпечення, яке зможе підвищити точність та достовірність обліку колод як промислової сировини в галузі деревообробки. З'ясовано, що метод побудови математичних моделей твірних поверхонь поперечного перерізу колод і їх поверхонь вздовж осі дає змогу на основі єдиного теоретичного підходу описати їх розміри та форму осей і зовнішніх поверхонь. Він ґрунтується на вимірюванні координат певної кількості точок поперечного перерізу стовбура деревини уздовж її довжини і подальшої інтерполяції точкового базису. Встановлено, що математичний апарат – інтерполяційні кубічні сплайни, побудовані на невеликій кількості точок поверхні, дають змогу з достатньою точністю визначити розмірні показники і врахувати особливості форми стовбурів деревини (кривизну, збіжність, овальність), а також є адекватними індивідуальними моделями для обліку колод як деревини, так і випиляних з них пиломатеріалів.

Зроблено постановку задачі моделювання складних геометричних поверхонь природного походження кубічними сплайнами, що дало змогу конкретизувати основні цілі та вимоги до програмного забезпечення, яке потрібно розробити. Визначено, що основними завданнями під час розроблення програмного забезпечення є побудова твірних поверхонь поперечного перерізу колод (торців) кубічними сплайн-функціями, масштабування твірної торця колоди для побудови річних кілець та обчислення як його площі, так і виходу випиляних пиломатеріалів за різними схемами розкрою.

Наведено всі основні технічні особливості проектування програмного забезпечення для побудови твірних поверхонь торця колоди складної геометричної форми, спроектовано відповідний інтерфейс користувача для зручності роботи технолога цеху з програмним забезпеченням, описано вибрані алгоритми розв'язання поставлених задач. Виявлено, що базування алгоритмів на теорії інтерполяції кубічними сплайнами дає змогу адекватно побудувати твірні поверхні як торців колод різної геометричної форми, так і її твірних зовнішньої поверхні вздовж осі з врахуванням її кривизни.

Реалізовано програмне забезпечення для побудови твірних поверхонь стовбурів деревини складної геометричної форми, яке дає змогу здійснити побудову моделей поверхонь колод сплайн-функціями. Наведено алгоритми обліку стовбура деревини та

окремі алгоритми схем розкрою колод на пиломатеріали. Досліджено, що вихід пиломатеріалів після здійсненого математичного моделювання значно збільшується порівняно з іншими способами моделювання поверхонь колод.

Встановлено, що метод індивідуальних моделей стовбурів деревини, їх математична, програмна й апаратна підтримка у вигляді математичних моделей, алгоритми реалізації та програмне забезпечення, результати і висновки досліджень можуть бути використані під час проектування лісопилних виробничо-технологічних систем, створення ресурсощадних технологічних процесів деревооброблення на основі сучасного технологічного та вимірювального обладнання й методів інформаційних і комп'ютерних технологій.

Бібліографічні посилання

- Akho, A. V., Khopkroft, D., & Ulman, D. D. (2000). *Data structures and algorithms*. Moscow: Publishing House «Viliams» (in Russian).
- Filipcov, M. V. (2010). Development of software, algorithms and a complex of technical means of automated accounting systems for timber. *Abstract of Doctoral Dissertation for Technical Sciences* (05.13.06 – Automation and management of technological processes and industries (by industry)). Voronezh. 18 p. (in Russian).
- Gryciuk, Yu. I., & Koshyrets, S. I. (2009). Comprehensive use of wood of softwood logs in the process of manufacturing lumber. *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 7, 139-146.
- Gryciuk, Yu. I., & Yatsyshyn, S. I. (2005). Determination of optimal schemes for deck decking on radial lumber. *Scientific Bulletin of UNFU*, 15(3), 115-124.
- Gryciuk, Yu. I., & Yatsyshyn, S. I. (2005a). The problem of identifying the surfaces of logs sawn from the trunks of coniferous trees. *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 4, 132-138.
- Gryciuk, Yu. I., & Yatsyshyn, S. I. (2007b). Calculation of volumetric output of sawdust and related waste by numerical integration methods. *Bulletin of the National University «Lviv Polytechnic». Series: Computer Science and Information Technology*, 598, 61-69.
- Hrytsiuk, Yu. I., & Buchkovska, A. Yu. (2017). Visualization of the Results of Expert Evaluation of Software Quality Using Polar Diagrams. *Scientific Bulletin of UNFU*, 27(10), 137-145. <https://doi.org/10.15421/40271025>
- Hrytsiuk, Yu. I., & Koshyrets, S. I. (2014). *Models and methods of cutting logs on radial lumber: a monograph*. Lviv: Publishing House of the Lviv State University of Life Safety. 216 p. (in Ukrainian).
- Makarov, V. L., & Khlobystov, V. V. (1993). *Spline approximation of functions: a textbook for university students*. Moscow: Publisher «High School». (in Russian).
- Stechkin, S. B., & Subbotin, Iu. N. (1976). *Splines in computational math*. Moscow: G Main editors of the physical and mathematical literature of the publishing house «Science». 248 p. (in Russian).
- Vovryn, K. Ya., & Hrytsiuk, Yu. I. (2018). Software for constructing complex geometric surfaces using spline functions. Civilization. Progress. New Measurements: a collection of materials for a multidisciplinary scientific and practical conference, (pp. 41-46), June 15, Kyiv, Ukraine. Kyiv: Yudina L. I. 118 p. Retrieved from: <http://futuolog.com.ua/publish/10/Zbirnyk.pdf#page=41>. (in Ukrainian).
- Yakovlev, M. K. (1995). Improvement of accounting and cutting of round timber based on the method of individual models. *Abstract of Doctoral Dissertation for Technical Sciences* (05.21.05 – Wood Science, Technology and Equipment for Woodworking). Minsk. 18 p. (in Russian).
- Yatsyshyn, S. I., & Gryciuk, Yu. I. (2007). Method of determination of optimum charts for cutting out of logs on radial saw-timbers. *Scientific Bulletin of UNFU*, 17(1), 136-146.
- Zavialov, Iu. S., Kvasov, B. I., & Miroshnichenko, V. L. (1980). *Spline function methods*. Moscow: Publisher «Science». (in Russian).

Моделирование образующих поверхностей стволов древесины с помощью сплайн-функций

Ю. И. Грыцюк¹, С. И. Яцышин²

Разработана методология моделирования сложных геометрических поверхностей природного происхождения – ствола дерева с помощью сплайн-функций, что дает возможность повысить точность и достоверность его учета по различным размерным характеристикам, а также выпиленных из него пиломатериалов в области деревообработки. Установлено, что метод построения математических моделей образующих поверхностей поперечного сечения бревен и их поверхностей вдоль оси позволяет на основе единого теоретического подхода описать их размеры и форму осей, а также наружных образующих поверхностей. Он основан на измерении координат определенного количества точек поперечного сечения дерева вдоль ее длины и последующей интерполяции точечного базиса. Установлено, что математический аппарат – интерполяционные кубические сплайны, построенные на небольшом количестве точек поверхности, позволяют с доста-

¹ Грыцюк Юрий Иванович – академик Лесной академии наук Украины, доктор технических наук, профессор кафедры программного обеспечения. Национальный университет «Львовская политехника», ул. С. Бандеры, 28-а, г. Львов, 79013, Украина. Тел.: +38-067-944-11-15. Email: yurii.i.hrytsiuk@lpnu.ua; ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8183-3466>; ResearcherID: V-3995-2017

² Яцышин Светлана Ивановна – кандидат технических наук, доцент кафедры информационных технологий, Национальный лесотехнический университет Украины, ул. генерала Чупрынки, 103, г. Львов, 79057, Украина. Тел.: +38-097-470-31-16. E-mail: svitlana0981@gmail.com

точной точностью определить размерные показатели бревен и учесть особенности формы ствола древесины (кривизну, сходимост, овальность), а также являются адекватными индивидуальными моделями для учета бревен как промышленного сырья, так и выпиленных из них пиломатериалов. Определено, что основными задачами при разработке программного обеспечения является построение образующих поверхностей поперечного сечения бревен кубическими сплайнами, масштабирование образующей торца бревна для построения годовых колец и вычисления как его площади, так и выхода выпиленных пиломатериалов по разным схемам раскря. Реализовано программное обеспечение для построения образующих поверхностей стволов древесины сложной формы, которое позволяет осуществить построение моделей поверхностей бревен сплайн-функциями. Приведены алгоритмы учета ствола древесины и отдельные алгоритмы схем раскря бревен на пиломатериалы. Доказано, что выход пиломатериалов после реализации математического моделирования значительно увеличивается по сравнению с традиционными методами моделирования поверхностей бревен. Установлено, что метод индивидуальных моделей стволов древесины, их математическая, программная и аппаратная поддержка в виде математических моделей, алгоритмы реализации и программное обеспечение, результаты и выводы представленных исследований могут быть использованы при проектировании производственно-технологических систем деревообработки, создания соответствующих ресурсосберегающих технологических процессов на основе современного технологического и измерительного оборудования, методов и моделей информационных технологий.

Ключевые слова: информационные технологии; программный проект; ствол дерева; поперечное сечение бревна; образующая поверхность; годовые кольца; схема раскря; пиломатериалы; технологическое оборудование; ресурсосберегающий технологический процесс.

Modeling the forming surfaces of wood trunks using spline functions

Yu. Hrytsiuk¹, S. Yatsyshyn²

It was developed the methodology for modeling complex geometric surfaces of natural origin – a tree

trunk using spline functions. It allows to increase the accuracy and reliability of wood assessment in different dimensional characteristics, as well as sawn timber in the field of woodworking. It was found that the method of constructing mathematical models of forming the cross-sectional surface of logs and their surfaces along the axis allows based on a single theoretical approach to describe the dimensions and shape of the axes, as well as external surfaces. It is based on the measurement of coordinates certain amount of the cross-section of a tree trunk points along its length and the subsequent interpolation point basis. It was found that the mathematical implementation – interpolating cubic splines, constructed on a small number of surface points, allow to determine with sufficient accuracy, the dimensional indices logs and incorporate features of the form of timber barrel (curvature, convergence, ovality). The cubic splines are also the adequate individual models to account for the logs as an industrial raw material and timber sawn from them. It was determined that the main objectives of software development is the construction of the cross-sectional surfaces forming logs cubic splines, scale forming butt logs for the construction of the annual rings and calculating his area and the output of sawed sawn timber for different cutting patterns. The software for constructing forming surfaces of complex shape of trunks of wood, which makes it possible to build models of surfaces logs by spline functions was implemented. The algorithms accounting for wood barrel and some algorithms schemes cutting logs for timbers are given. It is proved that the output of sawn timber after the implementation of mathematical modelling is significantly increased in comparison with the traditional methods of modelling the surfaces of logs. It was found that the method of individual models of trunks of wood, their mathematical, software and hardware support in the form of mathematical models, algorithms, implementation and software, the results and conclusions of the presented research can be used in the design of production and processing of wood systems, the establishment of appropriate resource-saving technological processes on the basis of modern technology and measuring equipment, methods and information technology models.

Key words: information technology; software design; tree trunk; cross-section of the log; forming surface; annual rings; cutting scheme; timber; technological equipment; resource-saving process.

¹ *Yuriy Hrytsiuk* – full Member of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Software, Lviv Polytechnic National University, S. Bandera str., 28-a, Lviv, 79013, Ukraine. Tel.: +38-067-944-11-15. Email: yurii.i.hrytsiuk@lpnu.ua; ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8183-3466>; ResearcherID: V-3995-2017

² *Svitlana Yatsyshyn* – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Information Technologies, Ukrainian National Forestry University, General Chuprynka str., 103, Lviv, 79057, Ukraine. Tel.: +38-097-470-31-16. E-mail: svitlana0981@gmail.com

8. РЕСУРСООЩАДНІ ТА ЕКОЛОГОБЕЗПЕЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЕРЕВООБРОБКИ



Наукові праці Лісівничої академії наук України
Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine

<http://fasu.nltu.edu.ua>
<https://doi.org/10.15421/411833>
Article received 2018.07.24
Article accepted 2018.10.25

ISSN 1991-606X print
ISSN 2616-5015 online
@ ✉ Correspondence author
Pavlo Bekhta
bekhta@ukr.net

General Chuprynka st., 103, Lviv, 79057, Ukraine

УДК 674.815

Математична модель процесу пресування легких стружкових плит із вмістом пінополістиролу

П. А. Бехта¹, Л. Р. Байзова²

Запропоновано математичну модель процесу пресування легких стружкових плит із різним вмістом пінополістиролу, яка поєднує фізичні властивості компонентів стружково-полімерного пакета, готової личкованої луценням шпоном легкої стружкової плити із вмістом пінополістиролу та параметри режиму пресування. На основі математичної моделі розраховано тривалість прогрівання стружково-полімерного пакета до 100°C залежно від температури плит преса, щільності готових плит і вмісту в них пінополістиролу. Встановлено, що зі збільшенням щільності плит від 350 кг/м³ до 550 кг/м³ тривалість прогрівання середини стружково-полімерного пакета до 100°C збільшується на 10% за однакових значень вмісту пінополістиролу в плиті та температур пресування. Наявність пінополістиролу в стружково-полімерному пакеті спричиняє збільшення тривалості прогрівання його середини до 100°C. Це зростання становить 3, 7 і 9% за вмісту пінополістиролу в плиті відповідно 4, 7 і 10%, порівняно із плитами без вмісту пінополістиролу. Збільшення температури пресування від 180 до 200°C зменшує тривалість прогрівання середини стружково-полімерного пакета до температури 100°C на 12% за однакових щільностей готової плити і значень вмісту пінополістиролу в ній. Розраховані за моделлю значення тривалості прогрівання середини пакета без пінополістиролу до температури 100°C збігаються з рекомендованими в літературі значеннями тривалості прогрівання стружкових плит. Для стружково-полімерного пакета з пінополістиролом отриману модель апробовано експериментально. Значення теоретичної та експериментальної залежностей є близькими, що підтверджує адекватність розробленої моделі.

Ключові слова: легкі стружкові плити; пінополістирол; луцений шпон; деревинна стружка; карбамідоформальдегідний клей; теплопровідність; градієнт температури; питома витрата теплоти; питома теплоємність; температурний інтервал прогрівання; математична модель.

¹ Бехта Павло Антонович – академік Лісівничої академії наук України, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри технологій деревинних композиційних матеріалів, целюлози та паперу. Національний лісотехнічний університет України, вул. генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. Тел.: 032-238-44-99, E-mail: bekhta@ukr.net

² Байзова Любов Русланівна – аспірант кафедри технологій деревинних композиційних матеріалів, целюлози та паперу. Національний лісотехнічний університет України, вул. генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. Тел.: 032-238-44-99, +38-093-622-18-08. E-mail: kozak_l@nltu.edu.ua

Вступ. Гаряче пресування легких стружкових плит із вмістом пінополістиролу характеризується декількома фізико-хіміко-механічними явищами, що роблять цю операцію досить складною. Серед основних є тепло- і масообмінні процеси, поліконденсація клею, реологічні явища. Через множинність і взаємозалежність цих явищ розробка математичних моделей, які описували б цю операцію, має велике значення, тому що дає розуміння взаємодії операційних параметрів і їх впливу на властивості плит, на затрати енергії та часу.

Процес гарячого пресування стружкових плит і тривалість їх пресування визначаються насамперед зміною температури у середньому шарі стружкового пакета. Саме за досягнення в середині пакета значень температури 100 °C фізико-хімічні процеси структуроутворення плит відбуватимуться найінтенсивніше (Bekhta, 1994a, 2004). Тому знання про тривалість прогрівання стружково-полімерного пакета є дуже важливими для отримання плит задовільної якості та раціонального використання енергетичних ресурсів.

Починаючи з вісімдесятих років XX ст., у літературі було подано ряд моделей, в яких автори намагалися описати явища під час пресування деревинних композиційних матеріалів (Harless et al., 1987, Humphrey & Bolton, 1989, Hata et al., 1990, Kamke & Wolcott, 1991, Suo & Bowyer, 1994, Hubert & Dai, 1998, Carvalho & Costa, 1998, Haselein, 1998, Thoemen & Humprey, 1999, 2001, 2003, Dai et al., 2000, Thoemen, 2000, Zombori, 2001, Zombori et al., 2003, Carvalho et al., 2001, 2003, Gupta et al., 2005, 2006a, 2006b, 2006c, Pereira et al., 2006). Усі вони мають свій внесок у розуміння цього процесу для конкретного композиційного матеріалу. Зокрема, моделі (Harless et al., 1987, Humphrey & Bolton, 1989, Hata et al., 1990, Kamke & Wolcott, 1991, Suo & Bowyer, 1994, Hubert & Dai, 1998, Thoemen & Humprey, 1999, 2001, 2003, Dai et al., 2000, Zombori, 2001, Zombori et al., 2003) розглядають фізичні механізми під час гарячого пресування стружкових плит та OSB, а в літературі (Carvalho & Costa, 1998, Haselein, 1998, Thoemen, 2000, Carvalho et al., 2001, 2003, Gupta et al., 2005, 2006a, 2006b, 2006c, Pereira et al., 2006) – пресування MDF. Однак даних про моделювання процесу пресування легких стружкових плит із вмістом пінополістиролу і, зокрема тривалості прогрівання стружково-полімерного пакета, немає. Отже, тривалість прогрівання стружково-полімерного пакета потребує додаткових досліджень.

Мета дослідження – розробити математичну модель процесу пресування легких стружкових плит із вмістом пінополістиролу та на її основі встановити тривалість прогрівання стружково-полімерного пакета залежно від температури плит преса, щільності готових плит і вмісту в них пінополістиролу.

Розроблення моделі. Тривалість прогрівання середнього шару плити до температури початку поліконденсації клею і випаровування вологи залежить від теплопровідності сировини і матеріалів, з яких плита складається (Ozarkiv et al., 1997).

Якщо припустити, що стружково-полімерний пакет має вигляд пластини (рис. 1), яка розташована між нагрітими до певної температури ($t_{n.ш.}$) плитами преса, то згідно з відомим законом теплопровідності Фур'є, величина теплового потоку (dQ) прямо пропорційна коефіцієнту теплопровідності (λ), градієнту температури ($\frac{dt}{dx}$) та площі поверхні матеріалу (F). Математично це можна записати так (Ozarkiv et al., 1997, Biley, 2005, Biley et al., 2012):

$$\frac{dQ}{d\tau_{np}} = -\lambda \cdot F \cdot \frac{dt}{dx}. \quad (1)$$

Температурний інтервал прогрівання стружково-полімерного пакета можна визначити як:

$$dt = t_{c.ш.} - t_{n.ш.}, \quad (2)$$

де $t_{n.ш.}$ – температура поверхневого шару стружково-полімерного пакета (можна прийняти за температуру плит преса – $t_{n.пл.}$), °C;

$t_{c.ш.}$ – температура середнього шару стружково-полімерного пакета (можна прийняти за температуру середовища), °C.

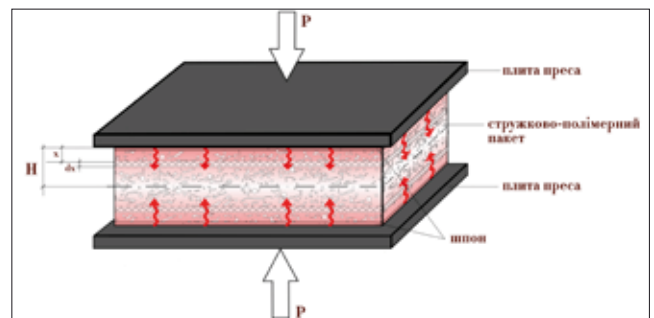


Рис. 1. Схематичне зображення стружково-полімерного пакета між плитами преса

З іншого боку, протягом певного часу ($d\tau$) відбувається прогрівання матеріалу на певну глибину (dx), а кількість теплоти, яка затрачається на прогрівання матеріалу до відповідної глибини, визначають як [Ozarkiv et al., 1997, Biley, 2005, Biley et al., 2012]:

$$\frac{dQ}{d\tau_{np}} = q_n \cdot F \cdot \frac{dx}{d\tau_{np}}, \quad (3)$$

де q_n – питома витрата теплоти на нагрівання одиниці об'єму стружково-полімерного пакета, Дж/м³.

Прирівнявши рівняння (1) та (3), отримаємо:

$$\lambda \cdot F \cdot \frac{t_{n.ш.} - t_{c.ш.}}{dx} = q_n \cdot F \cdot \frac{dx}{d\tau_{np}}. \quad (4)$$

Якщо проінтегрувати рівняння (4) в інтервалі від 0 до x , то можна визначити тривалість прогрівання пакета на глибину x :

$$\tau_{np} = \frac{q_n}{\lambda \cdot (t_{n.ш.} - t_{c.ш.})} \int_0^x x dx = \frac{q_n \cdot x^2}{2 \cdot \lambda \cdot (t_{n.ш.} - t_{c.ш.})}. \quad (5)$$

Для того, щоб визначити тривалість повного прогрівання стружково-полімерного пакета до потрібної температури, у формулу (5) замість x потрібно підставити значення H (див. рис. 1).

Оскільки стружково-полімерний пакет складається зі лущеного шпону, стружки, пінополістиролу, клею, води та повітря, то загальний коефіцієнт теплопровідності можна визначати так:

$$\lambda = \sum_{i=1}^n \lambda_i \cdot \nu_i, \quad (6)$$

де λ_i – коефіцієнт теплопровідності i -го компонента стружково-полімерного пакета, Вт/(м·°C);

ν_i – об'ємна частка i -го компонента стружково-полімерного пакета.

Виразивши об'ємні частки складників стружково-полімерного пакета через їх відсотковий вміст, формула (6) набуде такого вигляду:

$$\lambda = \frac{\lambda_{\text{д.р.}} \cdot \rho_{\text{пл}}}{\rho_{\text{д.р.}}} \cdot \left(1 - \frac{P_{\text{ППС}}}{100} - \frac{P_{\text{кл}}}{100} - \frac{P_{\text{в}}}{100}\right) + \frac{\lambda_{\text{ПС}} \cdot \rho_{\text{пл}} \cdot P_{\text{ППС}}}{\rho_{\text{ПС}} \cdot 100} + \frac{\lambda_{\text{кл}} \cdot \rho_{\text{пл}} \cdot P_{\text{кл}}}{\rho_{\text{кл}} \cdot 100} + \frac{\lambda_{\text{в}} \cdot \rho_{\text{пл}} \cdot P_{\text{в}}}{\rho_{\text{в}} \cdot 100} + \lambda_{\text{н}} \cdot \frac{P_{\text{н}}}{100}, \quad (7)$$

де $\lambda_{\text{д.р.}}$ – коефіцієнт теплопровідності деревної речовини, Вт/(м·°C);

$\lambda_{\text{ПС}}$ – коефіцієнт теплопровідності полістиролу, Вт/(м·°C);

$\lambda_{\text{кл}}$ – коефіцієнт теплопровідності затверділого клею, Вт/(м·°C);

$\lambda_{\text{в}}$ – коефіцієнт теплопровідності води, Вт/(м·°C);

$\lambda_{\text{н}}$ – коефіцієнт теплопровідності повітря, Вт/(м·°C);

$\rho_{\text{пл}}$ – щільність спресованого стружково-полімерного пакета, кг/м³;

$\rho_{\text{д.р.}}$ – щільність деревної речовини в спресованому стружково-полімерному пакеті, кг/м³;

$\rho_{\text{ПС}}$ – щільність полістиролу в спресованому стружково-полімерному пакеті, кг/м³;

$\rho_{\text{кл}}$ – густина клею (затверділого полімеру) у спресованому стружково-полімерному пакеті, кг/м³;

$\rho_{\text{в}}$ – густина води у спресованому стружково-полімерному пакеті, кг/м³;

$P_{\text{ППС}}$ – відсотковий вміст пінополістиролу в спресованому стружково-полімерному пакеті, %;

$P_{\text{кл}}$ – відсотковий вміст клею в спресованому стружково-полімерному пакеті, %;

$P_{\text{в}}$ – відсотковий вміст води в спресованому стружково-полімерному пакеті, %;

$P_{\text{н}}$ – відсотковий вміст порожнин у спресованому стружково-полімерному пакеті, %.

Відсотковий вміст води в спресованому стружково-полімерному пакеті, личкованому з двох сторін шпоном, дорівнює (Bekhta, 1994b):

$$P_{\text{в}} = \frac{\left[W_{\text{срп}} \cdot \frac{m_{\text{срп}}}{m_{\text{срп}} + m_{\text{шп}}} + W_{\text{шп}} \cdot \left(1 - \frac{m_{\text{срп}}}{m_{\text{срп}} + m_{\text{шп}}}\right) \right] \cdot K + P_{\text{кл}} \cdot (100 - K)}{K \cdot (100 + P_{\text{кл}})}. \quad (8)$$

Відсотковий вміст порожнин у спресованому стружково-полімерному пакеті розраховують за формулою (Bekhta & Kozak, 1995):

$$P_{\text{н}} = 100 - \rho_{\text{пл}} \cdot \left(\frac{1}{\rho_{\text{д.р.}}} \cdot \left(1 - \frac{P_{\text{ППС}}}{100} - \frac{P_{\text{кл}}}{100} - \frac{P_{\text{в}}}{100}\right) + \frac{P_{\text{ППС}}}{\rho_{\text{ПС}} \cdot 100} + \frac{P_{\text{кл}}}{\rho_{\text{кл}} \cdot 100} + \frac{P_{\text{в}}}{\rho_{\text{в}} \cdot 100} \right) \cdot 100. \quad (9)$$

Питому витрату теплоти на нагрівання стружкового пакета визначають за таким рівнянням (Ozarkiv et al., 1997, Biley, 2005, Biley et al., 2012):

$$q_{\text{н}} = \frac{m_{\text{пл}}}{V_{\text{пл}}} \cdot C_{\text{пл}} \cdot (t_{\text{нр}} - t_{\text{с.ш.}}) = \rho_{\text{пл}} \cdot C_{\text{пл}} \cdot (t_{\text{нр}} - t_{\text{с.ш.}}) \quad (10)$$

де $m_{\text{пл}}$ – маса стружково-полімерного пакета, кг;

$V_{\text{пл}}$ – об'єм стружково-полімерного пакета; м³;

$C_{\text{пл}}$ – питома теплоємність стружково-полімерного пакета, кДж/(кг·°C);

$t_{\text{нр}}$ – температура, до якої необхідно прогріти стружково-полімерний пакет, °C.

Питому теплоємність стружково-полімерного пакета можна представити через питомі теплоємності його компонентів у вигляді:

$$C_{\text{пл}} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \cdot C_i}{m_{\text{пл}}}, \quad (11)$$

де m_i – маса i -го компонента стружково-полімерного пакета, кг;

C_i – питома теплоємність i -го компонента стружково-полімерного пакета, кДж/(кг·°C).

Виразивши маси складників стружково-полімерного пакета через їх відсотковий вміст у ньому, формула (11) набуде такого вигляду:

$$C_{\text{пл}} = C_{\text{д}} \cdot \left(1 - \frac{P_{\text{ППС}}}{100} - \frac{P_{\text{кл}}}{100} - \frac{P_{\text{в}}}{100}\right) + \frac{C_{\text{ППС}} \cdot P_{\text{ППС}}}{100} + \frac{C_{\text{кл}} \cdot P_{\text{кл}}}{100} + \frac{C_{\text{в}} \cdot P_{\text{в}}}{100}. \quad (12)$$

де $C_{\text{д}}$ – теплоємність абсолютно сухої деревини, кДж/(кг·°C);

$C_{\text{ППС}}$ – теплоємність пінополістиролу, кДж/(кг·°C);

$C_{\text{кл}}$ – теплоємність затверділого клею, кДж/(кг·°C);

$C_{\text{в}}$ – теплоємність води, кДж/(кг·°C).

З урахуванням виразів (7) і (12) формула тривалості прогрівання стружково-полімерного пакета (5) набуде вигляду:

$$\tau_{\text{нр}} = \frac{\rho_{\text{пл}} \cdot \left[C_{\text{д}} \cdot \left(1 - \frac{P_{\text{ППС}}}{100} - \frac{P_{\text{кл}}}{100} - \frac{P_{\text{в}}}{100}\right) + \frac{C_{\text{ППС}} \cdot P_{\text{ППС}}}{100} + \frac{C_{\text{кл}} \cdot P_{\text{кл}}}{100} + \frac{C_{\text{в}} \cdot P_{\text{в}}}{100} \right] \cdot (t_{\text{нр}} - t_{\text{с.ш.}}) \cdot H^2}{2 \cdot \left[\frac{\lambda_{\text{д.р.}} \cdot \rho_{\text{пл}}}{\rho_{\text{д.р.}}} \cdot \left(1 - \frac{P_{\text{ППС}}}{100} - \frac{P_{\text{кл}}}{100} - \frac{P_{\text{в}}}{100}\right) + \frac{\lambda_{\text{ПС}} \cdot \rho_{\text{пл}} \cdot P_{\text{ППС}}}{\rho_{\text{ПС}} \cdot 100} + \frac{\lambda_{\text{кл}} \cdot \rho_{\text{пл}} \cdot P_{\text{кл}}}{\rho_{\text{кл}} \cdot 100} + \frac{\lambda_{\text{в}} \cdot \rho_{\text{пл}} \cdot P_{\text{в}}}{\rho_{\text{в}} \cdot 100} + \lambda_{\text{н}} \cdot \frac{P_{\text{н}}}{100} \right] \cdot (t_{\text{нр}} - t_{\text{с.ш.}})}. \quad (13)$$

Формула (13) дає змогу визначити тривалість прогрівання стружково-полімерного пакета у процесі пресування стружково-полімерних плит залежно від застосовуваної сировини і клею, відсоткового вмісту в стружковому пакеті компонентів плити, а також температури пресування.

Результати та обговорення. На основі запропонованої формули тривалості прогрівання стружково-полімерних плит, здійснено розрахунок значень цього параметра для личкованих лушченим шпоном легких плит з пінополістиролом і встановлено залежності від їх щільності, вмісту в них пінополістиролу та температури пресування (таблиця).

Таблиця

**Тривалість прогрівання (в секундах)
середини стружково-полімерного пакета
до температури 100°**

Вміст пінополістиролу (ППС) у плитах, %	Щільність плит, кг/м³					
	350		450		550	
	Температура пресування, °C					
	180	200	180	200	180	200
без ППС	92	82	97	87	101	90
4	95	85	101	90	104	93
7	98	87	103	92	107	95
10	100	89	106	94	110	98

Зі збільшенням щільності плит від 350 кг/м³ до 550 кг/м³ тривалість прогрівання середини стружково-полімерного пакета до 100°C збільшується на 10 % за однакових значень вмісту пінополістиролу в плиті та температур пресування. Таке зростання тривалості прогрівання до 100°C середини стружково-полімерного пакета відбувається через збільшення маси його компонентів за сталого теплового потоку, що передається від плит преса.

Наявність пінополістиролу в стружково-полімерному пакеті спричиняє збільшення тривалості прогрівання його середини до 100°C. Це зростання становить 3, 7 і 9% за вмісту пінополістиролу в плиті відповідно 4, 7 і 10 %, порівняно із плитами без вмісту пінополістиролу. Спричинено це меншою теплопровідністю пінополістиролу порівняно зі стружкою.

Збільшення температури пресування від 180 до 200°C зменшує тривалість прогрівання середини стружково-полімерного пакета до температури 100°C на 12% за однакових щільностей плити і значень вмісту пінополістиролу в ній. З підвищенням температури пресування зростає градієнт температури, який обернено пропорційний часу прогрівання стружково-полімерного пакета (Ozarkiv et al., 1997, Biley, 2005, Biley et al., 2012).

Розраховані за моделлю значення тривалості прогрівання середини пакета без пінополістиролу до температури 100°C збігаються з рекомендованими у літературі (Bekhta, 1994b) значеннями тривалості прогрівання стружкових плит.

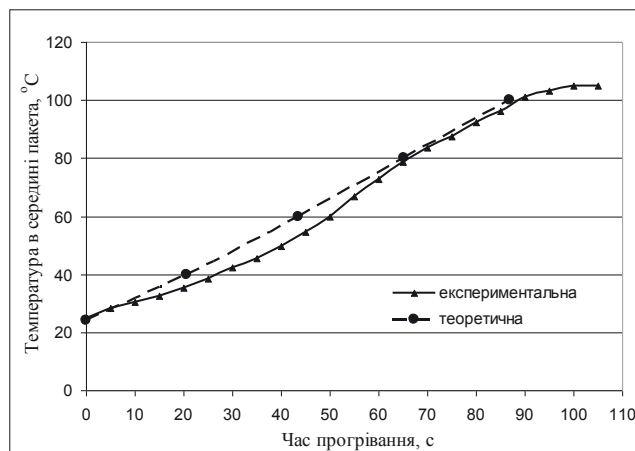


Рис. 2. Залежності температури в середині стружково-полімерного пакета від тривалості його прогрівання (розрахункова щільність плити 350 кг/м³; товщина плити 18 мм; вміст пінополістиролу в плиті 7%; температура плит преса 200 °C)

Для стружково-полімерного пакета з пінополістиролом отриману модель апробовано експериментально. Теоретичну та експериментальну залежності наведено на рис. 2. Значення температури, розраховані за вказаними залежностями, є близькими, що підтверджує адекватність розробленої моделі. Незначні розбіжності в експериментальних і теоретичних значеннях температур у середині пакета зумовлені втратами теплоти в навколишнє середовище, які не враховуються в розробленій моделі.

Висновки. Розроблена математична модель дала змогу зрозуміти взаємодію параметрів компонентів плити, операційних параметрів і готової плити та їх вплив на тривалість прогрівання стружково-полімерного пакета під час пресування легких стружкових плит із вмістом пінополістиролу. Зі збільшенням щільності плит тривалість прогрівання середини стружково-полімерного пакета до 100°C збільшується за однакових значень вмісту пінополістиролу в плиті та температур пресування. Наявність у стружково-полімерному пакеті пінополістиролу з меншою теплопровідністю порівняно з деревинною стружкою спричиняє збільшення тривалості його прогрівання. Це зростання становить 3, 7 і 9% за вмісту пінополістиролу в плиті відповідно 4, 7 і 10%, порівняно із плитами без вмісту пінополістиролу. Підвищення температури пресування від 180 до 200°C зменшує тривалість прогрівання середини стружково-полімерного пакета до температури 100°C на 12% за однакових щільностей плити і значень вмісту пінополістиролу в ній.

Математично змодельована, визначена і проаналізована тривалість прогрівання середини

стружково-полімерного пакета до температури 100°C личкованих лушеним шпоном легких стружкових плит із вмістом пінополістиролу дасть змогу підвищити ефективність технології їх виготовлення.

Бібліографічні посилання

- Bekhta, P. A. (1994a). *Technology and machinery of the particleboard production*. Kyiv: Institute for System Studies of Education (in Ukrainian).
- Bekhta, P. A. (1994b). *Technological calculation in particleboard production*. Kyiv: Institute for System Studies of Education (in Ukrainian).
- Bekhta, P. A. (2004). *Technology of wood-based panels and laminates*. Kyiv: Osnova (in Ukrainian).
- Bekhta, P. A., & Kozak, R. O. (1995). Porosity of particleboards. *Proc. of the XII Symposium of the Adhesives in Woodworking Industry*. Zvolen, Slovakia, 77-80.
- Biley, P. V. (2005). *Theoretical basis of heat treatment and drying of wood*. Kolomyia: Vik (in Ukrainian).
- Biley, P. V., Kunynets, E. P., Sokolovskyy, I. A., Soroka L. Ya., & Synitovych Ya. D. (2012). *Theory of heat treatment of wood*. Lviv: Western Ukrainian Consulting Center (in Ukrainian).
- Carvalho, L. H., Costa, M. R. N., & Costa, C. A. V. (2001). Modeling theology in the hot-pressing of MDF: comparison of mechanical models. *Wood Fiber Sci*, 33, 395-411.
- Carvalho, L. H., Costa, M. R. N., & Costa, C. A. V. (2003). A global model for the hot-pressing of MDF. *Wood Sci Technol*, 37, 241-258.
- Carvalho, L. M., & Costa, C. A. V. (1998). Modeling and simulation of the hot-pressing process in the production of medium density fiberboard (MDF) *Chem Eng Comm*, 170, 1-21.
- Dai, C., Yu, C., & Hubert, P. (2000). Modeling vertical density in wood composites during hot pressing. *Proceedings of the 5th Pacific Rim Bio-based Composites Symposium*, Canberra, Australia.
- Gupta, A., Jordan, P.J., & Pang, S. (2006a). Modelling of vertical density profile of MDF in hot pressing. *Proceedings of CHEMECA 2006 Symposium*. Auckland, N.Z.
- Gupta, A., Jordan, P.J., & Pang, S. (2006c). Development of an Empirical Model for MDF Hot press and Comparison with a Fundamental Model. *Proceedings of the 8th Pacific Rim Bio-based Composites Symp*. KL, Malaysia, 379-389.
- Gupta, A., Jordan, P.J., Pang, S., & Chapman, K.M. (2006b). Modelling of hot pressing of MDF. *Proc. of 10th European Panel Product Symp.*, Llandudno, U.K.
- Gupta, A., Jordan, P. J., Pang, S., & Chapman, K. M. (2005). Dependence of mechanical properties of MDF panels on the panel density. *Proc. of the 2005 joint conference of SCENZ / FEANZ. Symp.* Christchurch, N.Z., 6-13.
- Harless, T. E. G., Wagner, F. G., Short, P. H., Dan Seale, R., Mitchell, P. H. & Ladd, D. S. (1987). A model to predict the density profile of particleboard. *Wood Fiber Sci* 19 (1), 81-92.
- Haselein, C. R. (1998). Numerical simulation of pressing wood-fiber composites. *Ph.D. Thesis, Oregon State University*, Corvallis, OR.
- Hata, T., Kawai, S., & Sasaki, H. (1990). Computer simulation of temperature behavior in particle mat during hot pressing and steam injection pressing. *Wood Sci Technol* 24, 65-78.
- Hubert, P., & Dai, C. (1998). An object-oriented finite element processing model for oriented strand board wood composites. *Proceedings of the 13th Int. Conf. on Composite Materials*. Paris, France, 28-33.
- Humphrey, P., & Bolton, A. J. (1989). The hot pressing of dry formed wood-based composites. Part II: Simulation model for heat and moisture transfer, and typical results. *Holzforschung*, 43 (3), 199-206.
- Kamke, F. A., & Wolcott, M. P. (1991). Fundamentals of flakeboard manufacture: wood-moisture relationships. *Wood Sci Technol*, 25, 57-71.
- Ozarkiv, I.M., Soroka, L.Ya., & Hrytsyuk, Yu.I. (1997). *Fundamentals of aerodynamics and heat-mass transfer*. Kyiv: Institute of tools and teaching methods (in Ukrainian).
- Pereira, C., Carvalho, L. M. H., & Costa C. A. V. (2006). Modeling the continuous hot-pressing of MDF. *Wood Sci Technol*, 40, 308-326.
- Suo, S., & Bowyer, J. L. (1994). Simulation modeling of particleboard density profile. *Wood Fiber Sci* 26, 397-411.
- Thoemen H., & Humphrey P.E. (2001) Hot-pressing of wood-based composites: selected aspects of physics investigated by means of simulation. *Proceedings of 5th European Panel Products Symposium*. Llandudno, North Wales, UK, 38-49.
- Thoemen, H., & Humphrey, P. E. (1999). The continuous pressing process for wood-based panels: an analytical model. *Proceedings of the third European Panel Products Symposium*. Llandudno, Wales, UK, 18-30.
- Thoemen, H., & Humphrey, P. E. (2003). Modeling the continuous pressing process for wood-based composites. *Wood Fiber Sci*, 35, 456-468.
- Thoemen, H. (2000). Modeling the physical processes in natural fiber composites during batch and continuous pressing. *Ph.D. Thesis, Oregon State University*, Corvallis, OR.
- Zombori, B. (2001). Modeling the transient effects during the hot-pressing of wood-based composites. *PhD thesis, Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University*, Blacksburg, Virginia, USA.
- Zombori, G. B., Kamke, F. A., & Watson, L. T. (2003). Simulation of the internal conditions during the hot pressing process. *Wood Fiber Sci*, 35 (1), 2-23.

Математическая модель процесса прессования легких стружечных плит с содержанием пенополистирола

П. А. Бэхта¹, Л. Р. Байзова²

Предположив, что стружечно-полимерный пакет, облицованный лущеным шпоном, имеет вид пластины, расположенной между нагретыми до определенной температуры плитами пресса, применив известные законы теплопроводности Фурье и уравнение количества теплоты, которое используется на прогрев материала на соответствующую глубину, предложена математическая модель процесса прессования легких стружечных плит с различным содержанием пенополистирола, которая сочетает физические свойства составляющих компонентов стружечно-полимерного пакета, готовой облицованной лущеным шпоном легкой стружечной плиты с содержанием пенополистирола и параметры режима прессования. На основе математической модели рассчитана продолжительность прогрева стружечно-полимерного пакета до 100 °С в зависимости от температуры плит пресса, плотности готовых плит и содержания в них пенополистирола. Установлено, что с увеличением плотности плит с 350 кг/м³ до 550 кг/м³ продолжительность прогрева середины стружечно-полимерного пакета до 100 °С увеличивается на 10% при одинаковых значениях содержания пенополистирола в плите и температур прессования. Такой рост продолжительности прогрева до 100 °С середины стружечно-полимерного пакета происходит из-за увеличения массы его компонентов при постоянном тепловом потоке, передаваемом от плит пресса. Наличие пенополистирола в стружечно-полимерном пакете приводит к увеличению продолжительности прогрева его середины до 100 °С. Этот рост составляет 3, 7 и 9% при содержании пенополистирола в плите соответственно 4, 7 и 10% по сравнению с плитами без содержания пенополистирола. Причиной этого есть меньшая теплопроводность пенополистирола по сравнению с древесной стружкой. Увеличение температуры прессования с 180 до 200 °С уменьшает продолжительность прогрева середины стружечно-полимерного пакета до температуры 100 °С на 12% при одинаковых плотностях готовой плиты и значениях содержания пенополистирола в ней. С увеличением температуры прессования

возрастает градиент температуры, который обратно пропорционален времени прогрева стружечно-полимерного пакета. Рассчитанные по модели значения продолжительности прогрева середины пакета без пенополистирола до температуры 100 °С совпадают с рекомендованными в литературе значениями продолжительности прогрева стружечных плит. Для стружечно-полимерного пакета с пенополистиролом полученная модель апробирована экспериментально. Значение теоретической и экспериментальной зависимостей близки, что подтверждает адекватность разработанной модели. Незначительные расхождения в экспериментальных и теоретических значениях температур в середине пакета обусловлены потерями теплоты в окружающую среду, которые не учитываются в разработанной модели.

Ключевые слова: легкие стружечные плиты; пенополистирол; лущеный шпон; древесная стружка; карбамидоформальдегидный клей; теплопроводность; градиент температуры; удельный расход теплоты; удельная теплоемкость; температурный интервал прогрева; математическая модель.

Mathematical model of the pressing process of lightweight particleboards with the expanded polystyrene in content

P. Bekhta¹, L. Bajzova²

Assuming that the chip-polymer package overlaid by rotary-cut veneer has the form of a plate located between the press plates heated to a certain temperature, and applying the known laws of Fourier thermal conductivity and the equation of heat quantity which is used to heat the material to the appropriate depth, a mathematical model of the pressing process of lightweight particleboards with different contents of expanded polystyrene was proposed. The model combines the physical properties of the constituent components of the chip-polymer package of the overlaid by rotary-cut veneer lightweight particleboard containing expanded polystyrene and the parameters of the pressing regime. Duration of heating of chip-polymer package up to 100 °C depending on the pressing temperature, the density of the boards and the content of expanded polystyrene based on the mathematical model was

¹ Бэхта Павло Антонович – академик Лесной академии наук Украины, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологий древесных композиционных материалов, целлюлозы и бумаги. Национальный лесотехнический университет Украины, ул. генерала Чупрынки, 103, г. Львов, 79057, Украина. Тел.: 032-238-44-99, E-mail: bekhta@ukr.net

² Байзова Любов Руслановна – аспирант кафедры технологий древесных композиционных материалов, целлюлозы и бумаги. Национальный лесотехнический университет Украины, ул. генерала Чупрынки, 103, г. Львов, 79057, Украина. Тел.: 032-238-44-99, + 38-093-622-18-08. E-mail: kozak_l@nltu.edu.ua

¹ Pavlo Bekhta – full Member of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Wood-Based Composites, Cellulose and Paper. Ukrainian National Forestry University, Generala Chuprynky st., 103, Lviv, 79057, Ukraine. Tel.: 032-238-44-99, E-mail: bekhta@ukr.net

² Liubov Bajzova – post-graduate student in the Department of Wood-Based Composites, Cellulose and Paper. Ukrainian National Forestry University, Generala Chuprynky st., 103, Lviv, 79057, Ukraine. Tel.: 032-238-44-99, + 38-093-622-18-08. E-mail: kozak_l@nltu.edu.ua

calculated. It was found that the duration of heating of the chip-polymer package up to 100 °C increases by 10% with an increase in the density of the boards from 350 kg/m³ to 550 kg/m³ for the same values of the contents of the expanded polystyrene and the pressing temperatures. This increase in the duration of heating the middle of the chip-polymer package up to 100 °C is due to the increase in the mass of its components at a constant heat flux transmitted from the press plates. The presence of expanded polystyrene leads to an increase in the duration of heating of the chip-polymer package up to 100 °C. This growth was 3, 7 and 9% with the content of expanded polystyrene in the boards 4, 7 and 10%, respectively, compared to the boards without the expanded polystyrene. The reason for this is the lower thermal conductivity of polystyrene foam compared to wood particles. An increase in the pressing temperature from 180 °C to 200 °C reduces by 12% the heating time of the chip-polymer package to 100 °C at the same densities of the boards and the values of the expanded polystyrene content. As the pressing temperature increases, the temperature

gradient increases, which is inversely proportional to the heating time of the chip-polymer package. Calculated by the model, the value of the duration of heating the middle of the package without expanded polystyrene to a temperature of 100 °C coincides with the values of the duration of heating of the particleboards recommended in the literature. For the chip-polymer package with expanded polystyrene, the resulting model was tested experimentally. The values of theoretical and experimental dependencies are close, which confirms the adequacy of the developed model. Minor discrepancies in the experimental and theoretical values of the temperatures in the middle of the package are due to the heat losses into the environment, which are not taken into account in the developed model.

Key words: lightweight particleboard; expanded polystyrene; rotary-cut veneer; wood particles; urea formaldehyde glue; thermal conductivity; temperature gradient; specific heat consumption; specific heat; temperature interval of heating; mathematical model.



Наукові праці Лісівничої академії наук України
Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine

<http://fasu.nltu.edu.ua>
<https://doi.org/10.15421/411834>
Article received 2018.07.15
Article accepted 2018.10.25

ISSN 1991-606X print
ISSN 2616-5015 online
@ ✉ Correspondence author
Serhiy Hayda
serhiy.hayda@nltu.edu.ua

General Chuprynka st., 103, Lviv, 79057, Ukraine

УДК 674.8

Формостійкість як критерій якості столярних плит із вживаної деревини

С. В. Гайда¹, О. А. Кійко²

Встановлено, що вживана деревина (ВЖД), щорічний потенціал якої становить в Україні близько 2 млн тонн ВЖД, є ресурсною базою деревинної сировини, яка не використовується, а її запаси збільшуються із посиленням розвитку господарств та деревообробної галузі.

Обґрунтовано, що ВЖД є придатним вторинним ресурсом для виготовлення столярних плит (СП), оскільки ця деревина має невисоку ціну, низьку вологість ($W = 8 \pm 3\%$) та стабільні внутрішні напруження, що позитивно впливає на формостійкість – напружено-деформований стан конструкції СП. Отримано закономірності впливу ширини рейок із ВЖД(масив) та ВЖД(ДСП) на формостійкість комбінованих СП із ВЖД.

Визначено, що значення формостійкості отриманих СП із ВЖД мали показники, менші за нормативні (0,3 мм). Досліджено, що на формостійкість СП із ВЖД впливає співвідношення товщини до ширини рейки. Доведено, що для досягнення формостійкості згідно зі стандартом рекомендовано ширину рейки для склеювання столярного щита приймати не більше 2-4 її товщини. Встановлено, що найкращу якість щодо стабільності форми (формостійкість) будуть мати комбіновані СП із ВЖД при конструкції за ширини рейок: $V_{ВЖД} = 30$ мм; $V_{ДСП} = 70$ мм, коли відхилення від площинності становлять 0,081 мм. Для забезпечення формостійкості СП із ВЖД, які експлуатуються в умовах змінної вологості, бажано застосовувати співвідношення сторін у поперечному перерізі рейок 1:3, а кут нахилу річних шарів в торці рейок повинен бути не менше 45°. Рекомендовано для виготовлення комбінованих СП із ВЖД використовувати дерев'яні рейки радіального перерізу. Личковані СП із ВЖД доцільно використовувати для виготовлення корпусних меблевих виробів.

Ключові слова: нові матеріали; комплексне використання деревини; перероблення; технологія деревообробки; конструкція; режими.

Вступ. Розвиваючись в III тисячолітті, людство планети суттєво задумалось над екологічними проблемами. Глобальна зміна клімату – одна з найгостріших екологічних проблем. Основною причиною зміни клімату є використання викопного палива та неефективне споживання енергії, що виробляється (Gayda, 2009). Якщо сьогодні неможливо суттєво зменшити обсяг викидів газів на технологічному рівні, то принаймні потрібно берегти ліси, які ефективно його зменшують. А це безпосередньо стосу-

ється комплексного використання лісових ресурсів, деревообробних та меблевих галузей, вторинних деревинних резервів сировини, післяпродукційних відходів, залишків деревини основного виробництва, твердих побутових відходів і таке інше.

Назрілі глобальні проблеми стимулювали до раціонального використання деревини, перероблення залишків деревини і зокрема, дослідження не задіяного ресурсу – вживаної деревини (ВЖД) (Gayda, 2011), щорічний потенціал якої становить

¹ Гайда Сергій Володимирович – кандидат технічних наук, доцент кафедри технології меблів та виробів з деревини. Національний лісотехнічний університет України, вул. генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. Тел.: 032-238-45-04, +38-067-791-25-22. E-mail: serhiy.hayda@nltu.edu.ua

² Кійко Орест Антонович – член-кореспондент Лісівничої академії наук України, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри технології меблів та виробів з деревини. Національний лісотехнічний університет України, вул. генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. Тел.: 032-238-45-04, +38-067-989-80-88. E-mail: orest.kiiko@nltu.edu.ua

в Україні близько 2 млн тонн. (Gayda, 2017). На сьогодні, коли термін експлуатації виробів з деревини завершився, а сучасні тенденції в інтер'єрі прагнуть змін, мільйони тонн деревинних відходів опиняються на звалищах чи, в кращому випадку, вивозяться на дачі.

Користуючись досвідом зарубіжних країн уже понад 20 років в НЛТУ України інтенсивно ведуть пошуки альтернативних джерел сировини (Gayda, 2007, Gayda & Maksymiv, 2007) та розробляють нові конструктивні та технологічні рішення для виготовлення нових виробів на основі ВЖД: столярної плити (Gayda, 2010, 2015, 2016), деревинностружкової плити (Gayda, 2011, 2014, 2016, 2016), паливних гранул (Gayda, 2012, 20113), меблевого щита (Gayda, 2013, 2017), заготовок (Gayda & Voronovich, 2011, Gayda, 2013, Gayda & Voytovych, 2017). Учені НЛТУ України розробили Класифікатор вторинних деревинних ресурсів (Gayda, 2013, Gayda & Maksymiv, 2008), а також запропонували для впровадження в українському законодавстві у сфері поводження з ВЖД чотири категорії даних відходів, які можуть мати матеріальне або енергетичне використання (Gayda, 2009, Gayda 2013):

- перша категорія – ВЖД-I – природна та тільки механічно оброблена деревина з незначними забрудненнями натуральними зв'язками, а також деревина від стихійних катаклізмів;
- друга категорія – ВЖД-II – оброблена деревина та деревні матеріали без речовин захисту деревини та без галогеноорганічних зв'язків у покриттях;
- третя категорія – ВЖД-III – оброблена деревина та деревні матеріали без речовин захисту деревини та з галогеноорганічними зв'язками у покриттях;
- четверта категорія – ВЖД-IV – деревина та деревні матеріали, які оброблені речовинами захисту.

За результатами аналізу літературних джерел встановлено, що в наукових роботах здебільшого досліджено проблеми перероблення деревинних відходів або продукції із первинної сировини, а не із ВЖД. Зокрема, це праці науковців Pardaeva (2008, 2009), Kryvyk & Mayevskoho (2011), Kiyko (2014) та інших.

Щодо властивостей звичайних СП із первинної деревини у спеціалізованій науково-технічній літературі питання вибору ширини рейок, з яких склеюють столярні щити, є дискусійним. Згідно зі стандартом ГОСТ 13715:1978 для СП типу СР із склеєних рейок ширина брусків з первинної деревини повинна бути не більша ніж 40 мм. За Європейським стандартом Е DIN 68705-2:2014-10 ширина рейок повинна бути менша ніж 30 мм. Одні науковці дотримуються думки, що максимально допустима ширина брусків із масивної деревини для виготовлення столярних щитів не має перевищувати потрібної товщини (Pardaev, 2009). Інші вчені вважають, що відношення ширини рейки до її товщини не має перевищувати 2,4-2,8 (Mayevskyy & Benyah, 2005).

У своїх працях Gayda (2015) детально дослідив фізико-механічні властивості СП із ВЖД (2013,

2016) та частково досліджував формостійкість звичайних СП із ВЖД (2016).

Аналіз літературних джерел свідчить про те, що формостійкість СП із ВЖД детально ніхто не досліджував, а технологічний процес виготовлення комбінованих плит із рейок різної ширини, різного походження та матеріалу – не до кінця вивчений і проаналізований, оскільки науковці не пропонували виготовлення СП із ВЖД. З викладеного випливає, що дослідження, які спрямовані на підвищення формостійкості СП на основі звичайного та комбінованого укладання рейок із ВЖД, які за багаторічного використання в сухих приміщеннях мають усталений напружено-деформований стан та з урахуванням анізотропії деревини, викликають великий практичний інтерес і належать до перспективного напрямку наукової діяльності в НЛТУ України.

Актуальність дослідження полягає в тому, що ВЖД є ресурсною базою деревинної сировини, яку не використовують, а її запаси збільшуються із посиленням темпів розвитку господарств та деревообробної галузі. Дослідження вітчизняних і зарубіжних учених із зазначеної проблеми стосуються переважно використання виробничих деревинних відходів без залучення ВЖД до процесу перероблення – виготовлення виробів з неї, зокрема столярних плит. *Проблема дослідження* – відсутність ресурсощадних та екологічнобезпечних технологій з практичними рекомендаціями щодо використання ВЖД. Часткове вирішення цієї проблеми дасть змогу забезпечити галузі деревооброблення альтернативним додатковим ресурсом шляхом перероблення ВЖД на продукцію.

Мета роботи – дослідити та проаналізувати формостійкість столярних плит із вживаної деревини як звичайної конструкції, так і комбінованої.

Об'єкти та методика дослідження. *Об'єкт дослідження* – столярні плити із вживаної деревини. *Предмет дослідження* – закономірності впливу конструкцій щита та комбінованого укладання рейок різної ширини на формостійкість столярних плит із вживаної деревини.

Загальна методика досліджень включає методику виготовлення звичайних та комбінованих СП із ВЖД та методику визначення формостійкості СП із ВЖД. Оскільки дослідження ґрунтувалися на вивченні залежності характеристик структурних компонентів СП на формостійкість, то було реалізовано В-план другого порядку (табл. 1). Підготовлені рейки із масиву сосни ($V_{\text{ВЖД}}$) та ДСП ($V_{\text{ДСП}}$) виготовляли завширшки 30, 50 та 70 мм.

Також проведено додатковий дослід у центрі плану. Кількість дубльованих досліджень – 5. Для реалізації експериментальних досліджень було виготовлено 15 видів СП із ВЖД (рис. 1). Для порівняння було виготовлено СП із первинної деревини та нових плит ДСП.

Кожен із різновидів щитів личкували фанерою завтовшки 4,0 мм.

Під час виготовлення СП із ВЖД постійними факторами цього дослідження були: відносна во-

логість повітря 60-65 %; температура повітря 18-20 °С; атмосферний тиск 736 мм рт. ст.; швидкість циркуляції повітря $V \approx 0$ м/с; рівень запиленості повітря; клей ПВА марки «Jowat 103.05»; метод нанесення; тиск пресування; час витримки; устаткування; об'єм приміщення.

Таблиця 1

Матриця планування В-плану для двох змінних факторів

№ досліду	Значення вхідних факторів у досліді				
	у натуральному позначенні		у кодованому позначенні		
	$B_{\text{ВЖД}}$	$B_{\text{ДСП}}$	x_1	x_2	
ПФП 2	1	30	30	-1	-1
	2	70	30	1	-1
	3	30	70	-1	1
	4	70	70	1	1
	5	30	50	-1	0
Зіркові точки	6	70	50	1	0
	7	50	30	0	-1
	8	50	70	0	1

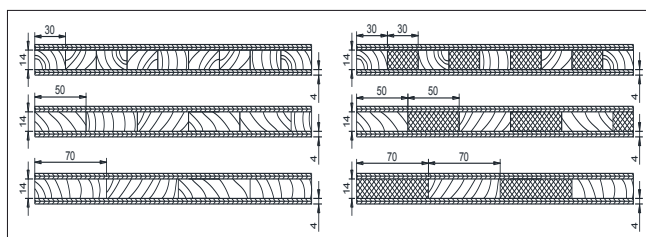


Рис. 1. Звичайна та комбінована СП із ВЖД

Технологічний процес виготовлення СП із ВЖД складався з таких стадій: очищення деревини від фурнітури та інших сторонніх включень; руйнування шипових з'єднань та вирізання дефектних місць; очищення деревини від ЛФМ; фугування пластів; розкрій; двобічне фрезювання крайок; торцювання; склеювання столярного щита; розкрій фанери; пресування; розкрій; шліфування (рис. 2).

Матеріали: вживані віконні рами та коробки, вживані дверні коробки, вживані елементи корпусних меблів; вживані задні стінки корпусних меблів із фанери 4 мм; клей ПВА. Підготовка дерев'яних брускових компонентів СП включає очищення ВЖД від фурнітури та інших сторонніх включень; руйнування шипових з'єднань та вирізання дефектних місць; очищення поверхонь деревини від лакофарбових матеріалів; фугування пластів; розкрій деревини; двобічне фрезювання крайок; торцювання в розмір 520 мм.

Підготовка рейок з ДСП для комбінованих СП охоплює зовнішнє очищення від фурнітури та інших сторонніх включень; поверхнєве очищення щитів від лакофарбових матеріалів та плівок; форматний розкрій з отриманням рейок завширшки 30;

50; 70 мм та завдовжки 520 мм; двобічне фрезювання в розмір 14 мм. Очищену деревину розкрюювали на рейки завтовшки 17 мм та завширшки 43; 63; 83 мм. Отримані рейки фрезювали на двобічному рейсмусовому верстаті по ширині з отриманням рейок завширшки 30; 50; 70 мм.



Рис. 2. Вигляд експериментального зразка СП із ВЖД

Отримання столярного щита включає підбір рейок за шириною рейок та за кутом нахилу річних шарів для звичайних плит, а для комбінованих – почергове укладання рейок з різних матеріалів, нанесення клею на крайки рейок з витратою 200-250 г/м², склеювання у ваймах (режимні параметри: температура – 85-90 °С, час витримки – 30-40 хв, тиск – 0,5-1,0 МПа) на столярні щити розміром 520×520 мм, технологічна витримка (вологість – 50±5 %, температура – 20±2 °С) упродовж 8-12 год, фрезерування за товщиною з двох боків до 14 мм. На відповідні розміри розкрюювали фанеру.

Кінцевий етап виготовлення СП охоплює такі операції: нанесення клею на пластів столярного щита з витратою 150-200 г/м², формування пакету, личкування у плоскому пресі (режимні параметри: температура – 115-120 °С, час витримки – 4-6 хв, тиск – 1,2-1,3 МПа), технологічна витримка (вологість – 50±5 %, температура – 20±2 °С) упродовж 4-8 год, розкрій за периметром на розміри 500×500 мм, для формостійкості розміри зменшували до 440×440 мм.

Для визначення формостійкості використовували звичайні та комбіновані столярні плити із ВЖД та із первинних матеріалів для порівняння розміром 440×440×22 мм. Згідно з вимогами стандарту ГОСТ 13715-78 жолоблення СП може бути не більшим ніж 1,5-2,5 мм, а хвилястість – 0,2-0,6 мм. Згідно з ГОСТ 6449.3 «Допуски та посадки. Допуски форми та розміщення поверхонь» відхилення від площинності для наших розмірів СП становить 0,3 мм. Вимірювання стріли прогину (відхилення від площинності), як однієї з основних характеристик формостійкості, здійснювали після тижневої витримки експериментальних зразків за кімнатних умов. Вимірювання проводили за допомогою експериментальної установки з ЧПУ (рис. 3).

Значення числового індикатора ІГЦ (3)-25-0,01 зчитували за допомогою програмного забезпечення фірми «Мікротех» типу UIC-P1-COM та передавали у середовище Microsoft Excel для оброблення. Покази знімали із зразків СП у двох напрямках (напрямок вздовж волокон – напрямок А, вздовж довжини рейок СП; напрямок поперек волокон – напрямок Б, вздовж ширини СП). У кожному із напрямків СП із ВЖД вимірювання проводили за 10-ма умовними лініями, тобто всього 20 умовних ліній з кроком між лініями у 40 мм (рис. 4). Внаслідок вимірювань на кожній лінії фіксували від 380 до 440 точок.

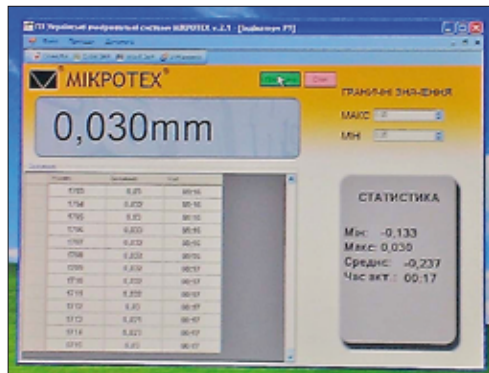


Рис. 3. Установка з ЧПУ для визначення формостійкості СП із ВЖД



Отже, за результатами одного вимірювання отримували вибірову сукупність обсягом від 7600 до 8800 ($20 \times (380 \dots 440)$). За проміжне значення стріли прогину приймали середнє значення цієї вибіркової сукупності.

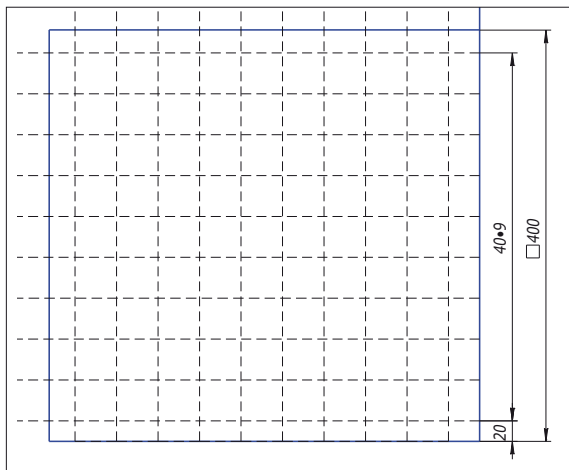


Рис. 4. Схема траєкторії руху чисельного індикатора по площині СП

Експериментальне значення функції відгуку отримували як різницю середніх значень вибірок, отриманих за результатами першого і останнього вимірювань. Друге вимірювання здійснювали після семи днів від моменту виготовлення експериментальних зразків СП із ВЖД. Вимірювання проводили кожного третього тижня. Останнє вимірювання здійснили на дев'ятому тижні, оскільки величина стріли прогину цього вимірювання не відрізнялась від попереднього більше ніж на 5%. Отже, у проведеному дослідженні на формостійкість СП із ВЖД було виконано три серії вимірювань. Значення стріли прогину визначали як різницю між першим і третім експериментами.

Результати та обговорення. За результатами оброблення даних експерименту отримано рівняння регресії другого порядку, яке описує залежність стріли прогину S від ширини структурних елементів, тобто ширини рейок з ВЖД (масив) $V_{ВЖД}(x_1)$ та з ВЖД (ДСП) $V_{ДСП}(x_2)$.

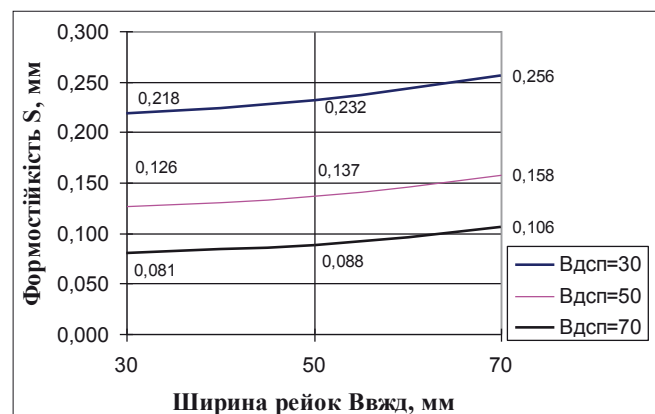
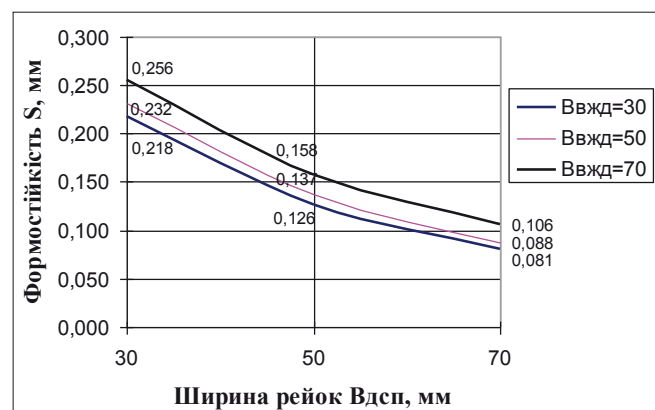
Отримане рівняння регресії в нормалізованих значеннях змінних факторів має вигляд: $y = 0,137 + 0,016x_1 - 0,072x_2 + 0,006x_1^2 + 0,023x_2^2 - 0,003x_1x_2$.

У натуральних значеннях змінних факторів записуємо:

$$S = 1,033 + 0,0005V_{ВЖД} - 0,293V_{ДСП} + 0,00006V_{ВЖД}^2 + 0,023V_{ДСП}^2 - 0,0003V_{ВЖД}V_{ДСП}$$

де: $V_{ВЖД}$ – ширина рейки з ВЖД (масив) СП; $V_{ДСП}$ – ширина рейки з ВЖД (ДСП) СП; S – усереднене відхилення від площинності, тобто стріла прогину.

Отже, найбільше на формостійкість СП із ВЖД впливає другий фактор. До того ж перший фактор впливає обернено пропорційно, а останній – прямо пропорційно. Графічну інтерпретацію залежності подано на рис. 5 та 6.


 Рис. 5. Залежність усередненого відхилення S (від площинності) столярної плити від ширини рейки з ВЖД (масив) $V_{ВЖД}(x_1)$

 Рис. 6. Залежність усередненого відхилення S (від площинності) столярної плити від ширини рейки з ВЖД(ДСП) (x_2)

Як видно з рис. 5, збільшення ширини рейки з ВЖД (масив) СП призводить до збільшення відхилення S . Натомість тенденція щодо залежності впливу ширини ДСП на відхилення столярної плити від площинності є зворотною (рис. 6). Відхилення від площинності за стрілою прогину для всіх зразків задовольняють вимоги стандарту ГОСТ 6449.3-82.

За результатами експерименту здійснено оптимізацію ширини рейок за допомогою градієнтного методу, внаслідок якої виявлено, що мінімальне значення відхилення $S_{\min} = 0,081$ мм, взате за абсолютною величиною, можна отримати зафіксувавши розмірні параметри ширини рейок СП із ВЖД: $B_{\text{ВЖД}} = 30$ мм; ширина рейки з ВЖД (ДСП) $B_{\text{ДСП}} = 70$ мм (рис. 7).

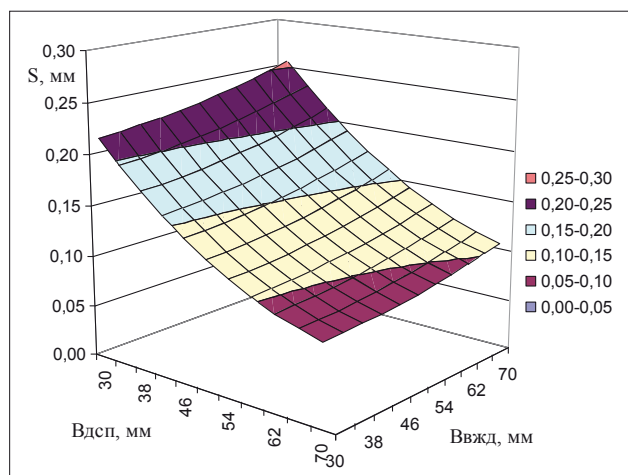


Рис. 7. Залежність усередненого відхилення S (від площинності) столярної плити від ширини рейки з ВЖД (масив та ДСП)

Внаслідок проведення основного експерименту отримали дані з формостійкості столярних плит із ВЖД (табл. 2).

Зведена таблиця зміни формостійкості СП із ВЖД

Конструкції СП із ВЖД (масив та ДСП)	Вимірювання			Норма	Зміна, %	
	1	2	3		1	2
СП із рейок завширшки 30 мм	0,218	0,277	0,298	0,3	21	7
СП із рейок завширшки 50 мм	0,137	0,154	0,175	0,3	11	12
СП із рейок завширшки 70 мм	0,106	0,118	0,132	0,3	10	11

Найбільшої зміни (21%) у площинності зазнали плити з шириною рейки 30 мм після другого вимірювання, але і найменшої після третього вимірювання – тільки 7%. Діапазон інших змін становив 10-12 %, що в межах допустимого. За абсолютними значеннями всі плити відповідають вимогам стандарту, тобто мають відхилення менше ніж 0,3 мм (рис. 9).

Висновки та рекомендації. Вживана деревина є придатним вторинним ресурсом для виготовлення столярних плит, оскільки ця деревина має низьку вологість ($W = 8 \pm 3$ %) та стабільні внутрішні напруження, що позитивно впливає на формостій-

кість. Як видно з гістограми на рис. 8, найкращу формостійкість має столярна плита, щит якої виготовлений з рейок завширшки 70 мм, відхилення від площинності якої становить 0,106 мм. Комбіновані СП з шириною рейки 30 мм мають найвище відхилення від площинності – 0,218 мм.

Таблиця 2

Зведена таблиця формостійкості СП із ВЖД для рейок різної ширини

Конструкція СП із ВЖД (масив та ДСП)	Розрахунок	Норма	% норми
СП із рейок завширшки 30 мм	0,218	0,3	73
СП із рейок завширшки 50 мм	0,137	0,3	46
СП із рейок завширшки 70 мм	0,106	0,3	35

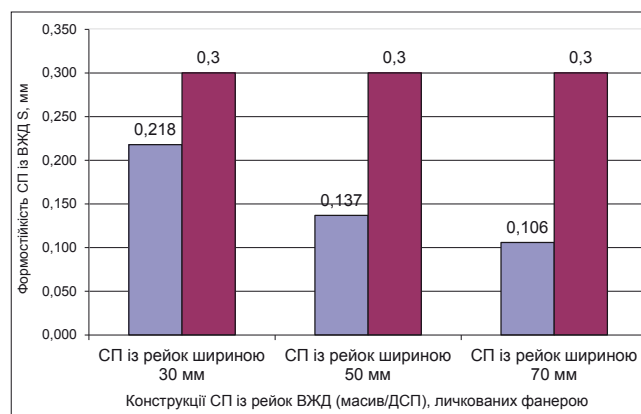


Рис. 8. Значення формостійкості комбінованих СП із ВЖД

Зміну площинності столярних плит із ВЖД упродовж двох місяців після триразового вимірювання наведено у табл. 3.

Таблиця 3

кість – напружено-деформований стан конструкції столярних плит.

Отримано закономірності впливу ширини рейок із ВЖД (масив) та ВЖД (ДСП) на формостійкість комбінованих СП із ВЖД, зокрема: перший чинник впливає обернено пропорційно (збільшення ширини рейки ВЖД (масив) призводить до зменшення формостійкості), а другий – прямо пропорційно (збільшення ширини рейки ВЖД (ДСП) призводить до збільшення формостійкості).

Найкращу якість щодо стабільності форми (формостійкість) будуть мати комбіновані столярні плити

із вживаної деревини при конструкції: ВВЖД = 30 мм; ВДСП = 70 мм, коли відхилення від площинності становлять 0,081 мм.

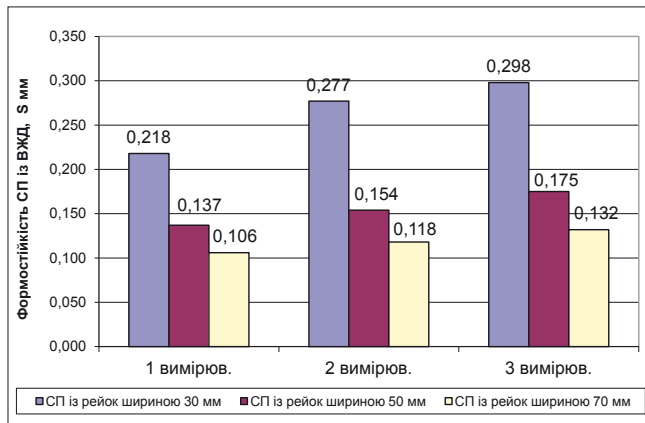


Рис. 9. Абсолютні значення формостійкості комбінованих столярних плит для рейок різної ширини після трьох вимірювань

На формостійкість СП із ВЖД впливає співвідношення товщини до ширини рейки, тобто чим менше співвідношення у поперечному перерізі рейки (1:1 або 1:2), тим менша величина відхилення від площинності столярних плит.

Встановлено, що для забезпечення формостійкості столярних плит із вживаної деревини, які експлуатуються в умовах змінної вологості, бажано застосовувати співвідношення сторін у поперечному перерізі рейок 1:3, а кут нахилу річних шарів в торці рейок повинен бути більше 45°.

Для досягнення формостійкості в межах норми рекомендовано ширину рейки для столярного щита приймати не більше чотирьохразової її товщини.

Практичні рекомендації щодо виробництва СП із ВЖД полягають у такому: вологість рейок – 8±2%; для рейок: ширина – в межах 2-4 розмірів товщини мм; розташування рейок – радіальне, або під кутом 45°; личкування – фанерою задовшки 4 мм; витрата клею для щита – 200-250 г/м²; витрата клею для СП – 150-200 г/м²; температура вайми для щита – 85-90°C; температура преса для СП – 115-125°C; час витримки під тиском для щита – 30-40 хв; час витримки під тиском для СП – 4-6 хв; тиск для щита – 0,5-1,0 МПа; для СП – 1,2-1,3 МПа.

Бібліографічні посилання

DIN 68705-2:2014-10. *Plywood – Part 2. Blockboard and laminboard for general use*. Germany.

Gayda, S. V., & Voytovych, I. G. (2017). Durability and stability of elements for beam furniture products made from post-consumer wood (PCW) are investigated. *Bulletin of KhNTUA*, 185, 13-21 (in Ukrainian).

Gayda, S. V. (2017). A technology and properties of furniture board (FB) made of post-consumer wood (PCW). *Actual problems of forest complex*, 48, 34-38 (in Russian).

Gayda, S. V. (2016). A investigation of form of stability of variously designed blockboards made of post-consumer wood. *ProLigno*, 12(1), 22-31.

Gayda, S. V. (2016). Ecological and technological aspects of recycling post-consumer wood for production compacted materials. *Forestry bulletin of MSFU*, 20 (3), 15-22 (in Russian).

Gayda, S. V. (2016). A form of stability of blockboards (BB) made of post-consumer wood (PCW). *Actual problems of forest complex*, 46, 148-153 (in Russian).

Gayda, S. V. (2016). Research on physical and mechanical characteristics of front blockboards made from post-consumer wood. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 42, 33-50.

Gayda, S. V. (2015). Investigation of physical and mechanical properties of post-consumer wood (PCW). *Actual problems of forest complex*, 43, 175-179 (in Russian).

Gayda, S. V. (2015). Technology and physical and mechanical properties blockboard made of post-consumer wood (PCW). *Technical service of agriculture, forestry and transport systems*, 3(1), 145-152 (in Ukrainian).

Gayda, S. V. (2014). Techniques for recycled of post-consumer wood in the production of quality particleboard. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 40, 41-51.

Gayda, S. V. (2013). Techniques of fuel pellets produced from post-consumer wood. *Actual problems of forest complex*, 36, 49-53 (in Russian).

Gayda, S. V. (2013). Technologies and recommendations on the utilization of post-consumer wood in woodworking industry. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 39(1), 48-67 (in Ukrainian).

Gayda, S. V. (2013). Production techniques and properties of fuel pellets produced from post-consumer wood. *Scientific Bulletin of UNFU*, 23(14), 83-93 (in Ukrainian).

Gayda, S. V. (2013). Resource-saving technologies of recycling of post-consumer wood. *Scientific Bulletin of NULES of Ukraine: Technology and Energy of agroindustrial complex*, 185(2), 271-280 (in Ukrainian).

Gayda, S. V. (2013). Bases of secondary wood resources classifier formation. *Scientific Works of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 11, 208-215 (in Ukrainian).

Gayda, S. V. (2012). Production techniques and properties of fuel pellets produced from post-consumer wood. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 38, 112-150.

Gayda, S. V., & Voronovich V. V. (2011). Comparative analysis of bending particularities for various post-consumer wood species and age categories. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 37(1), 84-88 (in Ukrainian).

Gayda, S. V. (2011). Recovered wood is additional resource of raw material. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 37(1), 238-244 (in Ukrainian).

- Gayda, S. V. (2011). The investigation of physical and mechanical properties of wood particleboards made from post-consumer wood. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 37(2), 95-110.
- Gayda, S. V. (2010). A comparative analysis of physical and mechanical parameters of variously designed glued boards made of post-consumer recovered wood. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 36, 81-91.
- Gayda, S. V. (2009). The effective use of post-consumer wood is basis for diminishing of CO₂-emission. *Scientific Bulletin of UNFU*, 19(14), 72-88 (in Ukrainian).
- Gayda, S. V. (2009). Potential of post-consumer recovered wood and possible ways of it using in Ukraine. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 35, 63-83.
- Gayda, S. V., Maksymiv, V. M., & Tynytsya, T. Yu. (2008). Elaboration of post-consumer wood classifier. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 34, 55-68 (in Ukrainian).
- Gayda, S. V. (2007). A problem of arboreal raw material is in Europe and Ukraine. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 33, 55-63 (in Ukrainian).
- Gayda, S. V., & Maksymiv, V. M. (2007). Analysis, features, problems and experience of the use of additional resources of raw material – wastes and of used wood. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 33, 63-73 (in Ukrainian).
- GOST 13715:1978. *Glued boards. Specifications*. Moscow: Gosstandart (in Russian).
- GOST 6449.3:1982. *Products of wood and wooden materials. Tolerances of form and arrangement of surfaces*. Moscow: Gosstandart (in Russian).
- Kiyko, I. O (2014) The impact of the structural element sizes on the furniture board form stability. *Collection Bulletin UNFU*, 24(5), 169-175 (in Ukrainian).
- Kryvyk, O. O., & Mayevskyy, V. O (2011) Dynamics of shape stability change for glued panels with a combination of different wood species. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*, 37(1), 30-33 (in Ukrainian).
- Mayevskyy, V. O, & Benyah, Yu. V. (2005). Investigations of stability of shape of Composite boards from oak solid. *Collection Bulletin UNFU*, 15(5), 199-208 (in Ukrainian).
- Pardaev, A. S (2008). Methodical principles of modelling of physicommechanical properties of wood are stated at the analysis of the is intense-deformed condition of joiner's designs on the basis Finite Element Method. *Collection Bulletin USTU, Ekaterinburg*, 3, 77-83 (in Russian).
- Pardaev, A. S (2009). Increased form stability glued board of wood based on process modeling shrinkage and swelling. *Architecture and Construction*, 3(202), 41-44 (in Russian).

Формоустойчивость как критерий качества столярных плит из вторично используемой древесины

С. В. Гайда¹, О. А. Кийко²

Существующие глобальные проблемы на нашей планете стимулировали человечество к рациональному использованию древесины, переработке древесных отходов и, в частности, исследованию не задействованного ресурса – вторично используемой древесины (ВИД), ежегодный потенциал которой составляет в Украине около 2 млн тонн. ВИД на сегодня является ресурсной базой древесного сырья, которая не используется, а ее запасы увеличиваются с усилением развития хозяйств и деревообрабатывающей отрасли, что является актуальной проблемой. Уже более 20 лет в НЛТУ Украины разрабатываются новые конструктивные и технологические решения для производства изделий на основе ВИД: столярной плиты (СП) и древесностружечных плит (ДСП), топливных гранул и брикетов, мебельного щита и различных заготовок.

Проблема исследования заключается в отсутствии ресурсосберегающих и экологобезопасных технологий с практическими рекомендациями по использованию ВИД. Частичное решение данной проблемы даст возможность обеспечить отрасли деревообработки альтернативным дополнительным ресурсом путем переработки ВИД на продукцию. Обосновано, что исследования, направленные на повышение формоустойчивости СП на основе обычной и комбинированной укладки реек из ВИД, вызывают большой практический интерес и относятся к перспективному направлению научно-технической деятельности в НЛТУ Украины.

Цель работы – исследовать и проанализировать формоустойчивость СП из ВИД как обычной конструкции, так и комбинированной конструкции. Объект исследования – СП из ВИД. Предмет исследования – закономерности влияния конструкций щита СП и комбинированной укладки реек различной ширины на формоустойчивость СП из ВИД.

Обосновано, что ВИД годится для изготовления СП, поскольку данная древесина имеет низкую влажность ($W = 8 \pm 3\%$) и стабильные внутренние напряжения, что положительно влияет на формоустойчивость – напряженно-деформированное состояние конструкции СП. Получены закономерности

¹ Гайда Сергей Владимирович – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии мебели и изделий из древесины. Национальный лесотехнический университет Украины, ул. генерала Чупринки, 103, г. Львов, 79057, Украина. Тел.: 032-238-45-04, +38-067-791-25-22. E-mail: serhiy.hayda@nltu.edu.ua

² Кийко Орест Антонович – член-корреспондент Лесной академии наук Украины, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии мебели и изделий из древесины. Национальный лесотехнический университет Украины, ул. генерала Чупринки, 103, г. Львов, 79057, Украина. Тел.: 032-238-45-04, +38-067-989-80-88. E-mail: orest.kiyko@nltu.edu.ua

ти влияния ширины реек из ВИД (массив) и ВИД (ДСП) на формоустойчивость комбинированных СП из ВИД. Определено, что все значения формоустойчивости полученных СП из ВИД имели показатели меньше нормативных (0,3 мм) согласно ГОСТ 6449.3 «Допуски и посадки. Допуски формы и расположения поверхностей». Доказано, что на формоустойчивость СП из ВИД влияет соотношение толщины к ширине реек. Доказано, что для достижения формоустойчивости в пределах нормы согласно стандарту рекомендуется ширину рейки для склеивания столярного щита принимать не более 2-4-кратной ее толщины.

Установлено, что наилучшее качество по стабильности формы (формоустойчивость) будут иметь комбинированные СП из ВИД при конструкции: $B_{\text{ВИД}} = 30$ мм; $B_{\text{ДСП}} = 70$ мм, когда отклонение от плоскостности составляют 0,081 мм. Для обеспечения формоустойчивости СП из ВИД, эксплуатируемых в условиях переменной влажности, желательно применять соотношение сторон в поперечном сечении реек 1:3, а угол наклона годовых слоев в торце реек должен быть не менее 45°. Рекомендуется, чтобы при изготовлении щита из ВИД и ДСП для обеспечения высокой формоустойчивости плиты использовать деревянные рейки радиального сечения. Облицованные СП из ВИД целесообразно использовать для изготовления корпусных мебельных изделий.

Ключевые слова: новые материалы; комплексное использование древесины; переработка; технология деревообработки; конструкция; режимы.

Shape stability as a quality criterion for PCW-made blockboards

S. Hayda¹, O. Kiyko²

The existing global planetary problems have given humanity impetus to rational use of wood, processing of wood residues and, in particular, investigation of the unutilised resource – used wood, the annual potential of which is about 2 million tons in Ukraine. PCW (Post-Consumer Wood) is the resource base of wood raw materials which is not used to the full extent, its reserves increase with the development of households and the woodworking industry. For more than 20 years, the UNFU has been actively searching for alternative

sources of raw materials, which is a relevant problem, and new design and technological solutions are being developed for the manufacture of products based on PCW: blockboards, wood particleboards, fuel pellets, furniture panels and various workpieces.

The research problem is the lack of resource-saving and environmentally sound technologies with practical recommendations for the use of PCW. A partial solution to this problem will provide the woodworking industry with additional alternative resources through recycling PCW into useful products. It is shown that the research aimed at improving shape stability of blockboards made by way of conventional and combined laying of PCW-made strips, and which, as evidenced by long-term use in dry premises, have a steady stress-strain state regardless of the anisotropy of wood, is of great practical interest and belongs to the promising area of scientific and technological activity at the UNFU.

The purpose of the study is to investigate and analyze the shape stability of the PCW-made blockboards both of normal design and combined. The object of the study is the PCW-made blockboard. The subject of the studies – patterns of influence of the blockboard designs and combined laying of strips of different width on the shape stability of PCW-made blockboards.

It is substantiated that PCW is a suitable secondary resource for manufacturing blockboards, since this wood has a low moisture content ($W = 8 \pm 3\%$) and steady internal stresses, which positively affects the shape stability – the stress-strain state of the blockboard structure. Identified are the patterns of influence of the width of strips (core) made of PCW and wood particleboard (WPB) on the strength of the combined PCW-made blockboards.

It was found that all the values for the shape stability of the obtained PCW-made blockboards were lower than the normative (0.3 mm) in accordance with GOST 6449.3 «Fits and clearances. Form tolerance and arrangement of surfaces». It was established that the shape stability of PCW-made blockboards is influenced by the ratio of the thickness of the strip to its width. It is proved that in order to achieve shape stability within the normal range according to the standard, it is recommended that the width of the strips for gluing a blockboard should be taken no more than 2-4 its thickness. It was determined that the best quality as to the shape stability will be found with combined PCW-made blockboards in design: $B_{\text{PCW}} = 30$ мм; $B_{\text{WPB}} = 70$ мм, the deviation from the plane being 0.081 mm. In order to ensure the shape stability of the PCW-made blockboard exposed to variable humidity, it is desirable to apply the ratio of sides in the cross section of strips as 1:3, and the grain angle on the end of the strips must be at least 45°.

It is recommended that in the manufacturing of blockboards made of PCW and WPB, wooden strips of the radial section should be used in order to provide high shape stability. It is expedient to use faced PCW-made blockboards for manufacturing cabinet-type furniture products.

Key words: new materials; complex use of wood; recycling; woodworking technology; design; regimes.

¹ Serhiy Hayda – Candidate of Technical Sciences (Ph.D), Associate Professor of the Furniture Production Techniques and Wood Product Technology Department, Ukrainian National Forestry University. 103, General Chuprynka st., 103, Lviv, 79057, Ukraine. Tel.: 032-238-45-04, +38-067-791-25-22. E-mail: serhiy.hayda@nltu.edu.ua

² Orest Kiyko – Corresponding Member of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, Doctor of Science, Professor, Head of the Furniture Production Techniques and Wood Product Technology Department, Ukrainian National Forestry University. 103, General Chuprynka st., 103, Lviv, 79057, Ukraine. Tel.: 032-238-45-04, +38-067-989-80-88. E-mail: orest.kiyko@nltu.edu.ua

УДК 630*(092)

Учений-лісівник, природолюб, педагог

Г. Т. Криницький, Ю. М. Дебринюк

Григорій Прокопович Леонтьак – дійсний член Лісівничої академії наук України, доктор сільськогосподарських наук, професор, заступник директора з наукової роботи Рибницького філіалу Придністровського державного університету ім. Т. Г. Шевченка.

Наукові дослідження професора Г. П. Леонтьака зосереджені на вирішенні актуальних лісівничих, лісокультурних та садово-паркових проблем. Ним здійснена лісівнича оцінка комплексного ведення лісового господарства за умов вирощування цінних дикорослих ягідних чагарників на теренах Молдови та України, обґрунтовано технологічні особливості способів вирощування їх садивного матеріалу та досліджено взаємовплив між дикорослими ягідними чагарниками і основними лісотвірними породами.

Науковий доробок вченого складають більше 180 наукових (в т.ч. сім монографій), 10 – науково-популярних і 6 – навчально-методичних роботи.

Член спеціалізованої вченої ради в Національному лісотехнічному університеті України (м. Львів). Академік Лісівничої академії наук України з 1994 року.

Григорій Прокопович Леонтьак – дійсний член Лісівничої академії наук України з 1994 р., доктор сільськогосподарських наук, професор, заступник директора з наукової роботи Рибницького філіалу Придністровського державного університету ім. Т. Г. Шевченка.

Наукові дослідження професора Г. П. Леонтьака зосереджені на вирішенні актуальних лісівничих, лісокультурних та садово-паркових проблем. Ним здійснена лісівнича оцінка комплексного ведення лісового господарства за умов вирощування цінних дикорослих ягідних чагарників на теренах Молдови та України, обґрунтовано технологічні особливості способів вирощування їх садивного матеріалу та досліджено взаємовплив між дикорослими ягідними чагарниками і основними лісотвірними породами.

За роки наукової діяльності узагальнено досвід комплексного освоєння та використання дикорослих ягідних рослин у лісовому господарстві, розроблено рекомендації з використання дикорослих чагарників в озелененні міст і сіл та створенні садів і парків.

Науковий доробок вченого складають більше 180 наукових (в т.ч. сім монографій), 10 – науково-популярних і 6 – навчально-методичних робіт. Серед них:

- Леонтьак Г. П. Кизил – ценное лесное растение: моногр. – Кишинев: Штиинца, 1984. – 157 с.
- Гордієнко М. І., Гордієнко Н. М., Леонтьак Г. П. Ясени в Україні: моногр. – К.: Сільгоспосвіта, 1996. – 412 с.
- Леонтьак Г. П., Гордиенко М. И., Криницький Г. Т., Леонтьак Н. Г. Экологическая роль дикорастущих плодовых растений в лесных насаждениях: моногр. – Кишинев: Штиинца, 2003. – 433 с.
- Леонтьак Г. П., Леонтьак Н. Г. Растительный мир и значение его в жизни людей: моногр. – Кишинев: Штиинца, 2008. – 520 с.

- Леонтьак Г. П., Леонтьак-Наку Н. Г. Растительный мир и здоровье человека: моногр. – Кишинев, 2018 – 380 с.

Керівництво аспірантурою та докторантурою професор Г. П. Леонтьак здійснює з 2000 року. Під його керівництвом захищено дві кандидатських дисертації. З 1994 р. є членом спеціалізованої вченої ради в Національному лісотехнічному університеті України (м. Львів).

Життєвий шлях Григорія Прокоповича Леонтьака склався непростим. Народився 15 червня 1938 року на Поділлі, у мальовничому селі Луги, що на Вінничині, яке розташувалося подалі від транспортних шляхів, серед квітучих луків, садів, виноградників, поблизу річки Саранки.

Батьки Григорія Прокоповича були корінними жителями села, виховували чотирьох дітей. Доля двох синів і дочки склалася трагічно. Старший син Йосип (1918 р.н.) загинув на фінській війні. Дочка Оксана (1922 р.н.) померла під час страшного голодомору 1932-1933 рр. Син Василь (1929 р.н.) працював майстром лісу Бритавського л-ва Бершадського лісгоспу і загинув від руки бракон'єра у 1963 році.

Наймолодший син – Григорій у 1955 р. закінчив Лужську середню школу і поступив на навчання у Сторожинецький лісний технікум на відділення лісового господарства.

Після закінчення технікуму працював майстром лісу у Вістовському лісництві Путильського лісгоспу Чернівецької області і незабаром був призваний на військову службу.

Службу у рядах збройних сил проходив на флоті у м. Севастополі впродовж 1956-1961 рр. Брав участь у морських походах на Кубу, Туреччину, Болгарію, Югославію, Румунію.

Після мобілізації у 1961 р. поступив на лісогосподарський факультет Львівського лісотехнічно-

го інституту (тепер – Національний лісотехнічний університет України, м. Львів) за спеціальністю «Лісове господарство», який закінчив у 1966 р., здобувши кваліфікацію інженера лісового господарства.

Одночасно, навчаючись заочно в інституті з 1964 р., працював помічником лісничого Озерського, пізніше – Андрушівського лісництва Дубровицького та Володимирецького лісгоспів, що на Рівненщині. У січні 1965 р. переїхав до Молдавії, де був скерований на посаду лісничого Каприянівського л-ва (1965-1970). Впродовж 1970-1990 рр. працював директором Страшенського лісгоспу загальною площею 25 тис. га, який розташований у Кодрах.

У цей період (1965-1990) під керівництвом Григорія Прокоповича, впродовж 25-річної його виробничої діяльності, були створені лісові культури на землях держлісфонду на площі близько 2800 га, на землях колгоспів і радгоспів – на площі 3500 га, створено пожезахисних смуг на площі більше 500 га. Багато уваги було приділено природному поновленню дубових лісів.

У 1979 р., працюючи на виробництві, Г. П. Леонтьак захистив дисертацію на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук на тему: «Кизил у лісових насадженнях Кодр Молдавії, його роль та значення». У 1989 р. в Українській сільськогосподарській академії (м. Київ) захистив докторську дисертацію на тему «Дикорослі плодіві кущі у лісових насадженнях Молдавії, їх значення і роль у лісових біоценозах» за спеціальністю 06.03.03 – Лісознавство, лісівництво та захисне лісорозведення, лісові пожежі і боротьба з ними.

У 1990 р. за активної участі вченого був створений Чечельницький лісгосп Вінницького управління лісового господарства, де він працював директором до 1999 року (до виходу на пенсію). З 2000 р. деякий час працював директором Рибницького лісгоспу, що у Молдові.

Викладацьку кар'єру розпочав у 1999 р. у Рибницькому філіалі Придністровського Державного університету ім. Т. Г. Шевченка (Молдова) на посаді професора кафедри декоративно-прикладного мистецтва. З 2005 по 2008 рр. працював завідувачем кафедри садово-паркового господарства в Уманському державному аграрному університеті.

Загальний трудовий стаж професора Г. П. Леонтьака у лісовому господарстві становить більше 50 років, науково-педагогічний – більше 25 років.

Життєвий шлях ювіляра – від простого дільничого лісотехніка до директора лісгоспу, доктора наук, професора, академіка Лісівничої академії наук України характеризує його як висококваліфікованого фахівця, науковця, педагога, працелюбну творчу і доброзичливу людину.

Увесь склад Лісівничої академії наук України, наукова і педагогічна громадськість, колеги і друзі щиро вітають Григорія Прокоповича з 80-річчям від Дня народження, бажають йому всьляких благ! Нехай множиться творча наснага, повниться радістю душа, збуваються всі Ваші мрії та надії! Здоров'я Вам, родинного щастя, успіхів у праці на благо лісу і науки! З роси і води Вам!

Учений-лесовод, природолюб, педагог

Г. Т. Криницький, Ю. М. Дебринюк

Григорий Прокопьевич Леонтьак – действительный член Лесной академии наук Украины, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заместитель директора по научной работе Рыбницкого филиала Приднестровского государственного университета им. Т. Г. Шевченко.

Научные исследования профессора Г. П. Леонтьака сосредоточены на решении актуальных лесных, лесокультурных и садово-парковых проблем. Им осуществлена лесоводственная оценка комплексного ведения лесного хозяйства в условиях выращивания ценных дикорастущих ягодных кустарников на территории Молдовы и Украины, обоснованы технологические особенности способов выращивания их посадочного материала, исследованы взаимовлияния между дикорастущими ягодными кустарниками и основными лесообразующими породами.

Ученый является автором и соавтором более 180 научных (в т.ч. семи монографий), 10 – научно-популярных и 6 – учебно-методических работ.

Член диссертационного совета в Национальном лесотехническом университете Украины (г. Львов). Академик Лесной академии наук Украины с 1994 года.

Forestry Scientist, Nature Lover and Pedagogue

H. Krynytskyi, Yu. Debryniuk

Grigoriy Prokopovich Leontyuk – full member of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, deputy director for scientific work at the Rybnytsa branch of the Pridnestrovian State University named after T. G. Shevchenko.

Scientific studies of Professor G. P. Leontyuk focused on solving current forestry, silvicultural and landscape gardening problems. He carried out a silvicultural assessment of integrated forestry in the conditions of growing valuable wild berry bushes in Moldova and Ukraine, substantiated the technological features of the methods of growing their planting material, and studied the influence between wild berry bushes and the main forest-forming species.

The scientific potential of the scientist consists of more than 180 scientific publications (including seven monographs), 10 – popular science and 6 – educational publications.

Member of the Board on PhD dissertations defence at the Ukrainian National Forestry University (Lviv). Academician of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine since 1994.

УДК 630*(092)

Фітомеліоратор, учений, педагог

В. Ю. Юхновський, А. Ф. Гойчук, Ю. М. Дебринюк, П. П. Яворовський

Федір Михайлович Бровко – дійсний член Лісівничої академії наук України, доктор сільськогосподарських наук, професор, відмінник лісового господарства України, заслужений науково-педагогічний працівник Національного університету біоресурсів і природокористування України, професор кафедри відтворення лісів та лісових меліорацій НУБіП України.

Наукові дослідження професора Ф. М. Бровка пов'язані з фітомеліорацією ландшафтів, що зазнали техногенного впливу. У його доробку налічується понад 200 друкованих праць різного ґатунку. Зокрема, у співавторстві опубліковано навчальний посібник з грифом МОН України, чотири монографії, 12 нормативних документів, національних стандартів, патентів, інструкцій і типових програм. За роки трудової діяльності під науковим керівництвом професора Бровка Ф. М. захищено 109 дипломних, 145 бакалаврських та 82 магістерських робіт.

Федір Михайлович Бровко – дійсний член Лісівничої академії наук України, доктор сільськогосподарських наук, професор, відмінник лісового господарства України, заслужений науково-педагогічний працівник Національного університету біоресурсів і природокористування України, професор кафедри відтворення лісів та лісових меліорацій.

Наукові дослідження професора Ф. М. Бровка пов'язані з фітомеліорацією ландшафтів, що зазнали техногенного впливу. Результати фундаментальних досліджень вченого висвітлені у 200 публікаціях, зокрема, у п'яти монографіях, навчальному посібнику з грифом МОН України, наукових статтях, навчально-методичних працях, патентах і рекомендаціях виробництву. Серед них такі капітальні праці, як «Лісова рекультивация відвальних ландшафтів Придніпровської височини України» (2009), «Лісокультурні методи фітомеліорації піщаних літоземів зеленої зони міста Києва» (2016), «Фітомеліорація піщаних літоземів природно-техногенного походження» (2017) та ін.

Під науковим керівництвом професора Ф. М. Бровка захищено дві кандидатські дисертації за спеціальністю 06.03.01 – Лісові культури та фітомеліорація (сільськогосподарські науки): «Біолого-екологічні особливості створення ландшафтних культур у лісопаркових господарствах зеленої зони м. Києва» (2009) та «Лісівничо-екологічні особливості відтворення сосни звичайної на Притясминських пісках» (2013).

Учений народився 27 листопада 1948 року у місті Носівка Чернігівської області, де типові краєвиди Полісся набувають обрисів, які притаманні Лісостепу. Тут, серед агроландшафтів, які тривалий час використовуються для вирощування різних сільськогосподарських культур та зазнають доволі інтенсивної деградації, і пройшло його дитинство.

Середню освіту здобув у Носівській школі № 2, де навчався упродовж 1955-1966 рр. Федір Михайлович згадує, що його першою вчителькою

була Олександра Іванівна Житецька, а класним керівником – Олександр Михайлович Пекаліцький. Саме ці наставники, а також вчителька біології, Олександра Василівна Діденко, посіяли у свідомості учня зерна зацікавлення щодо необхідності відродження землі після руйнівних проявів антропогенезу, що власне і визначило його вибір після закінчення школи – продовження навчання в Українській ордена Трудового Червоного прапора сільськогосподарській академії (тепер – Національний університет біоресурсів і природокористування України).

У його становленні, як інженера лісового господарства, неабияку роль відіграли відомі на теренах колишнього Радянського Союзу вчені-лісівники. Саме у цей період вони працювали в академії і читали лекції студентам: Сергій Олександрович Золотарьов (грунтознавство), Дмитро Данилович Лавриченко (лісівництво), Митрофан Васильович Давидов (лісова таксація), Борис Йосипович Логгінов (лісові культури), Тимофій Тимофійович Малюгін (технічна механіка), Іван Митрофанович Зима (механізація лісгосподарських робіт), Валентин Іванович Гусев (лісова ентомологія), а також нині добре відомий і шанований у Євросоюзі науковець-лісівник, професор Анатолій Зіновійович Швиденко (математична статистика, математичні методи і ЕОМ).

Після завершення навчання у 1972 р. працював на посадах майстра лісових культур та помічника лісничого у Семенівському держлісгоспі (Чернігівська область), інженером Київського філіалу проектно-вишукувального інституту «Союздіпролісгосп». У 1974 р. працював на посаді старшого інженера госпдогвірної теми № 16/46 «Рекультивация отвалов промышленных горных выработок СевГОК путем защитно-декоративного облесения» (керівник теми – д.с.-г.н., проф. Б. Й. Логгінов). Саме цей відрізок його життєвого шляху і став визначальним у виборі напряму всіх наступних наукових досліджень.

З 1975 р. наукова та педагогічна діяльність Ф. М. Бровка пов'язана з кафедрою лісових культур Української сільськогосподарської академії, де він працює асистентом (1975), доцентом (1991), професором (2007), завідувачем кафедри (2012-2013). За сумісництвом виконує обов'язки заступника декана з навчальної роботи на лісгосподарському факультеті Національного аграрного університету (2000-2003). Упродовж 2007-2018 рр. працює на посаді професора кафедри лісовідновлення та лісорозведення (нині – відтворення лісів та лісових меліорацій) у НУБіП України.

Кандидатську дисертацію «Способы создания лесных культур на отвалах железорудных карьеров Кривбасса» (науковий керівник – д.с.-г.н., професор Б. Й. Логгінов) за спеціальністю 06.03.01 – Лісові культури, селекція, насінництво і озеленення захистив у 1983 р. в Українській сільськогосподарській академії. Докторську дисертацію «Фітоценотичні основи лісорозведення на відвальних ландшафтах Придніпровської височини України» (науковий консультант – д.б.н., професор, член-кореспондент УААН А. В. Цилюрик) за спеціальністю 06.03.01 – Лісові культури та фітомеліорація захистив у 2006 р. в Національному аграрному університеті.

Викладацькою роботою професор Ф. М. Бровка займається упродовж останніх 45 років своєї трудової діяльності. За напрямом підготовки – «Лісове і садово-паркове господарство» читає лекції та проводить практичні заняття з дисциплін: для освітнього ступеня «Бакалавр» – «Лісові культури» (розділ «Лісонасінна справа») та «Основи лісорозведення»; для освітнього ступеня «Магістр» – «Ревабілітація техногенно-порушених земель лісокультурними методами».

Активно працює у двох спеціалізованих вчених радах Національного університету біоресурсів і природокористування України, де забезпечує атестацію кандидатських та докторських дисертацій за спеціальностями 06.03.01 – Лісові культури та фітомеліорація (Д.26.004.09) і 06.01.01 – Загальне землеробство (Д.26.004.21).

За вагомі досягнення в науковій роботі професора Ф. М. Бровка нагороджено срібною медаллю ВДНГ СРСР (1988, № 23297), відзнакою Державного комітету лісового господарства – нагрудним знаком «Відмінник лісового господарства України» (2008). Йому присвоєно звання Заслуженого науково-педагогічного працівника Національного університету біоресурсів і природокористування України (2017).

З нагоди 70-річного ювілею колектив Лісівничої академії наук України та Навчально-наукового інституту лісового і садово-паркового господарства Національного університету біоресурсів і природокористування України бажають вельмишановному Федору Михайловичу міцного здоров'я, милостивої долі, плідної праці у царині лісокультурної справи та вихованні підрастаючого покоління! Ми свідомі того, що з цієї нагоди щиро радіють дружина Федора Михайловича – Ольга Іванівна, його діти, кандидати наук – Дмитро і Оля, а також Марина,

внуки – Діана та Ярослав. Висловлюємо Вам вдячність за самовіддану працю на благо українського лісу! Ви достойні «...людської любові, бо живете і працюєте для століть»!

Фитомелиоратор, ученый, педагог

В. Ю. Юхновский, А. Ф. Гойчук, Ю. М. Дебрийнюк,
П. П. Яворовский

Федор Михайлович Бровка – действительный член Лесной академии наук Украины, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, отличник лесного хозяйства Украины, заслуженный научно-педагогический работник Национального университета биоресурсов и природопользования Украины, профессор кафедры воспроизводства лесов и лесных мелиораций НУБіП Украины.

Научные исследования профессора Ф. М. Бровка посвящены фитомелиорации ландшафтов, подвергшихся техногенному воздействию. В его активе больше 200 печатных работ различного достоинства. В том числе, в соавторстве опубликовано учебное пособие с грифом МОН Украины, четыре монографии, 12 нормативных документов, национальных стандартов, патентов, инструкций и типовых программ. За годы трудовой деятельности под научным руководством профессора Ф. М. Бровка защищены 109 дипломных, 145 бакалаврских и 82 магистерских работ.

Phytomeliorator, Scientist and Teacher

V. Yukhnovskyi, A. Goychuk, Iu. Debryniuk,
P. Yavorovsky

Fedir Brovko is a full member of the Academy of Forestry Sciences of Ukraine, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, an Distinguished Forestry Specialist in Ukraine, an Honored Scientific and Pedagogical Worker of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine (NULES), Professor of the Department of Forests Restoration and Meliorations of the NULES of Ukraine.

During the years of work under the supervision of Professor F. Brovko 109 specialist level, 145 undergraduate (bachelor) and 82 master's degree thesis are defended. Scientific studies of Prof. F. Brovko is devoted to phytomelioration of landscapes exposed to man-made impacts. Its assets include about 200 publications of various types, including textbook in co-authorship with recommended by the Ministry of Education and Science of Ukraine, 4 monographs, 12 normative documents, national standards, patents, instructions and normative educational programs.

УДК 630*(092)

Учений-економіст, юрист

Ю. Ю. Туниця, І. А. Дубовіч

Григорій Степанович Гулик – член-кореспондент Лісівничої академії наук України, кандидат економічних наук, доцент, заслужений юрист України. Відомий в Україні та за її межами вчений-економіст і юрист. Основний напрям наукової діяльності пов'язаний з дослідженням теоретико-методологічних та практичних основ інтегрального застосування економіко-правових інструментів формування системи сталого лісокористування.

Автор та співавтор понад 30 наукових та навчально-методичних праць. Його праці відомі багатьом ученим-економістам і юристам України та інших держав. Учасник багатьох міжнародних наукових конференцій.

Відзначений подяками Президента України, Вищого Господарського Суду України, іншими державними нагородами та відзнаками.

Григорій Степанович Гулик – відомий в Україні та за її межами вчений-економіст і юрист. Основний напрям наукової діяльності пов'язаний з дослідженням теоретико-методологічних та практичних основ інтегрального застосування економіко-правових інструментів формування системи сталого лісокористування. Учений опублікував понад 30 наукових та навчально-методичних праць, найважливішими серед яких є такі: «Реформування систем прав власності на лісовий фонд як передумова екологізації лісокористування» (2005); «Господарське законодавство: навчальний посібник» (2008, у співавторстві); «Особливості економіко-правового регулювання лісокористування в Україні» (2010); «Теоретико-методичні аспекти економіко-правового регулювання лісокористування в Україні» (2011); «Основні еколого-економічні передумови правового регулювання лісокористування в Україні» (2011); «Сучасні проблеми економіко-правового регулювання щодо забезпечення сталого управління лісовими ресурсами» (2011); «Вдосконалення еколого- та економіко-правового регулювання лісокористування в Україні» (2012); «Синергетичний підхід у застосуванні економіко-правових інструментів під час формування системи сталого лісокористування» (2012); «Синергетична концепція інтегрованого застосування правових та економічних важелів сталого лісокористування» (2012); «Екологізація освіти: теорія і практика» (2015, у співавторстві); «Правові та соціо-еколого-економічні передумови екологізації освіти в Україні» (2015, у співавторстві); «Сучасні еколого-економіко-правові проблеми реалізації концепції сталого лісокористування в Україні» (2015); «Теоретико-методологічні засади синергетичного застосування економіко-правових інструментів у формуванні процесу сталого лісокористування» (2015); «Державна еколого-економіко-правова політика щодо реалізації сталого лісокористування в Україні: теорія і практика» (2015).

Брав активну участь у багатьох міжнародних наукових конференціях, зокрема: «Екологічна ста-

лість і людський добробут» (Делі, Індія, 2006); «Екологічна Конституція Землі: шлях до сталого майбутнього», «Ріо+20» (Ріо-де-Жанейро, Бразилія, 2012); «Нова спадщина для нової економіки» (Віла-Нова-де-Гая, Португалія, 2013); VI Невський Міжнародний Екологічний Конгрес (Санкт-Петербург, Російська Федерація, 2013); «Міжнародні заходи лісівників» (Білле Фелікс, Румунія, 2015) та ін. У 2014 р. під час Міжнародної конференції лісівників «International Manifestations of the Foresters» (Бухарест, Румунія) рішенням Ради європейських лісівників був нагороджений іменним трофеєм «За вагомий теоретико-методологічний внесок у сфері лісового господарства».

Григорій Степанович Гулик народився 28 листопада 1948 року в с. Добростани Яворівського району Львівської області. Впродовж 1955-1966 рр. навчався у Добростанівській середній школі, а в 1966-1967 рр. – в ПТУ №25 м. Львова. Після закінчення училища працював робітником БУ-49 тресту «Термоізоляція». У період 1967-1969 рр. – служив у Збройних силах, є учасником бойових дій.

Трудову діяльність Г.С. Гулик розпочав у січні 1970 р., працюючи токарем на Львівському заводі «Кінескоп». Упродовж 1974-1978 рр. працював слюсарем з ремонту апаратного обладнання цього ж підприємства. У 1974 р. поступив на вечірнє відділення юридичного факультету Львівського державного університету ім. Івана Франка (тепер – Львівський національний університет ім. Івана Франка), який закінчив із відзнакою у 1980 р. за спеціальністю «Правознавство» та здобувши кваліфікацію юриста.

Впродовж 1978-1982 рр. працював інструктором оргвідділу виконкому Львівської обласної Ради народних депутатів. У серпні 1982 р. був призначений на посаду завідувача відділу виробничо-правової роботи та заробітної плати Львівського обкому профспілки працівників сільського господарства, а в грудні 1984 р. – державним арбітром державного арбітражу Львівської області. В період

1993-2002 рр. працював заступником голови арбітражного суду Львівської області, в 2002-2012 рр. – головою господарського суду Львівської області. Впродовж 2012-2014 рр. – суддя господарського суду Львівської області. У грудні 2014 р. вийшов у відставку.

Науково-педагогічну діяльність розпочав з 2007 р. як здобувач і доцент кафедри історії України, політології та права Національного лісотехнічного університету України. У 2013 р. під керівництвом академіка НАН України, професора Ю.Ю. Туниці у Національному лісотехнічному університеті України захистив кандидатську дисертацію на тему: «Синергетика інтегрального застосування економіко-правових інструментів формування системи сталого лісокористування» за спеціальністю 08.00.06 – Економіка природокористування та охорони навколишнього середовища. У 2014 р. рішенням Вищої атестаційної комісії України Г.С. Гулика було присвоєно науковий ступінь кандидата економічних наук. Вчене звання доцента отримав у 2015 році. З 2016 р. – член-кореспондент Лісівничої академії наук України.

За період трудової діяльності Г.С. Гулик був відзначений Подякою Президента України (2001), нагороджений знаком «Почесний працівник господарського суду України» (2015), орденом Святого Апостола Андрія Первозванного I-го ступеня (2005). За видатний внесок у зміцнення судової влади нагороджений почесною відзнакою Вищої Ради Юстиції (2006) та ювілейним знаком «15 років господарським судам України». У 2001 р. нагороджений почесною ювілейною відзнакою Вищого арбітражного суду України II ступеня.

Указом Президента України відзначений державною нагородою «Заслужений юрист України» (2007), орденом «За заслуги» III ступеня (2008), орденом Святого Архистратига Михаїла I-го ступеня (2008), орденом «За заслуги» II ступеня (2016).

Серед інших нагород – орден Святого Володимира Великого (2007), почесна відзнака «За сумлінну працю» (2012), ювілейна медаль з нагоди 90-річчя утворення в Україні арбітражно-судової системи (2012), почесна відзнака «Знак пошани» (2013).

Члени Лісівничої академії наук України, студенти і співробітники Національного лісотехнічного університету України, колеги та друзі щиро вітають Григорія Степановича з 70-річним ювілеєм і бажають міцного здоров'я та довголіття.

Ученый-экономист, юрист

Ю. Ю. Туныця, И. А. Дубович

Григорий Степанович Гулык – член-корреспондент Лесной академии наук Украины, кандидат экономических наук, доцент, заслуженный юрист Украины. Известный в Украине и за рубежом ученый-экономист и юрист. Основное направление научной деятельности связано с исследованием теоретико-методологических и практических основ интегрального применения экономико-правовых инструментов формирования системы устойчивого лесопользования.

Автор и соавтор более 30 научных и учебно-методических работ. Его научные работы известны многим ученым-экономистам и юристам Украины и других государств. Участник многих международных научных конференций.

Г.С. Гулык отмечен благодарностями Президента Украины, Высшего Хозяйственного Суда Украины, а также государственными наградами.

Scientist-economist and Lawyer

Yu. Tunytsya, I. Dubovich

Grygory Stepanovych Gulyk – Corresponding Member of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, Ph.D. in Economics, Associate Professor, Honored Lawyer of Ukraine. Well-known economist and lawyer in Ukraine and abroad. The main direction of scientific activity is connected with the study of the theoretical, methodological and practical bases of the integral application of economic and legal instruments for the formation of sustainable forest management system.

Author and co-author of more than 30 scientific and educational publications. His scientific work is known to many scientists, economists and lawyers of Ukraine and other countries. Participant of many international scientific conferences.

G. S. Gulyk was awarded by the Acknowledgments of the President of Ukraine, the Supreme Economic Court of Ukraine and many others state awards.

УДК 630*(092)

Учений-еколог, викладач

В. П. Руденко, Ю. С. Ющенко, М. В. Білоконь, С. В. Робулець, О. М. Данілова

Володимир Карлович Сівак – член-кореспондент Лісівничої академії наук України, кандидат географічних наук, доцент кафедри метеорології і водних ресурсів Чернівецького національного університету ім. Юрія Федьковича, доктор філософії, Заслужений природоохоронець України. Відомий фахівець з проблем збереження навколишнього середовища. Автор (співавтор) майже 80 наукових робіт, у тому числі монографій і розділів книг, 20 навчально-методичних посібників і підручників, понад 100 тез доповідей. Вчений брав участь і виступав з доповідями на багатьох міжнародних конференціях і семінарах в Румунії, Киргизії, Австрії, Фінляндії, США. Вивчав досвід організації роботи Національних природних парків Словенії, Австрії, Фінляндії, України. Його праці відомі багатьом вітчизняним і зарубіжним ученим.

Сівак Володимир Карлович – відомий фахівець з проблем збереження навколишнього середовища. Основні напрями наукових досліджень стосуються забезпечення реалізації державної політики у сферах охорони навколишнього природного середовища, раціонального використання, відтворення та охорони природних ресурсів.

За участю вченого підготовлено і видано низку збірників, монографій, посібників, підручників. Серед них: «Основи екологічної безпеки території і акваторій» (2000, 2014), «Заповідна справа» (2001, 2005), «Рубки і поновлення лісу – синоніми» (2003), «Природоохоронне інспектування» (2003, 2004, 2005, 2011), «Ефективне і раціональне використання деградованих земель» (2003), «Методи вимірювання параметрів навколишнього середовища» (2005), «Конструювання протиерозійних ландшафтів» (2005), «Збірник законодавчих актів України про охорону навколишнього природного середовища» (2004), «Еколого-правове управління в галузі лісового господарства України» (2008), «Основи екологічної безпеки» (2012), «Буковина – заповідний край» (2004, 2005), «Банки екологічної інформації» (2009), «Заповідна справа та збереження біорозмаїття» (2010), «Карпатська Конвенція і розвиток заповідної справи на Буковині» (2009), «Роль Карпатської конвенції в удосконаленні управління природоохоронною діяльністю регіону» (2009), «Карпатська Конвенція як фактор регулювання природоохоронного законодавства України» (2009), «Формування екомережі регіону на базі принципів Карпатської Конвенції» (2009), «Якість довкілля як індикатор імплементації Карпатської Конвенції» (2010), «Міське самоврядування і екологічна безпека» (2010), «Охорона праці в природоохоронній галузі» (2010), «Екологічний паспорт Чернівецької області» (2007, 2010).

Доцент В. К. Сівак приймав участь і виступав з доповідями на багатьох (понад 40) міжнародних конференціях і семінарах – в Румунії, Киргизії, Австрії, Фінляндії, США, Україні. Вивчав досвід

організації роботи Національних природних парків Словенії, Австрії, Фінляндії, України.

Володимир Карлович Сівак народився 30 червня 1948 року в м. Сторожинець Чернівецької області у сім'ї робітників. Після завершення навчання в Сторожинецькій середній школі №1 вступив у Сторожинецький лісовий технікум, який закінчив у 1967 р., отримавши кваліфікацію «Технік лісового господарства». Впродовж 1967-1973 рр. навчався на загальнотехнічному факультеті Чернівецького університету ім. Юрія Федьковича та лісоінженерному факультеті Львівського лісотехнічного інституту (тепер – Національний лісотехнічний університет України, м. Львів) отримавши спеціальність «Інженер-технолог».

Трудову діяльність В. К. Сівак розпочав у вересні 1967 р. майстром лісових культур Буденецького лісництва Сторожинецького лісокомбінату тресту «Чернівціліс». Працював на інженерних посадах цього ж лісокомбінату, а також на різних посадах у місцевих органах влади. Неодноразово обирався депутатом районної та обласних рад. На початок 90-х років перейшов працювати до екологічної сфери, спочатку начальником Сторожинецької районної інспекції з охорони природи, а з червня 1995 р. – начальником Державного управління екології та природних ресурсів у Чернівецькій області. Проходив стажування та знайомився з досвідом природоохоронної діяльності у Сполучених Штатах Америки, Австрії, Фінляндії, Голландії та Румунії. Загальний стаж роботи, пов'язаний з охороною природи, становить майже 20 років. Приймав активну участь у створенні єврорегіону «Верхній Прут», керівник робочої комісії з питань екологічної безпеки, охорони довкілля, сталого розвитку та діяльності єоеврорегіону.

У 2007 р. В. К. Сівак захистив кандидатську дисертацію «Конструктивно-географічний аналіз лісових ландшафтів як основи розвитку природоохоронних територій Чернівецької області» за спеціальністю 11.00.11 – Конструктивна географія і

раціональне використання природних ресурсів. У 2004 р. за сумісництвом почав викладацьку роботу у Чернівецькому національному університеті ім. Юрія Федьковича на посаді асистента кафедри гідроекології, де викладав навчальні дисципліни: «Екологічна безпека», «Природоохоронне інспектування», «Управління природоохоронною діяльністю» та інші. У травні 2009 р. ученого обрано членом-кореспондентом Лісівничої академії наук України.

Вирішальний вплив на формування наукового світогляду В.К. Сивака мали відомі в Україні та за її межами вчені, серед яких доктори наук, професори В.П. Руденко, Я.І. Жупанський, Ю.С. Ющенко, В.П. Круль, П.О. Сухий, М.І. Кирилюк та ін.

У 2011 р. переходить на постійну роботу на географічний факультет Чернівецького національного університету на кафедру гідроекології (тепер – кафедра метеорології та водопостачання), де працює на посаді доцента.

Доцент В.К. Сивак був членом спеціалізованої вченої ради географічного факультету по захисту дисертацій, приймав активну участь в її роботі, призначався офіційним опонентом дисертаційних робіт.

За багаторічну плідну наукову та громадську роботу Володимира Карловича нагороджено Почесними грамотами Міністерства екології та природних ресурсів (1997, 1998, 2002), Чернівецької обласної адміністрації (1999), Чернівецької обласної ради (2008), Президії Всеукраїнської ради Українського товариства охорони природи (2006).

Основну увагу на сьогодні учений приділяє вихованню та навчанню молоді. Його шанують і поважають студенти, колеги по роботі у Чернівецькому національному університеті.

Члени Лісівничої академії наук України, колектив географічного факультету Чернівецького національного університету ім. Ю. Федьковича, колеги, друзі, знайомі щиро вітають Вас, Володимире Карловичу, з 70-річним ювілеєм від Дня народження і бажають Вам міцного здоров'я на довгі-довгі роки. Нехай доля усміхається Вам щасливими днями, а Ваші добрі справи відгукуються у серцях людей повагою й добрим словом.

Учений-еколог, преподаватель

В.П. Руденко, Ю.С. Ющенко, М.В. Білоконь,
С.В. Робулец, О.М. Данилова

Владимир Карлович Сивак – член-корреспондент Лесной академии наук Украины, кандидат географических наук, доцент кафедры метеорологии и водных ресурсов Черновицкого национального университета им. Юрия Федьковича, доктор философии, Заслуженный природоохранник Украины. Известный специалист по проблемам сохранения окружающей среды. Автор (соавтор) почти 80 научных работ, в том числе монографий и разделов книг, 20 учебно-методических пособий и учебников, свыше 100 тезисов докладов. Ученый принимал участие и выступал с докладами на многих международных конференциях и семинарах в Румынии, Киргизии, Австрии, Финляндии, США. Изучал опыт организации работы Национальных природных парков Словении, Австрии, Финляндии, Украины. Его труды известны многим отечественным и зарубежным ученым.

Environmental scientist and teacher

V. Rudenko, Y. Yushchenko, M. Bilokon,
S. Robulets, O. Danilova

Volodymyr Karlovich Sivak – Corresponding Member of the Forestry Academy of Ukraine, Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor of the Department of Meteorology and Water Resources of the Chernivtsi National University named after Yuriy Fedkovych, PhD was awarded the honorary title «Honored Environmental Guard of Ukraine» (2004). Well-known specialist in environmental issues. The author (co-author) of almost 80 scientific publications, in particular monographs and books chapters, 20 manuals and textbooks, 100 conference abstracts and proceedings. The scientist has delivered reports at many international conferences and seminars – in Romania, Kyrgyzstan, Austria, Finland, and the USA. He studied the experiences of the national natural parks organization and activities in Slovenia, Austria, Finland, and Ukraine. His publications are well known in Ukraine and internationally.

УДК 630*(092)

Вчений, лісівник, агролісомеліоратор, еколог, педагог

О. С. Мігунова, В. Л. Мешкова, В. П. Ландін, В. В. Лавров

Анатолій Петрович Стадник – доктор сільськогосподарських наук, професор, старший науковий співробітник, Лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки, Лауреат премії НААН «За видатні досягнення в аграрній науці», академік Лісівничої академії наук України, Почесний доктор Інституту агроекології і природокористування НААН, Почесний доктор з екології ІАП НААН, завідувач кафедри лісівництва, ботаніки і фізіології рослин Білоцерківського національного аграрного університету, провідний науковий співробітник Інституту агроекології і природокористування Національної академії аграрних наук України.

Відомий вчений у галузі агролісомеліорації, лісівництва, агроекології та охорони навколишнього природного середовища. А. П. Стадник започаткував новий науковий напрям в Україні – ландшафтну агролісомеліорацію.

Автор (співавтор) понад 200 друкованих праць, зокрема дев'яти монографій, 24 науково-методичних рекомендацій, енциклопедії агролісомеліорації, словника-довідника з агроекології і природокористування, Концепції управління агроландшафтами (2008), Концепції охорони ґрунтів від ерозії в Україні (2008). Під його науковим керівництвом підготовлено й захищено дві докторські (біологічні і сільськогосподарські науки) та одна кандидатська дисертації за спеціальністю 03.00.16 – Екологія. Продовжує керувати підготовкою аспірантів і докторантів.

Анатолій Петрович Стадник – відомий вчений у галузі агролісомеліорації, лісівництва, агроекології та охорони навколишнього природного середовища. Започаткував новий науковий напрям в Україні – ландшафтну агролісомеліорацію. Професор А. П. Стадник є провідним ученим України з питань агролісомеліорації і захисного лісорозведення, стабільного розвитку агроландшафтів.

Основні напрями наукової діяльності А. П. Стадника різнобічні – методологія управління агроландшафтами лісомеліоративними методами на засадах збалансованого розвитку; лісомеліорація агроландшафтів і стабільний розвиток агроєкосистем; ландшафтно-екологічна оптимізація систем захисних лісових насаджень України; науково-практичні основи створення загальнодержавної оптимізованої системи захисних лісових насаджень в Україні; комплексне лісомеліоративне районування України; методи й заходи догляду за захисними лісовими насадженнями.

Професор А. П. Стадник здійснив значний внесок у науку. Зокрема він розробив методологію управління агроландшафтами лісомеліоративними методами; розробив теоретико-методологічні основи ландшафтно-екологічної оптимізації систем захисних лісових насаджень в агроландшафтах і теорію систем в агролісомеліорації; здійснив комплексне лісомеліоративне районування України; опрацював науково-практичні основи створення загальнодержавної оптимізованої системи захисних лісових насаджень в Україні; запропонував науково-обґрунтовані методи й заходи догляду за поєднаними лісовими насадженнями, теоретично обґрунтував їхню структуру.

А. П. Стадник розробив концепцію управління агроландшафтами, яку було схвалено Бюро Президії НААН (2008 р.); концепцію охорони ґрунтів від ерозії в Україні (2008 р.); концепцію створення стабільного екологічно стійкого простору; концепцію цілісного підходу до створення ефективних систем захисних лісових насаджень в агроландшафтах в умовах промислового середовища; інтенсивного екологічного впливу захисних лісових насаджень; екологічного землеробства в антропогенних ландшафтах.

У 2012 р. результати наукових досліджень А. П. Стадника було висунуто на здобуття премії Національної академії аграрних наук «За видатні досягнення в аграрній науці». У 2013 р. у складі авторського колективу наукову роботу «Формування екологічно стабільних агроландшафтів як основа продовольчої безпеки України» було висунуто на Державну премію у галузі науки і техніки України. У 2013 р. за монографію «Основи управління агроландшафтами України» автори О. І. Фурдичко та А. П. Стадник стали Лауреатами премії Національної академії аграрних наук «За видатні досягнення в аграрній науці». В 2015 р. професор А. П. Стадник став Лауреатом Державної премії України в галузі науки і техніки.

Академік Лісівничої академії наук України, член Координаційно-методичної Ради науково-методичного центру «Агроекологія» НААН, спеціалізованої вченої ради Інституту агроекології і природокористування НААН із захисту дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора (кандидата) наук зі спеціальності 03.00.16 – Екологія; спеціалізованої вченої ради Інституту захисту рослин НААН із захисту дисертацій на здобуття наукового

ступеня доктора (кандидата) наук зі спеціальностей 03.00.16 – Екологія, 03.00.16 – Ентомологія.

Член редакційних колегій науково-теоретичного журналу «Агроекологічний журнал»; науково-практичного журналу «Збалансоване природокористування»; збірника наукових праць Білоцерківського національного аграрного університету «Агробіологія». Член Всеукраїнської громадської організації «Асоціація агроекологів України» та Громадської ради при Держлісагентстві України.

Автор і співавтор понад 200 наукових праць, 24 науково-методичних рекомендацій з удосконалення методів лісомеліорації та господарського використання еродованих земель, впливу ползахисних лісових насаджень на агроекологічний стан агроландшафтів і продуктивність агроecosистем, підвищення меліоративних властивостей захисних лісових насаджень. Серед них численні наукові видання: «Енциклопедія агролесомеліорації» (2004); «Урбоекологія та фітомеліорація» (2018); «Концепція управління агроландшафтами» (2008); «Концепція охорони ґрунтів від ерозії в Україні» (2008); «Методологія управління агроландшафтами лісомеліоративними методами» (2010); «Наукові та прикладні основи захисту ґрунтів від ерозії в Україні» (2010); «Зональні методичні рекомендації із захисту ґрунтів від ерозії в Україні» (2010); «Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Лісостепу України» (2010); «Листяні ліси північностепового Придніпров'я України (екологія, типологія, фіторізноманіття)» (2011); «Словник-довідник з агроекології і природокористування» (2012); «Наукові основи сталого розвитку агроecosистем України» (2012); «Основи управління агроландшафтами України» (2012); «Наукові основи сталого розвитку агроecosистем України» (2013); «Еколого-економічні основи збалансованого розвитку агро-сфери Київської області» (2015).

Анатолій Петрович Стадник народився 2 листопада 1948 р. у с. Катеринівка Каменського району колишньої Молдавської РСР у сім'ї вчителів. Мати Надія Іванівна та батько Петро Никифорович Стадники працювали вчителями в Катеринівській середній школі. Після закінчення навчання у Катеринівській середній школі у 1966 р. поступив на лісогосподарський факультет Української ордену Трудового Червоного Прапора сільськогосподарської академії (нині – Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ). У 1971 р. після закінчення академії і здобуття кваліфікації «Інженер лісового господарства» скерований на роботу інженером у Харківський філіал інституту «Союзгипролесхоз» Державного комітету лісового господарства СРСР, де працював на посаді інженера (до 1974 р.). Був автором проектів заліснення лівого берега Дніпродзержинського водосховища та створення плантацій горіха волоського у Вознесенському районі Миколаївської області (Рацинська дача).

У 1974 р. вступив до очної аспірантури УкрНДІЛГА. У листопаді 1977 р. закінчив аспіранту-

ру і був зарахований на посаду молодшого наукового співробітника відділу ползахисного лісорозведення. У 1983 р. рішенням вченої ради обраний за конкурсом на посаду старшого наукового співробітника цього ж відділу.

У 1982 р. захистив кандидатську дисертацію на тему: «Ріст і стан ползахисних лісових смуг у Північному Степу Правобережної України» за спеціальністю 06.03.03 – Лісознавство, лісівництво, захисне лісорозведення, лісові пожежі та боротьба з ними.

У 1991 р. А.П. Стаднику присвоєно вчене звання старшого наукового співробітника. З 1996 р. – провідний науковий співробітник УкрНДІЛГА. У цей же час обраний за конкурсом завідувачем сектора захисного лісорозведення лабораторії лісовідновлення та захисного лісорозведення. Впродовж 1999-2003 рр. – провідний науковий співробітник лабораторії екології ландшафтів і агролісомеліорації, з 01.01.2004 р. – провідний науковий співробітник лабораторії лісових культур і агролісомеліорації. У цьому науковому закладі А.П. Стадник 33 роки присвятив розробці питань розвитку агролісомеліорації і захисного лісорозведення.

У 2006-2007 рр. працював за сумісництвом доцентом кафедри лісових культур та меліорацій Харківського національного аграрного університету ім. В.В. Докучаєва. У 2010-2011 рр. – професор кафедри екології й навколишнього середовища Вінницького національного аграрного університету.

У 2007 р. А.П. Стадника було запрошено на роботу в Інститут агроекології Української академії аграрних наук (м. Київ) на посаду завідувача відділу природокористування, охорони навколишнього природного середовища та економіки наукових досліджень. У 2008 р. він захистив докторську дисертацію на тему: «Ландшафтно-екологічна оптимізація систем захисних лісових насаджень України» в Інституті агроекології НААН за спеціальністю 03.00.16 – Екологія.

З 2011 р. – завідувач кафедри лісівництва, ботаніки і фізіології рослин Білоцерківського національного аграрного університету. Підготовку фахівців здійснює за напрямками: «Лісове господарство», «Садово-паркове господарство» та «Агрономія». На агробіотехнологічному факультеті викладає навчальні дисципліни «Лісознавство», «Лісівництво», «Рекреаційне лісівництво», «Лісова меліорація». «Лісомеліорація», «Основи фахової підготовки», «Лісовий кадастр».

Професор А.П. Стадник здійснює керівництво аспірантурою та докторантурою з 2008 року. Був науковим консультантом двох докторантів в Інституті агроекології і природокористування НААН. Під його керівництвом захищено дві докторські (біологічні і сільськогосподарські науки) і одна кандидатська дисертації за спеціальністю 03.00.16 – Екологія. Неодноразово виступав офіційним опонентом на захисті докторських та кандидатських дисертацій.

Нагороджений двома бронзовими медалями ВДНГ СРСР (1983, 1984 рр.), Почесною грамотою

Президії Української академії аграрних наук України (2008 р.), Подякою Голови Державного агентства лісових ресурсів України (2012 р.), відзнакою Інституту агроекології і природокористування НААН «Гордість Інституту агроекології і природокористування», Почесною відзнакою «Заслужений захисник природи» Всеукраїнської Громадської організації «Асоціація агроекологів України» (2018 р.). Учений є Лауреатом Державної премії України в галузі науки і техніки (2014), Лауреатом премії НААН «За видатні досягнення в аграрній науці» (2013), Почесним доктором Інституту агроекології і природокористування Національної академії наук України (2013), Почесним доктором з екології Інституту агроекології і природокористування НААН (2018).

Члени Лісівничої академії наук України, колеги та друзі сердечно вітають Анатолія Петровича із 70-річним ювілеєм, бажають йому міцного здоров'я, щастя, добра, миру, благополуччя, нових творчих злетів і досягнень, успіхів у вихованні та підготовці наукових кадрів, творчого довголіття і втілення усіх намірів у життя!

Ученый, лесовод, агролесомелиоратор, эколог, педагог

А. С. Мигунова, В. Л. Мешкова,
В. П. Ландин, В. В. Лавров

Анатолій Петрович Стадник – доктор сільськогосподарських наук, професор, старший науковий співробітник, лауреат Государственной премії України в області науки і техніки, лауреат премії НААН «За видатні досягнення в аграрній науці», академик Лесної академії наук України, Почетний доктор Інституту агроекології і природокористування НААН (ІАП), почетний доктор по екології ІАП НААН, завідує кафедрою лісового господарства, ботаніки і фізіології рослин Белогородського національного аграрного університету, ведучий науковий співробітник Інституту агроекології і природокористування Національної академії аграрних наук України.

Известный ученый в области агролесомелиорации, лесоводства, агроэкологии и охраны окружающей среды. Разработал новое научное направление в Украине – ландшафтную агролесомелиорацию.

Автор (соавтор) более 200 печатных работ, в том числе девяти монографий, 24 научно-методических рекомендаций, статей в «Энциклопедию агролесомелиорации», словаря-справочника по агроэкологии и природопользованию, Концепции управления агроландшафтами (2008), Концепции охраны почв от эрозии в Украине (2008). Под его научным руководством подготовлены и защищены две докторские (биологические и сельскохозяйственные науки) и одна кандидатская диссертации по специальности 03.00.16 – Экология. Он продолжает руководить аспирантами и докторантами.

Scientist, forester, agroforester, ecologist, teacher

O. Migunova, V. Meshkova,
V. Landin, V. Lavrov

Anatoliy Petrovych Stadnyk is the Doctor of Agricultural Sciences, Professor, senior Researcher, Laureate of the State Prize of Ukraine in the field of science and technology, laureate of the Prize of the National Academy of Agrarian Sciences (NAAS) «For outstanding achievements in agrarian science», full member of Forestry Academy of Sciences of Ukraine, Honorary Doctor of the Institute of Agroecology and Environmental management of NAAS, Honorary Doctor on Ecology of the Institute of Agroecology and Environmental management of NAAS, the Head of the Department of Forestry, Botany and Plant Physiology of the Bila Tserkva National Agrarian University, leading researcher at the Institute of Agroecology and Environmental management of NAAS.

A. P. Stadnyk is a well-known scientist in the field of agroforestry, forestry, agro-ecology and environment protection, the founder of the scientific section of landscape agroforestry.

He is an author (or co-author) of 200 publications, including nine monographs, 24 scientific and methodological recommendations, article in Encyclopedia of Forest Melioration, Dictionary-reference book on agroecology and environmental management, Management concepts of agricultural landscapes (2008), Concepts of soil protection from erosion in Ukraine (2008).

He was scientific supervisor of two defended dissertations of D.Sc. and one PhD on specialty 03.00.16 (ecology) and now is a supervisor of other graduate and doctoral students.

ДО УВАГИ АВТОРІВ

У «Наукових працях Лісівничої академії наук України» публікуються оригінальні наукові статті та наукові огляди з теоретичних і прикладних питань лісового та садово-паркового господарства, біології, екології та природно-заповідної справи, економіки природокористування та менеджменту, лісової інженерії, ресурсоощадних і екологобезпечних технологій деревообробки, машин і механізмів лісгосподарського комплексу, інформаційних технологій галузі.

Редакція приймає до опублікування статті обсягом 15-20 сторінок машинописного тексту, надрукованого через 1,5 інтервала. Формат документа – А4, формат файлу – *.doc, *.docx (MS Word 2003, 2010, 2013). Поля – 2 см по периметру. В редакцію подаються електронний і паперовий варіанти статті.

Текст наукової (експериментальної) статті подається за такою структурою: вступ; об'єкти та методика дослідження; результати та обговорення; висновки; подяка (за потреби); бібліографічні посилання.

Оглядова стаття може мати різну кількість структурних розділів із довільними назвами, але вказані пункти є обов'язковими: вступ; висновки; бібліографічні посилання. В обох випадках інформація про авторів подається трьома мовами.

До друку приймаються статті українською, російською та англійською мовами. До кожної статті подаються анотації трьома мовами.

Обсяг анотації українською мовою – 22-25 рядків або 1400-1600 знаків. Обсяг анотації російською мовою – 40-45 рядків або 2600-2900 знаків. Обсяг анотації англійською мовою – повний переклад анотації російською мовою, але не менше 35 рядків або 2300 знаків. Ключові слова в обсяг анотації не входять.

Для статей, написаних англійською мовою, потрібно додати дві розширені анотації (українською та російською мовами) – по 40-45 рядків. Анотація англійською мовою складає 22-25 рядків (без ключових слів).

Ключові слова/словосполучення (10-12 шт.) не повинні дублювати заголовку статті.

Бібліографічний список повинен вміщати не менше 15 літературних джерел. Бажано робити посилання на джерела, опубліковані після 2010 року, особливо ті, які мають індекс DOI. Самоцититування – не більше 15%. Під час формування списку літературних джерел необхідно користуватись вимогами APA 6th Edition.

Транслітерація літературних джерел в статтях не допускається. Список бібліографічних поси-

лань повинен бути наведений англійською мовою. У дужках необхідно вказати мову, на якій видано літературне джерело (напр., in Ukrainian). Якщо робота видана англійською мовою, то мову в дужках вказувати не потрібно.

Особливу увагу авторів звертаємо на правильне подання «Бібліографічних посилань» та англійськомовну частину публікації. Статтю читатиме міжнародна аудиторія науковців, тому текст анотації повинен бути чітким і зв'язним, а її зміст – зрозумілим без ознайомлення з основним змістом самої статті. У статті потрібно застосовувати фахову термінологію, яку використовують у профільних міжнародних англомовних виданнях.

Текст статті, анотації, назви таблиць, список літератури подаються шрифтом Times New Roman 14. Підписи до рисунків – шрифтом Times New Roman 13, вирівняні по центру. Фотографії та рисунки подаються безпосередньо в статті, а також в окремому файлі у форматі *.jpg, чи оформлені у середовищі MS Excel.

Не можна наводити посилання на таблицю або рисунок у вигляді окремого речення. За наявності у тексті лише однієї таблиці чи рисунку, їх не нумерують, а в тексті дають посилання: табл. (рис.). При повторному посиланні на елемент: див. табл. (див. рис.).

Назви таблиць і рисунків (а також примітки до них) мають бути вичерпними та чітко сформульованими, щоб читач зміг зрозуміти їх зміст, не вдаючись до пошуку відповідних пояснень у розділах статті.

У таблицях повинні бути відсутні вертикальні лінії. Подаються лише горизонтальні лінії – в «шапці» та в кінці таблиці.

Потрібно розрізняти символи «—», «—» та «-». Перший із них у рукописах статті не використовують.

Необхідно звернути увагу на правильність вживання службових частин мови: «в», «у»; «і», «та»; «з», «із», «зі» тощо. Під час формулювання речень потрібно уникати слова «було»: без нього, зазвичай, зміст речення не змінюється. У статті бажано не використовувати скорочення наукових термінів.

Не рекомендовано вживати у тексті пасивний формат: «дослідження проводилися», «результати опрацьовувалися» тощо; потрібно – «дослідження проводили», «результати опрацьовували» і т.д.

Отримані результати досліджень повинні бути опрацьовані математичними методами, що підтвер-

джує їхню достовірність. Без такого опрацювання статті до друку не приймаються.

Найважливішою частиною наукової статті є висновки, де наводять підсумки здійсненого дослідження, узагальнення і пропозиції щодо завдань, сформульованих у вступі. Висновки формують чітко, лаконічно і зрозуміло, вони повинні впливати із результатів проведених досліджень. У висновках зазначають ступінь досягнення поставленої мети роботи за допомогою використаних методів і методики досліджень. Вдало сформульовані висновки логічно завершують наукову роботу, роблять її цілісною і завершеною.

Висновки повинні бути короткими і поданими у вигляді тексту без нумерації.

У збірнику наукових праць «Наукові праці Лісівничої академії наук України» не можуть бути опубліковані матеріали, які вже раніше публікувалися в інших наукових збірниках. Редакційна колегія наукового видання залишає за собою право відхилити статті, які не відповідають вимогам і тематиці збірника.

Наукові статті, що надійшли до редакції, проходять процес рецензування. Форми рецензування статей: внутрішня; зовнішня.

Заступник головного редактора визначає відповідність статті профілю журналу і скеровує її на рецензування фахівцю – доктору чи кандидату наук, який має близьку до теми статті наукову спеціалізацію.

Матеріали рецензуються членами редакційної колегії наукового видання та/або сторонніми незалежними експертами, виходячи з принципу об'єктивності і з позицій вищих міжнародних академічних стандартів якості.

Терміни рецензування в кожному окремому випадку визначаються відповідальним редактором з

урахуванням створення умов для максимально оперативної публікації статті.

Наявність позитивної рецензії не є достатньою підставою для публікації статті. Остаточне рішення про доцільність публікації приймається редакційною колегією.

Після прийняття до друку наукові матеріали проходять процес редагування. Редакція залишає за собою право на стилістичну правку рукопису, літературне редагування та скорочення текстів зі збереженням авторського стилю. З автором узгоджуються правки, які, на думку редакції, можуть змінити зміст тексту.

Відповідальність за достовірність інформації у статтях, точність назв, статистичних даних, прізвищ та цитат несуть автори. Для уникнення некоректних запозичень або використання результатів дослідження третіх осіб автори зобов'язані дотримуватись етики наукового цитування.

У випадках виявлення плагіату відповідальність несуть автори наданих матеріалів.

Після прийняття редколегією рішення про допуск статті до публікації відповідальний секретар інформує про це автора і вказує терміни публікації. Оригінали рецензій зберігаються в редакційній колегії і в редакції наукового журналу.

Прийняті до друку наукові матеріали не повертаються та не можуть бути надруковані в інших наукових журналах.

Більш детальна інформація для авторів щодо правил подачі статей до збірника «Наукові праці Лісівничої академії наук України», оформлення «Бібліографічних посилань», політики відкритого доступу подана на сайті збірника наукових праць: <http://fasu.nltu.edu.ua/index.php/nplanu>

Збірник наукових праць
Наукові праці Лісівничої академії наук України

Випуск 17

2018 р.

Науковий редактор: проф. Ю.М. Дебринюк, д-р с.-г. наук
Фото і текст на 4-ій сторінці обкладинки: Ю.М. Дебринюк
Літературний редактор: А.Ф. Павлишин
Редактор англomовних текстів: проф. І.П. Соловій, д-р екон. наук
Відповідальний секретар: Б.В. Дебринюк

Підписано до друку 21.11.2018 р. Формат 60*84/8. Папір офсетний.
Друк офсетний. Гарнітура Times New Roman.
Ум. друк. арк. 24,64. Обл.-вид. арк. 21,98
Наклад 300 прим. Зам. №2468

Видавець: Редакційно-видавничий центр НЛТУ України
79057, м. Львів, вул. Генерала Чупринки, 134/16
Тел.: (032) 240-23-50. E-mail: lanu_mag@ukr.net

Верстання та друк: ТзОВ «Компанія “Манускрипт”»
вул. Руська, 16/3, м. Львів, 79008
тел./факс: (032) 235-52-20

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до державного реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів
видавничої продукції серія ДК № 3628 від 19.11.2009 р.

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації
(Серія KB, № 21138-10938ПР від 23.01.2015 р.)

Згідно з рішенням Атестаційної колегії Міністерства освіти і науки України,
«**Наукові праці Лісівничої академії наук України**» належить до
Переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних
робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук за такими напрямками:

сільськогосподарські науки (від 13.07.2015 р., № 747),

біологічні науки (лісове господарство) (від 07.10.2015 р., № 1021),

технічні науки (від 9.03.2016 р., № 241)

Збірник наукових праць внесено до бібліографічної бази даних наукових публікацій РІНЦ:
http://elibrary.ru/title_items.asp?id=41283 (ліцензійний договір від 13 грудня 2013 року
№ 778-12/2013); зареєстровано у Науково-метричній базі Index Copernicus як періодичне наукове
видання, що забезпечує публікування наукових розвідок із природничих і суспільних наук
(Natural and Social Sciences: Forestry; Biological; Economics; Tecnology); ICV 2015: 39,04;
<http://journals.indexcopernicus.com/passport.php?id=24781213>