Національний лісотехнічний університет України
Лісівнича академія наук України

НАУКОВІ ПРАЦІ
ЛІСІВНИЧОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ

Збірник наукових праць

Випуск 9

Започатковано у 2001 р.

Львів
РВВ НЛТУ України
2011

УДК 630*

Наукові праці Лісівничої академії наук України : збірник наукових праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2011. – Вип. 9. – 256 с.

У збірнику наукових праць опубліковано результати наукових досліджень, у яких висвітлено видатні наукові досягнення лісівництва та лісопромислового комплексу, їх актуальні проблеми сьогодення, наведено передові розробки щодо відтворення та покращення лісових ресурсів, збільшення водорегулятивного значення лісів, проаналізовано проблеми екології довкілля та раціонального природокористування, наведено нові технології галузі, а у сторінках пам'яті згадано видатні наукові постаті сучасності.

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 №12 від 30.11.2011 р.*).

Редакційна колегія:

професор	Юрій Туниця,	*д-р екон. наук*, *академік НАН України – головний редактор*;
професор	Юрій Дебринюк,	*д-р с.-г. наук – заступник головного редактора*;
професор	Михайло Голубець,	*д-р біол. наук*;
професор	Григорій Криницький,	*д-р біол. наук*;
професор	Степан Стойко,	*д-р біол. наук*;
професор	Володимир Заїка,	*д-р біол. наук*;
професор	Платон Третяк,	*д-р біол. наук*;
професор	Ярослав Коваль,	*д-р екон. наук*;
професор	Богдан Кульчицький,	*д-р екон. наук*;
професор	Євген Мішенін,	*д-р екон. наук*;
професор	Ігор Синякевич,	*д-р екон. наук*
доцент	Тарас Туниця,	*д-р екон. наук*;
професор	Григорій Шевченко,	*д-р екон. наук*;
професор	Анатолій Гойчук,	*д-р с.-г. наук*;
професор	Микола Гузь,	*д-р с.-г. наук*;
ст. наук. співроб.	Андрій Малиновський,	*д-р с.-г. наук*;
професор	Петро Лакида,	*д-р с.-г. наук*;
професор	Володимир Кучерявий,	*д-р с.-г. наук*;
професор	Віктор Ткач,	*д-р с.-г. наук*;
професор	Павло Бехта,	*д-р техн. наук*;
професор	Нестор Библюк,	*д-р техн. наук*;
професор	Володимир Голубець,	*д-р техн. наук*;
доцент	Юрій Грицюк,	*д-р техн. наук*;
професор	Микола Кірик,	*д-р техн. наук*;
професор	Ярослав Соколовський,	*д-р техн. наук*.

Науковий редактор: *Юрій ДЕБРИНЮК*
Літературний редактор: *Володимир ДУДОК*
Редактор англомовних текстів: *Ігор СОЛОВІЙ*
Технічне забезпечення видання: *Юрій ГРИЦЮК*
Коректор: *Ірина ГУРАЛЬ*
Відповідальний секретар: *Богдана ДЕБРИНЮК*

Адреса редакційно-видавничого відділу:
Національний лісотехнічний університет України
вул. Генерала Чупринки, 134/1б
м. Львів, Україна, 79057
Тел. +38067-944-11-15, http://www.nltnu.edu.ua/lanu

ISSN 1991-606X

© ЛАН України, 2011
© НЛТУ України, 2011

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА..... 11

1. АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ СЬОГОДЕННЯ 14

Ю.Ю. Туниця
ПРИРОДНА ЕКОНОМІКА І НАБЛИЖЕНЕ ДО ПРИРОДИ ЛІСІВНИЦТВО: ІДЕНТИЧНІСТЬ КОНЦЕПЦІЙ ТА МОЖЛИВОСТІ ЇХНЬОГО ВЗАЄМОЗБАГАЧЕННЯ.....14

С.М. Стойко
ВПЛИВ ГЛОБАЛЬНОЇ ЗМІНИ КЛІМАТУ НА ЛІСОВІ ФОРМАЦІЇ КАРПАТ 21

М.В. Чернявський, Г.Т. Криницький, В.І. Парпан
НАБЛИЖЕНЕ ДО ПРИРОДИ ВЕДЕННЯ ЛІСОВОГО ГОСПОДАРСТВА В УКРАЇНІ 29

2. ЛІСОЗНАВСТВО ТА ЛІСІВНИЦТВО..... 36

Г.Б. Гладун
ВИЗНАЧЕННЯ ПОТЕНЦІЙНОЇ МІНІМАЛЬНО НЕОБХІДНОЇ ЗАХИСНОЇ ЛІСИСТОСТІ АГРОЛАНДШАФТІВ РІВНИННОЇ ЧАСТИНИ УКРАЇНИ 36

П.С. Гнатів
ГЕНЕТИЧНІ ТИПИ ГІРСЬКИХ ҐРУНТІВ СХІДНИХ КАРТПАТ Й АНТРОПОГЕННІ ПРОЦЕСИ СУЧАСНОСТІ.....42

В.В. Лавний
АНАЛІЗ ВИСОТНО-ВІКОВОЇ СТРУКТУРИ ПІДРОСТУ НА ВІТРОВАЛЬНИХ ДІЛЯНКАХ ДЕРЖАВНОГО ПІДПРИЄМСТВА "ОСМОЛОДСЬКЕ ЛІСОВЕ ГОСПОДАРСТВО" 46

В.С. Олійник
ВОДОЗБОРИ КАРПАТ ЯК ОБ'ЄКТИ ЕКОЛОГІЧНО ЗБАЛАНСОВАНОГО ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ 52

М.І. Сорока, Т.В. Юськевич
ФІТОСОЦІОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ НАТУРАЛІЗАЦІЇ СОСНИ ЧОРНОЇ (*PINUS NIGRA* ARN.).....58

В.П. Шлапак, С.А. Макаринська, В.В. Шлапак
ЧУТЛИВІСТЬ ДО НИЗЬКИХ ТЕМПЕРАТУР ВИДІВ РОДУ *PINUS* L. 64

Ю.І. Черневий
ОСОБЛИВОСТІ СТРУКТУРИ ЛІСОВОГО ПОКРИВУ СЕРЕДНЬОГІРНОГО ЛАНДШАФТУ ҐОРҐАН (УКРАЇНСЬКІ КАРПАТИ).....70

3. ШТУЧНЕ ЛІСОВІДНОВЛЕННЯ, ЛІСОРОЗВЕДЕННЯ ТА СЕЛЕКЦІЯ 74

С.О. Белеля, Ю.М. Дебринюк
ДОСВІД ВИРОЩУВАННЯ САДИВНОГО МАТЕРІАЛУ МЕТАСЕКВОЇ КИТАЙСЬКОЇ У ЗАХІДНОМУ ПОЛІССІ.....74

А.Ф. Гойчук, В.М. Гриб, М.М. Білоус
ЛІСІВНИЧА ОЦІНКА СПОСОБІВ ПІДГОТОВКИ ЛІСОКУЛЬТУРНИХ ПЛОЩ ПІД ШТУЧНІ СОСНОВІ НАСАДЖЕННЯ.....80

Р.М. Гречаник, М.М. Гузь, Н.О. Олексійченко
ОСОБЛИВОСТІ ЕТАПУ НАМНОЖЕННЯ У МІКРОКЛОНУВАННІ ШОВКОВИЦІ БІЛОЇ (*MORUS ALBA* LINN.) IN VITRO 83

Р.Т. Гут, Ю.М. Юсипович, В.А. Ковальова
ОСОБЛИВОСТІ ЕКСПРЕСІЇ ГЕНІВ ДЕФЕНЗИНІВ У РІЗНИХ ОРГАНАХ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ (*PINUS SYLVESTRIS* L.) 86

Ю.М. Дебринюк
ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ СТВОРЕННЯ І ВИРОЩУВАННЯ ПЛАНТАЦІЙНИХ ЛІСОВИХ КУЛЬТУР ЯЛИНИ ЄВРОПЕЙСЬКОЇ У ЗАХІДНОМУ РЕГІОНІ УКРАЇНИ 90

Р.Н. Матвеева, О.Ф. Буторова, А.М. Пастухова, Е.Ю. Соколова, Ю.Е. Щерба
ВНУТРИ-, МЕЖСЕМЕЙНАЯ И ГЕОРАФИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ СЕЯНЦЕВ КЕДРА СИБИРСКОГО **96**

Я.Д. Фучило, М.В. Сбитна, В.М. Літвін, Р.Т. Волосянчук
ОСОБЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ ПЛАНТАЦІЙ РІЗНИХ ФОРМ ТОПОЛІ В УМОВАХ КИЇВСЬКОГО ПОЛІССЯ **100**

З.М. Юрків
ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ КОРКИ ОКСАМИТНИКА АМУРСЬКОГО В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ **105**

4. ЛІСОВА ТАКСАЦІЯ ТА ЛІСОВПОРЯДКУВАННЯ **108**

Г.Г. Гриник
ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕОРЕТИЧНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ЯЛИНОВИХ, БУКОВИХ ТА ЯЛИЦЕВИХ ДЕРЕВОСТАНІВ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ З УРАХУВАННЯМ ОСОБЛИВОСТЕЙ РЕЛЬЄФУ **108**

Ю.М. Дебринюк, М.М. Король
ДО ПИТАННЯ ПРО ОПТИМІЗАЦІЮ ГУСТОТИ ЯЛИНОВИХ ДЕРЕВОСТАНІВ У ЗАХІДНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ **113**

Ю.Й. Каганяк
СТРУКТУРА ПОКОЛІНЬ ЛІСУ РІЗНОВІКОВИХ БУКОВИХ ДЕРЕВОСТАНІВ ПІВНІЧНО-СХІДНОГО МЕГАСХИЛУ КАРПАТ **118**

П.І. Лакида, А.М. Білоус, Р.Д. Василишин, Л.М. Матушевич
ОЦІНКА ВМІСТУ ЕНЕРГІЇ У ФІТОМАСІ ДЕРЕВ М'ЯКОЛИСТЯНИХ ПОРІД УКРАЇНСЬКОГО ПОЛІССЯ **121**

5. ЗАХИСТ ЛІСІВ І МИСЛИВСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО **125**

Я.В. Геник, М.В. Чернявський, І.П. Соловій
НЕЗАКОННІ РУБАННЯ ДЕРЕВИНИ У ВИСОКОЛІСНИХ РЕГІОНАХ УКРАЇНИ: ПРИЧИНИ ТА ШЛЯХИ ЗАПОБІГАННЯ **125**

А.Ф. Гойчук, В.В. Розенфельд
БАКТЕРІАЛЬНІ ХВОРОБИ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ **130**

В.О. Крамарець, І.П. Мацях, Т. Ошако
ПАТОГЕНИ РОДУ *PHYTOPHTHORA* – ПОТЕНЦІЙНА ЗАГРОЗА ДЛЯ ЛІСОВОЇ РОСЛИННОСТІ УКРАЇНИ **137**

В.Л. Мєшкова С.В. Назаренко
ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ТЕРМІНІВ ОБРОБЛЕННЯ НАСАДЖЕНЬ ВІРУСНИМ ПРЕПАРАТОМ ПРОТИ РУДОГО СОСНОВОГО ПИЛЬЩИКА У НИЖНЬОМУ ПРИДНІПРОВ'Ї **143**

П.Р. Третяк
СНІГОВІ ЛАВИНИ У ЛІСОВИХ ЛАНДШАФТАХ ҐОРҐАН (УКРАЇНСЬКІ КАРПАТИ) **147**

6. ЕКОЛОГІЯ ТА ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНА СПРАВА **156**

В.П. Ворон, І.М. Коваль, А.В. Леман
МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ НЕГАТИВНИХ ЧИННИКІВ НА РАДІАЛЬНИЙ ПРИРІСТ СОСНЯКІВ У ПОЛІССІ **156**

7. ЕКОНОМІКА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ ТА МЕНЕДЖМЕНТ **162**

Л.Д. Загвойська, Ю.М. Дебринюк, Ю.В. Шведюк
ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ШЛЯХІВ ЛІСОВІДНОВЛЕННЯ **162**

Л.І. Максимів, О.А. Кірик, І.М. Максимів
МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ВИЗНАЧЕННЯ ІСТОТНОСТІ ЕКОЛОГІЧНИХ АСПЕКТІВ ДІЯЛЬНОСТІ ДЕРЕВООБРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ У СИСТЕМІ ЕКОЛОГІЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ **168**

І.П. Соловій, Т.Я. Кулешник
ТРАКТУВАННЯ КЛЮЧОВИХ ТЕРМІНІВ КОНЦЕПЦІЇ ПОСЛУГ ЕКОСИСТЕМ З ОГЛЯДУ НА ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЛАНДШАФТІВ **174**

8. ЛІСОВА ІНЖЕНЕРІЯ: ТЕХНІКА, ТЕХНОЛОГІЯ, ДОВКІЛЛЯ 179

Н.І. Библюк, М.І. Герис, М.М. Борис
МОДЕЛЮВАННЯ КРИВОЛІНІЙНОГО РУХУ ТА ОЦІНКА СТІЙКОСТІ І КЕРОВАНОСТІ КОЛІСНИХ ЛІСОТРАНСПОРТНИХ МАШИН ІЗ ШАРНІРНО-ЗЧЛЕНОВАНОЮ РАМОЮ 179

Б.В. Білик, М.М. Борис
ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РУХУ ЛІСОВИХ МАШИН З ГІДРОМЕХАНІЧНОЮ ТРАНСМІСІЄЮ 184

В.Л. Коржов
ВДОСКОНАЛЕННЯ ЛІСОКОРИСТУВАННЯ ЯК ЧИННИК ЗАПОБІГАННЯ КЛІМАТИЧНИМ ЗМІНАМ 189

9. РЕСУРСООЩАДНІ ТА ЕКОЛОГОБЕЗПЕЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЕРЕВООБРОБКИ 194

П.А. Бехта, П.В. Лютий
ВПЛИВ РІЗНОГО ТИПУ МОДИФІКУВАЛЬНИХ ДОБАВОК І ЇХ СУМІШЕЙ НА ВЛАСТИВОСТІ ДЕРЕВИННО-ПОЛІМЕРНИХ ПЛИТ 194

10. АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРОЕКТУВАННЯ 200

П.А. Бехта, Р.Г. Салабай, І.І. Салабай
ВПЛИВ МЕТОДІВ ВИПРОБОВУВАННЯ ФАНЕРИ НА МЕЖУ ЇЇ МІЦНОСТІ НА СКОЛЮВАННЯ 200

Ю.І. Грицюк, О.О. Смотр
МЕТОДИ І КРИТЕРІЇ ПРИЙНЯТТЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ ПРИ ГАСІННІ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ 206

11. ЗАПРОШУЄМО ДО ДИСКУСІЇ 215

В.П. Шлапак
ВІДКРИТІ ПИТАННЯ У ВИНИКНЕННІ ГРОЗИ ТА ЇЇ НАСЛІДКІВ 215

12. РЕЦЕНЗІЇ, ВІДГУКИ ТА ВІТАННЯ 221

С.М. Стойко
РЕЦЕНЗІЯ НА ДЕНДРОЛОГІЧНИЙ ПОСІБНИК "ДЕРЕВНІ ПОРОДИ ЧЕСЬКОЇ РЕСПУБЛІКИ" 221

Н.І. Библюк, М.Г. Адамовський, А.А. Бойко, М.М. Борис
БОГДАН ВАСИЛЬОВИЧ БІЛИК: ПРОВІДНИЙ УКРАЇНСЬКИЙ ВЧЕНИЙ У ГАЛУЗІ ДИНАМІКИ ЛІСОВИХ МАШИН, ПЕДАГОГ, ГРОМАДСЬКИЙ ДІЯЧ (З НАГОДИ 80-РІЧЧЯ ВІД ДНЯ НАРОДЖЕННЯ) 223

В.С. Олійник, О.І. Голубчак
ІВАН ФЕДОРОВИЧ КАЛУЦЬКИЙ: ОРГАНІЗАТОР ЛІСОПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА І ВЧЕНИЙ-ЛІСІВНИК (З НАГОДИ 70-РІЧЧЯ ВІД ДНЯ НАРОДЖЕННЯ) 225

В.І. Парпан, Р.І. Бродович, Ю.Д. Кацуляк, Н.М. Сіщук
РОМАН МИХАЙЛОВИЧ ЯЦИК: ВЧЕНИЙ-ЛІСОЗНАВЕЦЬ, СЕЛЕКЦІОНЕР (З НАГОДИ 65-РІЧЧЯ ВІД ДНЯ НАРОДЖЕННЯ) 227

С.М. Стойко, І.В. Делеган
МИКОЛА ВАСИЛЬОВИЧ ЧЕРНЯВСЬКИЙ: ВЧЕНИЙ, ЛІСІВНИК, ПЕДАГОГ (З НАГОДИ 60-РІЧЧЯ ВІД ДНЯ НАРОДЖЕННЯ) 230

В.В. Дудок
ЮРІЙ ІВАНОВИЧ ГРИЦЮК: ВЧЕНИЙ, ВИКЛАДАЧ, ВИДАВЕЦЬ (З НАГОДИ 50-РІЧЧЯ ВІД ДНЯ НАРОДЖЕННЯ) 233

13. СТОРІНКИ ПАМ'ЯТІ, ХРОНІКА 235

О.А. Гірс, М.П. Горошко, Ю.Й. Каганяк, С.М. Кашпор
ПАМ'ЯТІ ПРОФЕСОРА АНАТОЛІЯ АДОЛЬФОВИЧА СТРОЧИНСЬКОГО (7.10.1946-8.03.2011 РР.) 235

О.К. Титаренко
ПАМ'ЯТІ ПРОФЕСОРА ВОЛОДИМИРА КОСТЯНТИНОВИЧА М'ЯКУШКА (15.12.1922-27.02.2011 РР.) 237

В.П. Шлапак
ПАМ'ЯТІ ПРОФЕСОРА ГЕОРГІЯ ІВАНОВИЧА РЕДЬКА (25.11.1930-26.11.2011 РР.) 239

М.П. Горошко, В.В. Дудок
ВЛАДИСЛАВ ШАФЕР: ШЛЯХ ВІД ПРОФЕСОРА ВИЩОЇ ЛІСОВОЇ ШКОЛИ У ЛЬВОВІ ДО ВСЕСВІТНЬОЇ ГАЛЕРЕЇ ВІЧНОЇ СЛАВИ ДІЯЧІВ ОХОРОНИ ПРИРОДИ (ДО 125-РІЧЧЯ ВІД ДНЯ НАРОДЖЕННЯ) 241

М.П. Горошко, С.І. Миклуш, М.О. Мельничук
ПЕТРО ВАСИЛЬОВИЧ ПАВЛІВ: ВЧЕНИЙ-ГЕОДЕЗИСТ У ЦАРИНІ ЛІСОВОЇ СПРАВИ (ДО 80-РІЧЧЯ ВІД ДНЯ НАРОДЖЕННЯ) 244

В.Д. Бондаренко
СПАДЩИНА І СПАДКОЄМЦІ ПРОФЕСОРА В.Д. ОГІЄВСЬКОГО (ДО 150-РІЧЧЯ ВІД НАРОДЖЕННЯ) 246

Владислав Шафер
ТИСИ У КНЯЖДВОРІ 252

ДО УВАГИ АВТОРІВ 255

CONTENTS

FOREWORD **11**

1. ACTUAL PROBLEMS **14**

Yu.Yu. Tunytsya
NATURAL ECONOMY AND CLOSE TO NATURE FORESTRY: IDENTITY OF CONCEPTS AND OPPORTUNITIES FOR THEIR MUTUAL ENRICHMENT **14**

S.M. Stojko
GLOBAL CLIMATE CHANGES IMPACT ON THE FOREST ECOSYSTEMS IN THE CARPATHIANS **21**

M.V. Chernyavskyy, G.T. Krynytskyi, V.I. Parpan
CLOSE-TO-NATURE FOREST MANAGEMENT IN UKRAINE **29**

2. FORESTRY AND SILVICULTURE **36**

G.B. Gladun
DETERMINATION OF POTENTIAL MINIMUM NECESSARY PROTECTIVE FOREST COVER OF AGRICULTURAL LANDSCAPES OF PLAIN ZONE OF UKRAINE **36**

P.S. Hnativ
GENETIC TYPES OF MOUNTAIN SOILS OF THE EAST CARPATHIANS AND ANTHROPOGENIC PROCESSES OF CONTEMPORANEITY **42**

V.V. Lavnyy
THE ANALYSIS OF THE AGE AND HEIGHT STRUCTURE OF THE STAND UNDERSTOREY ON THE WINDFALL AREAS IN THE OSMOLODA FORESTRY ENTERPRISE **46**

W.S. Olijnyk
CATCHMENTS OF THE CARPATHIAN MOUNTAINS OBJECTS OF ENVIRONMENTALLY SUSTAINABLE OF NATUR RESOURCE MANAGEMENT **52**

M.I. Soroka, T.V. Yuskevych
PHYTOSOCIOLOGICAL ASPECTS OF BLACK PINE (*PINUS NIGRA* ARN.) NATURALIZATION **58**

V.P. Shlapak, S.A. Makarynska, V.V. Shlapak
SENSITIVITY TO LOW TEMPERATURE SHOOTS AND BUDS OF TISSUE TYPES OF SOME SPECIES OF THE GENUS *PINUS* L. **64**

Yu.I. Chernevyj
FEATURES OF FOREST COVER STRUCTURE OF HIGHLANDS LANDSCAPE OF GORGANY MTS. (UKRAINIAN CARPATHIANS) **70**

3. REFORESTATION, AFFORESTATION, AND TREE BREEDING **74**

S.O. Belelya, Yu.M. Debrynyuk
THE EXPIRIENCE OF THE PLANTING SEEDLINGS OF *METASEQUOIA* IN THE WEST POLISSYA **74**

A.F. Goychuk, V.M. Gryb, M.M. Bilous
SILVICULTURAL ASSESSMENT OF SOIL CULTIVATION METHODS FOR PINE STANDS PLANTING **80**

R.M. Hrechanyk, M.M. Guz, N.O. Oleksiychenko
PECULIARITIES OF REPRODUCTION STAGE IN WHITE MULBERRY (*MORUS ALBA* LINN.) IN VITRO MICROCLONING **83**

R.T. Gout, Yu.M. Yusypovych, V.A. Kovaleva
PATTERNS OF DEFENSIN GENE EXPRESSION IN DIFFERENT ORGANS OF SCOTS PINE (*PINUS SYLVESTRIS* L.) **86**

Yu.M. Debrynyuk
TECHNOLOGICAL ASPECTS OF FORMATION AND CULTIVATION OF FOREST PLANTATION CROPS WITH IMMIXTURE OF LARCH AND SPRUCE IN THE WESTERN REGION OF UKRAINE 90

R.N. Matveeva, O.F. Butorova, A.M. Pastuhova, E.Ю. Sokolova, Yu.E. Shcherba
INTRASPECIFIC-, INTERFAMILY AND GEOGRAPHIC VARIABILITY OF CEDAR SIBERIAN SEEDLINGS 96

Ya.D. Fuchylo, M.V. Sbytna, V.M. Litvin, R.T. Volosyanchuk
FEATURES OF PLANTATIONS OF DIFFERENT FORMS OF POPLAR IN KYIVAN POLISSYA REGION 100

Z.M. Yurkiv
PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF CORK OF VELVET AMUR IN THE WEST FOREST-STEPPE OF UKRAINE 105

4. FOREST BIOMETRY AND FOREST MANAGEMENT PLANNING 108

H.H. Hrynyk
COMPARATIVE CHARACTERISTIC OF THE THEORETICAL PRODUCTIVITY OF SPRUCE, BEACH AND SILVER FIR FOREST STAND OF THE UKRAINIAN CARPATHIANS TAKING INTO ACCOUNT OF FEATURES RELIEF 108

Yu.M. Debrynyuk, M.M. Korol
GROWTH AND PRODUCTIVITY MODELING OF *PICEA ABIES* [L.] KARST. PLANTATIONS AS FOREST PLANTATIONS PROTOTYPE IN THE WESTERN REGION OF UKRAINE 113

Yu.Yo. Kahanjak
STRUCTURE OF THE GENERATIONS AGE OF UNEVEN-AGE BEECHEN FOREST STANDS IN THE NORTHERN-EAST MEGASLOPE OF CARPATHIANS 118

P.I. Lakyda, A.M. Bilous, R.D. Vasylyshyn, L.M. Matushevych
EVALUATION OF ENERGY CONTENT IN PHYTOMASS OF SOFTWOOD TREE SPECIES IN THE UKRAINIAN POLISSYA 121

5. PROTECTION OF FORESTS AND WILDLIFE RESOURCE MANAGEMENT..... 125

Ya.V. Henyk, M.V. Chernyavskyy, I.P. Soloviy
ILLEGAL LOGGING IN HIGHLY FORESTED REGIONS OF UKRAINE: CAUSES AND PREVENTIVE APPROACHES 125

A.F. Goychuk, V.V. Rozenfeld
BACTERIAL DISEASES OF SCOTS PINE 130

V.O. Kramarets, I.P. Matsiakh, T. Oszako
PATOGENS OF THE *PHYTOPHTHORA* GENUS AS POTENTIAL THREATS TO FOREST PLANTS IN UKRAINE 137

V.L. Meshkova, S.V. Nazarenko
EVALUATION OF OPTIMAL DATES FOR STANDS TREATMENT WITH VIRAL PREPARATION AGAINST *NEODIPRION SERTIFER* GEOFFR. IN THE LOW DNIEPER REGION 143

P.R. Tretyak
SNOW AVALANCHES IN THE FOREST LANDSCAPES OF GORGANY (UKRAINIAN CARPATHIANS MTS.) 147

6. ECOLOGY AND NATURE PROTECTED AREAS MANAGEMENT 156

V.H. Voron, I.M. Koval, A.V. Leman
METHODICAL APPROACHES TO THE STUDY OF NEGATIVE FACTORS INFLUENCE ON PINE TREE RADIAL GROWTH IN PINE STAND OF POLISSJA 156

7. NATURAL RESOURCE EONOMICS AND MANAGEMENT 162

L.D. Zahvoyska, Yu.M. Debrynyuk, I.V. Shvedyuk
ECOLOGICAL-ECONOMIC EFFICIENCY OF ALTERNATIVE APPROACHES TO FORESTATION 162

L.I. Maksymiv, O.A. Kiryk, I.M. Maksymiv
METHODOLOGICAL APPROACHES TO DISTINGUISHING RELEVANT ENVIRONMENTAL ASPECTS OF THE WOODWORKING ENTERPRISES ACTIVITY AS AN ELEMENT OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT SYSTEM.....168

I.P. Soloviy, T.Ya. Kuleshnyk
INTERPRETATION OF ECOSYSTEM SERVICES CONCEPT KEY TERMS FROM THE PERSPECTIVE OF ECOLOGICAL ECONOMIC STUDIES AT LANDSCAPE LEVEL.....174

8. FOREST ENGINEERING: TECHNIQUES, TECHNOLOGY AND ENVIRONMENT.....179

N.I. Byblyuk, M.I. Herys, M.M. Borys
SIMULATION OF CURVILINEAR MOTION AND EVALUATION OF STABILITY AND CONTROLLABILITY OF WHEELED TIMBER MACHINES WITH A SWIVEL FRAME.....179

B.V. Bilyk, M.M. Borys
SIMULATION MODELING OF MOTION OF FOREST MACHINES WITH HYDROMECHANICAL TRANSMISSION.....184

V.L. Korzov
IMPROVEMENT OF FOREST RESOURCE MANAGEMENT AS FACTOR OF CLIMATE CHANGE MITIGATION.....189

9. RESOURCE SAVING AND ENVIRONMENTALLY SAVE WOOD PROCESSING TECHNOLOGIES.....194

P.A. Bekhta, P.V. Lyutyy
INFLUENCE OF DIFFERENT TYPES OF MODIFYCATING ADDITIVES AND THEIR MIXES ON THE WOOD-PLASTIC COMPOSITES PROPERTIES.....194

10. AUTOMATION OF PRODUCTION PROCESSES AND INFORMATION TECHNOLOGIES FOR PROJECT PLANNING.....200

P.A. Bekhta, R.G. Salabay, I.I. Salabay
THE INFLUENCE OF TEST METHODS OF PLYWOOD ON ITS SHEAR STRENGTH.....200

Yu.I. Grycyuk, O.O. Smotr
METHODS AND CRITERIA OF MANAGERIAL DECISIONS MAKING FOR FOREST FIRES FIGHTIN.....206

11. WELLCOME TO THE DISSCUSSION.....215

V.P. Shlapak
UNEXPLORED ISSUES IN THE CASE OF THUNDERSTORM AND ITS CONSEQUENCES.....215

12. REVIEWS AND GREETINGS.....221

S.M. Stojko
REFERENCE ON DENDROLOGICAL MANUAL "TREE SPECIES OF CZECH REPUBLIC".....221

N.I. Byblyuk, M.G. Adamovskyy, A.A. Bojko, M.M. Borys
BOHDAN V. BILYK: LEADING UKRAINIAN SCIENTISTS IN THE FIELD OF FOREST MACHINES DYNAMICS, TEACHER AND PUBLIC ACTIVIST (ON THE OCCASION OF THE 80-TH ANNIVERSARY OF HIS BIRTH).....223

V.S. Olijnyk, O.I. Golubchak
IVAN FEDOROVYCH KALUTSKYJ: ORGANIZER OF FOREST INDUSTRY AND FORESTRY SCIENTIST (ON OCCASION TO THE 70TH ANNIVERSARY).....225

V.I. Parpan, R.I. Brodovych, Yu.D. Katsulyak, N.M. Sishchuk
ROMAN MYKHAILOVYCH YATSYK: SCIENTIST IN DENDROLOGY, AND TREE BREEDING (TO 65-TH ANNIVERSARY).....227

S.M. Stoyko, I.V. Delegan
MYKOLA VASYLOVYCH CHERNYAVSKYJ: FORESTER, SCIENTIST AND EDUCATOR (ON THE OCCASION OF 60-TH ANNIVERSARY OF HIS BIRTH).....230

V.V. Dudok
YURIJ IVANOVYCH GRYCYUK: SCIENTIST, TEACHER AND PUBLISHER (TO 50-TH BIRTHDAY) 233

13. MEMORY PAGE AND CHRONICLE 235

O.A. Girs, M.P. Goroshko, Yu.Yo. Kahanjak, S.M. Kashpor
IN MEMORY OF PROFFESSOR ANATOLIY ADOLFOVYCH STROCHYNSKYY 235

O.K. Tytarenko
IN MEMORY OF PROFESSOR VOLODYMYR KOSTYANTYNOVYCH MYAKUSHCO (15.12.1922-27.02.2011) 237

V.P. Shlapak
IN MEMORY OF PROFFESSOR GEORGIY IVANOVYCH REDKO (25.11.1930-26.11.2011) 239

M.P. Goroshko, W.W. Dudok
VLADISLAV SCHAFER: FROM PROFESSOR OF HIGHER FORESTRY SCHOOL IN LVIV TO THE WORLD GALLERY OF ETERNAL GLORY OF NATURE PROTECTION PERSONALITIES (125-TH YEARS ANNIVERSARY FROM BIRTHDAY) 241

M.P. Goroshko, S.I. Myklush, M.O. Melnychuk
PETRO VASYL'OVYCH PAVLIV: SCIENTIST-GEODESIST ON WALK OF LIFE OF FORESTRY (TO THE 80-TH YEARS FROM THE DAY OF BIRTH) 244

V.D. Bondarenko
LEGACY AND HEIRS OF PROFESSOR V.D. OGIEVSKIY (TO 150-TH ANNIVERSARY OF THE BIRTHDAY) 246

Vladislaw Shafer
TAXUS AT KNYAZHDVORI 252

TO THE ATTENTION OF AUTHORS 255

ПЕРЕДМОВА

Трансформування сучасної економіки в екологічно безпечну, наближену до вимог природних законів, є однією з найважливіших проблем сучасності. Лісове господарство, як складова національної економіки, слугує моделлю ефективних, екологічно безпечних систем господарювання.

Наближене до природи лісівництво – система організації і ведення лісового господарства, за якої досягається безперервне відновлення і формування максимально подібних за структурою і за генезисом лісостанів, близьких до природних. На підставі моделювання природних процесів воно передбачає проведення такої системи заходів, яка посилює стійкість деревостанів і їх багатофункціональну роль за мінімально доцільного і необхідного втручання у життя лісу.

Важливим чинником впливу на лісові фітоценози є глобальна зміна клімату, з позиції якої потрібно оцінювати позитивні і негативні наслідки впливу кліматичного режиму на особливості росту деревних порід та функціонування лісових екосистем. У нашу добу зумовлена техногенним впливом акселерація зміни клімату створює загрозу для організованості структури біосфери, яка формувалась впродовж тривалих геологічних періодів, що може мати непередбачені наслідки для її нормального функціонування. З цього погляду лісистість території є одним із визначальних показників лісового господарства. Водночас вона є інформативним ресурсом під час характеристики стану екологічних, економічних, соціальних та інших умов конкретного регіону. У цьому аспекті важливого значення набувають принципи формування потенційної мінімально необхідної захисної лісистості агроландшафтів з урахуванням сучасної нормативної бази та існуючої структури земель сільськогосподарського призначення.

Успішне природне поновлення дає змогу зекономити кошти на лісовідновні роботи. Однак потрібно контролювати процес проходження природного поновлення, і за допомогою лісівничих заходів забезпечувати формування на безлісих ділянках мішаних деревостанів з переважанням головних порід. При цьому потрібно брати до уваги породний склад, вікову і висотну структури природного поновлення, вивчати структурні особливості деревостанів природного походження залежно від їх віку та типу едафотопічних умов, моделювати зміни складу мішаних деревостанів у часі.

Важливе значення у збалансованому природокористуванні мають природоощадні методи ведення господарства в басейнах річок і гірських потоків, зокрема лісівничі і фітомеліоративні – підвищення лісистості, створення захисних лісових смуг, оптимізація структури деревостанів і екологізація головних рубань лісу.

Увазі читачів запропоновано підсумки тривалих досліджень насаджень натуралізованої сосни чорної в Гологорах. Унаслідок адаптивної здатності сосна чорна віднайшла свою екологічну нішу в окремих локалітетах Західного Лісостепу, близьку до тієї, яку займають європейські ліси із сосни чорної східної екологічної групи. Утворення третього покоління та успішне формування деревостану без сприяння людини свідчать про повну натуралізацію сосни чорної в Гологорах. Водночас активна інвазія насінного потомства породи на унікальні ділянки західноподільських лучних степів може призвести до зміни їх рослинності, а згодом – і до зникнення реліктових лук. Тому необхідно запровадити контроль за поведінкою потомства сосни чорної та обмежити його поширення на ділянки природних лучних степів

На сторінках видання розглянуто технологічні аспекти вирощування сіянців метасеквої гліптостропоподібної у закритому ґрунті, а також наведено характеристику послідовних етапів створення та вирощування плантаційних лісових культур ялини європейської в типах лісорослинних умов Західного Лісостепу, обґрунтовано доцільність ведення господарства на вирощування плантаційних насаджень з урахуванням принципу зміни порід.

Практичне значення має порівняльний аналіз шляхів лісовідновлення – природного поновлення, створення лісових культур і плантаційного лісовирощування – з урахуванням чотирьох критеріїв: лісогосподарського, довкільного, економічного і соціального. Результати багатокритеріальної оптимізації показали найвищу перевагу альтернативи залісення – сприяння природному поновленню. Проте аналіз чутливості результатів ранжування виявив високу залежність результатів оптимізації від зміни пріоритетності критеріїв.

Доцільність використання різних видів і форм тополь для створення енергетичних плантацій у конкретному регіоні встановлюють шляхом їх вирощування у випробних культурах. Зокрема, дослідження фенологічних, екологічних і лісівничих особливостей різних клонів тополі проведено в умовах Київського Полісся та обґрунтовано практичні аспекти створення їхніх плантацій.

Вивчення мінливості сіянців, відбір потомств серед родин різного географічного походження, які відрізняються найкращим ростом та іншими показниками, що вказують на їх прискорений розвиток, має велике значення під час створення плантаційних культур, гібридних насінних плантацій для отримання гетерозисного потомства. У цьому аспекті увазі читачів запропоновано особливості росту і розвитку п'ятирічних сіянців сосни кедрової сибірської різного географічного походження на лісонасінних плантаціях півдня Середнього Сибіру.

Провідне місце у багаторівневій системі захисту рослин від потенційних патогенів належить антимікробним пептидам. Серед них лише дефензини є еволюційно консервативною групою – складовою частиною вродженого імунітету різних класів багатоклітинних організмів, зокрема й людини. На сторінках збірника наведено результати конститутивної експресії генів дефензинів у вегетативних і генеративних органах сосни звичайної, а також у насінні та проростках.

Наведено аналіз показників середніх класів бонітетів для ялинових, букових і ялицевих деревостанів Українських Карпат з врахуванням особливостей ре-

льєфу. Близьку до оптимальної густоту штучних ялинників у різних типах лісорослинних умов доцільно визначати через площу поперечного перерізу дерев. Моделювання показників росту за густотою з визначенням меж оптимальної та критичної площ поперечного перерізу дає змогу здійснити реальний часовий прогноз росту і продуктивності плантаційних лісових культур.

Моделювання продуктивності різновікових деревостанів потребує вивчення їхніх особливостей, зокрема – вікової структури, якій притаманне досить мінливе співвідношення поколінь лісу і частки запасу між ними. На території північно-східного мегасхилу Українських Карпат проведено широкі дослідження з оцінення структури різновікових букових деревостанів за віковими поколіннями, встановлено істотність впливу дисперсності вікової структури на концентрацію запасу різновікових букових деревостанів.

Однією з пріоритетних проблем, що потребує негайного вирішення, є питання енергетичного забезпечення людства. Екологічно безпечним шляхом подолання енергодефіциту є використання потенціалу відновлюваних джерел енергії. Тому важливим аспектом є розроблення нормативно-інформаційного забезпечення для оцінення вмісту енергії у надземній фітомасі дерев м'яких листяних порід, зокрема – у деревостанах Українського Полісся. Обґрунтовані нормативи дають змогу здійснювати оцінення вмісту енергії дерев м'яких листяних порід та сформулювати наукове лісівничо-екологічне обґрунтування комплексного використання лісових ресурсів Українського Полісся.

Одним із напрямків запобігання кліматичним змінам довкілля є розширене застосування відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) в поєднанні із збільшенням частки децентралізованих і місцевих джерел тепла та електроенергії. До основних напрямків, які дають змогу певною мірою знизити темпи глобального потепління та сприяти послабленню кліматичних змін, можна віднести збільшення обсягів заготівлі і ефективного використання деревини енергетичного призначення; зниження витрат енергії на транспортування деревини до споживачів; запобігання висушуванню лісових територій.

Важливе місце відведено проблемі захисту лісів. Зокрема, наведено результати сучасного стану вивчення бактеріальних хвороб сосни звичайної. Акцентовано не лише на необхідності розширити наукові дослідження з бактеріальної патології хвойних деревних видів, а й на необхідності з'ясувати просторову локалізацію бактерій, їхні функціональну та таксономічну структури у здорових органах рослин.

Упродовж останніх десятиліть у всьому світі зростає увага до патогенів роду *Phytophthora spp*., які ідентифіковані як збудники небезпечних хвороб, зокрема – й лісів. Особливе занепокоєння викликають швидкість поширення фітофторозів, відсутність ефективних заходів боротьби проти них. Тому важливим етапом у захисті лісів є вивчення циклу розвитку та основних шляхів поширення патогенних організмів з роду *Phytophthora* у лісових насадженнях, відображення значення цих збудників хвороб у пошкодженні та всиханні лісостанів.

На сторінках видання наведено аналіз багаторічних даних стосовно погодних умов і фенології рудого соснового пильщика у Нижньому Придніпров'ї, акцентовано на найбільш ефективних термінах оброблення соснових насаджень вірусним препаратом проти личинок рудого соснового пильщика.

Значних збитків господарству у горах заподіюють снігові лавини. Питання протилавинної безпеки та відповідної оптимізації лісистих гірських ландшафтів є актуальними для багатьох землекористувачів – підприємств лісового господарства, а також спортивно-рекреаційних, транспортних користувачів, користувачів сільськогосподарських земель тощо. У цьому напрямку важливо знати передумови формування катастрофічних лавин у Карпатському регіоні, що необхідно брати до уваги під час ведення лісового господарства у лавинонебезпечних районах.

На сторінках видання проаналізовано матеріали з динаміки лісопорушень, обсяги незаконних рубань деревини в лісових масивах країни. Встановлено основні чинники, які істотно спонукають до незаконних рубань лісу місцевим населенням та до використання деревини нелегального походження у підприємницькій діяльності.

Значне погіршення стану лісів в останні десятиліття зумовлюється впливом комплексу негативних чинників, зокрема аеротехногенним забрудненням довкілля. Так, віковий спад радіального приросту в сосняках Українського Полісся провокується дією посушливих умов. Аеротехногенне забруднення посилює залежність приросту від кліматичних показників. Реабілітація приросту деревостанів унаслідок зниження рівня забруднення гальмується дією посух, а створення оптимальних умов освітлення та живлення після санітарних рубань посилює їх негативний вплив.

На сторінках видання висвітлено проблеми економіки та менеджменту. Зокрема, розглянуто процедуру ідентифікації екологічних аспектів діяльності підприємств як необхідної умови процесу побудови і запровадження систем екологічного менеджменту. Важливе значення мають наукові дослідження та міжнародні проекти у сфері послуг екосистем, спрямовані на генерування нових знань і використання їх у практику шляхом вдосконалення системи управління ландшафтами на еколого-економічних засадах.

У збірнику наведено також результати лісоінженерних досліджень. Наведено математичну модель курсового криволінійного руху узагальненої лісотранспортної машини із шарнірно-зчленованою рамою з урахуванням основних параметрів, а також математичну модель і комп'ютерну програму розрахунку поступального руху колісної лісової машини з гідромеханічною трансмісією. Практичне значення мають отримані результати імітаційного моделювання рушання з місця та розгону колісного трелювального трактора і тракторного сортиментовоза. Це ж стосується їхнього руху з постійною швидкістю на різних передачах, зі змінними рейсовим навантаженням та передатними числами трансмісії.

На сторінках видання наведено також результати досліджень, які стосуються автоматизації виробничих процесів та інформаційні технології проектування. Зокрема, модифікування деревинно-полімерної композиції є актуальним та перспективним напрямком покращення фізико-механічних властивостей деревинно-полімерних плит. Автори стверджують, що форма і розміри зразків фанери впливають на межу її міцності під час сколювання. Досліджено, що спосіб попереднього

оброблення зразків вимочуванням чи кип'ятінням, а, відповідно, й метод випробовування фанери, впливають на значення її межі міцності на сколювання. Попереднє ж оброблення зразків кип'ятінням різної тривалості за однакової їх форми не впливає на цей показник. Найвищі показники міцності та водостійкості деревинно-полімерних плит спостережено у разі додавання специфічних модифікувальних добавок.

Захист лісів від пожеж – одна з найважливіших складових пожежної безпеки країни, належить до основних завдань пожежогасіння структурних підрозділів МНС України. Лісові пожежі нищать не тільки коштовну деревину, але й згубно впливають на відновлення лісових ресурсів. Внаслідок виникнення пожеж знижуються захисні, водорегулювальні та інші корисні властивості лісу, знищується флора і фауна, завдаються збитки прилеглим будівлям і навіть стратегічним спорудам, а в окремих випадках страждають околиці населених пунктів. Окрім цього, лісова пожежа представляє серйозну небезпеку для здоров'я людей і сільськогосподарських тварин.

Проаналізовано математичні методи і відповідні їм критерії прийняття управлінських рішень при гасінні лісових пожеж, за допомогою яких вдається вдосконалити не тільки процес вироблення управлінських рішень, але й змоделювати поширення фронту вогню, удосконалити структуру дій пожежно-рятувальних підрозділів при пожежогасінні та покращити їх ефективність. Автори стверджують, що через складність процесів гасіння лісових пожеж, через труднощі організації самого процесу пожежогасіння, через неможливість виразити кількісно деякі чинники зовнішнього і внутрішнього середовища та інші непередбачені обставини не завжди вдається повністю формалізувати (побудувати модель) процес прийняття управлінського рішення при гасінні лісових пожеж. Математична ж його формалізація можлива, як правило, тільки для окремих її підсистем чи блоків, або реалізації окремих завдань.

Висвітлено також дискусійні питання, зокрема – щодо виникнення грози та її наслідків. Увазі читачів запропоновано рецензії, відгуки, вітання, традиційними є сторінки пам'яті та хроніка подій.

Редакційна колегія запрошує шановних членів Лісівничої академії наук України і надалі активно висвітлювати актуальні проблеми лісової галузі, пропонувати шляхи їх вирішення, залучати до цього процесу широку громадськість. На сторінках спеціалізованого видання лісової галузі – "Наукові праці Лісівничої академії наук України" потрібні активні і плідні дискусії.

Ю.М. Дебринюк – академік-секретар ЛАН України

1. АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ СЬОГОДЕННЯ

*УДК 630*6:504(477.8)*

Ю.Ю. ТУНИЦЯ[1]

ПРИРОДНА ЕКОНОМІКА І НАБЛИЖЕНЕ ДО ПРИРОДИ ЛІСІВНИЦТВО: ІДЕНТИЧНІСТЬ КОНЦЕПЦІЙ ТА МОЖЛИВОСТІ ЇХНЬОГО ВЗАЄМОЗБАГАЧЕННЯ



Трансформація нинішньої антиекологічної економіки в екологічно безпечну, наближену до вимог природних законів, є однією з найважливіших проблем сучасності. На підставі аналізу й синтезу наукових засад і практики ведення наближеного до природи лісового господарства розглянуто сутність концепції "природна економіка" як нового способу економічного мислення і нового, екологічно безпечного способу господарювання. Доведено, що лісове господарство, як складова національної економіки, може слугувати моделлю ефективних, екологічно безпечних систем для інших галузей та національної економіки загалом. Апробована практикою концепція "наближене до природи лісівництво" і порівняно нова – "природна економіка" – співвідносяться між собою як філософські категорії "загальне" та "одиничне". За своєю метою – досягнення сталого розвитку – ці концепції ідентичні. Важливим завданням сучасної науки є пошук можливостей їхнього взаємозбагачення за допомогою методів індукції та дедукції.

Ключові слова: *природна економіка; наближене до природи лісівництво; одиничне і загальне; цільова ідентичність концепцій; можливості взаємозбагачення.*

Вступ. Економічна діяльність людини щораз більше відхиляється від процесів, які відбуваються у природній системі. Своєю чергою, це призводить до перманентних екологічних катаклізмів – зміни клімату, виснаження лісових та інших природних ресурсів, забруднення природного життєвого довкілля, інших форм його деградації. Оскільки екологічна ситуація на планеті та в її окремих регіонах (в т.ч. й в Україні) є вкрай загрозливою, стає цілком зрозуміло, що траєкторія соціально-економічного розвитку повинна якомога швидше зазнати істотних змін.

До речі, саме так формулюється основне завдання Саміту Землі зі сталого розвитку "Ріо+20", який відбудеться у червні 2012 р. у Ріо-де-Жанейро.

Без конструктивного формування наближеної до законів природи економіки неможливо вирішити проблеми подолання бідності, важких захворювань, неухильної деградації природного життєвого довкілля, кліматичних змін та інші сучасні проблеми людства – з метою досягнення сталого розвитку й забезпечення добробуту.

Екологізовану економіку, відмінну від традиційної ринкової, позначають різними термінами: "зелена економіка" (для територіальних географічних систем), "синя економіка" (для акваторіальних систем – морські, острівні держави), "низьковуглецева економіка", "екологічна економіка", "фізична економія", "екологічно безпечна економіка", "економіка раціонального природокористування та охорони природного довкілля" тощо. Своєю чергою, системи господарювання, які відповідають термінолексиці "зелена", "синя", "низьковуглецева" чи "екологічна" економіка, мали би стати інструментом і кінцевою метою досягнення сталого розвитку, до якого вже впродовж 30 років прагне світове співтовариство (на жаль, недостатньо успішно).

Згідно з метою, яку мають названі системи господарювання, їх можна, на наш погляд, концептуально об'єднати спільним узагальнювальним поняттям – "природна економіка". Це свого роду спільний знаменник, узагальнення сутності популярних сьогодні понять. Маємо на увазі економіку, яка максимально відповідає вимогам законів природи.

У зв'язку з нинішньою актуалізацією проблеми формування екологічно безпечної економіки, вважаємо доцільним розглянути бодай у першому наближенні можливості взаємозбагачення двох ідентичних за своїми цілями наукових концепцій – "природної економіки" і "наближеного до природи лісівництва", винести їх на публічне обговорення. Названі концепції співвідносяться між собою як пара філософських кате-

[1] **ТУНИЦЯ Юрій Юрійович** – академік НАН України, президент і академік ЛАН України, доктор економічних наук, професор. Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів. E-mail: nltu@ukr.net

горій "одиничне" і "загальне". Тому їх порівняльний аналіз і пошук шляхів взаємозбагачення потрібно проводити з використанням відомих методів наукового пізнання – індукції і дедукції.

Зауважимо, що частково ми вже торкалися цієї теми у 2002 р. – у публікації "Лісознавчі витоки еколого-економічного вчення: індуктивний підхід" [1].

Індуктивний метод – це такий спосіб дослідження і теоретичного викладу результатів, за допомогою якого від спостереження окремих фактів та експериментальних даних переходять до встановлення загальних положень, принципів і законів. У формальній логіці – це форма умовиводу, коли на підставі знання про окреме (одиничне) роблять висновок про загальне.

Дедуктивний метод – це спосіб дослідження і теоретичного викладу його результатів, за якого окремі (одиничні) положення логічно виводять із загальних положень (аксіом, постулатів, правил, законів). Для прикладу – закон зростання екологічних витрат суспільства. Іншими словами, дедукція – це виведення (логічний умовивід) від загального до окремого (одиничного) або до іншого загального висновку. В науковому пізнанні дедукція та індукція нерозривно пов'язані між собою.

Дефініція природної економіки. Природна економіка – новий, досі невживаний у науковій літературі термін. Він може сприйматися неоднозначно, бути незрозумілим і на початках викликати критику. До певної міри – це символічне поняття. Проте воно відповідає глибинній внутрішній сутності такої системи господарювання, яка б забезпечувала рівні права як нинішнього, так і майбутніх поколінь людей на доброякісні умови природного життєвого довкілля, кількість та якість природних ресурсів – для задоволення матеріальних і духовних потреб. Іншими словами, "природна економіка" відображає мету, прагнення людей до кращого господарювання, до того ідеального способу виробництва матеріальних благ, яким він мав би стати для забезпечення сталого розвитку і добробуту.

Про таку економіку вчені і філософи мріяли з давніх-давен. Згадаймо, наприклад, Сергія Подолинського, який ще в часи К. Маркса обґрунтував сутність поняття "фізична економія". Він переконав К. Маркса у тому, що не праця створює додаткову вартість, а сонячна енергія, яка завдяки фотосинтезу та історично тривалій еволюції акумульована на поверхні Землі. А праця повинна бути організована в такий спосіб, щоб нагромаджена на земній поверхні енергія у вигляді покладів корисних копалин та біологічно відновлюваних природних ресурсів використовувалася людиною ощадно і, що дуже важливо, своєчасно відтворювалася, поновлювалася.

Таким чином "природна економіка" відображає, наскільки спосіб господарювання (не лише ведення лісового господарства, але й господарювання загалом) відповідає екологічному імперативу. Цей концепт може, на наш погляд, прислужитися для конструктивної реалізації порядку денного Саміту "Ріо+20". Він мав би увійти у науковий лексикон та бути реалізованим у суспільній практиці. За своєю сутністю "природна економіка" відображає прагнення вчених та прогресивних бізнесменів до замкненої (безвідходної) системи господарювання, завдання якої чи не вперше окреслив на початку 70-х років минулого століття відомий американський вчений Баррі Коммонер [2].

У процесі виробництва матеріальних благ і здійснення послуг відбувається відтворення як умов природного життєвого довкілля, так і відновлюваних природних ресурсів. Виробничий процес мав би настільки відрізнятися від традиційного антиекологічного способу господарювання, щоб уподібнюватися за своєю сутністю процесам, які відбуваються в природних екосистемах. Б. Коммонер [2] називає їх "замкненим колом": травоїдні тварини поїдають зелену масу і виділяють екскременти, які стають поживою для бактерій. Бактерії, живлячись цими екскрементами (продуктом життєдіяльності травоїдних), перетворюють їх в речовину, яку засвоюють кореневі волоски деревної і трав'яної рослинності. Рослини, своєю чергою, живлячись цією речовиною, поглинають вуглекислий газ і виділяють кисень та фітонциди. Продукт їхньої життєдіяльності – нова зелена маса – стає поживою для тварин. Отже, для природних процесів, які відбуваються без втручання людини, характерне безвідходне виробництво і безперервне відновлення ресурсів – "замкнене коло життя".

Аналогічній ситуації на галузевому рівні відповідає наближене до природи лісівництво. За визначенням М.В. Чернявського, наближене до природи лісівництво – це "система організації та ведення лісового господарства, за якої досягається безперервне відновлення і формування максимально подібних за структурою і за генезисом лісостанів, близьких до природних" [3]. Можна апріорі стверджувати, що тривалий у часі вітчизняний і зарубіжний досвід ведення наближеного до природи лісового господарства корелює з вирішенням більш загальної проблеми – трансформації антиекологічної ринкової економіки в принципово нову економіку, екологічно безпечнішу та ефективнішу з погляду вимог природних законів.

Чому ринкова економіка мусить ставати більш природною? Тому, що по-суті вона є сьогодні неприродною, антиекологічною, суперечить законам природи. Всім відомо (навіть послідовним апологетам капіталізму), що ринкова економіка за своєю сутністю неспроможна вирішувати дедалі складніші екологічні проблеми. Навпаки, вона призводить до руйнування самої основи життєдіяльності людини – природної системи. Ще більше це стосується централізовано керованої "соціалістичної економіки". Між цими двома панівними у світі моделями економіки треба шукати "золоту середину", радикально реформуючи всі існуючі господарські (економічні) інститути. Система господарювання (економіка) має бути максимально наближена до вимог тих законів і закономірностей, які є у природній системі. В іншому разі незабаром перед нами реально постане загроза апокаліпсису.

Наскільки природною є економіка (господарство), яка руйнує свою основу, свій фундамент, що на ньому базується, а саме – природну систему, – сприяючи своїм функціонуванням її забрудненню й деградації? Якщо людина є органічною складовою природи, то вона не може нескінченно довго (в історичній, загальноцивілізаційній площині) виснажувати без своєчасного відтворення природні ресурси (ПР), руйнувати якість природного життєвого довкілля (ПЖД). Використання та відтворення ПЖД і ПР повинні здійснюватися своєчасно і синхронно.

Тобто "природна економіка" – це той концепт, який поступово мала б усвідомлювати людина як бі-

ологічна істота, він має ставати її природною звичкою. За його допомогою, вочевидь, легше буде зрозуміти всю глибину причинно-наслідкових зв'язків, суперечностей та взаємозалежностей між ефективною економікою та станом (якістю) життєспроможного самовідновлюваного природного довкілля. Виходячи з цього, природна економіка, як новий феномен реальності (нової дійсності), повинна формувати новий спосіб мислення суб'єктів господарювання і принципово новий спосіб самого господарювання. Перехід до природної економіки означатиме реалізацію можливостей сучасної людини зберегти природне життєве довкілля і системно вирішувати всі інші актуальні проблеми, пов'язані з досягненням сталого розвитку (зміни клімату, зменшення озонового шару, негативний вплив кислотних дощів, ядерна безпека, посилення радіаційного забруднення і т. ін.).

Природна економіка – широке поняття філософського рівня, яке, ймовірно, ще тривалий час буде пробивати собі дорогу в науці і, що більше – в суспільній практиці в умовах конкурентного середовища та гонитви за прибутками.

Термін "природна економіка" не можна вживати для позначення конкретної структурованої наукової дисципліни. Це концептуальне поняття. Воно ширше від назви конкретної науки і відображає мету сучасної (а ще більш імовірно – майбутньої) господарської діяльності, результати якої повинні оцінюватися не за традиційним критерієм брутто-прибутковості, а за принципово новим критерієм інтегральної еколого-економічної ефективності. Іншими словами, це система господарювання, яка уподібнюється до тих процесів, які відбуваються в природі у вигляді "замкненого кола", сукупності тих виробничих процесів, унаслідок яких не утворюються відходи, а все повертається в природний кругообіг. Тобто, у "природну економіку" – цей символічний термін, – не можна сприймати в буквальному сенсі. Його метою є спроба привернути увагу науковців "до того, що треба".

У суто науковому теоретичному сенсі постає завдання докорінно змінювати не лише парадигму, але й всю структуру і предмет економічної науки, розширювати її предметну сферу.

Концепція наближеної до природи економіки полягає в тому, щоб довести необхідність докорінної трансформації економічної науки, яка історично відірвалася від своєї першооснови – природного довкілля.

Звісно, що зламати стереотипи, постулати економічної теорії може лише велика кількість (так би мовити, критична маса) економістів-дослідників. І ця зміна стереотипів має бути спрямованою на радикальну перебудову нинішнього антиекологічного способу господарювання, тобто на перехід від традиційної ринкової економіки до екологічної або "зеленої" економіки.

Парадоксально, але факт: надзвичайно важко довести, здавалось би очевидну істину, що економічний розвиток, цілі й завдання виробничої діяльності треба радикально змінювати, якщо людство хоче вижити і зберегти себе як вид у глобальній екосистемі. Ніби всі розуміють необхідність змін, а переконливо, логікою належних аргументів зробити це непросто. Адже треба довести і переконати наукову громадськість і державних діячів у тому, що вся економічна наука, всі її підрозділи і всі течії, які не враховують екологічного імперативу (внутрішніх сутнісних причинно-наслідкових взаємозв'язків між господарською діяльністю та її екологічними наслідками), всі вони виявляються нежиттєспроможними і заводять людство у глухий кут, у безвихідь.

Натомість в умовах майбутньої наближеної до природи (природної) економіки територіальні соціо-економіко-екологічні системи (локального, регіонального, національного і глобального масштабів) повинні функціонувати за зразком природних систем і виробнича діяльність наближатися до природних процесів, внаслідок яких не нагромаджуються відходи або ж кількість відходів зводиться до мінімуму. При цьому одночасно відбувається неперервне відтворення природних ресурсів подібно до того, як це є в умовах наближеного до природи лісового господарства. Стан господарювання в умовах природної економіки оцінюватиметься, на відміну від ринкової економіки, критерієм інтегральної еколого-економічної ефективності, а не – брутто-прибутковості.

Цільова спорідненість концепцій наближеного до природи лісівництва і природної економіки. Найкращим взірцем (реальною моделлю) природної економіки є життєдіяльність лісових екосистем. Відповідно, всю господарську діяльність (на рівні національної і світової економіки) бажано б наближувати до процесів, які відбуваються в лісових екосистемах.

Ще раз наголосимо, що дуже цікавими і важливими в цьому контексті є напрацювання світової і вітчизняної лісівничої науки у сфері наближеного до природи лісового господарства. Порівняльний аналіз концепцій "наближеного до природи лісівництва" і "природної економіки" підтверджує їхню цільову близькість. В основі обох концепцій єдина мета – прагнення до максимальної узгодженості виробничої діяльності із законами природи (або екологічними законами).

Зауважимо, що нам, представникам лісівничої науки, варто глибоко осмислити стисло сформульовані відомим американським біологом Баррі Коммонером дуже прості, але глибокі за змістом, чотири закони екології: 1) все пов'язано з усім; 2) все кудись мусить подіватися; 3) за все треба платити; 4) природа знає краще [2].

Концепція організації ведення наближеного до природи лісівництва зародилася набагато раніше від концепції (доктрини) формування природної (екологічно безпечної) економіки як нового способу господарювання. Відповідно, й практика сталого ведення лісового господарства триває історично довше, ніж практика сталого розвитку еколого-економічної системи загалом. Проте обидві концепції (доктрини) тісно корелюють між собою і співвідносяться як одиничне до загального. Концепція і практичний досвід сталого галузевого розвитку лісового господарства може позитивно вплинути (і, поза сумнівом, впливає) на поглиблення змісту концепції екологічно ефективної і безпечної природної економіки.

Лише така економіка, яка узгоджується із законами природи, продукує мінімальну кількість відходів, не загрожує здоров'ю людини і деградації її природного життєвого середовища може забезпечувати тривалий, практично безконечний розвиток і самовідтворення природних умов та біологічно відновних природних ресурсів. Наближене до природи лісове господарство найбільше відповідає вимогам такої економіки. Незаперечною є корисність визнання цільової ідентич-

ності концепцій "природна економіка" і "наближене до природи лісове господарство" та можливостей їхнього взаємозбагачення, а також поглибленого вивчення вітчизняних і зарубіжних систем наближеного до природи лісового господарства для збагачення загальної концепції природної економіки.

У методологічному сенсі галузева економіка (лісового господарства зокрема) методологічно збагачує економічну теорію, а в підсумку – і суспільну практику – національну економіку та світове господарство. Своєю чергою, концепція наближеної до природи економіки має вплив на формування методологічних засад галузевої економічної науки.

Свого часу (років 30 тому) в одному з інтерв'ю журналісту молодіжної газети автор цієї статті висловив міркування про те, що природна вада нашої економіки полягає в її неприродності [4]. Сьогодні по-новому осмислюємо цю тезу. В інтерв'ю йшлося про "квадратне колесо" тодішньої соціалістичної економіки. Йшлося передусім про політичний аспект економіки. На той час здавалося, що ринкова економіка є більш прогресивною стосовно вирішення екологічних проблем.

Сьогодні, з огляду на екологічне фіаско ринкової економіки, невдале намагання перейти на рейки "зеленої" економіки, та зважаючи на вкрай негативні наслідки колишньої соціалістичної економіки для України, потрібно досліджувати проблему кореляції "природної економіки" з концепцією "наближеного до природи лісового господарства" та пошуку шляхів взаємозбагачення цих двох концепцій. При цьому кореляцію між двома названими, ідеологічно адекватними (ідентичними) концепціями та можливостями їх взаємного збагачення варто досліджувати у чотирьох аспектах: прикладному і теоретичному; галузевому і загальнонауковому.

Як відомо, наука – єдина. Тому представники галузевої лісівничої науки, поза сумнівом, роблять свій посильний внесок у загальнонаукову скарбницю. Це повинні розуміти не лише лісівники, але й дослідники інших галузевих напрямів науки.

Яскравим прикладом внеску в науку представників різних галузей знань є праці В.І. Вернадського, геохіміка за фахом, який у своїх наукових дослідженнях дійшов до рівня нечувано широких узагальнень. Працюючи у своїй галузі знань – біогеохімії, В.І. Вернадський зумів піднятися своєю науковою концепцією про біосферу і ноосферу до найвищих вершин світової науки. Академік В. Вернадський в одній з відомих своїх праць – "Наукова думка як планетне явище" – переконливо довів, що "…всі народи планети принципово об'єднує розум як визначальна, атрибутивна риса людини". Це його положення поєднувалося з акцентом на тому, що саме наукова думка як втілення інтегрального розуму суспільства та рушій ноосфери з часом робить людство потужним геологічним фактором. У XX ст., наголошував вчений, нагромадження соціокультурних здобутків людства детермінувало появу нової якості: "Людина вперше реально зрозуміла, що вона житель планети і може – має – мислити і діяти у новому аспекті, не лише в аспекті окремої особи, сім'ї чи роду, держав або їх союзів, але і в планетному аспекті" [5].

Іншим прикладом загального збагачення науки за рахунок галузевих знань є праці нашого сучасника, видатного вченого-лісівника, академіка НАН України М.А. Голубця. Працюючи на початках своєї наукової діяльності у сфері лісознавства, М.А. Голубець крок за кроком не лише поглиблював, але й розширяв діапазон наукового осмислення актуальних проблем, які стоять перед суспільством. Науковці, особливо молоді дослідники, мали би брати приклад із скрупульозної праці М.А. Голубця, його фундаментального наукового доробку – від конкретних праць з лісознавства до узагальненої концепції соціосфери та визначення місця людини в ній [6, 7].

Про близькість (принаймні про доцільність пошуку близькості та можливостей взаємозбагачення) галузевої концепції наближеного до природи лісівництва і ширшої концепції природної економіки (або наближеної до законів природи економіки) свідчать і публікації в цьому випуску праць ЛАН України.

Маємо на увазі, зокрема, статті професора С.М. Стойка "Вплив глобальної зміни клімату на лісові формації Карпат" та М.В. Чернявського, Г.Т. Криницького, В.І. Парпана "Наближене до природи ведення лісового господарства в Україні". Їх можна віднести до розряду не просто галузевих, а міжгалузевих і загальнонаукових. Навіть ці два дослідження дають підстави стверджувати, що в надрах лісівничої науки і лісогосподарської практики (як і, безперечно, в інших галузях) можуть зароджуватися ідеї ширшого, узагальнювального масштабу. Науковці кожної галузі знань можуть дати щось нове, серйозне для збагачення науки загалом.

До речі, у згаданих публікаціях, як і в інших останніх випусках наукових праць ЛАН України, спостерігається, на наш погляд, якісне зростання наукового рівня досліджень наближення їх до потреб і запитів суспільної практики. Цю тенденцію поліпшення якості наукових публікацій у випусках праць ЛАНУ потрібно усіма способами підтримувати і заохочувати.

При цьому ще раз наголошуємо на тому, що галузеві дослідники не повинні замикатися у вузькому колі лише своєї науки, а постійно думати про те, що кожне сумлінне конкретно-наукове дослідження безпосередньо чи опосередковано повинно у кінцевому підсумку додавати загальний приріст знань і збагачувати всю науку.

На жаль, більшість галузевих науковців (особливо це стосується молодшої генерації) закомплексовані на тому, що галузева наука є суто галузевою, передусім прикладною, і повинна давати виключно конкретні рекомендації для виробництва, свого роду раціоналізаторські пропозиції – і не більше. І в цьому бачать своє єдине завдання. У мисленні таких науковців домінує думка, що філософія і загальна наука та наука в найбільш прогресивних сферах людської діяльності – це щось дуже далеке від них і вони до цього непричетні. Це помилкове уявлення певним чином сковує політ творчої думки під час проведення конкретних прикладних досліджень. Тим часом кожне конкретно-наукове дослідження не можна кваліфікувати винятково як рацпропозицію, яка має вузькоприкладне значення і не більше. Кожне з таких досліджень є, хай невеликою, "цеглиною" у величну будову (храм) науки. У цьому сенсі і нам, лісівникам, треба позбуватися комплексу меншовартості нашої галузевої науки перед наукою загалом та її найпопулярнішими сьогодні гілками.

Водночас "природна економіка" забезпечує природні потреби людини в матеріальних благах і послу-

гах (насамперед – екологічних), не створюючи загрози деградації природного життєвого середовища і виснаження природних ресурсів.

Так само – і в лісовому господарстві. В умовах наближеного до природи лісівництва здійснюється раціональне використання, охорона і відтворення усієї лісової екосистеми PHDMFRA – педосфери (P), гідросфери (H), лісосировинних ресурсів деревного походження (D), ресурсів недеревного рослинного походження (M), ресурсів тваринного походження (F), багатосторонніх корисних функцій – послуг – лісу (R), атмосфери (A).

Ліс, як система PHDMFRA, як природний феномен, предмет праці і одночасно продукт праці та засіб праці слугує майже ідеальною моделлю біосфери.

Вочевидь, тут доцільно послатися і на власний досвід. Започаткований нами у 70-х роках минулого століття науковий напрям – екологічна економіка – зародився на підставі попередніх конкретних досліджень у галузевій сфері – економіці лісового господарства. Спочатку було визначено ключові принципи лісокористування, обґрунтовано необхідність комплексного використання, охорони і відтворення лісових ресурсів як триєдиного процесу *лісокористування* [8], а вже згодом – опрацьовано основи еколого-економічної ефективності *природокористування*, тобто наукові засади того, яким саме має бути природокористування в системі "екологічної економіки" [9].

Отже, від настанов для лісового господарства вдалося перейти до ширших наукових висновків. Процес лісокористування (принципи його організації на засадах еколого-економічного критерію) відносно просто було "вписати", керуючись методом індукції, у більш загальний контекст – природокористування. Критерій еколого-економічної ефективності лісокористування без особливих труднощів (і спротиву численних на той час опонентів) можна було адаптувати до критерію еколого-економічної ефективності природокористування. А відтак – вийти на вищий рівень узагальнення результатів наукової праці в економіці лісового господарства, тобто до формування наукових засад екологічної економіки[1].

Якщо говорити про евристичні витоки нової (узагальнювальної) концепції "природної економіки", то початком її формування можна вважати теорію і практику наближеного до природи лісового господарства. Саме науковці-лісівники започаткували цю форму господарювання і на базі тривалого досвіду ведення наближеного до природи лісового господарства заклали наукові підвалини формування концепції природної економіки.

Наближене до природи лісівництво виникло з огляду на потреби постійного і своєчасного відновлення лісу та практичних потреб сталого ведення лісового господарства. Ця модель окремої (специфічної) галузі економіки дає змогу нам, представникам лісівничої науки, виходити на ширші обрії, пропонувати шляхи вирішення найактуальніших економічних проблем загальносуспільного значення, насамперед, проблем "зеленої" економіки для сталого розвитку, які розглянуть на Саміті Землі "Ріо+20" у червні 2012 р.

До речі, цікаво зазначити, що, готуючись до "Ріо+20", низка міжнародних громадських організацій та їхніх об'єднань, зокрема таких як Глобальна лісова коаліція, CBD alliance, CJN-la tierra, GFC та Accra Caucus, базуючись на рішеннях, закладених у Декларації конференції ООН та громадських організацій "Сталі громади: відповідальні громадяни"[2], запропонувала доповнення до нульового варіанта (zero draft) проекту документа "Майбутнє, якого ми хочемо", який передбачається ухвалити на "Ріо+20".

Зважаючи на актуальність цих доповнень до проекту Підсумкового документа "Ріо+20", відсутність їхнього перекладу українською мовою, а також на те, що ці свіжі погляди авторитетних міжнародних організацій на проблему лісів допомагають глибше розкрити наш авторський задум, процитуємо їх цілком:

"Ми зобов'язуємося впровадити у повному обсязі документ NLBI –"Законодавчо не обов'язковий інструмент щодо усіх видів лісів", а також угоди, укладені в рамках Конвенції з біорізноманіття на COP-10, це означає, що до 2020 р. всі межі лісу будуть захищеними від конверсії (перетворення в інші види угідь – *Ю.Т.*) і деградації. Ми будемо працювати відповідно до Стратегічного плану щодо збереження біорізноманіття, прийнятого на COP-10, застосовуючи достатні ресурси і можливості управління за допомогою механізму REDD+, поважаючи права і знання корінних народів і місцевих громад, беручи до уваги екологічні та управлінські гарантії, надаючи відшкодування країнам, що розвиваються, за їхні заходи щодо захисту та сталого управління своїми лісами, і не лише ті заходи, що стосуються вловлювання та нагромадження вуглецю, але і більш широке коло екологічних послуг.

Ми також зобов'язуємося провадити політику, яка не дає змоги зменшувати площу лісових земель на глобальному та національному рівнях, що має бути досягнуто до 2020 р. На той час всі нові лісозаготівлі будуть компенсуватися екологічно безпечним відновленням лісів у прилеглих районах. До 2020 р. має бути відновлено понад 150 млн га лісів на місці зрубів або внаслідок відтворення деградованих лісових ландшафтів, створено мільйони нових робочих місць і засобів для існування, підвищено безпеку та стан адаптації до зміни клімату.

Ми приділятимемо особливу увагу подоланню причин знеліснення, таких як масштабні комерційні проекти перетворення лісових земель на соєві поля або пасовища для великої рогатої худоби, а також незаконні рубання і заготівлі лісової продукції, будемо надавати підтримку та співпрацюватимемо з зацікавленими сторонами в усьому світі для реалізації великомасштабних, екологічно і соціально відповідальних заходів (або участі в них) у сфері лісовідновлення.

Ми зобов'язуємося ретельно оцінювати проекти в рамках Механізму чистого розвитку *("CDM" – Clean Development Mechanism*) громадами, залежними від лісів, щоб не допустити захоплення земель і знищення їхніх засобів існування.

Ми визнаємо ліси як основу зеленої економіки, усвідомлюючи тенденції до збільшення попиту на лісові товари та пов'язані з ними можливості і загрози. Розглядаючи збереження і використання лісів як один із інструментів для суспільного об'єднання на сталій основі, ми заявляємо про конкретну і систематичну

[1] На Заході більш вживані терміни "зелена" або "синя" економіка, хоча з 1998 р. функціонує також і світове товариство екологічної економіки.

[2] Sustainable Societies; Responsive Citizens. Declaration of the 64th Annual UN DPI/NGO Conference. Chair's Text. Bonn, Germany, 3-5 September 2011.

підтримку прозорої, ефективної лісової сертифікації у всіх частинах світу (особливо в тропічній і субтропічній зонах) на засадах сталості та із збалансованим представництвом зацікавлених сторін. Кожен уряд поступатиме так щодо національних лісів через державні контролюючі органи, освітні структури, через ініціювання навчальних програм як у межах своєї країни, так і за її межами" [10].

Працюючи упродовж багатьох років над вирішенням конкретних питань економіки лісового господарства, ми довго не могли збагнути, що в підсумку подібні дослідження спрямовані на вирішення однієї загальної проблеми – поліпшення стосунків між людиною та природою, подолання тих суперечностей і конфліктів, які є між матеріальними інтересами людини і природою. Символічне поняття "природна економіка", вочевидь, містить у собі прагнення людини жити в гармонії з природою – задля виживання. Водночас воно відображає сутність прихованих пружин людських вчинків.

Зазначимо, що висловлені міркування становлять лише мізерну частку того, що треба було зробити (і що не зроблено) економістами другої половини XX і початку XXI ст., виходячи з реалій життя – екологічних та інших загроз, а саме, зробити економічну науку більш наближеною до законів природи.

Висновки. У пошуках шляхів взаємозбагачення загальної концепції "природна економіка" і галузевої концепції "наближене до природи лісівництво" ми акцентували увагу на індуктивному підході. Проте не варто забувати, що у науковому пізнанні метод дедукції та метод індукції нерозривно пов'язані. Тому їх потрібно використовувати на паритетних засадах.

В основі цієї паритетності лежить об'єктивна єдність одиничного й загального (через особливе як проміжний рівень). Ця єдність постійно проймає собою все суще – природу, людину, суспільство, науку як результат розвитку інтегрального інтелекту людства. У будь-якому дослідженні ми іманентно натрапляємо на цю єдність (і лісове господарство у цьому плані не може бути винятком).

У контексті проведеного, ще недостатньо глибокого і повного, аналізу двох згаданих концепцій (загальної економічної та галузевої) ми спромоглися зробити перші висновки і спробувати принаймні фрагментарно окреслити майбутню долю (перспективу) лісового господарства як галузі економіки і перспективу сталого розвитку національної економіки і світового господарства.

На наш погляд, сьогодні з достатньо високою імовірністю можна передбачити два ключові, протилежні за сутністю, сценарії майбутнього: оптимістичний (його можна б назвати гуманістичним) і песимістичний (за своїм змістом – суто меркантильний).

Перший, оптимістичний (гуманістичний) сценарій, полягає в тому, що розуму і політичної волі вистачить настільки, що людство дійсно змінить критерії і пріоритети своєї діяльності, здійснить переоцінку цінностей, істотно скоригує згубну траєкторію соціально-економічного розвитку, реформує нинішню, антиекологічну за своєю сутністю, економіку і сформує принципово нову, рівновіддалену і від капіталістичної (ринкової) і від соціалістичної (централізовано керованої) економіки, наблизивши її (всю систему господарювання) до вимог дії природних законів, подібно до апробованої вже на практиці концепції наближеного до природи лісового господарства.

Другий, песимістичний (меркантильний) сценарій. Досвід реалізації в Україні і за рубежем доктрини "наближеного до природи лісівництва" залишиться досвідом на галузевому рівні й не буде поміченим більш широким загалом і використаним з боку економістів, суб'єктів господарювання, бізнесу, політиків, державних діячів і відповідно, – не буде включеним до предметної сфери досліджень в економічній теорії. Стратегія економічного розвитку залишиться традиційною.

Суто меркантильні критерії і пріоритети антропогенної діяльності залишаться незмінними, homo economicus не зможе відмовитися від своїх необмежених потреб в умовах обмеженості природного життєвого довкілля і природних ресурсів. За цим сценарієм неминучий колапс.

Правдоподібно й те, що між цими двома полярними (так би мовити рамковими) сценаріями може бути й багато проміжних.

Доля лісів і доля суспільства (зокрема окремої людини, індивідууму) у майбутньому багато в чому залежатиме від того, де саме в окреслених двома концепціями рамках розміститься епіцентр імовірних сценаріїв господарювання. Ближче до першого, оптимістичного? До другого, песимістичного? Або, можливо, десь посередині? Тому науковцям треба посилити аргументованість своїх досліджень, щоб переконати суспільство у необхідності активно боротися за перший, оптимістичний (гуманістичний) сценарій стратегії розвитку, який може забезпечити сталий розвиток і лісового сектору економіки, і національного господарства, і світової економіки.

У науці немає місця ізоляціонізму. Усі галузі науки пов'язані між собою. Незважаючи на глибоку (істотну) різницю в методах, підходах тих чи інших галузей науки, їх об'єднує спільна мета і завдання – пошук істини. Найпростіше і доступно це сформулював Баррі Коммонер у своєму екологічному законі "Усе пов'язано з усім".

Наближене до природи лісівництво як соціально важлива, прогресивна галузева концепція, що передбачає одночасно: а) природне відновлення лісових екосистем; б) їхню охорону; в) раціональне використання усіх видів ресурсів та багатосторонніх корисних функцій лісів, тісно корелює з новітньою концепцією наближеної до вимог природних законів екологічної, або "зеленої" економіки. За своєю метою ці дві концепції (галузева і загальна) є ідентичними.

Взаємозв'язки між цими двома концепціями ще мало досліджені і недостатньо відображені в науковій літературі.

У публікації зроблено спробу бодай частково заповнити цю прогалину і поставити в порядку обговорення новий аспект суспільно значущих проблем, якими доцільно займатися Лісівничій академії наук України. Отож, дослідження, сподіваємося, приверне увагу дослідників до нового аспекту наукової і практичної проблеми.

Лісівничій науці загалом та її економічній гілці зокрема доцільно більш ретельно досліджувати реальні взаємозв'язки між проблемами підвищення продуктивності лісів, ефективності їх використання і своєчасного розширеного відтворення, з одного боку, і сучасними соціально-економічними проблемами, з іншого.

Ліс, як система PHDMFRA, є майже ідеальна модель біосфери, конкретні дослідження якої "на виході" дають підстави робити соціально значущі узагальнення. Представники лісівничої науки повинні користуватися надбаннями біологічної і всіх інших природничих наук, а також наук гуманітарного спрямування і сміливіше пропонувати результати своїх досліджень у загальнонаукову скарбницю.

При цьому неодмінно відбуватиметься взаємозбагачення як галузевої науки, так і науки загалом. Адже цей "обмінний" процес наукового взаємозбагачення забезпечує реальний приріст знань. Хочеться, щоб кожен представник лісівничої науки, певна річ, за умови якісної, сумлінної, об'єктивної праці, почувався повноцінним гравцем на широкому науковому полі, відчував єдність науки та її позитивний вплив на поліпшення життя.

ЛІТЕРАТУРА

1. Туниця Ю.Ю. Лісознавчі витоки еколого-економічного вчення: індуктивний підхід Лісівнича академія наук України / Ю.Ю. Туниця // Наукові праці Лісівничої академії наук України : зб. наук. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2002. – С. 11-21.

2. Коммонер Б. Замыкающийся круг: (Природа, человек, технология) : пер. с англ. Ю.Е. Казакова и др. / под ред. и с послесл. акад. Е.К. Федорова. – Л. : Гидрометеоиздат, 1974. – 236 с.

3. Чернявський М.В. Наближене до природи ведення лісового господарства в Україні / М.В. Чернявський // Лісовий і мисливський журнал. – 2008. – № 1. – С. 14-17.

4. Туниця Ю.Ю. Природна вада нашої економічної системи – її неприродність / Ю.Ю. Туниця // Молода Галичина, № 23, 23 лютого 1991.

5. Вернадский В.И. Размышления натуралиста / В.И. Вернадский. – Кн. 2. Научная мысль как планетное явление. – М. : Изд-во "Наука", 1977. – 24 с.

6. Голубець М.А. Від біосфери до соціосфери / М.А. Голубець. – Львів : Вид-во "Поллі", 1997. – 256 с.

7. Голубець М.А. Вступ до геосоціосистемології / М.А. Голубець. – Львів : Вид-во "Поллі", 2005. – 199 с.

8. Туньця Ю.Ю. Экономические проблемы комплексного использования и охраны лесных ресурсов. Вопросы теории / Ю.Ю. Туньця. – Львов : Изд. объед. "Вища шк.". Изд-во при Львов. гос. ун-те, 1976. – 215 с.

9. Туньця Ю.Ю. Эколого-экономическая эффективность природопользования / Ю.Ю. Туньця. – М. : Изд-во "Наука", 1980. – 168 с.

10. [Електронний ресурс]. – Доступний з http://www.un.org/wcm/webdav/site/ngoconference/shared/ Documents/Final%20 Declaration/Chair's%20Text.pdf.

Ю.Ю. Туньця

ПРИРОДНАЯ ЭКОНОМИКА И ПРИБЛИЖЕННОЕ К ПРИРОДЕ ЛЕСОВОДСТВО: ИДЕНТИЧНОСТЬ КОНЦЕПЦИЙ И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ ВЗАИМООБОГАЩЕНИЯ

Трансформация нынешней антиэкологической экономики в экологически безопасную, приближенную к требованиям законов природы, является одной из важнейших проблем современности. На основании анализа и синтеза научных исследований и практики ведения приближенного к природе лесного хозяйства рассмотрена сущность концепции "природная экономика" как нового способа экономического мышления и нового, экологически безопасного способа хозяйствования. Доказано, что лесное хозяйство, как составляющая национальной экономики, может использоваться в качестве модели эффективных, экологически безопасных систем для других отраслей и национальной экономики в целом. Апробирована практикой концепция "приближенное к природе лесоводство" и сравнительно новая – "природная экономика" – соотносятся между собой как философские категории "общее" и "единичное". По своей цели – достижение устойчивого развития – эти концепции идентичны. Важной задачей современной науки является поиск возможностей их взаимообогащения с помощью методов индукции и дедукции.

***Ключевые слова*:** природная экономика; приближенное к природе лесоводство; общее и единичное; целевая идентичность концепций, возможности взаимообогащения.

Yu.Yu. Tunytsya

NATURAL ECONOMY AND CLOSE TO NATURE FORESTRY: IDENTITY OF CONCEPTS AND OPPORTUNITIES FOR THEIR MUTUAL ENRICHMENT

Transforming of the current antiecological economy into an environmentally safe and close to the requirements of natural laws economy is one of the most important problems of present time. The essence of the concept of "natural economy" as a new way of economic thinking and a new, environmentally safe method of running the economy is being considered based on the analysis and synthesis of scientific principles and practices of close to nature forestry. It is shown that forestry, as a part of the national economy, may serve as a model of efficient, environmentally sound systems for other industries and the economy as a whole. Practically tested concept of "close to nature forestry" and a relatively new one – a "natural economy" – relate to each other as a philosophical categories of "universal" and "single". These concepts are identical with a sustainable development as their goal. An important task of modern science is the search for opportunities of their mutual enrichment by means of induction and deduction methods.

***Keywords*:** natural economy, close to nature forestry, universal and single, targeted identity of concepts, opportunities for enrichment.

УДК 630.111:631.524.85

***С.М. СТОЙКО*[1]**

ВПЛИВ ГЛОБАЛЬНОЇ ЗМІНИ КЛІМАТУ НА ЛІСОВІ ФОРМАЦІЇ КАРПАТ



У межах виділених в Українських Карпатах десяти вегетаційних ступенів проаналізовано динаміку лісових формацій, зумовлену глобальними змінами клімату. Встановлено різну реакцію на ці зміни дубових – із дубів звичайного та скельного, букових, буково-ялицево-ялинових і ялинових лісів. Подано оцінку негативних і позитивних наслідків впливу кліматичного режиму на біологію деревних порід та функціонування лісових екосистем. Запропоновано програму екологічного моніторингу для подальших досліджень.

Ключові слова: *зміни клімату, вегетаційні ступені, сукцесія.*

Актуальність проблеми. Клімат – найпотужніший екологічний чинник, який в різних видах впливає на взаємопов'язані складові біосфери – літосферу, гідросферу, педосферу, атмосферу, біотосферу (органічний світ), соціосферу. У минулі геологічні періоди, внаслідок космічного впливу і, передусім, сонячної активності, клімат змінювався ритмічно, а, отже, й ритмічно впливав на еволюцію біосфери та органічного світу. У нашу добу зумовлена техногенним впливом акселерація зміни клімату створює загрозу для організованості біосфери, яка формувалась впродовж геологічних періодів, що може мати непередбачені наслідки для її нормального функціонування. Клімат вважається головним регулятором гідротермічного режиму на планеті. Глобальне потепління є причиною танення льодовиків й зниження горизонту вічної мерзлоти в арктичній зоні та Антарктиці. Зміна в глобальному вимірі кліматичного режиму є причиною почастішання стихійних екологічних явищ у Світовому океані – тайфунів, цунамі, а на суходолі – торнадо, катастрофічних повеней, снігових лавин тощо. Тенденція до зміни клімату позначається на традиційній інфраструктурі водного, сільського, лісового господарства та інших галузей економіки, пов'язаних з використанням відновних природних ресурсів. На жаль, глобальна спільнота з великим запізненням усвідомила небезпеку потепління й зміни клімату, із запізненням стала вивчати причини цього явища та розробляти конструктивні заходи мінімізації його негативних екологічних, економічних, соціальних наслідків.

Згідно з дослідженнями Міждержавної групи експертів зі зміни клімату (МГЕЗК), створеної у 1988 р. Світовою метеорологічною організацією (WMO) і Програмою ООН з навколишнього середовища (IUNC) (12), сторічний (за період 1906-2005 рр.) лінійний тренд підвищення температури у повітряному басейні становить 0,74 °С, за зміни у межах 0,56-0,92 °С (рис. 1).

Екологи встановили, що головним рухомим механізмом глобального потепління клімату є збільшення у повітряному басейні концентрації двоокису вуглецю (CO_2), метану (CH_4), закису азоту (N_2O) та інших парникових газів. За даними МГЕЗК, впродовж 1971-2004 рр. кількість цих газів зросла на 70 %. Парниковий ефект, який проявляється в глобальному вимірі, є головною причиною порушення киснево-вуглекислотного балансу в атмосфері.

Небезпечний для функціонування біосфери та сталого соціально-економічного розвитку суспільства глобальний процес потепління й зміни клімату набуває не лише екологічного, економічного і соціального значення, але й політичного звучання, зокрема в країнах, розташованих у посушливих зонах Африки та інших континентів. Для подолання цієї глобальної для людства екологічної небезпеки, впродовж останнього десятиріччя проведено міжнародні та громадські форуми у Ріо-де-Жанейро (2004 р.), Копенгагені (2009 р.), Мексиці (2010 р.), Південно-Африканській Республіці (2011 р.).

Багаторічні екологічні дослідження свідчать, що в рослинному покриві найуразливішими до зміни клімату є лісові екосистеми. Порівняно з іншими типами рослинності, ліси відзначаються складнішою ценотичною структурою як у надземній частині, так і в педосфері, довшим циклом розвитку, тіснішими екологічними зв'язками між автотрофним і гетеротрофним компонентами та педосферою. Тому адаптація лісових екосистем до зміни клімату значно складніша й тривваліша, ніж трав'яних та водних.

За даними ФАО, площа лісів світу оцінюється в 38,7 млн км^2, вони займають 30 % території суходолу. Сумарна фітомаса лісів (їх сухої речовини) дорівнює $1{,}65\text{-}1{,}96 \cdot 10^{12}$ тонн. Це становить 90 % всієї рослинної фітомаси суходолу. Щорічний запас зрубаної деревини у Світі дорівнює 3,4 млрд м^3. Отже, на зрубаних лі-

[1] **СТОЙКО Степан Михайлович** – дійсний член Екологічної та Лісівничої академій наук України, доктор біологічних наук, професор, doctor honoris causa, головний науковий співробітник. Інститут екології Карпат НАН України. Україна, м. Львів, 79057. Тел.: +38-098-314-35-91. E-mail: stepan.stojko@gmail.com

сосіках лісові фітоценози лише через 30-40 років будуть здатні повною мірою підтримувати киснево-вуглекислотний баланс в атмосфері.

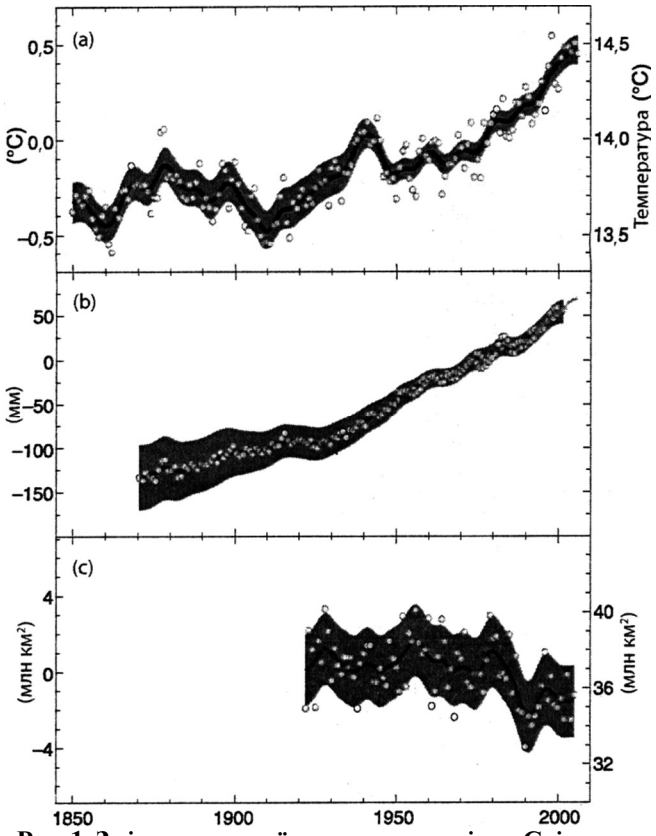


Рис. 1. Зміна приземної температури, рівня Світового океану, площі снігового покриву на північній півкулі: *a* – зростання глобальної середньої приземної температури; *b* – підвищення глобального середнього рівня моря; *c* – зменшення площі снігового покриву на суходолі (МГЕИК: Изменение климата. 2007 [12])

Як найпоширеніший і найпродуктивніший тип рослинності, ліси виконують не лише вагому кліматорегулювальну та екостабілізуючу роль в навколишньому середовищі, але й мають вагоме біосферне значення як депонент органічного вуглецю. Згідно з даними американських ґрунтознавців [23], у фітомасі поширених на суходолі рослинних формацій сумарний запас вуглецю становить 610 Гт (гігатон), майже стільки, скільки в атмосфері, де він становить 750 Гт. Нагадаємо, що гігатонна – це маса одного км^3 води. Існують підстави вважати, що головним депонентом вуглецю є лісові формації та їх ґрунти. Запаси вуглецю у педосфері становлять 1580 Гт. Болота, які займають 3 % території суходолу, акумулюють 750 Гт вуглецю [19]. В Україні вагоме значення щодо збереження органічного вуглецю мають болотні екосистеми Полісся. Тому осушення боліт із загальних екологічних міркувань треба вважати недоцільним.

У 1996 р. уряд України ратифікував Рамкову Конвенцію ООН, а в 1997 р. – Кіотський протокол – міжнародні документи, які стосуються екологічної проблеми потепління й зміни клімату. У Міністерстві охорони навколишнього природного середовища України створено інформаційний центр "Ініціатива по зміні клімату". Отже, в країні потрібно проводити цілеспрямовані екологічні заходи щодо мінімізації небажаних наслідків глобального потепління та зміни клімату. Серед таких заходів важливими є не лише зменшення викиду парникових газів, але й збільшення лісистості та підвищення продуктивності лісових фітоценозів. Україна, на території якої лісистість становить лише 15,7 %, належить до найменш залісених країн Європи. Тому пріоритетним профілактичним заходом підтримання балансу O_2/CO_2 є збільшення лісистості хоча б до 20 %. Такі можливості існують на деградованих сільськогосподарських угіддях у широколистяній лісовій і лісостеповій зонах та на післялісових чагарникових заростях у Карпатах.

Синергідна дія впливу зміни клімату на компоненти природних екосистем. Згідно з екологічним прогнозом Міжнародної групи експертів зі зміни клімату [12] та Росгідромету [15], глобальне потепління клімату триватиме, отже існуватиме небезпека його впливу на рослинні формації. Є підстави вважати, що темпи зміни клімату випереджуватимуть можливості багатьох біологічних видів адаптуватись до трансформованих умов природного середовища, що може вплинути на їх видовий склад, віталітетність та збереження. Отже, причиною збіднення біорізноманіття можуть бути не лише техногенне забруднення навколишнього середовища, але й глобальна зміна клімату. У загальній доповіді "Зміна клімату, 2007" автори МГЕЗК допускають, що приблизно 20-30 % біологічних видів, за якими ведеться оцінка їх віталітетності, будуть під загрозою підвищеної небезпеки зникання, якщо в світі середня річна температура підвищиться на 1,5-2,5 °С. Така небезпека існуватиме передусім для генетично мало пластичних реліктових і ендемічних видів, для раритетних видів на межі ареалів, для стенотопних й стенотермних видів рослин з низькою здатністю адаптуватися до змінених кліматичних умов.

Внаслідок глобального потепління клімату можуть змінитись фенологічні ритми рослин, які виробились впродовж їх еволюції, а також їх репродуктивні цикли, які залежать від кліматичного режиму. Глобальне потепління впливатиме негативно на біорізноманіття водних екосистем, в яких пришвидшуватиметься процес евтрофікації водного середовища. Особливо відчутно проявлятиметься зміна клімату на віталітетності деревних порід, віковий ценз яких сягає 200-300 і більше років, оскільки дерева старшого віку не зможуть адаптуватись до зміненого кліматичного режиму. Тривалий період глобального потепління та зміни клімату позначатиметься на динаміці ареалів різних за ставленням до температури видів. Зміна клімату впливатиме на хід природних сукцесій рослинних формацій, а згодом – на зміщення природно-географічних зон.

Із рослинними формаціями топічно й трофічно пов'язані види хребетних і безхребетних тварин, мікобіота, мікробобіота. Тому зміна ценотичної структури лісових формацій впливатиме і на їх видовий склад. Оскільки клімат, рослинний і тваринний світ є головними чинниками ґрунтотворного процесу, кліматична зміна позначатиметься і на його динамічних тенденціях. У південно-степовій зоні України підвищення температури та збільшення кількості опадів, а, отже, і їх випаровування, може бути причиною засолення ґрунтів [4, 5]. Збільшення середньорічної температури та вологості клімату в Карпатах може вплинути на ґрунтотворний процес буроземів. Оцінюючи в інтегральному контексті потенційні наслідки техногенного

впливу на навколишнє середовище, існують підстави стверджувати про синергідний екологічний вплив глобального потепління та зміни клімату на взаємопов'язані субсистеми біосфери –літосферу (біотичну частину), гідросферу, педосферу, атмосферу (біотичну частину), біотосферу, соціосферу.

Екологічні наслідки зміни клімату проявлятимуться по-різному в окремих регіонах залежно від їх географічного положення, специфіки кліматичних та ґрунтових умов, біологічних особливостей рослин, їх ценотичних взаємозв'язків, напряму сукцесійних процесів. Це стосується й України, на території якої у післяльодовиковий період сформувалися різні в екологічному аспекті ландшафтні зони – степова, лісостепова, широколистяно-лісова, а в Криму та Карпатах – пояси широколистяних і хвойних лісів, субальпійських і альпійських лук.

Існують певні труднощі методичного характеру під час дослідження зміни кліматичного режиму на природний стан лісів, оскільки впродовж агрокультурного періоду в них відбулися істотні ценотичні й територіальні зміни, зумовлені антропогенним впливом. Лише на обмеженій площі збереглися деривати природної рослинності, придатні для таких досліджень. У більшості районів відсутні геоботанічні карти первинного рослинного покриву.

На теренах України лісівники й ботаніки лише в останньому десятилітті приступили до дослідження динамічних тенденцій лісових формацій внаслідок змін клімату [2, 14, 4, 5, 10]. У Карпатах ботаніки у загальних рисах відзначали динамічні тенденції висотних поясів рослинності внаслідок глобального потепління клімату [8, 9, 11, 21]. У лісових формаціях подібні дослідження не проводили. Тому ми вирішили приділити увагу з'ясуванню впливу зміни клімату на сукцесії лісових формацій, оскільки це питання цікаве не лише в фітогеографічному плані, але важливе і в практичному лісівничому аспекті [18].

Регіональний сценарій динаміки висотного поширення лісових формацій внаслідок зміни клімату. Біогеографічною особливістю Карпат є те, що в них у межах незначного висотного діапазону проявляються такі географічні закономірності поширення рослинних формацій, які в рівнинних ландшафтах можна вивчати лише на обширній території. Вони досить добре виражені у висотній диференціації рослинного покриву та формуванні висотних поясів рослинності. Тому Карпати є своєрідною біогеографічною моделлю для з'ясування впливу зміни клімату на рослинний і тваринний світ.

Згідно з дослідженнями українських кліматологів, за останні 100 років середньорічна температура на території України підвищилась на 0,7 °С, середня річна температура січня – на 1,5-2,5 °С, лютого – на 1-2 °С. У лісовій та степовій зонах річна кількість опадів збільшилась на 5-45 мм [6, 7]. Якщо взяти до уваги, що в помірній кліматичній зоні середньорічний градієнт температури повітря становить 0,6-0,7 °С на 100 км географічної широти, то це рівнозначно тому, якби за показником потепління клімату гірська система Карпат змістилася на 100 км південніше. Таке зміщення безумовно проявлятиметься на природних сукцесіях лісових формацій. У Карпатах найкраще можна вивчати такі сукцесії в лісових фітоценозах, розташованих на межі різних висотних поясів.

Е. Шмід [25] у Швейцарії та А. Златнік [27] – у Чехословаччині встановили за клімато-вегетаційним методом висотні ценохорологічні синтаксони – *вегетаційні смуги* або *вегетаційні ступені* (Vegetationsgürtel, Vegetačni stupně). Термін "вегетаційний ступінь" вдало відображає характерне для гірських регіонів явище ступінчастої послідовності висотної диференціації фітоценотичних комплексів, тому ми вживаємо його в наших дослідженнях. А. Златнік виділив на території Чехії й Словаччини вісім вегетаційних ступенів (ВС). Система ВС має значення не лише для з'ясування закономірностей висотного поширення лісових формацій і субформацій, але є екологічною основою для диференційованого ведення лісового господарства та формування лісів на природних засадах.

Табл. Вегетаційні ступені (ВС) Карпат та сценарій їх динамічних тенденцій, зумовлених зміною клімату

№ ВС	Назва вегетаційних ступенів	Південно-західний мегасхил (Закарпаття)	Північно-східний мегасхил (Передкарпаття)
1	ВС дубових лісів з дуба звичайного (Querceta roboris)	106-200 стабільний	250-350 стабільний
2	ВС буково-ялицево-дубових лісів з дуба звичайного (Fageto-Abieto-Quercetum roboris)	–	350-450 стабільний
3	ВС дубових лісів з дуба скельного (Querceta petraeae)	200-300 стабільний	Лише фрагментарно на Буковині
4	ВС дубово-букових лісів та буково-дубових лісів з дуба скельного (Querceto petraeae-Fagetum, Fageto-Quercetum petraeae	300-400 лабільний	Лише фрагментарно на Буковині
5	ВС букових лісів (Fageta sylvaticae)	↑↑↑ 400-1280 (1340) здатний до розширення	↑↑↑ 450-800 здатний до розширення
6	ВС ялицево-букових і буково-ялицевих лісів (Abieto-Fagetum et Fageto-Abietum)	700-1000 стабільний	500-800 стабільний
7	ВС буково-ялицево-смерекових лісів (Fageto-Abieto-Piceetum)	900-1100 ↓↓↓	800-1000 ↓↓↓
8	ВС смерекових лісів (Piceeta abietis)	1100-1500 ↓↓↓	1000-1600 ↓↓↓
9а	ВС субальпійських лук та криволісся сосни гірської і вільхи зеленої (Pineta mugi, Alneta viridis, Prata subalpina) (на схід, включаючи Ґорґани)	1500-1860	1500-1860
9б	ВС криволісся вільхи зеленої (Prata subalpina, Alneta viridis) (на захід від Ґорґанів)	1240-1600	1400-1860
9в	ВС субальпійських лук (Prata subalpina)	1240-1860	1400-1860
10	ВС альпійських лук (Prata alpina)	1860-2061	1860-2061

***Примітка*:** середня висота ВС в м н.р.м.; стрілками показані динамічні тенденції лісових формацій і субформацій в різних ВС та стабільність/лабільність ВС; Vegetation belts in Carpathians and scenery their dynamic tendency by effect of climate change; average height of vegetational belts; pointers – dynamic tendency of forest formations)

На підставі методики згаданих фітоценологів, встановлених М.С. Адріяновим [1] вертикальних термічних зон, поширення природних та умовно природних лісових екосистем й характерних для них індикаторів трав'яно-мохового покриву, ми встановили в Карпатах десять вегетаційних ступеней, які сформувалися впродовж пізнього голоцену [17, 26]. Вегетаційні ступені об'єднують рослинні формації й субформації, приурочені до відповідних для них кліматичних і ґрунтових умов. Отже, це явище філоценогенетичне, фітоісторичне, фітогеографічне. Закарпаття, за характером післяльодовикового розвитку рослинності та сучасними кліматичними умовами, відрізняється від Передкарпаття, що позначилося також на висотній диференціації рослинного покриву. Тому існують підстави для виділення двох варіантів формування ВС – закарпатського та передкарпатського. У таблиці показано потенціальні динамічні тенденції лісових формацій і субформацій, зумовлених зміною клімату. Дослідження в субальпійському та альпійському ВС не проводились.

Розташовані в межах ВС лісові екосистеми, порівняно з трав'яними, відзначаються складнішою віковою й ценотичною структурою, тривалішим процесом формування, тіснішими екологічними зв'язками із зооценозом та ґрунтом. Тому потрібний особливий підхід для з'ясування їх динамічних тенденцій. Під час дослідження впливу клімату на сукцесії лісових екосистем потрібно брати до уваги такі критерії методичного значення:

- *біологічний* – встановлення періодичності та рясності плодоношення едифікаторних порід, як показника їх віталітетності;
- *флористично-індикаторний* – поширення в трав'яному покриві характерних для лісових формацій видів;
- *динаміка генеративного й вегетативного поновлення едифікаторних порід*;
- *таксаційний* – порівняльна оцінка приростів за діаметром й висотою у модельних дерев;
- *хорологічний* – дослідження спонтанного поширення популяцій деревних порід;
- *фітоісторичний і фітогеографічний* – виявлення осередків реліктових та азональних лісових фітоценозів;
- *топонімічний* – урахування народних назв лісових урочищ, в яких поширені популяції деревних порід.

Поширення лісових формацій залежить від впливу різних екологічних чинників – температури й вологості клімату, ґрунтових умов, материнської породи, орографічної будови, які нерівноцінні за своїм екологічним значенням. Тому під час з'ясування динамічних тенденцій рослинних угруповань потрібно мати на увазі *правило переваги домінантного екологічного чинника*. Для букових лісів таке значення має вологість клімату, про що свідчить їх острівний локалітет на східноєвропейській межі ареалу в Сатанівському лісництві на Поділлі. Польше поширення бука у східному напрямку лімітується не температурним чинником, а вологістю клімату. У Карпатах, завдяки високій вологості та існуючій тенденції потепління клімату, бук добре відновлюється генеративним способом, відзначається високою віталітетністю і в оптимальних екологічних умовах формує клімаксові фітоценози. Тому він має низку ценотичних переваг відносно дуба скельного та смереки на контакті ВС буково-дубових та буково-ялицево-смерекових лісів.

Подаємо за вегетаційними ступенями результати досліджень, які стосуються стабільності (лабільності) лісових формацій і субформацій, або ж зумовлених потеплінням клімату напрямків сукцесій.

У 1-му ВС дубових лісів з дуба звичайного ценотично стабільними є грабово-дубові ліси (Carpineto-Quercetum roboris). Похідні грабняки виникли лише внаслідок вибіркових рубок дуба та тривалого пасторального впливу. За умови екологічно обґрунтованого лісівництва такими стабільними є липово-дубові ліси в Передкарпатті (Tilieto cordatae-Quercetum roboris) (ДП "Коломийське ЛГ"). До ценотично стабільних належать поширені у Притисянській низовині ясенево-дубові ліси з ясенами звичайним та вузьколистим (Fraxineto angustifolii-Quercetum roboris, Fraxineto excelsiori-Quercetum roboris). Зміна дуба ясенами спостерігається лише в заплавних ясеневих діброва кропивних (Fraxineto angustifolii – Quercetum roboris urticosum). Ценотично лабільними виявились буково-грабово-дубові ліси (Fageto-Carpineto-Quercetum roboris), які трапляються зрідка на Передкарпатті та Буковині. У них світлолюбний дуб не витримує конкуренції тіньовитривалих субедифікаторів – бука й граба, які переважають у підрості, що створює загрозу зміни порід. У Закарпатті та Буковині, існують можливості збагачення видового складу грабово-дубових лісів за рахунок теплолюбних екзотів – горіха чорного (*Juglans nigra* L.), каштана їстівного (*Castanea sativa* Mill.), береки (*Sorbus torminalis* Grantz) та ін.

У Передкарпатті та частково – Буковині у вологий кліматичний період у пізньому голоцені сформувався 2-й ВС ялицево-дубових лісів (Abieto- Quercetum roboris), який відсутній на Закарпатті. Його диз'юнктивні осередки збереглися в Старосамбірському, Дрогобицькому, Стрийському, Чернівецькому лісгоспах. Незважаючи на те, що едифікатори цих полідомінантних деревостанів відзначаються різними вимогами до світлового режиму, їх фітоценози ценотично стабільні. Лише сформовані у мезотрофних вогогих едатопах дубові суяличини чорницеві (Querceto roboris -Abietum myrtillosum), у підрості яких переважає ялиця, можна віднести до ценотично лабільних.

У 3-му ВС до ценотично стабільних відносять сформовані на південному макросхилі Вигорлат-Гутинського вулканічного масиву дубові з дуба скельного (Quercetum petraeae), грабово-дубові (Carpineto-Quercetum petraeae), сріблястолипово-дубові (Tilieto argenteae-Quercetum petraeae) ліси. Їх стабільність зумовлена теплим і сухим кліматом, малопотужними буроземними ґрунтами, які утворились на теплоємних вулканічних породах. Однак впродовж останніх століть дубові ліси цього ВС зазнали істотних антропогенних трансформацій, на їх місці були створені виноградники й сади. У зв'язку з потеплінням клімату існують можливості збагачувати видовий склад дубових лісів цього ВС за рахунок теплолюбних видів – береки (*Sorbus torminalis* Grantz.), ясена білоцвітого (*Fraxinus ornus* L.), клена татарського (*Acer tataricum* L.).

У ценотичному аспекті до лабільних відносять поширені в 4-му ВС у Вигорлат-Гутинських горах буково-дубові й дубово-букові ліси з дуба скельного (Fageto-Quercetum petraeae, Querceto petraeae-Fagetum). Бук інтенсивніше, ніж дуб скельний, поновлюється природним шляхом, його підріст до 50 років витримує затінення і за наявності "вікон" здатний нормально рости. Кількісна перевага бука в підрості (*регенераційний гетерозис*) дає підставу стверджувати, що в су-

часних умовах високої вологості клімату існує тенденція розширення площі букових лісів у цьому ВС. Доказом зміни порід є реліктові локалітети дуба скельного, які збереглися серед суцільних бучин в урочищах Дубова (630-640 м), Княгиниця (640 м) в Ужанському НПП, на південних схилах гір Кобила (900 м), Темпа (1090 м) у ДП "Великобичківське ЛМГ" та в інших місцях. Оскільки вартість деревини дуба значно вища, ніж бука, потрібно відтворювати буково-дубові ліси. Існують реальні можливості збагачувати їх видовий склад за рахунок теплолюбних видів – береки (*Sorbus torminalis* Grantz), черешні (*Cerasus avium* (L.) Moench.), клена польового (*Acer campestre* L.), каштана їстівного (*Castanea sativa* Mill.).

У пізньому голоцені (4 тис. р. тому) у вологому помірному кліматі були сприятливі умови для формування монодомінантних букових лісів, які за ценотичною структурою можна віднести до клімаксових. В оптимальних для бука екологічних умовах на Закарпатті діапазон його висотного поширення становить 900-1100 метрів. На південному макросхилі Свидовецького масиву верхня межа букових лісів сягає 1370 м н.р.м. Це найвища межа суцільних бучин в Українських Карпатах. Серед зонально поширених бучин на кам'янистих ґрунтах та в холодному мікрокліматі замкнених котловин в урочищах Воєводино в ДП "Перечинське ЛГ", Ялинковатий в Широко-Лужанському заповідному масиві та в інших місцях, збереглися реліктові локалітети природних смеречин, які свідчать про їх зміну бучинами в середньогірських ландшафтах.

На території Ужанського НПП та в Угольському і Широко-Лужанському заповідних масивах Карпатського біосферного резервату на значній площі збереглися букові праліси, цікаві для дослідження розвитку лісових формацій у післяльодовиковий період та з'ясування лісотвірного процесу (silvagenesis). Вони є також екологічними моделями для формування лісових фітоценозів за зразком природних екосистем. Враховуючи загальноєвропейське значення природних бучин Закарпаття та Словаччини, Комітет всесвітньої спадщини ЮНЕСКО включив 2007 р. номінацію "Букові праліси Карпат" (Primeval Beech Forests of the Carpathians) площею 29238 га та буферну зону площею 48734 га до Всесвітньої природної спадщини.

У Бескидах на родючих буроземних ґрунтах у межах висот 700-1000 м у пізньому голоцені сформувався 6-й ВС буково-ялицевих та ялицево-букових лісів (Fageto-Abietum, Abieto-Fagetum). Порівняльні дослідження природного поновлення їх едифікаторів свідчать про ценотичну стабільність цих субформацій. Скорочення їхньої площі зумовлене не природними, а антропогенними причинами, зокрема, культивуванням смереки на місці корінних фітоценозів.

У гірському масиві Горган і далі на схід між 6-м і 8-м ВС сформувався 7-й ВС буково-ялицево-смерекових лісів, в якому бук відзначається високою віталітетністю, краще, ніж смерека, поновлюється природним шляхом, що дає йому ценотичну перевагу. У зв'язку з потеплінням клімату, в цьому ВС поступово можуть формуватись ялицево-букові деревостани.

У східній гірській частині Карпат у холодному кліматі сформувався 8-й ВС бореальних смерекових лісів, які також можна вважати клімаксовими. Внаслідок тривалого випасу худоби на полонинах з початку 17-го ст., їх природна межа знизилася на 100-150 (200) метрів. У Мармароському гірському масиві на полонинах Берлебашка та П'єтрос-Грибка проф. А. Златнік зафіксував у 1936 р. антропогенно знижену межу лісу. Після припинення випасу впродовж 70 років тут проходило спонтанне поновлення смереки і зараз межа лісу піднялась на 200 м (рис. 2).



Рис. 2. Природне поновлення смереки на антропогенно зниженій верхній межі лісу (позначено пунктиром) на полонинах Берлебашка та Пєтрос-грибка
(фото Г. Копецького, 2006)

Аналогічна екологічна ситуація спостерігається і в Чорногірському масиві. Після створення в 1980 р. Карпатського національного природного парку був заборонений випас худоби. На полонинах Пожижевська, Маришевська та інших успішно відбувається спонтанне природне поновлення смереки на її антропогенно зниженій межі.

За теперішньої тенденції потепління клімату існуватимуть сприятливі екологічні умови для підняття верхньої межі смерекових лісів на контакті з субальпійським ВС. Можна також допускати, що скорочуватиметься площа реліктових осередків сосни кедрової (*Pinus cembra* L.), модрини польської (*Larix polonica* Racib.), які збереглися з раннього голоцену в екстремальних едафічних умовах у ВС природних смеречин на Чорногорі та Горганах.

Досліджуючи на полонині Пожижевській гірсько-соснове криволісся в 9-му ВС, В.Г. Коліщук [9] встановив, що за останні 100 років прирости за діаметром та висотою у сосни гірської (*Pinus mugo* Turra) збільшувалися. У Бескидах в Ужанському національному природному парку ми констатували, що на полонинах Кременець та Розсипанець після припинення в 1946 р. випасу криволісся вільхи зеленої (Alneta viridis) стало спонтанно розширюватись. Для з'ясування впливу потепління клімату на динамічні тенденції криволісся та рослинних формацій в субальпійському ВС потрібні спеціальні дослідження. Близькими до наших висновків щодо динаміки вегетаційних ступенів в Українських Карпатах, є результати досліджень, проведених А. Бучеком та З. Грубим [22] в гірських лісах Чеської Республіки.

Узагальнений авторський сценарій щодо впливу глобального потепління на сукцесії лісових формацій є попереднім. Динамічні тенденції ВС та сукцесії лісових формацій – складний в часі й географічному просторі біогеоценотичний процес. Для його з'ясування потрібно організувати на базі природних заповідних територій довготривалий екологічний моніторинг за

автотрофним й гетеротрофним блоками та ґрунтовим середовищем. На Буковині для ялицево-дубових лісів з дуба звичайного в 3-му ВС для такого моніторингу придатний заказник державного значення "Петрівецький ліс" (181 га). Моніторинг у природних дубових, буково-дубових та дубово-букових з дуба скельного лісах у 4-му ВС можна проводити в заказнику державного значення "Тепла Яма" (92,8 га) в ДП "Ужгородське ЛГ". Моніторинг у букових, буково-ялицево-смерекових та смерекових лісах 5-го, 7-го, 8-го ВС доцільно організувати на експериментальних ділянках, закладених проф. А. Златніком у 1937 р. в Ужанському НПП та Мармароському масиві Карпатського біосферного резервату. Моніторинг за станом криволісся, субальпійських та альпійських лук в 9-му та 10-му ВС можливий в Чорногірському масиві Карпатського НПП та Карпатського біосферного заповідника.



Рис. 3. Всихання смерекових культур, створених на місці ялицевих бучин у Сколівських Бескидах (фото В.О. Крамарця)



Рис. 4. Бурелом у смерекових монокультурах (фото В.О. Крамарця)

З потеплінням та зміною клімату пов'язана ще одна лісівнича проблема – покращення санітарного стану смерекових монокультур, які створювали за межами її природного ареалу ще з початку 19-го ст. Деревина бука тоді не мала широкого попиту та економічного значення. Під час лютих зим, які періодично повторювалися, стовбури бука пошкоджувалися морозобоїнами. У 1928-1929 рр. в Карпатах температура знизилася до мінус 42 °С. Згідно з дослідженнями Е. Поланського [24], в Закарпатті тоді з'явились масові морозобоїни в букових лісах. Значної шкоди морози завдали бучинам у Сколівських Бескидах, у деяких місцях вони почали всихати [3].

Згідно з даними Державного агентства лісових ресурсів України, в Карпатах зараз нараховується 184,3 тис. га смерекових монокультур, створених за межами ВС смеречин (25 % від загальної площі лісів) [20]. Вони масово пошкоджуються вітровалами, буреломами, грибними хворобами і всихають (рис. 3-5).



Рис. 5. Феромонові пастки для короїдів на стовбурі смереки (фото В.О. Крамарця)

Переформування смерекових монокультур у корінні бучини та ялицеві бучини потрібне також у зв'язку почастішанням у Карпатах катастрофічних повеней. Як встановив В.С. Олійник [13], водозатримувальна здатність ґрунтів у смерекових лісах становить 75-90 мм, а в букових – 140-160 мм. Щоби покращувати водоохоронну та захисну роль гірських лісів, потрібно відтворювати корінні мішані насадження. Найкращими моделями для цієї мети є лісові екосистеми природно-заповідного фонду.

Потенційні екологічні наслідки потепління клімату в лісових екосистемах. Глобальне потепління й зміна кліматичного режиму можуть впливати на біологічні властивості деревних порід, їх природне поширення, сукцесії фітоценозів, функціонування екосистем як у негативному, так і позитивному аспектах. Тому існують підстави стверджувати про синдром впливу глобальної зміни клімату на лісовий біом. На підставі проведених попередніх досліджень в лісах Карпат встановлені такі можливі негативні наслідки цього синдрому:

- порушення фенологічного ритму стенотермних та стенотопних деревних порід, яким буде важко адаптуватись до змінених екологічних умов;
- збільшення небезпеки всихання монокультур смереки, створених поза межами її природного зростання;
- частіша періодичність екстремальних метеорологічних ситуацій та небезпека виникнення снігових лавин, повеней, зсувів ґрунту, селевих потоків;

- частішими можуть бути штормові вітри, що створюватиме небезпеку лісових вітровалів та буреломів;
- внаслідок потепління клімату може зростати небезпека лісових пожеж;
- потепління клімату сприятиме розвитку небезпечної для лісів ентомофауни, а збільшення вологості клімату – небезпечних грибних захворювань.

До позитивних наслідків синдрому впливу потепління клімату на функціонування лісових екосистем належать:

- скорочення термінів періодичності плодоношення, збільшення врожайності деревних порід та покращення їх репродуктивної здатності;
- можливість збагачення лісів теплолюбними аборигенними й інтродукованими видами;
- збільшення приросту деревних порід та продуктивності деревостанів внаслідок збільшення тривалості вегетаційного періоду;
- прискорення ренатуралізації зниженої верхньої межі лісів та покращення їх водо- та ґрунтозахисної ролі;
- можливе розширення рекреаційної сфери в гірських лісах та збільшення їх соціального значення.

У подальшій екологічній стратегії лісівництва в Карпатах потрібно мати на увазі як негативні, так і позитивні наслідки впливу глобальної зміни клімату на лісові формації й відповідно до них планувати систему лісогосподарської інфраструктури.

Підсумок. У лісотвірному процесі (сілвагенезі) й функціонуванні лісових екосистем вирішальне значення мають кліматичний та ґрунтовий чинники. Зумовлене у 20-му ст. техногенним впливом глобальне потепління клімату та зміна кліматичного режиму впливають як на біорізноманіття лісових формацій, так і на географічні закономірності їх поширення, які встановилися у пізньому голоцені. Порівняльні екологічні дослідження свідчать, що синергічний вплив глобальної зміни клімату проявляється по-різному в різних регіонах, а в гірських районах на різних гіпсометричних рівнях – залежно від їх географічного положення, специфіки кліматичних та ґрунтових умов, біологічних особливостей едифікаторних видів, ценотичних зв'язків між ними, напряму сукцесійних процесів. У Карпатах динаміка лісових формацій зумовлена, крім температурного чинника, оптимальною для бука вологістю клімату. Завдяки кількісній перевазі у природному поновленні та тіньовитривалості підросту, бук здатний витісняти дуб скельний у субформації буково-дубових лісів, та смереку – в субформації буково-ялицевих смеречин. У сучасних умовах потепління клімату смерека добре відновлюється природним шляхом на післялісових луках та полонинах, що сприяє спонтанній ренатуралізації верхньої межі лісу.

Екологічний сценарій щодо синергічного впливу глобального потепління клімату на функціонування лісових екосистем та їх динамічні тенденції може бути з'ясований шляхом тривалого моніторингу. У Карпатах такий моніторинг доцільно організувати в природних лісових формаціях на межі вегетаційних ступенів. Для мінімізації впливу потепління клімату на упорядкованість біосфери потрібно застосувати систему заходів, спрямованих на зменшення викидів парникових газів, як головної причини цього явища. Для підтримання киснево-вуглекислотного балансу в атмосфері важлива роль належить лісовому біому, який депонує значну частину органічного вуглецю, знижуючи, таким чином, небезпеку парникового ефекту. Тому потрібно збільшувати лісистість та підвищувати продуктивність лісів у глобальному вимірі. Таке завдання є пріоритетним для України, яка належить до найменш залісених країн Європи. Обґрунтування екологічної стратегії формування лісів майбутнього повинно здійснюватись з урахуванням існуючої тенденції зміни кліматичного режиму.

ЛІТЕРАТУРА

1. Андрианов М.С. Вертикальная термическая зональность Советских Карпат / М.С. Андрианов // Научный сборник Львовского гос. ун-та. – 1957. – Вып. 4. – С. 87-101.

2. Букша И.Ф. Изменение климата и лесное хозяйство Украины / И.Ф. Букша // Наукові праці Лісівничої академії наук України : зб. наук. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2009. – Вип. 7. – С. 11-14.

3. Голубец М.А. Ельники Украинских Карпат / М.А. Голубец. – К. : Вид-во "Наук. думка", 1978. – 266 с.

4. Дідух Я.П. Екологічні аспекти глобальних змін клімату: причини, наслідки, дія / Я.П. Дідух // Вісник Національної академії наук України : загальнонаук. та громадсько-політичний журнал. – 2009. – № 2. – С. 34-44.

5. Дідух Я.П. Якими будуть наші ліси? / Я.П. Дідух // Український ботанічний журнал : наук. журнал НАН України, Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України. – 2010. – Т. 17, № 3. – С. 321-343.

6. Друге національне повідомлення України з питань зміни клімату. – К. : Вид-во "Інтерпрес", ЛТД, 2006. – 80 с.

7. Клімат України / за ред. В.М. Ліпинського, В.Д. Дячука, Б.М. Бабиченка. – К. : Вид-во Раєвського, 2003. – 345 с.

8. Комендар В.І. До питання про динаміку рослинних поясів у Східних Карпатах / В.І. Комендар // Український ботанічний журнал : наук. журнал НАН України, Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України. – 1957. – Т. 14, № 3. – С. 15-25.

9. Колищук В.Г. Динамика прироста горной сосны (*Pinus mugo* Turra) в связи с солнечной активностью / В.Г. Колищук // Доклады Академии наук СССР. – М., 1966. – Т. 167. – № 3.

10. Лакида П.І. Зменшення ризику глобальної зміни клімату шляхом депонування вуглецю при лісорозведенні та лісовідновленні в Україні / П.І. Лакида, І.Ф. Букша, В.П. Пастернак // Науковий вісник НАУ : зб. наук. праць. – Сер.: Лісівництво. – К. : Вид-во НАУ. – 2004. – № 79. – С. 212-217.

11. Малиновський К.А. Рослинність високогір'я Українських Карпат / К.А. Малиновський. – К. : Вид-во "Наук. думка", 1980. – 278 с.

12. МГЕИК: Изменение климата, 2007. Обобщенный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата. – Женева, 2007. – 104 с.

13. Олійник В.С. Водоохоронно-захисна роль гірських лісів Українських Карпат, їх антропогенні зміни та шляхи оптимізації : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра с.-г. наук: спец. 06.03.03 – "Лісознавство і лісівництво" / В.С. Олійник. – Львів, 2008. – 40 с.

14. Пастернак В.П. Методичні підходи до моніторингу динаміки вуглецю у лісових екосистемах / В.П. Пастернак, І.Ф. Букша // Науковий вісник УкрДЛТУ : зб. наук.-техн. праць. – Сер.: Менеджмент природних ресурсів, економічна і лісова політика. – Львів : Вид-во УкрДЛТУ. – 1904. – Вип. 14.2. – С. 177-181.

15. Росгидромет. Стратегический прогноз изменений климата Российской Федерации до 2010-2015 гг. и их влияния на отрасли экономики России. – М., 2005. – 22 с.

16. Стихійні метеорологічні явища на території України за останнє двадцятиріччя (1986-2005) / за ред. В.М. Ліпинського, В.І. Осадчого, В.М. Бабиченка. – К.: Вид-во "Ніка-Центр", 2006. – 312 с.

17. Стойко С.М. Високогірно-зональні рослинні ступені Українських Карпат і їх зв'язки з геоморфологічною будовою /

С.М. Стойко // Український ботанічний журнал: наук. журнал НАН України, Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України. – 1969. – Т. 26, № 5. – С. 3-9.

18. Стойко С.М. Потенційні екологічні наслідки глобального потепління клімату в лісових формаціях Українських Карпат / С.М. Стойко // Науковий вісник УкрДЛТУ: зб. наук.-техн. праць. – Сер.: Глобальні зміни клімату – загроза людству та механізми відвернення. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2009. – Вип. 19.15. – С. 214-224.

19. Торфяные болота России: к анализу отраслевой информации / под ред. А.А. Сирена, Т.Ю. Пенаевой. – М. : Изд-во "Геос", 2001. – 190 с.

20. Шершун М.Х. Ліс як фактор збереження гірських районів Європи / М.Х. Шершун // Сталий розвиток Карпат та інших гірських регіонів Європи : матер. Міжнар. конф. – Ужгород, 2010. – С. 131-136.

21. Ярошенко П.Д. О природной динамике на верхней границе леса в Карпатах / П.Д. Ярошенко // Доклады Академии наук СССР. – М., 1957. – Т. XXVIII. – С. 128-136.

22. Bucek A. Global climate change and chances of vegetation / A. Bucek, Z. Hruby // Сталий розвиток Карпат та інших гірських регіонів Європи : матер. Міжнар. конф. – Ужгород, 2010. – С. 283-287.

23. Eswaron H. Organic carbon in soils of the words / H. Eswaron, E. van Den Berg, H. Reich // Soil science society of America journal. – 1993. – Vol. 57. – P. 192-194.

24. Polanský E. Učinek neobyčejné tuhé zimy v roce 1928-29 na lesní porosty / E. Polanský. – Praha, 1930. – 130 s.

25. Schmid E. Vegetacionsgürtel und Biocoenose / E. Schmid // Bericht der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft. – Zürich, 1941. – S. 12-25.

26. Stojko S.M. Pionowe zróżnicowanie szaty roślinnej w Karpatach Ukraińskych i w Użańskom Parku Narodowym / S.M. Stojko. – Roczniki Bieszczadskie. – 2003. – № 11. – S. 43-52.

27. Zlatník A. Vegetationsstufe und deren Indikation durch Pflanzenarten am Beispiel der Wälder der ČSSR / A. Zlatník // Preslia. – 1963. – № 35. – S. 31-51.

С.М. Стойко

ВЛИЯНИЕ ГЛОБАЛЬНОГО ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ЛЕСНЫЕ ФОРМАЦИИ КАРПАТ

В пределах выделенных в Украинских Карпатах десяти вегетационных ступеней проанализирована динамика лесных формаций, обусловленная глобальным изменением климата. Показана различная реакция дубовых из дубов обыкновенного и скального, буковых, буково-пихтовых-еловых и еловых лесов. Дана оценка отрицательных и положительных последствий влияния климатического режима на биологию древесных пород и функционирование лесных экосистем. Предложена программа экологического мониторинга для дальнейших исследований.

***Ключевые слова*:** изменение климата, вегетационные ступени, сукцессия.

S.M. Stojko

GLOBAL CLIMATE CHANGES IMPACT ON THE FOREST ECOSYSTEMS IN THE CARPATHIANS

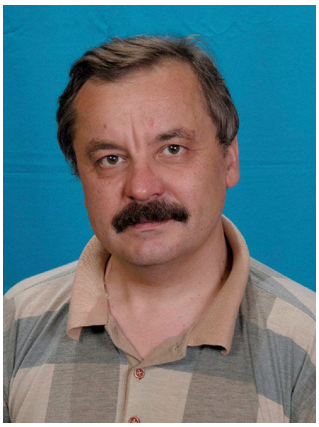
10 vegetation belts in the Ukrainian Carpathians are determined. The dynamics of forest formations development caused by global warming and climate changes impacts has been studied within the borders of these belts. Negative and positive consequences of these changes of the climatic regime have been estimated. The program of ecological monitoring was proposed for further investigation of the development of forest formations.

***Keywords*:** climate change, vegetation belts, succession.

УДК 630.22

М.В. ЧЕРНЯВСЬКИЙ[1], Г.Т. КРИНИЦЬКИЙ[2], В.І. ПАРПАН[3]

НАБЛИЖЕНЕ ДО ПРИРОДИ ВЕДЕННЯ ЛІСОВОГО ГОСПОДАРСТВА В УКРАЇНІ



Наближене до природи лісівництво – система організації і ведення лісового господарства, за якої досягається безперервне відновлення і формування максимально подібних за структурою і за генезисом лісостанів, близьких до природних. Для наближеного до природи ведення лісового господарства визначальними є такі принципи: безперервне існування лісового покриву; збереження біотичного різноманіття; відтворення структури природних різновікових лісів; постійне підтримання стійкості деревостанів; вирубування деревини в обсязі не більше річного приросту; постійна стабільність водоохоронних, захисних, кліматорегулятивних, санітарно-гігієнічних, оздоровчих та інших корисних властивостей лісів; збереження ґрунтового покриву; природоохоронні технології заготівлі деревини. На підставі моделювання природних процесів воно передбачає проведення такої системи заходів, яка посилює стійкість деревостанів і їх багатофункціональну роль за мінімально доцільного і необхідного втручання в життя лісу.

Ключові слова: *наближене до природи лісівництво, системи ведення господарства, динаміка деревостанів, стійкість лісів, природоощадні технології.*





Вступ. Стратегія розвитку лісового господарства України передбачає запровадження забезпечення багатофункціонального ведення лісового господарства та комплексного використання лісових ресурсів з врахуванням ландшафтно-водозбірних принципів ведення господарювання залежно від розподілу лісів за екологічним і господарським значенням, зменшення обсягів суцільних рубок, заміна їх на поступові і вибіркові рубки, вдосконалення системи лісокористування. Вирішення всіх цих завдань загалом ґрунтується на засадах наближеного до природи лісівництва.

Останнім часом з'явилося чимало інших, близьких за найменуванням і навіть за трактуванням підходів до відновлення і формування лісів (наприклад, екологічно орієнтоване лісівництво [4], багатофункціональне лісівництво [13] тощо), які є подібними парадигмами щодо перспектив практичного лісівництва. Такі підходи показують, що і в Україні важливим є впровадження таких систем господарювання, які базуються на знанні природи лісу і відповідній їй технології створення і вирощування лісів.

Проблема полягає в тому, що існуюча структура лісів є назагал спрощеною, оскільки серед існуючих систем господарювання перевагу надають суцільно-лісосічній системі через низку певних вигод, а також через недостатню і слабку економічну базу лісового сектору. Ця система господарювання є найбільш віддаленою від наближеного до природи лісівництва, а тому триває пошук як її вдосконалення, так і альтернативи. Надмірна й інтенсивна експлуатація лісів призвела до порушення природної структури і форми деревостанів, підірвала їх стійкість і резистентність. У комплексі заходів (від селекційно-генетичних до лісівничих і законодавчо-нормативних), які дадуть змогу мінімізувати інтенсивність ослаблення лісостанів і поступово привести до підвищення життєздатності і стійкості лісів, чільне місце належить упровадженню системи ведення сталого лісового господарства [5, 9, 10, 14]. У європейських країнах поступово надають перевагу системі безперервного лісового покриву, яка близька до Дауервальду [17, 21], чи наближеного до природи лісівництва [16, 19]. Її реалізовано у Швейцарії, Німеччині, Великобританії, Австрії [19, 23] і вона набу-

[1] **ЧЕРНЯВСЬКИЙ Микола Васильович** – член-кореспондент Лісівничої академії наук України, кандидат сільськогосподарських наук, доцент. Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів, 79057. Тел.: +38-067-352-81-87. E-mail: tschern@mail.lviv.ua

[2] **КРИНИЦЬКИЙ Григорій Томкович** – дійсний член Лісівничої академії наук України, перший віце-президент ЛАН України, доктор біологічних наук, професор. Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів, 79057. Тел.: +38-067-784-11-60. E-mail: krynytsk@ukr.net

[3] **ПАРПАН Василь Іванович** – дійсний член Лісівничої академії наук України, доктор біологічних наук, професор, директор. Український науково-дослідний інститут гірського лісівництва, завідувач кафедри біології та екології. Прикарпатський національний університет ім. Василя Стефаника. Україна, м. Івано-Франківськ. Тел.: +38-050-664-16-72. E-mail: girlis@ukr.net

ває все більше застосування у західноєвропейських і центральноєвропейських державах.

Методологічні засади. Сучасна система організації та ведення лісового господарства базується на екологічних та інвайронментальних засадах пріоритетності охорони і збереження лісових екосистем та їх біорізноманіття й найощадливішого використання лісів. Вона враховує як історичний досвід лісовідтворення і лісовирощування, так і досягнення передового практичного лісівництва інших держав. Методологія наближеного до природи лісівництва передбачає передовсім моделювання природних процесів, а відтак – проведення такої системи заходів, яка посилює стійкість деревостанів і їх багатофункціональну роль за мінімально доцільного і необхідного втручання в ліс [12, 14]. Методичні засади досліджень структури і динаміки лісів ґрунтуються на типологічній основі [2], а вивчення процесів природного поновлення і розвитку деревостанів – на популяційних засадах. Для прогнозу розвитку насаджень застосовують системний підхід [1] за комплексом параметрів, а фази розвитку деревостанів розглядають як неперервний самовідновлювальний і самопідтримувальний процес [22].

Вибір системи господарювання базується на можливості реалізації еколого-лісівничого (адаптаційного, наближеного до природи) принципу, за якого максимально враховують екологічні особливості заліснювання земель і генезис природних лісових біогеоценозів. Пріоритетним є також принцип адекватності: з одного боку, наближеність робіт з відтворення лісових ценозів до природних процесів, а з іншого – відповідність лісостанів середовищу, без єдності з яким не можна сформувати стійкого біогеоценозу. Оцінка ефективності ведення лісового господарства і, зокрема – збереження і відтворення лісових ресурсів, базується на пріоритеті біологічної стійкості лісів та якості виконання ними функцій регулювання екологічної рівноваги довкілля.

Стійкість лісів як екологічна проблема і системи ведення лісового господарства. Практичне лісівництво віддавна ґрунтувалося на екологічних засадах. Однак в останні десятиліття деякі екологічні прорахунки в лісокористуванні зумовили потребу опрацювання нових стратегій природокористування, охорони й збереження природних екосистем, їх біосферних і сировинних функцій. Ліси – найпотужніший регулятор глобальних процесів вологообігу і теплообігу, сонячної радіації, яка надходить до поверхні Землі. Вони є найпродуктивнішими екосистемами і найбільшими осередками збереження біорізноманіття видів, яке зростало в ході еволюції та забезпечувало відносну стабільність біосфери. Інтенсивний і масштабний вплив на ліси індустріального і сільськогосподарського виробництва, суперечності ринкової економіки стають дедалі загрозливішими для збереження природи. Обмеженість біологічних концепцій і недостатня природопізнавальна методологія проблем захисту навколишнього природного середовища (охорона зникаючих видів, охорона окремих природних компонентів, небезпека забруднення ґрунтів, повітря, вод, парниковий ефект, озонова дірка, утворення мережі заповідних територій) уже зараз відчутні [5, 8, 9].

У Декларації XIII Світового лісового конгресу (Буенос-Айрес, 2009) на тему: "Розвиток лісів: життєва рівновага", зазначено, що основними чинниками, які мають безпосередній вплив на лісовий сектор сьогодні та визначають напрямки його подальшого розвитку, є прогресуючі процеси зміни клімату. Ці зміни потребують як проведення заходів, спрямованих на підвищення стійкості лісостанів та їх адаптації до змін клімату, так і заходів, спрямованих на збільшення площі лісів. Отже, завдання лісівництва полягає в посиленні стійкості лісів проти несприятливих наслідків зміни клімату та сприянні збільшенню поглинання і зменшення викидів вуглецю в атмосферу.

Проблеми стійкості лісових екосистем є засадничими в сучасній лісовій екології, проте дотепер саме трактування стійкості залишається неоднозначним [3]. Тому виникає необхідність пізнання біологічних законів формування і розвитку природних лісів порівняно з лісами вторинних генерацій передовсім для практики ведення лісового господарства. Якщо поставлена мета лісового господарства і технологія робіт не узгоджуються з напрямом природних сукцесій, то вони вимагають зайвих витрат енергії або взагалі безуспішні через протидію механізму саморегуляції екосистем [1].

Відомо, що механізм адаптації лісових угруповань спрямований не на нагромадження максимальних запасів деревини, а на самозбереження. Корінні лісові угруповання, безумовно, є найбільш стійкими і краще пристосованими до умов місць зростання. Якщо середовище існування не змінюється, створюються значні запаси фітомаси, після чого синтез органічних речовин вирівнюється із споживанням енергії і речовин для підтримання екосистеми. І тому цілком закономірно, що стиглі корінні деревостани помірної зони характеризуються великими запасами деревини, але відносно низькою швидкістю її утворення.

Для лісівництва питання стійкості і стабільності лісів є чи не найважливішим. М. Голубець та Й. Царик [3] розуміють стабільність як узагальнену властивість живої системи, яка характеризує її нормальний (у розумінні І. Шмальгаузена [15]) за генетичною програмою розвиток у конкретних екологічних умовах; стійкість трактується як окрема властивість живої системи, яка характеризує її здатність протистояти несприятливим впливам того або іншого екологічного чинника. Ці поняття розрізняють і за часово-просторовими показниками: стабільність пов'язана з загальною структурно-функціональною організацією системи протягом усього часу її існування, а стійкість – з окремими її структурно-функціональними показниками і переважно з невеликим відрізком часу. Тривалість стабілізації пралісів проходила тисячоліттями, вона залежить від ступеня порушення рівноваги і змінюється роками, а то й сотнями років на відміну від штучно створених насаджень, для яких цей період на порядок коротший [10, 11]. Наявність великих площ культур потребує відповідної системи господарювання і власне тих заходів, які змогли би підвищити стійкість таких лісів [6].

Часто стверджують, що головне завдання лісового господарства – підвищення продуктивності і стійкості лісів. Поєднання цих цілей за максимального їх прояву неможливе [1, 6, 11]. Відносно стабільними є тільки клімаксові природні екосистеми (передовсім праліси), яким властива динамічна рівновага. Вдало створені і вирощені штучні насадження часто перева-

жають за інтенсивністю росту і нагромадженням стовбурової деревини природні деревостани, але завжди поступаються їм за стійкістю. Саме тому треба чітко окреслити функції лісів та диференційовані підходи щодо організації, управління, ведення лісового господарства та лісокористування, а відтак втілювати їх у практику лісогосподарювання. Система організації та ведення лісового господарства у кожній державі склалася історично, має свої традиції і до певної міри є усталеною. В Україні вона чинна вже більш ніж півстоліття, подібна до систем багатьох європейських держав і загалом дотепер себе виправдовувала. Тепер головним стратегічним документом щодо розвитку лісового господарства України є Державна цільова програма "Ліси України на 2002-2015 роки", у якій стрижневим моментом виступає така організація ведення господарства, за якої реалізуються різні системи господарювання та в основу яких покладено принципи наближеного до природи лісівництва. Жодну зі систем лісовирощування не можна рекомендувати повсюдно чи відхилити зовсім, бо різноманітні природні та суспільні умови потребують диференційованих методів лісівництва [5, 6, 7, 12, 18]. Вони ґрунтуються на визнанні того, що виходячи з природних умов є реально можливим, а що варто відразу вилучити. Природні обмеження майже завжди ще додатково звужуються реальним станом лісу, його просторово-часовою структурою, породним складом дерев і станом їх здоров'я. До цього додаються також вимоги споживачів до кількості та якості сировини, тому треба застосовувати такі системи лісовирощування, які дають змогу протягом необмеженого часу якнайкраще задовольняти найрізноманітніші суспільні потреби у межах природних можливостей та змін середовища [12, 13, 14].

Зростаючий антропогенний вплив на лісові екосистеми та на довкілля, зменшення площі природних лісів, невисока лісистість і зростання дефіциту лісової продукції, формування нових економічних відносин у державі зумовлюють потребу удосконалення системи ведення лісового господарства, яке полягає в поступовій модернізації її елементів (підсистем).

Концептуальні екологічні принципи збереження і підтримання стійкості лісів. Система організації і ведення лісового господарства на екологічних та інвайронментальних засадах – це комплекс заходів, які можуть бути здійснені на певних концептуальних принципах. Для досягнення ощадливого, невиснажливого і збалансованого використання біологічного та ландшафтного розмаїття потрібно стимулювати дотримання десяти визнаних європейським співтовариством принципів. На засадах Всеєвропейської стратегії збереження біологічного та ландшафтного розмаїття стосовно лісів вони можуть бути сформульовані так:

- виважене, на основі всебічних обґрунтувань, прийняття рішень щодо використання багатогранних функцій лісів, де враховано елементи збереження, ощадливе, невиснажливе і збалансоване використання біологічного та ландшафтного різноманіття;
- екологічна експертиза проектів за участю громадськості, зокрема тих, що стосуються віку рубки та обсягів лісокористування, прорахунки в яких можуть мати негативні для довкілля наслідки;
- запобіжний характер заходів щодо охорони лісів та довкілля загалом;
- переміщення видів діяльності (зокрема недеревинного лісокористування), що згубно впливають на біологічне та ландшафтне розмаїття в менш багаті на це розмаїття області;
- компенсаційні природозахисні заходи з приводу шкоди, заподіяної лісам та довкіллю;
- підтримка екологічної цілісності середовищ існування лісу, як необхідної умови існування людини, виживання різних видів рослин і тварин;
- відновлення і відтворення елементів біологічного та ландшафтного розмаїття там, де це ще можливо і доцільно;
- застосування найкращих із наявних технологій ведення лісового господарства та найкращих екологічних методів захисту і збереження лісів;
- адресна відповідальність за забруднення і техногенний вплив на ліси;
- забезпечення участі громадськості та доступ її до інформації з метою активної підтримки дій щодо збереження біологічного та ландшафтного розмаїття лісових екосистем.

Ґрунтуючись на цих десяти глобальних принципах, ми нижче сформулювали екологічні основи збереження, відновлення та раціонального використання лісів. Вони є методичним фундаментом і пріоритетами для реалізації системи господарювання в лісах на екологічних та інвайронментальних засадах.

Наближене до природи лісівництво як сучасна система організації і ведення лісового господарства. Наближене до природи лісівництво – система організації і ведення лісового господарства, за якої досягається безперервне відновлення і формування максимально подібних за структурою і за генезисом лісостанів, близьких до природних [14].

Для наближеного до природи ведення лісового господарства визначальними є такі принципи: безперервне існування лісового покриву; збереження біотичного різноманіття; відтворення структури природних різновікових лісів; постійне підтримання стійкості деревостанів; вирубування деревини в обсязі не більше від річного приросту; постійна стабільність водоохоронних, захисних, кліматорегулятивних, санітарно-гігієнічних, оздоровчих та інших корисних властивостей лісів; збереження ґрунтового покриву; природоохоронні технології заготівлі деревини. Наближене до природи лісівництво максимально враховує екологічні умови місцезростання і генезу природних лісових біогеоценозів. На підставі моделювання природних процесів воно передбачає проведення такої системи заходів, яка посилює стійкість деревостанів та їх багатофункціональну роль за мінімально доцільного і необхідного втручання в життя лісу [12, 14]. Технологія створення і формування лісостанів базується на вирощуванні цільових насаджень залежно від мети господарювання, кліматичних і ґрунтово-гідрологічних умов, біології і екології порід. При цьому застосовують різні, але якомога ближчі до природного лісу, індивідуальні і диференційовані підходи до планування ведення лісового господарства в різних умовах. Ці принципи можуть бути реалізовані на практиці за відповідної системи господарювання, насамперед – вибіркової.

За такого підходу ліс розглядають як екосистему, а тому необхідний і можливий у тієї чи іншої міри екосистемний і цілком невиснажливий підхід до ведення лісового господарства [16, 18]. Вибір альтернативної

системи господарювання повинен бути заснований на розумінні вибагливості видів рослинного і тваринного світу до умов середовища, природного потенціалу ділянки, ґрунтово-гідрологічних і кліматичних умов.

Наближене до природи лісівництво є багатофункціональним [13]. При цьому ліс використовують без надуживання, зберігаючи його цілісність і самовідновлюваність. Управління лісами і їх використання проводять з такою інтенсивністю, яка забезпечує збереження природного біорізноманіття, високу життєздатність, продуктивність, здатність до відновлення; можливість виконувати лісом зараз і в майбутньому екологічні, економічні і соціальні функції на місцевому, національному і глобальному рівнях.

Практичне застосування принципів наближеного до природи ведення лісового господарства. В Україні наближене до природи лісівництво на засадах багатофункціональності реалізується поступово, починаючи з експериментальних наукових стаціонарів і мережі ділянок лісу практичного господарювання. З уведенням у дію "Правил поліпшення якісного складу лісів", у яких задекларовано, що "Рубки формування і оздоровлення лісів проводяться способами, що забезпечують поступове відтворення і формування лісів, близьких до природних, постійне підтримання стійкості деревостанів" (п. 3), створено нормативно-правове підґрунтя для практичного впровадження принципів наближеного до природи лісівництва у державі.

Нині, завдяки розпочатій в Україні роботі з сертифікації лісів, у лісогосподарську практику передових підприємств галузі активно запроваджується досвід відтворення лісів європейських країн. Особливу увагу приділяють апробації у виробничих умовах сучасних інтерпретацій окремих способів рубок материнських деревостанів та прийомів лісовідновлення, властивих екологічно орієнтованому лісівництву [4], зокрема: проведення вибіркових, поступових і вузько-лісосічних способів лісовідновних рубок; залишення на зрубах дерев-насінників; проведення лісогосподарських заходів зі сприяння появі самосіву головних порід і збереження природного поновлення, включаючи обробіток ґрунту і підсів насіння та деякі інші заходи. В Україні реалізовано швейцарсько-український проект розвитку лісового господарства в Закарпатті "FORZA", в рамках якого опрацьовували засади наближеного до природи лісівництва. Зокрема, видано посібник "Наближене до природи лісівництво в Українських Карпатах" (2006), проведено в цьому напрямку навчальні семінари в Закарпатті та Івано-Франківщині і навчальні поїздки українських фахівців до Швейцарії, у 38 типах лісу на території 14 державних лісогосподарських підприємств Закарпаття закладено 126, а в Карпатському біосферному заповіднику – 12 стаціонарних експериментальних ділянок з переформування насаджень [14].

Проектом "FORZA" разом з ВО "Укрдержліспроект" розроблено також дворівневі плани організації і ведення лісового господарства за принципами наближеного до природи лісівництва для двох пілотних лісництв – Щаульського (ДП "Рахівське ЛДГ) та Нижньобистрівського (ДП "Хустське ЛДГ"). Проведено два семінари-тренінги для працівників ВО "Укрдержліспроект" з рубок переформування насаджень і встановлення критеріїв для їх призначення.

Крім цього, у рамках наукового німецько-українського проекту "Дністер" упродовж 1998-2003 рр. у 43 мішаних смерекових, ялицевих, букових і дубових насадженнях Львівщини досліджено типологічні особливості, структуру, продуктивність, способи лісокористування та запропоновано для цих лісів заходи з наближеного до природи лісівництва.

Українським науково-дослідним інститутом гірського лісівництва ім. П.С. Пастернака у 80-х роках минулого століття закладено дослідні об'єкти із застосуванням комплексних рубок у чистих букових і хвойно-букових деревостанах Закарпаття та Передкарпаття, а також рубок переформування в похідних смеречниках Карпатського регіону.

Кафедрою лісівництва Львівського лісотехнічного інституту (нині Національного лісотехнічного університету України – НЛТУ України) у 1962-1963 рр. закладено унікальний стаціонарний експеримент з відтворення складних грабово-дубово-соснових лісостанів природним насінним шляхом. У процесі проведення різних способів поступових рубок, доглядових рубань та інших лісогосподарських заходів на теперішній час на стаціонарі сформувався молодий цільовий, насінного походження лісостан вертикально зімкненої структури з сосни, дуба, граба та домішки клена, явора, липи, бука. У 2003-2006 рр. кафедрою лісівництва НЛТУ України і Львівським обласним управлінням лісового і мисливського господарства у грабово-соснових, грабово-дубових і букових лісах Львівщини створено вісім, а кафедрою екології цього ж університету у заплавних в'язово-ясенево-дубових і буково-дубових лісостанах Закарпаття – два науково-виробничих стаціонари з випробування різних способів рубок переформування.

Двадцять дві демонстраційні ділянки з переформування одновікових дубових і соснових насаджень у Лісостепу і Поліссі закладено також кафедрами лісівництва та лісового менеджменту Національного університету біоресурсів і природокористування України.

За підтримки проекту "FORZA" Державним комітетом лісового господарства України створено Карпатський регіональний навчальний центр з перепідготовки фахівців лісового господарства, в якому організовано вивчення методів ведення лісового господарства на принципах наближеного до природи лісівництва.

Результати експериментів першого етапу переформування насаджень на демонстраційних пробних площах у Закарпатті свідчать про те, що за чіткого дотримання принципів наближеного до природи лісівництва, науково обґрунтованого підходу і належної організації робіт можна домогтися природного поновлення, сформувати деревостан цільового складу і структури. Заходи економічно ефективні навіть на невеликій площі за умови їх здійснення у пристигаючих і стиглих середньо- і високостовбурових деревостанах та наявності лісових доріг.

При цьому зникає потреба у заготівлі насіння, вирощуванні садивного матеріалу, створенні культур і догляду за ними, а також забезпечується стабільне користування деревиною відповідних сортиментів та іншими недеревними продуктами лісу. Рубки переформування, як складова вибіркової системи ведення господарства, є економічно доцільними як для лісогосподарських підприємств, так і для громад, оскільки їх проведення забезпечує безперервну наявність лісового

покриву і виконання ними всіх функцій. Вони повинні проводитись так, щоб звести до мінімуму негативний вплив звалювання і трелювання деревини, а також трелювальної техніки на лісове середовище. Тому технологічні схеми мають базуватися на застосуванні гужового транспорту для перевезення лісоматеріалів до верхнього складу або на використанні канатних установок типу "Maxwald", "Valentini", "Gantner", "Larix" тощо. Природоохоронні технології, залежно від умов, збільшують вартість заготівлі деревини лише на 10-15 %.

Детальне ознайомлення багатьох лісівників, як практиків, так і спеціалістів "рівня прийняття рішень" з методологією наближеного до природи лісівництва і сприйняття ними цієї лісівничої парадигми як такої, що може бути реалізована в умовах України, є позитивними передумовами впровадження саме такої сучасної системи господарювання.

Перспективи запровадження наближеного до природи лісівництва. Програмне вирішення проблеми наближеного до природи лісівництва як системи ведення лісового господарства в Україні досі не знайшло свого місця серед дієвих інструментів реалізації державної лісової політики. Однак в Україні наближене до природи ведення лісового господарства перспективне як у гірських, так і в рівнинних лісах. Воно є основою підтримання їх стійкості і стабільності. Однією із важливих складових цього процесу є поступовий і планомірний перехід від переважного застосування суцільно-лісосічних рубок до вибіркових методів ведення лісового господарства на базі машинізації лісозаготівельних робіт і природозберігаючих технологій. Ця система господарювання доцільна для тих лісорослинних умов, де суцільно лісосічні рубки себе мало, або ніколи не виправдовують, оскільки відтворення лісів штучним способом є не завжди успішне, потребує великих затрат, а формування деревостанів бажаного складу і структури розтягується у часі і не завжди є ефективним. Передовсім – це насадження на перезволожених землях, кам'янистих розсипищах, перевіяних пісках, крутосхилах, паростеві насадження третьої-четвертої генерації, низькостовбурні захисні деревостани, розладнані деревостани після стихійних лих та інвазій хвороб і шкідників тощо.

Стратегічним завданням наближеного до природи лісівництва є відтворення потенційної природної рослинності [19, 20] залежно від умов місцезростання; введення інших видів можливе настільки, наскільки це не матиме негативного впливу на екосистему. Необхідною є гнучкість ведення господарства тепер і у майбутньому для досягнення збалансованості між інтенсивністю використання лісових ресурсів з можливими потребами майбутніх поколінь.

Регулювання динаміки деревостанів за принципами природоохоронного лісівництва передбачає використання процесів природного поновлення (на противагу штучному) для створення і розвитку багатоярусної різновікової різнопородної структури деревостанів відповідно до біологічних і екологічних особливостей порід. Доповнення садінням чи підсівом виступає лише як додатковий захід. Деяке спрощення структури насаджень може зумовлюватися лісорослинними умовами.

Наближене до природи лісівництво потребує застосування такої технології і техніки заготівлі, яка має зберігати природне поновлення і спричиняти якнайменші пошкодження дерев, що залишаються; наявність або створення оптимальної мережі лісових доріг; реалізація економічної рентабельності багатоцільового використання лісу (рекреація, туризм, водоохоронно-захисні та кліматорегулювальні функції, збереження тваринного світу, естетична і соціальна роль тощо).

Отже, реалізація принципів і методів наближеного до природи лісівництва потребує системного підходу, координації зусиль на різних рівнях, використання збалансованих екологічних, економічних і соціальних підходів. Методи і способи наближеного до природи лісівництва дають змогу повніше реалізувати програмні завдання Кіотського протоколу, повніше і послідовніше виконувати зобов'язання держави щодо можливості лісів у поглинанні парникових газів, реалізовувати міжнародні зобов'язання України щодо сталого ведення лісового господарства (Гельсінська, Лісабонська декларації, Карпатська конвенція тощо), охорони довкілля (Бернська, Рамсарська та інші конвенції і угоди), доступу до екологічної інформації (Оргуська конвенція).

На найближчу перспективу найголовнішими завданнями щодо застосування принципів і способів наближеного до природи ведення лісового господарства в Україні є:

1. Опрацювання й ухвалення Настанов або Правил наближеного до природи лісівництва в Україні, а відтак Концепції, і, як їх похідних нормативних документів, – затвердження диференційованих систем ведення господарства в різних категоріях лісів та розроблення інструкцій із способів наближеного до природи лісівництва та рубок переформування для рівнинних і гірських лісів. Наявність таких документів дасть змогу опрацьовувати і приймати всі інші нормативні документи з ведення лісового господарства України на єдиній основі і таким чином закладе засади поступового цілеспрямованого переходу до сучасних систем ведення лісового господарства. Засади і практичні заходи із збереження біорізноманіття, яке здатне найкраще забезпечити наближене до природи лісівництво, мають бути складовою пропонованих до розроблення нормативних документів.

2. Обґрунтування вибіркової системи господарювання, для чого необхідно всебічно оцінити функції лісів за типами лісу, розрахувати обсяг заготівлі всіх лісових ресурсів, передовсім – деревини, тепер, на найближчу (10-20 років) і довготермінову перспективу (60-100 років), врахувати глобальні зміни клімату, тенденції пріоритетів багатофункціонального лісівництва.

3. Застосування у практиці ведення лісового господарства диференційованих видів, способів і методів доглядових рубань за типами лісу і цільовими програмами лісовирощування; запровадження поступового і планомірного переходу від переважаючих суцільно лісосічних способів рубок до раціонального поєднання вибіркових і поступових способів рубок з формуванням складної різновікової структури насаджень і переходом у майбутньому переважно до вибіркової системи ведення лісового господарства у гірських лісах Карпат і Криму, а також збільшення частки вибіркової системи господарювання у рівнинних лісах України. Для лісів Криму перехід на вибіркову систему господарювання навіть не розпочато, хоча ця система є єдино доцільною для регіону, виходячи з наявного стану лісів, їх категорій захисності і чинного лісового законодавства.

4. Перегляд і розроблення нових нормативних документів. Так, чинними нормативними документами регламентується проведення рубок головного користування в стиглих і перестиглих деревостанах, а не вирубування стиглих і перестиглих дерев у деревостані, що гальмує впровадження вибіркової системи господарювання. За вибіркової системи господарювання деревостани за своєю віковою структурою повинні бути в часі різновікові з наявністю у складі до 20 відсотків дерев у віці стиглості. Необхідне відповідне нормативно-правове забезпечення щодо запровадження вибіркової форми господарювання.

5. Внесення відповідних змін до системи лісовпорядкування України, забезпечення відповідної фахової підготовки спеціалістів шляхом проведення семінарів, тренінгів, закладення стаціонарних тренувальних пробних площ, стаціонарів еталонних насаджень за стійкістю, різновіковістю і продуктивністю.

6. Забезпечення лісовпорядкування матеріалами дистанційного зондування Землі високої роздільної здатності (ортофотоплани, космічні знімки), даними кадастрових зйомок меж землекористувачів, топографічними картами крупного масштабу. Ці проблеми мають вирішуватись на міжгалузевому рівні. Отримати різнобічну об'єктивну характеристику лісів з наперед визначеною точністю на регіональному і національному рівнях, зокрема такого ключового показника для регулювання лісокористування як поточний приріст насаджень, можна тільки в процесі національної (вибірково-статистичної) інвентаризації лісів. Після її проведення буде можливо достовірно і точно визначити площі і категорії лісів, на яких доцільно запровадити вибіркову систему господарювання, диференціювати нормативи наближеного до природи лісівництва для різних категорій лісів.

7. Закладення мережі дослідних ділянок з рубок переформування в характерних для лісогосподарського підприємства типах лісу, різних типах деревостанів і лісах різного функціонального призначення, здійснення на них періодичного контролю (моніторингу) з метою оцінювання отриманих результатів; розроблення цільових типів деревостанів для груп близьких типів лісу та залежно від функціонального призначення лісів.

8. Розроблення планів ведення лісового господарства на нових для України засадах. Підґрунтям для цього може бути досвід лісовпорядкування на принципах наближеного до природи лісівництва в двох пілотних лісгоспах – Рахівському і Хустському Закарпатського обласного управління лісового і мисливського господарства.

9. Створення розвиненої мережі лісових доріг, яка зараз є недостатньою та застосування природозахисних технологій заготівлі. Необхідне фінансування для придбання сучасного трелювального устаткування, розширення мережі лісових доріг, застосування різноманітних сучасних екологічно безпечних технологій заготівель.

10. Створення передумов для пріоритетного та економічно вигідного для лісогосподарських підприємств проведення поступових та вибіркових рубок, застосування природоощадних технологій заготівлі деревини, збереження лісового середовища і біотичного різноманіття та відтворення лісів переважно природним шляхом як основи запровадження наближеного до природи лісівництва.

11. Підготовка відповідних навчальних і методичних посібників для студентів, викладачів, практиків; проведення тренінгів для фахівців кожного лісництва, лісовпорядкувальників, керівників лісогосподарських підприємств.

12. Активізація роботи Карпатського регіонального навчального центру шляхом широкого розповсюдження напрацювань наближеного до природи лісівництва та проведення теоретичних, практичних і польових тренінгів. Доцільним було би також створити групу експертів з наближеного до природи лісівництва з числа науковців та досвідчених фахівців-практиків. Експертна група могла би координувати втілення Програми наближеного до природи лісівництва в Україні, а також надавати наукову, консультаційну і методичну допомогу лісівникам під час запровадження сучасної системи ведення господарства.

Реалізація зазначених заходів дасть змогу в перспективі забезпечити сталість лісокористування в усіх регіонах держави, значно поліпшити якісний склад лісів, оптимізувати вікову структуру насаджень, домогтися поновлення деревостанів природним шляхом, підвищити стійкість і продуктивність лісів України.

Висновки. Основоположними документами у галузі лісового господарства України (Лісовий кодекс України, Державна цільова програма "Ліси України на 2010-2015 рр.", Правила поліпшення якісного складу лісів) передбачено запровадження принципів невиснажливого лісокористування та екосистемного підходу в процесі реформування та збалансованого розвитку лісового господарства, яке у своїй основі базується на засадах наближеного до природи лісівництва. У комплексі заходів, які мінімізують інтенсивність ослаблення лісостанів і поступово призводять до підвищення життєздатності і стійкості лісів, чільне місце належить упровадженню системи стійкого ведення лісового господарства.

Прогресуючий антропогенний вплив на довкілля призвів до зниження біологічної стійкості лісових екосистем і небажану зміну їх складу і структури. Існуюча суцільно лісосічна система господарювання, яка є найбільш віддаленою від наближеного до природи лісівництва, призвела до спрощення структури лісостанів та зниження їх життєздатності. Необхідне розроблення більш досконалих альтернативних систем ведення лісового господарства.

У лісах України доцільним є запровадження наближеного до природи лісівництва, за якого досягається безперервне існування лісового покриву, збереження біорізноманіття і відтворення біологічно стійких високопродуктивних різновікових мішаних лісостанів зі складною вертикальною і горизонтальною структурою на основі природного насінного поновлення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Буш К.К. Экологические и технологические основы рубок ухода / К.К. Буш, И.К. Иевинь. – Рига : Изд-во "Зинатне", 1984. – 172 с.

2. Воробьев Д.В. Методика лесотипологических исследований / Д.В. Воробьев. – К. : Вид-во "Урожай", 1969. – 388 с.

3. Голубець М. Стійкість і стабільність – важливі ознаки живих систем / М. Голубець, Й. Царик // Ойкумена. – 1992. – № 1. – С. 21-26.

4. Маурер В.М. Теоретичні та технологічні основи відтворення лісів на засадах екологічно орієнтованого лісівництва / В.М. Маурер, М.І. Гордієнко, Ф.М. Бровко // Науково-технічна інформація. – 2009. – Вип. 2. [Електронний ресурс]. – Доступний з http://www.lesovod.org.ua/sites/default/files/docs/fmscpubl/nti_2.pdf

5. Парпан В.І. Екологічні основи використання лісів України за їх цільовим призначенням / В.І. Парпан, М.В. Чернявський, В.М. Ільчук // Екологія та ноосферологія : Міжнар. наук. журнал. – 1996. – Т. 3. – № 5. – С. 24-34.

6. Пастернак П.С. Оптимизация состава дубовых насаждений и повышение их устойчивости / П.С. Пастернак, Н.В. Чернявский, А.П. Богомолов, В.А. Игнатенко // Дубравы и повышение их продуктивности : сб. научн. тр. ВАСХНИЛ. – М. : Изд-во ВАСХНИЛ, 1981. – С. 133-140.

7. Попков М.Ю. Лесообеспеченность, лесной фонд и лесопользование на Украине / М.Ю. Попков, Н.П. Савущик. – Харьков, 1992. – 111 с.

8. Сытник К.М. Современные представления об инвайронментализме / К.М. Сытник, С.П. Вассер // Екологія та ноосферологія : Міжнар. наук. журнал. – 1996. – Т. 2. – № 3-4. – С. 28-40.

9. Чернявський М.В. Деградація лісів і її екологічні наслідки / М.В. Чернявський // Раціональне природокористування та охорона навколишнього середовища. – К. : Вид-во НМК ВО, 1991. – С. 83-101.

10. Чернявський М.В. Ліси України та збереження їхнього біологічного розмаїття. Охорона пралісів України / М.В. Чернявський // Конвенція про біологічне розмаїття: громадська обізнаність і участь. – К. : Вид-во "Стилос", 1997. – С. 75-89.

11. Чернявський М.В. Динаміка структури букових пралісів Боржави. / М.В. Чернявський, І.В. Хміль // Науковий вісник УкрДЛТУ : зб. наук.-техн. праць. – Львів : Вид-во УкрДЛТУ. – 1998. – Вип. 8.1. – С. 21-34.

12. Чернявський М.В. Наближене до природи лісівництво в Українських Карпатах / М.В. Чернявський, Р. Швіттер, Р.В. Ковалишин та ін. – Львів : Вид-во "Піраміда", 2006. – 88 с.

13. Чернявський М.В. Багатофункціональне лісове господарство на засадах наближеного до природи лісівництва / М.В. Чернявський // Молодь у вирішенні регіональних та транскордонних проблем екологічної безпеки : матер. Шостої Міжнар. наук. конф., Чернівці, 11-12 травня 2007 р. – Чернівці : Вид-во "Зелена Буковина", 2007. – С. 372-375.

14. Чернявський М.В. Наближене до природи ведення лісового господарства в Україні / М.В. Чернявський // Лісовий і мисливський журнал. – 2008. – № 1. – С. 14-17.

15. Шмальгаузен И.И. Кибернетические вопросы биологии / И.И. Шмальгаузен. – Новосибирск : Изд-во "Наука", 1968. – 224 с.

16. Шютц Жан-Филип. Лесовъдство / Жан-Филип Шютц. – София : Изд-во "Земиздат", 1999. – 436 с.

17. Bennett K.D. Post glacial vegetation history: ecological consideration / K.D. Bennett // Vegetation history, 1988. – P. 700-724.

18. Chernyavskij M. Preservation of the Ukrainian Forests and ecological Balance (Trends and Prospects) / M. Chernyavskij, I. Shvadchak // Conservation of Forests in Central Europe. – Zvolen, 1994. – P. 123-130.

19. Fregner M. Nachhaltigkeit und Erfolgskontrole im Schutzwald / M. Fregner, B. Wasser, R. Schwitter // Wegleitung fuer Pflegemassnahmen in Waeldern mit Schutzfunktion, Vollzug Umwelt. – Bern : Bundesamt fuer Umwelt, Wald und Landschaft. – 2005. – 564 s.

20. Heiss G. Inventory of natural (virgin) and ancient semi-natural woodlands within the councils' member states and Finland / G. Heiss // European Committee for the Conservation of Nature and Natural Resources. – 1987. – 462 p.

21. Helliwell D.R. Dauerwald / D.R. Helliwell // Forestry. – 1997. – № 70. – P. 375-380.

22. Leibundgut H. Ueber Zweck und Methodik der Struktur und Zuwachsanalyse in Uhrwalde / H. Leibundgut. – Schweiz. Zeitschr. Forstwes. – 1959. – Bd. 110. – S. 111-124.

23. Thomasius H. Waldökologie, Waldbausysteme und Waldfunktionen / H. Thomasius // Folia dendrol. – 1990. – Vol. 17. – S. 247-274.

Н.В. Чернявский, Г.Т. Криницкий, В.И. Парпан

БЛИЗКОЕ К ПРИРОДЕ ВЕДЕНИЕ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА В УКРАИНЕ

Близкое к природе лесоводство – система организации и ведения лесного хозяйства, при которой достигается непрерывное возобновление и формирование максимально близких к природным по структуре и по генезису древостоям. Для приближенного к природе ведения лесного хозяйства определяющими являются следующие принципы: непрерывное существование лесного покрова; сохранение биотического разнообразия; воспроизведение структуры природных разновозрастных лесов; постоянное поддержание устойчивости древостоев; вырубка древесины в объеме не больше годового прироста, постоянная стабильность водоохранных, защитных, климаторегулирующих, санитарно-гигиенических, оздоровительных и иных полезных свойств лесов, сохранение почвенного покрова; природоохранные технологии заготовки древесины. На основании моделирования природных процессов оно предусматривает проведение такой системы мероприятий, которая усиливает устойчивость древостоев и их многофункциональную роль при минимально целесообразном и необходимом вмешательстве в жизнь леса.

***Ключевые слова*:** близкое к природе лесоводство, системы ведения хозяйства, динамика древостоев, устойчивость лесов, природосберегающие технологии.

M.V. Chernyavskyy, G.T. Krynytskyi, V.I. Parpan

CLOSE-TO-NATURE FOREST MANAGEMENT IN UKRAINE

Close-to-nature forestry measures is a forest management system, which is achieved by continuous renewal and forming the most close to natural ones forest stand in terms of structure and genesis. For close-to-nature forest management it is crucial to use the following principles: existence of continuous forest cover, conservation of biotic diversity, restoration of natural uneven-aged forest structure; permanent maintenance of tree stands' stability; volume of harvested timber should not exceed an the annual growth; continuous stability of water protection, protective, climate regulation, sanitary and hygiene, health and other useful functions of forests; ground cover protection; sustainable technologies in timber harvesting. It is possible to implement a system of measures, based on natural processes simulation which enhances stability of stands and their multifunctional role under the minimal reasonable and really necessary interventions in forest ecosystem life.

***Keywords*:** close-to-nature forest management, management systems, dynamics of stands, stability of forests, environmentally friendly technologies.

2. ЛІСОЗНАВСТВО ТА ЛІСІВНИЦТВО

УДК 630[26+622]*

Г.Б. ГЛАДУН[1]

ВИЗНАЧЕННЯ ПОТЕНЦІЙНОЇ МІНІМАЛЬНО НЕОБХІДНОЇ ЗАХИСНОЇ ЛІСИСТОСТІ АГРОЛАНДШАФТІВ РІВНИННОЇ ЧАСТИНИ УКРАЇНИ

Викладено принципи формування потенційної мінімально необхідної захисної лісистості агроландшафтів та її показники з урахуванням сучасної нормативної бази та існуючої структури земель сільськогосподарського призначення. Результати досліджень можуть бути корисними для удосконалення просторової структури сучасних агролісоландшафтів і використані для планування регіональних природоохоронних заходів. Наведено площі захисних насаджень та відсоток їх участі у структурі угідь для адміністративних територій країни.

Ключові слова: *мінімально необхідна захисна лісистість, структура агроландшафту, ефективний захисний вплив.*

Вступ. Лісистість території є одним із визначальних показників лісового господарства [25]. Водночас вона є інформативним ресурсом під час характеристики стану екологічних, економічних, соціальних та інших умов певної території. Отож, проблему визначення загальної оптимальної лісистості досліджували у низці публікацій [1, 2, 7, 9, 16, 21, 26]. Найбільш наближеними до теми досліджень є засади формування лісистості О.О. Молчанова [27], який виділив кілька типів оптимальної лісистості: протидефляційну, полеґрунтозахисну, водопоглинальну, водоохоронно-ґрунтозахисну, водоохоронно-водорегулювальну, берегозахисну та цикл робіт з означених проблем Ю.П. Бялловича [1], які стосуються безпосередньо території України.

Постановка проблеми. Велику увагу в Україні приділяли встановленню оптимальної (мінімально необхідної) полезахисної лісистості [12, 13, 15, 21, 22, 24, 28, 37, 32], яка є головною характеристикою стану захищеності агроландшафтів.

Усталеним визначенням лісистості території є відношення площі земель, вкритих лісовою рослинністю, до загальної площі їх дислокації, виражене у відсотках, а оптимальною лісистістю – мінімально необхідна площа лісів, за якої задовольнятимуться потреби національної економіки й населення в матеріальній продукції лісу, його захисних функціях і властивостях, рекреації тощо [8, 9, 12, 18, 21, 27].

Захисна лісистість є складовою загальної лісистості території, яка відображає участь насаджень, що виконують захисні функції на різних категоріях земель. Розрізняють також поняття "захисна лісистість сільгоспугідь" – відношення площі всіх категорій захисних лісових насаджень в агроландшафті до загальної площі сільгоспугідь [18]. Під час визначення захисної лісистості розраховують необхідні площі систем захисних насаджень різного цільового призначення (цільових груп захисних насаджень): прирічкових, протиерозійних, полезахисних, стокорегулювальних, пришляхових, захисних насаджень сільських населених пунктів тощо.

Отже, *метою досліджень* є визначення площ зазначених цільових груп захисних насаджень, які територіально дислоковані в межах агроландшафтів і переважно в їх межах виконують меліоративні функції, за винятком деяких із них, які розміщені на межі земель сільськогосподарського вжитку та інших категорій земель. Захисний влив останніх є позамежним від охоронних зон, передбачених їхніми цільовими функціями.

Матеріали і методи дослідження. Оскільки площа лісів під лісорозведення в межах земель лісогосподарського призначення не значна [14], а лісовідновлення проводять у межах, близьких до розрахункової лісосіки, то основні прогнозовані зміни у загальній лісистості можливі переважно за рахунок захисного лісорозведення на нелісових землях. Тобто, більш динамічною складовою буде захисна лісистість, яку і доцільно більш детально вивчити за сучасними даними обліку земельного фонду та за категоріями угідь.

Під час проведення досліджень використовували сучасну нормативну базу для створення захисних лісових насаджень та кількісний розподіл земель в межах адміністративних областей та АР Крим. Зважаючи на те, що інформація про площі існуючих насаджень різних категорій зосереджена у різних відомствах, що ус-

[1] **ГЛАДУН Григорій Борисович** – член-кореспондент Лісівничої академії наук України, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник. Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г.М. Висоцького (УкрНДІЛГА). Україна, м. Харків. Тел. (057) 707-80-38. E-mail: gladun@uriffm.org.ua

кладнює її узагальнення та аналіз, розрахунки виконували з урахуванням існуючих площ відведення земель різних типів угідь, тому вони містять інформацію лише про потенційно необхідні площі захисних насаджень, тобто про ті площі, на яких необхідно створити захисні насадження з урахуванням сучасної нормативної бази. Під час проведення досліджень використано статистичну інформацію, дані обліку земельного фонду та літературні джерела.

Під час розрахунків використовували такі нормативи захисної лісистості: полезахисної, ярів, річок, водоймищ, сільських населених пунктів, еродованих пасовищ та сіножатей, виноградників, садів, кам'янистих земель, залізниць, автошляхів, пісків та категорію обліку земельного фонду – інші захисні насадження. Дослідженням з визначення потенційно необхідної площі захисних насаджень передувало удосконалення принципів регіонального застосування лісомеліоративних заходів на ландшафтно-екологічній основі [30] та розроблення зональних нормативів мінімально необхідної захисної лісистості з урахуванням сучасних вимог [30, 31], зональних методичних рекомендацій із захисту ґрунтів від ерозії [19].

Результати дослідження. Потенційна територія полезахисного лісорозведення є найбільшою (близько 32 млн га) в сучасних агроландшафтах України і тому питанню визначення площ полезахисних і стокорегулювальних лісових смуг надавали особливу увагу. Найпроблемнішими у цій роботі були області, які розміщені в межах однієї-двох природно-кліматичних зон, або ж у межах підзон однієї такої зони. Подібна строкатість є характерною майже для всіх природно-кліматичних зон, але найбільш ускладнювались розрахунки у зоні Степу. З урахуванням зазначеного, використано диференційований норматив [30, 40], що дав змогу визначити площі полезахисних та стокорегулювальних лісових смуг.

Полезахисне лісорозведення є основою екологічного улаштування агроландшафтів. Проте насадження інших цільових груп також виконують низку важливих функцій і стабілізують екологічні параметри прилеглих до ріллі угідь, створюючи передумови фітоценотичного оптимуму та гармонізуючи довкілля загалом. Розрахунки захисних лісових насаджень різних просторово-цільових груп представлено в табл. 1.

Варто наголосити, що у цій таблиці розрахунки прогнозованої мінімально необхідної захисної лісистості на сільськогосподарських землях проводили до площі сільськогосподарських угідь. Характерним є те, що сумарні площі захисних насаджень максимальні у Степовій зоні і становлять 2243,7 тис. га (11,7 %), їх площа дещо зменшується у Лісостепу – 1440,85 тис. га (9,6 %) і найменшою є у зоні Полісся – 723,5 тис. га (8,1 %). Сумарну прогнозну лісистість, за різними сценаріями можливого складу лісових площ, порівнювали з дослідженнями В.Ф. Сайка [35] та М.М. Ведмідя [4, 17] і власними розрахунками, частину яких представлено у табл. 2.

Табл. 1. Прогнозна мінімально необхідна захисна лісистість на сільськогосподарських ландшафтах, тис. га

Лісорослинна зона, область	Сільгоспугіддя	ПЗЛС	ЗЛН ярів	ЗЛН залізниць	ЗЛН автошляхів	ЗЛН річок та водоймищ [40]	ЗЛН сільських населених пунктів	ЗЛН еродованих пасовищ	Залісення еродованих пасовищ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Кіровоградська	2043,6	64,05	2,6	3,6	11,9	4,6	3,6	168,0	1,4
Дніпропетровська	2513,6	79,3	4,7	6,9	19,7	23,9	4,9	195,0	4,6
Запорізька	2243,1	77,93	2,4	3,9	15,6	12,0	3,6	114,0	4,8
Одеська	2591,8	87,68	9,3	5,2	16,8	7,3	6,5	243,0	5,7
Миколаївська	2013,1	71,46	4,9	3,0	10,5	13,6	3,3	192,0	4,3
Херсонська	1969,8	114,8	1,5	1,1	11,0	0,5	4,1	25,0	9,5
АР Крим	1824,5	52,07	9,2	2,0	14,6	3,5	6,7	58,0	13,4
Донецька	2048,5	62,55	11,4	7,7	18,9	12,4	4,8	52,0	4,0
Луганська	1920,0	54,29	14,4	7,6	13,1	9,6	4,1	83,0	5,2
Степ	**19168,0**	**664,13**	**60,4**	**41**	**132,1**	**87,4**	**41,6**	**474,0**	**52,8**
Вінницька	2020,0	79,67	4,1	5,2	18,6	8,0	2,4	37,0	1,5
Київська	1681,7	35,9	3,7	3,2	23,9	7,7	6,5	7,0	2,9
Черкаська	1456,1	42,1	3,9	2,9	13,3	7,6	4,5	12,0	0,9
Полтавська	2186,2	56,47	1,4	4,4	17,5	14	4,9	15,0	3,5
Харківська	2423,8	73,91	8,8	6,7	19,6	12,4	6,3	54,0	3,8
Сумська	1710,1	37,33	1,8	4,4	13,6	13,2	3,2	20,0	3,1
Хмельницька	1570,4	58,3	2	2,5	15,4	10,1	5,1	12,0	2,4
Тернопільська	1055,4	41,7	2,8	2,5	10,0	1,4	4,8	16,0	1,7
Чернівецька	474,5	10,2	1,5	1,1	4,8	10,1	4,1	8,0	1,1
Лісостеп	**14578,2**	**435,58**	**30**	**32,9**	**136,7**	**84,5**	**41,8**	**181**	**20,8**
Чернігівська	2107,7	30,77	2,5	4,2	14,1	7,2	3,8	1,0	8,8
Житомирська	1595,2	25,32	0,7	4,4	16,5	11,1	4,9	–	5,9
Рівненська	936,9	19,48	0,5	1,7	9,8	6,8	4,8	2,0	4,0
Волинська	1067,2	21,17	0,2	2,1	12,3	3,9	4,2	–	6,4
Львівська	1275,5	23,28	1,6	2,5	18,2	3,8	7,9	7,0	7,1
Івано-Франківська	636,8	12,34	1,7	1,1	7,8	7,2	6,3	8,0	3,3
Закарпатська	464,0	3,16	1,7	–	6,2	5,6	6,3	8,0	3,7
Полісся	**8083,3**	**135,52**	**8,9**	**16**	**84,9**	**45,6**	**38,2**	**26,0**	**39,2**
Всього	**41829,5**	**1235,23**	**99,3**	**89,9**	**353,7**	**217,5**	**121,6**	**681,0**	**112,8**

Продовження табл. 1

Лісорослинна зона, область	Залісення еродованих сіножатей	ЗЛН виноградників	ЗЛН садів	ЗЛН кам'янистих земель	Інші захисні насадження	ЗЛН на пісках	∑ ЗЛН	Прогнозна лісистість, %
1	11	12	13	14	15	16	17	18
Кіровоградська	0,9	–	0,57	3,0	22,9	0,28	287,4	14,0
Дніпропетровська	0,7	–	1,38	2,0	54,7	1,82	399,6	16,0
Запорізька	4,6	0,04	0,95	0,5	56,9	4,2	301,42	13,8
Одеська	2,8	3,89	0,91	3,0	48,9	2,24	443,22	17,0
Миколаївська	0,2	0,6	0,53	4,5	36,4	1,47	346,76	17,2
Херсонська	0,7	0,67	0,88	2,0	62,8	37,38	271,93	12,6
АР Крим	0,1	3,41	1,51	16,5	11,6	5,74	198,33	11,1
Донецька	1,6	–	1,00	33,0	28,1	3,01	240,46	11,8
Луганська	3,2	–	0,66	75,0	122,4	18,13	410,68	21,6
Степ	**14,8**	**8,61**	**8,39**	**139,5**	**444,7**	**74,27**	**2243,7**	**11,7**
Вінницька	1,4	–	2,17	7,0	35,2	0,35	202,59	9,1
Київська	3,5	–	1,08	0,7	47,3	3,36	146,74	8,7
Черкаська	1,8	–	0,58	0,5	20,3	3,29	113,67	7,8
Полтавська	4,4	–	0,7	0,5	57,8	2,03	126,13	8,3
Харківська	3,8	–	0,92	1,0	81,9	2,45	201,67	11,3
Сумська	8,3	–	0,4	–	60,1	0,35	128,45	9,7
Хмельницька	3,6	–	1,52	6,5	36,6	0,14	156,16	9,3
Тернопільська	0,8	–	0,55	5,0	61,8	0,28	149,33	13,5
Чернівецька	1,1	–	1,19	2,0	2,9	0,42	48,51	10,4
Лісостеп	**28,7**	**–**	**9,10**	**23,2**	**403,9**	**12,67**	**1440,85**	**9,6**
Чернігівська	10,1	–	0,47	0,5	30,3	9,8	123,54	5,6
Житомирська	4,2	–	0,58	3,0	39,5	5,25	121,35	6,8
Рівненська	4,1	–	0,85	0,5	67,1	8,68	130,31	12,6
Волинська	5,1	–	0,44	–	8,6	5,18	69,59	5,2
Львівська	6,0	–	1,55	3,0	41,3	0,42	123,65	8,5
Івано-Франківська	2,7	–	1,03	7,0	19,1	0,07	77,64	10,8
Закарпатська	3,1	0,28	1,48	3,0	35,0	–	77,52	16,3
Полісся	**35,2**	**0,28**	**6,4**	**17,0**	**240,9**	**29,4**	**723,5**	**8,1**
Всього	**78,6**	**8,89**	**23,89**	**179,7**	**1089,5**	**116,34**	**4407,95**	**10,3**

Примітка. Територія рівнинної частини Закарпаття та Прикарпаття (Львівська, Івано-Франківська, Закарпатська обл.) умовно віднесені до регіону Полісся за спільністю типів ґрунтів і нормативами планування лісомеліоративних заходів на них (Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Полісся і західного регіону України / за ред. М.В. Зубеця. – К. : Вид-во "Урожай", 2004. – 560 с.)

Табл. 2. Сумарна прогнозна мінімально необхідна лісистість за різними сценаріями складу лісових площ

Лісорослинна зона, область	Всього земель, га	Масиви лісу, тис. га					
		існуючі		прогнозні			
		площа	%	М.М. Ведмідь [4]		В.Ф. Сайко [35]	
				площа	%	площа	%
1	2	3	4	5	6	7	8
Кіровоградська	2458,8	158,8	6,5	270,6	11,0	368,0	15,0
Дніпропетровська	3192,3	152,8	4,8	255,2	8,0	478,8	15,0
Запорізька	2718,3	105,4	3,9	136,0	5,0	380,6	14,0
Одеська	3331,3	195,3	5,9	299,7	9,0	533,0	16,0
Миколаївська	2458,5	94,9	3,9	172,2	7,0	346,2	14,0
Херсонська	2846,1	132,4	4,7	228,0	8,0	396,4	14,0
АР Крим	2694,5	308,7	11,5	513,0	19,0	431,0	16,0
Донецька	2651,7	185,5	7,0	318,0	12,0	424,0	16,0
Луганська	2668,3	282,9	10,6	427,2	16,0	453,6	17,0
Степ	**25019,8**	**1616,7**	**6,5**	**2619,9**	**10,5**	**3811,6**	**15,2**
Вінницька	2649,2	351,4	13,3	397,5	15,0	556,8	21,0
Київська	2895,7	632,2	21,8	693,6	24,0	723,4	25,0
Черкаська	2091,6	319,3	15,3	334,4	16,0	439,0	21,0
Полтавська	2875	236,2	8,2	432,0	15,0	575,0	20,0
Харківська	3141,8	372,7	11,9	471,0	15,0	596,7	19,0
Сумська	2383,2	403,8	16,9	476,0	20,0	500,6	21,0
Хмельницька	2062,9	262,7	12,7	350,2	17,0	412,6	20,0
Тернопільська	1382,4	192,4	13,9	276,0	20,0	276,5	20,0
Чернівецька	809,6	237,8	29,4	267,3	33,0	242,0	30,0
Лісостеп	**20291,4**	**3008,5**	**14,8**	**3698,0**	**18,2**	**4322,6**	**21,3**
Чернігівська	3190,3	656,6	20,6	701,8	22,0	957,7	30,0

1	2	3	4	5	6	7	8
Житомирська	2982,7	989,0	33,2	1072,8	36,0	996,7	33,4
Рівненська	2005,1	731,7	36,5	824,1	41,1	742,0	37,0
Волинська	2014,4	632,4	31,4	723,6	35,9	640,0	31,8
Львівська	2183,1	626,4	28,7	654,0	30,0	654,4	30,0
Івано-Франківська	1392,7	576,7	41,4	667,2	47,9	587,8	42,2
Закарпатська	1275,3	652,9	51,2	704,0	55,2	657,7	51,6
Полісся	**15043,6**	**4865,7**	**32,3**	**5347,5**	**35,5**	**5236,3**	**35,0**
Всього	**60354,8**	**9490,9**	**15,7**	**11665,4**	**19,3**	**13370,5**	**22,1**

Продовження табл. 2

Лісорослинна зона, область	Площа захисних лісових. насаджень (ЗЛН)		Сумарна лісистість, (прогноз), (ЗЛН + існуючі)	
	тис. га	%	тис. га	%
1	9	10	11	12
Кіровоградська	287,4	11,7	446,2	18,1
Дніпропетровська	399,6	12,5	552,4	17,3
Запорізька	301,42	11,1	406,82	15,0
Одеська	443,22	13,3	638,52	19,2
Миколаївська	346,76	14,1	441,66	18,0
Херсонська	271,93	9,5	404,33	14,2
АР Крим	198,33	7,4	507,03	18,8
Донецька	240,46	9,1	425,96	16,1
Луганська	410,68	15,4	693,58	26,0
Степ	**2243,7**	**9,0**	**3860,4**	**15,4**
Вінницька	202,59	7,6	553,99	20,9
Київська	146,74	5,1	778,94	26,9
Черкаська	113,67	5,4	432,97	20,7
Полтавська	126,13	4,4	362,33	12,6
Харківська	201,67	6,4	574,37	18,3
Сумська	128,45	5,4	532,25	22,3
Хмельницька	156,16	7,6	418,86	20,3
Тернопільська	149,33	10,8	341,73	24,7
Чернівецька	48,51	6,0	286,31	35,4
Лісостеп	**1440,85**	**7,1**	**4449,35**	**21,9**
Чернігівська	123,54	3,9	780,14	24,3
Житомирська	121,35	4,1	1110,35	37,2
Рівненська	130,31	6,5	862,01	43,0
Волинська	69,59	3,5	701,99	34,8
Львівська	123,65	5,7	750,05	34,4
Івано-Франківська	77,64	5,6	654,34	47,0
Закарпатська	77,52	6,1	730,42	57,3
Полісся	**723,5**	**5,1**	**5589,2**	**37,2**
Всього	**4407,95**	**7,1**	**13898,85**	**23,0**

З метою узагальнення перспектив зонального лісорозведення та прогнозування мінімально необхідної лісистості природних зон і адміністративних областей та АР Крим було визначено мінімально необхідну лісистість для загальної площі території. Отже, можна порівняти зміни, які можливі на вкритій лісовою рослинністю площі земель під час лісорозведення (табл. 2) для досягнення оптимальної лісистості та визначити участь захисних лісових насаджень у її формуванні.

За дослідженнями [10, 11, 22], оптимальна лісистість України мала становити не менше ніж 20-25 %. За розрахунками В.Ф. Сайка [35], оптимальна лісистість повинна становити 22,1 %, а площа залісення земель для її досягнення – 3794,0 тис. га.

Як зазначає М.М. Ведмідь [4, 17], збільшення площі лісів в Україні є важливою складовою державної екологічної політики та входить до найголовніших її пріоритетів. Необхідною умовою є додаткове створення лісів на площі 2,2 млн га, що дасть змогу підвищити її лісистість до 19 %.

Дослідженнями В.П. Ткача та В.Л. Мєшкової [36] порушено низку проблем, пов'язаних з формуванням оптимальної лісистості. Вони її обґрунтували як середньозважену величину значень оптимальної лісистості окремих лісогосподарських таксонів (лісогосподарських зон і округів) з урахуванням відповідних площ їх території. І хоч методично були повторені дослідження [29], отримані результати розрахунків було скориговано з урахуванням зазначених чинників. Оптимальна лісистість території для країни повинна становити 22,2 %.

За іншими розрахунками, оптимальна лісистість України повинна становити не менше ніж 25 %, зокрема у Поліссі – близько 40 %, у Лісостепу – до 20, Степу Байрачному – не менше 10, Степу безлісому – 6-7, гірських районах Криму – 40, Карпатах – 55 %. Для підвищення лісистості до зазначеного рівня площа лісів у лісостепових районах повинна бути збільшена, в середньому, у 2, а у Степовій зоні – у 3-4 рази. У степових районах підвищення лісистості зумовлено необхідністю посилення захисних функцій лісу, досягнення мінімально необхідної захисної лісистості, яка лише частково враховує необхідність забезпечення місцевостей деревиною, а вирахувана лише на основі забезпечення сприятливих показників екології відповідних регіонів [14, 38, 8].

Дискусійним залишається питання щодо формування цільової оптимальної лісистості. Дослідження С.П. Лашка [23] стосуються структурних і територіальних особливостей оптимальної лісистості України. Загалом він підтримує методологію розрахунку оптимальної лісистості за регіонами (адміністративними областями) залежно від господарського освоєння території, рельєфу, природно-кліматичної зони, щільності гідрологічної мережі, типу, складу й еродованості ґрунтів, стану довкілля, функціонального призначення лісових насаджень, величини масивів, їхньої контурності, щільності тощо. Як математична величина показник оптимальної лісистості інтегрально відображує лісистість масивів і систем захисних насаджень спеціального призначення (прирічкових, протиерозійних, полезахисних, придорожніх, селищно-містечкових). Проте зазначають [23], що через розпорошеність лісових площ, відсутність зведеного обліку про стан та перспективи розвитку лісового господарства, складно, а навіть і неможливо, встановити дійсну лісистість держави.

Визначений Україною рівень оптимальної лісистості (20 %) автор [23] вважає істотно заниженим, порівняно з середньосвітовим (31,8 %) та європейським (33,45 %). Звернено увагу на перспективи досягнення Україною лісистості порівняно з Францією (27,6 %) і Румунією – (26 %), які розміщені на одній географічній широті [23]. Фактично ж автор дублює поняття формування лісистості за відомим водозбірним принципом ведення лісового господарства у дещо ускладненій формі [23]. Вірогідно, подальші дослідження оптимальної лісистості повинні бути максимально наближені до дев'яти найбільших водозборів наших річок та диференційовані за такими ж принципами до водозборів менших рангів. З огляду на це, не виключається доцільність зміни структури планування лісогосподарського комплексу з адміністративно-територіального до інтегрованого водозбірно-просторового, як це започатковано у Держводагенстві.

Іншим важливим напрямком сучасних досліджень з оптимізації загальної лісистості території є вивчення впливу великих лісових систем на результати сільськогосподарської діяльності. Р.Р. Файзуллин [39] встановив низку цікавих закономірностей взаємодії угідь лісового та аграрного використання у Башкирії (РФ). Він обґрунтував нові напрями екосистемного розвитку сільського господарства: прискорене захисне лісорозведення і створення екологічного каркасу територій.

Тобто питання лісистості продовжують залишатись актуальними і потребують постановки та проведення комплексних досліджень. Загалом, питання оптимізації лісистості є відомчим лише в частині нагальних питань, що входить у компетенцію Держлісагенства України. Воно має також важливе державне значення, оскільки стосується екологічних, економічних та соціальних проблем. Про це свідчать публікації Українського інституту досліджень навколишнього середовища і ресурсів при РНБО України [20], РВПС НАНУ, Інституту стратегічних досліджень та оборони, інших структур державного рівня.

Висновки. Підбиваючи підсумки, наголосимо, що вирішення питання оптимізації лісистості України повинно бути віднесене до кола питань найважливіших національних пріоритетів.

Встановлення потенційної мінімально необхідної захисної лісистості агроландшафтів рівнинної частини не може бути вирішеним без урегулювання комплексу земельних проблем на державному рівні, чи то у межах загальнодержавної програми охорони ґрунтів, чи інших програм екологічного спрямування, наприклад, "Програми залісення малопродуктивних ерозійно небезпечних земель" [33].

Під час проведення земельної реформи майбутнім формуванням ринку земель сільськогосподарського призначення, необхідно враховувати реалії сьогодення та вилучити із числа орних площ землі низької продуктивності. В аграрному секторі України склалась ситуація, коли, за різними оцінками, 10-15 млн га землі впродовж останніх років не обробляється. Наприклад, у 2004 р. фактична посівна площа становила лише 26,8 млн га [5, 3, 33, 34].

Необхідно передбачити економічні нормативи та механізми відшкодування, якщо земельна ділянка передається під залісення, а сума компенсації повинна бути не меншою, ніж середня ціна за одиницю землі певної якості. Потрібно створити умови і цільові фонди, що дало б змогу державним лісогосподарським підприємствам придбати такі землі на пільговій пріоритетній основі.

Перед втіленням у життя нормативів лісистості необхідно законодавчо затвердити програму трансформації орних земель в інші категорії площ сільськогосподарського призначення та під залісення. При цьому імперативом має стати збалансований розвиток територій у межах природних зон, водозбірних басейнів різних рангів та агроландшафтів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бяллович Ю.П. Нормативы оптимальной лесистости равнинной части УССР / Ю.П. Бяллович // Лесоводство и агролесомелиорация : респ. межвед. темат. научн. сб. – К. : Изд-во "Урожай". – 1972. – Вып. 28. – С. 54-65.

2. Бяллович Ю.П. Расчеты нормативов ширины защитных лесных полос по берегам рек в равнинных районах УССР /. Ю.П. Бяллович // Лесоводство и агролесомелиорация : респ. межвед. темат. научн. сб. – К. : Изд-во "Урожай". – 1972. – Вып. 29. – С. 35-44.

3. Ведмідь М.М. Історія, сучасний стан та перспективи розвитку лісокультурної справи в Україні / М.М. Ведмідь, В.М. Мауер, Ф.М. Бровко та ін. // Науковий вісник НАУ : зб. наук. праць. – Сер.: Лісівництво. – К. : Вид-во НАУ. – 2004. – Вип. 70. – С. 9-19.

4. Ведмідь М.М. Збільшення площі лісів в Україні: історія, стан та перспективи / М.М. Ведмідь // Лісовий і мисливський журнал. – 2006. – № 1. – С. 6-7.

5. Вилучення з інтенсивного обробітку малопродуктивних земель та їх раціональне використання : метод. реком. / за ред. В.Ф. Сайка. – К. : Вид-во "Аграрна наука", 2000. – 37 с.

6. Водний кодекс України. [Електронний ресурс]. – Доступний з http://www.dbn.at.ua/load/19-1-0-273.

7. Генсирук С.А. Комплексное лесохозяйственное районирование Украины и Молдавии / С.А. Генсирук, С.В. Шевченко, В.С. Бондарь и др. – К. : Вид-во "Наук. думка", 1981. – 360 с.

8. Генсірук С.А. Ліси України / С.А. Генсірук. – Львів : Вид-во "Світ", 2002. – 496 с.

9. Генсірук С.А. Оптимізація лісистості – запорука призупинення екологічних катаклізмів / С.А. Генсірук // Науковий вісник УкрДЛТУ : зб. наук.-техн. праць. – Львів : Вид-во УкрДЛТУ. – 2002. – Вип. 12.1. – С. 82-90.

10. Генсірук С.А. Ліси західного регіону України / С.А. Генсірук, М.С. Нижник, Л.І. Копій. – Львів : Вид-во УкрДЛТУ, 1998. – 407 с.

11. Генсірук С.А. Лісові ресурси України, їх охорона і використання / С.А. Генсірук, В.С. Бондар. – К. : Вид-во "Наук. думка", 1973. – 528 с.

12. Гладун Г.Б. Оптимізація насаджень лісомеліоративного комплексу Лівобережного Лісостепу / Г.Б. Гладун, В.М. Малюга // Лісівництво і агролісомеліорація : зб. наук. праць. – Харків : Вид-во УкрНДІЛГА. – 2000. – Вип. 98. – С. 125-130.

13. Гладун Г.Б. Значення захисних лісових насаджень для забезпечення сталого розвитку агроландшафтів / Г.Б. Гладун // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Сер.: Екологізація економіки як інструмент сталого розвитку в умовах конкурентного середовища. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2005. – Вип. 15.7. – С. 113-118.

14. Гладун Г.Б. Перспективи збільшення площі лісів та захисних лісових насаджень / Г.Б. Гладун // Лісове господарство, лісова, паперова і деревообробна промисловість : міжвідомч. наук.-техн. зб. – Львів : Вид-во НЛТУ України. – 2006. – Вип. 32. – С. 62-74.

15. Гладун Г.Б. Сучасний стан полезахисного лісорозведення та перспективи його розвитку / Г.Б. Гладун, Ю.Г. Гладун // Лісовий журнал. – 2011. – № 1. – С. 16-18.

16. Глєбов М.М. Формування оптимальної лісистості Лівобережної України на лісотипологічній основі / М.М. Глєбов // Лісова типологія в Україні: сучасний стан, перспективи розвитку : матер. XI Погребняківських читань 10-12 жовтня 2007 р. – Харків, 2007. – С. 54-55.

17. Держкомзем і Держлісгосп узгодили спільні дії // Землевпорядний вісник, 2010. – № 3. – С. 22-26.

18. ДСТУ 4874:2007 Агролісомеліорація. Терміни і визначення понять. – К. : Держспоживстандарт України., 2010. – 18 с. (надано чинності з 01.01.2009 р).

19. Зональні методичні рекомендації із захисту ґрунтів від ерозії / Ситник В.П., Безуглий М.Д., Зарішняк А.С. та ін.– Харків : Вид-во ННЦ ІГА НААНУ, 2010. – 148 с.

20. Концептуальні підходи до удосконалення лісокористування в Україні // Аналітична записка Українського інституту досліджень навколишнього середовища і ресурсів при Раді національної безпеки і оборони України. [Електронний ресурс]. – Доступний з http://www.rainbow.gov.ua.

21. Копій Л.І. Оптимізація лісистості Західного регіону України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра с.-г. наук: спец. 06.03.03 – "Лісознавство та лісівництво" / Л.І. Копій. – Львів, 2003. – 37 с.

22. Копій Л.І. Динаміка лісистості та роль лісів у послабленні ерозійних процесів земельних угідь західного регіону України / Л.І. Копій // Лісівництво і агролісомеліорація : зб. наук. праць. – Харків : Вид-во УкрНДІЛГА. – 2001. – Вип. 99. – С. 63-69.

23. Лашко С.П. Структурно-територіальні пріоритети оптимальної лісистості в Україні / С.П. Лашко // Вісник КДПУ ім. М. Остроградського. – Кременчук : Вид-во КДПУ. – 2009. – Вип. 2 (55). – Ч. 1. – С. 101-104.

24. Ліс у Степу: основи сталого розвитку : монографія / О.І. Фурдичко, Г.Б. Гладун, В.В. Лавров. – К. : Вид-во "Основа", 2006. – 496 с.

25. Лісовий Кодекс України. – К. : Вид-во "Форум", 2006. – 74 с.

26. Молчанов А.А. Оптимальная лесистость (на примере ЦЧР) / А.А. Молчанов. – М. : Изд-во "Наука", 1966. – 103 с.

27. Молчанов А.А. Влияние леса на окружающую среду / А.А. Молчанов. – М. : Изд-во "Наука", 1973. – 359 с.

28. Пилипенко О.І. Системи захисту ґрунтів від ерозії : підручник / О.І. Пилипенко, В.Ю. Юхновський, М.М. Ведмідь. – К. : Вид-во "Златояр", 2004. – 434 с.

29. Разработать научно-обоснованные нормативы оптимальной лесистости, деления лесов на группы и ширины защитных лесных полос по берегам рек, способы и размеры рубок и лесовосстановления в лесах разных категорий защищенности в районах Украинской ССР: Итоговый отчет (Г-1 *.0.53.001 – а) / Руководители: Ю.П. Бяллович, А.Г. Михович, М.В. Ромашов и др. – Харьков : Изд-во УкрНИИЛХА, 1970. – Т. I. – 348 с.

30. Рекомендації щодо використання площ лісомеліоративного фонду та проведення комплексу заходів, спрямованих на підвищення еколого-меліоративної ефективності агролісомеліоративних насаджень / Г.Б. Гладун, В.Ю. Юхновський, Ю.В Плугатар. та ін. – Харків, 2009. – 76 с.

31. Рекомендації щодо покращання стану та підвищення меліоративної ефективності захисних лісових насаджень різного цільового призначення / Г.Б. Гладун, М.Н. Агапонов, В.Г. Келеберда та ін. – Харків : Вид-во УкрНДІЛГА, 2010. – 120 с.

32. Рекомендації щодо принципів застосування лісових меліорацій на ландшафтно-екологічній основі / Г.Б. Гладун, М.Н. Агапонов, В.Г. Келеберда та ін. – Харків : Вид-во УкрНДІЛГА, 2009. – 34 с.

33. Роговський С.В. Заліснення малопродуктивних земель сільськогосподарського призначення: проблеми і перспективи / С.В. Роговський // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2008. – Вип. 18.10. – С. 18-22.

34. Роговський С.В. Сталий розвиток агрофітоценозів та раціональне використання земельних ресурсів – основа продовольчої безпеки України. [Електронний ресурс]. – Доступний з http://www.btsau.kiev.ua/files/ list/edition/ed_nrxldbaiza.pdf.

35. Сайко В.Ф. Наукові основи землеробства в контексті змін клімату / В.Ф. Сайко // Вісник аграрної науки : наук.-теорет. журнал НААН України. – 2008. – № 11. – С. 5-10.

36. Ткач в. п. Сучасні проблеми оптимізації лісистості України / В.П. Ткач, В.Л. Мєшкова // Лісівництво і агролісомеліорація : зб. наук. праць. – Харків : Вид-во УкрНДІЛГА. – 2008. – Вип. 113. – С. 8-15.

37. Ткач В.П. Заплавні ліси Лівобережної України та наукові основи господарювання в них : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра с.-г. наук: спец. 06.03.03 – "Лісознавство і лісівництво" / В.П. Ткач. – Львів, 1999. – 36 с.

38. Українська енциклопедія лісівництва. – Львів, 1999. – Т. 1. – 463 с.

39. Файзуллин Р.Р. Формирование и функционирование региональных агролесоэкологических систем (на примере региональной агролесоэкосистемы Республики Башкортостан) : монография / Р.Р. Файзуллин. – Уфа : Изд-во БГУ, 2005. – 228 с.

40. Яцик А.В. Склад земельних угідь у прибережних смугах малих річок і водойм та обсяг робіт по створенню захисних лісових насаджень у прибережних смугах малих річок і водойм // Малі річки України : довідник. – К. : Вид-во "Урожай", 1991. – С. 268-270.

Г.Б. Гладун

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ МИНИМАЛЬНО НЕОБХОДИМОЙ ЗАЩИТНОЙ ЛЕСИСТОСТИ АГРОЛАНДШАФТОВ РАВНИННОЙ ЧАСТИ УКРАИНЫ

Изложены принципы формирования потенциальной минимально необходимой защитной лесистости агроландшафтов и ее показатели с учетом современной нормативной базы и существующей структуры земель сельскохозяйственного назначения. Результаты исследований могут быть полезны при усовершенствовании пространственной структуры современных агролесоландшафтов и использованы при планировании региональных природоохранных мероприятий. Приведены площади защитных насаждений и процент их участия в структуре угодий для административных территорий страны.

***Ключевые слова*:** минимально необходимая защитная лесистость, структура агроландшафта, эффективное защитное влияние.

G.B. Gladun

DETERMINATION OF POTENTIAL MINIMUM NECESSARY PROTECTIVE FOREST COVER OF AGRICULTURAL LANDSCAPES OF PLAIN ZONE OF UKRAINE

The principles of forming potential minimum necessary protective forest cover of agricultural landscapes and its indexes are proposed taking into account a modern normative base and date on structure of the agricultural lands. The results of studies can be useful at the improvement of spatial structure of modern rural landscapes and for planning of regional nature protective measures. The areas of the protective forest stands and its share pointed in the structure of lands analyzed for administrative units of the country.

***Keywords*:** minimum necessary protective forest coverage, structure of landscape, effective protective influence.

УДК 631.44+47

***П.С. ГНАТІВ*[1]**

ГЕНЕТИЧНІ ТИПИ ГІРСЬКИХ ҐРУНТІВ СХІДНИХ КАРТПАТ Й АНТРОПОГЕННІ ПРОЦЕСИ СУЧАСНОСТІ

Доведено важливість ідентифікації автентичного корінного ґрунтового покриву Українських Карпат. Вторинні антропогенні екологічні чинники ґрунтоутворення сучасної доби в гірсько-лісових ґрунтах не можуть слугувати критеріями виділення їх нових типів. Утворені за глибокої і масштабної антропогенної трансформації рослинного покриву й біоти загалом, природно не властиві для Карпатської гірської країни, різноманітні сучасні ґрунтові відміни є похідними. Їх слід класифікувати виключно як вторинні, що утворені на місці корінних, природно-історично сформованих типів, відповідно до класичних уявлень про генезис ґрунтів у нативних суходольних екосистемах.

Ключові слова: *біогеоценотичний покрив, гірсько-лісові ґрунти, чинники ґрунтоутворення, класифікація.*

Вступ. Стабілізація екологічної ситуації в Українських Карпатах, зокрема намагання зберегти хоч би частину автентичного для гірських екосистем ґрунтового покриву потребує усунення розбіжностей у розумінні й трактуванні природно-історичної ґенези гірських ґрунтів. За тривалістю й вагомістю період багато тисячолітнього формування корінних ґрунтів є не до порівняння із кількасотлітнім відтинком їх активної антропогенної трансформації. Проте різне бачення вагомості природних та антропогенних ґрунтових процесів стає методичною перепоною для налагодження плідного наукового моніторингу, аналізу й прогнозу динамічних змін у ґрунтовому покриві регіону.

У жодному разі не маємо піддавати сумніву значення гірсько-карпатських ґрунтотворних літологічних, геоморфологічних, кліматичних і гідрологічних чинників. Проте не можемо погодитися зі спробами у науковій літературі нашої доби переглянути й применшити вагому роль первинного автентичного рослинного покриву [19, с.193] з адекватним йому біотичним комплексом консументів і редуцентів. Він вагомо спричинився до формування природного покриву із корінних типів ґрунтів у період до масштабного й потужного втручання людини у цей процес. Зневажливе ставлення до первинних екосистемних чинників ґрунтоутворення породжує новації у вивченні й класифікації теперішніх антропогенних ґрунтових відмін у карпатському регіоні, замість того, щоби прямувати до європейських чи світових стандартів та уніфікації наукових знань.

Матеріали й методи. У цій праці маємо за мету з'ясувати доцільність класифікації теперішніх гірських ґрунтів, частково відірваної від всебічного урахування природи ґрунтотворних чинників, а саме первинних – природно-історичних (зокрема екосистемних), і вторинних – породжених господарською (проте не завжди розумною) діяльністю від початку залізного віку. Спробуємо також обґрунтувати реальне значення антропогенної трансформації біоценотичного покриву, яка стала могутнім фактором ґрунтоутворення сучасності й спричинила утворення різноманітних ґрунтових відмін, зокрема генетично "чужих" для теренів Українських Карпат.

Результати досліджень. Як слушно узагальнив П. Войтків [5], учення про "бурозем" здавна формувалося у тривалих і палких дискусіях тому, що допускало контроверсійні для генетичного ґрунтознавства аспекти. Не простіша ситуація і сьогодні. Ґрунтовий покрив гірської частини Карпат природно формувався в умовах помірно теплого вологого клімату і складного рельєфу на неоднорідних геологічних відкладах [13]. Різноманітні продукти їх активного вивітрювання й латерального переміщення на значні простори та суцільний (за винятком високогірних лук, кам'янистих вершин і приуслових смуг) лісовий покрив [8, 9], який панував в регіоні упродовж усього пізнього кайнозою [19; с. 368], стали сукупними визначальними чинниками ґрунтоутворення не лише безпосередньо в горах, а й на значній частині прилеглих територій. Г. Андрущенко, І. Гоголєв [7] свого часу висували гіпотезу про вірогідне часткове залісення у теплий атлантичний період голоцену (5 тис. років тому) навіть теперішнього гірсько-лучного поясу (підняття верхньої межі лісів), що, ймовірно, теж вплинуло на ґрунтоутворення у високогір'ях.

Первинна гірська лісова рослинність (переважно формації дуба скельного, бука лісового, ялиці білої, ялини європейської, сосни гірської й ін.), як і на значній частині Передкарпаття й Закарпаття, спричинила типовий для таких природно-кліматичних умов, процес кислого лісового бороземоутворення. У ґрунтах під лісами сформувалася виразна висотна диференціація вмісту гумусу (від 1 % на низьких гіпсометричних рівнях до 10 % і більше на високих). Відповідно до кута нахилу поверхні, в них трапляються різні за глибиною, дуже слабо диференційовані (монотонні) профілі, залежно від потужності відкладів елювіо-делювію (від 0,3 до 1,5 м). Відповідно до частки хвойних

[1] **ГНАТІВ Петро Степанович** – член-кореспондент Лісівничої академії наук України, доктор біологічних наук, старший науковий співробітник, професор, Львівський національний аграрний університет. Україна, м. Львів, 79057. Тел.: (032) 224-29-47. E-mail: pshnativ@ukr.net

порід (особливо смереки), або внаслідок заміни ними листяних деревостанів [18, с. 478] на більш-менш рівнинних ділянках рельєфу в умовах клімату із дещо виразнішими рисами континентальності [17, с. 394] відбувається опідзолення бурих ґрунтів. В умовах вирівняного рельєфу, в долинах, на широких терасах під первинно суцільною лісовою рослинністю (поза сумнівом, за участю трав'яного ярусу) сформувався інший тип ґрунтів – бурі лісові опідзолені, із виразно диференційованим профілем на алювіо-делювії, нерідко – на лесоподібних суглинках. З огляду на це, вважаємо, що немає підстав погодитися з М. Полупаном та ін. [15, с. 193] щодо виключно трав'яного походження гумусу бурих ґрунтів.

Природно-історичний генетичний дерновий процес у Карпатах триває лише в поясі субальпійських та альпійських лук високогір'я. Тут сформовані, і на більшості площ перебувають у стадії зрівноваженого функціонування, якщо не зазнають пасторальної або рекреаційної дигресії, дернові гірсько-лучні ґрунти.

Доречно зауважити, що уперше описані й виділені Є. Раманном [17, 19] у самостійний тип, бурі лісові ґрунти зони м'якого й помірного вологого клімату, спочатку автор назвав "буроземами". Проте рішенням II Міжнародного конгресу ґрунтознавців (1930 р.) вони були поіменовані як "бурі лісові ґрунти". Незважаючи на це, дотепер ґрунтознавці [20] ігнорують цю слушну поправку, не враховуючи того факту, що бурі ґрунти можуть бути як лучно-степові, так і напівпустельні й сірі пустельні тощо [17, с. 278 і 514]. Отже, вживати ширший за змістом термін "бурозем", особливо стосовно гірських ґрунтів Карпат, не доречно, навіть у вигляді "стислого синоніма" [19, с. 367], як і відхиляти панівну роль деревно-чагарникової рослинності та відповідного їй біотичного комплексу гетеротрофів у нагромадженні гумусу гірсько-лісовими ґрунтами [15, с. 193].

Інша проблема полягає у різночитаннях стосовно визнання вагомості таких основних ґрунтотворних чинників, як рослинність і гідрологічний режим, що, до речі, є тісно взаємопов'язаними у лісових екосистемах Карпат. Наведемо приклади лише по двох гірських районах Львівщини. За нашими розрахунками [6], внаслідок господарської діяльності площа лісів зменшилася у Сколівському районі до 65 %, у Турківському – до 48 % від загальної площі. Таке значне зменшення спричинене їх трансформацією у чагарники, післялісові луки, агрофітоценози, та інші вгіддя. Тепер у Сколівському районі аграрні фітоценози займають 29 %. Рілля у структурі земель становить 9 % площі, луки – 20 %. На території Турківського району 40 % земель перетворені у сільськогосподарські вгіддя, які вже майже порівну представлені ріллею (19 %) та луками (22 %). На Турківщині частка зарослих чагарниками земель (6 %) майже у чотири рази більша, ніж на Сколівщині.

Отже, корінна (в доісторичному минулому практично суцільно лісова) рослинність Карпат на великих площах поступово, внаслідок антропогенної трансформації біогеоценотичного покриву, замінювалася вторинною трав'яною чи агрокультурною. Потрібно наголосити, що вона теж є не менш потужним, але все ж вторинним [17, с. 394] чинником ґрунтоутворення – дернового процесу. Про це стверджують і інші автори. За результатами досліджень П. Шубера [22], для ґрунтів Українських Карпат генетично властивий буроземний процес, але він ускладнюється вторинними процесами: опідзолення, оглеєння, дерновим та ін.

Зміна лісової рослинності на лучну, піднаметового (лісового) мікроклімату – на подібний до лучно-степового, і навіть мезоклімату великих територій із помірного – на помірно-континентальний, спричинили зміну гідротермічного режиму колишніх лісових ґрунтів. Було розпочате тривале (у Закарпатті понад 700 років [19, с. 371]) розорювання вгідь, внесення органо-мінеральних добрив, меліорантів тощо. Істотно змінився гідрологічний баланс басейнових екосистем, унаслідок чого в нових місцях з'явилися тенденції до перезволоження й оглеєння, а на окремих ділянках – і заболочення ґрунтів. На значних територіях розвинулися водноерозійні процеси.

У корінному біогеоценотичному покриві гірських районів Львівщини за умовно однакової кількості опадів у теплий період сумарне випаровування було дещо більшим, ніж у теперішньому. Його транспіраційна складова у минулому була практично однаковою (51-55 % у межах сучасних Сколівського і Турківського районів). У теперішньому покриві ситуація змінилася відповідно до ступеня його освоєності [9]. За глибокої трансформованості біогеоценотичного покриву в 2,2 рази збільшився обсяг випаровування із поверхонь ґрунтів і вод. У теперішньому покриві істотно ослабла водозатримна функція надземної фітомаси, яка максимально становила 2,4 мм, а зараз місцями зменшилася до 1,6 мм. Відбувся перерозподіл обсягів живлення річкового стоку за його складовими. На лісистих територіях ґрунтовий і базисний стік тепер становлять разом 73 % від загального, на знеліснених – лише 60 %. Натомість поверхневий стік у цих умовах сягає 40 % від сумарного, тоді як у малозмінених екосистемах він залишається на рівні 21-27 %. У найбільше знеліснених басейнових екосистемах поверхнева складова збільшена на 16 %, натомість на стільки ж менший ґрунтовий стік. Отже, лише у тих ландшафтних екосистемах, де лісовий покрив займає більше половини (63-90 % у межах сучасних Сколівського і Турківського районів) площ, він відчутно сприяє переведенню поверхневого стоку у внутрішньо ґрунтовий. Унаслідок зменшення площ лісів із потужною підстилкою, глибокою кореневою системою, значною шпаруватістю ґрунтів і через трансформованість їх у лучні й рільні вгіддя та інші, базисний стік істотно поменшав, а поверхневий побільшав навіть за відносно рівнинного рельєфу.

Антропогенні чинники вивели первинні лісові ґрунти зі стадії зрівноваженого функціонування [17, с. 38-40] і повернули їх фактично у попередню, нестабільну стадію розвитку, або часто навіть у наступну стадію деградації. Сприяло цьому дво-, місцями три- й чотириразове суцільне вирубування дерев під час головного лісокористування. Воно супроводжувалося руйнацією поверхні ґрунтів, істотним зменшенням запасів так званого "грубого гумусу". Доречними є пропозиції записати бурі ґрунти пралісових екосистем до Червоної книги ґрунтів [4, 12], оскільки вони є рідкісними перлинами нативної природи у центрі Європи.

Кількаразове суцільне вирубування лісів на великих площах спричинило такі, невластиві для корінного біогеоценотичного покриву, вторинні процеси в ґрунтах як задернування, опідзолення, окультурення, закислення, розкислення, оглеєння, заболочення, оторфування, глибока ерозія тощо. З'явилося багато не властивих для корінного біогеоценотичного покриву, ґрунтових відмін із класифікаційними ознаками, що належать до різних, зокрема первинно не поширених у горах, типів ґрунтів. Проте, на жаль, історично так склалося, що ґрунтовий покрив Карпат є все ж недос-

татньо дослідженим, а тепер ще й додалися проблеми з оцінками його масштабної трансформації [5].

Тому згадаймо, що в 1958 р. Міжвідомча комісія АН СРСР прийняла загальнодержавну класифікацію ґрунтів на основі узгідненої номенклатури і встановила їх основні типи, природно-історично поширені на всій території країни [10]. Проте цього ж 1958 р. Г. Андрущенко та ін. опублікували "Методику крупномасштабного дослідження ґрунтів…" (1958), яка не брала до уваги рішення згаданої комісії. Ця методика мала вагоме позитивне значення з огляду на загальноукраїнську уніфікацію індексації ґрунтових горизонтів за О. Соколовським (1954 р.). Водночас щодо ґрунтів Українських Карпат, хибна традиція була продовжена "…відповідно з новими матеріалами" [3, с. 4], зібраними впродовж тривалого періоду, які звичайно ж не могли бути опрацьовані з урахуванням "Классификации…" [10] з огляду на майже одночасний вихід у світ обох цих видань. Тому в "Атласі…" [3] маємо поширений в Карпатах тип дерново-буроземних ґрунтів і жодного застереження щодо вторинності задернування бурих лісових ґрунтів. Такий підхід має історичні корені. Адже й Н. Вернандер [5], і І. Гоголєв [7], і В. Канівець [5], і П. Пастернак [11, с. 16] та й інші автори не надавали відповідної вагомості корінному лісовому рослинному покриву, як первинному генетичному біотичному чиннику ґрунтоутворення в Карпатах. Найновіші інтерпретації ґрунтового покриву Українських Карпат [15, 19 та ін.] продовжують нехтувати природними й історичними аспектами, а також способами його антропогенної трансформації, не диференціюючи чинники на первинні – природні (генетичні) та вторинні – господарські (антропогенні, які активізують деякі природні). Тому у різних авторів – різна кількість типів ґрунтів у межах описуваних регіонів.

Стосовно аналізованих вище питань наведемо інший приклад. У навчальному посібнику М. Полупана та ін. (2005 р.) на карті представлене ґрунтово-екологічне зонування України, у якому Карпатська гірська країна поділена на дві зони: гірсько-лучну Карпатську та лісову буроземну. Вважаємо, що достатньо було поділити її на підзони, адже, згідно з іншою, дуже детально опрацьованою картою "Ґрунти України" [15] у Карпатській гірській країні всі ґрунти – бурі. У запропонованих зонах вони відрізняються лише генетично – за типом буроземоутворення: лучного (в умовах субальпійського й альпійського холодного й перезволоженого високогір'я) і лісового (помірного гірського, помірно-теплого передгірського – Передкарпатського й Закарпатського і теплого рівнинного – Закарпатської рівнини). Немає жодного сумніву, що за винятком високогір'я, вся ця територія (і навіть Притиська низовина) була в доісторичний період укрита первинною лісовою рослинністю [8].

За відсутності єдиного підходу до встановлення типу ґрунту, яке запропонував ще В. Докучаєв і розвив Л. Прасолов [17, с. 280], котре лягло в основу традиційної ґрунтової типології [10], і яке означає, що кожен із них розвивається "в однотипно-спряжених біотичних, кліматичних і гідрологічних умовах, і характеризується яскравим виявом основного процесу ґрунтоутворення за можливого поєднання з іншими процесами", а також невизнання ролі біотичного комплексу первинних екосистем, зокрема, корінної рослинності як вагомого чинника (а відповідно й первинних мікрокліматичних, гідрологічних та інших умов), типізація і класифікація теперішніх, зокрема Карпатських ґрунтів має різноманітні варіації. Але, з урахуванням значення первинних найвагоміших генетичних чинників у гірській частині Карпат, панівних первинних типів ґрунтів маємо лише два: на високогір'ї – бурі гірсько-лучні; у гірському поясі – бурі гірсько-лісові ґрунти. Невеликими фрагментами поширені гідроморфні типи. Водночас вважаємо, що у теперішньому біогеоценотичному покриві – у горах, на низькогір'ях і в широких долинах за інтенсивного впливу вторинних антропогенних чинників формуються лише нові їхні підтипи – бурі лісові опідзолені, оглеєні, задерновані тощо, які потрібно належно систематизувати, відповідно до їхнього походження від первинного ґрунтового покриву. У цьому контексті зауважимо, що автори сучасної класифікації ґрунтів Ґрунтового інституту ім. В. Докучаєва [20] застосовують принцип виділення підтипів на підставі "…модифікацій основних генетичних горизонтів, …а також за результатами природної та антропогенної еволюції ґрунтів". Антропогенез у ґрунтових процесах, на наш погляд, треба вважати вторинним стосовно природно-історичних генетичних чинників, якого би глибокого впливу на ґрунти він не мав або не провокував деструктивні природні процеси у них. За такого підходу не будуть оригінальними висновки на кшталт "…пасторальна дигресія не призвела до незворотних змін едафотопу…" [21] та ін.

Висновки. Науковий моніторинг ґрунтових процесів у Східних Карпатах дотепер залишається слабоорганізованим, фрагментарним і методично розрізненим. Проте й він свідчить, що антропогенна трансформація бурих лісових та інших природних ґрунтів гірської частини Карпат є масштабною й глибокою. Тому, опираючись насамперед на знання первинної структури ґрунтового покриву, потрібно описувати й класифікувати нові похідні відміни з урахуванням тривалості періоду їх вторинного задернування, розорювання, меліорації, ерозії тощо. Саме ці антропогенні чинники спровокували або посилили такі нові для бурих гірсько-лісових ґрунтів внутрішні процеси, які змінили будову профілів, їхні агрохімічні й агрофізичні властивості, надали деяким з них чорноземоподібного забарвлення.

На підставі адекватної класифікації та оцінки вектора ґрунтового процесу – від первинного до вторинного, розвитку чи дегресії, можна прогнозувати й запобігти руйнуванню ґрунтів, зменшенню їхньої родючості, і, зрештою, зберегти спроможність до самовідновлення, як базового природного блоку наземних екосистем і ресурсу сталого розвитку гірських лісо-аграрних регіонів.

Позитивну роль у розробленні наукових засад моніторингу та збереження автентичного ґрунтового покриву повинні відіграти аналіз та узгодження світового досвіду. Для цього слушно було би, поряд із традиційною, але науково обґрунтованою вітчизняною, мати уніфіковану на основі класифікації ФАО-ЮНЕСКО, міжнародну номенклатуру ґрунтів України. Є приклади вдалих спроб у цій ділянці роботи [16]. Проте, знову ж таки, потрібно намагатися уникати помилкових тенденцій в оцінці антропогенезу, диференціювати первинні природні екологічні чинники ґрунтоутворення і вторинні – антропогенні.

Головною умовою збереження ґрунтового покриву гірського регіону Українських Карпат, насамперед, є адекватна оцінка його ґенези, розвитку і стану конкретних ґрунтів, як стартова основа наукового моніторингу динамічних процесів нашої доби.

ЛІТЕРАТУРА

1. Андрущенко Г.А. Ґрунти Карпатських гір і прилеглих територій. Методика крупномасштабного дослідження ґрунтів колгоспів і радгоспів Української РСР / Г.А. Андрущенко. – Харків : Держсільгоспвидав УРСР. – 1958. – Ч. 2. – С. 188-256.

2. Андрущенко Г.А. Ґрунти західних областей УРСР / Г.А. Андрущенко. – Львів-Дубляни, 1970. – 182 с.

3. Атлас почв Украинской ССР / Г.А. Андрущенко, Н.Б. Вернандер, Г.С. Гринь и др. / под ред. Н.К. Крупского, Н.И. Полупана. – К. : Изд-во "Урожай", 1979. – 160 с.

4. Войтків П.С. Буроземи пралісів Українських Карпат / П.С. Войтків, С.П. Позняк. – Львів : ВЦ ЛНУ ім. Івана Франка, 2009. – 244 с.

5. **Войтків П**. Історія дослідження буроземів Українських Карпат / П. Войтків // Історія української географії. Всеукраїнський науково-теоретичний часопис. – Тернопіль : Вид-во "Підручники й посібники", 2007. – Вип. 1(15). [Електронний ресурс]. – Доступний з http://www.ukrtur.narod.ru/istoukrgeo/allpubl/natur/2/ istdosburozem. html.

6. Гнатів П.С. Антропогенна трансформація рослинного покриву в гірських районах Львівщини / П.С. Гнатів, Б.О. Крок, Г.В. Полив'яна // Промислова ботаніка: стан та перспективи розвитку : матер. V-ої Міжнар. наук. конф. – Донецьк, 2007. – С. 105-109.

7. Гоголев И.Н. Бурые горно-лесные почвы Советских Карпат : автореф. дисс. на соискание учен. степени д-ра биол. наук / И.Н. Гоголев. – М., 1965. – 36 с.

8. Голубець М.А. Геоботанічне районування Українських Карпат – основа раціонального природокористування / М.А. Голубець // Праці Наукового товариства ім. Шевченка : зб. наук. праць. – 2003. – Т. XII. – С. 283-292.

9. Голубець М.А. Концептуальні засади сталого розвитку гірського регіону / М.А. Голубець, П.С. Гнатів, М.П. Козловський та ін. – Львів : Вид-во "Поллі", 2007. – 288 с.

10. Классификация и диагностика почв СССР. – М. : Изд-во "Колос", 1977. – С. 62-80.

11. Пастернак П.С. Лісові ґрунти Українських Карпат / Пастернак П.С. – Ужгород, 1967. – 170 с.

12. Позняк С.П. Проблеми стійкості і збереження ґрунтового покриву Українських Карпат / С.П. Позняк // Гори і люди : матер. Міжнар. конф. – Рахів : ЗАГ Надвірнянська друкарня, 2002. – Т. 2. – С. 442-445.

13. Позняк С.П. Чинники ґрунтознавства / С.П. Позняк, Є.Н. Красєха. – Львів : ВЦ ЛНУ ім. Ів. Франка, 2007. – 400 с.

14. Полевой определитель почв / Н.И. Полупан и др. – К. : Изд-во "Урожай", 1981. – С. 257-292.

15. Полупан М.І. Визначник еколого-генетичного статусу та родючості ґрунтів України / М.І. Полупан, В.Б. Соловей, В.І. Кисіль, В.А. Величко. – К. : Вид-во "Колообіг", 2005. – 304 с.

16. Польчина С.М. Застосування сучасної системи класифікації ґрунтів ФАО/WRB до карти ґрунтового покриву Чернівецької області / С.М. Польчина, В.А. Нікорич, О.Д. Данчук // Ґрунтознавство : наук. журнал. – 2004. – Т. 5, № 1-2. – С. 27-33.

17. Почвоведение / И.С. Кауричев, Л.Н. Александрова, Н.П. Панов и др. / под ред. И.С. Кауричева. – М. : Агропромиздат, 1989. – 496 с.

18. Роде А.А. Почвоведение / А.А. Роде, В.Н. Смирнов. – М. : Гослесбумиздат, 1955. – 524 с.

19. Тихоненко Д.Г. Ґрунтознавство / Д.Г. Тихоненко, М.О. Горін, М.І. Лактіонов та ін. – К. : Вид-во "Вища шк.", 2005. – 703 с.

20. Шишов Л.Л. Классификация почв России (1997 г., 2004 г.) / Л.Л. Шишов, В.Д. Тонконогов, И.И. Лебедева, М.И. Герасимова / Почвен. ин-т. им. В.В. Докучаева. – 2008. [Электронный ресурс]. – Доступный з http://www.soil.narod.ru/obekt/taxon.html.

21. **Шпаківська І.М.** Дихання ґрунту в екосистемах бореального ряду на верхній межі лісу Чорногори (Українські Карпати) : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук / І.М. Шпаківська. – Дніпропетровськ, 2004. – С. 3-12.

22. Шубер П.М. Ландшафтна обумовленість диференціації ґрунтового покриву Українських Карпат : дис. … канд. геогр. наук. – Львів, 1994. – 338 с.

23. Якобенчук В.Ф. Екологічний стан полонинських ґрунтів Українських Карпат / В.Ф. Якобенчук, В.В. Снітинський // Аграрний вісник Причорномор'я. – Сер.: Біологічні та сільськогосподарські науки. – 2004. – Вип. 26. – Ч. 1. – С. 223.

П.С. Гнатив

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ ГОРНЫХ ПОЧВ ВОСТОЧНЫХ КАРТПАТ И АНТРОПОГЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ СОВРЕМЕННОСТИ

Обоснована важность идентификации аутентичного коренного почвенного покрова Украинских Карпат. Вторичные антропогенные экологические факторы почвообразования современности в горно-лесных почвах не могут служить критериями выделения их новых типов. Образованные при глубокой и масштабной антропогенной трансформации растительного покрова и биоты в целом, не свойственные для Карпат, разнообразные современные почвы являются производными. Их следует классифицировать исключительно как вторичные, преобразованные из коренных, естественно-исторически сформированных типов, в соответствии с классическими представлениями генезисе почв в нативных экосистемах суши.

Ключевые слова: биогеоценотический покров, горно-лесные почвы, факторы почвообразования, классификация

P.S. Hnativ

GENETIC TYPES OF MOUNTAIN SOILS OF THE EAST CARPATHIANS AND ANTHROPOGENIC PROCESSES OF CONTEMPORANEITY

Importance of authentication of authentic native soil cover of Ukrainian Carpathians is reasonable. The secondary anthropogenic ecological factors of making of soils formation of contemporaneity in mountain forest soils can not serve as the criteria of determination of their new types. Modern soils which are formed during deep and scale anthropogenic transformation of plant cover and biotic layer on the whole are not peculiar for the Carpathians. Various modern soils are derivatives. His necessary to classify such soils exceptionally as secondary, regenerated from native soils, natural and historicoly formed types in accordance with classic understanding on genesis of soils in the native, terrestial ecosystems.

Keywords: biocenotic cover, forest mountain soils, factors of soils formation, classification.

*УДК 630*231: 630*181.9*

***В.В. ЛАВНИЙ*[1]**

АНАЛІЗ ВИСОТНО-ВІКОВОЇ СТРУКТУРИ ПІДРОСТУ НА ВІТРОВАЛЬНИХ ДІЛЯНКАХ ДЕРЖАВНОГО ПІДПРИЄМСТВА "ОСМОЛОДСЬКЕ ЛІСОВЕ ГОСПОДАРСТВО"

Проаналізовано породний склад, вікову і висотну структуру самосіву і підросту деревних порід на семи пробних площах, закладених на території ДП "Осмолодське лісове господарство". На досліджених вітровальних ділянках впродовж двох-чотирьох років спостережено різний хід природного поновлення – на одній воно було незадовільним, на іншій – недостатнім, на двох – задовільним і на трьох – добрим. За віком серед самосіву і підросту деревних порід на трьох вітровальних ділянках переважали однорічки, на трьох інших – 2-3-річки і на одній – підріст віком 4-7 р. На всіх вітровальних ділянках переважав дрібний підріст висотою 20-70 см. У складі самосіву і підросту деревних порід на чотирьох ділянках переважала береза, на трьох – смерека. Повторний облік самосіву і підросту на вітровальних ділянках через 5 років показав, що частка берези у складі підросту знизилася, а домішка смереки значно збільшилася.

Ключові слова: *природне поновлення лісу, вітровальні ділянки, ДП "Осмолодське лісове господарство".*

Вступ. У ДП "Осмолодське лісове господарство" вітровали і буреломи лісу мають перманентний прояв і пошкоджують переважно похідні смерекові та соснові деревостани. Особливо чутливими до ураганних вітрів є низькоповнотні пристигаючі і стиглі насадження [2]. Після вітровалу і бурелому дерев у лісостані разюче змінюються екологічні умови. На вітровальних ділянках змінюються температурний і світловий режими, збільшується швидкість вітру та кількість вологи, що надходить у ґрунт, але зменшується відносна вологість повітря. Розкладання поваленої деревини сприяє збагаченню ґрунту мінеральними і органічними речовинами. З'являються екологічні ніші для багатьох видів флори і фауни, що приводить до збільшення біорізноманіття у лісових екосистемах [3-18].

Мета нашої роботи полягала у вивченні процесу природного поновлення на вітровальних ділянках різного віку в переважаючих типах лісу на території ДП "Осмолодське лісове господарство". Програма експериментальних робіт передбачала вивчення видового складу, віку, висоти, кількості та стану самосіву і підросту деревних порід на вітровальних ділянках.

Табл. 1. Коротка Характеристика вітровальних ділянок

	ПП 1	ПП 2	ПП 3	ПП 4	ПП 5	ПП 6	ПП 7
Лісництво	Краснянське	Краснянське	Краснянське	Осмолодське	Осмолодське	Бистрицьке	Бистрицьке
Квартал	58	54	50	22	20	8	14
Виділ	15	22	48	20	33	38	26
Площа, га	2,2	1,8	2,7	2,1	1,1	3,9	2,3
Висота н. р. м., м	520	525	525	760	800	900	980
Експозиція схилу	рівн.	рівн.	рівн.	зх.	сх.	пн.-зх.	зх.
Стрімкість схилу, град.	0	0	0	20	18	17	15
Індекс типу лісу	$С_4$-бк-смЯц	$С_4$-бк-смЯц	$С_4$-бк-смЯц	$С_3$-бк-яцСм	$С_3$-бк-яцСм	$С_3$-бк-яцСм	$С_3$-бк-яцСм
Склад поваленого деревостану	10См + Яц	6С4См	8См1С1Б	10См + Б	9См1Яц + Яв, Бк	4См4Бк2Яц	10См
Вік деревостану на час вітровалу, р.	34	35	41	67	69	118	65
Вік вітровальної ділянки на час першого обліку підросту	2	3	3	2	3	4	3
Дата обліку самосіву і підросту	01.08.2003, 27.09.2008	31.07.2003, 28.09.2008	30.07.2003, 29.09.2008	02.08.2003, 26.09. 2008	03.08. 2003	01.06. 2005	02.06. 2005

Методика досліджень. Для обліку наявного самосіву і підросту було застосовано апробовану методику Швейцарського федерального інституту досліджень лісу, снігу і ландшафтів. Вона передбачає закладання на вітровальних ділянках кругових облікових площадок площею 50 м^2. Відстань між площадками становила 20-25 м. У центрі облікової площадки забивали кілок, на якому вказували номер площадки. Від центру площадки визначали азимут і відстань до кожного деревця заввишки 20 см і більше, які записували у відповідний формуляр. Також визначали вік і висоту кожного деревця, вид і походження деревних порід, а за їх висоти понад 2 м – і діаметр на висоті 1,3 м. За

[1] **ЛАВНИЙ Василь Володимирович** – член-кореспондент Лісівничої академії наук України, кандидат сільськогосподарських наук, доцент. Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів, 79057. Тел.: +38-098-859-72-07. E-mail: lavnyy@gmail.com

наявності пошкоджень підросту вказували їх вид у примітці. На облікових площадках також визначали зімкненість і панівні види живого надґрунтового покриву та його середню висоту.

Для кожної із пробних площ визначали висоту н.р.м., стрімкість і експозицію схилу, час вітровалу, площу вітровальної ділянки, тип лісу, а також наводили характеристику. Для оцінювання успішності природного поновлення на вітровальних ділянках застосовували шкалу М.М. Горшеніна [1].

Об'єкти досліджень. Об'єктами досліджень були вітровальні ділянки на території ДП "Осмолодське лісове господарство". Пробні площі закладали на вітровальних ділянках віком два-чотири роки. На всіх ділянках після вітровалу були проведені суцільні санітарні рубки. Всього було закладено сім пробних площ у Краснянському, Осмолодському і Бистрицькому лісництвах ДП "Осмолодське ЛГ". Коротку характеристику досліджених вітровальних ділянок наведено в табл. 1.

Результати досліджень показали, що на вітровальних ділянках на території ДП "Осмолодське лісове господарство" спостерігається різний хід природного поновлення – від незадовільного до доброго (табл. 2 і 3). На цей процес впливає багато чинників – розмір і конфігурація ділянки, відстань до сусідніх непошкоджених деревостанів (джерел засівання насіння), вік вітровальної ділянки, зімкненість та висота живого надґрунтового покриву на ній, тип лісу, потужність і скелетність ґрунту та інші.

Як бачимо з табл. 2, на пробних площах № 1, 3 та 4 у складі підросту переважали однорічки. На пробній площі № 2 серед молодого покоління лісу майже однакова кількість підросту припадала на вікові групи 1 рік та 2 і 3 роки – відповідно, 11017 і 11367 шт./га. На пробних площах № 5 і 6 серед підросту деревних порід найбільш представленою була група віку 2-3 р., на яку припадало відповідно 71,9 та 45,1 % від загальної кількості підросту. На пробній площі № 7 серед природного поновлення переважав підріст віком 4-7 р. Це пояснюється тим, що у поваленому вітром деревостані вже був наявний самосів деревних порід під наметом лісу.

Табл. 2. Розподіл самосіву і підросту деревних порід на пробних площах (ПП) за віком (шт./га)

Вік самосіву і підросту, років	ПП № 1	ПП № 2	ПП № 3	ПП № 4	ПП № 5	ПП № 6	ПП № 7
1	6978	11017	6689	2400	1583	4211	1460
2-3	1422	11367	4067	17	6551	25658	5121
4-7	289	1500	422	0	983	19342	9755
>7	67	0	0	17	0	7632	243
Разом	8756	23884	11178	2434	9117	56843	16579

Дослідження показали, що на пробній площі № 1 було недостатнє, на пробних площах № 2, 6 і 7 – добре, на пробній площі № 4 – незадовільне і на пробних площах № 3 та 5 – задовільне природне поновлення деревних порід. Розподіл самосіву і підросту на пробних площах за окремими деревними породами наведено в табл. 4.

З табл. 1 видно, що на пробній площі № 1 у складі підросту домінує береза повисла, частка якої становить 63,7 %. Часто трапляється і самосів крушини ламкої, ялини європейської та горобини звичайної. Загалом спостерігається характерна ситуація – спочатку на вітровальних ділянках домінують деревні породи-піонери, які поступово заглушують конкурентний живий надґрунтовий покрив та створюють сприятливі умови для росту головних деревних порід (у цьому типі лісу – смереки, бука і ялиці).

Табл. 3. Оцінка успішності природного поновлення на вітровальних ділянках у ДП "Осмолодське ЛГ" за шкалою М.М. Горшеніна

Показники	ПП № 1	ПП № 2	ПП № 3	ПП № 4	ПП № 5	ПП № 6	ПП № 7
Кількість підросту у переведенні на групу віку 4-7 р.	2289	9973	3866	396	5150	46816	13802
Категорія успішності природного поновлення	недостатнє	добре	задовільне	незадовільне	задовільне	добре	добре

Табл. 4. Видовий склад самосіву і підросту на пробних площах за даними першого обліку

Порода	№ пробної площі							
	1	2	3	4	5	6	7	Разом
Береза повисла	5578	12160	4266	967	1833	13553	2438	40795
Бук лісовий	-	33	-	67	67	4342	-	4509
Верба козяча	221	1632	1089	134	200	1316	2194	6786
Горобина звичайна	645	408	867	100	367	-	-	2387
Дуб звичайний	22	-	200		-	-	-	222
Дуб червоний	-	51	-		-	-	-	51
Осика	267	5033	4089	782	117	-	-	10288
Ялина європейська	689	533	156	167	6283	17895	11462	37185
Сосна звичайна	-	2700	-		-	-	-	2700
Клен-явір	-	-		217	33	8816	243	9309
Ялиця біла	178	317	111		217	10921	486	12230
Крушина ламка	1156	1017	400					2573
Всього	8756	23884	11178	2434	9117	56843	16823	129035
Склад підросту	6,4Б1,3 Кр,0,8 См0, 7 Гор + Ос, Врб, Яц, Д	5,1Б2,1 Ос1 ,1С 0,7Врб + См, Гор, Яц, Дчрв, Бк	3,8Б3,7 Ос1 ,0Врб0,8Го р 0,4Кр + Д, См, Яц	4,0Б3,2 Ос0 ,9Яв 0,7См 0,5Врб0,4 Г ор0,3Бк	6,9См2,0Б0, 4Гор 0,2Яц + Врб, Ос, Яв, Бк	3,1См2,4Б1, 9Яц1,6Яв 0,8 Бк 0,2Врб	6,8См 1,4Б 1,3 Врб 0,3Яц 0,2Яв	3,2Б2,9 См0,9 Яц0,8Ос0,7Яв 0,5Врб 0,3Бк + С, Кр, Гор, Д, Дчрв

На пробній площі № 2 у складі підросту також переважала береза повисла, кількість підросту якої становила 12160 шт./га (50,9 %). Друге місце за кількістю займала осика – 5033 шт./га (21,1 %). Варто відзначити

наявність на цій пробній площі значної кількості підросту сосни звичайної – 2700 шт./га (11,3 %). Це пояснюється тим, що з північної сторони вітровальна ділянка межує з смерекково-сосновим лісом. Підріст головних лісотвірних порід на цій ділянці становить незначну домішку.

На пробній площі № 3 у складі підросту переважають піонерні деревні породи – береза повисла, осика, верба козяча і горобина. Разом ці породи становлять 92,2 % від загальної кількості підросту. Цікавим фактом є наявність на ділянці серед підросту незначної кількості особин дуба звичайного.



Рис. 1. Загальний вигляд пробної площі № 4 після розробки вітровальної деревини



Рис. 2. Добре природне поновлення головних порід на пробній площі № 5

На пробній площі № 4, яка була розташована на недавно розчищеній вітровальній ділянці, спостерігалося незадовільне природне поновлення деревних порід, що пояснюється значним пошкодженням поверхні ґрунту після розробки вітровальної ділянки, а також – сильною скелетністю ґрунтів (рис. 1). У складі підросту на цій вітровальній ділянці також домінували береза повисла і осика. Серед головних порід у незначній кількості траплявся підріст бука лісового і ялини європейської.

На пробних площах № 5, 6 і 7 у складі самосіву і підросту домінувала смерека, частка якої становила, відповідно, 69, 31 і 68 %. На цих вітровальних ділянках вже через 3-4 роки після їх розробки спостерігалося задовільне і добре природне поновлення з переважанням типотвірних деревних порід – бука, ялиці і смереки (рис. 2).

Розподіл підросту деревних порід на вітровальних ділянках за висотою представлено на рис. 3. Як бачимо, на всіх пробних площах переважав підріст заввишки 20-70 см. На вітровальних ділянках старшого віку (пробні площі № 2, 3 і 6) значну частку становив також підріст заввишки 71-130 см.

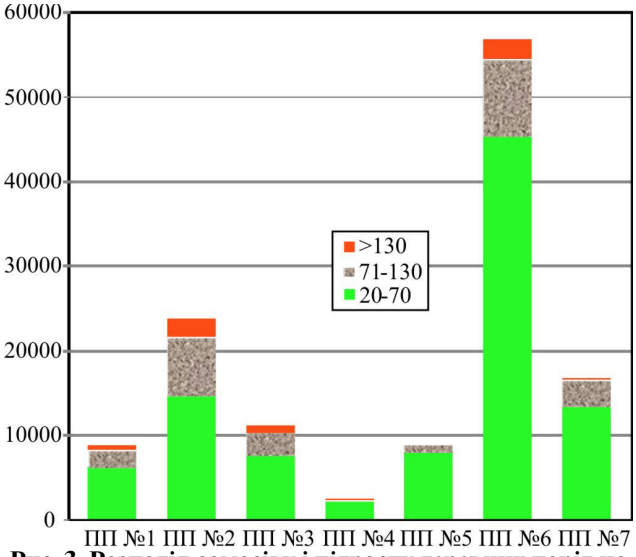


Рис. 3. Розподіл самосіву і підросту деревних порід на вітровальних ділянках за висотою, см

З метою встановлення динамічних змін лісопоновлення на вітровальних ділянках ми провели повторний облік самосіву і підросту деревних порід на пробних площах № 1, 2 і 4 через 5 років. Його видовий склад і кількість з розрахунку на 1 га наведено в табл. 5, а в табл. 6 показано розподіл самосіву та підросту деревних порід за групами висот.

Табл. 5. Видовий склад самосіву і підросту за даними повторного обліку

Порода	ПП № 1	ПП № 2	ПП № 4
Береза	4058	10686	2356
Бук	50	-	22
Верба коз.	52	86	2133
Горобина	493	260	44
Дуб звич.	-	29	-
Дуб черв.	-	57	-
Осика	99	343	556
Смерека	2921	1886	2222
Сосна звич.	49	743	-
Клен-явір	-	-	133
Ялиця	249	377	67
Вільха сіра	-	-	22
Крушина	743	2457	-
Всього	8714	16924	7555

Табл. 6. Розподіл самосіву і підросту за групами висот через 5 років

Висота підросту, см	ПП № 1	ПП № 2	ПП № 4
20-70	1832	2387	3001
71-130	1683	2991	1643
131-200	1634	3749	1978
201-300	1436	5597	844
>300	2129	2200	89
На 1 га	8714	16924	7555

Виявилося, що на пробних площах № 1 та № 2 дещо знизилася загальна кількість підросту деревних порід, а на пробній площі № 4 – значно збільшилася (з 2434 шт./га до 7555 шт./га) і за шкалою М.М. Горшеніна її вже можна оцінити як задовільну. Покращення стану природного поновлення на цій вітровальній ділянці показано на рис. 4.

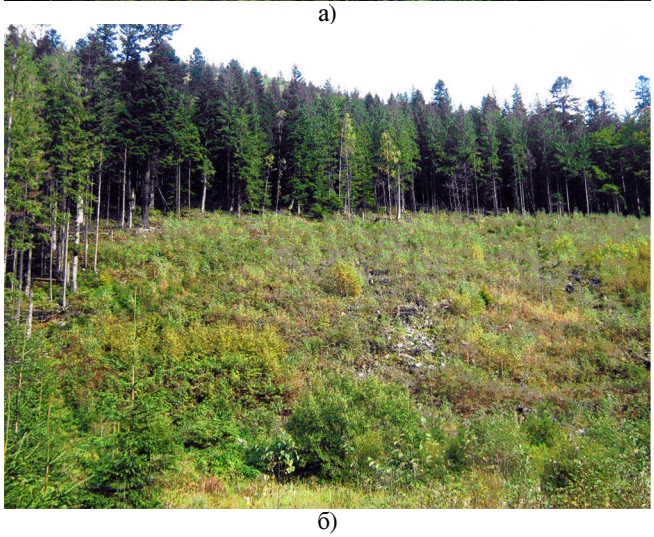
Склад підросту через 5 років (станом на вересень 2008 р.) зазнав певних змін і був таким:

- на пробній площі № 1-4,7Б3,4См0,9Кр0,6Гор0,3Яц0,1Ос + С, Врб, Бк;
- №2-6,3Б1,4Кр1,1См0,4С0,2Яц0,2Ос+Гор, Врб, Дчрв, Д;
- № 4-3,1Б2,9См2,8Врб0,7Ос0,2Яв0,1Яц + Гор, Бк, Вхс.

Внаслідок порівняння складу підросту (див. табл. 4 і табл. 5) встановлено, що серед деревних порід і надалі продовжує домінувати береза, однак її частка



а)



б)

Рис. 4. Загальний вигляд пробної площі № 4: а) після проведення суцільної рубки (серпень 2003 р.); б) через 5 років (вересень 2008 р.)

у складі підросту на пробних площах № 1 і № 3 дещо знизилася – відповідно з 6,4 до 4,7 одиниць та з 4,0 до 3,1 одиниць. Водночас, у складі підросту на всіх пробних площах значно збільшилася частка смереки – на пробній площі № 1 з 689 шт./га до 2921 шт./га, на пробній площі № 2 – з 533 до 1886 шт./га і на пробній площі № 4 – з 167 до 2222 шт./га. Ця порода добре поновилась навіть на сильноскелетних ґрунтах (рис. 5). У складі підросту на вітровальних ділянках збільшилася також частка ялиці, зменшилася – осики, сосни, горобини і верби.

Значних змін зазнав і розподіл підросту деревних порід за групами висот (див. рис. 1, табл. 6). Через 5 років на вітровальних ділянках були добре представлені різні групи висот підросту, зокрема і заввишки понад 3 м. Динаміку середньої висоти окремих деревних порід на пробних площах за даними повторного заміру через 5 років наведено у табл. 7, 8 та 9.



Рис. 5. Навіть на сильноскелетних ґрунтах спостерігається добре природне поновлення смереки

Табл. 7. Зміна середньої висоти підросту окремих деревних порід на пробній площі № 1, см

Рік обліку	Деревна порода								
	См	Яц	Бк	Б	Ос	С	Д	Вбк	Гор
2003	62,6	98,1	-	58,9	52,4	-	34,0	114,5	69,1
2008	100,3	112,0	130,0	296,0	120,0	60,0	-	180,0	193,9

Табл. 8. Зміна середньої висоти підросту окремих деревних порід на пробній площі № 2, см

Рік обліку	Деревна порода										
	См	Яц	Бк	Бзп	Ос	Яв	С	Дчрв	Д	Вбк	Гор
2003	41,2	24,1	-	84,4	57,0	-	35,4	30,0	-	57,1	78,6
2008	119,6	58,7	-	226,8	186,9	-	152,7	35,0	44,0	140,0	118,7

Табл. 9. Зміна середньої висоти підросту окремих деревних порід на пробній площі № 4, см

Рік обліку	Деревна порода							
	См	Яц	Бк	Б	Врб	Ос	Яв	Гор
2003	25,5	-	500	39,3	38,5	38,7	86,6	42,0
2008	53,1	46,7	520	139,8	119,5	153,3	180,8	180,0

Як бачимо, на всіх пробних площах найбільше зросла середня висота порід-піонерів, передусім – берези та осики. Найменшим приріст за висотою виявився у ялиці та смереки. Варто зазначити, що незважаючи на повільний ріст у молодому віці, тіньовитривалий підріст ялиці і смереки добре росте під наметом порід-піонерів (рис. 6).

Сприятливий вплив на ріст самосіву і підросту деревних порід мають деревні рештки, які залишаються перегнивати у лісі. На мертвій деревині може з'являти-

ся в добре рости самосів смереки та інших порід (рис. 7).



Рис. 6. Під наметом берези добре росте підріст смереки (пробна площа № 4)

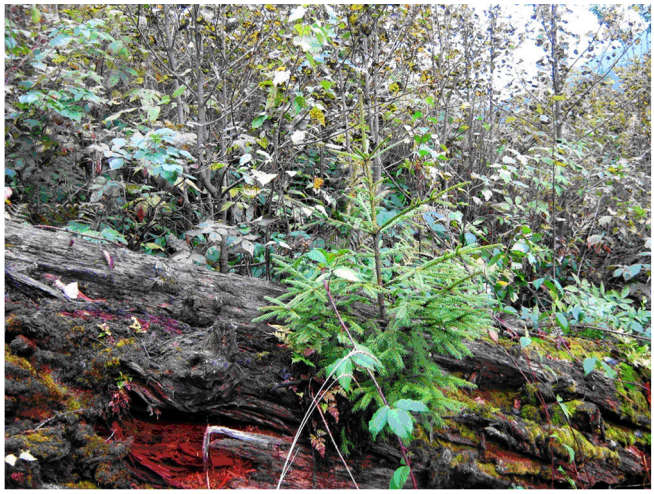


Рис. 7. Мертва деревина є добрим субстратом для росту підросту

Висновки. На семи досліджених вітровальних ділянках віком два-чотири роки на території ДП "Осмолодське лісове господарство" на двох з них спостерігали задовільне природне поновлення деревних порід, на трьох – добре, на одній – недостатнє і ще на одній – незадовільне.

За віком серед самосіву і підросту деревних порід на трьох вітровальних ділянках переважали однорічки, на трьох інших – 2-3-річки і на одній – підріст віком 4-7 р. За висотою на всіх вітровальних ділянках за даними першого обліку переважав дрібний підріст 20-70 см заввишки.

На чотирьох пробних площах у складі підросту домінували породи-піонери, зокрема – береза повисла, осика, верба козяча і горобина звичайна, а на трьох – смерека.

Повторний облік самосіву і підросту на вітровальних ділянках через 5 років показав, що частка берези у складі підросту знизилася, а домішка смереки значно збільшилася.

Природне поновлення деревних порід на вітровальних ділянках є генетично і екологічно більш пристосованим до відповідних лісорослинних умов, клімату та ґрунту. Успішне природне поновлення потребує менших зусиль і дає змогу економити кошти на створення лісових культур та догляд за ними. Однак лісівники повинні слід контролювати процес проходження природного поновлення і за допомогою лісівничих заходів забезпечувати формування на вітровальних ділянках мішаних деревостанів з переважанням головних порід.

ЛІТЕРАТУРА

1. Горшенин Н.М. Лесоводство / Н.М. Горшенин, А.И. Швиденко. – Львов : Вид-во "Вища шк.", 1977. – 303 с.

2. Лавний В.В. Особливості вітровалів та буреломів лісу в Українських Карпатах / В.В. Лавний, Д.Д. Сухарюк // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2007. – Вип. 17.7. – С. 65-71.

3. Fischer A. Die Entwicklung von Wald-Biozönosen nach Sturmwurf / A. Fischer. – Landsberg : Ecomed verlagsgesellschaft AG & Co. KG, 1998. – 436 s.

4. Grundmann V. Verjüngung auf Windwurfflächen / V. Grundmann // Allg. Forstzeitschr. – 1997. – Vol. 52. – S. 974-976.

5. Huss J. Wiederbewaldung von Sturmschadensflächen. Waldbauliche Strategien in Forschung und Praxis: Erfahrungen und Empfehlungen / J. Huss, M. Hehn // Ber. Freib. Forstl. Forschung 25. – 2001. – S. 1-148.

6. Jehl H. Die Waldentwicklung nach Windwurf in den Hochlagen des Nationalparks Bayerischer Wald / H. Jehl // National park Bayerischer Wald. – Wissenschaftl. – 2001. – Reihe 14. – S. 49-98.

7. Jonášová M. Western Carpathian mountain spruce forest after a windthrow: Natural regeneration in cleared and uncleared areas / M. Jonášová, E. Vávrová, P. Cudlín // In: Forest Ecology and Management. – 2010. – Vol. 259 (6). – P. 1127-1134.

8. Lässig R. Die natürliche Dynamik nach Sturmwürfen nutzen – Praxisseminar Sturmwurf-Forschung in Karlsruhe / R. Lässig // AFZ, Wald. – 2000. – Nr. 3. – S. 112-115.

9. Lässig R. Beginn der Wiederbewaldung auf Windwurfflächen / R. Lässig, S. Egli, O. Odermatt, W. Schönenberger, B. Stöckli, T. Wohlgemuth // Schweiz. Z. Forstwes. – 1995. – Nr. 11. – S. 893-911.

10. Lässig R. Wiederbewaldung von belassenen und geräumten Sturmwurfflächen im Mittel-Ural / R. Lässig, S.A. Motschalow // Mitt. d. Hess. Landesforstverwaltung. – 2002. – Vol. 38. – S. 23-34.

11. Leder B. Zur Vegetations- und Gehölzentwicklung auf Sukzessionsflächen nach Fichtenwindwurf / B. Leder, J. Krumnacker // LÖBF-Mitteilungen. – 1998. – S. 64-72.

12. Märkl G. Verjüngungs- und Vegetationsentwicklung in Sturmwurf-Bannwäldern (1993-1998/1999) / G. Märkl, C. Eglseer // Ber. Freib. Forstl. Forschung 32. – 2001. – S. 61-205.

13. Mößnang M. Natürliche Verjüngung auf Sturmwurfflächen vom Februar 1990 in Bayern. Ergebnisse von Dauerbeobachtungsflächen und Folgerungen für die Praxis / M. Mößnang, S. Kühnel // Forstl. Forschungsber. – München. – 1999. – Vol. 176. – S. 61-69.

14. Schölch M. Natürliche Wiederbewaldung von Sturmflächen / M. Schölch**,** G. Kenk // Allg. Forstz. (Münch.). – 1994. – Nr. 2. – S. 92-95.

15. Schönenberger W. Forschungsprojekte zur Wiederbewaldung von Sturmschadenflächen / W. Schönenberger, H. Kasper, R. Lässig // Schweiz. Z. Forstwes. – 1992. – Nr. 10. – S. 829-847.

16. Schönenberger W. Der Beginn der Wiederbewaldung von Sturmwurfflächen im Gebirge / W. Schönenberger, U. Wasem // Ein Zwischenbericht. In: Forstliche Forschungsberichte. – München. – 1999. – Heft 176. – S. 102-110.

17. Schönenberger W. Post windthrow stand regeneration in Swiss mountain forests: the first ten years after the 1990 storm Vivian / W. Schönenberger. – For. Snow Landsc. Res. 77. – 2002. – P. 61-80.

18. Suchant R. Die Wiederbewaldung von Sturmwurfflächen / R. Suchant // AFZ, Wald. – 2000. – Nr. 16. – S. 836-838.

В.В. Лавный

АНАЛИЗ ВЫСОТНО-ВОЗРАСТНОЙ СТРУКТУРЫ ПОДРОСТА НА ВЕТРОВАЛЬНЫХ УЧАСТКАХ ГП "ОСМОЛОДСКОЕ ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО"

Проанализировано породный состав, возрастную и высотную структуру самосева и подроста древесных пород на семи пробных площадях, заложенных на территории ГП "Осмолодское лесное хозяйство". На исследованных ветровальных участках на протяжении двух-четырех лет наблюдался различный ход природного возобновления – на одном оно было неудовлетворительным, на другом – недостаточным, на двух – удовлетворительным и на трех – хорошим. По возрасту среди самосева и подроста древесных пород на трех ветровальных участках преобладал одногодичный самосев, на других трех – 2-3-летки и на одном – подрост возрастом 4-7 лет. На всех ветровальных участках доминировал мелкий подрост высотой 20-70 см. В составе самосева и подроста древесных пород на четырех участках преобладала береза, на трех – ель. Повторный учет самосева и подроста на ветровальных участках через 5 лет показал, что участие березы в составе подроста снизилось, а ели – значительно увеличилось.

***Ключевые слова*:** природное возобновление леса, ветровальные участки, ГП "Осмолодское лесное хозяйство".

V.V. Lavnyy

THE ANALYSIS OF THE AGE AND HEIGHT STRUCTURE OF THE STAND UNDERSTOREY ON THE WINDFALL AREAS IN THE OSMOLODA FORESTRY ENTERPRISE

Tree species composition, age and vertical structure of the forest regeneration and understorey analyzed on seven plots in the area of "Osmoloda forestry enterprise." On the studied windthrow areas aged two to four years there was a different success of natural regeneration – on some plot it was unsatisfactory, in another one – insufficient, on two – satisfactory and on three areas it was good. Among the stand understorey on three sample plots it was observed the following age distribution: first plot – one year-old self-sowing, on three other plots – 2-3-year-old regeneration and on the last one – 4-7-year-old understorey. According the height in all experimental areas the small understorey with the height of 20-70 cm domination is observed. In the stand composition of understorey on four windthrow areas birch is prevailing and on three others – spruce. Repeated investigation of the self-sowing and understorey on the same windthrow areas after 5 years showed that the of birch in the stand composition decreased, and admixture of spruce increased significantly.

***Keywords*:** windfall areas, natural forest regeneration, Osmoloda forestry enterprise.

*УДК 630*116(23)*

***В.С. ОЛІЙНИК*[1]**

ВОДОЗБОРИ КАРПАТ ЯК ОБ'ЄКТИ ЕКОЛОГІЧНО ЗБАЛАНСОВАНОГО ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

Охарактеризовано площі, рельєф, земельні угіддя, лісистість і структуру насаджень наявних п'яти категорій гірських водозборів. Наведено дані про вплив лісу на гідрологічний режим їх річок. Проаналізовано динаміку лісового покриву та господарську діяльність на водозборах. Запропоновано використовувати природоощадні методи ведення господарства в басейнах річок і гірських потоків, зокрема лісівничі і фітомеліоративні – підвищення лісистості, створення захисних лісосмуг, оптимізацію структури деревостанів і екологізацію головних рубань лісу.

Ключові слова: *водозбір, рельєф, стік води, тип лісу, лісистість, структура насаджень, рубання лісу, ведення господарства.*

Вступ. У карпатському регіоні, що займає лише 6 % території України, зосереджена третина лісосировинних, водних і рекреаційних ресурсів держави [10]. Водночас тут формується 32 % шкідливих метеорологічних явищ України [3]. Тому використання природно-рекреаційних ресурсів Карпат стрімко знижується через часті паводки, ерозійно-селеві процеси, вітровали лісу та снігові лавини. За їх масштабами регіон займає перше місце в державі. Щорічні збитки від паводків у 60-80-ті роки минулого століття змінювалися у межах 25-60 млн крб, сягаючи в окремі роки 260 млн крб. Тало-дощові зимові паводки в Закарпатті в 1998 і 2001 рр. та зливовий паводок у липні 2008 р. у прикарпатських областях завдали збитків на суму близько 4 млрд грн.

Першопричиною виникнення руйнівних паводків із супроводжуючими їх ерозійно-селевими процесами є зливові опади величиною понад 120-150 мм, особливо коли вони випадають на перезволожені або замерзлі ґрунти [1]. Підсилює стихію гірський рельєф. На стоко- і ерозійно небезпечні схили стрімкістю понад 10° припадає 75 % площі Карпат. Гірські ґрунти характеризуються високою щебенистістю, невеликою потужністю (0,3-1 м) і не сприяють затриманню вологи.

Бурхливі паводки на річках змінюються періодами вкрай низької водності, під час якої стік рік буває в 2000 разів менший, ніж у паводки. Оскільки всі міста регіону живляться річковою водою, це створює проблеми для ритмічності їх водопостачання, використання води різними галузями господарства, а також підтримання належного санітарного стану гідрографічної мережі.

Несприятливі метеорологічні та геоморфологічні чинники стихії підсилюються нераціональною господарською діяльністю. Протягом X-XIX століть основний чинник екологічної стабільності – лісистість знизилася з 93-95 % до 55-59 % [10]. Найбільше її скорочення відбулося у низькогір'ях із переважанням виположених схилів, придатних для сільськогосподарського використання. Менше змінилася площа лісів на середньогірних хребтах Зовнішніх і Полонинсько-Чорногірських Карпат, що характеризуються спадистими і стрімкими схилами та щебенистими і кам'янистими ґрунтами. У першому випадку лісистість річкових водозборів змінюється у межах 30-50 %, у другому – 60-90 %. Утворені на місці лісових угідь вторинні луки характеризуються невисокою біологічною продуктивністю та досить низькими гідрологічними функціями. Порівняно із лісом, виникнення на них поверхневого стоку води прискорюється в 3-4 рази, а його показники зростають в десятки разів [5].

Наявний лісовий покрив значно омолоджений внаслідок надмірних рубань у другій половині XX ст. Найбільш вагомі у паводко-регулювальному аспекті пристигаючі і стиглі лісостани зараз становлять лише 25 %, решта вкритої лісом площі припадає на молодняки і середньовікові насадження меншого стокорегулювального ефекту. Головне рубання лісу представлене здебільшого суцільнолісосічним способом із наземним трелюванням деревини, що негативно змінює лісове середовище. Значний ефект дестабілізації в гірських екосистемах створюють сотні кілометрів трас нафто- і газопроводів, ліній електропередач та дорожньої мережі у річкових долинах. Як звичайно, вони підсилюють поверхневий стік води, ерозійні процеси та вітровальність лісу.

Згідно з гідрокліматичними прогнозами [3], наявне потепління клімату буде посилювати небезпечні стихійні явища, зокрема у зволожені періоди – паводки та ерозійні процеси, а в сухі сезони – виснаження ґрунтових вод та обміління річок. В умовах густонаселеності і малоземелля регіону ці процеси створюють напружену екологічну ситуацію і не сприяють сталому його розвитку.

На цей час доведено [1, 2, 7, 11], що в гірських умовах основним шляхом збереження екологічної рівноваги і посилення гідрологічних та інших захисних функцій лісу із одночасним невиснажливим викорис-

[1] **ОЛІЙНИК Василь Степанович** – член-кореспондент Лісівничої академії наук України, завідувач кафедри лісознавства. Прикарпатський національний університет ім. Василя Стефаника, доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник. Україна, м. Івано-Франківськ. Тел.: +38-067-456-75-94

танням водних, земельних і лісосировинних ресурсів є ведення господарства за водозборами. Це – обмежені вододілами частини земної поверхні з товщею ґрунтів і гірських порід, звідки волога надходить до струмків і річок. Збільшення лісистості водозборів зумовлює покращення їх водного режиму, посилює захист ґрунтів від ерозії, підвищує якість води та сприяє покращенню використання водних ресурсів різними галузями господарства. Водозбірні басейни річок складаються з менших водозборів річок і струмків. Найменшою їх одиницею є елементарний водозбір, що має чітко виражене русло і характеризується однорідністю рельєфу, ґрунтово-підґрунтової товщі та рослинності.

Ведення господарства за таким принципом можна здійснювати за умови визначення розмірів водозбірних басейнів як територіально-господарських одиниць, встановлення для них оптимальної структури земельних угідь, особливо лісових, а також нормативів гранично допустимих впливів антропогенної діяльності, а саме: розміщення та площі лісосічних робіт, видів сільськогосподарської діяльності, населених пунктів, промислової інфраструктури, об'єктів гідротехнічного захисту тощо. Загалом, у широкому розумінні ведення господарства за водозбірним принципом є міжгалузевою проблемою. У цій публікації зупинимося на її лісогосподарських аспектах, виходячи із того, що лісовий покрив є основним елементом гірських ландшафтів і виконує багатогранні екологічні і сировинні функції.

Об'єкти та методика. Вивчення природно-лісівничих особливостей гірських водозборів Карпат проводили на основі гідрологічних і кліматичних довідників, картографічних, ґрунтово-типологічних і лісовпорядних матеріалів. Було проаналізовано розміри площ, нахили, висотне розміщення, розораність, лісистість, земле- і лісокористувачі 241 водозбирання, зокрема 176 басейнів рік і 65 водозборів гірських потоків, що репрезантативно представляють всю багатогранність лісорослинних і фізико-географічних умов регіону. На 64 басейнах річок і гірських потоків вивчали породну і вікову структуру лісів та їх типи. На 53 водозборах досліджували вплив лісу на гідрологічний режим річок і струмків, а на 15 басейнах – його зміни під впливом господарської діяльності. Детальну методику робіт наведено в публікаціях [4, 6, 7].

Результати та їх обговорення. Дослідження показали, що природні умови гірських водозборів досить мінливі. Передусім це зумовлено їхньою площею. Чим вона більша, тим більше його природне різноманіття та складніші гідрологічні процеси. Зменшення площі водозборів, навпаки, викликає спрощення природних умов і водного режиму та створює загрозу перетворення їх природи активною господарською діяльністю за короткочасний період. Отже, розміри водозбірної площі, з одного боку, можуть певною мірою характеризувати складність чи простоту гідрологічних процесів, а з іншого – служити основою для ранжування водозборів з метою опрацювання шляхів ведення на них природоощадного господарства.

У гірських умовах із розмірами площі водозборів пов'язані розгалуженість гідрографічної мережі, геоморфологічна будова долин водотоків та прилеглих до них схилів, мінливість ґрунтово-кліматичних і лісорослинних умов, кількість земле- і лісокористувачів тощо. Із зменшенням розмірів водозборів зменшується просторова мінливість головного стокоформувального чинника – опадів (табл. 1). Якщо на річкових басейнах має місце істотне збільшення опадів із висотою місцевості, то на водозборах невеликих гірських потоків це явище виражено значно слабше. Загалом зменшення площі призводить до рівномірнішого її зволоження.

Рельєф у різних за розміром басейнах неоднаковий. Зазвичай, із зменшенням площі водозборів зростає нахил їхніх водотоків. Кореляційний аналіз показав, що між цими двома параметрами існує тісний зворотний криволінійний зв'язок, емпірична формула якого має такий вигляд:

$$I = 276/F^{0,581} \text{ за } \eta = 0,72^{\pm 0,07}, \qquad (1)$$

де: I – нахил головного водотоку водозбирання, ‰; F – площа водозбирання, км^2. Отже, найбільшими показниками нахилів характеризуються водотоки басейнів площею менше ніж 100 км^2.

Табл. 1. Зміна величини опадів (мм) залежно від висоти н.р.м. на водозборах різної площі

Пункт спостереження	Висота н.р.м., м	Опади, мм		
		за рік	за холодний сезон	за вегетаційний період
Басейн р. Прут (до м. Яремча, площа 597 км^2)				
Яремча	530	881	275	606
Кременці	650	962	307	645
Яблуниця	830	1005	322	683
Пожижевська	1430	1442	740	702
Басейн р. Головчанки (площа 133 км^2)				
Тухля	544	913	350	563
Кальне	717	998	372	626
Головецьке	956	1034	385	649
Елементарний водозбір стаціонару "Хрипелів" (площа 0,257 км^2)				
Стаціонар "Хрипелів"	870	1198	386	812
те саме	950	1209	387	822
-"-	1020	1217	390	827

Зменшення розмірів водозборів при одночасному збільшенні нахилів їхніх водотоків сприяє посиленню водовіддачі та збільшенню швидкості стікання води під час злив і сніготанення навіть в умовах високої лісистості (понад 60 %). Залежність модулів максимального стоку від площі зворотня. Її емпіричне рівняння наступне:

$$M_s = 1452/F^{0,207} \text{ при } \eta = 0,61^{\pm 0,10}, \qquad (2)$$

де: M_s – середньобагаторічні модулі максимального стоку, л·с$^{-1}$ з км^2; F – площа водозбирання, км^2.

Згідно з формулою (2), у разі зменшення площі водозборів від 700 до 100 км^2 модулі стоку зростають не дуже інтенсивно, зате у разі подальшого зменшення (< 100 км^2) – досить стрімко. Найбільш бурхливим паводкоутворенням характеризуються водозбори гірських потоків площею до 20 км^2. Істотному збільшенню максимального стоку на них сприяє не тільки невелика площа із значними нахилами водотоків, але й те, що вона одночасно охоплюється дощами [9].

У разі збільшення площі водозборів долини їх річок стають ширшими, на них зростає потужність алювіальних відкладів, які під час паводків можуть акумулювати частину руслового стоку, а в періоди меженей повертати його знову в русла. Отже, площа водозборів сама по собі відіграє роль регулятора стоку гірських

рік. Аналіз лісового покриву водозборів показав, що із зменшенням їх площі зменшується мінливість типів лісу та вікової структури насаджень (табл. 2).

Табл. 2. Лісовий покрив на водозборах різної площі у басейні р. Хрипелів

Назва водотоку	Площа водозбирання, га	Лісистість, %	Тип лісу на водозборі	Клас віку насаджень на водозборі
р. Хрипелів	3640	88,8	B_3-См, C_3-См, C_3-бк-яцСм, D_3-бк-яцСм, C_3-см-яцБк, D_3-см-яцБк, C_4-Вс	I-VI
стр. Хрипелівець	543	92,4	C_3-бк-яцСм, D_3-бк-яцСм, C_3-см-яцБк, D_3-см-яцБк, C_4-Вс	I-VI
стр. Власяк	138	90,6	C_3-бк-яцСм, D_3-бк-яцСм	I, II, III, V, VI
Безіменний стр.	36,8	92,4	C_3-бк-яцСм, D_3-бк-яцСм	I, VI
Безіменний стр.	15,7	97,5	C_3-бк-яцСм	V

Впродовж агрокультурного періоду на водозборах регіону склалося певне співвідношення між лісовими і сільськогосподарськими угіддями. Воно значно залежить від висотного розташування водозборів. Із їх збільшенням зростає частка лісових земель і зменшується розораність. Так, на північно- східному мегасхилі Карпат коефіцієнти кореляції цих угідь (%) із середньою висотою водозборів (м, н.р.м.), відповідно, становить 0,71 і -0,62, а тіснота зв'язку між цими категоріями земель сягає -0,91. Залежність розораності водозборів (f_p, %) від їх лісистості ($f_л$, %) та висоти (H, м) виражається такою формулою:

$$f_p = -0{,}307 \cdot f_л - 0{,}013 \cdot H + 44 \text{ при } r = 0{,}84^{\pm 0{,}17}. \quad (3)$$

Від висотного розміщення водозборів значно залежить породна і вікова структура насаджень. Із його збільшенням у лісовому покриві зростає частка ялинових насаджень і зменшується участь букових. Водночас із висотою у структурі лісів зростає площа пристигаючих і стиглих насаджень та зменшується частка молодняків (цей зв'язок оцінюється достовірними коефіцієнтами кореляції, які, відповідно, становлять 0,61 і -0,57). У першому випадку зміни лісотвірних порід зумовлені висотною поясністю, у другому – зменшення площ молодого лісу із висотою зумовлене ослабленням у цьому напрямку господарської діяльності через зростання стрімкості схилів.

Із усіх угідь водозборів найбільш динамічним є лісовий покрив. Його вікова структура значно залежить від інтенсивності господарської діяльності, особливо головних рубань лісу. Впродовж останніх 50-ти років фактична лісосіка в Карпатах змінювалася від наднормативної (у 2-3 рази) до недоосвоєної на 10-15 % [8]. Для з'ясування динаміки лісового покриву водозборів проаналізовано його характеристики на прикладі басейнів річок Бистриця Надвірнянська до с. Пасічна (площа 482 км^2) і Кам'янка до с. Дора (площа 18,1 км^2) за 1970 і 2000 рр. Початок цього періоду (1970 р.) становив собою рубіж переходу від надмірних рубань до розрахункової лісосіки, закінчення (1996-2000 рр.) – недовикористання лісосічного фонду. Дані табл. 3 свідчать про те, що за аналізований період відбулися позитивні зміни у вкритій лісом площі водозборів. Зокрема, разюче зменшилися площі зрубів і молодняків I класу віку та зросла частка старших насаджень із кращими стокорегулювальними властивостями.

Лісовий покрив значно покращує гідрологічний режим водозборів. У кількісному відношенні цю закономірність характеризують отримані нами для 40 водозбірних басейнів такі емпіричні формули:

$$Q = 0{,}09 \cdot P + 90 \cdot f_л - 86 \text{ при } R = 0{,}87^{\pm 0{,}06}; \quad (4)$$

$$M_{min} = 0{,}26 + 3{,}0 \cdot f_л \text{ при } r = 0{,}69^{\pm 0{,}09}; \quad (5)$$

$$M_{max} = 570 \cdot f_л^{-0{,}285} F^{-0{,}067} \text{ за } R = 0{,}80^{\pm 0{,}06}; \quad (6)$$

$$\varphi = 0{,}29 \cdot f_л + 0{,}27 \text{ за } r = 0{,}70^{\pm 0{,}05}, \quad (7)$$

де: Q – річний шар ґрунтового живлення річок, мм; P – річні атмосферні опади, мм; M_{min} – модулі меженного стоку в сухі сезони, л·с$^{-1}$ з км^2; M_{max} – модулі максимального стоку в паводки, л·с$^{-1}$ з км^2; φ – коефіцієнт природного зарегулювання стоку; F – площа водозбирання, км; $f_л$ – коефіцієнт лісистості.

Табл. 3. Динаміка лісового покриву на річкових басейнах за 30-річний період (у % від площі водозбирання)

Угіддя та насадження на водозборах	Водозбір ріки Кам'янка до с. Дора		Водозбір ріки Бистриця Надвірнянська до с. Пасічна	
	1970 р.	2000 р.	1970 р.	2000 р.
Розподіл площі водозбирання за угіддями				
Лісова площа	88,2	89,5	88,3	88,6
Вкрита лісом площа	77,5	89,5	79,4	85,2
Незімкнені культури і зруби	10,7	0	8,9	3,4
Інші категорії земель	11,8	10,5	11,7	11,2
Зайнятість площі водозбирання насадженнями різного віку				
Молодняки I класу віку	19,6	3,4	28,2	4,3
Молодняки II класу віку	28,1	19,9	15,7	29,0
Середньовікові	26,5	29,1	15,2	33,6
Пристигаючі	1,9	22,5	9,7	7,6
Стиглі і перестиглі	1,4	14,6	10,6	10,7

Із рівнянь (4-7) випливає, що ліс, порівняно із польовими угіддями, здатний збільшувати річне ґрунтове живлення річок на 90 мм, примножувати стік сухих сезонів року в 12 разів, зменшувати максимальний стік паводків у чотири рази та поліпшувати режим річок у два рази. Загалом найбільшим стокорегулювальним ефектом характеризуються водозбори з лісистістю понад 70 %, менш сприятливим – басейни із лісистістю 30-65 % і найгіршим режимом стоку – малолісні водозбори із лісистістю до 30 %. Дослідження на стаціонарах [6] свідчать, що впродовж життєдіяльності лісу його гідрологічна роль нестабільна. Найменша вона в молодняках I класу віку, а найвища – у стиглих деревостанах. Внаслідок суцільних рубань паводковий стік води інтенсифікується в 2,5 раза більше, ніж після поступових рубань і майже в 10 разів сильніше, ніж після вибіркових. Цей вид стоку води починає відчутно збільшуватися після зниження вкритої лісом площі водозбирання менше ніж на 60 %.

Аналіз топокарт та природно-лісівничих характеристик водозборів показав, що їх можна розділити на низку категорій, які утворюють дві групи. Перша – басейнів річок завдовжки понад 10 км з терасованими долинами, друга – гірських потоків (струмків) меншої

довжини і V-подібними долинами. До першої групи належать басейни 14 головних карпатських річок, які беруть початок поблизу Головного вододілу і витікають на прилеглі до гір рівнини, 109 – річок-приток першого порядку і 53 – другого порядку головних річок. До другої групи належить велика кількість водозборів поодиноких потоків (елементарні водозбори) і басейнів розгалуженої системи потоків. Кожна їхня категорія характеризується певною площею і пов'язується із конкретним спектром висотних поясів рослинності та типів лісу. Оскільки в горах межі кварталів, лісництв, лісгоспів та територій місцевих рад прокладені по вододілах і водотоках, з водозборами збігаються й межі земле- і лісокористувачів. В узагальненому вигляді основні категорії водозборів характеризує табл. 4.

Водозбори головних річок охоплюють всю різноманітність природних умов гірського мегасхилу. По долинах річок прокладені транспортні магістралі, лінії зв'язку, інші комунікації. Тут знаходяться міста і великі села. Значна частина річкових долин і прилеглих схилів зайнята сільськогосподарськими угіддями. Лісистість водозборів змінюється від 48 % (р. Стрий до с. Верхнє Синевидне) до 71 % (р. Бистриця Надвірнянська до м. Надвірна) і пересічно становить 57 %, що відповідає середньому показнику лісистості Карпат. У межах басейнів розподіл лісів за віком також відповідає пересічним регіональним показникам, а за породами – показникам одного із двох мегасхилів, де вони знаходяться. Ведення господарства на таких водозборах здійснюється одним-двома лісгоспами.

Табл. 4. Основні категорії водозборів Карпат

Категорії водозборів	Площа, км^2		Висотна поясність на водозборі	Земле- і лісокористувачі на водозборах
	середня із похибкою	крайні показники		
Водозбори річок, завдовжки більше 10 км				
1. Водозбори головних карпатських річок	$1065^{\pm 109}$	673-1970	всі висотні пояси одного мегасхилу	5-15 місцевих рад, 1-2 лісгосподарські підприємства
2. Водозбори річок – приток першого порядку головних річок	$106^{\pm 8,75}$	19,6-461	1-2 висотні пояси	2-5 місцевих рад, 1-2, зрідка 3-4 лісництва
3. Водозбори річок – приток другого порядку головних річок	$51,0^{\pm 3,91}$	17,5-127	1, зрідка 2 пояси	1-2 місцеві ради, 1, зрідка 2 лісництва, іноді його частина
Водозбори гірських потоків, завдовжки менше 10 км				
4. Водозбори розгалуженої системи гірських потоків	$6,0^{\pm 0,86}$	1,26-19,9	1-2 підпо-яси, зрідка 1 пояс	частина територій місцевої ради та лісництва (2-10 кварталів)
5. Водозбори одиноких потоків (елементарні водозбори)	$0,61^{\pm 0,06}$	0,04-1,44	переважно 1 підпояс (1-3 типи лісу)	частина територій місцевої ради та лісництва (1-20 виділів)

Водозбори річок-приток першого і другого порядків мають більшу, порівняно з басейнами головних річок, однорідність природних умов, оскільки знаходяться в межах одного або, рідше, двох висотних поясів (напр., субальпійського і ялинових лісів або ялинових і букових лісів), подібних за геоморфологічними і ґрунтово-кліматичними умовами. Уздовж річок прокладені дороги і розташовані населені пункти. Лісистість цих водозборів пересічно становить 64 % і змінюється в межах 29-37 %. Насадження представлені всіма віковими категоріями із домінуванням молодняків і середньовікових деревостанів. У таких басейнах, залежно від величини їх площі, розміщені один-два, зрідка – три лісництва. Їх назви часто мають назви місцевих річок.

Водозбори розгалуженої системи потоків через невелику площу характеризуються незначною мінливістю природних умов. На них панують споріднені типи лісу. Ці водозбори нерідко збігаються з лісовими урочищами, при цьому назва головного потоку є назвою урочища. Їх лісистість дуже мінлива і змінюється від 12 до 95 %. Малолісними є водозбори з домінуванням пологих схилів, які придатні для сільгоспугідь, а багатолісними – із спадистими і стрімкими схилами. Вікова структура лісів тут менш різноманітна, ніж у басейнах річок. Значна частина цих водозборів має одновікові насадження.

Для елементарних водозборів характерна найбільша однорідність природних умов. У їх лісовому покриві панують один, зрідка – два-три споріднених типи лісу. Залежно від стрімкості схилів, ці водозбори бувають як польові, так і лісові. Величина їх площі певною мірою ув'язується з висотною поясністю. Так, на північно-східному мегасхилі Карпат на висотах 600-900 м н.р.м. (буково-ялицеві ліси) площа водозборів змінюється від 60 до 140 га, а на висотах більше ніж 1000 м (буково-ялицево-ялинові і ялинові ліси) – у межах 9-80 га. На цій категорії водозборів переважають одновікові насадження.

З огляду на мозаїчність структури водозборів, досить актуальним є питання вибору конкретних їх категорій як господарсько доцільних одиниць. На погляд О.В. Чубатого [11], із фізико-географічних, гідрологічних і лісорослинних позицій ними повинні бути басейни приток першого і другого порядку головних річок, які є самостійними територіальними системами із індивідуальними особливостями формування водного балансу та річкового стоку. Однак у цьому аспекті не взято до уваги водозбори гірських потоків. Через невеликі площі тут якнайшвидше утворюються паводки, ерозійно-селеві та інші шкідливі процеси. За своєю суттю річковий стік є сумарним транзитним стоком гірських потоків і майже повністю залежить від гідрологічно-лісівничих особливостей басейнів останніх. Сучасний лісовий покрив цих водозборів здебільшого представлений одновіковими деревостанами, що створює передумови для охоплення їх площ впродовж нетривалого часу значними обсягами головних рубок та раптового зниження вкритої лісом площі. Очевидно, що під час організації господарства потрібно враховувати різні категорії водозборів як річок, так і потоків. Але ведення на них господарства може мати свої пріоритети. Вони такі:

- на річкових басейнах проводять планування природоохоронних заходів, зокрема оптимізацію лісистості,

вікової і породної структури деревостанів, виділення категорії їх захисності, проведення лісогосподарських робіт, створення захисних насаджень тощо; на водозборах головних річок додатково оптимізують співвідношення лісових і сільськогосподарських угідь та їх розміщення, виділяють водоохоронні зони;

- на водозборах потоків, включаючи елементарні, підтримують оптимальну лісистість, вікову і породну структуру деревостанів та планують лісоексплуатаційні заходи, які б не мали шкідливих еколого-гідрологічних наслідків.

Під час ведення лісового господарства потрібно враховувати такі аспекти. Перший із них – підвищення лісистості водозборів із недостатнім її рівнем. З огляду на значне господарське освоєння Карпат за задовільну нижню межу лісистості можна прийняти 65 %, за якої паводковий стік відносно стабілізується. Заліснювати доцільно схили стрімкістю понад 20° та ділянки із сильно щебенистими і кам'янистими ґрунтами, незалежно від їх крутості, як найбільш вірогідні осередки формування поверхневого стоку води та ерозійно-селевих процесів. За неможливості збільшити з різних причин вкриту лісом площу, на малолісних водозборах (з лісистістю менше ніж 30-35 %) потрібно створювати смугові захисні насадження. Це повинно стосуватися і середньолісистих водозборів (35-70 %) із нерівномірним розміщенням на них лісових масивів. Незалежно від рівня лісистості, захисні насадження доцільно створювати також на безлісних ділянках уздовж водотоків та в місцях їх формування.

Другий аспект ведення господарства – поступове усунення диспропорції в розподілі вкритої лісом площі на водозборах за групами віку деревостанів. Потрібно орієнтуватися на формування пропорційного їх співвідношення. Така вікова структура насаджень може забезпечити ритмічність і безперервність лісокористування, компенсувати недостатню гідрологічну роль молодняків позитивним впливом деревостанів старшого віку та елімінувати негативні наслідки рубань. На водозборах, що мають особливе значення для постачання водою населених пунктів і підприємств, доцільне домінування пристигаючих і стиглих деревостанів. Із лісівничих і екологічних міркувань важливе значення належить відтворенню стійких із високою захисною здатністю корінних деревостанів, а також подальше удосконалення поділу лісів на категорії захисності із відповідними режимами ведення господарства.

Третій аспект – природоощадне удосконалення головних рубань лісу і їх технологій (екологізація рубань). Під час проектування лісоексплуатаційних заходів потрібно враховувати гідрологічні наслідки різних способів рубань та лісистість водозборів гірських потоків. Залежно від відсотку лісистості доцільно орієнтуватися на такі способи рубання:

- у букових і ялицевих лісах, за лісистості більше ніж 70 % – на добровільно-вибіркові, поступові і суцільнолісосічні (вузьколісосічні) рубання; за лісистості в межах 35-70 % –вибіркові і поступові рубання і за лісистості менше ніж 35 % – тільки на вибіркові;
- в ялинових лісах, за лісистості більше ніж 70 % – на суцільнолісосічні (вузьколісосічні) і добровільно-вибіркові рубання і за меншої лісистості – тільки на вибіркові.

Лісосіки суцільних і поступових рубань треба рівномірно розподіляти по площі водозборів. Вони не повинні збігатися із площами елементарних басейнів. Невід'ємним елементом екологізації головних рубань є природоощадне удосконалення їх технологій. У горах повинно застосовуватися, здебільшого, повітряне і канатне трелювання деревини з максимальним збереженням самосіву, підросту і ґрунту. На пологих схилах у сніжні зими можна допускати і тракторне трелювання.

Варто зауважити, що для кардинального покращення екологічної ситуації на водозборах удосконалення ведення лісового господарства є недостатнім. Необхідна також екологічна оптимізація площ різних видів аграрних угідь, населених пунктів, комунікацій та їх територіального розміщення. Для конкретних водозборів необхідне опрацювання системи заходів щодо екологічно збалансованого природокористування.

Висновки. Для раціонального природокористування та зменшення шкідливих явищ ведення господарства в гірських умовах потрібно здійснювати на водозбірній основі. Басейни річок повинні бути об'єктами міжгалузевого планування природоохоронних заходів. На водозборах гірських потоків проводять невиснажливе використання лісових ресурсів із одночасним запобіганням негативним процесам. Основними напрямками із удосконалення ведення лісового господарства на водозборах є підвищення їх лісистості, створення захисних насаджень, оптимізація вікової і породної структури деревостанів та екологізація головних рубань лісу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Калуцький І.Ф. Стихійні явища в гірсько-лісових умовах Українських Карпат (вітровали, паводки, ерозія ґрунту) / І.Ф. Калуцький, В.С. Олійник. – Львів : Вид-во "Камула", 2007. – 240 с.

2. Кульчицкий-Жигайло И.Е. Водоохранно-защитная роль леса в бассейнах рек Украинских Карпат и ведение хозяйства по водосборам : автореф. дисс. на соискание учен. степени канд. с.-х. наук: спец. 06.03.03 – "Лесоведение, лесоводство и защитное лесоразведение, лесн. пожары и борьба с ними" / УкрНИИЛХА. – Харьков, 1989. – 19 с.

3. Ліпінський В.М. Активізація стихійних метеорологічних явищ на території України – прояв глобальних змін клімату / В.М. Ліпінський, В.І. Осадчий, В.М. Бабіченко // Український географічний журнал : наук.-теор. журнал. – 2007. – № 2. – С. 11-20.

4. Олійник В.С. Методичні особливості вивчення і оцінки гідрологічної ролі гірських лісів Карпат / В.С. Олійник // Науковий вісник НАУ : зб. наук. праць. – Сер.: Лісівництво. – К. : Вид-во НАУ. – 2000. – Вип. 25. – С. 159-166.

5. Олійник В.С. Процеси вологообмінну системи "ґрунт-насадження" в різних висотних поясах Карпат / В.С. Олійник // Науковий вісник НАУ : зб. наук. праць. – Сер.: Лісівництво. – К. : Вид-во НАУ. – 2001. – Вип. 46. – С. 75-82.

6. Олійник В.С. Основні результати 50-річних стаціонарних експериментальних лісогідрологічних досліджень у Карпатах / В.С. Олійник // Наукові праці Лісівничої академії наук України : зб. наук. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2010. – Вип. 8. – С. 38-45.

7. Олийник В.С. Пути совершенствования рубок главного пользования в лесах Карпат / В.С. Олийник, В.И. Парпан, О.В. Чубатый // Лесоведение : научн.-теорет. журнал. – М. : Изд-во "Наука". – 1986. – № 3. – С. 19-24.

8. Парпан В.І. Паводкорегулювальне значення гірських лісів Карпат та шляхи їх оптимізації / В.І. Парпан, В.С. Олійник // Наукові праці Лісівничої академії наук України : зб. наук. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2008. – Вип. 6. – С. 12-15.

9. Перехрест С.М. Шкідливі стихійні явища в Українських Карпатах та засоби боротьби з ними / С.М. Перехрест, С.Г. Кочубей, О.М. Печковська. – К. : Вид-во "Наук. думка", 1971. – 200 с.

10. Украинские Карпаты. Природа. – К. : Вид-во "Наук. думка", 1988. – 208 с.

11. Чубатий О.В. Гірські ліси – регулятори водного режиму / О.В. Чубатий. – Ужгород : Вид-во "Карпати", 1984. – 104 с.

В.С. Олийнык

ВОДОСБОРЫ КАРПАТ – ОБЪЕКТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКИ СБАЛАНСИРОВАНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Охарактеризованы площади, рельеф, земельные угодья, лесистость и структура насаждений пяти категорий горных водосборов. Приведены данные о влиянии леса на гидрологический режим рек. Проанализированы динамика лесного покрова и хозяйственная деятельность на водосборах. Предложены природоохранные методы ведения хозяйства в бассейнах рек и горных ручьев, в частности, лесоводственные и фитомелиоративные – повышение лесистости, создание защитных лесных полос, оптимизация структуры древостоев и экологизация главных рубок леса.

***Ключевые слова*:** водосбор, рельеф, сток воды, типы леса, лесистость, структура насаждений, рубки леса, ведение хозяйства.

W.S. Olijnyk

CATCHMENTS OF THE CARPATHIAN MOUNTAINS OBJECTS OF ENVIRONMENTALLY SUSTAINABLE OF NATUR RESOURCE MANAGEMENT

The area, relief, land, forest land and forest structure of five categories of the mountain catchments are characterized. The data on the forest impact on hydrological regime of their rivers are presented. The dynamics of forest cover and economic activity in catchments have been analyzed. The methods of environmental farming in the mountain watershed ares proposed, in particular silvicultural and phytomelioration measures toward increase of forest cover, the creation of windbreaks, optimization of the main stands and environmental sound final felling.

***Keywords*:** catchments, topography, drainage water, forest types, woodiness, forest land, forest structure, farming.

*УДК 630*174.754*

М.І. СОРОКА[1], Т.В. ЮСЬКЕВИЧ[2]

ФІТОСОЦІОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ НАТУРАЛІЗАЦІЇ СОСНИ ЧОРНОЇ (*PINUS NIGRA* ARN.)

Проведено детальні дослідження ділянок натуралізованої сосни чорної (Pinus nigra Arn.*) в Гологорах. Вивчено особливості ґрунтового вкриття, структуру деревостану та проведено фітосоціологічні описи рослинності у місцях зростання сосни чорної, яка дає повноцінне насінне потомство. Встановлено, що внаслідок адаптивної здатності сосна чорна віднайшла свою екологічну нішу, близьку до тієї, яку займають європейські ліси із сосни чорної східної екологічної групи. Утворення третього покоління та успішне формування деревостану без сприяння людини свідчать про повну натуралізацію сосни чорної.*

Ключові слова: *сосна чорна (Pinus nigra* Arn.*), Гологори, метод Браун-Бланке, фітосоціологічна характеристика рослинності.*

Вступ. Серед успішно інтродукованих в Україні екзотів сосна чорна (*Pinus nigra* Arn.) займає особливе місце. Як перспективний для лісового господарства вид її почали впроваджувати у насадження західного регіону України ще на початку XIX ст. австрійські лісівники, для яких цей вид був добре знайомим з батьківщини. Насадження сосни чорної австро-угорського та польського періодів дотепер відзначаються чудовими лісівничими характеристиками та мають ознаки повністю акліматизованих. Проте для більшості таких ділянок не збереглося відомостей про походження садивного матеріалу, знання яких необхідне для інтродукційної практики. Ми провели різнобічні дослідження та аналіз показників унікального у своєму роді насадження сосни чорної в умовах Гологірського горбогір'я з метою висвітлення особливостей успішного адаптаційного процесу *Pinus nigra*, оскільки особливої уваги заслуговують саме ті насадження екзотів, які пройшли первинний етап акліматизації та відновлюються в природі самостійно.

Об'єкти та методика. Об'єктом досліджень було насадження сосни чорної (*Pinus nigra* Arn.) в Гологорах, на території Золочівського лісництва ДП "Золочівське ЛГ" (Львівська обл.). Було проведено дослідження екологічних чинників формування насадження та здійснено фітосоціологічні описи на засадах флористичної класифікації із застосуванням методу Ж. Браун-Бланке [6]. Оскільки у багатьох випадках описи не містили повного набору діагностичних видів, що часто трапляється під час вивчення гіперконтинуальних видозмінених лісових ценозів, було використано також дедуктивний метод К. Копечки і С. Гейні [11] з виділенням базальних та дериватних угруповань, підпорядкованих вищим, аніж союз, синтаксономічним одиницям. Згідно з цим методом, у базальних угрупованнях з часом появляються характерні види нижчих синтаксонів і проявляються риси корінної асоціації, а дериватні угруповання довго утримують характерні ознаки двох синтаксонів високого рангу. Фітосоціологічні описи проводили маршрутним методом з метою охоплення максимальної кількості видів. Об'єми, структура та назви синтаксонів подано за: Matuszkiewicz, 2001 [13].

Результати дослідження. *Pinus nigra* є південноєвропейським видом із незначними диз'юнкціями на островах Середземного моря та у Північній Африці (Марокко та Алжирі). Природне поширення цього виду, як і інших видів термальних поясів Землі, найбільшою мірою детермінує широтний градієнт: *Pinus nigra* росте у широкій смузі між 35°-48° п.ш. [7]. Антропогенний ареал цього виду значно ширший – вид інтродуковано в Північну Америку та практично по всій Середній і Східній Європі. *Pinus nigra* піднімається у гори до висоти 1800 м: в Австрії – до 700 м, на Балканах – до 650 м, в Іспанії – до 1200 м, а на Корсиці – до 1800 м [14].

Надзвичайна морфологічна пластичність виду та висока здатність до акліматизації, а також глобальні фітоісторичні події зумовили розщеплення виду на безліч підвидів та форм, над діагнозами та поширенням яких триває постійна наукова дискусія. У найбільш загальних рисах серед довготних внутрішньовидових таксонів виділяють східні підвиди (Австрія, Балкани, Греція, Туреччина, Кіпр і Крим) з жорсткою вигнутою хвоєю, яка зберігається на дереві впродовж 4-7 років і має багатошарову товстостінну гіподермальну склеренхіму (*Pinus nigra* subsp. *nigra* (Arn.) Engelm.), та західні підвиди (Італія, Франція, Корсика, Іспанія, Атлаські гори Африки) – з м'якою прямою хвоєю, яка зберігається на дереві впродовж 2-4 років і має одношарову тонкостінну гіподерму (*Pinus nigra* subsp. *salzmannii* (Dunal) Franco). Серед цих географічних груп різні автори виділяють різні форми та варіанти, опираючись як на їх морфолого-анатоміч-

[1] **СОРОКА Мирослава Іванівна** – член-кореспондент Лісівничої академії наук України, доктор біологічних наук, доцент. Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів, 79057. Тел.: +38-050-920-20-85. E-mail: myroslava_soroka@yahoo.com

[2] **ЮСЬКЕВИЧ Тарас Васильович** – кандидат сільськогосподарських наук, доцент, докторант. Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів, 79057. Тел.: +38-067-925-19-34. E-mail: yuskevich_taras@ukr.net

ні ознаки, так і на географічну відокремленість популяцій. Найбільш відомими є системи G. Delevoy [8], P. Fukarek [9] та ін. Детальний огляд систематичних праць, що стосуються внутрішньовидових таксонів, подано у працях Т. Скробача [4], С. Макаринської, В.П. Шлапака, В.В. Шлапака [2, 3].



Рис. 1. Загальний вигляд г. Костюлок
(фото Т.В. Юськевича)



Рис. 2. Насадження сосни чорної 97-річного віку
(фото Т.В. Юськевича)



Рис. 3. Культури сосен чорної та звичайної
(фото Т.В. Юськевича)

Як свідчать дані численних літературних джерел, внутрішньовидова диференціація *Pinus nigra* великою мірою детермінована грунтовим чинником. На цій основі у межах природного ареалу виду виділяють три екологічні групи: західну, центральну і східну. Популяції західної групи (Франція та Іспанія) відзначаються відносною індиферентністю до ґрунту, центральної (Італія та острови Корсика і Сицилія) – дуже погано ростуть на вапнякових ґрунтах, тоді як популяції *Pinus nigra* східної групи (Середня Європа, Балкани, Крим) формуються саме на вапнякових ґрунтах [12].



Рис. 4. Лучні степи (*Inuletum ensifolia var. Carex humilis*) з насінним поновленням сосни чорної
(фото Т.В. Юськевича)



Рис. 5. Екземпляри сосни чорної насінного походження на вапняках (фото Т.В. Юськевича)

Серед досліджених насаджень *Pinus nigra* у західних регіонах України виявлено історичну посадку, де спостерігається успішне поновлення виду і природним способом формуються три його покоління. Ділянка знаходиться у Золочівському лісництві (кв. 7, вид. 4). Вона охоплює західне відгалуження Гологірського хребта – г. Костюлок (405 м н.р.м.) – із вертикально диференційованою рослинністю (рис. 1). Верхнє вирівняне плато займає природна бучина (кв. 7, вид. 5), яка синтаксономічно діагностується як *Mercuriali-Fagetum* Cel. 1962 (Syn. Com. *Fagus sylvatica – Mercurialis perennis*). Це найбільш кальцефільна відміна флористично багатих бучин, характерних для Подільської височини, які формуються у комплексі із термофільними

бучинами *Carici pilosae-Fagetum* Moor 1952 em. Hartm. et Jahn 1967 (табл., синт. 1). Друга висотна смуга рослинності, яка займає верхню частину схилу південно-західної експозиції, зайнята дериватним угрупованням – насадженнями сосни чорної майже 100-річного віку (Com. *Pinus nigra*) (табл., синт. 2), (рис. 2). За нашими дослідженнями, вона характеризується такими лісівничо-таксаційними показниками: склад насадження – 10Сч; вік – 97 років; середній діаметр – 37,5 см; середня висота – 19,7 м; бонітет – III; тип лісу – $С_{2-3}$-д-гБк; ґрунт – сірий дерново-карбонатний на елювії крейдяних порід. Згідно з лабораторними дослідженнями, ґрунт на цій ділянці має такі показники: pH сольове – 7,39; P_2O_5-17 мг/кг; K_2O_5-68 мг/кг (за Мачигіним); лужногідролізований азот – 148,4 мг/кг; гумус – 2,79 %.

Третя висотна смуга від верхівки гори зайнята базальним угрупованням – молодими зімкненими культурами, складеними сосною чорною та сосною звичайною (Com. *Pinus nigra* + *Pinus sylvestris*) (табл., синт. 3), (рис. 3). Нижня частина схилу, підніжжя та прилегла вирівняна ділянка зайняті фітоценозами лучних степів асоціації *Inuletum ensifolia* Kozl. 1925 *var. Carex humilis*), утвореними кальцефільними і ксеротермними видами з насінним поновленням сосни чорної та звичайної, які формуються лише на Люблінській височині та Західному Поділлі, зокрема – і в Гологорах. (табл., синт. 4), (рис. 4)**.** Унікальним видовищем є масове поновлення сосни чорної на оголеному вапняковому субстраті північно-західного макросхилу г. Костюлок (рис. 5).

Табл. Фітосоціологічна характеристика рослинного вкриття г. Костюлок

№ синтаксону	1	2	3	4
% загального вкриття	100	100	100	100
Кількість видів	78	67	58	199
D.sp. Ass.:				
1 Alliaria petiolata	2			
1 Mercurialis perennis	1			
1 Cephalanthera damasonium	+			
1 Epipactis helleborine	+			
2 Pinus nigra		5	3	+
3 Pinus sylvestris	+	+	1	+
4 Aster amellus			+	1
4 Inula ensifolia				3
Ch.sp.Cl.: ***a – QUERCO-FAGETEA; b – Quercetalia pubescenti-petraeae; c – Potentillo albae-Quercion petraeae; d – Fagetalia sylvaticae; e – Alno-Ulmion; f – Fagion sylvaticae; g – Tilio platyphyllis-Acerion pseudoplatani; h – Carpinion betuli***				
a Acer campestre				+
a Acer platanoides	+	1		
a Aegopodium podagraria	2			
a Anemone nemorosa	3	+		
a Campanula trachelium	+	+		
a Carex digitata	+	+		
a Corylus avellana	+			
a Poa nemoralis	+			
a Ranunculus auricomus	+			
a Salvia glutinosa	+			
a Viola mirabilis	1	1		
b Campanula persicifolia		+	+	
b Lathyrus niger	+			
b Primula veris				+
c Ranunculus polyanthemos				1
d Asarum europaeum	1	1	+	
d Atrichum undulatum	2	1		
d Carex sylvatica	+			
d Dryopteris filix-mas	+	+		
d Ficaria verna	+			
d Galeobdolon luteum	+			
d Galium odoratum	3	+		
d Isopyrum thalictroides	+			
d Lathyrus vernus	+			
d Milium effusum	+			
d Primula elatior	+			
d Pulmonaria obscura	1	+		
d Ranunculus cassubicus	+			
d Stachys sylvatica	1			
d Viola reichenbachiana	+	+		
e Circaea luteciana	1			
e Festuca gigantea	+			
f Fagus sylvatica	5	1		
g Acer pseudoplatanus	+	+	+	
g Actaea spicata	+			
g Ulmus glabra	+			
h Campanula rapunculoides		+		
h Carpinus betulus	1	+		
h Cerasus avium	+	+		+
h Dactylis polygama	+	+		
h Stellaria holostea	2	+	+	
h Tilia cordata	+	+		
Ch.sp.Cl.: ***a – FESTUCO-BROMETEA; b – Festucetalia valesiacae; c – Cirsio-Brachypodion pinnati***				
a Acinos arvensis			+	+
a Ajuga genevensis				+
a Arabis hirsuta				+
a Artemisia campestris				+
a Asperula cynanchica				1
a Brachypodium pinnatum				1
a Carex humilis				2
a Carlina vulgaris			+	1
a Centaurea rhenana				+
a Centaurea scabiosa				+
a Dianthus carthusianorum				+
a Euphorbia cyparissias			+	+
a Filipendula vulgaris				+
a Galium album				2
a Gypsophilla fastigiata				+
a Helianthemum nummularium				+
a Phleum phleoides				+
a Plantago media			+	+
a Poa compressa				+
a Poterium minor				+
a Stachys recta				+
a Teucrium chamaedrys			+	1
b Adonis vernalis				+
b Allium montanum				2
b Astragalus danicus				+
b Astragalus onobrychis				+
b Campanula sibirica				+
b Euphrasia stricta				+
b Potentilla arenaria				+
b Salvia verticillata			1	3
b Scabiosa ochroleuca				1
b Thymus marschallianus				+
c Elytrigia intermedia				1
Ch.sp.Cl.: ***a – VACCINIO-PICEETEA; b – Dicrano Pinion, Piceo – Vaccinienion uliginosi; c – Vaccinio-Abietenion***				
a Dicranum scoparium	+	+		
a Polygonatum odoratum		2		
b Polytrichum commune		1		

№ синтаксону	1	2	3	4
c Athyrium filix-femina	+	+		
Ch.sp.Cl.: *a – ALNETEA GLUTINOSAE, Alnetalia glutinosae, Alnion glutinosae*				
a Frangula alnus	+	+		
Ch.sp.Cl.: *a – ARTEMISIETEA VULGARIS; b – ARTEMISIENEA VULGARIS; c – Onopordetalia acanthii, Onopordion acanthii; d – Onopordenion acanthii; e – Dauco-Melilotenion; f – Artemisietalia vulgaris, Arction lappae; g – GALIO-URTICENEA; h – Glechometalia hederaceae; i – Aegopodion podagrariae; j – Alliarion*				
a Artemisia vulgaris		+		+
a Urtica dioica	+	+		+
b Linaria vulgaris				+
b Melandrium album				+
c Anchusa officinalis				+
c Artemisia absinthium				1
c Cichorium intybus				+
c Echium vulgare				+
c Melilotus albus				+
c Melilotus officinalis				+
c Oenothera biennis				+
c Reseda lutea				+
c Verbascum thapsiforme				+
d Verbascum densiflorum				+
e Berteroa incana			+	2
e Tanacetum vulgare				+
f Galeopsis pubescens	+			
f Lamium album				+
g Galium aparine	+			
g Rubus caesius			+	+
h Chelidonium majus	+	+	+	
h Geum urbanum	+	+		+
h Glechoma hederacea	+	+		
h Viola odorata			+	+
i Chaerophyllum aromaticum	+			
i Lamium maculatum	+			
j Geranium robertianum	+	+	+	
j Impatiens parviflora	+	+		
j Lapsana communis	+			
Ch.sp.Cl.: *a – TRIFOLIO-GERANIETEA SANQUINEI, Origanetalia; b – Geranion sanquinei; c – Trifolion medii*				
a Clinopodium vulgare		+	+	+
a Coronilla varia				+
a Galium verum				+
a Lathyrus sylvestris				+
a Origanum vulgare				1
a Silene nutans				+
a Verbascum lychnitis				+
a Vicia tenuifolia				+
b Anemone sylvestris				+
b Anthericum ramosum				+
b Fragaria viridis				+
b Geranium sanquineum				+
b Medicago falcata				+
b Viola hirta				+
c Agrimonia eupatoria				+
c Agrimonia procera				+
c Trifolium medium				1
c Vicia sepium				+
Ch.sp.Cl.: *a – NARDO-CALLUNETEA; b – Nardetalia; c – Violion caninae; d – Calluno-Ulicetalia, Calluno-Arctostaphylion*				

№ синтаксону	1	2	3	4
a Cuscuta epithymum				+
a Helichrysum arenarium		+		+
a Hieracium pilosella		1		+
a Hieracium umbellatum				+
a Luzula campestris			+	+
a Luzula multiflora				+
a Potentilla erecta				+
a Viola canina		+		
b Hypericum maculatum			+	+
b Polygala vulgaris				+
c Pimpinella saxifraga			+	+
c Thymus pulegioides				+
d Peucedanum oreoselinum				+
Ch.sp.Cl.: *a – STELLARIETEA MEDIAE; b – Sisymbrietalia, Sisymbrion officinalis*				
a Galeopsis tetrahit	+	+		+
a Stellaria media	+	+		
b Descurainia sophia				+
b Erigeron canadensis			+	1
b Senecio viscosus				+
b Tussilago farfara	+			+
Ch.sp.Cl.: *a – EPILOBIETEA ANGUSTIFOLII, Atropetalia; b – Atropion belladonnae; c – Sambuco-Salicion*				
a Calamagrostis epigeios		1	2	1
a Fragaria vesca	+	1	+	+
a Gnaphalium sylvaticum				+
a Myosotis sylvatica				+
a Rubus idaeus	+	1	+	
b Torilis japonica				+
c Betula pendula		1	+	+
c Sambucus nigra	+	+		
c Sorbus aucuparia	+	+	+	+
Ch.sp.Cl.: *a – MOLINIO-ARRHENATHERETEA; b – Plantaginetalia majoris, Poligonion avicularis; c – Trifolio fragiferae-Agrostietalia stoloniferae, Agropyro -Rumicion crispi; d – Molinietalia caeruleae; e – Molinion caeruleae; f – Calthion palustris; g – Arrhenatheretalia, Arrhenatherion elatioris; h – Polygono-Trisetion; i – Cynosurion*				
a Centaurea jacea				+
a Cerastium holosteoides				+
a Festuca pratensis				+
a Festuca rubra				+
a Helictotrichon pubescens				1
a Holcus lanatus				+
a Lathyrus pratensis				+
a Phleum pratense				+
a Plantago lanceolata			+	+
a Poa pratensis		1	+	2
a Prunella vulgaris			+	+
a Ranunculus acris				+
a Rhinanthus minor				+
a Rumex acetosa				+
a Trifolium pratense				+
a Vicia cracca				+
b Lolium perenne				+
b Plantago major				+
c Carex hirta				+
c Ranunculus repens	+	+		+
d Deschampsia caespitosa			+	+
d Sanguisorba officinalis				+
e Betonica officinalis				+
e Cnidium dubium				+

№ синтаксону	1	2	3	4
e Succisa pratensis				+
f Achillea millefolium		+	+	+
f Bellis perennis				+
f Carum carvi				+
f Dactylis glomerata			+	+
f Daucus carota				2
f Leucanthemum vulgare				1
f Lotus arvensis				+
f Pimpinella major			+	
f Rhinanthus major				+
f Taraxacum officinale			+	+
f Trifolium dubium				+
g Anthyllis vulneraria				+
g Arrhenatherum elatius				1
g Campanula patula				+
g Crepis biennis				+
g Geranium pratense				+
g Knautia arvensis			+	+
g Pastinaca sativa				+
g Rumex thyrsiflorus				+
g Trifolium montanum				+
h Alchemilla gracilis				+
i Cynosurus cristatus				+
i Leontodon autumnalis			1	+
i Trifolium repens				1
i Veronica serpyllifolia				+
Ch.sp.Cl.: ***a – KOELERIO GLAUCAE-CORYNEPHORETEA CANESCENTIS, Corynephoretalia canescentis; b – Vicio lathyroidis-Potentillion argenteae***				
a Alyssum calycinum				+
a Arenaria serpyllifolia				+
a Brachythecium albicans				2
a Ceratodon purpureus				1
a Erigeron acris			+	+
a Helichrysum arenarium		+		+
a Jasione montana			+	+
a Myosotis ramosissima				+
a Otites eugeniae				+
a Polytrichum piliferum		+		
a Rhacomitrium canescens				+
a Rumex acetosella		2		+
a Sedum acre				+
a Trifolium arvense				+
a Trifolium campestre				+
b Cerastium arvense				+
b Dianthus deltoides				+
b Filago arvensis				+
b Hypericum perforatum		+	+	+
b Potentilla argentea				+
Ch.sp.Cl.: ***a – RHAMNO-PRUNETEA, Prunetalia spinosae; b – Berberidion***				
a Crataegus monogyna		+	+	+
a Prunus spinosa			+	+
a Rhamnus cathartica		+	+	+
a Rosa canina		+	+	+
a Swida sanquinea	+	+	2	+
b Cotoneaster melanocarpus				+
Інші види:				
Ajuga reptans	+		+	
Alyssum gmelinii				+
Briza media				+
Calamagrostis arundinacea	+			
Cardaminopsis arenosa				+
Chamaecytisus ruthenicus				+
Cruciata glabra	+	+		+
Dryopteris carthusiana	+	+	+	
Erodium cicutarium			+	+
Eryngium planum				+
Galeopsis ladanum	+	+	+	
Hieracium sylvularum	+			
Majanthemum bifolium	1	1	+	
Malus sylvestris			+	+
Medicago lupulina				+
Moehringia trinervia	+	+		
Mycelis muralis	+	+	+	
Odonites vulgaris				+
Ononis arvensis				+
Oxalis acetosella	+	+		
Phyteuma orbiculare				+
Prunus divaricata			+	+
Pyrus communis				+
Rubus hirtus	2	+	+	
Salvia pratensis				+
Senecio jacobae				+
Senecio vulgaris				+
Thalictrum aquilegifolium				+
Veronica chamaedrys		+	+	+
Viburnum opulus	+		+	+
Vincetoxicum hirundinaria	+	+	+	+
Viola tricolor				+

Як помітно із проведених досліджень, насадження *Pinus nigra* сформоване у межах природного кальцефільного рослинного комплексу Поділля, рослинність якого має риси географічного вікаріанта відносно природних фітоценозів *Pinus nigra*. Зокрема, дуже подібні кальцефільні угруповання у динамічних рядах лучних степів, термофільних дубових та східнобукових лісів сосна чорна утворює у Румунії [5], Туреччині [10], Словенії [15], Австрії [16], а також у Криму [1].

Висновки та узагальнення. У межах Європи простежується природний довготний тренд рослинних ценозів з участю *Pinus nigra*, закономірностям якого відповідають характеристики насадження на г. Костюлок. Із синтаксономічної таблиці простежуються етапи формування деревостану *Pinus nigra* через базальні та дериватні рослинні угруповання, а за характеристикою цієї ділянки та результатами синтаксономії можна встановити, що садіння перших культур було здійснено садивним матеріалом *Pinus nigra* східної екологічної групи, найімовірніше, австрійського кліматипу. Водночас, згідно з дослідженнями *Pinus nigra* в Гологорах, можна зробити взаємно протилежні висновки. З одного боку, перед нами яскравий приклад адаптивної здатності *Pinus nigra*, що знайшла свою екологічну нішу, близьку до тієї, яку займають європейські ліси із сосни чорної східної екологічної групи. Утворення третього покоління та успішне формування деревостану без сприяння людини свідчать про повну натуралізацію *Pinus nigra* в Гологорах. З іншого боку, активна інвазія насінного потомства *Pinus nigra* на унікальні ділянки західноподільських лучних степів неодмінно призведе до зміни чинників їх формування, а згодом – і до зникнення. З огляду на це, необхідно запровадити контроль за поведінкою потомства *Pinus nigra* та об-

межити його поширення на ділянки природних лучних степів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Зелена книга України / за заг. ред. Я.П. Дідуха. – К. : Вид-во "Альтерпрес", 2009. – 448 с.

2. Макаринська С.А. Систематичне положення сосни чорної (*Pinus nigra* Arn.) та філогенетичні зв'язки всередині роду / С.А. Макаринська, В.В. Шлапак, В.П. Шлапак // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2010. – Вип. 20.11. – С. 19-26.

3. Скробач Т.Б. Сосна чорна (*Pinus nigra* Arn.) в лісових насадженнях західного регіону України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.03.01 – "Лісові культури та фітомеліорація" / Т.Б. Скробач. – Львів, 2006. – 18 с.

4. Boscaiu N. On the presence of *Pinus nigra* subsp. pallasiana in Romania / N. Boscaiu, M. Boscaiu // Wiss. Mitt. Niederösterr. – Landesmuseum. – 1999. – Vol. 12. – P. 21-24.

5. Braun-Blanquet J. Pflanzensoziologie. Grundzuge der Vegetationskunde / J. Braun-Blanquet. – Wien-New York : Springer. – 1964. – 3 Aufl. – 865 s.

6. Critchfield W.B. Geographic distribution of the pines of the world / W.B. Critchfield, E.L. Little. – Washington : Miscellaneous Publication, 1966. – 97 p.

7. Delevoy G.A. propos de la systematiqued e *Pinus nigra* Arnold / G.A. Delevoy // Trav. Stat. Rech. Eaux Forets. – 1949. – Vol. 12. – P. 1-37.

8. Fukarek P. Die Standortrassen der Schwarzföhre (*Pinus nigra* Arn. sen. lat.) / P. Fukarek // Centralblatt fuer das gesamte Forstwesen. – 1958. – Vol. 75. – P. 203-207.

9. Ketenoglu O. Synopsis of syntaxonomy of Turkish forests / O. Ketenoglu, G.N. Tug, U. Bingol, F. Geven, L. Kurt, K. Guney // Journal of Environmental Biology. – 2010. – Vol. 31. – P. 71-80.

10. Kopecky K. A new approach to the classification of anthropogenic plant communities / K. Kopecky, S. Hejny // Vegetatio. – 1974. – Vol. 29. – P. 17-20.

11. Krugman S.L. In Seeds of the woody plants in the United States / S.L. Krugman, J.L. Jenkinson, L. Pinus. – Washington : Agriculture Handbook, 1974. – 883 p.

12. Matuszkiewicz W. Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski / W. Matuszkiewicz. – Warszawa : Państwowe Wydawnictwo Naukowe, 2001. – 536 p.

13. Mirov N.T. The genus Pinus / N.T. Mirov. – New York : Arnold Press, 1967. – 602 p.

14. Wraber T. Die Schwarzföhrenvegetation des Koritnica-Tales (Julische Alpen) / T. Wraber // Bioloski vestnik. – Ljubljana. – 1979. – Vol. 27 (2). – P. 199-204.

15. Zukrigl K. The Forests of Austrian Pine (*Pinus nigra*) on the Eastern Border of the Alps in Lower Austria / K. Zukrigl // Wiss. Mitt. Niederösterr. – Landesmuseum. – 1999. – Vol. 12. – P. 11-20.

М.И. Сорока, Т.В. Юскевич

ФИТОСОЦИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ НАТУРАЛИЗАЦИИ СОСНЫ ЧЕРНОЙ (*PINUS NIGRA* ARN.)

Проведены детальные исследования участков натурализованной сосны черной (*Pinus nigra* Arn.) в Гологорах. Изучены особенности почвенного покрова, структура древостоя и проведено фитосоциологическое описание растительности в местах произрастания сосны черной, которая дает полноценное семенное потомство. Установлено, что в следствии адаптивной способности сосна черная нашла свою экологическую нишу, близкую к той, которую занимают европейские леса из сосны черной восточной экологической группы. Образование третьего поколения и успешное формирование древостоя без содействия человека свидетельствуют о полной натурализации сосны черной.

***Ключевые слова*:** сосна черная (*Pinus nigra* Arn.) Гологоры, метод Браун-Бланке, фитосоциологическая характеристика растительности.

M.I. Soroka, T.V. Yuskevych

PHYTOSOCIOLOGICAL ASPECTS OF BLACK PINE (*PINUS NIGRA* ARN.) NATURALIZATION

A detailed studies of black pine (*Pinus nigra* Arn.) naturalized areas was hold in Gologory region. The characteristics of the ground cover, the structure of forest stand were studied. The phytosociological descriptions of vegetation in the areas of growth of black pine presented, which gives full seed offspring. It was defined that due to it's adaptive capacity black pine has found its ecological niche, which is close to such, that is occupied by European black pine forests of eastern ecological group. The third generation formation and the successful formation of forest stand without human assistance show tnaf naturalization of black pine that is completed.

***Keywords*:** black pine (*Pinus nigra* Arn.), Gologory region, Braun-Blanquet method, phytosociological characteristic of vegetation.

*УДк 582.475:630*1(477.4)*

В.П. ШЛАПАК[1], С.А. МАКАРИНСЬКА[2], В.В. ШЛАПАК[3]

ЧУТЛИВІСТЬ ДО НИЗЬКИХ ТЕМПЕРАТУР ВИДІВ РОДУ *PINUS* L.

Експериментальним шляхом встановлено чутливість до низьких температур видів роду Pinus L.*: сосни звичайної (P. sylvestris* L.*), сосни чорної (P. nigra* Arn.*), сосни гірської (Pinus mugo* Turra*) та сосни Веймута (Pinus strobus* L.*) під час глибокого та вимушеного спокою. Виявлено, що з тканин однорічного пагона досліджуваних видів роду Pinus* L. *найбільшого пошкодження зазнають кора і камбій, а найменшого – серцевина. Встановлено, що досліджувані види стійкі до несприятливих погодних умов взимку в умовах Правобережного Лісостепу України.*

Ключові слова: *види роду Pinus* L.*, морозостійкість, індекс морозного пошкодження, період глибокого спокою, тканини пагона.*

Вступ. Природне проходження усіх процесів життєдіяльності рослинного організму забезпечується типом лісорослинних умов та температурними змінами протягом року. Річний цикл деревних рослин, як стверджує Л.І. Сергеєв [1], складається з періоду росту пагонів та періоду спокою, що відображає здатність рослин пристосовуватися до несприятливих чинників зими. А здатність виду залишатись непошкодженим від дії морозу визначається ступінню стійкості вегетативних і генеративних органів. Здерев'янілі багаторічні частини рослини краще пристосовані до зимівлі внаслідок розвитку низькотемпературної витривалості під час довготривалого загартування. Бруньки поточного року і 1-2-річні пагони значно вразливіші до пошкоджень, що і дає змогу визначити рівень морозостійкості окремо для кожного виду.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується стаття. Морозостійкість окремих представників роду *Pinus* L. представлена в публікаціях Н.Г. Соломахи [2], Н.Є. Судачкової [3], A. Ericsonn [4], Є.В. Алаудінова, П.В. Миронова [5], Е.В. Алаудінова, В.А. Поваляєва, П.В. Миронова [6], Ю.С. Шимова, Е.В. Алаудінова, П.В. Миронова, С.М. Реп'ях [7], Е.В. Алаудінова, С.Ю. Симкіна, П.В. Миронова [8], В.П. Шлапака, С.А. Макаринської, В.В. Шлапака [9] та інших. Автори здебільшого досліджували безпечний рівень води в живих рослинних клітинах за мінусових температур навколишнього середовища та динамічні характеристики процесу зневоднення в умовах природного сезонного зниження температур; зміну рівня залишеної води в різних елементах протоплазми живої клітини під час структурної перебудови протопласту; дію запасних живильних речовин (білки і вуглеводи) та цукрів, що утворюють гідрофільні зв'язки з білками, які запобігають їх денатурації під час дії критичних низьких температур. Вивчали неправильний обмін речовин, де крохмаль живих запасних клітин перетворюється на камедеподібну речовину, що знижує здатність протистояти несприятливим чинникам морозної погоди та спричинює закупорку провідних елементів, перешкоджаючи руху живильних речовин. Подібні дослідження проводили Д.М. Гродзинський [10] та П.С. Гнатів [11].

Ми дослідили процес проморожування різних частин однорічних пагонів (верхівки, середини через вузол, середини через міжвузля та бруньку) сосни звичайної, сосни чорної, сосни гірської та сосни Веймута в умовах Правобережного Лісостепу України.

Методика проведення досліду. Для визначення морозостійкості за видимими ознаками пошкодження було застосовано метод прямого проморожування за методикою М.О. Соловйової [12] та її модифікацією [13], а також з деякими доповненнями співробітників Інституту садівництва УААН щодо різної фізіологічної значущості тканин, які доповнили уніфіковану методику умовними коефіцієнтами: для кори – 6, для камбію – 8, для деревини – 4, для серцевини – 2, бруньки – 20. Це дає змогу визначити індекс морозного пошкодження (надалі ІМП). Як зразки використовували 1-річні пагони, зрізані з 10-річних дерев. Усі дослідні зразки взято з середньої частини крони, а дослідні екземпляри мали однакову силу розвитку і порядок галуження. Проморожування здійснювали під час глибокого (січень) і вимушеного (березень) спокою. У першому випадку для досліджень брали зразки з чотирьох видів сосен (звичайної, гірської, Веймута і чорної). Температуру знижували до –25 °С і –35 °С. У другому – лише з трьох (за винятком сосни чорної). Температуру знижували до –20 °С і –25 °С. Як контроль використали зразки без попереднього проморожування. Методика полягала у поступовому зниженні температури зі швидкістю 5 °С за годину відносно

[1] **ШЛАПАК Володимир Петрович** – дійсний член Лісівничої академії наук України, доктор сільськогосподарських наук, професор. Національний дендрологічний парк "Софіївка" – НДІ НАН України. Україна, м. Умань. Тел.: +38-098-927-34-57. E-mail: piterwp@rambler.ru

[2] **МАКАРИНСЬКА Світлана Анатоліївна** – аспірант кафедри лісового господарства. Уманський національний університет садівництва. Україна, м. Умань. Тел.: +38-098-233-96-23

[3] **ШЛАПАК Володимир Володимирович** – аспірант. Національний університет біоресурсів і природокористування України. Україна, м. Київ. Тел.: +38-097-385-40-45

тієї, що була у відкритому середовищі, до заданої температури досліду, яку витримували протягом 4-6 годин. Розморожування ж пагонів проводили шляхом поступового підвищення температури на 4-5 °С за годину до досягнення початкової. Через два тижні після експерименту пагони розрізали впоперек і за допомогою анатомо-мікроскопічного методу визначали ступінь пошкодження кожної з тканин за шестибальною шкалою. На наявність пошкоджень окремо обстежували верхівку пагона, середину через міжвузля і вузол та бруньку. Бал морозостійкості визначали за середнім результатом трьох повторностей, а результати оцінки перемножували на відповідний коефіцієнт і отримували індекс морозного пошкодження. Для визначення достовірності розбіжностей між варіантами, проводили математичну обробку одержаних результатів за допомогою програми Dad.

Результати дослідження. В період глибокого спокою тканини сосни звичайної контрольних зразків зовсім не підмерзли (табл.). Це підтверджується і дослідженнями А.К. Полякова, Е.П. Суслова [14] та М.А. Соловйова [15], які вказують на здатність пагонів повністю підготовитись до початку холодного періоду. Також для контрольних зразків майже не відзначено пошкоджень у сосен Веймута і гірської, в яких лише незначною мірою відзначено промерзання кори – 1,2. Також встановлено, що серцевина вузла сосни гірської дещо підмерзла. Усі ж інші тканини досліджуваних зразків є досить стійкими до дії морозу в період глибокого спокою, чого не можна сказати про сосну чорну, яка отримала сильні пошкодження деревини і серцевини. Продовження примусового зниження температури досліду до –25 °С показало, що однорічні пагони сосни гірської та Веймута мають високу, навіть більшу, ніж у сосни звичайної, стійкість до низьких температур. У них визначено найменший індекс промерзання кори, а у сосни Веймута, з-поміж усіх досліджуваних видів, взагалі не виявлено пошкодження камбію і лише злегка були пошкодження деревини. Крім того, у сосни Веймута, так само як і в звичайної, взагалі не відзначено пошкоджень бруньок. Для сосни гірської було встановлено індекс морозного пошкодження 6, а сосни чорної – 4. Сосна чорна, як і в попередньому варіанті, мала найвищий ступінь пошкодження кори, деревини і серцевини низькими температурами під час примусового проморожування.

Табл. 1. Індекс морозного пошкодження тканин усіх частин пагона

Тканини пагона	Сосна звичайна		Сосна Веймута		Сосна гірська		Сосна чорна		$НІР_{05}$
	середнє	індекс	середнє	індекс	середнє	індекс	середнє	індекс	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Глибокий спокій контроль (без проморожування)									
Верх пагона									
Кора х6	0	0	$0,1^{\pm0,1}$	0,6	$0,1^{\pm0,1}$	0,6	0	0	0,16
Камбій х8	0	0	0	0	0	0	0	0	-
Деревина х4	0	0	0	0	0	0	$0,1^{\pm0,1}$	0,4	0,10
Серцевина х2	0	0	0	0	0	0	$0,1^{\pm0,1}$	0,2	0,15
Середина пагона через міжвузля									
Кора х6	0	0	$0,1^{\pm0,1}$	0,6	$0,2^{\pm0,1}$	1,2	$0,1^{\pm0,1}$	0,6	0,13
Камбій х8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Деревина х4	0	0	0	0	$0,1^{\pm0,2}$	0,4	$0,3^{\pm0,2}$	1,2	0,28
Серцевина х2	0	0	0	0	$0,4^{\pm0,1}$	0,8	$0,5^{\pm0,1}$	1,0	0,12
Середина пагона через вузол									
Кора х6	0	0	$0,2^{\pm0,1}$	1,2	$0,1^{\pm0,1}$	0,6	$0,1^{\pm0,1}$	0,6	0,18
Камбій х8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Деревина х4	0	0	0	0	0,2	0,8	0	0	0,12
Серцевина х2	0	0	$0,1^{\pm0,1}$	0,2	$0,4^{\pm0,1}$	0,8	$0,1^{\pm0,1}$	0,2	0,22
Брунька х20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Сума індексів									
Верхівка	0	0	-	0,6	-	0,6	-	0,6	-
Середина через вузол	0	0	-	0,6	-	2,4	-	2,8	-
Середина через міжвузля	0	0	-	1,4	-	2,2	-	0,8	-
Проморожування за –25°С									
Верх пагона									
Кора х6	$0,3^{\pm0,1}$	1,8	0,2	1,2	$0,4^{\pm0,1}$	2,4	$0,5^{\pm0,3}$	3,0	0,52
Камбій х8	$0,1^{\pm0,1}$	0,8	0	0	$0,1^{\pm0,1}$	0,8	$0,1^{\pm0,1}$	0,8	0,22
Деревина х4	$0,2^{\pm0,2}$	0,8	0	0	0	0	$0,2^{\pm0,2}$	0,8	0,34
Серцевина х2	$0,3^{\pm0,2}$	0,6	$0,1^{\pm0,1}$	0,2	$0,1^{\pm0,1}$	0,2	$0,5^{\pm0,5}$	1,0	0,69
Середина пагона через міжвузля									
Кора х6	$0,4^{\pm0,1}$	2,4	$0,1^{\pm0,1}$	0,6	$0,3^{\pm0,1}$	1,8	0,3	1,8	0,20
Камбій х8	$0,1^{\pm0,1}$	0,8	0	0	0	0	0	0	0,12
Деревина х4	$0,5^{\pm0,1}$	2,0	0	0	0,2	0,8	$0,3^{\pm0,1}$	1,2	0,19
Серцевина х2	0,5	1,0	$0,4^{\pm0,1}$	0,8	$0,4^{\pm0,1}$	0,8	$0,6^{\pm0,1}$	1,2	0,23
Середина пагона через вузол									
Кора х6	0,2	1,2	$0,1^{\pm0,1}$	0,6	$0,3^{\pm0,1}$	1,8	$0,4^{\pm0,2}$	2,4	0,38
Камбій х8	$0,1^{\pm0,1}$	0,8	0	0	$0,1^{\pm0,1}$	0,8	$0,1^{\pm0,1}$	0,8	0,20
Деревина х4	$0,4^{\pm0,2}$	1,6	$0,2^{\pm0,1}$	0,8	0,2	0,8	$0,5^{\pm0,2}$	2,0	0,42
Серцевина х2	0,5	1,0	$0,3^{\pm0,1}$	0,6	$0,2^{\pm0,1}$	0,4	$0,8^{\pm0,5}$	1,6	0,59
Брунька х20	0	0	0	0	$0,3^{\pm0,2}$	6,0	$0,2^{\pm0,1}$	4,0	0,27

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Сума індексів									
Верхівка	-	4,0	-	1,4	-	3,4	-	5,6	-
Середина через вузол	-	6,2	-	1,4	-	3,4	-	4,2	-
Середина через міжвузля	-	4,6	-	2,0	-	3,8	-	6,8	-
Проморожування за –35˚С									
Верх пагона									
Кора х6	$0,35^{\pm0,2}$	2,1	$0,65^{\pm0,1}$	3,9	0,5	3,0	0,5	3,0	0,23
Камбій х8	$0,2^{\pm0,1}$	1,6	$0,65^{\pm0,1}$	5,2	0,2	1,6	$0,35^{\pm0,1}$	2,8	0,18
Деревина х4	$0,5^{\pm0,1}$	2,0	0,5	2,0	$0,35^{\pm0,1}$	1,4	0,5	2,0	0,13
Серцевина х2	$0,2^{\pm0,1}$	0,4	0,5	1,0	$0,35^{\pm0,1}$	0,7	0,5	1,0	0,15
Середина пагона через міжвузля									
Кора х6	$0,65^{\pm0,1}$	3,9	$0,65^{\pm0,1}$	3,9	$0,35^{\pm0,1}$	2,1	$0,5^{\pm0,01}$	3,0	0,30
Камбій х8	$0,35^{\pm0,1}$	2,8	0,5	4,0	$0,2^{\pm0,1}$	1,6	$0,2^{\pm0,01}$	1,6	0,15
Деревина х4	$0,75^{\pm0,1}$	3,0	$0,5^{\pm0,1}$	2,0	$0,35^{\pm0,1}$	1,4	$0,5^{\pm0,3}$	2,0	0,26
Серцевина х2	$0,75^{\pm0,2}$	1,5	1,0	2,0	0,5	1,0	$0,65^{\pm0,1}$	1,3	0,25
Середина пагона через вузол									
Кора х6	0,5	3,0	$0,65^{\pm0,1}$	3,9	0,5	3,0	$0,65^{\pm0,1}$	3,9	0,24
Камбій х8	$0,2^{\pm0,1}$	1,6	$0,65^{\pm0,1}$	5,2	$0,35^{\pm0,1}$	2,8	$0,35^{\pm0,1}$	2,8	0,26
Деревина х4	0,2	0,8	$0,65^{\pm0,1}$	2,6	0,2	0,8	$0,75^{\pm0,2}$	3,0	0,31
Серцевина х2	$0,35^{\pm0,1}$	0,7	$0,75^{\pm0,2}$	1,5	$0,35^{\pm0,1}$	0,7	$0,9^{\pm0,1}$	1,8	0,29
Брунька х20	0,2	4,0	0,5	10	$0,2^{\pm0,1}$	4,0	$0,35^{\pm0,1}$	7,0	0,15
Сума індексів									
Верхівка	-	6,1	-	12,1	-	6,7	-	8,8	-
Середина через вузол	-	12,2	-	11,9	-	6,1	-	7,9	-
Середина через міжвузля	-	6,1	-	13,2	-	7,3	-	11,5	-
Вимушений спокій, контроль (без проморожування)									
Верх пагона									
Кора х6	0	0	$0,25^{\pm0,1}$	1,5	0,2	1,2	-	-	0,07
Камбій х8	0	0	0	0	0	0	-	-	-
Деревина х4	$0,1^{\pm0,1}$	0,4	$0,1^{\pm0,1}$	0,4	0	0	-	-	0,13
Серцевина х2	0	0	$0,35^{\pm0,1}$	0,7	0	0	-	-	0,20
Середина пагона через міжвузля									
Кора х6	$0,1^{\pm0,1}$	0,6	$0,25^{\pm0,1}$	1,5	$0,3^{\pm0,05}$	1,8	-	-	0,13
Камбій х8	0	0	0	0	$0,25^{\pm0,05}$	2,0	-	-	0,08
Деревина х4	$0,1^{\pm0,1}$	0,4	$0,4^{\pm0,1}$	1,6	$0,35^{\pm0,1}$	1,0	-	-	0,33
Серцевина х2	$0,25^{\pm0,25}$	0,5	0,5	1,0	$0,35^{\pm0,1}$	0,7	-	-	0,46
Середина пагона через вузол									
Кора х6	$0,1^{\pm0,1}$	0,6	$0,25^{\pm0,1}$	1,5	0,2	1,2	-	-	0,11
Камбій х8	0	0	0	0	0	0	-	-	-
Деревина х4	$0,1^{\pm0,1}$	0,4	0,3	1,2	$0,1^{\pm0,1}$	0,4	-	-	0,13
Серцевина х2	$0,1^{\pm0,1}$	0,2	$0,25^{\pm0,1}$	0,5	0	0	-	-	0,17
Брунька х20	0	0	$0,2^{\pm0,1}$	4,0	$0,1^{\pm0,1}$	2,0		-	-
Сума індексів									
Верхівка	-	0,4	-	2,6	-	1,2	-	-	-
Середина через вузол	-	1,5	-	4,1	-	5,5	-	-	-
Середина через міжвузля	-	1,2	-	3,2	-	1,6	-	-	-
Проморожування за –20˚С									
Верх пагона									
Кора х6	$0,15^{\pm0,05}$	0,9	0,5	3,0	$0,4^{\pm0,1}$	2,4	-	-	0,17
Камбій х8	0	0	0	0	$0,25^{\pm0,05}$	2,0	-	-	0,07
Деревина х4	0	0	0	0	0,2	0,8	-	-	-
Серцевина х2	0	0	0	0	$0,1^{\pm0,1}$	0,2	-	-	0,13
Середина пагона через міжвузля									
Кора х6	$0,1^{\pm0,1}$	0,6	$0,1^{\pm0,1}$	0,6	0,2	1,2	-	-	0,13
Камбій х8	0	0	0	0	0	0	-	-	-
Деревина х4	$0,1^{\pm0,1}$	0,4	0	0	0	0	-	-	0,13
Серцевина х2	0	0	$0,25^{\pm0,25}$	0,5	0	0	-	-	0,33
Середина пагона через вузол									
Кора х6	0	0	$0,35^{\pm0,15}$	2,1	$0,25^{\pm0,05}$	1,5	-	-	0,24
Камбій х8	0	0	$0,2^{\pm0,1}$	1,6	$0,1^{\pm0,1}$	0,8	-	-	0,27
Деревина х4	0	0	$0,25^{\pm0,05}$	1,0	$0,1^{\pm0,1}$	0,4	-	-	0,17
Серцевина х2	0	0	0,2	0,4	0	0	-	-	-
Брунька х20	0	0	0,2	4,0	$0,1^{\pm0,1}$	2,0		-	-
Сума індексів									
Верхівка	-	0,9	-	3,0	-	5,4	-	-	-
Середина через вузол	-	1,0	-	1,1	-	1,2	-	-	-
Середина через міжвузля	-	0	-	5,1	-	2,9	-	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Проморожування за –25˚С									
Верх пагона									
Кора х6	0,2	1,2	$0,65^{\pm0,15}$	3,9	0,5	3,0	-	-	0,20
Камбій х8	0	0	$0,1^{\pm0,1}$	0,8	$0,35^{\pm0,1}$	2,8	-	-	0,16
Деревина х4	0	0	0	0	2,8	1,2	-	-	-
Серцевина х2	0	0	0	0	$0,25^{\pm0,05}$	0,5	-	-	0,07
Середина пагона через міжвузля									
Кора х6	0,2	1,2	$0,5^{\pm0,02}$	3,0	0,3	1,8	-	-	0,02
Камбій х8	0	0	0	0	$0,25^{\pm0,05}$	2,0	-	-	0,07
Деревина х4	$0,1^{\pm0,1}$	0,4	0	0	0,2	1,0	-	-	0,13
Серцевина	0	0	$0,1^{\pm0,1}$	0,2	$0,4^{\pm0,1}$	0,8	-	-	0,23
Середина пагона через вузол									
Кора х6	0,2	1,2	0,5	3,0	$0,4^{\pm0,1}$	2,4	-	-	0,13
Камбій х8	0	0	$0,1^{\pm0,1}$	0,8	0,3	2,4	-	-	0,13
Деревина х4	0	0	$0,1^{\pm0,1}$	0,4	$0,35^{\pm0,15}$	1,4	-	-	0,29
Серцевина х2	0	0	0,2	0,4	$0,25^{\pm0,05}$	0,5	-	-	0,07
Брунька х20	0	0	$0,1^{\pm0,1}$	2,0	$0,35^{\pm0,15}$	7,0	-	-	-
Сума індексів									
Верхівка	-	1,2	-	4,7	-	7,5	-	-	-
Середина через вузол	-	1,6	-	3,2	-	5,6	-	-	-
Середина через міжвузля	-	1,2	-	4,6	-	6,7	-	-	-

Зниження температури до –35 °С змінило ситуацію. Так, серед тканин сосни Веймута найбільших пошкоджень зазнав камбій вузла і верхівки – 5,2 і, незважаючи на сильне підмерзання кори і бруньки, серцевина і деревина отримали невисокі індекси морозного пошкодження. Інші три види сосен виявились порівняно стійкішими. А сосна гірська мала найменші індекси промерзання деревини в усіх частинах пагона.

Дещо по-іншому проходили процеси захисту від негативної дії морозу у період вимушеного спокою. У контролі без проморожування найбільше пошкодились тканини сосни Веймута, особливо кора, деревина і серцевина верхівки пагона. Це можна пояснити тим, що ростові процеси пагона, які проходять протягом вегетаційного періоду, не встигають повністю завершитись з настанням холодів у його верхівці, що робить тканини, розміщені там, менш загартованими. Нижчі і близькі до таких у сосни звичайної, мала індекси морозного пошкодження сосна гірська. Однак її камбій отримав індекс морозного пошкодження 2. Проморожування пагонів за –20 °С показало найвищу стійкість тканин сосни звичайної, у якої підмерзли лише кора верхівки і міжвузля, а також деревина міжвузля. Інші види постраждали значно більше – у сосни Веймута пошкодилась кора і серцевина, а у сосни гірської – кора і камбій. У варіанті зі зниженням температури до –25 °С у сосни Веймута найсильніше пошкодилась кора верхівки – 3,9 і майже не пошкодились інші частини пагона. Сосна гірська мала трохи менший ступінь пошкодження кори, однак усі її інші тканини мали ознаки підмерзання. Підсумувавши показники проморожування пагонів, які були в стані глибокого спокою по кожній тканині з верхівки, міжвузля і вузла, виявили, що найбільшого пошкодження зазнала кора усіх видів сосен (рис. 1). Найсильніше вона пошкодилась у сосни чорної (7,2) за проморожування до –25 °С та у сосни Веймута (11,7) – за проморожування до – 35 °С. За вимушеного спокою найсильніше кора пошкодилась у сосни Веймута – 9,9 (за температури – 25 °С), а найменше – сосни звичайної. Це можна пояснити безпосереднім впливом морозу на кору, а вже потім – на інші тканини пагона.

Тому камбій, який розташований одразу під корою, зазнав менше пошкоджень морозом у кожного з досліджуваних видів. Виняток становила лише сосна Веймута, в якої камбій за температури –35 °С промерз значно сильніше не лише порівняно з іншими видами, а навіть сильніше за кору. А за інших температур він або зовсім не пошкоджувався, або зазнавав лише незначної шкоди. Камбій сосни гірської виявився пошкодженим у всіх варіантах досліду, проте індекси морозного пошкодження тканин пагона у неї не були вищими за індекси кори. Деревина пошкодилась ще менше ніж камбій. Незважаючи на те, що показники її пошкодження у кожного виду відрізняються за різних температур досліду, найсильніше вона постраждала за – 35 °С. Найвищий же індекс морозного пошкодження отримала деревина сосни чорної – 7, трохи менший – сосни Веймута і звичайної – відповідно 6,6 і 5,8, а найменшим він був у сосни гірської – 3,6. Але за вимушеного спокою після проморожування температурою –25 °С деревина сосни гірської мала індекс пошкодження 3,6, тоді як сосни звичайна і Веймута отримали лише 0,4. Серцевина, як внутрішня частина пагона, пошкодилась найменше порівняно з іншими тканинами. У разі проморожування пагонів до –35 °С найвищим індекс морозного пошкодження був у сосни Веймута – 4,5, а найнижчим у сосни гірської – 0,4.

Під час визначення загальної морозостійкості рослини більше уваги приділяли ступеню підмерзання кори, камбію і бруньки, тому що у разі пошкодження їх морозом пагони не функціонуватимуть нормально або навіть загинуть. Як бачимо, деревина та серцевина менше потерпають від дії морозу. Навіть у разі сильного пошкодження виявлені ознаки побуріння деревини зникають до середини літа і вона повністю відновлює свою діяльність. Низькі показники пошкодження серцевини в нашому досліді можна пояснити тим, що вона складається з тонкостінної паренхіми, в якій знаходяться усі запасні живильні речовини, що розкладаються впродовж зимового періоду.

Окремої характеристики потребує брунька (рис. 2). В умовах глибокого спокою у всіх досліджуваних видів вона взагалі не пошкодилась у контрольних зразків (без проморожування) і сильно підмерзла у разі зниження температури до –35 °С. Найвищий індекс морозного пошкодження зафіксовано на зразках сосни Веймута – 10 і, трохи нижчий у сосни чорної – 7.

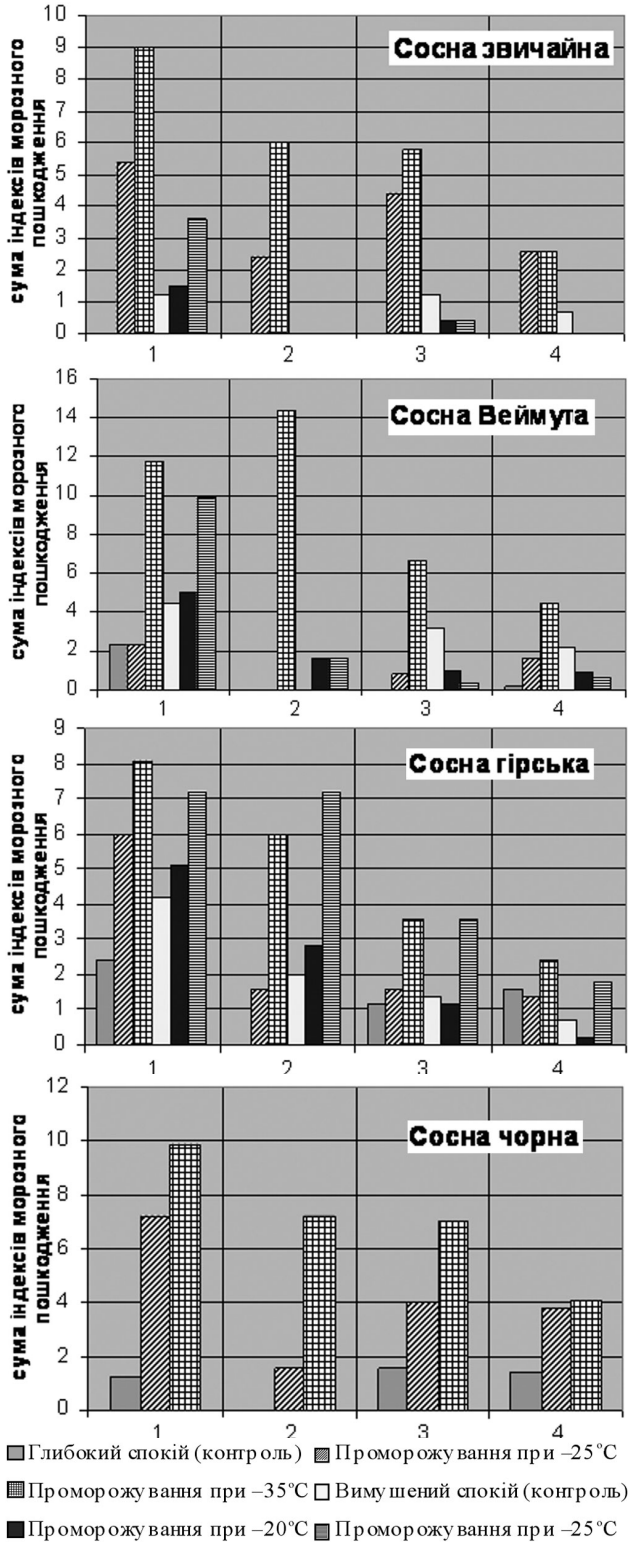


Рис. 1. Індекс морозного пошкодження різних тканин пагона: 1 – кора; 2 – камбій; 3 – деревина; 4 – серцевина

Сосна гірська, яка за цієї температури виявила однакову стійкість з сосною звичайною, мала ознаки пошкодження у інших варіантах досліду, особливо у разі зниження температури до –25 °С, як у разі глибокого, так і вимушеного спокою, коли індекс морозного пошкодження у неї становив 6 і 7, відповідно. Раніше встановлено [8], що в бруньці представників роду *Pinus* L. немає порожнини, а серцевинна тканина є продовженням серцевини пагона і прямо пов'язана з меристематичними тканинами. Отримані дані можуть свідчити про розміщення у меристематичних тканинах бруньок спадково закріпленого механізму кріорезистентності, який реалізується в стані глибокого спокою незалежно від того, чи знаходиться дерево в умовах низькотемпературного стресу, чи ні. Можливо, саме це і допомагає їй зберігатися впродовж періоду морозів, так само, як допомагає і серцевині.

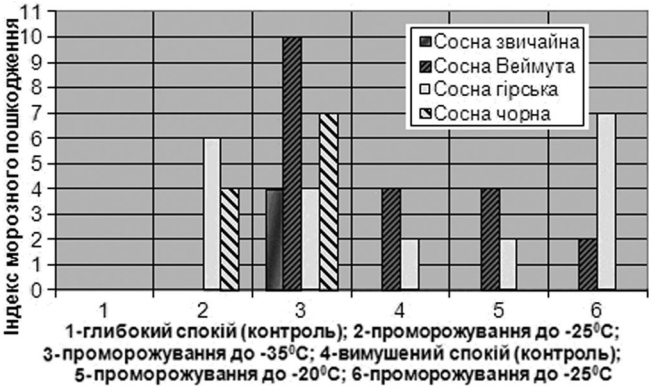


Рис. 2. Характеристика морозостійкості бруньки

Під час періоду вимушеного спокою фізіологічні процеси, що розпочались у рослині внаслідок настання відлиги, не завжди встигають знову повністю припинитись до повторного настання морозів. Тому, якщо у стані глибокого спокою можна визначити потенційну морозостійкість, то проморожування тканин у разі вимушеного спокою визначає швидкість реакції на зміну температури навколишнього середовища, коли рослинний організм виснажений через використання майже усіх живильних речовин, які його захищали. На це і вказують вищі, ніж у стані глибокого спокою, показники морозного пошкодження за вимушеного спокою в контролі без проморожування.

Однак, за Т = –25 °С тканини пагона реагували на проморожування по-іншому. Під час глибокого спокою проморожені за такої температури зразки сосни звичайної мали нижчі оцінки пошкодження кори, ніж за вимушеного. Проте у сосни Веймута спостерігалось зворотне явище – під час глибокого спокою індекс проморожування кори був 2,4, а під час вимушеного – 9,9. У сосни гірської також спостережено сильніші пошкодження пагонів під час вимушеного спокою, але зміни показників не такі значні. Камбій сосни звичайної у глибокому спокої отримав індекс морозного пошкодження 2,4, а під час вимушеного – 0. У сосен Веймута і гірської камбій зовсім не пошкоджувався під час глибокого спокою, проте відзначено ознаки підмерзання під час вимушеного. Деревина і серцевина сосен звичайної і Веймута сильніше пошкоджувалась під час глибокого спокою, а в сосни гірської – навпаки. Бруньки сосни звичайної не підмерзли у жодному з періодів спокою, а у сосен Веймута і гірської вони постраждали в обох варіантах, однак під час вимушеного – сильніше.

Отже, порівнюючи показники індексів морозного пошкодження за температури –25 °С, ми не спостерегли чіткої закономірності і тому не можна дати однозначної відповіді про кращу пристосованість видів роду *Pinus* L. до певного виду спокою, оскільки отримані дані хоча і відрізняються по певних тканинах, але загалом є подібними. Тому можна припустити, що досліджувані види роду *Pinus* L. однаково встигають адаптуватися до змін погодних умов як під час вимушеного, так і під час глибокого спокою.

Висновки. Порівнюючи показники індексів морозного пошкодження за температури –25 °С, ми не спостерегли чіткої закономірності і тому не можна дати однозначної відповіді про кращу пристосованість видів роду *Pinus* L. до певного виду спокою, оскільки отримані дані хоча і відрізняються за певними тканинами, але загалом є подібними.

Найвищою морозостійкістю у всіх варіантах досліду характеризуються тканини сосни звичайної. Сосна Веймута виявилась стійкою до дії мінусових температур в глибокому спокої, незважаючи на сильне пошкодження камбію, однак, під час вимушеного спокою вона мала меншу стійкість. Сосна чорна отримала високі індекси морозного пошкодження у разі зниження температури до –25 °С, проте виявила відносно високу опірність низьким температурам за –35 °С. Тканини сосни гірської найбільше пошкодились морозом під час вимушеного спокою.

З тканин досліджуваних видів роду *Pinus* L. найбільше постраждала кора, а найменше – серцевина. Температуру –35 °С можна вважати критичною, нижче від якої спостерігаються незворотні пошкодження усіх тканин однорічних пагонів.

Показники пошкодження бруньки варіювали для кожного виду, але найвищий індекс морозного пошкодження відзначено у бруньок сосни Веймута у разі зниження температури до –35 °С.

Беручи до уваги підсумкові бальні показники функціональної адаптації та акліматизації сосен звичайної, Веймута, гірської та чорної в умовах Правобережного Лісостепу України, пропонуємо використовувати їх у різних видах насаджень, як під час створення лісових культур, так і впроваджуючи їх у зелене господарство великих міст, районних центрів та населених пунктів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Сергеев Л.И. О физиологии зимостойкости древесных растений / Л.И. Сергеев // Второе Уральское совещание по экологии и физиологии древесных растений : рефераты докладов и сообщений. – Уфа : Башкирское книжное изд-во, 1965. – С. 5-8.

2. Соломаха Н.Г. Випробування видів сосен у Донецькому Ботанічному саду НАНУ / Н.Г. Соломаха, О.К. Поляков, О.П. Суслова // Лісівництво і агролісомеліорація : зб. наук. праць. – Харків : Вид-во УкрНДІЛГА. – 2009. – Вип. 116. – С. 200-203.

3. Судачкова Н.Е. Физиология сосны обыкновенной / Н.Е. Судачкова. – Новосибирск : Изд-во "Наука", 1990. – 223 с.

4. Ericsonn A. Effect of low temperature and light treatment, following winter coldstorage, on starch accumulation in Scots pine seedlings / A. Ericsonn // Canad. J. Forest Res. – 1984. – Vol. 14. – N1. – P. 114-118.

5. Алаудинова Е.В. Липиды меристем лесообразующих хвойных пород центральной Сибири в условиях низкотемпературной адаптации. – Сер.: 2. Особенности метаболизма жирных кислот фосфолипидов меристем Larix sibirica Ledeb., *Picea obovata* L. и *Pinus sylvestris* L. / Е.В. Алаудинова, П.В. Миронов // Химия растительного сырья : научн. журнал. – 2009. – № 2. – С. 71-76.

6. Алаудинова Е.В. Липиды меристем лесообразующих хвойных пород центральной Сибири в условиях низкотемпературной адаптации. – Сер.: 3. Особенности обмена нейтральных липидов меристем почек Larix sibirica Ledeb., *Picea obovata* L. и Pinus silvestris L. / Е.В. Алаудинова, В.А. Поваляєва, П.В. Миронов // Химия растительного сырья : научн. журнал. – 2010. – № 1. – С. 67-74.

7. Шимова Ю.С. Характеристика белков меристем почек *Pinus sylvestris* L. / Ю.С. Шимова, Е.В. Алаудинова, П.В. Миронов, С.М. Репях // Химия растительного сырья : научн. журнал. – 2002. – № 4. – С. 25-28.

8. Алаудинова Е.В. Сезонные изменения содержания воды в меристематических тканях почек *Picea obovata* L. и *Pinus sylvestris* L. и её распределение в клетках / Е.В. Алаудинова, С.Ю. Симкина, П.В. Миронов // Хвойные бореальной зоны : научно-практ. журнал. – 2007. – № 4-5. – С. 487-491.

9. Шлапак В.П. Порівняльна характеристика морозостійкості окремих видів роду *Pinus* L. / В.П. Шлапак, С.А. Макаринська, В.В. Шлапак // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2011. – Вип. 21.1. – С. 18-22.

10. Гродзинский Д.М. Надежность растительных систем / Д.М. Гродзинский. – К. : Вид-во "Наук. думка", 1983. – 368 с.

11. Гнатів П.С. Функціональні критерії реалізації адаптивного потенціалу деревних інтродуцентів / П.С. Гнатів // Наукові праці Лісівничої академії наук України : зб. наук. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2005. – Вип. 4. – С. 85-93.

12. Соловьева М.А. Методы определения зимостойкости плодовых культур / М.А. Соловьева. – Л. : Гидрометеоиздат, 1982. – 36 с.

13. Потанін Д.В. Вивчення морозостійкості плодових порід лабораторним методом прямого проморожування / Д.В. Потанін, В.В. Грохольський, О.І. Китаєв та ін. // Садівництво. – 2005. – Вип. 56. – С. 170-180.

14. Поляков А.К. Итоги интродукции видов рода *Pinus* L. на юго-востоке Украины / А.К. Поляков, Е.П. Суслова // Промышленная ботаника. – 2009. – № 9. – С. 101-104.

15. Соловьева М.А. Зимостойкость плодовых культур при разных условиях выращивания / М.А. Соловьева. – М. : Изд-во "Колос", 1967. – 239 с.

В.П. Шлапак, С.А. Макаринская, В.В. Шлапак

ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ К НИЗКИМ ТЕМПЕРАТУРАМ ВИДОВ РОДА *PINUS* L.

Проведено исследование по определению морозоустойчивости отдельных тканей сосны обыкновенной (*P. sylvestris* L.), сосны черной (*P. nigra* Arn.), сосны горной (*Pinus mugo* Turra) и сосны Веймута (*Pinus strobus* L.), которые находились в состоянии глубокого и вынужденного покоя. Выявлено, что из тканей исследуемых видов рода *Pinus* L. наиболее сильно повреждаются низкими температурами кора и камбий, наименьше – сердцевина. Установлено, что по итоговым балльным показателям исследуемые виды успевают адаптироваться к неблагоприятным погодным условиям зимой в условиях Правобережной Лесостепи Украины.

***Ключевые слова*:** виды рода *Pinus* L., морозоустойчивость, индекс морозного повреждения, период глубокого покоя, ткани побега.

V.P. Shlapak, S.A. Makarynska, V.V. Shlapak

SENSITIVITY TO LOW TEMPERATURE SHOOTS AND BUDS OF TISSUE TYPES OF SOME SPECIES OF THE GENUS *PINUS* L.

It was experimentally investigated resistance to frost of Scotch pine (*P. sylvestris* L.), Black pine (*P. nigra* Arn.), Mountain pine (*Pinus mugo* Turra) and White Pine (*Pinus strobus* L.), in a period of deep and stimulated rest. It was found that most damaged is bark and cambium. Among the tissues of the studied species of the genus *Pinus* L. the greatest damags were in bark and cambium, and the smallest one was in core. Taking into account the data analysis results, we can assume that investigated species are resistant to unfavorable weather conditions of winter season in the conditions of Pravoberezzya Forest-steppe of Ukraine.

***Keywords*:** species of the genus *Pinus* L., frost resistance, frosty damage index, the period of deep dormancy, shoot tissue.

*УДК 630*181*

***Ю.І. ЧЕРНЕВИЙ*[1]**

ОСОБЛИВОСТІ СТРУКТУРИ ЛІСОВОГО ПОКРИВУ СЕРЕДНЬОГІРНОГО ЛАНДШАФТУ ҐОРҐАН (УКРАЇНСЬКІ КАРПАТИ)

Проаналізовано структурні особливості деревостанів природного походження залежно від їх віку та типу едафотопічних умов. Виявлено зміни складу мішаних деревостанів у часі. Це дає підстави рекомендувати удосконалити існуючу номенклатуру типів лісу. Доцільно в умовах вологих мезотрофних та евтрофних едафотопів виділяти динамічно змінні у часі комплексні типи мішаного лісу за участю ялиці, бука та ялини.

Ключові слова: *деревостани, типи лісу, Ґорґани, Українські Карпати.*

Вступ. Середньогірні ландшафти займають центральну частину Український Карпат, а у Ґорґанах у межах Івано-Франківської області – верхів'я басейнів рр. Мізунка, Свіча, Чечва, Лімниця, Бистриця Солотвинська та Бистриця Надвірнянська, а також частково Прут. Це крутосхилі глибоко розчленовані гірські масиви, висота яких загалом перевищує 1000 м н.р.м. Більшість вершин у середньогір'ї Ґорґан сягають понад 1500 м н. р.м. А найвищі вершини – понад 1700 м н.р.м. (г. Сивуля – 1836 м, г. Ігровище –1804 м, г. Висока –1803 м, г. Братківська – 1788 м та ін.).

Місцеві кліматичні та гідрологічні умови зумовлені характерним для цієї частини Карпат помірно-континентальним вологим кліматом. У передгір'ї впродовж року випадає 600-800 мм опадів, а в горах – значно більше, до 1500 мм. У передгір'ї середньорічна температура повітря становить +7-8 ˚С, а в горах на висоті близько 1400 м н.р.м. – лише +3 ˚С і на більших висотах гір сягає нуля. Період вегетації триває в нижній частині близько 238 днів, у горах – до 90 днів. Це головна причина формування висотної диференціації рослинного покриву на пояси лісової, субальпійської та альпійської рослинності [1, 3].

У горах поширені переважно бідні кислі бурі гірсько-лісові буроземні ґрунти. Вони сформувалися під наметом мішаних хвойно-листяних лісів на щебенисто-кам'янистих продуктах вивітрювання різних за складом і шаруватістю відкладів флішу. На грубошаруватих пісковиках залягають здебільшого відносно бідні мезотрофні кам'янисті буроземи (Leptic Cambisols), які найбільш поширені у горах. На глинистих відкладах трапляються багаті евтрофні слабо кислі та нейтральні типові бурі ґрунти (Eutric Cambisols). Вони займають невеликі площі [7].

Значні площі у верхніх частинах гірських масивів та на їх схилах займають розсипи пісковиків. Тут типовими є примітивні ініціальні ґрунти на кам'янистих розсипах (Regosols), а також сильно скелетні некарбонатні (Rankers) та бідні оліго-мезотрофні поверхнево кам'янисті буроземні ґрунти (Cambic Leptosols), які займають значні площі, особливо у пригребеневих частинах гірських масивів, а також на їх схилах, сягаючи навіть річкових долин [7].

Нижній гірський лісовий пояс в умовах вологих мезотрофних та евтофних едафотопів представляють гірські мішані або майже монодомінантні букові та ялицеві ліси. Середній лісовий пояс утворюють переважно мішані ліси за участю ялиці, бука та ялини (смереки) [11]. Загалом ялинові ліси у межах природних комплексів середньогір'я чи не найбільш поширені. Вони формують верхній лісовий пояс, що є типовим природним азональним висотно-поясним явищем, формуючи верхню межу лісу, яка розташована у Ґорґанах у межах висот 1400-1600 м н.р.м. Місцями трапляються ялинники з домішкою сосни кедрової європейської (*Pinus cembra* L.*)*. Інколи в складі трапляється береза повисла (*Betula pendula* L.) [4].

Більшість ялинових деревостанів у нижніх і середніх частинах схилів – культурного походження. Вони переважно монодомінантні, інколи з домішкою низькорослих дерев бука, явора, горобини звичайної тощо. Вище від верхньої межі лісу поширені кам'янисті розсипи та стелюхи сосни гірської (*Pinus mugo* Turra).

На тлі висотної кліматичної поясності подальша локальна диференціація рослинного покриву зумовлена впливом експозиційних та ґрунтово-гідрологічних умов [2, 4, 11]. Проте загалом це явище мало досліджене. Існуюча типологічна диференціація лісів Українських Карпат відзначається доволі широким спектром структурних комбінацій деревостанів і не лише у різних, але й у подібних типах лісорослинних умов [1]. Це у низці випадків є складним для застосування на практиці і з погляду наукового обґрунтування потребує додаткового опрацювання на широкій фактологічній сучасній теоретичній основі [4, 11]. Тому *метою нашого дослідження* була спроба на основі матеріалів таксаційного обліку лісів проаналізувати структурні особливості деревостанів природного походження залежно від їх віку та типу едафотопічних умов.

Загальною теоретичною концепцією нашої наукової розвідки послужили настанови П.С. Погребняка, щодо необхідності "з'ясування причин, які урізно-

[1] **ЧЕРНЕВИЙ Юрій Іванович** – член-кореспондент Лісівничої академії наук України, кандидат сільськогосподарських наук. Прикарпатський лісогосподарський коледж. Україна, Івано-Франківська обл., м. Болехів. Тел.: +38(03437) 3-46-68. E-mail: plhc@ukr.net

манітнюють склад, структуру, продуктивність і життєстійкість лісів у просторі, а також причини, що викликають їх розвиток, перехід від одного типу лісу до іншого у часі" [8, с. 477]. Відповідно були застосовані і методи порівняльної екології – факторної ординації та координації структури деревостанів залежно від їх віку та типу едафотопічних умов.

Об'єкти, матеріали, і методика дослідження. Дослідження структури лісового покриву середньогір'я Ґорґан були проведені подібно як і у межах низькогір'я та Передкарпатської височини [12-14]. Їх виконано на основі розробленої на кафедрі лісівництва НЛТУ України бази даних (автори: проф. П.Р.Третяк, к.с.-г. н. І.М. Пацура), яка містить таксаційні матеріали поділянкового обліку лісового фонду карпатської частини басейну р. Дністер станом на 01.01.2001 р. До аналізу залучено лише ділянки тих кварталів, які розташовані у межах середньогір'я Ґорґан. Виконано цей аналіз на основі суміщення контурів лісогосподарських та топографічних карт масштабу 1:100000. Загалом до аналітичного дослідження залучено інформацію про таксаційні характеристики деревостанів на більш ніж 36 тис. ділянках, загальна площа яких перевищує 162 тис. га (табл. 1).

Табл. 1. Території Державних підприємств лісового господарства, лісовий фонд яких залучено до аналізу

Державні підприємства лісового господарства	Залучено до аналізу ділянок	
	кількість	загальна площа, га
Брошнівське	1606	9611,0
Вигодське	10421	47635,3
Надвірнянське	9697	40129,8
Осмолодське	11068	47671,0
Солотвинське	3604	17323,5
Разом	36396	162370,6

Аналіз представництва лісотвірних порід у деревостанах ґрунтувався на розрахункових даних особливостей просторового поширення деревних видів за їх відносним кількісним представництвом на кожній ділянці. Цю методику детально описано у попередніх наших роботах [12-14]. До аналізу були залучено лише ліси природного походження загальною площею 125 тис. га. Використовуючи матеріали лісовпорядкування, ми інтерпретуємо наведені у них типи трофотопів, виходячи із сучасної класифікації гірських ґрунтів [7] таким чином:

- B (субори) – бідні оліго-мезотрофні поверхнево кам'янисті кислі буроземні ґрунти;
- C (сугруди) – відносно бідні (багатші) мезотрофні кам'янисті буроземи;
- D (груди) – багаті евтрофні слабо кислі та нейтральні типові буроземи.

Результати досліджень. Узагальнювальний аналіз розподілу площ лісових земель за типами едафотопів у межах дослідженого району показав, що більш ніж три чверті їх діагностовані як вологі мезотрофні едафотопи (C_3) на відносно бідних кам'янистих буроземах. Вологі оліго-мезотрофні умови на поверхнево кам'янистих кислих буроземних ґрунтах та вологі евтрофні едафотопи на слабо кислих та нейтральних типових буроземах трапляються рідше, займаючи по 10% загальної площі. Інші типи едафотопів виявляють спорадичне поширення (табл. 2).

Табл. 2. Структура едафотопів середньогір'я Ґорґан, %

Типи гігротопів	Типи трофотопів				Разом
	A	B	C	D	
Свіжі (2)	0,06	0,02	0,45	0,00	0,5
Вологі (3)	0,85	11,31	75,69	9,92	97,8
Сирі (4)	0,01	0,51	1,13	0,05	1,7
Разом	0,92	11,84	77,27	9,97	100

Загалом домінують у середньогір'ї Ґорґан ялинові ліси. Поширені вони майже у всіх типах едафотопів (табл. 3). На висотах понад 1200 м н.р.м вони здебільшого природні висотно-поясні. На нижчих гіпсометричних рівнях, де впродовж XIX-XX ст. відбувалися щонайменше двічі масштабні рубання лісів [1], ялинові деревостани у переважній більшості є вторинними, похідними або штучно створеними. Ліси з перевагою бука чи ялиці трапляються значно рідше на невеликих площах, головно в умовах вологих мезотрофних та евтрофних едафотопів (див. табл. 3).

Табл. 3. Розподіл відносних площ деревостанів за панівними породами та типами едафотопів, %

Типи едафотопів	Разом	В тому числі за переважаючими породами					
		ялина	бук	ялиця	сосна гірська	береза повисла	вільха сіра
A_2	0,1	-	-	-	0,1	-	**-**
A_3	0,9	0,1	-	-	0,7	-	**-**
B_3	11,3	**9,5**	-	-	1,4	0,2	**-**
B_4	0,5	0,2	-	-	0,3	-	**-**
C_2	0,5	0,3	0,2	-	-	-	**-**
C_3	75,7	**58,8**	**12,8**	3,0	0,1	0,4	**0,1**
C_4	1,1	0,6	-	-	-	-	**0,4**
D_3	9,9	7,6	1,9	0,4	-	-	**-**
	100	77,2	14,9	**3,4**	**2,5**	**0,7**	**0,6**

Табл. 4. Розподіл відносних площ деревостанів за панівними породами та класами віку, %

Класи віку, рр.	Разом	В тому числі за переважаючими породами					
		ялина	бук	ялиця	сосна гірська	береза повисла	вільха сіра
0 - 10	4,3	3,4	0,2	0,7	-	-	-
11 - 20	4,7	3,7	0,3	0,6	-	-	-
21 - 30	5,4	4,7	0,3	0,3	-	-	0,1
31 - 40	14,8	12,9	1,2	0,2	-	0,2	0,2
41 - 50	19,7	16,0	3,0	0,2	-	0,3	0,1
51 - 60	6,0	4,0	1,6	0,1	-	0,1	0,1
61 - 70	8,6	6,9	1,5	0,1	-	-	-
71 - 80	5,6	4,2	1,1	0,1	0,1	-	-
81 - 90	4,5	3,1	1,0	0,2	0,1	-	-
91 - 100	4,2	3,3	0,7	0,2	0,1	-	-
100- 110	3,5	2,3	0,5	0,2	0,6	-	-
> 110	18,5	12,7	3,5	0,6	1,7	-	-
Разом	100,0	77,2	14,9	3,4	2,5	0,7	0,6

Загалом, станом на початок 2001 р. за відносною площею переважали ліси віком 31-50 років, переважно ялинові, які на цей час вже потрібно віднести до категорії середньовікових лісів. Деревостани віком понад 100 років були представлені на 22% загальної площі (табл. 4). У решті класів віку ліси займають 4-8 % від загальної площі. За такої вікової структури деревостанів, очевидно, є можливість з достатньо високою вірогідністю отримати узагальнювальні аналітичні результати щодо їх складу у різному віці у найбільш поширених типах едафотопів. Відповідно, доволі точно

можна змоделювати процес його зміни у часі, що представлено на діаграмах (рисунок).

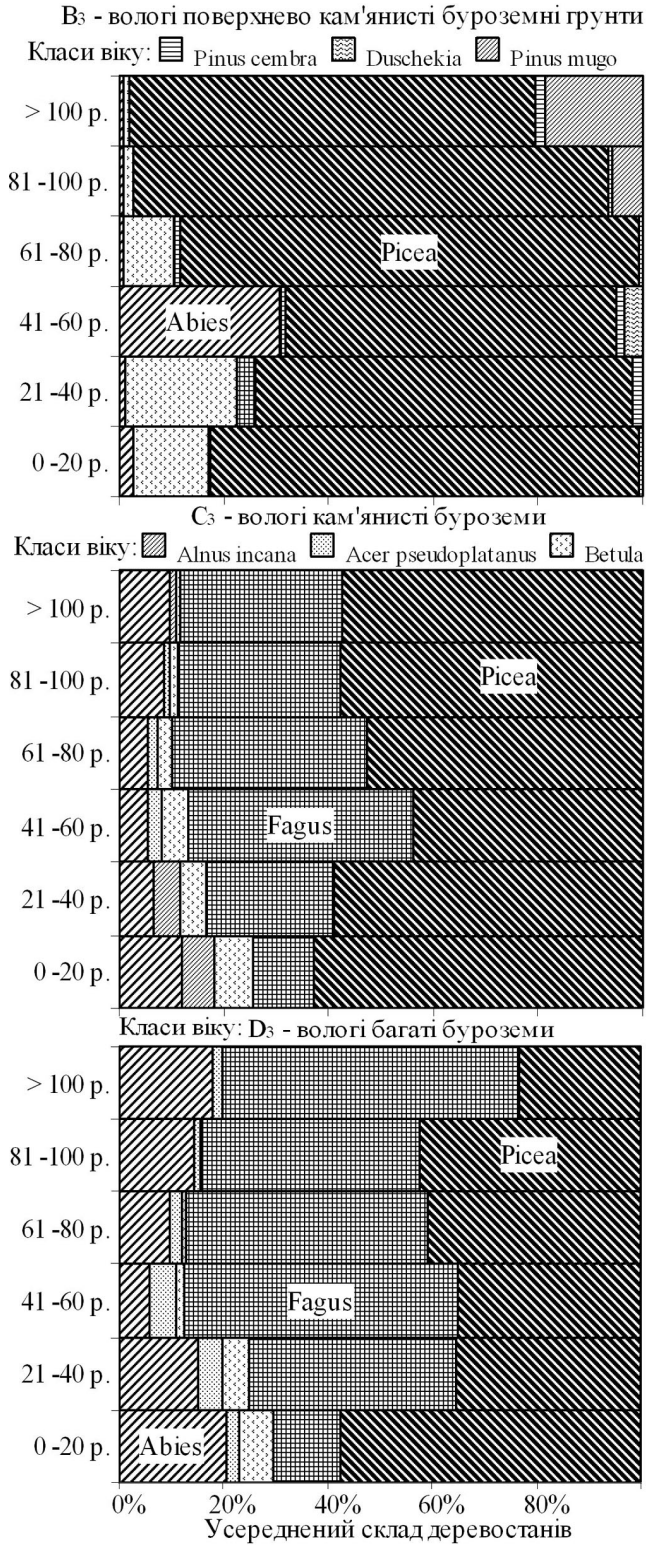


Рис. Усереднений склад деревостанів природного походження залежно від їх віку у різних типах едафотопічних умов

У вологих оліготрофних лісорослинних умовах (B_3) на поверхнево кам'янистих буроземних ґрунтах загалом ростуть майже монодомінантні ялинові ліси. У молодняках значну домішку утворює береза повисла, у середньовікових – ялина європейська (*Picea abies* [L.] Karst.). Біля верхньої межі лісу до ялинників додаються куртини сосни гірської та душекії зеленої *(Duschekia viridis* (Chaix) Opiz).

В умовах вологих мезотрофних та евтрофних едафотопів на кам'янистих буроземах природно сформувалися мішані деревостани за участю ялиці, бука та ялини – тобто, ялицево-букові смеречники (ялинники). На кам'янистих буроземах (C_3) молодняки здебільшого полідомінантні з перевагою ялини, проте у середньовікових зростає едифікаторна роль бука лісового (*Fagus sylvatica* L.), частка якого у складі деревостанів сягає 30 - 40%. Доволі постійною є і домішка ялиці білої (*Abies alba* Mill.). З віком у складі деревостанів зменшується частка берези повислої та вільхи сірої (*Alnus incana* (L.) Moench). Загалом такі деревостани потрібно називати ялицево-буковими смеречниками, а відповідний динамічний тип лісу – вологою ялицево-буковою сусмеречиною.

На вологих слабо кислих багатих буроземах чітко простежено зміну складу мішаних деревостанів у часі. Початково домінують буково-ялицево-ялинові молодняки з домішкою берези повислої та клена-явора (*Acer pseudoplatanus* L.). Проте у старшому віці виразної переваги набуває у складі деревостанів ценопопуляція бука лісового, яка пригнічує ялину та ялицю і майже витісняє березу. Потрібно зазначити, що, починаючи з 60-річного віку, у складі деревостанів розширюється частка ялиці. У віці понад 100 років такі ліси вже мають чітко сформований склад, за яким їх можна назвати ялицево-ялиновими бучняками з домішкою клена-явора. Загалом такий динамічний тип лісу можна назвати вологою ялицево-смерековою бучиною, яка об'єднує у цих едафотопічних умовах мішані деревостани різного віку згаданих едифікаторних порід.

Висновки та пропозиції. Наведені аналітичні матеріали та узагальнення дають підстави спростити, згрупувати та уніфікувати існуючу номенклатуру типів лісу [2], удосконалити її, виходячи з концепції Г.Ф. Морозова "рухомої рівноваги" у лісі [6]. Тому варто розглядати тип лісу, за визначенням В.М. Сукачова та Б.П. Колесникова, як категорію, що " *…узагальнює у собі закономірності процесів його виникнення і розвитку, а тому об'єднує всі взаємно підпорядковані стадії розвитку лісових фітоценозів у певних едафічних і кліматотопічних умовах і може слугувати для прогнозування їх станів*" [5, 10]. Саме тому є підстави рекомендувати виділяти у середньогір'ї Ґорґан такі найбільш поширені комплексні типи лісу: 1– у вологих оліго-мезотрофних едафотопах (B_3) на поверхнево кам'янистих буроземних ґрунтах монодомінантні смерекові субори за участю берези повислої, а також з домішкою:

- ялиці білої у нижніх частинах схилів;
- сосни кедрової європейської та сосни гірської у верхніх частинах гірських масивів;
- 2 – у вологих мезотрофних едафотопах (C_3) на кам'янистих буроземах мішані динамічно змінні у розвитку ялицево-букові сусмеречини;
- 3 – у вологих евтрофних едафотопах (D_3) на багатих буроземах мішані динамічно змінні у часі ялицево-смерекові бучини.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бойчук І.І. Історія Осмолодської пущі / І.І. Бойчук, М.І. Гайдукевич, В.І. Парпан та ін. – Львів : Вид-во Наук. тов. ім. Шевченка, 1998. – 146 с.

2. Герушинський З.Ю. Типологія лісів Українських Карпат / З.Ю. Герушинський. – Львів : Вид-во "Піраміда", 1996. – 208 с.

3. Голубец М.А. Ретроспектива та перспектива лісової типологіх / М.А. Голубець. – Львів : Вид-во "Поллі", 2007. – 78 с.

4. Голубчак О.І. Формування молодих деревостанів Ґорґан (результати дослідження та практичні рекомендації) / О.І. Голубчак. – Львів : Вид-во НУ "Львівська політехніка", 2008. – 40 с.

5. Колесников Б.П. Состояние советской лесной типологии и проблемы генетической классификации типов леса / Б.П. Колесников // Известия Сибирского отделения АН СССР. – 1958. – № 46. – С. 109-122.

6. Морозов Г.Ф. Учение о лесе / Г.Ф. Морозов. – М.-Л. : Гослесбумиздат, 1949. – 455 с.

7. **Польчина С.М.** Основні типи ґрунтів у системі ФАО/WRB : навч. посібн. / С.М. Польчина. – Чернівці : Вид-во "Рута"/ – 2006. – Ч. 1. – 152 с.

8. Погребняк П.С. Ландшафтознавство і екологія / П.С. Погребняк //Лісова екологія і типологія лісів : вибрані праці. – К. : Вид-во "Наук. думка", 1993. – 496 с.

9. Сабан Я.А. Экология горных лесов / Я.А. Сабан. – М. : Изд-во "Лесн. пром-сть", 1982. – 168 с.

10. Сукачов В.Н. Основы лесной типологии и биогеоценологии : избранные труды / В.Н. Сукачев. – Л. : Изд-во "Наука". – 1972. – Т. 1. – 418 с.

11. Третяк Платон. Природна гетерогенність лісового покриву карпатської частини басейну Дністра / П. Третяк // Праці Наукового товариства ім. Шевченка : зб. наук. праць. – Сер.: Екологічний збірник: Екологічні проблеми Карпатського регіону. – Львів : Дослідно-видавничий центр, 2009. – Т. 12. – С. 214-232.

12. Черневий Ю.І. Особливості структури лісового покриву Передкарпатської височини у басейні р. Дністер / Ю.І. Черневий // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2007. – Вип. 17.5. – С. 13-22.

13. Черневий Ю.І. Особливості структури лісового покриву низькогірного ландшафту у басейні річки Дністер / Ю.І. Черневий // Наукові праці Лісівничої академії наук України : зб. наук. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2007. – Вип. 5. – С. 47-50.

14. Черневий Юрій. Структурно-динамічні особливості лісової рослинності Передкарпатської височини / Ю. Черневий // Праці Наукового товариства ім. Шевченка : зб. наук. праць. – Сер.: Екологічний збірник. Дослідження біотичної і ландшафтної розмаїтости та її збереження. – Львів : НДВЦ НТШ, 2008. – Т. XXIII. – С. 137-145.

Ю.И. Черневый

ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ ЛЕСНОГО ПОКРОВА СРЕДНЕГОРНОГО ЛАНДШАФТА ГОРГАН (УКРАИНСКИЕ КАРПАТЫ)

Проанализированы структурные особенности древостоев природного происхождения в зависимости от их возраста и типа эдафотопических условий. Обнаружены изменения состава смешанных древостоев во времени. Это дает основания рекомендовать усовершенствовать существующую номенклатуру типов леса. Целесообразно в условиях влажных мезотрофных и эвтрофных эдафотопов выделять динамически развивающиеся во времени комплексные типы смешанного леса при участии пихты, бука и ели.

***Ключевые слова*:** древостои, типы леса, Ґорґаны, Украинские Карпаты.

Yu.I. Chernevyj

FEATURES OF FOREST COVER STRUCTURE OF HIGHLANDS LANDSCAPE OF GORGANY MTS. (UKRAINIAN CARPATHIANS)

The structural features of natural origin forest stands are analysed depending on their age and type of edaphotopic conditions. Tree spcies of composition changes in the mixed forest stands analyzed. It grounds to recommend the improvements of the existent nomenclature of forest types. In the conditions of moist mesotrophic and eutrophic edaphotopes it is recommended to select the dynamically time-varying complex types of the mixed forest with participation of silver fir, beech and fir-tree.

***Keywords*:** forest stand, forest types, Gorgany, Ukrainian Carpathians.

3. ШТУЧНЕ ЛІСОВІДНОВЛЕННЯ, ЛІСОРОЗВЕДЕННЯ ТА СЕЛЕКЦІЯ

*УДК 630*232.32*

***С.О. БЕЛЕЛЯ*[1], *Ю.М. ДЕБРИНЮК*[2]**

ДОСВІД ВИРОЩУВАННЯ САДИВНОГО МАТЕРІАЛУ МЕТАСЕКВОЇ КИТАЙСЬКОЇ У ЗАХІДНОМУ ПОЛІССІ

Наведено технологічні аспекти вирощування 2-річних сіянців Metasequoia glyptostroboides Hu et Cheng *у відкритому та закритому ґрунті лісового розсадника Костянтинівського л-ва ДП "Сарненське ЛГ". Наведені дані з росту сіянців породи за висотою та діаметром на кореневій шийці. Зроблено порівняння росту 2-річних сіянців метасеквої та модрини в умовах закритого ґрунту за однакової технології вирощування.*

Ключові слова: *метасеквоя китайська, модрина європейська, сіянці, ріст, закритий і відкритий ґрунт.*

Вступ. Сенсацією XX ст. називають відкриття єдиного живого представника роду Метасеквоя (*Metasequoia*) – метасеквої китайської або гліптостробоподібної (*Metasequoia glyptostroboides* Hu et Cheng). Вперше рід *Metasequoia* описав улітку 1941 р. японський палеоботанік С. Мики на основі викопних решток шишок та відбитків облиствлених пагонів. Вчений зазначив, що представники цього роду відрізняються від видів роду *Sequoia* шишками на довгій ніжці з хрестоподібним розміщенням насінних лусок. Оскільки виявлений рід був досить подібний до роду Секвоя, то С. Мики назвав його метасеквоєю (від грец. meta – серед, поміж).

Викопні рештки метасеквої було знайдено не лише в Азії, але й у Північній Америці, Гренландії, Шпіцбергені. За існуючими припущеннями [2], цей вид виник в крейдовому періоді (від 132 до 66 млн років тому) і досягнув апогею розвитку в епоху олігоцену в третинному періоді (від 37 до 25 млн років тому). Палеонтологічні дослідження свідчать, що цей вид ріс повсюдно в лісах північної півкулі, будучи приуроченим до заболочених ділянок лісу.

Узимку 1941 р. китайський ботанік Т. Кан виявив у селищі Моутаоцзи поблизу провінцій Сичуань і Хубей три великі дерева з червонуватою корою. Місцеві жителі називали їх "шуйса" або "водяні ялиці". Оскільки дерева знаходились у безлистому стані, а також були відсутні шишки, вчений не зміг визначити їх систематичну приналежність.

Через три роки інший китайський ботанік – Т. Ван зібрав гербарій метасеквої, віднісши його за ознакою "гілкопадності" до роду *Gliptostrobus*. Пізніше подібність виду до представників цього роду було відображено у видовій назві породи – *Metasequoia glyptostroboides*.

Остаточно встановити приналежність знайденого живого, відомого лише за викопними рештками, виду до роду *Metasequoia* виявилось можливим лише в 1946 р. після двох наукових експедицій, організованих проф. Ченом Вань-чунем.

За існуючими даними [2], на цей час метасеквоя природно збереглась лише на невеликій площі (близько 8 тис. м^2) у горах провінцій Сичуань і Хубей на висотах 700-1350 м н.р.м. Найбільший осередок метасеквої (близько 1000 дорослих особин) знаходиться в провінції Хубей, у так званій "Долині водяної ялиці", де ростуть особини віком 600 і більше років, 30-35 м заввишки та більше 2 м завтовшки. Тут метасеквоя росте на схилах гірських ущелин, у пониззях вздовж струмків, формуючи з іншими породами мішані ліси.

Восени хвоя метасеквої набуває жовто-рожевих відтінків і опадає разом з дрібними гілочками – короткими річними приростами. Тому метасеквою називають "гілкопадним" деревом.

У 1947 р. вперше було заготовлено значну кількість насіння метасеквої, яке було розповсюджене в багатьох країнах світу, зокрема і на європейському континенті. Вперше в Європі утворення репродуктивних органів у метасеквої було зафіксоване навесні 1956 р. На цей час метасеквоя вже росла не лише у Польщі, Німеччині, Франції, Англії, але й значно північніше – в Норвегії, Фінляндії, на Алясці.

Метасеквоя з її красивим червонувато-коричневим стовбуром, світло-зеленою м'якою хвоєю, пірамідальною кроною є окрасою будь-якого об'єкта. Тому на цей час метасеквою майже повсюдно культивують як декоративний вид, і лише в окремих країнах із вологим субтропічним кліматом цю породу впроваджують у лісові насадження.

[1] **БЕЛЕЛЯ Сергій Олександрович** – директор Державного підприємства "Сарненське ЛГ", Колективний член ЛАН України. Україна, м. Сарни. Тел.: роб. 03655-336-69; факс: 03655-355-21. E-mail: sarnylis@sowa.com.ua

[2] **ДЕБРИНЮК Юрій Михайлович** – дійсний ЛАН України, академік-секретар ЛАН України, доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри лісових культур і лісової селекції. Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів, 79057. Тел.: (032) 235-30-12, +38-067-195-78-36. E-mail: debrynuk_ju@ukr.net

Є дані щодо впровадження метасеквої китайської у лісові насадження передгірських лісгоспів Львівського обласного управління лісового і мисливського господарства, де порода відзначається високою інтенсивністю росту, переважаючи за низкою таксаційних показників таку швидкорослу породу як модрина.

Об'єкти та методика. Об'єктами досліджень були 1,5- та 2-річні сіянці метасеквої китайської і модрини європейської у закритому та відкритому ґрунті лісового розсадника Костянтинівського л-ва ДП "Сарненське ЛГ".

Методика досліджень загальноприйнята для лісокультурної справи, зокрема – щодо вивчення росту садивного матеріалу залежно від абіотичних та антропогенних чинників. Методикою передбачено проведення суцільного вимірювання висоти та діаметра на кореневій шийці у сіянців досліджуваних порід із подальшим проведенням математичної оброблення отриманих даних [1].

Обговорення та результати. Насіння метасеквої китайської заготовляли у Ботанічному саду Національного університету ім. Івана Франка (м. Львів) у другій половині листопада 2009 року. Після короткого підсушування свіжозібране насіння до весняного висіву зберігалось у герметично закупореній пластиковій тарі за температури 0…+5 °С. Насіння метасеквої має вимушений спокій. Для кращої схожості насіння перед весняним висівом стратифікували у вологому піску впродовж 1,5 місяця.

Табл. 1. Показники росту сіянців метасеквої китайської у закритому ґрунті лісового розсадника (теплиця №1)

Показники	Висота сіянців на 1.08.2011 р., см	Висота сіянців на 6.12.2011 р., см	Приріст сіянців у висоту за період 08-11.2011 р., см	Діаметр на кореневій шийці на 6.12.2011 р., мм
Кількість спостережень, N (шт.)	17	17	17	17
Максимальне значення, Xmax	174	201	65	33
Мінімальне значення, Xmin	80	92	17	13
Розмах варіації, R	94	109	48	20
Мода, Mo	124	143	27	17
Медіана, Me	123	146	25	17
Середнє значення, Xc	123,89	151,71	28,12	19,55
Дисперсія, δ^2	577,19	871,16	131,09	27,14
Основне (стандартне) відхилення, δ	24,03	29,52	11,45	5,21
Коефіцієнт варіації, V, %	19,4	19,5	40,72	26,65
Точність досліду, P, %	4,7	4,7	9,9	6,5
Довірчий інтервал	112,47×135,31	137,68×165,74	22,68×33,56	17,07×22,02
Асиметрія	0,34	-0,02	1,83	0,78
Ексцес	-0,57	-1,11	2,44	-0,41

Примітка. У цій та інших таблицях значення Xc є генеральною середньою, тому основну помилку середнього значення не визначали

Схожість насіння, заготовленого із дерев, що ростуть у згаданому Ботанічному саду, є найвищою серед інших особин, які зростають у Львівській та Івано-Франківській областях. Як свідчить практика, у найбільш сприятливі за погодними умовами роки із 10 г насіння можна отримати 150-200 штук сіянців метасеквої гліптостробоподібної. Потрібно брати до уваги дуже низьку схожість насіння породи. Так, маса 1000 шт. насінин метасеквої становить близько 1 г, тобто в 10 г знаходиться приблизно 10000 шт. насінин. Отже, навіть у сприятливі за погодними умовами роки схожість насіння становить 1,5-2,0 %.

Насіння було висіяне у двох теплицях. У теплиці №1 грядки влаштовували із свіжоприготовленого субстрату – суспіщаного ґрунту і торфу у співвідношенні 1:1. Перед висівом насіння по всій грядці вносили рівномірно перегній. Висів насіння проводили в борозенки з суперабсорбентом "Теравет" – полімерною сполукою на основі калію. Глибина висіву – 0,5-0,7 см. Перед висівом насіння обробляли препаратом "Maxim M". Час висіву – 18 квітня 2010 р. Проводили 5-разове оброблення сходів "Превікуром", починаючи з 3-го травня через кожні 10 днів з метою запобігання виляганню. Позакореневе підживлення здійснювалося "Вимпелом" три рази (15.05; 23.05; 30.05). Окрім того, один раз вносили аміачну селітру з розрахунку 50 г на одну грядку.

Сходи з'являються відносно швидко, впродовж двох-трьох тижнів. В умовах регулярного поливу сходи розвиваються швидко. Однак субстрат не повинен бути перезволоженим – потрібен дренаж. Ми зафіксували випадки повного відмирання сіянців метасеквої у місцях, де ґрунт був перезволоженим внаслідок неполадок у системі зрошення. Висоту сіянців метасеквої фіксували два рази – 1 серпня та 6 грудня 2011 року (рис. 1). У кінці вегетаційного періоду також вимірювали діаметр стовбурця на кореневій шийці (табл. 1).



Рис. 1. 1,5-річні сіянці метасеквої у закритому ґрунті (теплиця №1; середня висота – 123,9 см станом на 1.08.11 р.)

Отже, дворічні сіянці метасеквої китайської на кінець вегетаційного періоду в закритому ґрунті досягли визначних показників у рості за висотою та діаметром стовбурця. Відсталі у рості особини досягли висоти близько 1 м, а найкраще розвинені – більше двох метрів за середнього значення показника близько 152 см (рис. 2). Мінливість досліджуваної ознаки оцінюють як середню (V = 19,5 %), точність досліду перебуває в межах 5 %.

Крива розподілу висоти сіянців на 6.12.2011 р. є практично симетричною, однак характеризується сильною туповерхістю.



Рис. 2. 2-річні сіянці метасеквої у закритому ґрунті (теплиця №1; середні: висота – 151,7 см; діаметр на кореневій шийці – 2 см станом на 6.12.11 р.)

Варто звернути увагу на досить значний висотний приріст у метасеквої впродовж другої половини вегетаційного періоду (серпень – листопад), який у кращих екземплярів становив 51-65 см. Можна попередньо дійти висновку, що висока інтенсивність росту породи зумовлена її тривалим ростом у висоту впродовж вегетаційного періоду.

Значний розмах висотних приростів метасеквої у період 08-11.11 р. та невисока кількість спостережень зумовили значну мінливість ознаки (V > 20 %) та невисоку точність досліду (P = 9,9 %). Дослідження діаметра стовбурця на кореневій шийці у дворічних сіянців показали, що тут також існує значна варіабельність ознаки – від 13 і до 33 мм. Проте середнє значення діаметра стовбурця досить високе – майже 2 см. Точність проведеного досліду, незважаючи на малу кількість спостережень, можна умовно вважати задовільною (P = 6,5 %). В усіх чотирьох дослідах (див. табл. 1) одноманітність вибірки збережено (V < 50 %).

Спостереження показали, що диференціація сіянців у рості зумовлена густотою їх стояння у рядках. У випадку, коли кілька сіянців ростуть густо (на відстані 2-4 см один від одного), вони істотно відстають у рості за висотою і діаметром порівняно з тими особинами, які ростуть вільно. Тому істотне значення для доброго росту сіянців може мати рівномірний висів насіння в рядки. Однак, за схожості насіння в 1-2 % забезпечити рівномірне розміщення сходів у рядках практично неможливо.

Дещо більшу кількість насіння метасеквої було висіяно у теплиці №2, де вирощено 40 дворічних сіянців породи (рис. 3). Субстрат – важкоглинистий ґрунт і торф у співвідношенні 1: 1. Вносили також перегній і попіл на кожну грядку. Висів насіння проводили в борозенки з "Тераветом". Безпосередньо перед висіванням насіння піддавали обробленню (1/2 насіння обробили фундазолом, а другу частину – "Вимпелом"). Висів насіння було здійснено 15 травня 2010 року. Одразу через п'ять днів після з'явлення сходів їх обробили "Превікуром". Всього таку обробку було проведено 10 разів внаслідок сильного вилягання сходів. Позакореневе підживлення сіянців здійснювали "Вимпелом" три рази – впродовж червня – липня. На відміну від ділянки №1, посіви аміачною селітрою не підживляли. Як і в попередньому випадку, вивчали висоту та діаметр стовбурців сіянців метасеквої (табл. 2).



Рис. 3. 2-річні сіянці метасеквої у закритому ґрунті (теплиця №2; середні: висота – 160,3 см; діаметр на кореневій шийці – 1,7 см станом на 6.12.11 р.)

Так, показники висоти сіянців станом на 1.08.11 р. відзначаються середньою варіабельністю (V < 20 %). Найкраще розвинені сіянці мали висоту більше ніж 170 см, а найгірші – понад 80 см за середнього значення висоти більше ніж 1,2 м. Крива розподілу має сильну правосторонню асиметрію і незначну стрімкість.

На кінець вегетаційного періоду найкраще розвинені сіянці досягли висоти понад 2 м, а найгірші – більше ніж 1 м за середньої висоти 1,6 м (див. табл. 2). Крива розподілу висоти сіянців характеризується помірною правосторонньою асиметрією і сильною туповерхістю.

В обох випадках зафіксовано дуже високу точність досліду. Зазначимо достатньо високий висотний приріст метасеквої у другій половині вегетаційного періоду – від 24 до 90 см за середнього значення майже 41 см. Причини такої варіабельності полягають у нерівномірному розміщенні рослин на грядках, що ми вже зазначали вище. Однак точність досліду перебуває в межах 5 %. З цієї ж причини значною варіабельністю відзначається також показник діаметра сіянців на кореневій шийці – від 10 до 26 мм за середнього значення майже 17 мм. Проте точність досліду є досить високою. Крива розподілу діаметра сіянців має значну правосторонню асиметрію і характеризується туповерхістю.

Існує можливість зіставити отримані результати показників росту сіянців метасеквої, вирощених в обох теплицях. Основні відмінності полягають у тому, що в теплиці №1 висів насіння провели майже на місяць раніше, а також використали різний субстрат – у теплиці №2 він був значно важчим.

Табл. 2. Показники росту 2-річних сіянців метасеквої китайської у закритому ґрунті лісового розсадника (теплиця №2)

Показники	Висота сіянців на 1.08.2011 р., см	Висота сіянців на 6.12.2011 р., см	Приріст сіянців у висоту за період 08-11.2011 р., см	Діаметр на кореневій шийці на 6.12.2011 р., мм
Кількість спостережень, N (шт.)	40	40	40	40
Максимальне значення, Xmax	173	222	90	26
Мінімальне значення, Xmin	83	103	24	10
Розмах варіації, R	90	119	66	16
Мода, Mo	108	150	25	16
Медіана, Me	118,5	161	39	16
Середнє значення, Xc	120,41	160,27	40,71	16,70
Дисперсія, δ^2	322,08	824,88	159,94	19,33
Основне (стандартне) відхилення, δ	17,95	28,72	12,65	4,40
Коефіцієнт варіації, V, %	14,9	17,9	31,1	26,3
Точність досліду, P, %	2,4	2,8	4,9	4,2
Довірчий інтервал	114,85×125,97	151,37×169,17	36,79×44,63	15,34×18,07
Асиметрія	0,51	0,27	1,49	0,64
Ексцес	-0,04	-0,85	2,54	-0,64

Незважаючи на потенційно більш тривалий період росту метасеквої у теплиці №1, висоти сіянців породи в обох теплицях станом на 1.08.2011 р. є дуже подібними. Для сіянців теплиці №1 лише дещо більшим є коефіцієнт варіації та трохи нижча точність досліду, що зумовлено значно меншою кількістю досліджених варіант.

Дещо більшу відмінність спостерігаємо у висоті сіянців обох теплиць на кінець вегетаційного періоду. У теплиці №2 трохи вищими є як крайні, так і середнє значення висоти сіянців метасеквої, хоча саме тут висів насіння було здійснено майже на місяць пізніше. Отже, вирішальний позитивний вплив на ріст сіянців міг виявити субстрат. Можна припустити, що важкий, перемішаний з торфом ґрунт через високу водоутримувальну здатність та дещо вищий вміст елементів живлення виявив позитивний вплив на ріст сіянців породи.

Однак фактичне значення критерію Фішера (F = 1,05) за числа ступенів свободи $v_1 = 16$ та $v_2 = 39$ не перевищує критичного ($F_{5\,\%}$ = 1,9), тобто висоти сіянців в обох теплицях є подібними, а склад субстрату та інші технологічні прийоми неістотно вплинули на їхню середню висоту. Як і середня висота, вищими у теплиці №2 є й висотні прирости сіянців у другій половині вегетаційного періоду.

Водночас діаметр сіянців метасеквої на кореневій шийці є вищим у теплиці №1, основною причиною чого є рідше розміщення рослин. При цьому фактичне значення критерію Фішера (F = 1,4) не перевищує критичного ($F_{5\,\%}$ = 1,9), тобто діаметри сіянців на кореневій шийці, як і їхні висоти, в обох теплицях є подібними, а існуюча густота стояння рослин, склад субстрату та інші технологічні прийоми неістотно вплинули на цей показник.

Значний інтерес становить порівняння росту 2-річних сіянців метасеквої з сіянцями такого ж віку іншої швидкорослої породи – модрини європейської. Насіння модрини було висіяне в теплиці №2 у травні 2010 року. Всі умови (підготовка субстрату, оброблення та висів насіння, догляд за сходами) є аналогічними до таких у метасеквої китайської. Основні характеристики 2-річних сіянців модрини європейської станом на 6.12.2011 року наведено в табл. 3.

Табл. 3. Показники росту 2-річних сіянців модрини європейської у закритому ґрунті лісового розсадника (теплиця №2)

Показники	Висота сіянців на 6.12.2011 р., см	Діаметр на кореневій шийці на 6.12.2011 р., мм	Приріст сіянців у висоту впродовж другого року, см
Кількість спостережень, N (шт.)	119	119	35
Максимальне значення, Xmax	148	15	106
Мінімальне значення, Xmin	54	5	51
Розмах варіації, R	94	10	55
Мода, Mo	110	8	91
Медіана, Me	100	8	87
Середнє значення, Xc	100,56	8,74	$86{,}26^{\pm 1{,}85}$
Дисперсія, δ^2	403,33	5,36	$119{,}11^{\pm 14{,}24}$
Основне (стандартне) відхилення, δ	20,08	2,32	$10{,}91^{\pm 1{,}30}$
Коефіцієнт варіації, V, %	20,0	26,5	$12{,}7^{\pm 1{,}54}$
Точність досліду, P, %	1,8	2,4	$2{,}1^{\pm 0{,}26}$
Довірчий інтервал	96,95×104,17	8,32×9,15	82,65×89,88
Асиметрія	0,04	0,83	$-0{,}62^{\pm 0{,}41}$
Ексцес	-0,58	0,28	$0{,}34^{\pm 0{,}83}$

Примітка. У таблиці середні значення приростів сіянців модрини у висоту обчислено за вибірковою сукупністю

Зазначимо досить високі значення середніх висоти та діаметра сіянців модрини, їх значний висотний приріст впродовж другого року вирощування. Тобто більше ніж 80 % приросту у висоту припадає на другий рік вирощування сіянців породи (рис. 4). Коефіцієнт варіації вказує здебільшого на середню варіабельність досліджуваних показників у модрини за дуже високої точності досліду.

Порівнюючи показники росту 2-річних сіянців модрини та метасеквої в умовах закритого ґрунту (див. табл. 2, 3) звернемо увагу на помітну перевагу останньої. Так, середня висота метасеквої є на 17 %, діаметр на кореневій шийці – в 1,9 раза більші. Якщо мінімальне значення останнього показника у метасеквої становить 10, то у модрини – лише 5 мм. Отже, сіянці метасеквої китайської в умовах закритого ґрунту ростуть помітно швидше, ніж сіянці модрини європейської.



Рис. 4. 2-річні сіянці модрини у закритому ґрунті (теплиця №2; середні: висота – 100,6 см; діаметр на кореневій шийці – 0,9 см станом на 6.12.11 р.)

За існуючими в літературних джерелах даними [2], метасеквою можна пересаджувати як рано навесні, так і восени. Проте у нас існує позитивний досвід літнього пересаджування породи. Так, у зв'язку із виробничою необхідністю, 16-18 червня 2011 року 1,5-річні сіянці метасеквої було висаджено із теплиці у відкритий супіщаний ґрунт розсадника без підготовки спеціального субстрату. Під час висаджування у супіщаний ґрунт вносили нітроамофоску та аміачну селітру (1: 1) з розрахунку 10 + 10 кг на 0,1 га ділянки. Посадкові місця добре зволожували.

Впродовж вегетаційного періоду підживлювання та поливання рослин не проводили. Незважаючи на це, облік саджанців 29.07.11 р. показав, що вони прижились повністю, хоча приростів у висоту рослини не дали (рис. 5). Проте повторний облік саджанців в кінці вегетаційного періоду (6.12.2011 р.) показав, що, незважаючи на повну відсутність поливів і дуже суху погоду, рослини все ж таки сформували невеликі висотні прирости (табл. 4).



Рис. 5. 1,5-річні сіянці метасеквої у відкритому ґрунті (середня висота – 35,2 см станом на 1.08.11 р.)

Як бачимо, за обліковий проміжок часу росту у відкритому ґрунті помітно зросли максимальне, мінімальне та середнє значення висоти метасеквої. На кінець вегетаційного періоду окремі рослини досягли висоти більше ніж 70 см за мінімальної висоти 24 см. Відповідно, середній приріст у висоту за досліджуваний період становив трохи більше ніж 11 см, а максимальний – 23 см. Отже, незважаючи на літнє пересаджування метасеквої у супіщаний ґрунт, тривалий бездощовий період, порода виявила досить добрий ріст у висоту за приживлюваності у 100 %.

Табл. 4. Висота саджанців метасеквої китайської, висадженої у відкритий ґрунт лісового розсадника

Показники	Висота саджанців на 29.07.2011 р.	Висота саджанців на 6.12.2011 р.	Приріст у висоту за період 08-11.2011 р.
Кількість спостережень, *N* (шт.)	54	54	54
Максимальне значення, *Xmax* (см)	57	74	23
Мінімальне значення, *Xmin* (см)	17	24	6
Розмах варіації, *R* (см)	40	50	17
Мода, *Mo* (см)	35	33	7
Медіана, *Me* (см)	36	49	10,5
Середнє значення, *Xc* (см)	35,15	46,92	11,43
Дисперсія, δ^2 (см)	90,82	140,02	21,16
Основне (стандартне) відхилення, δ (см)	9,53	11,83	4,60
Коефіцієнт варіації, *V*, %	27,1	25,2	40,24
Точність досліду, *P*, %	3,7	3,4	5,5
Довірчий інтервал, см	32,61×37,69	43,76×50,08	10,21×12,66
Асиметрія	0,18	-0,01	0,66
Ексцес	-0,59	-0,93	-0,76

Коефіцієнт варіації показника висоти саджанців в обох випадках спостережень є значним (> 20 %), що пояснюється сильною диференціацією рослин за висотою з огляду на їх обмежену кількість (54 шт.) і відсутність вибраковки відсталих у рості екземплярів. Ще більшою мінливістю характеризується показник V, % для висотних приростів метасеквої за період серпень – листопад, що пояснюється дуже різною інтенсивністю росту особин після висадження їх у відкритий ґрунт розсадника. Проте одноманітність вибірки зберігається у всіх випадках (V < 50 %). Точність дослідів є прийнятною для наукових досліджень.

Крива розподілу висоти саджанців характеризується незначною правосторонньою асиметрією, тоді як крива розподілу приростів у висоту має значну правосторонню асиметрію. Розподіл саджанців за висотою на кінець вегетаційного періоду характеризується практично симетричною кривою.

Щодо ексцесу, то крива у всіх випадках є туповерхою, характеризуючись помірною стрімкістю. Спостереження показали, що рослини, висаджені глибоко, ростуть помітно гірше, ніж ті особини, які висаджені на рівні кореневої шийки. Отже, від глибини садіння також залежить інтенсивність росту метасеквої.

Висновки. Сіянці метасеквої сильно піддаються виляганню, тому потрібне оброблення як самого насіння перед висіванням, так і самих сходів.

Для успішного росту сіянців метасеквої у закритому ґрунті придатними є як середні (супіщаний ґрунт + торф), так і важкі (глинистий ґрунт + торф) субстрати. За умови густого стояння дворічних сіянців метасеквої у теплиці зафіксовано їхні середні висоту та діаметр, відповідно, 160,3 см і 16,7 мм, за рідшого стояння – 151,7 см і 19,5 мм.

Метасеквоя надає перевагу вологим родючим суглинистим ґрунтам, тоді як на бідних супіщаних ґрунтах росте повільно. Проте наш досвід вирощування саджанців породи показав, що навіть у літній період метасеквоя, будучи пересадженою із теплиці у відкритий ґрунт розсадника із супіщаним ґрунтом не лише повністю прижилась, але й дала невеликий висотний приріст на кінець вегетаційного періоду.

Однорічні рослини метасеквої пересаджування переносять легко, про що свідчить здійснене успішне пересаджування в літній період. Дворічні сіянці, які в умовах закритого ґрунту досягають висоти 1,5-2,0 м і навіть більше, краще пересаджувати із грудкою субстрату.

Пересаджені рослини потребують доброго поливу. Проте за відсутності останнього саджанці не гинуть, але значно сповільнюється їх приживлюваність, а висотний приріст поточного року може бути незначним. Однак перенасичення ґрунту вологою за відсутності доброго дренажу згубно впливає на рослини і може зумовити їх повне відмирання.

Негативний вплив на ріст метасеквої виявляє глибоке садіння. Садіння потрібно здійснювати так, щоб після осідання ґрунту впродовж одного-двох тижнів рослини знаходились у ґрунті на рівні кореневої шийки. Дворічні сіянці метасеквої китайської в умовах закритого ґрунту мають значну перевагу за висотою та діаметром над сіянцями модрини європейської такого ж віку.

Беручи до уваги інтенсивний ріст метасеквої на добре зволожених родючих ґрунтах, успішні результати літнього пересаджування хвойної породи у відкритий ґрунт, її стовідсоткову приживлюваність, формування висотних приростів упродовж другої половини вегетаційного періоду на супіщаному ґрунті в умовах сильної посухи, можна зробити попередній висновок про доцільність випробування метасеквої китайської у лісових культурах на відносно багатих, добре зволожених дренованих ґрунтах.

ЛІТЕРАТУРА

1. Горошко М.П. Біометрія : навч. посібн. / М.П. Горошко, С.І. Миклуш, П.Г. Хомюк. – Львів : Вид-во "Камула", 2004. – 236 с.

2. Метасеквоя. [Електронний ресурс]. – Доступний з http://www.websadovod.ru/ornament/Metasequoia.asp

С.О. Белеля, Ю.М. Дебрынюк

ОПЫТ ВЫРАЩИВАНИЯ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА МЕТАСЕКВОИ КИТАЙСКОЙ В ЗАПАДНОМ ПОЛЕСЬЕ

Описаны технологические аспекты выращивания двухлетних сеянцев *Metasequoia glyptostroboides* Hu et Cheng в открытом и закрытом грунте лесного питомника Костатантиновского л-ва ГП "Сарненское ЛХ". Приведены данные роста сеянцев породы по высоте и диаметру на корневой шейке. Сделаны сравнения показателей роста двухлетних сеянцев метасеквои китайской и лиственницы европейской в условиях открытого и закрытого грунта при одинаковой технологии выращивания.

***Ключевые слова*:** метасеквоя китайская, лиственница европейская, сеянцы, рост, закрытый и открытый грунт.

S.O. Belelya, Yu.M. Debrynyuk

THE EXPIRIENCE OF THE PLANTING SEEDLINGS OF *METASEQUOIA* IN THE WEST POLISSYA

The technological aspects of the planting of two years old seedlings of the *Metasequoia* in the conditions of outdoor soil and in greenhouse of the nursery of Konstantynifske of the Sarnenske state forest enterprice. The data on seedlings growth indexes (height and diameter) are collected. The data on growth indexes for two years old seedlings of *Metasequoia* and larch compared for the condition of outdoor soil and green house.

***Keywords*:** *Metasequoia*, European larch, seedlings, growth, outdoor soil, greenhouse.

*УДК 630*232*

***А.Ф. ГОЙЧУК*[1], *В.М. ГРИБ*[2], *М.М. БІЛОУС*[3]**

ЛІСІВНИЧА ОЦІНКА СПОСОБІВ ПІДГОТОВКИ ЛІСОКУЛЬТУРНИХ ПЛОЩ ПІД ШТУЧНІ СОСНОВІ НАСАДЖЕННЯ

Наведено результати досліджень особливостей росту тридцятирічних соснових насаджень, створених на зрубах із різними способами підготовки лісокультурної площі. Описано схеми змішування, густоту садіння та кількість агротехнічних доглядів, їх вплив на збереження та розвиток лісових культур. Охарактеризовано лісорослинні умови району проведення досліджень.

***Ключові слова**: лісові культури, схеми змішування, агротехніка, деревостан, лісорослинні умови.*

Вступ. Важливим завданням лісового господарства України є подальше підвищення рівня механізації трудомістких процесів, зокрема – під час відтворення лісів, що пов'язано, за суцільних способів розробки лісосік, передусім із розробленням технологій підготовки зрубів до проведення лісокультурних робіт. Як показують дослідження, виробничий досвід і аналіз літературних джерел [2, 3], в умовах Полісся України високий рівень механізації виконання технологічних операцій під час створювання і вирощування штучних насаджень можливий за суцільної підготовки лісокультурної площі, пов'язаної, насамперед, із пониженням висоти пеньків або ж із їх корчуванням.

Питання родючості, пов'язані із підготовкою лісокультурних площ і способами обробітку ґрунту під штучні насадження, завжди привертали увагу лісівників. Насамперед, потрібно зазначити дослідження А.П. Тольського [3], який вказував: "Меньшая производительность искусственных насаждений, недолговечность, малая устойчивость их в борьбе с неблагоприятными внешними условиями, возможно, в значительной степени зависят от неправильных приемов обработки, повлекших за собою вместо повышения добротности почвы, ее понижение" (А.П. Тольский, 1928, с. 6). Його дослідження показали: культури сосни на суцільно оброблених ґрунтах характеризуються до 20-річного віку кращим ростом, що зумовлюється інтенсивним розвитком кореневої системи і більш раннім змиканням крон. Автор дійшов висновку, що суцільний обробіток на невелику глибину доцільно проводити на сухих піщаних ґрунтах з обмеженим запасом вологи. Від глибокого розорювання з вибиранням коренів автор рекомендував утриматися і використовувати їх лише в окремих випадках. Наявність у ґрунті коренів дещо збільшує кількість органічної речовини, але потрібно враховувати, що розкладання кореневих залишків триває впродовж багатьох років, що перешкоджає молодим культурам інтенсивно використовувати його як елементи живлення.

Методика досліджень. Для вивчення впливу підготовки лісокультурної площі і обробітку ґрунту на ріст і продуктивність штучних соснових насаджень ми провели лісівничо-таксаційні дослідження на науково-дослідних об'єктах у Дзвінківському і Боярському лісництвах. Пробні площі закладали за загальноприйнятими методиками. Залежності між таксаційними показниками встановлювали методом множинного регресійного аналізу за допомогою програми РЕГАНА, а також з використанням пакету стандартного комп'ютерного програмного забезпечення.

Результати досліджень. У 1960-70-х роках минулого століття в Боярській ЛДС широко проводили дослідження звалювання дерев з грудою землі, результатом яких стало створення спеціальної машини – деревовала ДК-1. Штучні насадження, в яких проводили дослідження, було створено в 1971-1979 рр. на ділянках, де розчищення зрубів, підготовка лісокультурної площі, а також обробіток ґрунту вели різними способами. Звалювання дерев з корінням проводили в кварталах 26 і 28, корчування пеньків – корчувачем Д-496А – у кварталах 41, 42, 56 Дзвінківського лісництва. Контрольні ділянки без корчування пеньків були залишені у кварталі 15 Дзвінківського лісництва і у кварталі 84 Боярського лісництва. Насадження, на місці якого було закладено дослід зі звалювання дерев з корінням, характеризувалося такими таксаційними показниками: насадження двоярусне, в першому ярусі 10Сз+Дз, вік 120 років, середня висота 33 м, середній діаметр 48 см, запас 380 $м^3 \cdot га^{-1}$; у другому ярусі 10Дз, віком 60-70 років, середня висота 14 м, середній діаметр 20 см, запас 30 $м^3 \cdot га^{-1}$. Насадження було запідсочене. Тип лісорослинних умов – свіжий субір. Ґрунт дерново-слабоопідзолений, супіщаний, підстильна порода – морена. Характеристику ґрунтового профілю наведено в табл. 1.

Підріст сосни рідкий, куртинами. Підлісок із ліщини звичайної (*Corylus avellana* L.), бруслини боро-

[1] **ГОЙЧУК Анатолій Федорович** – дійсний член Лісівничої академії наук України, доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри біології лісу та мисливствознавства. Національний університет біоресурсів і природокористування України. Україна, м. Київ. Тел.: 044-527-82-38. E-mail: Ogouchuk@rambler.ru

[2] **ГРИБ Володимир Макарович –** кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри технології лісогосподарського виробництва. Національний університет біоресурсів і природокористування України. Україна, м. Київ. Тел.: 044-527-89-98.

[3] **БІЛОУС Максим Михайлович** – кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри технології лісогосподарського виробництва. Національний університет біоресурсів і природокористування України. Україна, м. Київ. Тел.: 066-788-09-90.

давчастої (*Euonymus verrucosa* Scop.), горобини звичайної (*Sorbus aucuparia* L.). У трав'яному покриві: орляк звичайний (*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn), щитник чоловічий (*Dryopteris filix-mas* (L.) Schott), купина пахуча (*Polygonatum odoratum* (Mill) Druce), суниці звичайні (*Fragaria vesca* L.), золотушник звичайний (*Solidago virgaurea* L.), конвалія звичайна (*Convallaria majalis* L.). Звалювання дерев з корінням проводили у 1969-70-х роках деревовалом ДК-1.

Табл. 1. Морфологічна будова профілю дерново-опідзолених ґрунтів

№ за/п	Потужність горизонту, см	Характеристика горизонту
1	0-4	Лісова підстилка, яка складається із шпильок, листя, гілок, кори, шишок, відмерлого ґрунтового покриву темно-бурого кольору.
2	4-19	Перегнійно-опідзолений горизонт, сірого кольору, безструктурний, пронизаний великою кількістю коренів, в якому поряд із виносом гумусу відбувається його нагромадження. Перехід чітко виражений.
3	19-45	Опідзолений (елювіальний) горизонт, світло-жовтого кольору за рахунок нагромадження кварцу, безструктурний, пронизаний коренями, глинисто-піщаний, перехід поступовий.
4	45-105	Ілювіальний горизонт, світло-жовтого кольору з яскраво-коричневими плямами-окислами і гідроокисами заліза, алюмінію, піщаний, ущільнений, перехід помітний.
5	105-200	Материнська (ґрунтоутворювальна) порода, білий щільний пісок з тонкими коричневими прошарками, псевдофібрами окислів.

Однорічні сіянці висаджували навесні 1971 р лісосадильною машиною СБН-1А в агрегаті з трактором Т-74. Схема розміщення садивних місць – 2,0 × 0,7 м. Схема садіння – 3 р. Сз 1 р. Дз, Клт, Лщ, Гр. Садивний матеріал було вирощено в Мотовилівському лісництві Боярської ЛДС. Догляд у міжряддях проводили культиватором КЛБ-1,7, а в рядах – ручний. У 1971 р було проведено 4 догляди, а в наступні два роки – по 3.

Контрольна ділянка знаходилась в кварталі 15 Дзвінківського лісництва. Кількість пеньків на 1 га – 300 шт. На площі 3,6 га нарізали борозни на відстані 2 м завглибшки 20-22 см. Садіння культур за схемою 5рСз 1рДз проводили навесні 1971 р з розміщенням садивних місць 2,0 × 0,7 м. Догляди за культурами проводили впродовж трьох років, аналогічно попереднім варіантам. Вивчення росту та розвитку дослідних культур протягом перших трьох вегетаційних періодів, проведені В.М. Портним [2], показали, що спосіб підготовки лісокультурної площі і обробіток ґрунту істотно впливають на ріст культур, причому відмінність існує вже на кінець першого вегетаційного періоду. Середня висота саджанців сосни на зрубах, де проводили повалення дерев з корінням, була на 4-5 см вищою, ніж в культурах, закладених на не розкорчованих зрубах. Різниця у масі сіянців становила 3-4 г. Динаміка росту та розвитку насаджень зберігалася і на кінець третього вегетаційного періоду. Так, саджанці в культурах, створених на ділянках, де проводили повалення дерев з корінням, мали середню висоту 62 см, середню масу – 220 г. На ділянках не розкорчованих зрубів середня висота саджанців становила 40 см, середня маса – 95 г.

У 2001 р було проведено повторне дослідження ходу росту культур сосни, що досягли 30-річного віку. На пробних площах прямокутної форми розміром 50 × 40 м було проведено суцільний перелік дерев сосни із замірами діаметрів стовбурів у двох взаємно перпендикулярних напрямках і висоти дерев центральних ступенів товщини кількістю 12-15 шт. Вивчення динаміки поточного приросту у висоту і за діаметром (табл. 2) проводили на модельних деревах. Результати аналізу ходу росту за висотою наведено в табл. 2 та на графіку (рис.).

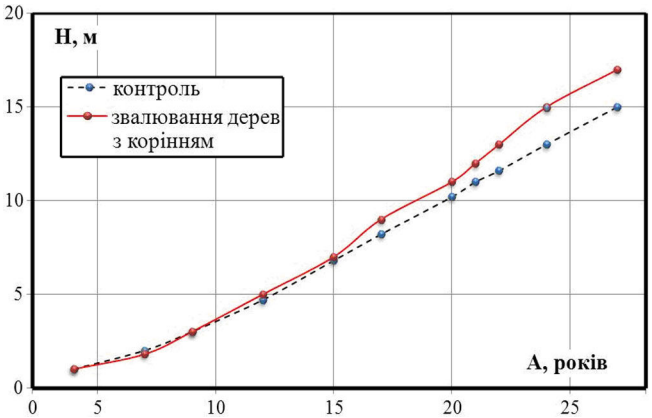


Рис. Вплив підготовки лісокультурної площі на ріст штучних насаджень

У 8-річному віці у цих насадженнях найвищу збереженість саджанців виявлено на ділянці після корчування пеньків (76 %) і звалювання дерев з коренями (59 %). Ці культури відрізнялись і кращою енергією росту порівняно із штучними насадженнями, створеними без підготовки лісокультурної площі.

Табл. 2. Аналіз ходу росту 30-річних модельних дерев за діаметром у штучних насадженнях залежно від підготовки лісокультурної площі

Висота перерізу, м	Діаметр стовбуру (см) у віці, років					
	30		20		10	
	звалювання з корінням	контроль	звалювання з корінням	контроль	звалювання з корінням	контроль
0	21.8	18.1	17.1	14.8	12.1	10.6
1,3	18.9	15.3	12.8	12.3	7.3	4.8
1	19.1	15.8	15.3	12.7	8.9	5.4
3	17.4	14.5	12.6	11.1	1.6	1.4
5	16.4	13.8	11.4	10.0		
7	15.3	13.0	10.0	7.7		
9	14.2	11.5	7.4	4.2		
11	12.7	9.2	3.9			
13	10.5	8.2				
15	8.1	5.0				

У 13-річному віці дослідні культури були обстежені М.І. Гордієнком та ін. [1]. Так, за даними авторів, на ділянках, де проводили звалювання дерев з корінням і корчування пеньків з подальшим засипанням ямок під час планування площі і вичісування коріння, не вдалося виділити гумусовий і елювіальний горизонти. При цьому змінилися фізико-механічні властивості ґрунту.

На контрольних ділянках, де корчування пеньків не проводили, при переході з верхніх шарів ґрунту до

нижніх його вологість знижується. На ділянках, де пеньки вилучалися, ця закономірність не спостерігається. Це може пояснюватися тим, що гумусовий горизонт, який утримує більше вологи після корчування, опинився на різній глибині залягання.

Сказане підтверджується і дослідженнями В.М. Портного [2], які показали, що корчування пеньків призводить до хаотичного переміщення генетичних горизонтів, материнська порода із підкореневих ям виноситься на поверхню землі. На зрубах, після корчування пеньків діаметром 48-66 см корчувачем Д-496, глибина підкореневих ям сягала 115-120 см, площа – 25-30 м^2. У разі звалювання дерев з коренями деревовалом ДК-1 глибина підкореневих ям зменшується до 50-60 см, площа не перевищувала 15 м^2. Площа з порушеними генетичними горизонтами зменшилась від 65 % у разі корчування пеньків до 20 % – у разі звалювання дерев з корінням.

У поточному році було проведено дослідження у 32-річних штучних насаджень (табл. 3). Як видно з даних таблиці, найвищими є культури, створені на зрубі, де проводили звалювання дерев із корінням, а також корчування зрубів. Аналізуючи хід росту культур за діаметром, можна зробити висновок про обернену залежність між густотою деревостану і середнім його діаметром. Так, протягом 30 років у дослідних культурах найвища густота було на ділянці, де проводили підготовку лісокультурної площі шляхом корчування пеньків. Кількість дерев на 1 га у 9-річному віці на цій ділянці становила 3800 шт.

Табл. 3. Вплив способів підготовки лісокультурних площ на ріст та продуктивність 32-річних штучних насаджень (схема розміщення садивних місць 3,0×0,7 м)

Варіант підготовки лісокультурної площі	Кількість дерев, шт/га$^{-1}$	Середні		Сума площ поперечного перетину, м^2/га$^{-1}$	Повнота	Запас, м^3/га$^{-1}$
		діаметр, см	висота, м			
Звалювання дерев з корінням деревовалом ДК-1	929	19,1	20,1	26,5	0,66	264
Корчування пнів корчувачем Д-496А	1210	18,0	19,9	30,6	0,76	309
Пониження висоти пеньків	776	19,9	18,1	24,1	0,60	220
Контроль	719	21,3	18,7	25,6	0,64	235

Висновок. Проаналізувавши дані досліджень модельних дерев на пробних площах, які було закладено в 30-річних штучних насадженнях, створених на ділянках із різною підготовкою лісокультурних площ, можна дійти висновку, що таксаційні показники насаджень вищі на ділянках пробних площ, де проводили звалювання дерев з корінням. За однакової суми площ поперечних перерізів середні діаметри насаджень істотно відрізняються. Істотно відрізняються і середні об'єми стовбурів на різних етапах вирощування. Так, на ділянках, де проводили звалювання дерев з корінням, середній об'єм стовбура у віці 10, 20 і 30 років без кори становив 0,01, 0,11 і 0,27 м^3. На контрольній ділянці аналогічний показник був 0,01, 0,08 і 0,18 м^3, що зумовлюється різною густотою насаджень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Культури сосни звичайної в Україні / М.І. Гордієнко, В.П. Шлапак, А.Ф. Гойчук та ін. / за ред. М.І. Гордієнка. – К. : Вид-во Ін-ту аграрної економіки УААН, 2002. – 872 с.

2. Портной В.Н. Исследование способов раскорчевки лесосек под лесные культуры в свежих суборях Полесья : автореф. дисс. на соискание учен. степени канд. с.-х. наук: спец. 06.03.01 – "Лесные культуры, селекция, семеноводство и озеленение городов" / В.Н. Портной. – К., 1974. – 24 с.

3. Тольский А.П. Частное лесоводство. Обработка почвы в лесном хозяйстве / А.П. Тольский. – СПб. : Изд-во "Лесн. хозво и лесн. пром-сть". – 1928. – Ч. 2. – 200 с.

4. Шумаков В.С. Современные способы подготовки почв под лесные культуры / В.С. Шумаков, В.Н. Кураев. – М. : Изд-во "Лесн. пром-сть", 1973. – 160 с.

А.Ф. Гойчук, В.М. Гриб, М.М. Белоус

ЛЕСОВОДСТВЕННАЯ ОЦЕНКА СПОСОБОВ ПОДГОТОВКИ ЛЕСОКУЛЬТУРНЫХ ПЛОЩАДЕЙ ПОД ИСКУСТВЕННЫЕ СОСНОВЫЕ НАСАЖДЕНИЯ

Приведены результаты исследований особенностей роста тридцатилетних сосновых насаждений, созданных на вырубках с разными способами подготовки лесокультурной площади. Описаны схемы смешивания, густоты посадки, количество агротехнических уходов, а также их влияние на сохранность и развитие лесных культур. Охарактеризованы лесорастительные условия района проведения исследований.

Ключевые слова: лесные культуры, схема смешивания, агротехника, древостой, лесорастительные условия.

A.F. Goychuk, V.M. Gryb, M.M. Bilous

SILVICULTURAL ASSESSMENT OF SOIL CULTIVATION METHODS FOR PINE STANDS PLANTING

The results of the study of percularities which are of 30-years old pine plantations planted on clearcuts by different ways of soil cultivation are presented. The schemes of mixture of wood species, density of planting and number of agrotechnic treatments and their influence on the preservation and growth of plantations are compared. The forest sites of study region are characterized in the article.

Keywords: forest plantations, scheme of species mixture forest stand, agrotechnology, site condition.

*УДК 630*165.44:161.443.6*

Р.М. ГРЕЧАНИК[1], М.М. ГУЗЬ[2], Н.О. ОЛЕКСІЙЧЕНКО[3]

ОСОБЛИВОСТІ ЕТАПУ НАМНОЖЕННЯ У МІКРОКЛОНУВАННІ ШОВКОВИЦІ БІЛОЇ (*MORUS ALBA* LINN.) IN VITRO

Представлено стислий огляд літературних джерел, що стосуються особливостей намноження у культурі тканин шовковиці білої. Розроблено ефективну технологію мультиплікації. Отримано найвищу частку експлантів, які утворили адвентивні мікропагони; найбільшу кількість нових мікропагонів на експлант і нових сегментів на мікропагін. На цьому етапі для ініційованих експлантів акліматизованої в Україні Morus alba Linn. *оптимальним було середовище MS, доповнене 1,0 мг/л 6-BA і 0,5 мг/л КТ. Окреслено перспективні напрямки подальших досліджень.*

Ключові слова: *in vitro, шовковиця біла, експлант, середовище, мультиплікація.*

Вступ. Особливості введення шовковиці білої (*Morus alba* Linn.) в культуру in vitro представлено у наших роботах, що стосуються відбору, деконтамінації та ініціації експлантів досліджуваного виду [18-19].

Наступний відповідальний етап у мікроклонуванні шовковиці білої – намноження експлантів. При цьому основним завданням біотехнологів є підвищення частоти регенерації – частки експлантів, які утворили адвентивні мікропагони; кількості нових мікропагонів на експлант і кількості нових сегментів на мікропагін [20].

Основні результати розроблення технологій намноження експлантів *Morus alba* L. у культурі in vitro наведено в табл. 1.

Табл. 1. Технології намноження у культурі *Morus alba* L. in vitro

Джерело і тип експлантів	Середовище для намноження ініційованих експлантів / Результат	Автор(и)
1	2	3
Бруньки культивару Mysore-5	MS + 5,0 мг/л 6-BA + 1,1 мг/л КТ / R = 94,0 %	V. Balakrishnan, M. Ram Latha, K.C. Ravindran, J. Philip Robinson [1]
Пагони з верхівковими брунька-ми (4,0 см) 4-річних рослин	MS + 0,5 мг/л 6-BA + 0,5 мг/л ANA / SH = 8,0 із сер. довжиною адвентивних пагонів 7,13 см	E.S. Barbosa, D. Agramonte, R. Barb'n, F. Jiminez, R. Collado, M. Purez, O. Gutirrez [2]
Бруньки 80-річних дерев культивару 'Fontanarossa Bianca'	MS + 30 г/л цукрози + 500 мг/л аскорбінової кислоти + 0,3 мг/л 2,4-D / після чотирьох місяців культивування утворилось 28,3 нових пагонів.	C. Benedetta, P. Germana, MA. Germana [3]
Листки і бруньки культиварів 'Chinese White', 'Kokuso-27' та 'Ichinose'	MS + 1,0 мг/л 6-BA + 30 г/л цукрози / намноження спостерігали до 4-5-и субкультивувань	B.S. Bhau, A.K. Wakhlu [4]
Молоді листки гібриду *Morus alba* var. S54 x *Morus alba* var. Noi	MS (pH = 5,8) + 0,25 мг/л 6-BA + B5 + 2 % цукрози + 0,1 % активованого вугілля / найкращий результат намноження	S. Chaicharoen, S. Akrapanthu [5]
Пазушні бруньки культиварів 'Chinese White', M-5, S-36 і S-13.	MS + 2,22 μM 6-BA + 30 г/л фруктози / енергійне намноження у всіх 4-ох культиварів.	D.S. Vijaya Chitra, G. Padmaja [6]
Листки	MS + 2,22 мкМ 6-BA / SH = 9,4-10,6	D.S. Vijaya Chitra, G. Padmaja [7]
Пагони з бруньками 24 культиварів (1,0-1,5 см)	MS + 1,0 мг/л 6-BA / найкращий результат намноження	S. Enmoto [8]
Верхівки та вузлові сегменти пагонів (4-5 см)	MS + 1,0 мг/л 6-BA + 0,5 мг/л КТ / R = 100 % усіх типів експлантів за 6 днів (SH = 6,2 за середньої довжини адвентивних пагонів 4,92 см)	A. Habib, M.R. Ali, M.N. Amin and M.M. Rahman [9]
Пазушні бруньки	MS + 0,5 мг/л IBA + вітаміни LS / найкращий результат намноження	A.K. Jain, S.B. Dandin, K. Serigupta [10]
Пазушні бруньки	MS + 5,0 μM 6-BA / SH = 1,7	A. Karknen, L.K. Simola, T. Coponen [11]
Вузлові сегменти пагонів (1,5-2,0 см) M. alba 'Sujanpuri'	MS + 3 % цукрози + 2,5 мг/л 6-BA + 0,3 мг/л GA3 + 0,1 % NaCl (або без NaCl) / У експлантів, зібраних з	S. Kashyap, S. Sharma [12]

[1] **ГРЕЧАНИК Руслан Мар'янович** – кандидат сільськогосподарських наук, доцент. Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів, 79057. Тел. моб.: +38-067-255-28-82. E-mail: rugrech@gmail.com

[2] **ГУЗЬ Микола Михайлович** – дійсний член Лісівничої академії наук України, доктор сільськогосподарських наук, професор. Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів, 79057. Тел. моб.: +38-050-315-23112. E-mail: mguz@ukr.net

[3] **ОЛЕКСІЙЧЕНКО Надія Олександрівна** – дійсний член Лісівничої академії наук України, доктор сільськогосподарських наук, професор. Національний університет біоресурсів і природокористування України. Україна, м. Київ. Тел. моб.: +38-098-330-22-78. E-mail: noolex@bigmir.net

1	2	3
	липня по жовтень SH=8, з листопада по лютий – SH=10	
Зачатки листків, відібраних взимку бруньок *Morus alba* L. 'Ohyutaka'	MS + 1,0 мг/л 6-BA / добре утворювались додаткові бруньки, особливо на світлі	H. Machii [13]
Вузлові сегменти пагонів 5-річного культивару S-1	MS + 2,0 мг/л 6-BA / R = 50 %, SH = 10-20	P. Narayan, S. Chakraborty, G.S. Rao [15]
Вузлові сегменти 3-4-річних парникових рослин *Morus alba* L.	MS + 3 % цукрози + 2,5 μM 6-BA / SH ≤ 13	Kiran K. Sharmaa, Trevor A. Thorpea [16]
Бруньки верхівкових пагонів 12-річного культивару S1	MS + 1,0 мг/л 6-BA + 1,0 мг/л KT / SH = 8,35. Субкультвування було можливим до 7 разів	A. Zaman, R. Islam, O.I. Joarder, M. Islam [17]

Матеріали і методи. Після появи пагонів на ініціальних експлантах (через 4-6 тижнів ініціації), їх було поділено на верхівки пагонів та сегменти вузлів і надалі використовували для пасажів з вертикальним розміщенням експлантів на базові середовища MS [14], доповнені різними комбінаціями та концентраціями (0-1,5 мг/л) фітогормонів 6-BA і KT. Вибір середовища MS, вмісту та концентрації фітогормонів ґрунтувався на найефективнішому їх застосуванні у дослідженнях, результати яких представлено в опрацьованих літературних джерелах [1-13, 15-17]. Кожний варіант досліду передбачав пасаж 100 ініційованих асептичних експлантів Ma3 і Ma50 у пропорції 1:1 (по 50 шт.). Експланти позначали першими літерами видової назви із зазначенням віку донора. До кожного середовища додавали 7 г/л агару. Автоклавування проводили за температури 121 °C і тиску 1,2 кгс/см^2 протягом 20 хв. з попереднім доведенням pH до 5,73. Експланти вирощували у культуральній кімнаті за температури $25^{\pm1}$ °C, відносної вологості 65-70 % та фотоперіоду 16/8 год. з інтенсивністю світлового потоку 3000 lx (ЛБ Philips). Кожних 14 діб експланти пасажували на свіже живильне середовище. Продуковані адвентивні пагони відбирали що 30 діб або ділили і субкультивували на свіжому середовищі до 4 разів. У всіх випадках в кінці кожного нового субкультивування занотовували частку експлантів, які утворили адвентивні мікропагони (R); кількість нових мікропагонів на експлант (SH) і кількість нових сегментів на мікропагін (SE). Середні значення показників намноження експлантів визначено з урахуванням усіх варіант генеральної сукупності.

Результати досліджень і дискусія. На стадії намноження експлантів *Morus alba* Linn. на модифікованому середовищі MS отримали регенеранти з добре розвиненими адвентивними пагонами (рис. 1). Результати культивування експлантів Ma3 і Ma50 протягом 30 діб наведено у табл. 2.



Рис. 1. Етап намноження експлантів *Morus alba* Linn. у культурі in vitro

Табл. 2. Показники намноження різних типів експлантів шовковиці білої на модифікованих поживних середовищах MS (30 діб культивування)

Варіант досліду	Фітогормони		Показники намноження експлантів					
			Ma3			Ma50		
	6-BA	KT	R, %	SH, шт.	SE, шт.	R, %	SH, шт.	SE, шт.
1	–	0,5	78,0	5,3	1,7	76,0	2,9	1,3
2	–	1,0	84,0	6,1	1,6	76,0	3,1	1,4
3	–	1,5	90,0	5,7	1,6	80,0	3,3	1,6
4	0,5	–	82,0	5,2	1,3	76,0	3,0	1,1
5	1,0	–	88,0	5,3	1,4	78,0	2,9	1,2
6	1,5	–	88,0	7,0	1,4	80,0	3,3	1,4
7	0,5	0,5	92,0	5,9	2,0	86,0	3,4	1,8
8	0,5	1,0	98,0	8,3	3,8	90,0	4,4	2,2
9	0,5	1,5	98,0	8,6	3,9	94,0	6,1	2,0
10	1,0	0,5	100,0	10,3	4,6	98,0	7,5	2,7
11	1,0	1,0	100,0	8,8	3,5	96,0	7,4	2,6
12	1,0	1,5	96,0	8,9	3,0	96,0	6,8	2,3
13	1,5	0,5	98,0	8,4	3,4	92,0	5,7	2,0
14	1,5	1,0	96,0	8,9	3,2	94,0	5,7	2,2
15	1,5	1,5	90,0	7,2	2,5	94,0	4,6	1,9

У всіх клонів у процесі культивування спостерігали проліферацію калюсу при основі експланта. Сформований калюс був щільним і мав зелене забарвлення. На наш погляд, завдяки великій адсорбційній поверхні калюс сприяв проникненню у експлант живильних елементів.

Дані табл. 2 свідчать, що у експлантів Ma3 і Ma50 на етапі намноження існує клонова різниця у кількості

новоутворених мікропагонів на експлант і кількості нових сегментів на мікропагін. Вищі показники SH і SE спостерігали в експлантів Ма3, що пояснюється молодшим віком донорів і, відповідно, кращою здатністю до регенерації. Частка клонів, які утворили адвентивні мікропагони (R) у Ма3, теж була дещо вищою порівняно з Ма50. Усі апробовані клони, на наш погляд, добре зреагували (76-100 %) на умови культивування на етапі намноження.

Висновки. Для намноження ініційованих експлантатів шовковиці білої найбільш придатним виявилось середовище MS, доповнене 7 г/л агару і 30 г/л цукрози. Найкращого результату мультиплікації – найвищу частку експлантів, які утворили адвентивні мікропагони; найбільшу кількість нових мікропагонів на експлант і нових сегментів на мікропагін отримали на середовищі MS, доповненому 1,0 мг/л 6-ВА і 0,5 мг/л КТ. Наступним етапом досліджень є з'ясування особливостей укорінення отриманих регенерантів in vitro і адаптації їх ex vitro.

ЛІТЕРАТУРА

1. Balakrishnan V. Clonal propagation of *Morus alba* L. through nodal and axillary bud explants / V. Balakrishnan, M. Ram Latha, K.C. Ravindran, J. Philip Robinson // Botany Research International. – IDOSI Publications. – 2009. – Vol. 2 (1). – P. 42-49.

2. Barbosa E.S. Propagacien in vitro de *Morus alba* L. en medio de cultivo semiselido / E.S. Barbosa, D. Agramonte, R. Barbon, F. Jiminez, R. Collado, M. Purez, O. Gutirrez // Biotecnologia Vegetal. – Clara (Cuba) : Science Publishers Inc., 2005. – Vol. 5, № 2. – P. 81-87.

3. Benedetta C. In vitro response of two Sicilian genotypes of Morus (L.) through axillary bud culture / C. Benedetta, P. Germana, MA. Germana // Caryologia. – Hosted by University of Florence, 2007. – Vol. 60. – № 1-2. – P. 178-181.

4. Bhau B.S. Rapid micropropagation of five cultivars of mulberry / B.S. Bhau, A.K. Wakhlu // Biologia Plantarum. – Praha 6, April. – 2003. – Vol. 46. – № 3. – P. 349-355.

5. Chaicharoen S. In vitro plant regeneration trough young leaf culture in mulberry (*Morus alba* var. S54 x *Morus alba* var. Noi) / S. Chaicharoen, S. Akrapanthu // Journal of the Science Society of Thailand. – Science Society of Thailand. – 1995. – Vol. 11. – P. 137-146.

6. Chitra Vijaya D.S. Seasonal influence on axillary bud sprouting and micropropagation of elite cultivars of mulberry / D.S. Vijaya Chitra, G. Padmaja // Scientia Horticulturae. – Elsevier Science Publishing Company, Inc., 2002. – Vol. 92, № 1. – P. 55-68.

7. Chitra Vijaya D.S. Shoot regeneration via direct organogenesis from in vitro derived leaves of mulberry using thidiazuron and 6-benzylaminopurine / D.S. Vijaya Chitra, G. Padmaja // Scientia Horticulturae. – Elsevier Science Publishing Company, Inc., 2005. – Vol. 106, № 4. – P. 593-602.

8. Enmoto S. Preservation of genetic resource of mulberry by means of tissue culture / S. Enmoto // Japan Agricultural Research Quarterly (JARQ). – Japan International Research Center for Agricultural Sciences. – 1987. – Vol. 21, № 3. – P. 205-210.

9. Habib A. Clonal propagation of white mulberry (*Morus alba* L.) using in vitro technique /A. Habib, M.R. Ali, M.N. Amin and M.M. Rahman // Journal of Biological Sciences. – Ivyspring International Publisher, 2003. – Vol. 3. – is. 12. – P. 1181-1187.

10. Jain A.K. In vitro propagation through axillary bud multiplication in different mulberry genotypes / A.K. Jain, S.B. Dandin and K. Serigupta // Plant cell reports. – Springer Verlag. – 1990. – Vol. 8. – P. 737-740.

11. Kirkinen A. Micropropagation of several Japanese woody plants for horticultural purposes / A. Kirkinen, L.K. Simola, T. Coponen // Annales Botanici Fennici. – Helsinki: Finnish Zoological and Botanical Publishing Board. – 1999. – Vol. 36. – P. 21-31.

12. Kashyap S. In vitro selection of salt tolerant *Morus alba* and its field performance with bioinoculants / S. Kashyap, S. Sharma // Horticultural Science. – Prague, 2006. – Vol. 33(2). – P. 77-86.

13. Machii H. Organogenesis from immature leaf cultures in mulberry, *Morus alba* L. / H. Machii // The Journal of Sericultural Science of Japan. – Ibaraki: The Japanese Society of Sericultural Science. – 1992. – Vol. 61 (6). – P. 512-519.

14. Murashige T. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures / T. Murashige, F. Skoog // Physiol. Pl. – Copenhagen. – 1962. – № 15. – P. 493-497.

15. Narayan P. Regeneration of plantlets from the callus of stem segments of mature plants of *Morus alba* L. / P. Narayan, S. Chakraborti, G.S. Rao // Proc. Indian natn. Sci. Acad. – Indian National Science Academy. – 1989. – B 55, Nos. 5&6. – P. 469-472.

16. Sharmaa Kiran K. In vitro propagation of mulberry (*Morus alba* L.) through nodal segments / Kiran K. Sharmaa, Trevor A. Thorpea // Scientia Horticulturae. – Elsevier BV. – 1990. – Vol. 42(4). – P. 307-320.

17. Zaman A. Micropropagation of *Morus alba* CVS, from shoot apices of mature trees / A. Zaman, R. Islam, O.I. Joarder, M. Islam // Journal King Saud Univ. – Riyadh : Science. – 1998. – Vol. 10 (1). – P. 7-14.

18. Гречаник Р.М. Особливості введення в культуру in vitro шовковиці білої (*Morus alba* Linn.) / Р.М. Гречаник, М.М. Гузь, Н.О. Олексійченко // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2011. – Вип. 21.17. – С. 8-22.

19. Гречаник Р.М. Клонування *Morus alba* Linn. in vitro: селекція та деконтамінація експлантів // Наукові основи підвищення продуктивності та біологічної стійкості лісових та урбанізованих екосистем : тези 61-ої наук.-техн. конф. проф.-викл. складу, наукових працівників, докторантів та аспірантів за підсумками наук. діяльності у 2010 р., 4-6 травня 2011 р., м. Львів / Р.М. Гречаник. – Львів : РВВ НЛТУ України, 2011. – С. 38-40.

20. Митрофанова І.В. Соматичний ембріогенез та органогенез як основа біотехнології отримання і збереження багаторічних садових культур : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра біолог. наук: спец. 03.00.20 – "Біотехнологія" / І.В. Митрофанова; Нікітський ботанічний сад Національного наукового центру УААН. – Ялта, 2007. – 36 с.

Р.М. Гречаник, Н.М. Гузь, Н.О. Олексейченко

ОСОБЕННОСТИ ЭТАПА НАМНОЖЕНИЯ В МИКРОКЛОНИРОВАНИИ ШЕЛКОВИЦЫ БЕЛОЙ (*MORUS ALBA* LINN.) IN VITRO

Представлен краткий обзор литературных источников, касающихся особенностей намножения в культуре тканей шелковицы белой. Разработана эффективная технология мультипликации. Получена высокая доля эксплантов, образовавших адвентивные микропобеги; наибольшее количество новых микропобегов на экспланта и новых сегментов на микропобег. На этом этапе для инициированных эксплантов акклиматизированной в Украине *Morus alba* Linn. оптимальной была среда MS, дополненная 1,0 мг/л 6-ВА и 0,6 мг/л КТ. Очерчены перспективные направления дальнейших исследований.

***Ключевые слова*:** in vitro, шелковица белая, экспланты, среда, мультипликация.

R.M. Hrechanyk, M.M. Guz, N.O. Oleksiychenko

PECULIARITIES OF REPRODUCTION STAGE IN WHITE MULBERRY (*MORUS ALBA* LINN.) IN VITRO MICROCLONING

The paper presents a short review of the publications which discuss a peculiarities of white mulberry reproduction in tissue culture. The high performance technology of multiplication has been developed. There has been received the highest part of explants that formed adventives microshoots, most of new microshoots on the explants and new segments on microshoot. On this stage for initiating explants of acclimatized in Ukraine *Morus alba* Linn optimum an environment of MS was supplemented by 1,0 mg/l 6-BA and 0,5 mg/l KT. The prospective directions of studies have been outlined.

***Keywords*:** in vitro, white mulberry, explants, environment, multiplication.

*УДК 577*632.4*

Р.Т. ГУТ[1], Ю.М. ЮСИПОВИЧ[2], В.А. КОВАЛЬОВА[3]

ОСОБЛИВОСТІ ЕКСПРЕСІЇ ГЕНІВ ДЕФЕНЗИНІВ У РІЗНИХ ОРГАНАХ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ (*PINUS SYLVESTRIS* L.)

Досліджено конститутивну експресію генів дефензинів PsDef1 та PsDef2 у вегетативних і генеративних органах 15-річної сосни звичайної, а також у насінні та проростках (корінці, гіпокотилі і сім'ядолі). Визначено продукти транскрипції генів PsDef1 і PsDef2 у хвої, корі, корінні, бруньках, мікростробілах та макростробілах поточного року сосни звичайної на рівні мРНК. Показано диференційований характер експресії PsDef2 в процесі онтогенезу сосни. Виявлено підвищення рівня експресії генів дефензинів у восьмидобових проростках Pinus sylvestris L. *після оброблення їх саліциловою та ясминовою кислотами.*

Ключові слова: *дефензин, експресія, сосна звичайна, саліцилат, ясминат.*

Вступ. Провідне місце у багаторівневій системі захисту рослин від потенційних патогенів належить антимікробним пептидам (АМП). Більшість АМП – це секреторні, багаті на цистеїн пептиди, які поділяють на кілька груп: тіоніни, дефензини, ліпід-трансферні протеїни, кнотини, гевеїни, снейкіни та ін. [20]. Серед них тільки дефензини є еволюційно консервативною групою, яка є складовою частиною вродженого імунітету різних класів багатоклітинних організмів, зокрема і людини.

Рослинні дефензини – це група невеликих (45-54 а.з.) катіонних пептидів, основу молекули яких утворює домен gamma-thionin із характерним розташуванням 4-5 дисульфідних зв'язків. Первинна структура дефензинів характеризується високою варіабельністю, що виявляється у широкому спектрі їхньої біологічної активності [19]. Захисна функція рослинних дефензинів пов'язана з їх антифунгальними, антибактеріальними та інсектицидними властивостями, деякі з цих пептидів є інгібіторами протеаз та блокаторами іонних каналів [13, 15, 21]. Експресія генів дефензинів може бути конститутивною та локально і системно індукуватись у відповідь на дію стресових чинників довкілля у поверхневих шарах клітин різних органів рослин.

У геномах рослин дефензини представлені мультигенною родиною. Так, у геномі *Arabidopsis* ідентифіковано 317 дефензиноподібних послідовностей [17]. Першим доказом існування мультигенної родини дефензинів у рослин роду *Pinus* стало клонування нами двох високогомологічних генів дефензинів сосни звичайної *PsDef1* (*Pinus sylvestris* defensin 1, *GenBank* Acc. No. EF455616.1) і *PsDef2* (Acc. No. EF455617.1), ідентичність нуклеотидних послідовностей яких становить 87 % [1, 11]. Відомо, що різні дефензини із мультигенної родини у *A. thaliana* мають органоспецифічні профілі експресії. Так, дефензин *Pdf1.2* конститутивно експресується тільки в насінні та стручках, *Pdf2.1* – у коренях, насінні та стручках, а *Pdf2.3* – в усіх органах рослини, за винятком тканин кореня. Б. Томма і В. Брекерт вважають, що в кожному органі рослини відбувається експресія хоча би одного гена дефензину [18].

У цьому дослідженні ми поставили за мету проаналізувати особливості експресії дефензинів *PsDef1* і *PsDef2* у вегетативних та генеративних органах сосни звичайної та з'ясувати характер впливу екзогенних стресових гормонів (саліцилової та ясминової кислот) на рівень експресії цих генів.

Матеріали і методи досліджень. У дослідах використано зріле насіння *Pinus sylvestris* L., надане Львівською зональною лісонасінною станцією. По 100 насінин пророщували в чашках Петрі на фільтрувальному папері, змоченому дистильованою водою, за температури 26°С. На восьму добу проростки розсікали на частини (корінці, гіпокотилі і сім'ядолі), негайно заморожували їх у рідкому азоті і зберігали за температури -70°С до їхнього використання. Для визначення впливу стресових фітогормонів на рівень експресії генів *PsDef1* і *PsDef2* 6-добові проростки оприскували 2мкМ розчином саліцилату (у 0,1 % етанолі), 1мМ розчином ясминату (у 0,1 % етанолі) або 0,1 % етанолом (контрольна група). Проростки збирали через 48 год після оброблення і зберігали за температури -70°С. Дворічну хвою, корінь, вегетативні бруньки, кору з дворічних пагонів, а також макростробіли поточного року і мікростробіли відбирали з 15-річної сосни Ботанічного саду НЛТУ України. Не зріле насіння з сосни збирали із дворічних макростробіл у першій декаді серпня.

Напівкількісна ЗТ-ПЛР. Сумарну РНК із заморожених зразків виділяли за методикою Chang et al. [7]. Рівні кількості сумарної РНК (5 мкг) використано для синтезу кДНК із оліго $(dT)_{18}$ праймером і зворотною транскриптазою RevertAid™ Premium (Fermentas,

[1] **ГУТ Роман Тарасович** – член-кореспондент Лісівничої академії наук України, доктор біологічних наук, професор кафедри лісівництва. Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів, 79057. Тел.: (032)-237-95-23. E-mail: rgoutmollab@ukr.net

[2] **ЮСИПОВИЧ Юрій Михайлович** – аспірант кафедри лісівництва. Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів, 79057. Тел.: (032)-237-95-23. E-mail: j-jusse@mail.ru

[3] **КОВАЛЬОВА Валентина Андріївна** – кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник. Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів, 79057. Тел.: (032)-237-95-23. E-mail: vakovaleva@mail.ru

Литва). Кожна напівкількісна ЗТ-ПЛР проводилась у 25 мкл реакційної суміші, яка містила кДНК синтезовану на 50 нг сумарної РНК, 2 U Taq полімерази (Fermentas, Литва), ПЛР-буфер від виробника, 0,2 мМ дНТФ та 0,5 мкМ ген-специфічних праймерів. Для виявлення транскриптів генів *PsDef1* і *PsDef2* використовували, відповідно, праймери: прямий – 5'-GGGATGATGCAGGTTCAAGT-3' і зворотний – 5'-ACATTTTCTGCCAGCCACAT-3'; прямий – 5'-TCCACTCAGTGCCCTTTTTC-3' і зворотний – 5'-CAGTAGCACTTTCGGCTGG-3'. Для контролю перебігу ПЛР та напівкількісного аналізу рівня експресії генів дефензинів використовували 60 s рибосомальний протеїн L44 (60S RP L44; (GenBank Acc. No. EL342388) як "house-keeping" ген. Для ампліфікації цього гена підібрано такі олігонуклеотиди: прямий – 5'-CAAAGCTTGCAAAAAGCACA-3' та зворотний – 5'-TTCCCTTCCCCTTCTTGTCT-3'. Для *PsDef1* транскриптів ампліфікується фрагмент завдовжки 159 п.н., для *PsDef2*-210 п.н., для 60S RP L44-263 п.н. У ПЛР реакції використовували одночасно дві пари праймерів: до "house-keeping" гена та *PsDef1* або *PsDef2*. Умови ПЛР: 95 °С – 5 хв, 22-35 циклів (95 °С –1хв, 54 °С – 1 хв; 72°С – 1 хв); 72 °С – 5 хв. Продукти ПЛР розділяли в 2 % агарозному гелі у трис-боратній буферній системі (50 мМ трис-H_3BO_3, pH 8,3; 2 мМ ЕДТА), забарвлювали бромистим етидієм (0,5 мкг/мл) і фотографували в УФ-світлі.

Статистичне оброблення результатів. Денситометричний аналіз електрофореграм проводили за допомогою програми GelProAnalyzer 4.0 ("MediaCybernetics", США). Значення рівня експресії генів дефензинів нормалізували відносно рівня експресії *60s рибосомального протеїну L44*. Статистичне оброблення даних проводили відповідно до загальноприйнятих методів. Для порівняння двох груп даних використовували двосторонній критерій Ст'юдента. Статистично достовірною вважали різницю за $p \leq 0,05$.

Результати дослідження. На сьогодні в геномах рослин родини Pinaceae виявлено близько 300 дефензиноподібних (DEFL – defensin-like) послідовностей, які класифіковано у чотири групи відповідно до їхньої структурної гомології [2]. Найбільш чисельною є перша група, до якої належать і досліджувані нами гени *PsDef1* і *PsDef2*.

Експресію генів дефензинів у тканинах сосни вивчали на рівні мРНК методом напівкількісної ЗТ-ПЛР. Транскрипти *PsDef1* і *PsDef2* виявлено в усіх частинах восьмидобових проростків сосни та у тканинах вегетативних органів (рис. 1, А, Б (доріжки 1-7)).

У коренях і гіпокотилях проростків істотних відмінностей у рівні експресії цих генів не спостережено. Наразі у сім'ядолях вміст транскрипту *PsDef1* був у 2,5 раза вищим за *PsDef2* (рис. 1С (1-3)). Різниця у рівні експресії генів дефензинів у корі, хвої, вегетативних бруньках та коренях 15-річної сосни становила 10-30 % (рис. 1С (4-7)). Аналогічні результати отримано Pervieux et al. [16], які встановили присутність транскриптів дефензину PgD1 в коренях, стовбурі, хвої та вегетативних бруньках ялини канадської Picea glauca, а Fossdal et al. [9] ізолювали кДНК, яка кодує дефензин SPI1, із коренів ялини європейської P. abies. PgD1 і SPI1 мають високий ступінь гомології до дефензинів сосни і належать до першої групи DEFL послідовностей Pinaceae. Наші результати, як і дані згаданих вище авторів, свідчать про конститутивний характер експресії дефензинів першої групи у вегетативних органах хвойних рослин.

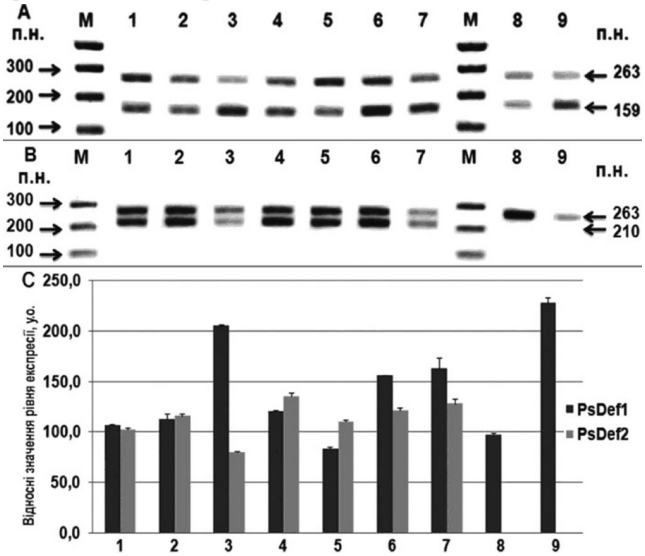


Рис. 1. Аналіз експресії *PsDef1* (А) і *PsDef2* (Б) у вегетативних органах та насінні сосни звичайної методом напівкількісної ЗТ-ПЛР: 1, 2, 3 – корінці, гіпокотилі, сім'ядолі 8-добових проростків сосни звичайної, відповідно; 4, 5, 6, 7 – кора, хвоя, вегетативні бруньки, корінь 15-річної сосни, відповідно; 8 – незріле насіння, 9 – зріле насіння. М – маркери GeneRuler 100 bp Plus DNA Ladder (Fermentas, Литва). Справа стрілками вказано продукти ПЛР: 159 п.н. – *PsDef1*; 210 п.н. – *PsDef2*; 263 п.н. – "house-keeping" ген 60S RP L44. (С). Значення рівня експресії *PsDef1* і *PsDef2* у вегетативних органах та насінні сосни перераховано відносно 60S RP L44

Більшість відомих на сьогодні рослинних дефензинів було виділено із насіння дводольних і однодольних рослин, де їх вміст може сягати до 0,5 % загального протеїну. Під час проростання насінини цілісність її оболонки, яка слугувала механічною перепоною на шляху патогенних мікроорганізмів, порушується, і антимікробні пептиди, вивільняючись назовні, створюють хімічний бар'єр проти ґрунтових фітопатогенів. Ще донедавна вважали, що механізми захисту насіння від збудників фітохвороб у голонасінних і покритонасінних різні, оскільки дефензинів у сухому насінні ялини не було знайдено [9, 16]. Нещодавно ми виявили дефензиноподібні послідовності в кДНК бібліотеках ембріонів *Pinus* taeda і відповідні протеїнові продукти ідентифіковано мас-спектрометрією та імуноблот-аналізом зі специфічними до дефензину антитілами [2, 12]. Аналіз експресії дефензинів методом ЗТ-ПЛР показав присутність транскриптів *PsDef1* в незрілому насінні сосни (пізня стадія ембріогенезу), вміст яких збільшується під час дозрівання насінин (рис. 1 А, В (доріжки 8, 9)). Аналогічні результати було отримано Carvalho et al., які показали нагромадження транскриптів VuDEF, дефензину із Vigna unguiculata, в процесі розвитку насінини з 18 дня після запліднення і до стадії сухої насінини [6]. Натомість *PsDef2*, подібно до своїх ортологів PgD1 і SPI1, в насінні не транскрибується (рис. 1 В (доріжки 8, 9)). Отже, експресія *PsDef2* відбувається лише на певних стадіях онтогенетичного розвитку сосни. Результати цього дослідження разом із вище наведеними доказами свід-

чать, що внаслідок дозрівання насіння сосни відбувається нагромадження продуктів експресії гена *PsDef1* на рівні мРНК і протеїну, що підтверджує участь дефензинів у протимікробному захисті насіння хвойних рослин.

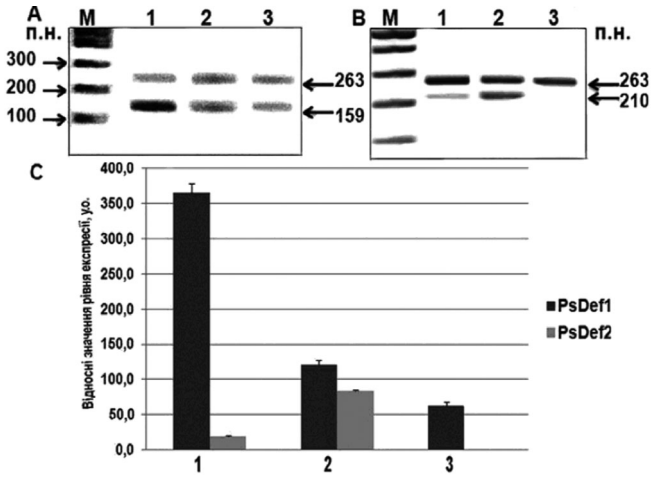


Рис. 2. Напівкількісний ЗТ-ПЛР-аналіз експресії *PsDef1* (А) і *PsDef2* (В) у генеративних органах сосни звичайної: 1 – макростробіла; 2 – мікростробіла; 3 – пилок. М – маркери GeneRuler 100 bp Plus DNA Ladder (Fermentas, Литва). Справа стрілками вказано продукти ПЛР: 159 п.н. – *PsDef1*; 210 п.н. – *PsDef2*; 263 п.н. – "house-keeping" ген 60S RP L44. (С) Значення рівня експресії *PsDef1* і *PsDef2* у генеративних органах сосни, перераховані відносно 60S RP L44

Подібно до дефензинів ссавців, які експресуються у епітеліальних клітинах репродуктивних органів, рослинні дефензини знайдено в епідермальних клітинах чашолистків та пелюсток, в кортикальних клітинах стовпчика та зв'язувальних клітинах пиляків квіткових рослин. На сьогодні отримано докази, що у генеративних органах покритонасінних дефензини виконують не тільки захисну функцію, але й залучені до процесу запліднення у рослин [14]. Зокрема, вони виконують функцію хемоатрактантів, які скеровують ріст пилкової трубки до яйцеклітини, а також відкривають її калієві канали, що приводить до розриву трубки і вивільнення сперматозоїдів [5]. Ми виявили високий рівень експресії *PsDef1* у макростробілах сосни, що сформувалися на вегетативних пагонах поточного року (рис. 2 А, В (доріжка 1), який у 40 разів був вищим за рівень експресії *PsDef2*. Невисокий вміст транскриптів *PsDef1* і *PsDef2* виявлено в мікростробілах (рис. 2 А-С (доріжка 2), у пилку сосни знайдено лише транскрипт *PsDef1*, а продукт гена *PsDef2* не визначався навіть після 45 циклів ПЛР (рис. 2 В (доріжка 3). За даними С. Махневої [3], пилок сосни звичайної володіє фунгіцидною активністю, яка, ймовірно, зумовлена присутністю у ньому дефензину 1, який є сильним протигрибковим антибіотиком [10]. Отже, у генеративних органах сосни звичайної транскрибуються гени дефензинів, які, ймовірно, подібно до своїх ортологів із квіткових рослин, залучені до процесу запліднення у хвойних рослин.

Відомо, що експресія генів дефензинів індукується такими чинниками, як саліцилова (СК), ясминова (ЯК) та абсцизова кислоти, етилен (ЕТ), пероксид гідрогену, еліситорними молекулами патогенів тощо. Оброблення шестидобових проростків сосни звичайної стресовими гормонами СК або ЯК призводила до збільшення вмісту транскриптів *PsDef1* і *PsDef2* порівняно із контрольною групою (рис. 3). Внаслідок екзогенної дії саліцилової кислоти відносне значення рівня експресії *PsDef1* у проростках збільшувалось на 27 %, а *PsDef2* – на 55 %, а внаслідок оброблення ясминовою кислотою – на 75 і 110 % відповідно. Отже, регуляція експресії генів дефензинів сосни звичайної є подібною до такої гена дефензину CADEF1 із Capsicum annuum, вміст транскриптів якого істотно підвищувався у відповідь на дію саліцилової кислоти та метилясминату [8].

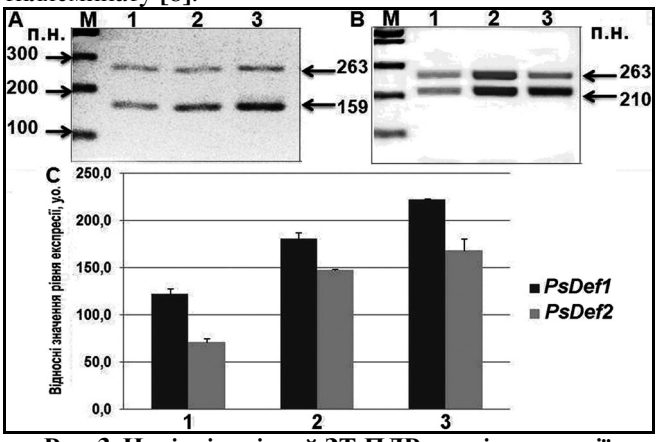


Рис. 3. Напівкількісний ЗТ-ПЛР-аналіз експресії *PsDef1* (А) і *PsDef2* (В) у 8-добових проростках сосни звичайної за дії саліцилової і ясминової кислот: 1 – 0,1 % етанол (контроль); 2 – 2 мкМ саліцилова кислота; 3 – 1 мМ ясминова кислота. М – маркери GeneRuler 100 bp Plus DNA Ladder (Fermentas, Литва). Справа стрілками вказано продукти ПЛР: 159 п.н. – *PsDef1*; 210 п.н. – *PsDef2*; 263 п.н. – "house-keeping" ген 60S RP L44. (С) Значення рівня експресії *PsDef1* і *PsDef2* у 8-добових проростках сосни звичайної, перераховані відносно 60S RP L44

Хоча СК- та ЯК/ЕТ-залежні сигнальні шляхи є здебільшого антагоністичними, але складно організована перехресна взаємодія між ними дає змогу рослинам досить чітко реагувати на чинники та визначати спектр і силу захисної відповіді. Відомо, що рівень стресових фітогормонів у тканинах рослин підвищується за дії різних форм абіотичного стресу (механічного пошкодження, надмірної інсоляції, високо- та низькотемпературного стресу, водного дефіциту) та ураження фітопатогенними мікроорганізмами. Раніше ми показали, що внаслідок інфікування проростків сосни фітопатогенними грибами Heterobasidion annosum і *Fusarium* oxysporum рівень експресії дефензинів збільшувався [4]. Ймовірно, що і стресові абіотичні чинники довкілля будуть спричиняти зміни у рівні експресії *PsDef1* і *PsDef2*.

Висновки. За допомогою напівкількісного ЗТ-ПЛР аналізу показано, що гени *PsDef1* і *PsDef2* конститутивно експресуються у тканинах вегетативних і генеративних органів сосни звичайної, які задіяні в природженому протигрибковому механізмі захисту *Pinus sylvestris* L. Відсутність транскриптів гена *PsDef2* у пилку і насінні вказує на його диференційовану експресію в онтогенезі сосни звичайної. Встановлено, що за екзогенної дії саліцилової та ясминової кислот підвищується рівень експресії обох генів дефензинів, що свідчить про залучення *PsDef1* і *PsDef2* до індукованих механізмів захисту за участю саліцилатного та ясминатного сигналювання.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ковальова В.А. Молекулярне клонування та характеристика дефензину 2 сосни звичайної / В.А. Ковальова, Р.Т. Гут // Цитология и генетика : междунар. научн. журнал. – 2008. – Т. 42, № 6. – С. 55-60.

2. Ковальова В.А. Дефензини в геномах рослин родини Pinaceae / В.А. Ковальова // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2010. – Вип. 20.2. – С. 32-36.

3. Махнева С.Г. Состояние мужской генеративной системы сосны обыкновенной при техногенном загрязнении среды : автореф. дисс. на соискание учен. степени канд. биол. наук: спец. 03.00.16 – "Экология" / С.Г. Махнева. – Екатеринбург : Изд-во УГЛТУ, 2005. – 20 с.

4. Юсипович Ю.М. Вплив фітопатогенних грибів Heterobasidion annosum та *Fusarium* oxysporum на рівень експресії дефензинів в проростках *Pinus sylvestris* та *Picea abies* / Ю.М. Юсипович, Р.Т. Гут, В.А. Ковальова // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2008. – Вип. 18.7. – С. 123-127.

5. Amien S. Defensin-like ZmES4 mediates pollen tube burst in maize via opening of the potassium channel KZM1 / S. Amien, I. Kliwer, M.L. Márton // PLoS Biol. – 2010. – Vol. 8, № 6: e 1000388.

6. Carvalho A.O. Cloning and characterization of a cDNA encoding a cowpea seed defensin and analysis of its expression / A.O. Carvalho, G.A.S. Filho, B.S. Ferreira // Protein Pept. Lett. – 2006. – Vol. 13, № 10. – P. 1029-1036.

7. Chang S. A simple and efficient method for isolating RNA from pine trees / S. Chang, J. Puryear, J. Cairney // Plant Mol. Biol. Rep. – 1993. – Vol. 11, № 2. – P. 113-116.

8. Do H.M. Differential expression and in situ localization of a pepper defensin (CADEF1) gene in response to pathogen infection, abiotic elicitors and environmental stresses in Capsicum annuum / H.M. Do, S.C. Lee, H.W. Jung // Plant Sci. – 2004. – Vol. 166, № 5. – P. 1297-1305.

9. Fossdal C. The putative gymnosperm plant defensin polypeptide (SPI1) accumulates after seed germination, is not readily released, and the SPI1 levels are reduced in Pythium dimorphum-infected spruce roots / C. Fossdal, N. Nagy, P. Sharma // Plant Molecular Biology. – 2003. – Vol. 52, № 2. – P. 291-302.

10. Gout R. Inhibition of growth of the phytopathogenic organisms by Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) defensin / R. Gout, V. Kovalyova // Sylwan. – 2008. – Vol. 152, № 8. – P. 54-58.

11. Kovaleva V. Purification and molecular cloning of antimicrobial peptides from Scots pine seedlings / V. Kovaleva, R. Kiyamova, R. Cramer // Peptides. – 2009. – Vol. 30, № 12. – P. 2136-2143.

12. Kovaleva V. Recombinant expression, affinity purification and functional characterization of Scots pine defensin 1 / V. Kovaleva, H. Krynytskyy, I. Gout // Appl. Microbiol. Biotechnol. – 2011. – Vol. 89, № 4. – P. 1093-1101.

13. Kushmerick C. Functional and structural features of γ-zeathionins, a new class of sodium channel blockers / C. Kushmerick, M.S. Castro, J.S. Cruz // FEBS Lett. – 1998. – Vol. 440, № 3. – P. 302-306.

14. Lay F.T. Isolation and properties of floral defensins from ornamental tobacco and petunia / F.T. Lay, F. Brugliera, M.A. Anderson // Plant Physiology. – 2003. – Vol. 131, № 3. – P. 1283-1293.

15. Pelegrini P.B. Plant γ-thionins: novel insights on the mechanisms of actions of a multi-functional class of defense proteins / P.B. Pelegrini, O.L. Franco // Biochem. Cell. Biol. – 2005. – Vol. 37, № 11. – P. 2239-2253.

16. Pervieux I. A spruce defensin showing strong antifungal activity and increased transcript accumulation after wounding and jasmonate treatments / I. Pervieux, M. Bourassa, F. Laurans // Physiol. Mol. Plant Pathol. – 2004. – Vol. 64, № 6. – P. 331-341.

17. Silverstein K.A.T. Genome organization of more than 300 defensin-like genes in *Arabidopsis* / K.A.T. Silverstein, M.A. Graham, T.D. Paape // Plant Physiol. – 2005. – Vol. 138, № 2. – P. 600-610.

18. Thomma B. Tissue-specific expression of plant defensin genes *PDF2.1* and PDF2.2 in *Arabidopsis* thaliana / B. Thomma, W. Broekaert // Plant Physiol. Biochem. – 1998. – Vol. 36, № 7. – P. 533-537.

19. Thomma B. Plant defensins / B. Thomma, B. Cammue, K. Thevissen // Planta. – 2002. – Vol. 216, № 2. – P. 193-202.

20. Van Loon L.C. Significance of inducible defense-related proteins in infected plants / L.C. Van Loon, M. Rep, C.M.J. Pieterse // Annu Rev. Phytopathol. – 2006. – Vol. 44. – P. 135-162.

21. Wijaya R. Defense proteins from seed of Cassia fistula include a lipid transfer protein homologue and a protease inhibitory plant defensin / R. Wijaya, G.M. Neumann, R. Condron // Plant Sci. – 2000. – Vol. 159, № 2. – P. 243-55.

Р.Т. Гут, Ю.М. Юсыпович, В.А. Ковалева

ОСОБЕННОСТИ ЭКСПРЕССИИ ГЕНОВ ДЕФЕНЗИНОВ В РАЗЛИЧНЫХ ОРГАНАХ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*PINUS SYLVESTRIS* L.)

Исследована конститутивная экспрессия генов дефензинов *PsDef1* и *PsDef2* в вегетативных и генеративных органах 15-летней сосны обыкновенной, а также в семенах и проростках (корешки, гипокотили и семядоли). Определены продукты транскрипции генов *PsDef1* и *PsDef2* в хвое, коре, корнях, почках, микростробилах и макростробилах текущего года сосны обыкновенной на уровне мРНК. Показан дифференцированный характер экспрессии *PsDef2* в процессе онтогенеза сосны. Обнаружено повышение уровня экспрессии генов дефензинов в 8-дневных проростках *Pinus sylvestris* L. после обработки их салициловой и жасминовой кислотами.

Ключевые слова: дефензины, экспрессия, сосна обыкновенная, салицылат, жасминат.

R.T. Gout, Yu.M. Yusypovych, V.A. Kovaleva

PATTERNS OF DEFENSIN GENE EXPRESSION IN DIFFERENT ORGANS OF SCOTS PINE (*PINUS SYLVESTRIS* L.)

Constitutive expression of defensin genes *PsDef1* and *PsDef2* in vegetative and generative organs of 15-year old Scots pine and also in seeds and seedlings (roots, hypocotyls and cotyledons) were studied. Transcriptional products of genes *PsDef1* and *PsDef2* in needles, bark, roots, buds, microstrobile and megastrobile of the current year on mRNA level were detected. It was shown *PsDef2* expression in Scots pine tissues process of ontogenesis. Defensin gene expression in *Pinus sylvestris* L. 8-days old seedlings is up-regulated by salicylate and jasmonate treatment.

***Keywords*:** defensin, expression, Scots pine, salicylate, jasmonate.

УДК 630 81*

Ю.М. ДЕБРИНЮК[1]

ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ СТВОРЕННЯ І ВИРОЩУВАННЯ ПЛАНТАЦІЙНИХ ЛІСОВИХ КУЛЬТУР ЯЛИНИ ЄВРОПЕЙСЬКОЇ У ЗАХІДНОМУ РЕГІОНІ УКРАЇНИ

Наведено характеристику послідовних етапів створення та вирощування плантаційних лісових культур ялини європейської в типах лісорослинних умов Західного Лісостепу. Представлено характеристику основних таксаційних показників ялини на різних етапах вирощування плантаційних культур. Обґрунтовано доцільність ведення господарства на вирощування плантаційних ялинових насаджень на принципах породозміни. Рекомендовано вік головної рубки плантаційних культур.

Ключові слова: *плантаційні лісові культури, ялина, густота, технологічні етапи вирощування, вік рубки.*

Вступ. Висока інтенсивність росту ялини європейської (*Picea abies* [L.] Karst.) у молодому віці дає змогу рано починати проміжне користування, отримати в короткі терміни прибутки від реалізації продукції (новорічні ялинки, середньо- та дрібнотоварна деревина), частково окупити витрати, пов'язані з проведенням лісокультурних робіт. Ці аспекти можна ефективно реалізувати у випадку запровадження плантаційних лісових культур (ПЛК).

Ще одним важливим сортиментом, який можна отримувати в ялинових плантаційних культурах, є баланси. Для целюлозно-паперової промисловості найбільш вигідними для перероблення є повнодеревні стовбури з дрібними сучками [23]. Тому всі заходи, спрямовані на збільшення об'єму дерев, приведуть і до збільшення виходу пульпи. Одним із способів досягнення цієї мети є створення культур підвищеної густоти з послідовним і своєчасним видаленням дерев з вадами деревини та низькою якістю стовбурів.

Для успішного створення і вирощування плантаційних лісових культур необхідне розроблення і впровадження спеціальної технології вирощування насаджень з коротким оборотом рубки. У зв'язку з цим, результати проведених досліджень росту і продуктивності ялини в лісових культурах, визначення запасів нагромадженої деревини ув'язувались зі схемами і способами змішування, розміщенням садивних місць, оцінюванням впливу густоти на ріст порід.

Об'єкти та методика. Об'єктами досліджень були молоді та середньовікові (18-48 років) чисті насадження ялини європейської, які ростуть на території держлісфонду Львівського і Тернопільського обласних управлінь лісового і мисливського господарства в межах Західного Лісостепу.

Прогнозовані таксаційні показники ПЛК ялини у відповідні проміжки часу в досліджуваних типах лісорослинних умов були отримані на основі моделювання росту та нагромадження ялиною стовбурової деревини за віковими періодами [11]. На основі показників $H_{опт.}$ (м) та $F_{факт.}$ було встановлено видову висоту ($HF_{факт.}$) для ялини. На основі видової висоти розраховане вирівняне видове число ($F_{вир.}$), яке було використано для встановлення середнього (M_c) та оптимального ($M_{опт.}$) запасів стовбурової деревини за відомим способам (*fHG*).

Для моделювання густоти ялинових деревостанів ми використали нелінійні функції, які адекватно описують закономірності зміни густоти насаджень, а також відмінність таксаційних показників, пов'язана з віком.

Постановка проблеми. Відомо, що вирощування монокультур деяких порід, які не є корінними в конкретному типі лісу, за певних умов забезпечує отримання значно більших обсягів деревини і в значно коротші терміни, ніж у випадку використання корінних порід. Однією з таких порід за межами природного ареалу вважається ялина, яка є перспективною під час організації господарства з коротким оборотом рубки [1, 3-10, 12, 21].

Однією з основних умов успішності вирощування ПЛК і продукування максимальних запасів стовбурової деревини є густота – як початкова, так і на різних вікових етапах вирощування штучного деревостану. Для плантаційних культур, де прискорення темпів росту дерев є цільовим завданням лісовирощування, можливість впливати на швидкість росту шляхом регулювання густоти має виключно важливе значення.

Як показали наші дослідження, показник густоти культур є некоректним без вказання схеми розміщення садивних місць: однакову густоту можуть мати культури з різним розміщенням (наприклад, 4×0,5 м та 2×1 м), але при цьому рослини не можуть не відрізнятися за характером напруженості взаємовідносин і як наслідок – різною інтенсивністю росту. Саме цим аспектом значною мірою і пояснюється більш висока продуктивність культур з рівномірним розміщенням дерев порівняно з деревостанами природного походження, де переважає контагіозне розміщення особин.

[1] **ДЕБРИНЮК Юрій Михайлович** – дійсний член Лісівничої академії наук України, академік-секретар ЛАН України, доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри лісових культур і лісової селекції. Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів, 79057. Тел.: (032) 235-30-12, +38-067-195-78-36. E-mail: debrynuk_ju@ukr.net

Тому у разі плантаційного лісовирощування рівномірність розміщення дерев по площі може стати вирішальною. Так, за індексу рівномірності (I_p = 1,0) дерева знаходяться по кутах квадратів, досягається рівномірне розміщення породи, забезпечуються умови для рівномірного розвитку крон та кореневих систем. Це положення проявляється особливо чітко в культурах і плантаціях з квадратним і прямокутним розміщенням рослин [19]. Ще кращим (ідеальним) вважається розміщення дерев по кутах рівнобедрених і рівносторонніх трикутників [24].

Враховуючи ці та інші аспекти можна стверджувати, що початкова густота ПЛК ялини повинна бути досить високою. Це дасть змогу довести культури до швидкого зімкнення, зекономивши таким чином на агротехнічних доглядах. Зменшити густоту плантаційних культур ялини можна без економічних втрат, оскільки завжди є високий попит на новорічні ялинки. Створення густих плантаційних культур ялини з рівномірним періодичним розрідженням сприятиме підтриманню їх у стані густоти, близької до оптимальної.

За існуючими даними [17, 22], затрати на створення та прискорене вирощування плантацій з початковою густотою 6-9 тис. шт./га повністю окуповуються вже впродовж перших десяти років, тому доцільність високої початкової густоти їх створення не викликає сумніву. Крім того, фізичні властивості деревини, вирощеної в густих насадженнях, помітно вищі, ніж у рідких.

Відбір дерев для рубання повинен проводитися з таким розрахунком, щоб дерева, які залишаються, були рівномірно розміщені на ділянці [14, 15, 16, 19 та ін. Цю основну умову, яка лежить в основі розроблених нами моделей густоти, легко задовольнити шляхом дотримання запропонованої нами схеми регулювання густоти ПЛК [9, 12]. При цьому кількість залишених на ділянці дерев не повинна бути меншою від оптимальної густоти лісових культур.

Результати дослідження. Під час створення плантаційних лісових культур необхідна така кількість дерев на одиниці площі, яка забезпечувала б швидке змикання, формування стійких і високопродуктивних насаджень та отримання з якнайменшими затратами максимальної кількості деревини високої якості.

Існуючі ялинові насадження відзначаються надзвичайно сильною варіабельністю густоти, що пов'язано насамперед з відсутністю програми і цільової спрямованості вирощування таких деревостанів.

Беручи до уваги результати досліджень росту ялини в чистих насадженнях західного регіону України [6, 7, 9, 10, 21], наводимо технологію вирощування ПЛК ялини окремо для різних типів лісорослинних умов Західного Лісостепу. Так, в умовах вологого сугруду сіянці або саджанці ялини висаджують з розміщенням 1,0×1,0 м (10000 рослин на 1 га, початкова площа живлення однієї рослини 1,0 м^2).

Через 4-6 років після створення насаджень (залежно від виду садивного матеріалу, типу ґрунту, погодних умов) кожен другий екземпляр ялини в ряду вибирають на новорічні ялинки. При цьому на 1 га залишається близько 5000 особин з розміщенням 1,0×2,0 м та площею живлення однієї рослини 2,0 м^2 (табл. 1). У 8-10-річному віці для отримання новорічних ялинок, а також дрібнотоварних сортиментів проводять повне вибирання кожного другого ряду, внаслідок чого на 1 га залишається близько 2500 рослин з розміщенням садивних місць 2,0×2,0 м та площею живлення однієї рослини 4,0 м^2.

Табл. 1. Режими вирощування плантаційних лісових культур ялини європейської в умовах вологого сугруду Західного Лісостепу

Показники	Віковий діапазон, років					
	4-6	8-10	15-20	25-30	41-50 (головна рубка)	Разом
Запас стовбурової деревини, що вибирається, м³/га	-	-	70	115	240	425
Кількість дерев, які вирубують, шт./га	5000	2500	1250	625	625	10000
Середня відстань між деревами в ряду, м	2,0	2,0	4,0	4,0	4,0	-
Ширина міжрядь, м	1,0	2,0	2,0	4,0	4,0	-
Площа живлення однієї рослини, м^2	2,0	4,0	8,0	16,0	16,0	-
Абсолютна повнота після рубки, м^2/га	-	-	11,3 (8,1-14,4)	13,7 (11,4-15,9)	23,4 (20,8-26,0)	-

У 15-20 років проводять третій прийом рубки шляхом вибирання в рядах кожного другого екземпляра. Вирубують близько 1250 дерев з розміщенням особин після рубки 2,0×4,0 м в площею живлення 8,0 м^2. У 25-30 років проводять четвертий прийом рубання шляхом вибирання кожного другого ряду – 3-го, 7-го, 11-го і т.д. Вирубують трохи більше ніж 600 дерев ялини з розміщення особин після рубки 4,0×4,0 м. Цієї площі живлення достатньо для вирощування плантаційних культур ялини до заключного прийому рубки, тобто до 41-50-річного віку (див. табл. 1).

В умовах свіжого і вологого груду Західного Лісостепу, де ялина знаходить для росту умови, близькі до оптимальних, початкову густоту доцільно прийняти трохи більшою, ніж в умовах C_3. Тому тут саджанці або сіянці ялини висаджують з розміщенням 1,0×0,8 м (12500 шт./га), послідовно здійснюючи розрідження ПЛК за тією ж схемою, яку застосовано в попередньому варіанті (табл. 2). Як бачимо, запас стовбурової деревини ялини збільшується із покращенням лісорослинних умов, досягаючи в умовах D_3 досить високого показника.

Запас стовбурової деревини ялини ми розрахували як за середніми, так і за оптимальними значеннями (табл. 3). В останньому випадку за основу брали вирівняні таксаційні показники ($H_{опт}$, $D_{опт}$) кращих насаджень ялини, які можливі за оптимальної густоти та рівномірного розміщення дерев на ділянці.

Під час запровадження способів розрідження ПЛК ялини ми виходили з позиції забезпечення густоти вирощування, близької до оптимальної в різні віко-

ві періоди за умови недопущення природного відпаду. Цьому також сприятиме використання садивного матеріалу з "рівним селекційним фоном". Наведена нами крива динаміки густоти різко знижується лише в період до 10-річного віку, після чого наступне зниження густоти відбувається плавно (рис.). За С.В. Бєловим [2], відхилення числа стовбурів на 1 га в межах ±20 % від встановленого оптимуму призводить до зниження продуктивності лише на 2,5-3,0 %.

Табл. 2. Режими вирощування плантаційних лісових культур ялини європейської в умовах свіжого і вологого груду Західного Лісостепу

Показники	Віковий діапазон, років					
	4-6	8-10	15-20	25-30	41-50 (головна рубка)	Разом
Запас стовбурової деревини, що вибирається, м³/га	-	-	72 / 135*	121 / 187	263 / 363	456 / 685
Кількість дерев, які вирубують, шт./га	6250	3130	1560	780	780	12500
Середня відстань між деревами в ряду, м	1,6	1,6	3,2	3,2	3,2	-
Ширина міжрядь, м	1,0	2,0	2,0	4,0	4,0	-
Площа живлення однієї рослини, м²	1,6	3,2	6,4	12,8	12,8	-
Абсолютна повнота після рубки, м²/га	-	-	13,2 (9,4-17,0) / 21,8 (17,0-26,5)*	16,1 (13,4-18,8) / 22,0 (19,0-25,0)	28,3 (25,0-31,6) / 34,5 (31,3-37,7)	-

Примітка: * D_2 / D_3

Табл. 3. Таксаційна характеристика за технологічними етапами вирощування плантаційних лісових культур ялини європейської в умовах вологого сугруду Західного Лісостепу

Таксаційні показники	Віковий діапазон, років				
	освітлення (4-6 р.)	освітлення (8-10 р.)	прочистка (15-20 р.)	прорідження (25-30 р.)	головна рубка (41-50 р.)
К-сть дерев на 1 га, шт.; (вибирається/ залишається)	5000 / 5000	2500 / 2500	1250 / 1250	625 / 625	625 / -
$H_n…H_w$, м	1,8-2,8…2,7-4,2	3,6-5,5… 4,5-6,8	6,8-9,9…9,2-12,8	11,5-15,5…13,7-17,9	15,8-20,1…17,8-22,1
H_s, м	2,3-3,4	4,6-5,7	8,3-11,0	13,6-15,9	18,1-20,1
H_{opt}, м	2,8-4,1	5,5-6,8	9,9-12,8	15,4-17,9	20,1-22,0
$D_n…D_w$, см	-	-	6,9-9,2… 9,3-12,3	11,7-15,3…14,0-18,1	16,2-20,7… 18,3-23,1
D_s, см;	-	-	8,0-10,8	13,5-16,0	18,5-20,7
D_{opt}, см	-	-	9,1-12,1	15,2-18,0	20,6-23,0
$M_n…M_w$, м³/га	-	-	17-45…41-99*	39-90…65-144	99-205…140-278
M_s, м³/га	-	-	27-66 (47)	61-98 (80)	148-203 (175)
M_{opt}, м³/га	-	-	42-96 (70)	88-142 (115)	203-275 (240)
$V_n…V_w$, м³			0,014-0,036… 0,033-0,079	0,062-0,144… 0,104-0,230	0,158-0,328… 0,224-0,445
V_s, м³			0,022-0,053	0,098-0,157	0,237-0,325
V_{opt}, м³			0,034-0,077	0,141-0,227	0,325-0,440

Умовні позначення. *Hw*, *Dw*, *Mw*, *Vw* – абсолютні значення таксаційних показників верхньої межі зони регресії; *Hn*, *Dn*, *Mn, Vn* – абсолютні значення таксаційних показників нижньої межі зони регресії; *Hs*, *Ds*, *Ms*, *Vs* – абсолютні середні значення таксаційних показників; *Hopt*, *Dopt*, *Mopt*, *Vopt* – абсолютні значення таксаційних показників кращих насаджень породи; *Тут і далі вказано запас стовбурової деревини, який вибирають

Розроблена модель підтверджує доцільність створення початково густих ПЛК із застосуванням ранніх сильних зріджувань і дає змогу відносно просто оптимізувати процес зріджування у насадженнях різних вікових періодів, зберігаючи при цьому рівномірність розміщення дерев на ділянці.

Потрібно зауважити, що дотриматись повною мірою запропонованої схеми вибирання дерев досить складно. Пошкодження дикими тваринами, шкідниками та хворобами, наявність на перших етапах переходу на плантаційне лісовирощування низькопродуктивних екземплярів, негативна антропогенна дія призводять до певного відхилення від запланованої густоти. Однак висока початкова густота нівелює ці негативні впливи, не допускаючи розладнання насаджень, що дає змогу загалом дотримуватись запропонованої технології вирощування.

Іншим важливим питанням під час вирощування культур ялини в позаареальних умовах є обґрунтування віку рубки. Зважаючи на швидкий ріст, скоростиглість та раннє фізіологічне старіння, вік рубки породи повинен бути значно нижчим, ніж в умовах природного ареалу.

Враховуючи результати досліджень інших авторів [5, 13, 18, 20], власні результати досліджень з питань динаміки росту та стійкості ялини в позаареальних умовах, вважаємо, що вік рубки породи для Західного Лісостепу мусить бути достатньо низьким. Сказане підтверджується лісівничою практикою, коли культури ялини можуть поступово розладнуватися вже навіть після 30-40 років.

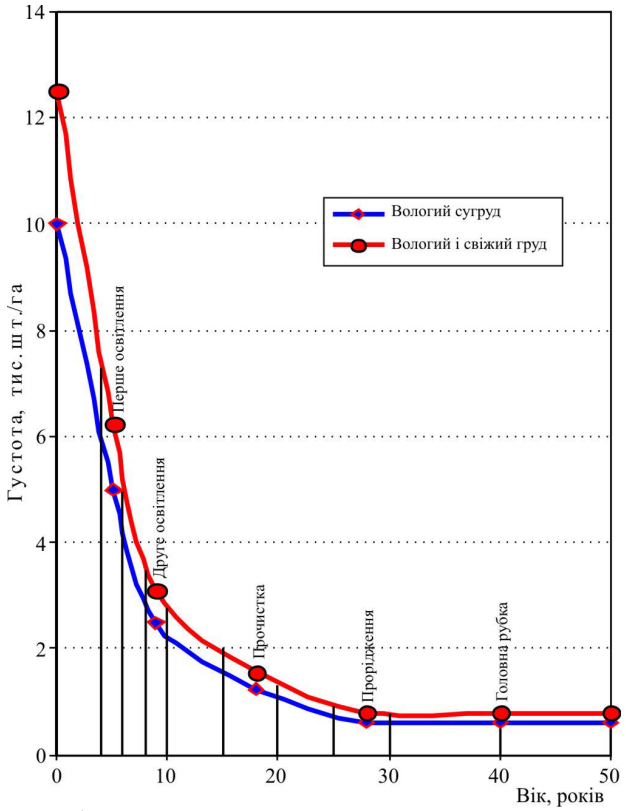


Рис. 1. Динаміка густоти ПЛК ялини європейської впродовж періоду лісовирощування за умов недопущення природного відпаду

Отож вважаємо, що необхідно обґрунтувати і прийняти реальний вік рубки ялини в плантаційних культурах, який визначається передусім періодом настання її фізіологічної зрілості, кількісної стиглості та втратою біологічної стійкості.

Дослідження насаджень показує помітну втрату ялиною стійкості здебільшого після 35-40-річного віку. Життєздатність ялини може бути високою і в період 41-50 років, однак це залежить від форми породи, густоти насаджень, умов зволоження та рівномірності розміщення дерев на ділянці.

Вік рубки визначається також часом настання періоду кількісної стиглості. Так, в умовах вологого сугруду Західного Лісостепу найвищі темпи росту ялини за діаметром зафіксовані у віці 10-20 років, а помітне послаблення – після 30 років. Найінтенсивніший ріст за висотою зафіксований в період 10-30 років, високі темпи приростів за об'ємом припадають на період 10-30, рідше – 10-40 років (табл. 4).

В умовах D_2 найінтенсивніший ріст за показниками H, D, V відбувається у віці, відповідно, 5-15, 5-20 та 10-20 років. В умовах D_3 перетин кривих, які репрезентують показники Δd та Zd, відбувається переважно у віці 15-22, Δh і Zh – у 25-35 років. Кількісна стиглість більшості ялинників Західного Лісостепу настає у віці 40-50 років.

У наведених матеріалах табл. 4 за модельними деревами, вік яких становить до 40 років, у жодному випадку не зафіксовано настання кількісної стиглості. Лише в деяких моделей настання стиглості прогнозується на 45 років, в інших – на більш пізній період. Проте досліджені нами культури ялини після 35-40-річного віку помітно втрачають приріст за всіма показниками, що підтверджується аналізом ходу росту модельних дерев породи.

Табл. 4. Динаміка поточного та середнього приростів модельних дерев ялини на окремих пробних ділянках Західного Лісостепу

Місцезнаходження моделі	Номер моделі	Період настання максимальних значень приростів за основними таксаційними показниками, років					
		Δh	Zh	Δd	Zd	Δv	Zv
Липниківське лісництво, ПД-24, кв. 10, в. 3 пл. 7,2 га; D_3	1	20	15	15	15	не настав	25
	8	30	25	20	20	не настав	40
	4	40	25	20	15	не настав	не настав
	2	30	20	25	20	не настав	35
	6	35	25	20-25	20	не настав	35
	10	35	25	25	20	не настав	не настав
	7	35	15	15	15	не настав	не настав
	9	40	15	20	20	не настав	не настав
	5	25	15	20	15	не настав	30
	3	35	25	20	20	не настав	25
Липниківське лісництво, ПД-25, кв. 14, в. 3, пл. 5,7 га; D_3	1	20	20	10	10	не настав	25
	3	10-15	10	10	10	25	25
	2	25	15	15	10	не настав	не настав
Липниківське лісництво, ПД-26, кв. 16, в. 13, пл. 6,0 га; D_3	2	25-30	15	15	15	не настав	30
	1	30	25	20	20	не настав	не настав
	3	30	20-25	15	15	не настав	30
Перемишлянське лісництво; ПД-5 п; D_2	1	15	15	10	10	не настав	20
Нестюківське лісництво; ПД-118 а; D_3	1	20	15	15	10	не настав	не настав
Суразьке лісництво; ПД-4 ст; D_2	1	20	15	15	10	не настав	35
Славутське лісництво; ПД-4сл; C_3	1	30	25	20	15	не настав	40
ПД-8сл; C_3	1	25	20	20	15	не настав	35
ПЗ "Кременецькі гори"; C_3	1	20	15	20	20	не настав	35

Тому суцільну рубку ялинових насаджень необхідно проводити в 41-50 років, а в окремих випадках – і дещо раніше (35-40 років), оскільки ялина у цей період стає фізіологічно зрілою, стрімко знижує інтенсив-

ність росту і поступово втрачає біотичну стійкість. Точне встановлення віку рубки залежить від типу лісорослинних умов, походження породи, розподілу особин за групами росту, їх біотичної стійкості та режимів вирощування плантаційних культур.

Після головної рубки плантаційних лісових культур ялини, які відіграють роль "проміжного насадження", створюють лісові культури корінного деревостану відповідно до типу лісу і прийнятого обороту рубки (напр., для грабово-дубових насаджень – 101…110 років). Отже, впродовж періоду 141-160 років проводять дві суцільних рубки, із заготівлею в обидва рази приблизно однакової кількості деревини (в 41-50 та в 101-110 років). Технологічні елементи створення плантаційних лісових культур ялини європейської в умовах Західного Лісостепу наводимо в табл. 5.

Табл. 5. Технологічні елементи створення плантаційних лісових культур ялини європейської в умовах Західного Лісостепу на свіжих зрубах

Обробіток ґрунту: терміни, способи, механізми	Виробництво лісових культур				Агротехнічні догляди: терміни, разовість, механізми	Терміни змикання культур, років
	Метод та спосіб створення	Спосіб змішування	Схема змішування та початкове розміщення садивних місць, м	Початкова густота, шт./га		
Тип лісорослинних умов – C_3						
Частковий смугами восени або навесні; лісові плуги, фрези	Садіння вручну або механізоване рядовим способом 2-річними сіянцями або 1-2-річними саджанцями	Рядовий	Чисті ряди ялини європейської; 1, 0×1,0	10000	06-08 місяці; 2-2-1-[1]; моторизований агрегат типу "Секор" ("Stihl", "Husquarna" та ін.); в рядах – ручний догляд	3 [4]
Тип лісорослинних умов – D_2, D_3						
- " -	- " -	- " -	- " -; 1, 0×0,8	12500	- " -; 2-1-1; - " -; - " -	3

Проведення агротехнічних доглядів за плантаційними культурами, залежно від виду садивного матеріалу, вимагається впродовж 1-3-ох років з інтенсивністю 1-2 догляди щорічно. Глибина розпушування ґрунту в міжряддях – не більше 4-5 см, з метою уникнення пошкодження горизонтальних коренів породи. Обов'язково залишати 25-30-сантиметрові захисні зони, де потрібно видаляти лише небажану рослинність, утримуючись від розпушування ґрунту. Догляд в рядах і захисних зонах виключно ручний, оскільки навіть незначне пошкодження ялини сильно знижує її біотичну стійкість.

Висновки. Основними технологічними аспектами під час створення плантаційних лісових культур ялини європейської є вибір ділянки та способу обробітку ґрунту, вид, вік і походження садивного матеріалу, початкова густота садіння, регулювання густоти насаджень у процесі їх вирощування, вік рубки плантаційних культур. Вирощування плантаційних культур ялини є ефективним заходом підвищення продуктивності лісових площ, їх фактичного лісорослинного потенціалу до потенційного рівня. Основні позитивні аспекти полягають у таких положеннях: а) у разі ведення господарства за рекомендованою схемою збільшується середній річний приріст деревини з одиниці лісової площі; б) забезпечуються значні обсяги проміжного користування; в) значну кількість деревини буде отримано за термін, утричі коротший порівняно з існуючим традиційним способом ведення лісового господарства; г) окрім підвищення середнього приросту деревини, на 1 га площі отримують близько 5-6 тис. новорічних ялинок у віці 4-5 років та 2,5-3,0 тис. шт. – у віці 8-10 років.

У разі застосування запропонованої технології вирощування плантаційних лісових культур ялини загальний запас хвойної деревини в 41-50 років складе близько 400-600 м^3/га залежно від типу лісорослинних умов. При цьому забезпечуються висока повнота та зімкненість крон впродовж усього періоду лісовирощування, що дає змогу уникнути появи у насадженні "вікон" та прогалин, які можуть стати причиною виникнення вітровалів і сніговалів.

Регулювання густоти шляхом розріджування культур дає змогу не лише прискорити відбір та ріст кращих дерев, але й за рахунок збільшення площі живлення особин знизити темпи їх диференціації, вирівняти розміри, скоротити терміни отримання цільових сортиментів, не допустити втрати деревини внаслідок розвитку фітопатогенів (передусім – кореневої губки і опенька).

У разі недотримання режимів розріджень висока початкова густота садіння призведе до формування дерев з тонкими стовбурами і незначною площею живлення, що стане причиною вітровалів, сніговалів та пониження стійкості. Занадто висока інтенсивність зрубування дерев ялини, як і недостатня, призведе до подібних негативних наслідків – виникнення "вікон", проявів сніговалів та вітровалів, розвитку осередків кореневої губки, опенька тощо.

Основними передумовами вирощування швидкорослих, високопродуктивних та біотично стійких культур ялини європейської в умовах рівнинної частини західного регіону України є такі: 1) приуроченість створення насаджень ялини до пологих схилів північної експозиції, де неможливий застій ґрунтових вод, а ґрунти відзначаються здебільшого стабільною зволоженістю, задовільними водно-фізичними властивостями; 2) створення культур ялини на свіжих та вологих добре дренованих ґрунтах, де хвойна порода утворює відносно потужну кореневу систему і більш стійка проти дії несприятливих абіотичних факторів; 3) культивування породи на зрубах з-під листяних порід, або введення її в порядку реконструкції малоцінних насаджень, не допускаючи створення культур ялини на ялиновому зрубі ("ялина після ялини"); 4) вирощування ялини в зімкнених, але не перегущених насадженнях, строго дотримуючись періодичності та інтенсивності проведення розріджень; 5) рівномірність розріджень, що передбачає рівномірне розміщення дерев на ділянці, не допускаючи появи "вікон" та прогалин; 6) використання насінного матеріалу із місцевих високопродуктивних і стійких популяцій.

Запропонована нами технологія вирощування плантаційних лісових культур ялини європейської з коротким оборотом рубки на принципах породозміни

з регулярними періодичними зріджуваннями для збільшення площі живлення дерев, інтенсифікації приросту, підвищення стійкості та покращення якості деревини і сортиментного складу насаджень дасть змогу значно інтенсифікувати процес лісокультурного виробництва.

З огляду на швидкий ріст ялини в молодому віці, раннє настання фізіологічної зрілості та кількісної стиглості, відносно швидку втрату породою стійкості, існує доцільність поза межами природного ареалу (Прикарпаття, Лісостеп, Полісся) перейти виключно на плантаційне вирощування ялини європейської. Вирощування ялини в режимі звичайних культур з огляду на наведені чинники, не завжди є ефективним заходом.

ЛІТЕРАТУРА

1. Басун П.А. О повышении продуктивности насаждений путем ввода в культуры ели обыкновенной / П.А. Басун // Лесоводство и агролесомелиорация : респ. межвед. темат. научн. сб. – К. : Изд-во "Урожай". – 1965. – Вып. 2. – С. 113-117.

2. Белов С.В. Лесоводство : учебник [для студ. ВУЗов] / С.В. Белов. – М. : Изд-во "Лесн. пром-сть", 1983. – 352 с.

3. Бигун Н.Ю. Ельники буковой зоны Карпат / Н.Ю. Бигун. – Ужгород : Изд-во "Карпаты", 1990. – 126 с.

4. Бузун В.О. Про ефективність вирощування ялини на Поліссі / В.О. Бузун // Лісове господарство, лісова, паперова і деревообробна промисловість : міжвідомч. наук.-техн. зб. – Львів : Вид-во УкрДЛТУ. – 1968. – № 6. – С. 8-10.

5. Голубец М.А. Ель в культурах равнинной части западных областей УССР : автореф. дисс. на соискание учен. степени канд. с.-х. наук: спец. 06.03.03 – "Лесоведение, лесоводство и защитное лесоразведение, лесн. пожары и борьба с ними" / М.А. Голубец. – Харьков : Изд-во ХСХИ, 1959. – 15 с.

6. Дебринюк Ю.М. Перспективи вирощування ялини європейської за межами її природного ареалу / Ю.М. Дебринюк // Український ліс. – 1994. – № 2. – С. 20-22.

7. Дебринюк Ю.М. Ріст і продуктивність ялини європейської в лісових культурах Західного Полісся / Ю.М. Дебринюк // Науковий вісник УкрДЛТУ : зб. наук.-техн. праць. – Сер.: Стан і тенденції розвитку лісівничої освіти, науки та лісового господарства в Україні. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2004. – Вип. 14.6. – С. 148-154.

8. Дебринюк Ю.М. Технологічні аспекти вирощування плантаційних культур ялини європейської в Західному Лісостепу // Перспективи розвитку лісового та садово-паркового господарства : тези наук. конф. / Ю.М. Дебринюк. – Умань : Вид-во Уман. нац. ун-т садівництва, 2011. – С. 44-46.

9. Дебринюк Ю.М. Щодо особливостей створення та доцільності вирощування ялини європейської за межами її природного ареалу / Ю.М. Дебринюк // Лісовий журнал. – 1995. – № 3. – С. 8-10.

10. Дебринюк Ю.М. Ялина європейська (смерека) як високопродуктивна порода Малого Полісся / Ю.М. Дебринюк // Науковий вісник УкрДЛТУ : зб. наук.-техн. праць. – Сер.: Лісівницькі дослідження в Україні. ІХ-ті Погребняківські читання. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2003. – Вип. 13.3. – С. 221-228.

11. Дебринюк Ю.М. Моделювання росту і продуктивності штучних насаджень *Picea abies* [L.] Karst. як прототипів плантаційних лісових культур у західному регіоні України / Ю.М. Дебринюк, О.І. Думанський // Наукові праці Лісівничої академії наук України : зб. наук. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2010. – Вип. 8. – С. 83-90.

12. Калінін М.І. Застосування циклічного способу вирощування деревостанів з комбінованим оборотом рубки на принципах лісозміни Практичні рекомендації / М.І. Калінін, Ю.М. Дебринюк. – Харків : Вид-во УкрНДІЛГА, 1993. – 16 с.

13. Косяков М.Н. Комплексное лесопользование в Карпатах // Многоцелевое лесопользование : доклады заседания "Пробл. совещ. по экономике и лесоустройству Гослесхоза СССР" совместно с научн. совещ. по пробл. леса АН СССР / М.Н. Косяков, А.И. Питикин, В.С. Одноралов. – Каунас, 1982. – С. 69-72.

14. Кузнецов А.Н. Метод расчета оптимальной густоты лесных культур / А.Н. Кузнецов, Я.М. Величко // Лесоводство, лесные культуры и почвоведение : межвуз. сб. научн. тр. – Л. : Изд-во ЛТА, 1984. – С. 64-72.

15. Кузнецов А.Н. Густота и продуктивность лесных культур / А.Н. Кузнецов, Я.М. Величко, В.А. Старостин // Лесоводство, лесные культуры и почвоведение : межвуз. сб. научн. тр. – Л. : Изд-во ЛТА, 1987. – С. 58-62.

16. Лесные плантации (ускоренное выращивание ели и сосны) / И.В. Шутов, Е.Л. Маслаков, И.А. Маркова и др. – М. : Изд-во "Лесн. пром-сть", 1984. – 248 с.

17. Логгинов В.Б. Интродукционная оптимизация лесных культурценозов / В.Б. Логгинов. – К. : Вид-во "Наук. думка", 1988. – 164 с.

18. Нікітін К.Є. Ялинові культури як зразок високопродуктивних насаджень на Україні / К.Є. Нікітін // Наукові праці УСГА : зб. наук. праць. – К., 1960. – Т. 16. – Вип. 8. – С. 119-126.

19. Писаренко А.И. Создание искусственных лесов / А.И. Писаренко, М.Д. Мерзленко. – М. : Агропромиздат, 1990. – 270 с.

20. Питикин А.И. Рост и производительность ельников Закарпатья разной густоты / А.И. Питикин // Лесной журнал : Известия ВУЗов России. – 1967. – № 4. – С. 27-31.

21. Ромашов Н.В. Рост и продуктивность еловых культур Подолии / Н.В. Ромашов // Лесоводство и агролесомелиорация : респ. межвед. темат. научн. сб. – К. : Изд-во "Урожай". – 1968. – Вып. 14. – С. 84-91.

22. Штукин С.С. Эффективность плантационного выращивания крупномерной древесины сосны и ели / С.С. Штукин // Лесоведение и лесное хозяйство : сб. научн. тр. – Минск : Изд-во "Вышейш. шк.". – 1988. – Вып. 23. – С. 51-55

23. Bridgwater Floyd E. Objectives of industrial tree improvement programs / Tappi. – 1977. – Bd. 60, № 6. – P.78-80.

24. Thomasius H. Merkmale und Voraussetzeugen einer forstlichen Plantagenwirtschaft / Soz. Forstwirtsch. – 1979. – Jg. 22. – № 5. – S. 144-146.

Ю.М. Дебрынюк

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОЗДАНИЯ И ВЫРАЩИВАНИЯ ПЛАНТАЦИОННЫХ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР ЕЛИ ЕВРОПЕЙСКОЙ В ЗАПАДНОМ РЕГИОНЕ УКРАИНЫ

Приведена характеристика последовательных этапов создания и выращивания плантационных лесных культур ели европейской в типах лесорастительных условий Западной Лесостепи. Представлена характеристика основных таксационных показателей ели на различных этапах выращивания плантационных культур. Обоснована целесообразность ведения хозяйства на выращивание плантационных еловых насаждений на принципах породосмены. Рекомендован возраст главной рубки плантационных культур.

Ключевые слова: плантационные лесные культуры, ель европейская, густота, технологические этапы выращивания, возраст рубки.

Yu.M. Debrynyuk

TECHNOLOGICAL ASPECTS OF FORMATION AND CULTIVATION OF FOREST PLANTATION CROPS WITH IMMIXTURE OF LARCH AND SPRUCE IN THE WESTERN REGION OF UKRAINE

The characteristic of successive stages of formation and cultivation of forest plantations of European larch with immixture of Norway spruce in different types of forest conditions in West Forest Steppe is presented. The Main biometric parameters of larch at different plantiny stages. A cultivation of spruce and larch crops plantations using the principles of species changes is proposed. The rotation age for the plantations is recommended.

Keywords: forest plantations, larch, spruce, planting technological stages.

УДК 630.181.52

***Р.Н. МАТВЕЕВА*[1], *О.Ф. БУТОРОВА*[2], *А.М. ПАСТУХОВА*[3], *Е.Ю. СОКОЛОВА*[4], *Ю.Е. ЩЕРБА*[5]**

ВНУТРИ-, МЕЖСЕМЕЙНАЯ И ГЕОРАФИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ СЕЯНЦЕВ КЕДРА СИБИРСКОГО

Проанализированы особенности роста и развития пятилетних сеянцев кедра сибирского разного географического происхождения. Большей высотой отличались сеянцы алтайского происхождения, которые превосходили лениногорские и ярцевские на 16,2-38,2 %. Внутри всех семей выделены полусибсы, отличающиеся наиболее интенсивным ростом и развитием.

Ключевые слова: *кедр сибирский, семья, полусибсы, изменчивость, отбор, Сибирь.*

Вступление. Изучение изменчивости сеянцев, проведение отбора потомств среди семей разного географического происхождения, отличающихся наиболее быстрым ростом и показателями, указывающими на их ускоренное развитие, имеет большое значение при создании плантационных культур, гибридно-семенных плантаций с целью получения гетерозисного потомства [1-4].

Объекты. В окрестностях г. Красноярска на плантации "Метеостанция" выращивают потомства кедра сибирского алтайского, лениногорского и ярцевского происхождений. Маточные популяции отличались местом произрастания и таксационными показателями (табл. 1). В условиях г. Красноярска (Учебно-опытный лесхоз СибГТУ) потомство кедра сибирского выращивается на высоте 300 м над уровнем моря, координаты местности: 56°00' с.ш., 90°30' в.д.

В настоящее время при биологическом возрасте 47 лет большинство деревьев на плантации вступили в стадию семеношения. С урожайных деревьев алтайского, лениногорского и ярцевского происхождений были собраны семена для осеннего посева. Семена с каждого дерева высевали отдельно, семьями.

Табл. 1. Характеристика маточных популяций

Географическое происхождение	Место сбора семян				ХарактеристикА насаждения		
	край (область, республика), предприятие	координаты		высота над уровнем моря, м	класс бонитета/ возраста	тип леса	состав
		широта, град.с.ш.	долгота, град.в.д.				
Алтайское	Алтай, Каракокшинский ЛПХ (урочище Курли)	51°50'	86°54'	500	III/V	К тр.	5К3П2Б
Лениногорское	Казахстан, Лениногорский лесхоз, Черно-Убинское л-во	50°12'	85°33'	1700	III/VII	К кисл.	10К
Ярцевское	Красноярский край, Ярцевский ЛПХ, Вороговское л-во	61°00'	90°36'	100	III/VI	К пойм.	10К

В программу исследований входило изучение внутри- и межсемейной изменчивости полусибсов в зависимости от географического происхождения маточных растений. Изменчивость оценивали по основным морфологическим показателям: высоте, диаметру стволика, величине текущего прироста и др. Уровень изменчивости определяли по шкале С.А. Мамаева.

Результаты исследований. Изучение роста семенного потомства деревьев алтайского (урочище Атушкень) происхождения показало, что средняя высота анализируемых семей варьирует от 25,6 до 35,5 см. Уровень варьирования данного показателя – от низкого (10,8 %) до высокого (22,3 %). Высокая степень изменчивости отмечена в семьях 5-30 и 5-97. Пределы изменчивости высоты полусибсов в семьях довольно большие: превышение максимального значения над минимальным составляет 1,5-2,5 раза. Наибольшую высоту имеют растения семей 5-96 и 5-31. Заметное отставание полусибсов в росте наблюдалось в семье 5-1 (табл. 2).

В семенном потомстве деревьев лениногорского происхождения при средней высоте 17,2-32,6 см за-

[1] **МАТВЄЄВА Римма Микитівна** – доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри селекції та озеленення. Сибірський державний технологічний університет. Росія, м. Красноярськ. Тел.: (391)227-88-44 / (391)227-23-73. E-mail: selekcia@sibstu.kts.ru

[2] **БУТОРОВА Ольга Федорівна** – доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри селекції та озеленення. Сибірський державний технологічний університет. Росія, м. Красноярськ. Тел.: (391)227-88-44; (391)227-23-73. E-mail: selekcia@sibstu.kts.ru

[3] **ПАСТУХОВА Альбіна Михайлівна** – кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри селекції та озеленення. Сибірський державний технологічний університет. Росія, м. Красноярськ. Тел.: (391)227-88-44. E-mail: selekcia@sibstu.kts.ru

[4] **СОКОЛОВА Євгенія Юріївна** – аспірант кафедри селекції та озеленення. Сибірський державний технологічний університет. Росія, м. Красноярськ. Тел.: (391)227-88-44

[5] **ЩЕРБА Юлія Євгенівна** – аспірант кафедри селекції та озеленення. Сибірський державний технологічний університет. Росія, м. Красноярськ. Тел.: (391)227-88-44

фиксировано варьирование – от низкого до очень высокого (семья 4-145). Различия высоты сеянцев в пределах семей достигают от 1,6 до 2,4 раза. Лучшим ростом отличаются растения семьи 4-56, превосходя остальные на 38,7-89,5 %, различие с растениями других семей достоверно при 5 %-м уровне значимости. Наименьшую высоту имеет семья 4-74.

Табл. 2. Высота семей разного географического происхождения, см

Номер семьи	*min*	*max*	*Xcp.*	±*m*	*V*, %	t_ϕ при t_{05}= 1,96
алтайское происхождение						
5-1	14,5	32,1	25,6	1,06	18,4	5,51
5-30	20,7	48,0	32,9	1,64	22,3	1,19
5-31	26,2	40,0	34,3	0,83	10,8	0,72
5-96	21,0	45,1	35,5	1,45	18,2	-
5-97	16,0	39,8	30,7	1,46	20,8	2,33
лениногорское происхождение						
4-56	23,4	38,7	32,6	0,94	12,6	-
4-74	10,5	24,2	17,2	0,81	20,9	12,41
4-127	13,1	31,6	23,5	1,09	20,7	6,32
4-145	15,4	31,4	22,0	2,00	36,4	4,80
ярцевское происхождение						
6-26	17,2	35,2	26,5	1,08	18,2	2,06
6-27	21,5	35,3	29,3	0,83	12,6	0,00
6-53	21,5	39,6	29,3	1,17	17,0	-

Сеянцы ярцевского происхождения характеризуются средним уровнем изменчивости по высоте. В пределах семей различия между сеянцами составляют 1,6-2,0 раза. Средние показатели варьируют от 26,5 до 29,3 см, не превышая 10,6 %. Тем не менее, большую высоту имеют растения семей 6-27 и 6-53. Высота сеянцев семьи 6-26 существенно отличается ($t_\phi > t_{05}$) от других семей данного географического происхождения. Текущий прирост побега отличается высокой и очень высокой изменчивостью при коэффициенте варьирования в пределах 22,0-43,8 % (табл. 3).

Табл. 3. Текущий прирост побега у растений семей, отличающихся географическим происхождением, см

Номер семьи	*min*	*max*	*Xcp.*	±*m*	*V*, %	t_ϕ при t_{05}= 1,96
алтайское происхождение						
5-1	4,2	12,3	7,4	0,51	29,4	4,92
5-30	7,2	17,5	11,6	0,62	23,8	0,11
5-31	5,0	13,3	9,7	0,50	22,9	2,30
5-96	5,3	15,4	10,9	0,60	24,6	0,86
5-97	3,6	15,3	11,7	0,71	27,1	-
лениногорское происхождение						
4-56	5,5	13,9	10,2	0,52	22,0	-
4-74	1,5	7,2	4,5	0,34	33,6	9,17
4-127	4,0	11,3	8,0	0,43	24,1	3,26
4-145	2,3	11,3	6,9	0,57	34,2	4,28
ярцевское происхождение						
6-26	2,6	16,6	8,6	0,84	43,8	1,52
6-27	2,2	16,1	10,4	0,83	36,0	-
6-53	2,0	16,2	9,3	0,92	42,2	0,89

Внутри семей прирост варьирует от 1,5 до 17,5 см, то есть различие между крайними значениями составляет 2,5-8,1 раза. В потомстве деревьев алтайского происхождения самыми быстрорастущими оказались растения семей 5-97, 5-30 и 5-96: на 12,4-58,1 % больше в сравнении с семьями 5-1, 5-31. У семей лениногорского происхождения интенсивный прирост наблюдается в потомстве дерева 4-56, что достоверно превышает (t_ϕ=4,28-9,17) текущий прирост других семей. Наименьший прирост отмечен у растений семьи 4-74. При сравнении ярцевских семей установлено, что различия по текущему приросту несущественны ($t_\phi < t_{05}$).

Суммарный прирост за три года варьировал у семей алтайского происхождения от 16,2 до 25,7 см, достигая максимальных значений в семье 5-96. Превышение составило 9,8-58,6 % (рис. 1).

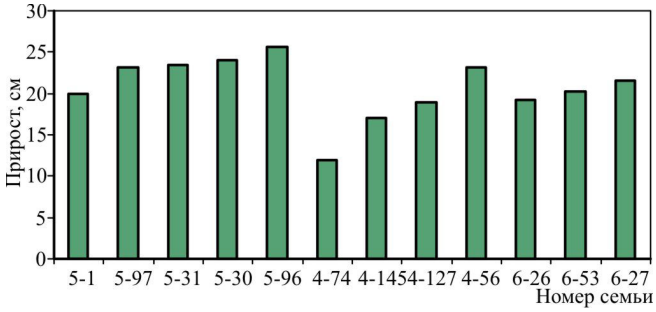


Рис. 1. Суммарный пророст центрального побега за три года

Сеянцы лениногорского происхождения за три года образовали прирост 11,9-23,1 см. Самый интенсивный прирост отмечен у растений семьи 4-56 – на 22,2-94,1 % больше в сравнении с другими семьями. У потомства деревьев ярцевского происхождения суммарный прирост за три года различался между семьями всего лишь на 12,5 %.

Средний диаметр стволика растений алтайского происхождения варьирует от 3,9 до 5,3 мм. Уровень изменчивости показателя – средний (семья 5-30) и высокий (остальные семьи). Растения семей 5-1, 5-31 и 5-96 превышают по диаметру семьи 5-30, 5-97 на 20,0-32,5 %, различия достоверны (табл. 4).

Табл. 4. Диаметр стволика у растений семей разного географического происхождения, мм

Номер семьи	*Xcp.*	±*m*	*V*, %	t_ϕ при t_{05}= 1,96
алтайское происхождение				
5-1	4,8	0,36	33,6	1,22
5-30	4,5	0,18	18,0	2,83
5-31	5,3	0,24	20,2	-
5-96	5,0	0,31	27,1	0,94
5-97	4,0	0,24	24,0	2,50
лениногорское происхождение				
4-56	4,0	0,05	61,4	0,68
4-74	2,2	0,06	11,9	6,75
4-127	4,2	0,29	31,3	-
4-145	3,7	0,13	14,4	1,57
ярцевское происхождение				
6-26	3,5	0,30	38,0	1,69
6-27	3,5	0,18	23,2	2,29
6-53	4,1	0,19	20,3	-

В семьях лениногорского происхождения при среднем диаметре стволика от 2,2 до 4,2 мм большим диаметром (на 13,5-90,9 %) отличаются растения семей 4-56 и 4-127. Уровень изменчивости диаметра – от низкого до очень высокого. В пределах семей различия по диаметру между растениями составили 1,5-3,7 раза. Низкий уровень изменчивости наблюдается у семей 4-74, 4-145, очень высокий – у семьи 4-56.

В потомстве ярцевского происхождения растения показали высокий уровень изменчивости диаметра стволика (20,3-38,0 %) при средних значениях показателя от 3,5 до 4,1 мм. Растения семьи 6-53 имеют наибольший диаметр стволика, достоверно превышая растения семьи 6-27 на 17,1 %.

Исследование количества апикальных почек у растений семей алтайского происхождения показало, что наблюдается очень высокая индивидуальная изменчивость по данному показателю – от 1 до 5 шт., средних показателей – от 1,4 до 2,4 шт. Наибольшее количество почек на центральном побеге в 2010 г. имели растения семей 5-96, 5-97, 5-30, 5-31 (рис. 2).

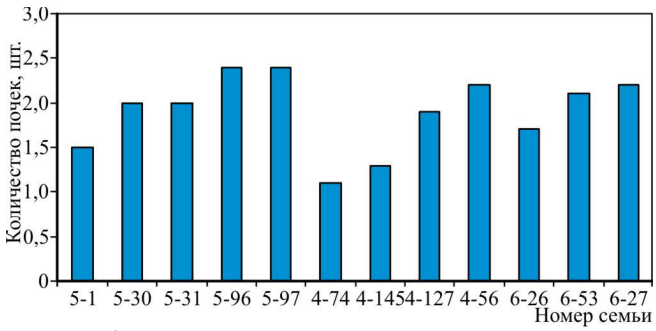


Рис. 2. Количество апикальных почек в семьях разного происхождения

У семей лениногорского происхождения среднее количество почек варьирует от 1,1 до 2,2 шт., максимальное количество почек у растений не превышало 4 шт. Установлен высокий и очень высокий уровни изменчивости показателя (25,0-42,1 %). Наибольшее количество почек образовалось у растений семей 4-56 и 4-127, наименьшее – у семьи 4-74.

Табл. 5. Количество побегов в мутовках четвертого года, шт.

Номер семьи	*Xcp.*	±*m*	*V*, %	$t_ф$ при t_{05}= 1,96
алтайское происхождение				
5-1	1,9	0,12	27,5	2,17
5-30	2,2	0,12	24,8	1,24
5-31	2,6	0,30	52,0	-
5-96	2,5	0,24	43,4	0,26
5-97	2,4	0,18	34,0	0,57
лениногорское происхождение				
4-56	2,3	0,18	35,5	-
4-74	1,5	0,12	35,7	3,70
4-127	2,1	0,18	37,5	0,79
4-145	1,4	0,06	18,9	4,74
ярцевское происхождение				
6-26	1,7	0,12	30,9	1,86
6-27	2,2	0,24	49,7	-
6-53	2,1	0,19	40,1	0,33

У потомства деревьев ярцевского происхождения в пределах семей количество почек находится в пределах от 1 до 6 шт., уровень изменчивости очень высокий. Средние показатели варьируют незначительно – от 1,6 до 1,8 шт. без достоверных различий ($t_ф$<t_{05}).

Количество побегов в мутовке четвертого года приведено в табл. 5. В алтайском варианте растения сформировали боковых побегов в среднем по 1,4-2,6 шт., лениногорском – по 1,4-2,3 шт., ярцевском – 1,7-2,2 шт. Как показал анализ, у растений в семьях алтайского происхождения уровень варьирования количества побегов средний, высокий и очень высокий. Наибольшее количество побегов и, соответственно, коэффициент варьирования отмечены в семье 5-31.

В семьях 4-56 и 4-127 лениногорского происхождения количество побегов в 1,4-1,6 раза больше, чем в семьях 4-74, 4-145. Уровень варьирования показателя в семье 4-145 средний, трех семьях (4-56, 4-74, 4-127) – высокий. У растений семей ярцевского происхождения различия по количеству побегов несущественны ($t_ф$=0,33-1,86), уровень изменчивости в пределах двух семей очень высокий, одной (6-26) – высокий.

За последние три года на растениях сформировалось от 1 до 11 побегов. Наибольшее среднее количество побегов отмечено у растений семей алтайского происхождения – до 6,0 шт. (семья 5-96), внутрисемейное варьирование находится в пределах от 9,2 до 16,1 % (рис. 3). В лениногорском варианте наибольшее количество побегов за три года наблюдалось у растений семей 4-127, 4-56 (5,2-5,4 шт.), соответственно, на 23,8-50,0 % больше, чем у семей 4-74-4-145 при низком и среднем уровнях варьирования.

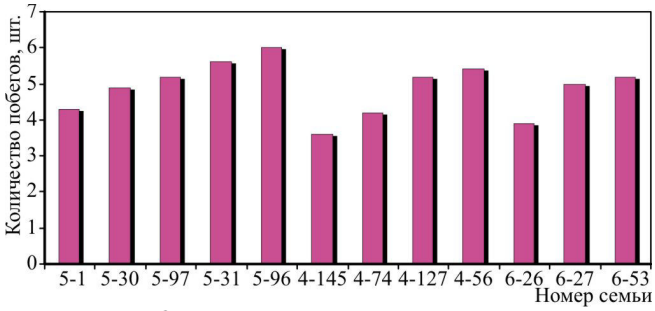


Рис. 3. Суммарное количество побегов за последние три года

Среди растений ярцевского происхождения крайние семьи различаются по количеству побегов в 1,3 раза. Уровень внутрисемейной изменчивости низкий и средний. Большее количество побегов отмечено у семьи 6-53. Изучение изменчивости полусибсов в зависимости от географического происхождения семян, собранных на плантации "Метеостанция", показало значительное варьирование сеянцев по вариантам опыта (табл. 6).

Табл. 6. Показатели растений в зависимости от географического происхождения семян

Географическое происхождение	*Xcp.*	±*m*	*V*, %	$t_ф$ при t_{05}= 1,96
Высота, см				
Алтайское	32,9	1,32	17,8	-
Лениногорское	23,8	1,21	21,6	5,08
Ярцевское	28,3	1,02	15,4	2,76
Текущий прирост побега, см				
Алтайское	9,7	0,61	27,4	-
Лениногорское	7,4	0,46	27,2	3,01
Ярцевское	9,4	0,86	40,3	0,28
Диаметр стволика, мм				
Алтайское	4,7	0,25	23,7	-
Лениногорское	3,5	0,09	11,9	5,27
Ярцевское	3,7	0,22	27,0	3,00

Исследования показали, что имеются существенные различия между вариантами. Большей высотой отличались сеянцы алтайского происхождения, которые превосходили другие варианты на 16,2-38,2 %. За-

медленным ростом характеризуются сеянцы лениногорского происхождения. Варьирование высоты находится на среднем и высоком уровнях.

По текущему приросту между алтайским и ярцевским вариантами различия несущественны. Растения в этих вариантах превосходят по приросту лениногорский вариант на 27,0-31,1 %. Уровень варьирования показателя высокий.

Диаметр стволика имеет близкие значения у сеянцев лениногорского и ярцевского происхождений, что на 27,0-34,3 % меньше в сравнении с алтайским, варьирование показателя низкое и среднее. Показатель качества сеянцев, определяемый как отношение диаметра стволика к высоте, находится в пределах 0,13-0,14 (ярцевское и алтайское происхождения соответственно), что характеризует достаточно близкие качественные характеристики семенного потомства анализируемых экотипов.

Из приведенных данных видно, что наибольшую высоту, прирост побега, количество почек, побегов в мутовках и диаметр стволика имеют сеянцы алтайского происхождения. Отстают в росте полусибсы лениногорского (потомство высокогорного экотипа) происхождения и ярцевского (северного экотипа).

Выводы и обобщения. В результате проведенных исследований установлен различный уровень внутрисемейной, межсемейной и географической изменчивости сеянцев. Среди всех вариантов лучшими показателями отличаются семьи 5-96 алтайского, 4-56 лениногорского, 6-53 ярцевского происхождений. Внутри всех семей выделены полусибсы, отличающиеся наиболее интенсивным ростом и развитием. Отселектированные полусибсы рекомендуется использовать для создания гибридно-семенных плантаций в окрестностях г. Красноярска.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ефимов Ю.П. Проблемы лесной селекции на рубеже третьего тысячелетия / Ю.П. Ефимов // Опыт создания и проблемы развития Единого генетико-селекционного комплекса (ЕГСК) в Сибири. – Новосибирск : Изд-во "Асиновское", 2008. – С. 6-16.

2. Матвеева Р.Н. Генетика, селекция, семеноводство кедра сибирского / Р.Н. Матвеева, О.Ф. Буторова. – Красноярск : Изд-во СибГТУ, 2000. – 243 с.

3. Матвеева Р.Н. Селекция и семеноводство хвойных пород / Р.Н. Матвеева, О.Ф. Буторова, Л.И. Милютин и др. – Красноярск : Изд-во СибГТУ, 2007. – 72 с.

4. Титов Е.В. Плантационное выращивание кедровых сосен / Е.В. Титов. – Воронеж : Изд-во ВЛТА, 2004. – 165 с.

5. Царев, А.П. Генетика лесных древесных растений : учебник / А.П. Царев, С.П. Погиба, Н.В. Лаур. – М. : Изд-во МГУЛ, 2010. – 381 с.

Р.М. Матвеева, О.Ф. Буторова, А.М. Пастухова, Е.Ю. Соколова, Ю.Е. Щерба

ВНУТРІШНЬО-, МІЖРОДИННА ТА ГЕОГРАФІЧНА МІНЛИВІСТЬ СІЯНЦІВ КЕДРА СИБІРСЬКОГО

Наведено аналіз особливостей росту і розвитку п'ятирічних сіянців кедра сибірського різного географічного походження. Найбільшою висотою відзначаються сіянці виду алтайського походження, які переважають за цим показником леніногірські та ярцевські на 16,2-38,2 %. Всередині всіх родин виділені напівсібси, які відзначаються найбільш інтенсивним ростом і розвитком.

***Ключові слова*:** кедр сибірський, родина, напівсібси, мінливість, відбір, Сибір.

R.N. Matveeva, O.F. Butorova, A.M. Pastuhova, E.Ju. Sokolova, Yu.E. Shcherba

INTRASPECIFIC-, INTERFAMILY AND GEOGRAPHIC VARIABILITY OF CEDAR SIBERIAN SEEDLINGS

Features of growth and development of five years' old seedlings of Cedar Siberian with different geographical origin are analysed. The seedlings the Altay origin have bigger height. Their height is higher then seedlings of Leninogorsky and Jarcevsky origin on 16,2-38,2 %. In all families halfsibs, with the most intensive growth and development are selected.

***Keywords*:** a cedar Siberian, family, halfsibs, variability, selection, Siberia.

*УДК 630*232+504.73:582.632.2*

***Я.Д. ФУЧИЛО*[1], *М.В. СБИТНА*[2], *В.М. ЛІТВІН*[3], *Р.Т. ВОЛОСЯНЧУК*[4]**

ОСОБЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ ПЛАНТАЦІЙ РІЗНИХ ФОРМ ТОПОЛІ В УМОВАХ КИЇВСЬКОГО ПОЛІССЯ

Наведено результати досліджень фенологічних, екологічних і лісівничих особливостей 18 клонів тополі в умовах Київського Полісся та розглянуто деякі аспекти створення їх плантацій. Встановлено, що для плантаційного вирощування в регіоні досліджень найбільш придатними є: "I-45/51", "I-214", "Vereecken", "Blanc du Poitou", "San Giorgio", "Dorskamp", "Heidemij", "Robusta" і тополя Торопогрицького.

***Ключові слова:** тополя, гібридні форми, фенологія, живці, живцеві саджанці, едафічні умови, інтенсивність росту.*

Вступ. За різними оцінками у світі налічується від 27 [11] до 110 [8] видів тополь. За останніми даними, без врахування видів секції туранга, яка деякими авторами виділена у окремий рід родини вербових, рід тополя налічує близько 36 видів [5]. Переважно це дерева першої величини, що відзначаються дуже інтенсивним ростом, особливо у молодому віці. Їхні деревостани здатні у дуже короткі терміни (10-20 років) нагромаджувати велику кількість деревини. Продуктивність тополевих деревостанів у окремих випадках може досягати 86,3 $м^3 \cdot га^{-1}$ за рік, але реально отриманий у виробничих масштабах середній їх приріст становить у Франції, Італії і США від 13,5 до 36,4 $м^3 \cdot га^{-1}$ за рік [5]. Як показали наші дослідження, в умовах півдня України також можна досягти аналогічної і навіть вищої продуктивності [4].

Деревина тополі м'яка, легка, придатна для різних видів оброблення. Її широко використовують у паперовому, сірниковому, фанерному виробництві, будівництві тощо. Останнім часом вивчається доцільність вирощування тополь у коротко-ротаційному режимі на отримання деревної маси для хімічної промисловості та енергетики [7].

Серед тополь, що штучно вирощуються з метою отримання деревної сировини, для озеленення, меліорації тощо переважають види і форми секції чорних тополь (Aigeiros Duby). За оцінками деяких дослідників [12], більше ніж 90 % тополь, що культивуються у всьому світі, є видами і гібридами саме цієї секції. Крім їх високої господарської цінності, це пов'язано з легкістю гібридизації видів між собою і з представниками інших секцій, високою адаптивною здатністю, а також легкістю вегетативного розмноження.

Доцільність використання різних видів і форм тополь у тому чи іншому регіоні встановлюється шляхом їх вирощування у випробних культурах. Такі роботи проводять у низці європейських країн [10-14], США [9], Російській Федерації [8] та інших країнах, зокрема – в Україні [1- 4, 6].

Метою проведених нами досліджень було вивчення біологічних властивостей та особливостей створення насаджень низки клонів тополь в умовах Київського Полісся.

Об'єкти і методика досліджень. Дослідженнями було охоплено створені авторами цієї публікації протягом 2001-2009 рр. насадження 18 клонів тополі, серед яких 12 – клони тополі євроамериканської, 3 – чорної, 1 – волосистоплідної і 2 – гібриди між бальзамічними і чорними тополями. Вивчали фенологічні та екологічні особливості окремих клонів, а також вплив агротехнічних заходів на успішність створення їх плантацій. При цьому застосовували традиційні для лісівничих досліджень методи.

Результати досліджень. Важливе значення під час створення тополевих плантацій має вибір форм, стійких до дії негативних факторів (приморозки, хвороби, шкідники тощо). У цьому сенсі важливу роль відіграють фенологічні спостереження. Було встановлено, що досліджувані клони помітно відрізняються між собою за початком і тривалістю вегетаційного періоду. Найраніше вступають у вегетацію гібриди бальзамічних тополь: "Oxford" і "Rochester" – середина квітня, та волосистоплідної "V-235" – друга половина квітня. Станом на перше травня їхнє листя було сформоване повністю. Одночасно з "V-235" починають вегетувати "Marilandica", "Robusta" і "San Giorgio", а через 2 дні після них – "Ijzer-5", "Ghoy", "Dorskamp" і "Heidemij". Станом на перше травня їхнє листя добре сформоване світле із червонуватим відтінком. "Serotina", "Blanc du Poitou", "Tardif de Champagne" і "Gelrica" пізно починають вегетацію (кінець квітня – почa-

[1] **ФУЧИЛО Ярослав Дмитрович** – дійсний член Лісівничої академії наук України, доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, професор кафедри лісовідновлення та лісорозведення. Національний університет біоресурсів і природокористування України. Україна, м. Київ. Тел.: +38-067-605-91-41. E-mail: fuchylo_yar@ukr.net

[2] **СБИТНА Маргарита Вікторівна** – кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник ВП НУБіП України "Боярська ЛДС". Україна, м. Боярка.. Тел.: +38-096-242-94-51. E-mail: boyarka_nauka@ukr.net

[3] **ЛІТВІН Володимир Миколайович –** кандидат сільськогосподарських наук, науковий співробітник ВП НУБіП України "Боярська ЛДС". Україна, м. Боярка.. Тел.: +38-097-862-78-92. E-mail: boyarka_nauka@ukr.net

[4] **ВОЛОСЯНЧУК Роман Тарасович** – кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник Українського НДІ лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г.М. Висоцького. Україна, м. Харків. Тел. +38-096-534-30-54. E-mail: volosyanchuk@ukr.net

ток травня), на перше травня листя тільки починає розпускатись. Решта – "I-45/51", "I-214", Торопогрицького і "Vereecken" – 24-25 квітня, тобто у проміжку між початком цієї фази у рано вегетуючих і пізно вегетуючих форм.

Найдовший період вегетації у 2007 р відзначено у клонів "V-235" (165 днів), а також "Dorskamp" та "I-214" (163 дні), а найкоротший – "Gelrica" (119 днів), "Tardif de Champagne" (125 днів), "Ijzer-5" і "Vereecken" (127 діб). "San Giorgio", що належать до форм тополі чорної пірамідальної (італійської), визнаної Міжнародною комісією як стандарт для фенологічних спостережень, рано починає вегетацію (18 квітня) і пізно її закінчує (20 вересня). Важливою ознакою деяких клонів тополі є термін опадання листя та його колір на цей момент. Раніше за інших жовтіє і опадає листя у деяких гібридів бальзамічних тополь ("Rochester", "Oxford"), а також у чорних тополь ("Ijzer-5", "Vereecken", "Ghoy") та євроамериканського гібриду "Gelrica" – уже на початку вересня. Довго зберігають зелений колір листя (до початку листопада) клони "Dorskamp", "I-214", Торопогрицького, "V-235". Дещо раніше листя опадає у клонів "Serotina" і "Blanc du Poitou", воно має світло-жовтий колір. Далі ідуть тополі "Marilandica" із золотаво-жовтим, "Robusta" – з майже повністю зеленим листям та інші.

Тополі ростуть за висотою і діаметром майже протягом усього вегетаційного періоду – з кінця квітня до початку вересня, але помітно відрізняються між собою за інтенсивністю росту в окремі місяці (табл. 1).

Найбільший середній приріст за висотою виявився у клонів: "I-214" та "Blanc du Poitou" – 115,0 і 104,7 см відповідно. Їх дерева на кінець 2007 р. були також серед найвищих: їх середня висота становила відповідно: $690{,}8^{\pm 41{,}6}$ і $593{,}3^{\pm 24{,}2}$ см. Також до найшвидкорослішіх у досліджуваних умовах клонів належить "Dorskamp" – $616^{\pm 50{,}8}$ см.

Табл. 1. Особливості росту дерев різних форм тополі: чисельник – за висотою (см), знаменник – за діаметром (мм)

№ за/п	Назва клону	Висота і діаметр на початок 2007 року	Частка приросту за висотою та діаметром за місяцями 2007 р., %					Висота і діаметр на кінець 2007 р.	Висота і діаметр на кінець 2008 р.
			IV – V	IV – V	IV – V	IV – V	IV – V		
1.	"Ijzer-5"	$\frac{340{,}0^{\pm 9{,}3}}{21{,}8^{\pm 1{,}6}}$	$\frac{27{,}0}{20{,}0}$	$\frac{39{,}5}{25{,}0}$	$\frac{25{,}2}{25{,}0}$	$\frac{6{,}5}{20{,}0}$	$\frac{1{,}8}{10{,}0}$	$\frac{386{,}3^{\pm 10{,}8}}{25{,}1^{\pm 2{,}1}}$	$\frac{480{,}0^{\pm 6{,}3}}{33{,}2^{\pm 1{,}7}}$
2.	"Dorskamp"	$\frac{556^{\pm 50{,}9}}{48{,}4^{\pm 9{,}0}}$	$\frac{15{,}0}{22{,}0}$	$\frac{31{,}7}{30{,}0}$	$\frac{48{,}3}{20{,}0}$	$\frac{5{,}0}{16{,}0}$	$\frac{0{,}0}{12{,}0}$	$\frac{616^{\pm 50{,}8}}{58{,}4^{\pm 7{,}5}}$	$\frac{738{,}3^{\pm 42{,}3}}{100^{\pm 7{,}4}}$
3.	"I-214"	$\frac{575{,}8^{\pm 34{,}7}}{51{,}3^{\pm 7{,}7}}$	$\frac{15{,}2}{23{,}8}$	$\frac{20{,}3}{21{,}3}$	$\frac{20{,}3}{33{,}8}$	$\frac{40{,}6}{13{,}8}$	$\frac{3{,}6}{7{,}5}$	$\frac{690{,}8^{\pm 41{,}6}}{64{,}6^{\pm 7{,}8}}$	$\frac{819{,}2^{\pm 31{,}3}}{77{,}0^{\pm 7{,}7}}$
4.	"Blanc du Poitou"	$\frac{491{,}7^{\pm 23{,}5}}{40{,}3^{\pm 4{,}4}}$	$\frac{11{,}5}{24{,}5}$	$\frac{27{,}0}{24{,}5}$	$\frac{28{,}7}{26{,}4}$	$\frac{30{,}3}{17{,}0}$	$\frac{2{,}5}{7{,}5}$	$\frac{593{,}4^{\pm 24{,}2}}{49{,}1^{\pm 5{,}3}}$	$\frac{702{,}5^{\pm 25{,}0}}{58{,}8^{\pm 6{,}3}}$
5.	"Rochester"	$\frac{420{,}8^{\pm 28{,}6}}{32{,}5^{\pm 4{,}4}}$	$\frac{21{,}6}{19{,}6}$	$\frac{27{,}8}{19{,}6}$	$\frac{29{,}9}{32{,}6}$	$\frac{16{,}5}{19{,}6}$	$\frac{4{,}1}{8{,}7}$	$\frac{501{,}6^{\pm 29{,}6}}{40{,}2^{\pm 4{,}1}}$	$\frac{580{,}8^{\pm 32{,}3}}{46{,}0^{\pm 4{,}8}}$

Щодо динаміки приростів протягом вегетаційного періоду, то наведені три форми між собою істотно відрізняються: максимальний приріст за висотою у рано вегетуючого клону "Dorskamp" спостерігається у липні (48,3 %), у "I-214", що починає вегетацію в середні терміни – у серпні (40,6 %), а пізній клон "Blanc du Puitou" з однаковою інтенсивністю (27,0-30,3 %) росте у висоту протягом літніх місяців. За діаметром перший з цих клонів найбільш інтенсивно росте у червні, другий – у липні, а "Blanc du Puitou" – рівномірно у травні-липні (24,5-26,4 %). Рано вегетуючий клон "Ijzer-5" має максимальний приріст за висотою у червні, а за діаметром – у червні – липні, а "Rochester" – за висотою у червні-липні, а за діаметром – у липні. Отже, кожен з представлених клонів має свої особливості розвитку і формування приростів, що необхідно враховувати під час їх вирощування.

Загалом тривалість росту за висотою у досліджуваних клонів тополь змінюється від 112 до 165 діб, а за діаметром – від 110 до 133 діб. Отже, досліджувані нами євроамериканські клони є середньовибагливими до тепла, а гібриди на основі бальзамічних тополь ("Oxford" та "Rochester") – мало вибагливими. Клони "Blanc du Puitou", "Serotina", "Tardif de Champagne" вирізняються більшою морозостійкістю.

Для визначення відношення досліджуваних клонів до багатства та вологості ґрунту, ми створили насадження на ділянках з різними лісорослинними умовами. В умовах B_3, найвищі показники приживленості та росту за висотою мав клон "V-235" – 99,3 см, 80,0 %. Серед кращих тут виявилися також клони "Dorskamp", "I-45/51" та "I-214". У свіжій судіброві найвища укоріненість живців виявилася у клонів "Oxford", "Serotina" та "Dorskamp" (84,8-90,0 %), а найбільшу висоту (62,8-49,2 см) мали "Dorskamp", "V-235" і "Serotina". Високу інтенсивність росту за другий вегетаційний період проявили також клони "Robusta", "I-214", "San Giorgio" та "Serotina". В умовах C_{2-3} найкращим ростом відзначалися клони "Dorskamp" – 97,4 см, "Heidemij" – 143,7 см, "Robusta" – 115 см.

Перехідні від свіжих судібровних до вологих дібровних умови є сприятливими для зростання клонів "Marilandika" – 84,4 см, "Blank du Poitou" – 103,7 см, "Serotina" – 91,5 см, "Tardif de Champagne" – 93,0 см, "I-45/51" – 85,9 см, "I-214" – 135,4 см, "Rochester" – 73,3 см, Торопогрицького – 105,8 см. Кращу приживленість мали клони "Robusta" – 88,5 %, "Blank du Poitou" – 85,4 %, "Tardif de Champagne" – 83,7 % і тополя Торопогрицького – 94 %.

Загальний вигляд дворічних живцевих саджанців клонів тополь, які ростуть в умовах свіжої судіброви, наведено на рис. 1.

Перехідні лісорослинні умови від C_3 до D_4, сприятливі для росту та укоріненості клонів "Ijzer-5" – 80,2 см, 84,3 %, "Ghoy" – 92,7 см, 90,2 %, "Gelrica" – 90 см, 90,2 %, "Blank du Poitou" – 90,5см, 60,8 %, "I-214" – 121,6 см, 72,6 %, "Vereecken" – 89,1 см, 100 %, "San Giorgio" – 86,9 см, 96,1 %. Деякі клони ("Dorskamp", "Heidemij", "Robusta") потребують більш сприятливих умов аерації, і тому, навіть за меншої трофності, краще ростуть на легких ґрунтах.



Рис. 1. Клони тополі "Serotina", І-45/51, І-214

Під час створення міні-ротаційних плантацій доцільно використовувати зимові (здерев'янілі) живці, а плантацій з тривалим періодом ротації – саджанці. Живці для створення міні-ротаційних плантацій доцільно нарізати з однорічних пагонів, що вирощені на спеціальних маточних плантаціях. Нашими дослідженнями було встановлено, що кращу приживлюваність та ріст мають живці довжиною 20-30 см. Щодо товщини живців, то з'ясувалось, що у разі її збільшення від 3 до 11 мм спостерігається збільшення показників укорінення та росту, а за товщини 12 мм і більше іноді спостерігають незначне їх зменшення.

Тонкі живці мають меншу кількість поживних речовин, тому дещо відстають в рості та мають меншу укоріненість. Дуже товсті живці більше пошкоджують хвороби та шкідники. Отже, для розмноження тополь краще використовувати живці середньої товщини, уникаючи тонких та дуже товстих. Зокрема, не варто використовувати тонкі живці для створення плантацій клонів "Ijzer-5" та "Vereecken", а товсті – для "Blanc du Poitou" та тополі Торопогрицького.

Важливе значення для успішного росту та розвитку рослин з живців має також наявність життєздатних вегетативних бруньок, тому товщина живця не завжди може бути показником його якості. Клони "І-45/51" та "І-214" краще ростуть у випадку розмноження тонкими живцями, ніж живцями середньої товщини.

Для встановлення впливу просторової орієнтації живців в ґрунті на ріст і укоріненість деяких клонів тополі, ми навесні 2009 р. заклали дослід з висаджуванням 25-сантиметрових живців: вертикально, під кутом 45° та 180° (верхівкою до низу). Тип лісорослинних умов – C_3. Результати досліджень його стану після закінчення першого вегетаційного періоду наведено в табл. 2.

Табл. 2. Вплив просторової орієнтації живців в ґрунті на ріст і укоріненість деяких клонів тополі після першого року вирощування

Назва клону	Спосіб посадки	Укоріненість, %	t_ϕ	Висота, см	t_ϕ	Діаметр, мм	t_ϕ
"Ghoy"	Вертикально	$90{,}2^{\pm 4{,}21}$	-	$92{,}7^{\pm 4{,}5}$	-	$7{,}8^{\pm 0{,}45}$	-
	Під кутом 45°	$82{,}4^{\pm 5{,}39}$	1,1	$91{,}1^{\pm 5{,}17}$	0,2	$7{,}2^{\pm 0{,}42}$	1,0
"Dorskamp"	Вертикально	$82{,}4^{\pm 5{,}39}$	-	$62{,}6^{\pm 3{,}59}$	-	$5{,}5^{\pm 0{,}29}$	-
	Під кутом 45°	$82{,}4^{\pm 5{,}39}$	0	$63{,}3^{\pm 4{,}13}$	0,1	$5{,}6^{\pm 0{,}32}$	0,2
	Верхівкою вниз	$9{,}8^{\pm 4{,}21}$	10,6	$42{,}4^{\pm 6{,}65}$	2,7	$4{,}0^{\pm 5{,}55}$	0,3
"Gelrika"	Вертикально	$90{,}2^{\pm 4{,}21}$	-	$90{,}0^{\pm 4{,}86}$	-	$7{,}4^{\pm 0{,}36}$	-
	Під кутом 45°	$86{,}3^{\pm 4{,}87}$	0,6	$89{,}6^{\pm 4{,}72}$	0,1	$6{,}9^{\pm 0{,}31}$	1,1
	Верхівкою вниз	$15{,}7^{\pm 5{,}14}$	11,2	$47{,}0^{\pm 9{,}22}$	4,1	$4{,}6^{\pm 0{,}65}$	3,8
"Heidemij"	Вертикально	$37{,}3^{\pm 6{,}84}$	-	$53{,}8^{\pm 8{,}76}$	-	$4{,}6^{\pm 0{,}70}$	-
	Під кутом 45°	$47{,}1^{\pm 7{,}06}$	1,0	$62{,}0^{\pm 6{,}80}$	0,7	$5{,}3^{\pm 0{,}46}$	0,8

Примітка: теоретичне значення критерію Стьюдента $t_{0,95}$= 1,96

Як видно з наведених даних, у переважній більшості випадків кращі показники росту та приживлюваності мали рослини з живців, що були посаджені вертикально, а найгірші – з висаджених верхівкою вниз, що вказує на необхідність недопущення такого варіанта висаджування живців.

Дещо кращими досліджувані показники, у разі висаджування живців під кутом 45°, виявились у клонів "Heidemij" та "Marilandika", які росли у більш зволоженій частині виділу. Це показує, що основним фактором, який впливає на укоріненість і ріст живців тополі, є достатня зволоженість ґрунту.

Зважаючи на підвищення літньої температури у регіоні досліджень протягом останніх років, необхідно забезпечити достатню зволоженість ґрунту тополевих плантацій у другій половині вегетаційного періоду. Для цього, одночасно з висаджуванням живців або саджанців, у ґрунт вносять суперабсорбенти. Ми у 2008 р. дослідили вплив на укорінення живців і ріст живцевих саджанців тополі суперабсорбенту "Теравет" – полімерної сполуки на основі калію. Використовували здерев'янілі однорічні живці тополі Торопогрицького довжиною 25 см, які висаджували вертикально на всю довжину. Тип лісорослинних умов – свіжа судіброва (C_2). Суперабсорбент, у вигляді гранул, вносили у посадкову щілину одночасно з садінням живців кількістю 1,8 г (2,5 $см^3$) на живець.

Результати проведених досліджень цього об'єкта наведено у табл. 3.

Як видно з наведених даних, внесення "теравету" позитивно вплинуло на висоту одно- та дворічних живцевих саджанців і на укорінення тонких живців. Товстіші живці, як у випадку з внесенням суперабсорбенту, так і без нього, мають вищі показники укорінення живців, порівняно з іншими варіантами. У перші місяці живцеві саджанці з внесенням суперабсорбенту ростуть менш інтенсивно, але довше і інтенсивніше ростуть у кінці вегетативного періоду (у серпні-вересні).

Табл. 3. Вплив суперабсорбенту "Теравет" на укорінення живців і ріст живцевих саджанців тополі Торопогрицького різної товщини (свіжий суглинок, C_2)

Варіанти досліду		Діаметр живців, см	Приживлюваність, %	Приріст 2008 р. за висотою за місяцями, %					Середня висота живцевих саджанців за роками, см	
				травень	червень	липень	серпень	вересень	2008 р.	2009 р.
1	Внесення "Теравету"	0,3-0,6	51,4	6,8	24,7	30,2	30,2	8,2	$53,6^{\pm 7,1}$	$186,9^{\pm 26,5}$
2		0,7-1,0	62,9	9,9	30,7	30,5	25,3	3,6	$72,3^{\pm 6,1}$	$194,1^{\pm 17,5}$
3	Без внесення "Теравету"	0,3-0,6	40,0	11,6	30,1	26,4	27,7	4,3	$46,9^{\pm 6,8}$	$161,0^{\pm 21,8}$
4		0,7-1,0	75,5	14,7	32,7	23,5	25,5	3,5	$48,3^{\pm 3,5}$	$126,7^{\pm 9,1}$
5		0,5-0,7	52,5	10,0	31,8	32,5	22,9	2,9	$30,8^{\pm 2,9}$	$85,1^{\pm 9,0}$

Дослідження кореневих систем однорічних саджанців показало, що живці без внесення суперабсорбентів формують глибоку кореневу систему з малою кількістю скелетних коренів, тоді як використання суперабсорбентів стимулює формування розгалуженої поверхневої кореневої системи, що є важливим під час вирощування живцевих саджанців у розсадниках. Вищий ефект від внесення досліджуваного суперабсорбенту можна отримати на легких неструктурованих ґрунтах, що погано утримують вологу.

Важливо зазначити, що гранули "теравету" тісно зростаються з кореневими системами живцевих саджанців тополі і, в разі пересаджування на лісокультурну площу, спричиняють позитивний вплив на подальший ріст тополі протягом багатьох років (рис. 2).



Рис. 2. Коренева система дворічного саджанця тополі Торопогрицького з гранулами суперабсорбенту

Важливе значення під час вирощування плантацій тополі має їх захист від шкідників та збудників хвороб. У досліджуваних насадженнях тополю найчастіше пошкоджують жуки-листоїди, гусінь різних метеликів, попелиці, кліщі, збудники іржі тощо. Частіше шкідниками та патогенами пошкоджуються ослаблі дерева, тому основними заходами захисту насаджень від них є вчасне видалення ослаблих дерев і використання клонів стійких до біотичних чинників.

Висновки. Під час вибору клонів для вирощування в конкретних лісорослинних умовах необхідно враховувати їх біологічні та екологічні властивості, режим зволоженості та родючості ґрунту, цільове призначення плантаційних насаджень тощо.

Із 18 досліджуваних форм тополі для вирощування в умовах Київського Полісся найбільш придатними є такі: "I-45/51", "I-214", "Vereecken", "San Giorgio", "Dorskamp", "Heidemij", "Robusta" і тополя Торопогрицького.

Підвищення ефективності створення і вирощування плантацій тополі можливе за рахунок ретельного проведення обробітку ґрунту і агротехнічних доглядів, застосування суперабсорбентів, добрив та вчасного проведення лісозахисних заходів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Головчанский И.Н. Тополь Торопогрицкого – быстрорастущий гибрид / И.Н. Головчанский, А.И. Коваленко // Лесоводство и агролесомелиорация : респ. межвед. темат. научн. сб. – К. : Изд-во "Урожай". – 1974. – Вып. 38. – С. 40-47.

2. Губа И.Т. Предварительные итоги сортоиспытания тополей в пойме Нижнего Днепра / И.Т. Губа // Лесоводство и агролесомелиорация : респ. межвед. темат. научн. сб. – К. : Изд-во "Урожай". – 1975. – Вып. 42. – С. 61-63.

3. Патлай И.Н. Сортоведение быстрорастущих древесных пород на Украине / И.Н. Патлай, В.Н. Руденко // Лесоводство и агролесомелиорация : респ. межвед. темат. научн. сб. – К. : Изд-во "Урожай". – 1990. – Вып. 81. – С. 3-7.

4. Редько Г.И. Биология и культура тополей / Г.И. Редько. – Л. : Изд-во Ленинград. ун-та, 1975. – 175 с.

5. Ткач В.П. Заплавні ліси України / В.П. Ткач. – Харків : Вид-во "Право", 1999. – 368 с.

6. Фучило Я.Д. Біологічні та технологічні основи плантаційного лісовирощування / Я.Д. Фучило, М.І. Ониськів, М.В. Сбитна. – К. : Вид-во ННЦ ІАЕ, 2006. – 394 с.

7. Царев А.П. Миниротационные плантации как средство рационального природопользования / А.П. Царев, С.С. Мироненко // Лесохозяйственная информация : сб. научн.-техн. информ. по лесн. хоз-ву. – 1995. – № 5. – С. 35-36.

8. Царев А.П. Сортоведение тополя / А.П. Царев. – Воронеж : Изд-во Воронеж. ун-та, 1985. – 152 с.

9. Bratovich R. Relación juvenil-adulto de crecimientes en alturass, diametros y volumenes de clones provenientes de cruzamientos contrdados intr e interaspecificos de Populus sp. / R. Bratovich, R. Marlats, H. Mikelaites // Rev. Fac. agron. Univ. nac. La Plata. – 1996. – Vol. 101, № 1. – P. 7-13.

10. Čfzek V. Vysledky ověřovani sortimentu topolu ve Slezske nïïini / V. Čfzek, I. Mařák, J. Mottl // Zpr. Les. Vyzk. – 1993. – Vol. 38, № 4. – S. 6-9.

11. Kohán Š. Hodnotenie rozličnych klonov topolov v oblasti Latorice na Východo-sloveskej nisine / Š. Kohán // Zpr. Les. vyzk. – 1993. – Vol. 38, № 4. – S. 9-12.

12. Mátyas C. Effect of age on selected wood quality traits of poplar clones / C. Mátyas, I. Peszlen // Silvae genet. – 1997. – Vol. 46, № 2-3. – P. 64-72.

13. Ilsted B. Breeding strategy for poplar in Sweden / B. Ilsted // Norw. J. Agr. Sci. – 1994. – Suppl. n. 18. – P. 39-45.

14. Schirmer R. Verbesserung der Sortenaigenschaften bei Papel durch Züchtung / R. Schirmer // AFZ, Wald. – 1996. – Vol. 51, № 12. – S. 678-679.

Я.Д. Фучило, М.В. Сбытна,
В.М. Литвин, Р.Т. Волосянчук

ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ ПЛАНТАЦИЙ РАЗНЫХ ФОРМ ТОПОЛЯ В КИЕВСКОМ ПОЛЕСЬЕ

Приведены результаты исследований фенологических, экологических и лесоводственных особенностей 18 клонов тополя в условиях Киевского Полесья и рассмотрены некоторые аспекты создания их плантаций. Установлено, что для плантационного выращивания в регионе исследований наиболее целесообразно использовать такие клоны: "I-45/51", "I-214", "Vereecken", "Blanc du Poitou", "San Giorgio", "Dorskamp", "Heidemij", "Robusta" и тополь Торопогрицкого.

***Ключевые слова*:** тополь, гибридные формы, фенология, черенки, черенковые саженцы, эдафические условия, интенсивность роста.

Ya.D. Fuchylo, M.V. Sbytna,
V.M. Litvin, R.T. Volosyanchuk

FEATURES OF PLANTATIONS OF DIFFERENT FORMS OF POPLAR IN KYIVAN POLISSYA REGION

The results of studies of phenological, ecological and sylvicultural features of 18 clones of poplar in the conditions of Kyivan Polissya and some aspects of planting of their plantations are considered. It is concluded that for the planting in the study area it is most expedient to use such poplar clones: I-45/51, I-214, Vereecken, "Blanc du Poitou", San Giorgio, Dorskamp, Heidemij, Robusta and poplar of Toropogritskyy.

***Keywords*:** poplar, hybrid forms, phenology, cuttings, cutting plants, edaphicall conditions, intensity of growth.

*УДК 582.746.21:630*234 (177.8)*

З.М. ЮРКІВ[1]

ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ КОРКИ ОКСАМИТНИКА АМУРСЬКОГО В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Представлено результати досліджень фізико-механічних властивостей корки оксамитника амурського (Phellodendron amurense Rupr.*) в лісових культурах Західного Лісостепу України. Результати досліджень мають практичне та наукове значення в аспекті встановлення доцільності заготівлі, придатності та можливості використання у промислових цілях корки оксамитника амурського.*

Ключові слова: *оксамитник амурський, корка оксамитника, фізико-механічні властивості корки.*

Вступ. Особливу цінність має оксамитник амурський, або бархат амурський (*Phellodendron amurense* Rupr.) як корконос. Анатомічні, фізико-механічні і технічні властивості корки оксамитника досліджували А.А. Строгий [11], Л.М. Перелигін [10], С.Д. Ємашев [1], М.М. Ягниченко [13] та інші. Кора складається із двох шарів – зовнішнього оксамитно-коркового, сильно тріщинуватого і внутрішнього – луб'янистого, у живих дерев яскраво-жовтого кольору.

За фізичними та хімічними властивостями коркова кора оксамитника амурського практично не відрізняється від коркової кори дуба коркового [1]. Єдина відмінність полягає в тому, що вона має меншу товщину. Дослідження М.І. Кузнецової [1] показали, що корка оксамитника і за анатомічною будовою також слабо відрізняється від корки дуба коркового. За існуючими даними [6], у старих дерев оксамитника кора може досягати значної товщини – до 7 см. За даними В.В. Огієвського [7], на Далекому Сході товщина кори наростає в міру просування на північ, на кожні 3^0 – на 10 %. Товщина коркового шару змінюється від 0,6 до 3,3 см (середня 2 см), а в окремих дерев досягає 6-8 см.

Деякі дослідники [1, 5, 14] пов'язували товщину кори оксамитника із захисними функціями і вказували, що у північних районах розповсюдження оксамитник має товстішу корку, ніж у південних. Проте така закономірність спостерігається не завжди, що, насамперед, залежить і від індивідуальних особливостей особин.

Вплив умов довкілля на стан дерев зі знятою корою добре проглядається у насадженнях різної повноти. У насадженнях повнотою 0,5 і вище дерева захищені від прямого сонячного світла та дії вітрів, тому вони легше переносять зняття корки. Отже, корка є своєрідним біологічним пристосуванням, яке захищає живі тканини дерева від впливу низьких і високих температур. Сказане підтверджується тим, що коефіцієнт теплопровідності корки значно нижчий, ніж коефіцієнт теплопровідності деревини. Так, за даними Д.П. Воробйова [2], коефіцієнт теплопровідності корки оксамитника амурського становить 0,0337. За цим показником вона не поступається корі коркового дуба і може застосовуватися на рівні з нею для виготовлення термоізоляційних плит.



Рис. 1. Успішно прооперване дерево оксамитника амурського (ДП "Львівське ЛГ", Брюховицьке л-во; кв. 93, вид. 8; 44 р.)

Ростучі дерева оксамитника, призначені для зняття корки, дослідники поділяли на дві групи: 1) дерева, які ростуть у складі насаджень з повнотою 0,4 і більше; тут допускається знімання корки зі всієї окружності стовбура на висоту три метри із залишенням корки у прикореневій частині висотою 0,3-0,4 м від поверхні ґрунту; 2) дерева, які ростуть у рідколіссях (повнота нижча 0,4); знімання корки можливе лише з північного боку на половину його окружності (висота 3 м; 0,3-0,4 м від поверхні ґрунту).

[1] **ЮРКІВ Зіновій Миронович** – член-кореспондент Лісівничої академії наук України, кандидат сільськогосподарських наук, начальник Вінницької державної зональної лісонасіннєвої інспекції, в.о. доцента кафедри лісівництва та кормовиробництва. Вінницький національний аграрний університет. Україна, м. Вінниця. Тел.: 0432-67-33-29;+38- 066-255-11-22. E-mail: vdzls@ukr.net

За даними Н.М. Гордієнко та ін. [3], експлуатацію оксамитника амурського на коркову кору в культурах України потрібно починати після досягнення останнім віку 20 і більше років. Правильне знімання коркової кори (рис. 1) не впливає або мало впливає на життєві процеси дерев, а здатність оксамитника відновлювати коркову кору дає змогу повторювати її заготівлю через 10-15 років.

За розрахунками В.М. Павлова [9], до 70-75-річного віку один гектар культур оксамитника може дати близько 4000 руб. доходів за рахунок заготівлі корковой сировини (без врахування вартості деревини оксамитника і супутніх порід). При цьому затрати на створення культур оксамитника амурського з доглядом і формуванням крон не перевищують 200-250 руб. за 1 га. Літературні дані з вивчення фізико-механічних властивостей корки оксамитника в західному регіоні України практично відсутні. Тому значний як практичний, так і науковий інтерес становлять такі дослідження саме в Західному Лісостепу з метою встановлення доцільності заготівлі, придатності та можливості використання у промислових цілях корка оксамитника.

Перше дослідно-промислове знімання кори в штучних насадженнях було організоване у 1960 р. в культурах Фастівського і Голосіївського лісництв Київської області, потім – у 1961-1963 рр. у Київській, Сумській, Вінницькій і Черкаській областях [8].

Об'єкти та методика. Ми проводили такі дослідження в 55-річних лісових культурах складу 5С4Бха1Дзв + Лп, які ростуть на території Страдчівського л-ва Страдчівського НВЛК (кв. 40, в. 10) Львівської області в типі лісу $С^{D}_{2}$-г-дС, умови якого є близькими до оптимальних для росту оксамитника амурського, він тут росте за Іа класом бонітету.

Вибір для дослідження мішаного, а не чистого насадження оксамитника амурського зумовлено тим, що ця порода росте передусім у мішаних культурах. Крім того, за існуючими даними [4], товщина коркового шару у оксамитника, який росте в чистих культурах, така ж, як і в мішаних. За загальною масою коркового шару оксамитник у чистих культурах навіть поступається деревам, які ростуть у мішаних насадженнях.



Рис. 2. Зразки для визначення фізико-механічних властивостей корки оксамитника амурського

Як і для визначення фізико-механічних властивостей деревини, для вивчення властивостей корки з кожної із трьох груп росту дерев – сильної, середньої і слабкої вибирали одне модельне дерево. Зразки для досліджень (рис. 2) брали на висотах 1,0-1,5 м, 2,0-2,5 м та 3,0-3,5 м, виходячи із положення, що прийнята висота знімання коркового шару становить до 3-3,5 метрів.

З фізичних величин ми досліджували абсолютну та відносну вологість корки, щільність в абсолютно сухому стані (ρ_0) та щільність за вологості 12-14 %. Поряд з цим, ми також досліджували статичну твердість корки в радіальному напрямку за вологості 12 %.

Результати дослідження. Дослідження фізико-механічних властивостей корки модельних дерев оксамитника дали такі результати (табл.).

Середня товщина коркового шару становить 8-14 мм, хоча у моделі кращого росту в окремих місцях вона сягає до 18 мм. При цьому треба зазначити, що найбільшу товщину коркового шару зафіксовано у моделі кращого росту, а найменшу – у моделі середнього росту. Модель відсталого росту за товщиною коркового шару дещо переважає модель середнього росту. Товщина коркового шару залежить значною мірою і від форми особин оксамитника за типом кори [12]. Також у всіх трьох моделей простежується чітка закономірність – із збільшенням висоти стовбура товщина коркового шару зменшується (див. табл.).

Табл. Фізико-механічні властивості корки оксамитника амурського

Висота зрізу, м	Товщина коркового шару, мм	Вологість, %		Щільність, г/см^3		Статична твердість в радіальному напрямку за W12 %, МПа
		абсолютна	відносна	$\rho_{W\,(12\text{-}14\,\%)}$	ρ_0	
Модель 1.12; *H* = 25,8 м; *D* = 38,0 см; 55 років						
1,0-1,5	13,9	65,61	39,51	0,174	0,168	2,09
2,0-2,5	12,5	65,64	39,57	0,172	0,163	2,02
3,0-3,5	10,1	65,72	39,64	0,171	0,161	2,04
Модель 2.12; *H* = 23,8 м; *D* = 26,8 см; 55 років						
1,0-1,5	11,2	64,64	39,21	0,178	0,172	2,03
2,0-2,5	9,4	64,61	39,19	0,173	0,170	2,01
3,0-3,5	8,2	64,75	39,26	0,174	0,171	1,99
Модель 3.12; *H* = 20,8 м; *D* = 20,8 см; 55 років						
1,0-1,5	12,2	64,48	39,15	0,187	0,180	2,05
2,0-2,5	10,0	64,19	38,94	0,182	0,177	2,01
3,0-3,5	8,9	64,03	39,07	0,179	0,175	2,00

Щодо найменшої товщини корки у модельного дерева середнього росту, то причина може полягати у належності особини до дерев з гладким типом кори. Особини з гладким типом кори характеризуються найменшою товщиною корки та важким її зніманням.

Отримані значення товщини корки є помітно меншими від встановлених В.В. Огієвським [7] на Далекому Сході, де товщина коркового шару змінюється від 0,6 до 3,3 см (середня 2 см), а в окремих дерев сягає і 6-8 см. Порівняно низьку товщину корки в умовах Західного Лісостепу можна пояснити як відмінними від ареальних кліматичними умовами, так і зростанням оксамитника переважно в зімкнених насадженнях. Крім того, у лісостанах Західного Лісостепу можуть рости різні гібриди оксамитника, які продукують кору, мало придатну для господарського використання.

Абсолютна вологість корки у всіх трьох моделей є приблизно однаковою і змінюється в межах 64-66 %. При цьому найбільша вологість корки спостерігається у моделі кращого росту.

Щодо зміни вологості корки відносно висоти стовбура, то тут істотних відмінностей ми не встановили. Аналогічну тенденцію спостерігаємо також для показника відносної вологості, яка у всіх моделей є майже однаковою і становить 39-40 % на різних висотах стовбура.

Щодо щільності корки за вологості 12-14 %, то у моделі кращого росту цей показник є найнижчим і середнє значення його становить 0,172 г/см^3. У моделі відсталого росту цей показник є найбільшим із середнім значенням 0,183 г/см^3. У всіх моделей, за винятком моделі середнього росту, спостерігається зменшення щільності корки з висотою стовбура, хоча ця відмінність є незначною і в більшості випадків становить 0,003-0,008 г/см^3.

Подібна тенденція спостерігається для щільності корки в абсолютно сухому стані. Тут показник ρ_0 є дещо меншим порівняно з показником ρ_w. Для порівняння, Л.М. Перелигін [10] встановив щільність корки оксамитника амурського на рівні 0,181-0,240 г/см^3, при цьому зазначивши, що цей показник залежить від вмісту проміжної тканини – чим її більше, тим більшою є й щільність корки. Як бачимо, досліджена щільність корки є дещо меншою, але поряд з цим – і більш цінною.

Варто зазначити, що коркова кора, яку заготовляють у лісових культурах України, відрізняється більш високою якістю, ніж імпортована з Китаю [3, 8]. Так, за результатами лабораторного аналізу, питома вага коркової кори першого зйому в культурах Голосіївського і Фастівського лісництв становить 0,203-0,219, а імпортної – 0,25-0,27 т/см^3. Корка повторних знімань в культурах цих лісництв виявилась ще більш ціннішою (питома вага 0,163 г/см^3).

Висновки. У наших дослідженнях середній показник щільності корки в абсолютно сухому стані становить 0,171 г/см^3, хоча цей показник для дерев різних груп росту та на різних висотах може змінюватись в межах 0,161-0,180 г/см^3. Отже, досліджуваний показник вказує на високу якість корки оксамитника амурського в умовах Західного Лісостепу.

Статична твердість корки оксамитника в радіальному напрямку для всіх моделей є досить подібною, і змінюється в межах 1,99-2,09 МПа. При цьому незначне зменшення твердості корки для всіх трьох моделей спостерігається із збільшенням висоти стовбура.

Отже, середня товщина коркового шару оксамитника амурського в 55-річних лісових культурах свіжого сугруду Західного Лісостепу становить 8-14 мм за максимальної товщини 18 мм. В умовах природного ареалу товщина корки оксамитника є в середньому в два рази більшою. Ймовірно, у 60-80-річних насадженнях товщина корки збільшується, однак такі насадження на території досліджуваного регіону відсутні.

Щільність корки у всіх досліджуваних модельних дерев зменшується із збільшенням висоти стовбура, хоча це зменшення і незначне. Щільність корки є меншою, ніж в умовах природного ареалу (0,18-0,19 проти 0,25-0,27 г/см^3), хоча така корка відзначається вищою якістю. Статична твердість корки у радіальному напрямку практично не відрізняється у всіх досліджених модельних дерев на різних висотах стовбура.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бархат амурский / А.А. Цымек, К.П. Соловьева, Л.В. Любарский, Г.М. Трегубова, С.Д. Емашев и др. / под ред. А.А. Цымека. – М.-Л. : Гослесбумиздат, 1952. – 132 с.

2. Воробьев Д.П. Дикорастущие деревья и кустарники Дальнего Востока / Д.П. Воробьев. – Л. : Изд-во "Наука", 1968. – 275 с.

3. Гордієнко Н.М. Інтродуценти в дібровах Полісся та Лісостепу України / Н.М. Гордієнко, А.О. Бондар, М.І. Гордієнко. – К. : Вид-во "Урожай", 2001. – 448 с.

4. Грабовская А.А. Березы и бархат амурский в лесных культурах юга Лесостепи / А.А. Грабовская // Лесное хозяйство : журнал. – 1952. – № 10. – С. 41-44.

5. Гурский В.В. Амурский бархат и его выращивание в лесах Украинской ССР / В.В. Гурский. – М. : Гослесбумиздат, 1950. – 44 с.

6. Дерюгина Т.Ф. Сезонный рост лиственных древесных пород / Т.Ф. Дерюгина. – Минск : Изд-во "Наука и техника", 1984. – 118 с.

7. Лесные культуры / В.В. Огиевский, И.Д. Брауде, А.Е. Дьяченко и др. / под ред. В.В. Огиевского. – М.-Л. : Гослесбумиздат, 1949. – 715 с.

8. Логгинов Б.И. Опыт выращивания культур бархата амурского / Б.И. Логгинов, М.И. Гордиенко. – М. : Изд-во "Лесн. пром-сть", 1976. – 152 с.

9. Павлов В.М. Бархат амурский и опыт его культур в Брянской и Курской областях : автореф. дисс. на соискание учен. степени канд. с.-х.наук / В.М. Павлов. – Брянск, 1964. – 22 с.

10. Перелыгин Л.М. Кора бархата / Л.М. Перелыгин. – М. : Гослесбумиздат, 1933. – 18 с.

11. Строгий С.С. Биохозяйственные очерки об амурском бархатном дереве / С.С. Строгий // Труды по прикладной ботанике, селекции и генетике. – 1933. – Вып. 1. – С. 24-51.

12. Юрків З.М. Формова різноманітність оксамитника амурського за будовою кори та перспективи використання корка / З.М. Юрків // Наукові праці Лісівничої академії наук України : зб. наук. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2010. – Вип. 8. – С. 73-76.

13. Ягниченко Н.М. Разведение бархата амурского в Украинской ССР / Н.М. Ягниченко // Сборник научных трудов Киев. лесохоз. ин-та. – 1953. – Вып. 2. – С. 68-102.

14. Якимов Ю.К. Соперница алжирской пробки – кора бархата амурского / Ю.К. Якимов. – Хабаровск : Изд-во "Дальгиз", 1934. – 32 с.

З.М. Юркив

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПРОБКИ БАРХАТА АМУРСКОГО В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОЙ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

Представлены результаты исследований физико-механических свойств пробки бархата амурского (*Phellodendron amurense* Rupr.) в лесных культурах Западной Лесостепи Украины. Результаты исследований имеют практическое и научное значение в аспекте установления целесообразности заготовки, пригодности и возможности использования в промышленных целях пробки бархата амурского.

***Ключевые слова*:** бархат амурский, пробка бархата, физико-механические свойства пробки.

Z.M. Yurkiv

PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF CORK OF VELVET AMUR IN THE WEST FOREST-STEPPE OF UKRAINE

The results of physical and mechanical properties of cork of Velvet Amur (*Phellodendron amurense* of Rupr) studies in forest plantations of West Forest-steppe of Ukraine are presented. The results of studies have practical and scientific value in the aspect of expedience establishment of harvesting, fitness and possibility of the use of Velvet Amur cork in the industrial aims.

***Keywords*:** Velvet Amur, cork of Velvet, physical and mechanical properties of cork.

4. ЛІСОВА ТАКСАЦІЯ ТА ЛІСОВПОРЯДКУВАННЯ

*УДК 630.[*5+221*76]*

Г.Г. ГРИНИК[1]

ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕОРЕТИЧНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ЯЛИНОВИХ, БУКОВИХ ТА ЯЛИЦЕВИХ ДЕРЕВОСТАНІВ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ З УРАХУВАННЯМ ОСОБЛИВОСТЕЙ РЕЛЬЄФУ

Проаналізовано показники середніх класів бонітетів для ялинових, букових і ялицевих деревостанів Українських Карпат з врахуванням особливостей рельєфу. Визначено оптимальні умови росту порід згідно зі значеннями середніх класів бонітету для ділянок з визначеними орографічними показниками.

Ключові слова: *продуктивність, середній клас бонітету, орографічні показники, ялина європейська, бук лісовий, ялиця біла.*

Вступ. Дослідження росту гірських деревостанів, порівняно із рівнинними умовами, має низку органічних особливостей, пов'язаних з рельєфом місцевості, йдеться про висоту над рівнем моря, стрімкість (крутизну) та експозицію схилу. На підставі попередньо проведених досліджень, можна дійти висновку щодо відмінностей росту окремих деревних типотвірних порід на ділянках з різними орографічними характеристиками, з огляду на їхні екологічні особливості.

Метою роботи є проаналізувати показники середніх класів бонітетів ялинових, букових та ялицевих деревостанів Українських Карпат з урахуванням особливостей гірського рельєфу місцевості та конкретизувати місця оптимальних умов росту для досліджуваних порід.

Об'єктами дослідження були ялинові, букові та ялицеві деревостани Українських Карпат. Для аналізу з повидільної бази даних ВО "Укрдержліспроект", актуальної станом на 01.01.2004 р., було відібрано ділянки з перевагою відповідних порід з урахуванням орографічних умов місцевості. У межах груп віку визначено середні значення класів бонітетів для окремих порід.

Результати досліджень. Вікова структура ялинових деревостанів така: молодняки I класу займають 30500,0 га (7,7 % від загальної площі ялинових деревостанів), молодняки II класу – 59970,4 га (15,1 %), середньовікові – 105400,9 га (26,5 %), середньовікові, взяті до розрахунку – 103198,3 га (25,9 %), пристигаючі – 49881,6 га (12,5 %), стиглі – 41462,4 га (10,4 %) та перестиглі – 7404,9 га (1,9 %); букових деревостанів – молодняки I класу займають 14134,8 га (3,86 % від загальної площі букових деревостанів), молодняки II класу – 18293,1 га (5,00 %), середньовікові – 122146,3 га (33,39 %), середньовікові, взяті до розрахунку – 73832,2 га (20,19 %), пристигаючі – 49896,4 га (13,64 %), стиглі – 53286,7 га (14,57 %) та перестиглі – 34173,9 га (9,34 %); ялицевих деревостанів – молодняки I класу займають 10301,4 га (17,76 % від загальної площі ялицевих деревостанів), молодняки II класу – 9734,6 га (16,78 %), середньовікові – 4378,6 га (7,55 %), середньовікові, взяті до розрахунку – 7712,9 га (13,30 %), пристигаючі – 8314,5 га (14,33 %), стиглі – 15139,7 га (26,10 %) та перестиглі – 15139,7 га (4,18 %).

Середні значення класів бонітету для ділянок, згрупованих за орографічними особливостями, та середнє значення для експозиції для груп віку наведено у табл. 1. Для визначення оптимальних умов росту в межах орографічних груп спробуємо здійснити порівняльний аналіз середніх значень класів бонітетів відповідних порід.

Згідно з даними табл. 1, кращими середніми показниками класу бонітету для ялинових молодняків I класу характеризуються південна, північна та південно-східна експозиції; для букових – південна та західна експозиції; для ялицевих – північна та південна експозиції.

Кращими середніми показниками класу бонітету для ялинових молодняків II класу характеризуються південно-східна та південно-західна експозиції; для букових – південна, східна та західна експозиції; для ялицевих – західна, південна та північна експозиції (табл. 1).

[1] **ГРИНИК Георгій Георгійович** – кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, доцент кафедри лісової таксації і лісовпорядкування. Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів, 79057. Тел.: +38-050-920-98-34. E-mail: juhrynyk@bigmir.net

Табл. 1. Середні класи бонітету букових, ялинових та ялицевих деревостанів Українських Карпат з урахуванням особливостей рельєфу

Породи	Молодняки I класу										Молодняки II класу									
	Орографічна характеристика схилу									Середні значення для експозиції	Орографічна характеристика схилу									Середні значення для експозиції
	Висота н.р.м., м										Висота н.р.м., м									
	300-800			801-1099			1100-1800				300-800			801-1099			1100-1800			
	Крутизна схилу, °										Крутизна схилу, °									
	0-10	11-25	26-50	0-10	11-25	26-50	0-10	11-25	26-50		0-10	11-25	26-50	0-10	11-25	26-50	0-10	11-25	26-50	
Південна експозиція																				
Бук лісовий	I,0	I,0	I,3	I^{а},9	I,3	I,6	–	–	–	I,1	I^{а},8	I^{а},8	I,2	I^{а},0	I,5	II,0	–	II,5	–	I,1
Ялина європейська	I,2	I,3	I^{а},8	I,3	I,3	I,2	I,5	I,7	I,7	I,4	I,1	I^{а},7	I,2	I,5	I,3	I,4	II,6	II,1	II,1	I,5
Ялиця біла	I,2	I,0	I,2	I,2	I,1	I^{а},9	–	I,0	–	I,1	I,3	I,2	I^{а},6	I,0	I,1	I,1	–	II,0	–	I,1
Південно-східна експозиція																				
Бук лісовий	I,1	I,1	I,6	I,2	I,3	I,2	–	II,0	II,0	I,3	I^{а},7	I^{а},8	I,5	I^{а},7	I,6	I,8	–	I,7	I^{а},5	I,3
Ялина європейська	I,5	I,2	I^{а},7	I,4	I,3	I,4	I,1	I,6	I,9	I,4	I,0	I^{а},8	I^{а},2	I,3	I,1	I,3	I,4	I,8	I,7	I,3
Ялиця біла	I,4	I,3	I,0	II,0	I,5	I^{а},9	–	I,1	–	I,3	I,5	I,3	I,6	I,7	I,4	I^{а},6	–	I,9	–	I,3
Південно-західна експозиція																				
Бук лісовий	I,2	I,2	I,0	I,2	I,2	I,4	I,0	I,8	I,5	I,2	I^{а},9	I,0	I,3	I^{а},7	I,7	II,4	–	II,5	–	I,4
Ялина європейська	I,3	I,3	I,0	I,6	I,5	I,2	I,6	I,8	I,8	I,5	I,4	I,0	I,1	I,2	I,1	I,0	I,8	I,8	I,5	I,3
Ялиця біла	I,2	I,3	I,4	I,5	I,1	I,0	–	I^{а},5	–	I,2	I,1	I,2	I,6	III,0	I,4	I,6	–	V,1	II,0	I,2
Північна експозиція																				
Бук лісовий	I,0	I,0	I,2	I,3	I,4	I,2	–	–	II,0	I,1	I^{а},3	I^{а},9	I,2	I,6	I,4	II,3	–	II,5	–	I,1
Ялина європейська	I,5	I,3	I,6	I,3	I,4	I,4	I,9	I,7	I,7	I,5	I^{а},5	I^{а},5	I,2	I,3	I,3	I,5	II,0	I,9	II,1	I,5
Ялиця біла	I,0	I,0	I,0	I^{а},9	I,1	I^{а},9	–	I,0	–	I,0	I,4	I,0	I,1	I,6	I,3	II,0	–	I^{а},3	I,0	I,2
Північно-східна експозиція																				
Бук лісовий	I,1	I,0	I^{а},8	I,6	I,6	I,4	–	II,8	I,9	I,1	I^{а},7	I^{а},9	I,2	I,5	I,5	I,4	–	II,6	I,8	I,2
Ялина європейська	I,6	I,3	I,2	I,4	I,4	I,3	II,1	I,7	I,9	I,5	I^{а},4	I^{а},7	I^{а},5	I,4	I^{а},9	I,3	II,4	II,1	II,1	I,4
Ялиця біла	I,3	I,2	I,1	I,4	I,3	I,3	–	I,0	–	I,2	I,1	I,3	I,9	II,4	I,4	II,2	–	III,9	–	I,4
Північно-західна експозиція																				
Бук лісовий	I,1	I,0	I^{а},8	I,6	I,6	I,4	–	II,8	I,9	I,1	I^{а},7	I,0	I,0	I^{а},4	I,4	I,7	–	II,1	I,8	I,2
Ялина європейська	I,3	I,2	I,1	I,3	I,3	I,5	II,6	I,7	I,9	I,5	I^{а},9	I^{а},9	I^{а},9	I,0	I,2	I,3	I,6	I,8	II,0	I,4
Ялиця біла	I,3	I,1	I^{а},7	I,1	I,2	I,3	–	I,5	I,0	I,2	I,2	I,3	I,6	I,0	I,7	I,6	–	III,5	I,0	I,3
Східна експозиція																				
Бук лісовий	I,1	I,0	I^{а},8	I,6	I,6	I,4	–	II,8	I,9	I,1	I^{а},8	I^{а},8	I^{а},9	I,4	I^{а},9	II,5	–	II,4	–	I^{а},9
Ялина європейська	I,5	I,1	I,5	I,4	I,5	I,2	I,1	I,9	I,8	I,5	I^{а},8	I^{а},9	I,0	I,2	I,3	I,5	I,4	II,2	II,2	I,6
Ялиця біла	I,2	I,5	I,1	I,3	I,0	I,1	–	I,3	–	I,3	I,7	I^{а},9	I^{а},7	I,5	I,3	II,0	–	–	–	I,2
Західна експозиція																				
Бук лісовий	I,1	I,0	I^{а},8	I,6	I,6	I,4	–	II,8	I,9	I,1	I,5	I^{а},7	I^{а},5	I,2	I,9	I,1	–	II,1	–	I,0
Ялина європейська	I,4	I,4	I^{а},9	I,7	I,2	I,5	I,8	I,7	I,8	I,5	I,0	I^{а},8	I,1	I,3	I,2	I,4	II,9	II,0	II,1	I,5
Ялиця біла	I,2	I,2	I,2	I,4	I,0	II,1	–	–	–	I,2	I^{а},8	I^{а},4	I^{а},1	I,4	I,0	I,0	–	–	–	I^{а},6

Породи	Середньовікові деревостани										Середньовікові, включені до розрахунку									
	Орографічна характеристика схилу									Середні значення для експозиції	Орографічна характеристика схилу									Середні значення для експозиції
	Висота н.р.м., м										Висота н.р.м., м									
	300-800			801-1099			1100-1800				300-800			801-1099			1100-1800			
	Крутизна схилу, °										Крутизна схилу, °									
	0-10	11-25	26-50	0-10	11-25	26-50	0-10	11-25	26-50		0-10	11-25	26-50	0-10	11-25	26-50	0-10	11-25	26-50	
Південна експозиція																				
Бук лісовий	I^{а},5	I^{а},4	I^{а},5	I^{а},8	I^{а},8	I^{а},8	I,5	I,9	II,1	I^{а},6	I^{а},6	I^{а},5	I^{а},8	I,0	I^{а},9	I,2	II,0	I,8	II,2	I^{а},7
Ялина європейська	I^{а},6	I^{а},5	I^{а},7	I^{а},9	I^{а},9	I,2	I,7	I,1	I,3	I,0	I^{а},2	I^{а},3	I^{а},7	I^{а},2	I^{а},5	I^{а},8	II,4	I,4	I,7	I^{а},8
Ялиця біла	I^{а},7	I,0	I,0	–	I,1	I^{а},0	–	–	–	I^{а},9	I^{а},8	I^{а},5	I^{а},5	I^{а},2	I^{а},5	I,6	–	I,5	–	I^{а},6
Південно-східна експозиція																				
Бук лісовий	I^{а},4	I^{а},6	I^{а},8	I,1	I,0	I,2	I,4	I,5	I,2	I^{а},8	I^{а},4	I^{а},6	I^{а},8	I,5	I,1	I,1	I,5	I,4	I,8	I^{а},8
Ялина європейська	I^{а},8	I^{а},7	I^{а},4	I,1	I^{а},7	I^{а},7	I,7	I^{а},8	I,1	I^{а},8	I^{а},3	I^{а},4	I^{а},4	I^{а},3	I^{а},3	I^{а},4	I,5	I,4	I,5	I^{а},6
Ялиця біла	I,0	I^{а},9	I,7	I,7	I,1	I^{а},9	–	–	–	I,0	I^{а},8	I^{а},7	I^{а},7	I^{а},6	I^{а},9	I,0	–	II,0	II,1	I^{а},8
Південно-західна експозиція																				
Бук лісовий	I^{а},7	I^{а},6	I^{а},6	I^{а},7	I,0	I,0	I,4	I,7	I,5	I^{а},7	I^{а},4	I^{а},8	I,0	I,2	I,1	I,3	–	I,4	I,7	I^{а},9
Ялина європейська	I^{а},7	I^{а},6	I^{а},3	I^{а},6	I^{а},8	I^{а},8	I,7	I^{а},9	I,1	I^{а},8	I^{а},5	I^{а},4	I^{а},6	I^{а},4	I^{а},3	I^{а},6	II,0	I,3	II,0	I^{а},8
Ялиця біла	I^{а},9	I^{а},8	I^{а},8	I,2	I,0	I,0	–	–	–	I^{а},9	I^{а},7	I^{а},9	I^{а},9	I,0	I,0	I,2	–	I,2	I,4	I^{а},9
Північна експозиція																				
Бук лісовий	I^{а},4	I^{а},4	I^{а},7	I^{а},8	I^{а},8	I,0	I,3	I,6	I,6	I^{а},6	I^{а},7	I^{а},5	I^{а},6	I^{а},8	I,0	I,2	II,0	II,0	I,6	I^{а},6
Ялина європейська	I^{а},4	I^{а},4	I^{а},5	I^{а},2	I,1	I,0	I,1	I,1	I,3	I,0	I^{а},2	I^{а},3	I^{а},4	I^{а},5	I^{а},4	I^{а},8	I,5	I,3	I,7	I^{а},8
Ялиця біла	I^{а},9	I^{а},3	I^{а},0	II,0	I,5	II,0	–	–	–	I^{а},6	I^{а},7	I^{а},6	I^{а},7	I,3	I^{а},4	I^{б},9	–	I,4	–	I^{а},6
Північно-східна експозиція																				
Бук лісовий	I^{а},4	I^{а},5	I^{а},6	I,1	I^{а},8	I,1	I,9	I,6	I,9	I^{а},7	I^{а},6	I^{а},5	I^{а},7	I,0	I,0	I,5	–	I,7	I,9	I^{а},8
Ялина європейська	I^{а},8	I^{а},4	I^{а},1	I^{а},9	I^{а},8	I^{а},6	I,1	I^{а},9	I^{а},9	I^{а},8	I^{а},6	I^{а},4	I^{а},1	I^{а},2	I^{а},4	I^{а},4	I,1	I,3	I,7	I^{а},7
Ялиця біла	I^{а},9	I^{а},8	I^{а},7	I,0	I,1	I,0	–	–	–	I^{а},8	I^{а},4	I^{а},9	I^{а},6	I^{а},6	I^{а},8	I^{а},3	–	I,5	–	I^{а},8
Північно-західна експозиція																				
Бук лісовий	I^{а},7	I,0	I,0	I^{а},4	I,4	I,7	–	II,1	I,8	I,2	I^{а},6	I^{а},4	I^{а},7	I^{а},8	I^{а},8	I,2	II,2	I,7	I,7	I^{а},7
Ялина європейська	I^{а},9	I^{а},4	I^{а},2	I,1	I^{а},7	I^{а},7	I,4	I^{а},9	I^{а},8	I^{а},7	I^{а},4	I^{а},3	I^{а},2	I^{а},5	I^{а},2	I^{а},6	II,1	I,4	I,5	I^{а},6
Ялиця біла	I^{а},9	I^{а},8	I,0	I,0	I^{а},9	I^{а},2	–	–	–	I^{а},8	I^{а},7	I^{а},8	I^{а},2	I,0	I,2	I^{а},4	–	I,4	I,0	I,0
Східна експозиція																				
Бук лісовий	I^{а},5	I^{а},6	I^{а},6	I^{а},9	I,0	I,0	I,6	I,1	II,3	I^{а},7	I,0	I^{а},5	I^{а},7	I^{а},6	I,2	I,7	III,0	II,0	II,5	I^{а},8
Ялина європейська	I^{а},6	I^{а},5	I^{а},2	I^{а},7	I^{а},9	I^{а},9	I,1	I,0	I,4	I^{а},9	I^{а},3	I^{а},4	I^{а},5	I^{а},4	I^{а},4	I^{а},9	II,3	I,5	I,7	I^{а},8
Ялиця біла	I^{а},8	I^{а},6	I^{а},0	–	I,2	–	–	–	–	I^{а},7	I^{а},7	I^{а},6	I^{а},8	–	I,4	I,0	–	I,4	I,0	I,0
Західна експозиція																				
Бук лісовий	I^{а},6	I^{а},5	I^{а},6	I^{а},9	I^{а},7	I,1	–	I,9	I,8	I^{а},6	I^{а},9	I^{а},6	I^{а},9	I,8	I,4	I,1	–	I,8	II,4	I^{а},9
Ялина європейська	I^{а},7	I^{а},3	I^{а},5	I^{а},7	I^{а},8	I^{а},5	I,0	I,0	I,3	I^{а},8	I^{а},6	I^{а},2	I^{а},3	I^{а},5	I^{а},4	I^{а},8	II,6	I,9	I,6	I^{а},9
Ялиця біла	I^{а},6	I^{а},7	I^{б},6	–	I,5	I,1	–	–	–	I^{а},7	I^{а},3	I^{а},6	I^{а},6	I,0	I,0	–	–	I,2	–	I^{а},7

Продовження табл. 1

Породи	Пристигаючі деревостани										Стиглі деревостани										Перестиглі деревостани									
	Орографічна характеристика схилу									Середні значення для експозиції	Орографічна характеристика схилу									Середні значення для експозиції	Орографічна характеристика схилу									Середні значення для експозиції
	Висота н.р.м., м										Висота н.р.м., м										Висота н.р.м., м									
	300-800			801-1099			1100-1800				300-800			801-1099			1100-1800				300-800			801-1099			1100-1800		
	Крутизна схилу, °										Крутизна схилу, °										Крутизна схилу, °									
	0-10	11-25	26-50	0-10	11-25	26-50	0-10	11-25	26-50		0-10	11-25	26-50	0-10	11-25	26-50	0-10	11-25	26-50		0-10	11-25	26-50	0-10	11-25	26-50	0-10	11-25	26-50	
Південна експозиція																														
Бук лісовий	I[а],5	I[а],6	I[а],7	I,4	I,0	I,7	II,0	I,7	II,2	I[а],7	I[а],7	I[а],7	I,1	I,4	I,7	I,8	II,0	II,4	II,3	I,3	I,1	I,0	I,4	I,1	I,7	I,5	–	II,7	II,4	I,5
Ялина європейська	I[а],0	I[а],2	I[а],9	I[а],4	I[а],5	I[а],9	II,6	II,0	II,1	I[а],9	I6,9	I[а],2	I[а],8	I[а],7	I[а],6	I,0	III,4	II,8	II,8	I,3	I,0	I[а],6	–	–	I[а],7	I,5	V,0	II,6	II,1	II,0
Ялиця біла	I[а],6	I[а],6	I[а],6	I[а],5	I[а],5	I,1	–	–	–	I[а],6	I[а],9	I[а],7	I[а],9	I,0	I[а],7	I[а],6	–	–	–	I[а],7	I[в],0	I[а],8	I[а],6	I,0	I,2	I,0	–	–	–	I,0
Південно-східна експозиція																														
Бук лісовий	I[а],7	I[а],7	I,2	I,6	I,2	I,5	III,0	II,0	II,5	I,0	I,1	I,0	I,4	I,9	I,6	I,8	III,7	I,8	II,2	I,5	I,6	I,5	I,7	II,5	I,8	I,8	III,4	II,4	II,5	I,9
Ялина європейська	I[а],2	I[а],5	I[а],7	I[а],7	I[а],3	I[а],4	I,6	I,9	II,2	I[а],8	I[а],2	I[а],4	I[а],9	I[а],5	I[а],7	I,0	III,2	II,3	II,4	I,4	–	I,0	I[а],6	I[а],0	I,5	I,5	–	I,8	II,1	I,7
Ялиця біла	I[а],8	I[а],8	I[а],7	II,8	I,1	I[а],9	–	–	–	I[а],9	I,0	I,0	I[а],8	I,4	I,1	I,2	–	–	–	I,0	–	I[а],6	I[а],4	I,0	I,4	I[а],9	–	–	–	I[а],9
Південно-західна експозиція																														
Бук лісовий	I[а],5	I[а],7	I,0	I,0	I,2	I,2	–	II,4	I,1	I[а],9	I[а],7	I,1	I,2	II,0	I,7	I,7	I,0	II,1	II,4	I,5	I,2	I,3	I,4	I,9	I,6	I,8	II,0	II,0	II,4	I,8
Ялина європейська	I[а],1	I[а],4	I[а],4	I[а],3	I[а],2	I[а],8	II,3	II,4	II,6	I,1	I[б],9	I[а],4	I[а],5	I[а],3	I[а],5	I[а],9	II,2	II,3	II,6	I,3	–	I[а],9	I,5	I,0	I,7	I,4	–	II,1	II,4	II,1
Ялиця біла	I,2	I,1	I[а],8	I,0	I[а],6	I[а],9	I,0	–	IV,0	I,0	I,2	I[а],9	I[а],6	II,0	I[а],8	I,2	–	II,0	I[а],5	I[а],9	II,0	I[а],9	I,0	–	I[а],8	I,0	–	–	–	I[а],9
Північна експозиція																														
Бук лісовий	I[а],3	I[а],6	I[а],7	I,2	I[а],9	I,1	I,2	II,3	II,0	I[а],7	I[а],5	I[а],8	I[а],8	I,1	I,8	I,6	II,0	II,3	II,2	I,2	I[а],9	I,0	I,1	I,7	I,6	I,6	–	I,6	II,5	I,5
Ялина європейська	I[а],3	I[а],0	I[а],1	I[а],4	I[а],6	I[а],9	II,7	I,9	II,1	I[а],7	I[а],3	I[а],2	I[а],7	I[а],4	I[а],6	I,0	I,9	II,4	II,5	I,0	–	I[а],1	I,3	–	I,0	I,2	II,0	I,9	II,1	I,8
Ялиця біла	I[а],9	I[а],5	I[а],3	I[а],6	I[а],7	I,7	–	–	–	I[а],6	I[а],9	I[а],6	I[а],7	I,0	I[а],7	I,0	–	–	–	I[а],7	I[б],0	I[а],7	I[а],8	–	I,0	I[а],7	–	–	–	I[а],8
Північно-східна експозиція																														
Бук лісовий	I[а],6	I[а],7	I,0	I,3	I,1	I,4	–	I,9	II,9	I[а],9	I[а],5	I[а],9	I,2	I,7	I,8	I,7	III,0	II,5	II,4	I,4	I[а],7	I,2	I,4	II,0	I,6	I,8	III,9	II,0	II,3	I,7
Ялина європейська	I[а],5	I[а],3	I[а],3	I[а],5	I[а],6	I[а],7	II,5	II,0	II,6	I,1	I[а],2	I[а],3	I[а],7	I[а],1	I[а],6	I[а],8	II,9	II,2	II,0	I,3	–	I[а],5	I[а],7	II,2	I,2	I,8	IV,0	II,4	I,7	I,9
Ялиця біла	I[а],8	I[а],7	I[а],8	I,0	I[а],9	I,4	–	–	–	I[а],8	I,0	I[а],9	I[а],7	I,0	I,0	I[а],7	–	–	–	I[а],9	–	I[а],9	I[а],8	–	I,4	I[а],6	–	–	–	I[а],8
Північно-західна експозиція																														
Бук лісовий	I[а],6	I[а],6	I[а],9	I,1	I,0	I,6	–	II,0	II,7	I[а],9	I[а],6	I[а],8	I,1	I,9	I,6	I,7	–	II,3	II,3	I,3	II,0	I,5	I,0	I,5	I,7	I,7	–	II,5	II,4	I,7
Ялина європейська	I[а],4	I[а],3	I[а],5	I[а],3	I[а],4	I[а],6	I,6	II,2	II,5	I[а],9	I[б],8	I[а],4	I[а],5	I[а],0	I[а],7	I[а],8	III,1	II,4	II,3	I,3	–	I[а],6	I[а],9	I,0	I,3	I,4	–	II,1	II,0	I,8
Ялиця біла	I[а],9	I[а],7	I[а],7	I[а],7	I[а],7	I[а],4	I,0	I[а],2	I,0	I[а],7	I,2	I[а],9	I[а],9	II,6	I,0	I[а],9	–	–	–	I[а],9	–	I[а],3	I[а],2	–	I[а],9	I,0	–	I,0	I,8	I[а],7
Східна експозиція																														
Бук лісовий	I[а],7	I[а],5	I,1	I,0	I,2	I,9	–	II,8	II,0	I[а],9	I,2	I[а],9	I,3	I,8	I,8	I,7	–	II,6	II,2	I,4	I,1	I,1	I,1	II,0	I,8	I,4	–	II,5	II,0	I,5
Ялина європейська	I[а],4	I[а],1	I[а],3	I[а],3	I[а],5	I[а],6	II,0	II,1	II,9	I[а],8	I,1	I[а],3	I[а],7	I,1	I[а],7	I,3	II,8	II,6	II,4	I,5	–	–	–	–	I,5	I,6	–	I,9	I,9	I,9
Ялиця біла	I[а],9	I[а],6	I,3	–	I[а],1	I,4	–	–	–	I[а],6	I,0	I[а],8	I[а],8	I[а],1	I,3	I,0	–	–	–	I[а],9	–	I[а],3	II,0	–	I,5	I[а],8	–	–	–	I,0
Західна експозиція																														
Бук лісовий	I[а],4	I[а],5	I,1	I,6	I,3	I,5	–	I,3	II,5	I[а],9	I[а],8	I[а],9	I,0	I,1	I,5	I,4	–	II,4	II,3	I,3	II,0	I[а],8	I,3	I,5	I,5	I,8	–	II,3	II,6	I,6
Ялина європейська	I[б],5	I[а],2	I,4	I[а],3	I[а],3	I[а],8	II,4	I,9	II,9	I,0	I[б],2	I[а],6	I[а],6	I[а],6	I[а],5	I,0	II,3	II,3	II,9	I,4	–	I,3	–	–	I,8	I,6	V,0	II,2	II,3	II,2
Ялиця біла	I[а],8	I[а],9	I[а],6	–	I,2	I,0	–	–	–	I[а],9	I,1	I[а],9	I,1	–	I[а],5	I,5	–	–	–	I[а],8	–	I,0	I[а],4	–	I,0	I[а],9	–	–	–	I[а],8

Згідно з даними табл. 1, кращими середніми показниками класу бонітету для середньовікових ялинових деревостанів характеризується північно-західна експозиція, однаковими усередненими значеннями класу бонітету характеризуються відразу кілька експозицій: південно-східна, південно-західна, північно-східна та західна експозиції; для букових – південна та західна експозиції; для ялицевих – північна, західна, північно-західна та південна експозиції.

Кращими середніми показниками класу бонітету для середньовікових ялинових деревостанів, взятих до розрахунку, характеризуються південно-східна та північно-західна експозиції; для букових – південна та північна експозиції; для ялицевих – північна, південна та західна експозиції (табл. 1).

Згідно з даними табл. 1, кращими середніми показниками відносної повноти та класу бонітету для пристигаючих ялинових деревостанів характеризуються східна, південно-східна та північна експозиції; для букових – південна та північна експозиції; для ялицевих – південна, північна та східна експозиції.

Кращими середніми показниками відносної повноти та класу бонітету для стиглих ялинових деревостанів характеризуються південна та північна експозиції; для букових – південна, північна та східна експозиції; для ялицевих – південна, північна та західна експозиції (табл. 1).

Табл. 2. Розподіл порід кращих середніх класів бонітету

Орографічна характеристика схилу								
Висота н.р.м., м								
300-800			801-1099			1100-1800		
Крутизна схилу, °								
0-10	11-25	26-50	0-10	11-25	26-50	0-10	11-25	26-50
Південна експозиція								
Бкл, Ялє	Бкл, Ялє	Яцб, Бкл	Бкл, Ялє	Яцб, Бкл	Яцб, Ялє	Ялє, Бкл	Ялє, Бкл, Яцб	Ялє
Південно-східна експозиція								
Бкл, Ялє	Бкл, Ялє	Ялє, Яцб	Бкл, Ялє	Ялє, Яцб	Яцб, Ялє	Ялє, Бкл	Ялє, Бкл, Яцб	Ялє, Бкл
Південно-західна експозиція								
Бкл, Ялє	Бкл, Ялє	Бкл, Ялє	Ялє, Бкл	Ялє, Яцб, Бкл	Ялє, Яцб	Бкл, Ялє	Ялє, Яцб, Бкл	Ялє, Яцб
Північна експозиція								
Бкл, Ялє, Яцб	Яцб, Ялє	Яцб, Ялє	Ялє, Яцб	Яцб, Ялє	Ялє, Яцб	Ялє	Ялє, Яцб, Бкл	Ялє, Бкл
Північно-східна експозиція								
Бкл, Ялє	Ялє, Бкл	Ялє	Ялє, Бкл	Ялє	Ялє, Яцб	Ялє	Ялє, Бкл	Ялє
Північно-західна експозиція								
Бкл, Ялє	Бкл, Ялє	Ялє, Яцб	Ялє, Бкл	Ялє, Яцб	Яцб, Ялє	Ялє, Бкл	Ялє, Бкл	Яцб, Ялє
Східна експозиція								
Бкл, Ялє	Бкл, Ялє, Яцб	Ялє, Бкл, Яцб	Ялє, Яцб	Ялє, Яцб, Бкл	Ялє, Яцб	Ялє	Ялє, Яцб	Ялє, Бкл, Яцб
Західна експозиція								
Бкл, Яцб, Ялє	Ялє, Бкл, Яцб	Ялє, Яцб, Бкл	Ялє, Бкл	Ялє, Яцб, Бкл	Ялє, Яцб, Бкл,	Ялє	Ялє, Яцб, Бкл	Ялє, Бкл

Згідно з даними табл. 1, кращими середніми показниками відносної повноти та класу бонітету для перестиглих ялинових деревостанів характеризуються південно-східна, північна та північно-західна експозиції; для букових – південна, північна та східна експозиції; для ялицевих – північно-західна, північна та північно-східна експозиції.

Кращими середніми показниками відносної повноти та класу бонітету для перестиглих ялинових деревостанів характеризуються південно-східна, північна та північно-західна експозиції; для букових – південна, північна та східна експозиції; для ялицевих – північно-західна, північна та північно-східна експозиції (табл. 1).

Беручи до уваги усереднені значення класів бонітетів для деревостанів з перевагою бука лісового, ялини європейської та ялиці білої різних груп віку на різних гіпсометричних рівнях і схилах різної експозиції та стрімкості пропонуємо узагальнену таблицю розподілу деревостанів цих порід у місцевостях з відповідними орографічними показниками, клас бонітету яких у конкретних умовах упродовж усього періоду росту є вищим, порівняно із іншими породами (табл. 2).

У випадку, коли значення середніх класів бонітетів кількох порід є достатньо високими або суттєвої різниці між ними немає, у комірках таблиці розташовуємо кілька порід за спаданням значення класу бонітету. У цьому випадку можна рекомендувати в конкретних умовах створювати мішані деревостани, де вибір головної породи залежить від типу лісорослинних умов. Як домішку потрібно використовувати породи, клас бонітету яких є високим для конкретних орографічних умов місцевості.

Висновки. Кращими середніми показниками класу бонітету досліджувані деревостани характеризуються на схилах таких експозицій: *ялинові* – південно-східної – для II, III, IV, V та VII груп віку; північної – для I, V, VI та VII груп віку; південно-західної – для II, III та IV груп віку; північно-східної та північно-західної – для III та IV груп віку, південної – для I та VI груп віку; *букові* – південної всіх груп віку; північної – для IV, V та VI груп віку; західної – для II, III, IV та VI груп віку; східної – для II та VII груп віку; *ялицеві* – північної і південної експозицій для всіх груп віку; північно-східної – для VII групи віку; північно-західної – для III та VII груп віку; східної – для V групи віку, західної – для II, III, IV та VI груп віку.

Для висотного діапазону 300-800 м н.р.м. кращими показниками середнього класу бонітету відзначаються *ялинові деревостани*, розташовані на західних, південних та північних схилах стрімкістю 11-25 °; на північних – стрімкістю 0-10 °; на південно-західних, північно-східних, північно-західних, північно-східних та східних – 0-50 °; *букові деревостани* – на західних, південних та південно-східних схилах стрімкістю до 26 °; на північних – стрімкістю 0-10 °; на південно-західних, північно-західних, північно-східних та східних – стрімкістю 0-50 °; *ялицеві деревостани* – на схилах південно-східної, південно-західної, північної та східної експозицій стрімкістю 11-50 °; на північно-східних схилах – стрімкістю 0-10 ° та 25-50 °; на південних – стрімкістю 0-25 °; на північно-західних та західних – 0-50 °.

Загалом для ялинових деревостанів, розташованих на південно-західних, південно-східних та північно-східних схилах з висотою 801-1099 м н.р.м., спільним є добрий ріст та розвиток незалежно від стрімкості схилу, оптимальними умовами росту характеризуються ділянки стрімкістю до 26 ° південних, північних та північно-західних експозицій. Ділянки, розташовані на західних та східних схилах, характеризуються кращими умовами росту ялинових деревостанів зі стрімкістю схилів 11-25 °. Для ділянок, розташованих на західних, східних, північних, північно-східних та півден-

но-східних схилах, спільним є добрий ріст та розвиток букових деревостанів незалежно від стрімкості схилу. Оптимальними умовами росту характеризуються ділянки зі стрімкістю до 26 ^{o} на схилах південної, південно-західної та північно-західної експозицій. Для ялицевих деревостанів, розташованих на південних, південно-східних, північно-західних, східних та західних схилах, спільним є кращий ріст та розвиток на схилах стрімкістю 11-50 °, а оптимальними умовами росту характеризуються ділянки північних експозицій зі стрімкістю схилів до 26 °. На ділянках, розташованих на південно-західних схилах, кращі умови росту для ялицевих деревостанів складаються на схилах стрімкістю 11-25 °. Розташовані на північно-східних схилах ділянки характеризуються оптимальними умовами росту незалежно від стрімкості схилу.

Для висотного діапазону 1100-1800 м н.р.м. кращими показниками середнього класу бонітету відзначаються ялинові деревостани, розташовані на південно-західних, південно-східних та східних схилах стрімкістю 0-25 ^{o}; на північних та західних – стрімкістю 11-25 ^{o}; на північно-західних та північно-східних – стрімкістю 0-50 ^{o}. На південних схилах із збільшенням віку простежується поступова зміна оптимуму умов росту в молодому віці за стрімкості 0-10 ^{o}, для середньовікових та пристигаючих деревостанів – 11-25 ^{o} та для стиглих і перестиглих – 25-50 ^{o}.

Букові деревостани розташовані на західних, південно-східних, північно-західних, північно-східних та східних схилах стрімкістю понад 10 ^{o}; на південних та південно-західних – стрімкістю 0-50 ^{o}; на північних – стрімкістю до 11 ^{o}. Ялицеві деревостани розташовані на південних та північних схилах стрімкістю 11-25 °; на південно-західних та північно-західних – стрімкістю 26-50 °.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бигун Н.Ю. Ельники буковой зоны Карпат / Н.Ю. Бигун. – Ужгород : Изд-во "Карпаты", 1990. – 125 с.

2. Бродович Р.І. Сучасний стан та науково-обґрунтована стратегія відтворення ялицевих лісів Українських Карпат / Р.І. Бродович, Т.М. Порада, І.П. Равлюк // Науковий вісник УкрДЛТУ : зб. наук.-техн. праць. – Львів : Вид-во УкрДЛТУ. – 2003. – Вип. 13.3. – С. 199-206.

3. Генсірук С.А. Ліси України / С.А. Генсірук. – К. : Вид-во "Наук. думка", 1992. – 408 с.

4. Голубец М.А. Ельники Украинских Карпат / М.А. Голубец. – К. : Вид-во "Наук. думка", 1978. – 264 с.

5. Голубец М.А. Пихтовые леса (формация Abieta) / М.А. Голубец, А.Н. Гаврусевич, И.К. Загайкевич и др. // Украинские Карпаты. Природа. – К. : Вид-во "Наук. думка", 1988. – С. 86-91.

6. Гриник Г.Г. Лісівничо-таксаційна характеристика букових деревостанів Українських Карпат з урахуванням орографічних особливостей / Г.Г. Гриник // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2011. – Вип. 21.11. – С. 71-82.

7. Гриник Г.Г. Лісівничо-таксаційна характеристика ялинових деревостанів Українських Карпат з урахуванням особливостей рельєфу / Г.Г. Гриник // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2011. – Вип. 21.12. – С. 12-24.

8. Гриник Г.Г. Лісівничо-таксаційна характеристика ялицевих деревостанів Українських Карпат з урахуванням особливостей рельєфу / Г.Г. Гриник // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2011. – Вип. 21.13. – С. 17-28.

9. Маркив П.Д. Продуктивность горных пихтовых лесов Карпат / П.Д. Маркив, А.И. Питикин // Лесное хозяйство : журнал. – 1990. – № 12. – С. 16-18.

10. Мелехов И.С. Проблемы повышения продуктивности горных лесов / И.С. Мелехов // Проблемы комплексных лесных предприятий в Карпатах. – Ужгород : Изд-во "Карпаты", 1969. – С. 67-86.

Г.Г. Грынык

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ЕЛОВЫХ, БУКОВЫХ И ПИХТОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ УКРАИНСКИХ КАРПАТ С УЧЕТОМ ОСОБЕННОСТЕЙ РЕЛЬЕФА

Проанализированы показатели средних классов бонитетов для еловых, буковых и пихтовых древостоев Украинских Карпат с учетом особенностей рельефа. Определены оптимальные условия роста пород согласно значений средних классов бонитета для участков с определенными орографическими показателями.

***Ключевые слова*:** горные древостои, производительность, средний класс бонитета, орографические показатели, ель европейская, бук лесной, пихта белая.

H.H. Hrynyk

COMPARATIVE CHARACTERISTIC OF THE THEORETICAL PRODUCTIVITY OF SPRUCE, BEACH AND SILVER FIR FOREST STAND OF THE UKRAINIAN CARPATHIANS TAKING INTO ACCOUNT OF FEATURES RELIEF

The indexes of middle stand quality classes are analysed for a spruce, beach and silver fir forest stand of the Ukrainian Carpathians are estimated taking into account the features of relief. Optimal conditions for growth of tree species in obedience to the values of middle stand quality classes for areas with certain orographic indexes.

Keywords: mountain forest stand, productivity, middle stand quality class, orographic indexes, Norway spruce, common beech, silver fir.

*УДК 630*81*

***Ю.М. ДЕБРИНЮК*[1], *М.М. КОРОЛЬ*[2]**

ДО ПИТАННЯ ПРО ОПТИМІЗАЦІЮ ГУСТОТИ ЯЛИНОВИХ ДЕРЕВОСТАНІВ У ЗАХІДНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Наведено результати оптимізації густоти штучних ялинників у різних типах лісорослинних умов через визначення площі поперечного перерізу дерев. Встановлено залежність зміни поточного приросту за запасом стовбурової деревини від оптимальної площі поперечного перерізу. Моделювання показників росту за густотою з визначенням меж оптимальної та критичної площ поперечного перерізу дає змогу здійснити реальний часовий прогноз росту і продуктивності плантаційних лісових культур ялини європейської.

Ключові слова: *ялина європейська, густота, ріст, моделювання.*

Вступ. Важливим лісівничим аспектом успішного росту лісових насаджень, зокрема і плантаційного спрямування, є густота деревостанів. Проте біологічні об'єкти – явище динамічне, і в природі часто не просто знайти насадження, яке мало б оптимальну структуру і густоту. Тому показник абсолютного біологічного оптимуму густоти загалом є поняттям теоретичним, оскільки неможливо досягнути абсолютної єдності між постійно змінюваними вимогами рослини та екологічними особливостями типів лісорослинних умов [5]. З огляду на це, в практичній діяльності краще оперувати показниками густоти деревостанів, максимально наближеними до оптимальних [3, 6]. Математична модель при цьому стає основою для вибору науково обґрунтованих рішень щодо оптимізації вибраних ознак. Тому важливою метою вивчення продуктивності плантаційних лісових культур (ПЛК) є створення такої моделі, яка б відображала вікові особливості росту досліджуваної породи, динаміку її густоти під час культивування у різних типах лісорослинних умов.

Вивчення динаміки густоти ялинників за типами лісорослинних умов у Західному Лісостепу показало дуже високу варіабельність цього показника [2]. У всіх вікових групах ялинових насаджень існують деревостани з надзвичайно різною густотою. При цьому зони регресії є дуже широкими, що зумовлено, насамперед, причинами антропогенного характеру. Звертає на себе увагу стрімке зниження показника густоти ялинників в період 12-20 років в усіх досліджених типах лісорослинних умов. Відкрите Л.А. Кайрюкштисом та ін. [1983] явище "стресу" дає підставу зробити припущення, що початково густе насадження доглядовими рубаннями можна довести до густоти, близької до оптимальної, і підтримувати її на такому рівні стосовно мети вирощуваних насаджень.

Метою роботи було здійснення моделювання густоти ялинових насаджень впродовж періоду лісовирощування на основі показника площі поперечного перерізу дерев, а також встановлення залежності зміни поточного приросту за запасом від оптимальної абсолютної повноти деревостану.

Об'єкти та методика. Об'єктом дослідження визначено насадження ялини європейської за участі породи в складі не менше ніж 80 %, які ростуть у свіжих і вологих сугрудах та грудах Західного Лісостепу України. Для моделювання густоти ялинових деревостанів використано нелінійні функції, випробувані західноєвропейськими вченими [7-11], які адекватно описують закономірності зміни густоти насаджень, а також низки таксаційних показників з віком.

Адекватність моделей у всіх випадках визначали за квадратами різниці між фактичними і модельними значеннями (суми найменших квадратів), коефіцієнтом детермінації (R^2) лінійного зв'язку між фактичними і модельними значеннями та коефіцієнтом адекватності моделі θ.

В основу розрахунку густоти плантаційних культур покладено такі положення: а) початкова густота ПЛК ялини повинна бути високою, щоб досягнути швидкого зімкнення, зменшити витрати на агротехнічні догляди та мати можливість додаткового прибутку (реалізація новорічних ялинок); б) ПЛК повинні мати максимальний приріст стовбурової деревини; в) для забезпечення біологічної стійкості плантаційних культур та інтенсивного приросту деревини необхідно проводити регулярні розрідження плантаційних культур, дотримуючись рівномірного розміщення дерев у насадженні.

Результати дослідження. Густота деревостанів ялини на різних етапах росту значною мірою впливає не лише на показники висоти, діаметра, запасу стовбурової деревини, але й на стійкість самих насаджень. Значні відхилення густоти від оптимального показника зумовлюють зниження біологічної стійкості, істотні втрати у запасах деревини. Так, Х.О. Томазіус [7] допускав можливість втрати річного приросту в 5 % внаслідок відхилення від показника N_{opt} в бік більшої

[1] **ДЕБРИНЮК Юрій Михайлович** – дійсний член Лісівничої академії наук України, академік-секретар ЛАН України, доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри лісових культур і лісової селекції. Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів, 79057. Тел.: (032) 235-30-12, +38-067-195-78-36. E-mail: debrynuk_ju@ukr.net

[2] **КОРОЛЬ Микола Михайлович** – кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри лісової таксації та лісовпорядкування. Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів, 79057. Тел.: +38-067-67-02-055. E-mail: nikkorol@ukr.net

або меншої кількості дерев ялини на 1 га на ± 35-37 %, а відношення показників густоти N_{max} до N_{min} при цьому буде дорівнювати 2,1. У такому випадку верхній рівень густоти можна розглядати як "екологічну межу", а нижній – як "економічну межу" [8].

Близьку до оптимальної густоту ялинових культур впродовж періоду лісовирощування доцільно визначати через площу поперечного перерізу дерев G ($м^2$/га), яка змінюється разом із всіма іншими параметрами деревостану [Эдер, Петри, 1987]. Обравши оптимальне значення площі перерізу в певному віці, можна встановити і близьку до оптимальної густоту ялинового деревостану, виходячи із принципу рівномірності розміщення дерев на ділянці.

Для визначення показника G_{opt} використано відому формулу для визначення запасу ($M = GHf$), де $G_{opt} = M_{opt}/H_{opt} \cdot F_{вир}$. При цьому показник $F_{вир.}$ вирівнюється функцією на основі фактичного видового числа ($F_{факт.}$). Як приклад, наведено параметри моделей ялинових насаджень в умовах вологого сугруду Західного Лісостепу (табл.).

Табл. Параметри моделей ялинових насаджень в умовах вологого сугруду Західного Лісостепу

A, років	M_{opt}, $м^3$/га	H_{opt}, м	$F_{факт}$	$F_{вирівн.}$	G_{opt}, $м^2$/га	D_{opt}, см	N_{opt}, шт./га	$N_{кр.}$, шт./га	$G_{кр.}$, $м^2$/га
5	7,5	3,5	0,762	0,779	2,773	2,7	4966	-	-
10	42,3	6,8	0,590	0,606	10,309	5,8	3839	-	3,1
15	105,2	9,9	0,543	0,548	19,402	9,1	3011	1482	9,6
20	187,3	12,8	0,520	0,520	28,176	12,2	2419	1400	16,3
25	278,8	15,4	0,506	0,504	35,851	15,2	1989	1246	22,5
30	371,7	17,9	0,497	0,493	42,214	18,0	1667	1093	27,7
35	460,5	20,1	0,490	0,485	47,322	20,6	1422	960	31,9
40	542,1	22,0	0,484	0,480	51,339	23,0	1232	847	35,3
45	614,9	23,7	0,480	0,476	54,456	25,3	1082	754	38,0
50	678,5	25,3	0,476	0,472	56,854	27,4	963	677	40,0
55	733,1	26,6	0,473	0,470	58,690	29,4	866	613	41,6
60	779,5	27,7	0,470	0,468	60,095	31,2	788	560	42,8
65	818,5	28,7	0,467	0,467	61,173	32,8	723	516	43,7
70	851,0	29,5	0,465	0,465	62,003	34,4	669	479	44,4
75	878,0	30,2	0,463	0,465	62,649	35,8	624	448	45,0
80	900,3	30,7	0,461	0,464	63,157	37,0	586	421	45,4
85	918,6	31,2	0,459	0,463	63,562	38,2	554	399	45,7
90	933,7	31,6	0,458	0,463	63,889	39,3	527	379	46,0

На основі отриманого показника G_{opt} існує можливість змоделювати криву оптимальної площі перерізу у віковій динаміці (рис. 1). На основі показника критичної густоти ($N_{кр}$) отримано критичну площу абсолютної повноти ($G_{кр.}$). Досягнення показника площі перерізу нижче від критичної межі переводить високопродуктивні деревостани у розладнані низькоповнотні.

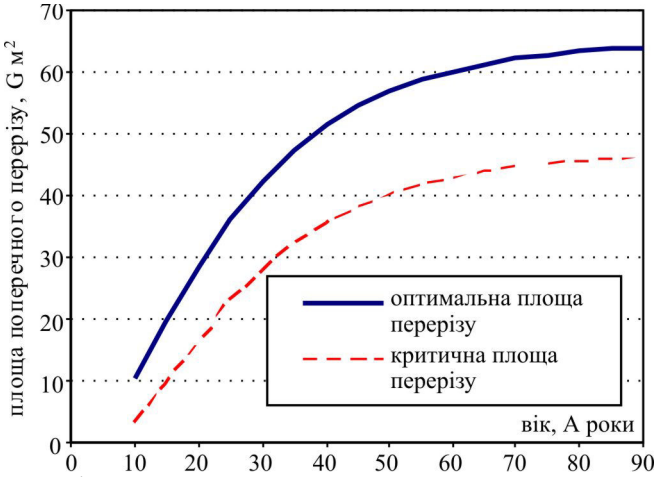


Рис. 1. Динаміка змодельованих оптимальної та критичної площ поперечного перерізу чистих ялинових насаджень в умовах C_3 Західного Лісостепу

За Н.П. Георгієвським [1], густота, яка забезпечує максимальний поточний приріст, є оптимальною. Тому досліджували динаміку поточного приросту за запасом, виходячи із показника M_{opt}. Побудована крива показує стрімке зростання показника $Z_m^{пот}$ в умовах C_3 до 30-річного віку, після чого спостерігаємо його плавне зниження із збільшенням віку (рис. 2). Отже, чисті ялинники в умовах вологого сугруду в позаареальних умовах вже після 30 років починають поступово втрачати інтенсивність росту.

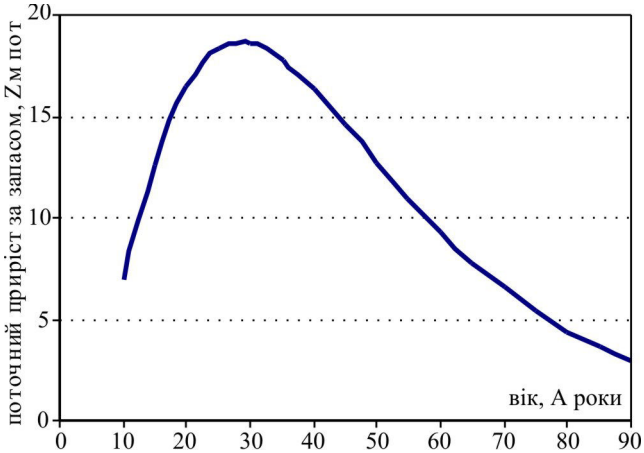


Рис. 2. Зміна поточного приросту за запасом стовбурової деревини ялини в умовах C_3 чистих насаджень Західного Лісостепу

Важливим є встановлення залежності зміни поточного приросту за запасом від оптимальної площі поперечного перерізу (рис. 3). Під час вивчення питання оптимізації густоти лісових насаджень за основу приймали чітку закономірність: із збільшенням густоти насаджень поточний приріст за запасом до певного рівня збільшується, після чого знижується. У зв'язку з

цим як оптимальну приймають таку густоту, яка забезпечує максимальний показник Z_m у певний період часу.

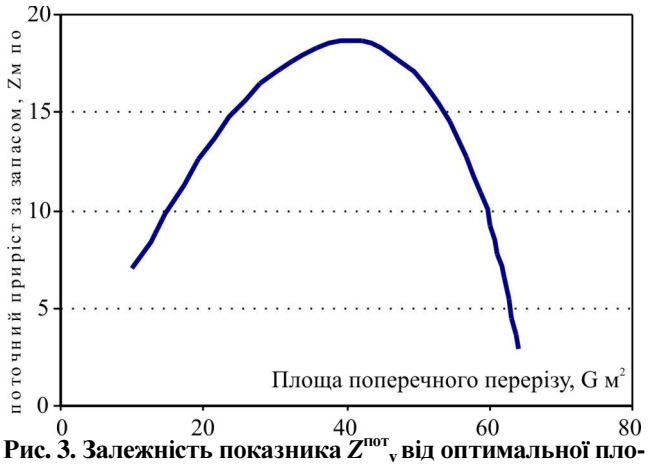


Рис. 3. Залежність показника $Z^{пот}_{v}$ від оптимальної площі поперечного перерізу для ялини європейської в умовах C_3 Західного Лісостепу

Така закономірність чітко простежується в нашому випадку: максимального значення показник $Z^{пот}_{m}$ досягає за показника G_{opt} ~ 40 м²/га, після чого досить стрімко знижується. Тому особливості зміни поточного приросту ($Z^{пот}_{m}$, м³/га) залежно від показників A (років) та G_{opt} (м²/ га), є дуже важливими і їх необхідно враховувати під час прогнозування росту та продуктивності ялини в плантаційних лісових культурах у часовому проміжку.

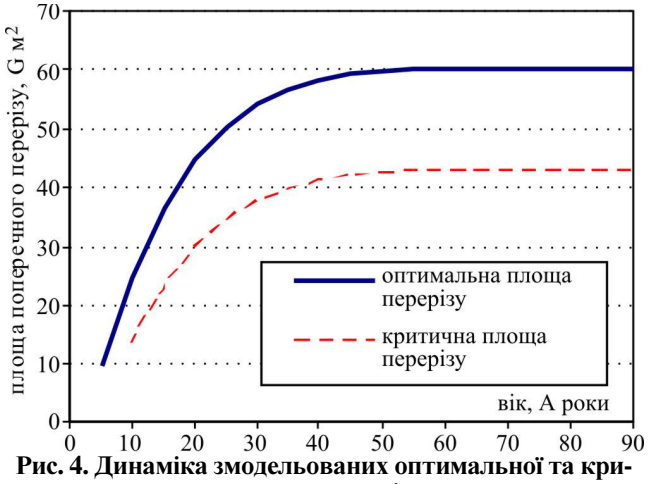


Рис. 4. Динаміка змодельованих оптимальної та критичної площ поперечного перерізу чистих ялинових насаджень в умовах D_2 Західного Лісостепу

У свіжих грудових типах лісорослинних умов Західного Лісостепу максимального значення показник G_{opt} досягає практично в 40-річному віці, після чого впродовж наступних 50-ти років не змінюється (рис. 4). Критична площа перерізу ($G_{кр}$) теж у цьому віці досягає найвищого свого значення (~ 42 м²/ га), після чого стабілізується.

В умовах свіжого груду поточний приріст за запасом максимального значення досягає раніше на 10-15 років, ніж у вологих сугрудах, після чого, як і в умовах C_3, плавно знижується (рис. 5). Отже, зауважимо, що абсолютні значення показника $Z^{пот}_{m}$ в типах C_3 і D_2 є досить подібними.

Поточний приріст за запасом максимального значення досягає за значення G_{opt} ~ 45 м²/ га, після чого стрімко спадає, причому спад є стрімкішим, ніж в умовах C_3 (рис. 6). У такому випадку стрімко зростає конкурентна напруженість між особинами через обмеження приросту, що одразу позначається на їхній площі поперечного перерізу.

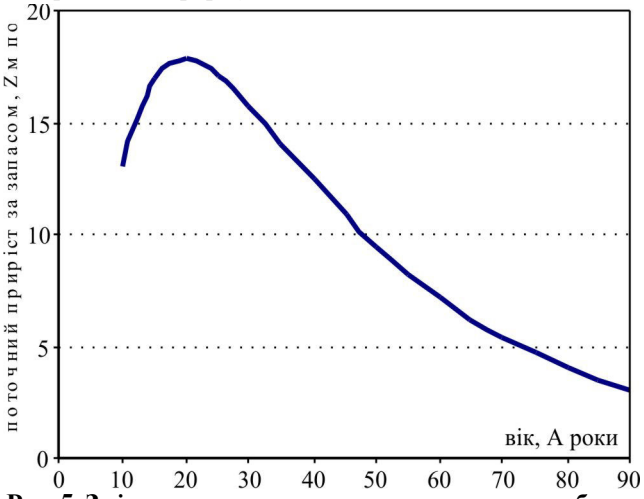


Рис. 5. Зміна поточного приросту за запасом стовбурової деревини ялини в умовах D_2 чистих насаджень Західного Лісостепу

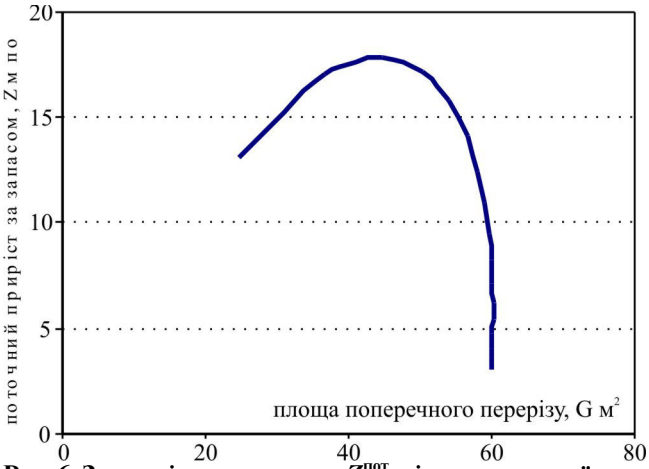


Рис. 6. Залежність показника $Z^{пот}_{v}$ від оптимальної площі поперечного перерізу для ялини європейської в умовах D_2 Західного Лісостепу

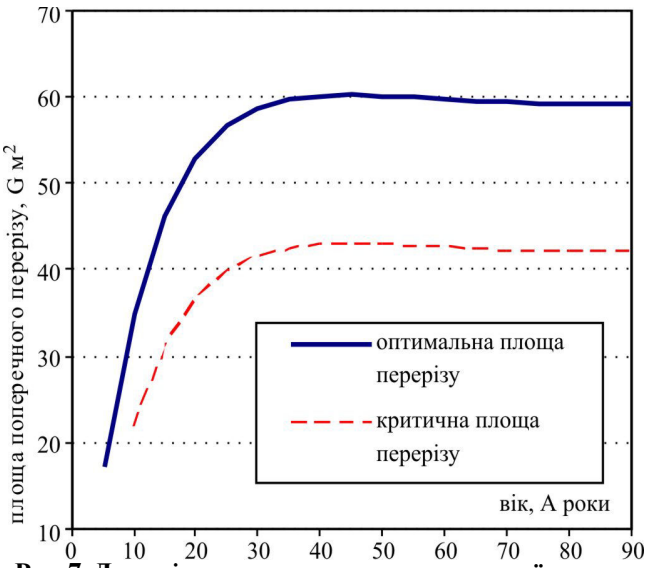


Рис. 7. Динаміка змодельованих оптимальної та критичної площ поперечного перерізу чистих ялинових насаджень в умовах D_3 Західного Лісостепу

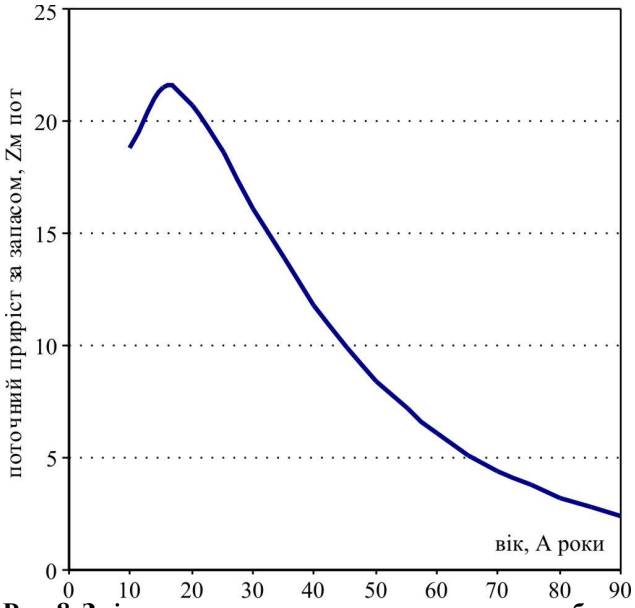


Рис. 8. Зміна поточного приросту за запасом стовбурової деревини ялини в умовах D_3 чистих насаджень Західного Лісостепу

Для ялинових насаджень, які ростуть в умовах вологого груду, показники G_{opt} і $G_{кр}$ є дуже подібними до таких в умовах свіжого груду (рис. 7). Динаміка поточного приросту за запасом стовбурової деревини є також в загальних рисах подібною до умов D_2. Однак максимальне значення $Z_m^{\text{пот}}$ настає на 5 років пізніше, а спад поточного приросту є дещо різкішим (рис. 8). Максимального значення $Z_m^{\text{пот}}$ досягає за показників G_{opt} = 46-48 м^2/га, після чого спадає, причому так само стрімко, як і в умовах D_2 (рис. 9).

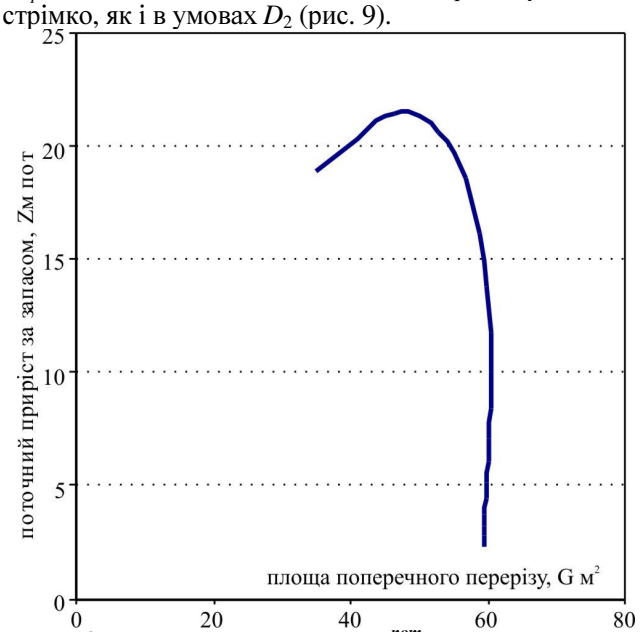


Рис. 9. Залежність показника Z^{nom}_{v} від оптимальної площі поперечного перерізу для ялини європейської в умовах D_3 Західного Лісостепу

Отже, моделювання показників росту ялинових насаджень за густотою з визначенням меж оптимальної та критичної площі поперечного перерізу, а також залежності між показниками $Z_m^{\text{пот}}$ та A, $Z_m^{\text{пот}}$ та G_{opt} дає змогу здійснити реальний часовий прогноз росту і продуктивності плантаційних лісових культур ялини європейської за досліджуваними типами лісорослинних умов Західного Лісостепу.

Висновки. Моделювання густоти ялинових деревостанів вказує на дуже високу варіабельність цього показника в усіх типах лісорослинних умов. При цьому високі запаси деревини ялина може нагромаджувати за різної густоти насаджень одного і того ж віку.

Оптимальна площа поперечного перерізу в ялинових насадженнях збільшується до 40-45-річного (умови D_2, D_3) та до 50-60-річного (умови C_3) віку, після чого стабілізується, в абсолютних значеннях досягаючи 60-65 м^2/га. Критична площа поперечного перерізу стабілізується в таких самих вікових межах, за абсолютним значенням досягаючи 42-45 м^2/га.

Динаміка поточного приросту за запасом з віком у всіх типах лісорослинних умов має спільну тенденцію – стрімке зростання до 25-, 20- та 15-річного віку (відповідно, в умовах C_3, D_2 і D_3), після чого настає плавне зниження абсолютних значень показника $Z_m^{\text{пот}}$ із збільшенням віку. Параметри розроблених моделей мають високий ступінь кореляції, що дає змогу проводити прогноз росту з достатньо високою точністю.

Єдиного оптимального вирішення питання щодо густоти садіння, як і єдиної технології вирощування плантаційних лісових культур у різних типах лісорослинних умов бути не може. Розроблені моделі можуть бути спрямовані на вирішення конкретних задач в межах обмеженого вікового діапазону з використанням певної кількості основних і допоміжних параметрів залежно від природно-кліматичних та антропогенних чинників. Тому певна модель ефективно діє в межах конкретного типу лісорослинних умов чи групи подібних типів лісу і для насаджень подібного віку, складу, структури та цільового призначення.

Розроблені моделі показують, яку густоту повинно мати насадження в конкретному віці, тобто відображають оптимізовані показники для конкретного вікового періоду. Розроблені моделі росту та продуктивності насаджень в поєднанні з оптимізацією лісогосподарських заходів дають змогу приймати раціональні рішення та визначати пріоритетні напрямки ведення лісового господарства в межах конкретного регіону.

ЛІТЕРАТУРА

1. Георгиевский Н.П. Размещение деревьев разных пород в смешанных молодняках / Н.П. Гергиевский // Лесное хозяйство : журнал. – 1962. – № 1. – С. 9-15.

2. Дебринюк Ю.М. Моделювання росту і продуктивності штучних насаджень *Picea abies* [L.] Karst. як прототипів плантаційних лісових культур у західному регіоні України / Ю.М. Дебринюк, О.І. Думанський // Наукові праці Лісівничої академії наук України : зб. наук. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2010. – Вип. 8. – С. 83-90.

3. Дзедзюля А.А. Расчет максимального уровня густоты в зависимости от хода роста и среднего диаметра сосновых насаждений / А.А. Дзедзюля // Лесоводство и агролесомелиорация : респ. межвед. темат. научн. сб. – К. : Изд-во "Урожай". – 1988. – Вып. 76. – С. 40-44.

4. Кайрюкштис Л.А. Теоретические основы оптимизации густоты и создания моделей максимально продуктивных насаждений / Л.А. Кайрюкштис, А.И. Юодвалькис, Ю.В. Йоникас и др. // Моделирование и контроль производительности древостоев : сб. научн. тр. ЛитСХА. – Каунас : Изд-во "Академия", 1983. – С. 70-80.

5. Рябоконь А.П. Влияние густоты древостоев сосны обыкновенной на качество стволов в условиях лесостепи УССР

: автореф. дисс. на соискание учен. степени канд. с.-х. наук. – Харьков : Изд-во ХСХИ, 1979. – 22 с.

6. Товкач Л.Н. Определение оптимальной густоты культур / Л.Н. Товкач, Г.Б. Толчеева // Создание высокопродуктивных лесных культур : сб. научн. тр. ЛенНИИЛХ. – Л. : Изд-во ЛТА, 1988. – С. 61-65.

7. Томазиус Х.О. Определение оптимальной густоты насаждений / Х.О. Томазиус // Лесоводство, лесные культуры и почвоведение : межвуз. сб. научн. тр. – Л. : Изд-во РИО ЛТА. – 1978. – Вып. 7. – С. 14-23.

8. Эдер В. Показатели производительности ели в зависимости от густоты насаждений и условий местопроизрастания / В. Эдер, Х. Петри // Проблемы рубок ухода : сб. научн. тр. – М., 1987. – С. 100-107.

9. Gadow v K. Untersuchungen zur konstruktion von Wuchsmodellen für schnellwüchsige Plantagenbaumarten / K. v Gadow // Forstliche Forschungsber. – München. – 1987. – № 77. – 147 s.

10. Gadow v K. Waldwachstum. Fakultaet für Forstwissenschaften und Waldökologie Georg-August-Universität / K. v Gadow. – Gottingen, 2001. – 211 s.

11. Gadow v K. Modelling Forest Development / K. v Gadow, G.Y. Hui // Klumer Academie Publishers, Povdrecht. – Boston-London, 1999. – 213 p.

12. Pretzsch H. Modellierung des Waldwachstums / H. Pretzsch. – Berlin : Parey Buchverlag, 2001. – 341 s.

13. Pretzsch H. Konzeption und Konstruktion von Wuchsmodellen für Rein- und Mischbestände / H. Pretzsch // FFM. – 1992. – Vol. 115. – 332 s.

Ю.М. Дебрынюк, М.М. Король

К ВОПРОСУ ОБ ОПТИМИЗАЦИИ ГУСТОТЫ ЕЛОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ В ЗАПАДНОЙ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

Приведены результаты оптимизации густоты искусственных ельников в разных типах лесорастительных условий через определение площади поперечного сечения деревьев. Установлена зависимость изменения текущего прироста по запасу стволовой древесины от оптимальной площади поперечного сечения. Моделирование показателей роста по густоте с определением границ оптимальной и критической площадей поперечного сечения дает возможность осуществить реальный часовой прогноз роста и производительности плантационных лесных культур ели европейской.

***Ключевые слова*:** ель европейская, густота, рост, моделирование.

Yu.M. Debrynyuk, M.M. Korol

GROWTH AND PRODUCTIVITY MODELING OF *PICEA ABIES* [L.] KARST. PLANTATIONS AS FOREST PLANTATIONS PROTOTYPE IN THE WESTERN REGION OF UKRAINE

The plantations growth with the Norway spruce in a stand tree species composition influence on density, height, diameter, and stem wood growing stock have been simulated. The results of the growth processes simulation confirm the possibility of substantial amount of growing stock accumulation in a relatively short period of time under different stand density. The parameters of the developed models have a high degree of correlation, which makes it possible to forecast with high reliability the growth of spruce stand in the plantation regime.

***Keywords*:** Norway spruce, density, growth, modeling.

УДК 630[644.2+905.2]*

Ю.Й. КАГАНЯК[1]

СТРУКТУРА ПОКОЛІНЬ ЛІСУ РІЗНОВІКОВИХ БУКОВИХ ДЕРЕВОСТАНІВ ПІВНІЧНО-СХІДНОГО МЕГАСХИЛУ КАРПАТ

Наведено результати аналізу та оцінювання структури різновікових букових деревостанів за віковими поколіннями. На території північно-східного мегасхилу Українських Карпат характерними є різновікові букові деревостани, представлені двома-чотирма віковими поколіннями лісу, із неоптимальним розподілом запасу. Встановлено істотність впливу дисперсності вікової структури на концентрацію запасу різновікових букових деревостанів.

Ключові слова: *різновіковий деревостан, вікове покоління, бук лісовий, запас, підріст, структура.*

Вступ. Моделювання продуктивності різновікових деревостанів потребує вивчення їхніх особливостей, зокрема – вікової структури, якій притаманне досить мінливе співвідношення поколінь лісу і частки запасу між ними.

Відомим є факт, що такі деревостани утворені двома категоріями дерев (освітленими та затіненими). Загальна продуктивність освітленої частини деревостану приблизно в чотири рази перевищує затінену. Дерева, які потрапляють в зону освітлення, повинні збільшувати ширину річного шару. Окремі автори **[**7, 8**]** зараховують дерева до стадійно старих (зі сповільненим ростом), якщо після освітлення приріст не збільшується. Це є підставою призначення рубання **[**7, 8-10**]**. Решту деревостану утворюють дерева вільного росту, які не досягли товарних розмірів. Зниження відносної повноти до 0,6 необхідно вважати критичною межею, нижче від якої істотно зростає ризик втрати деревостаном характерних властивостей. Встановлено, що нижче від зазначеної відносної повноти поточний приріст не підлягає закономірним змінам.

Важливим є експериментальне підтвердження гіпотези, згідно із якою вибіркові рубання дають позитивний ефект у прискоренні нагромадження запасу, особливо освітленою частиною деревостану. За результатами Інституту лісу (м. Брно, Чехія), поточний приріст зростає на 30-50 %. Загалом, проф. Бланкмейстер (Німеччина) вважає вибіркове господарство продуктивнішим, ніж лісосічне **[**5**]**, хоча за величиною запасу (фіксованого на конкретний час) різновікові деревостани не перевищують одновікові.

Відмінність між моделями лісокористування в організованих розрахунково-господарських одиницях потребує обґрунтування нормативів таксації продуктивності. Побудова таких нормативів пов'язана із зазначеною специфікою структури різновікових насаджень. Так, В.Г. Кузнєцова, Д.П. Столяров, О.І. Полубояринов, В.М. Мінаєв, М.М. Декатова, Г.М. Некрасова рекомендують застосовувати диференційну таксацію для оцінювання різновікових деревостанів з виділенням поколінь лісу **[**7-9**]**. Такі дослідники, як Н.Г. Косарєв, М.П. Анучін, П.М. Верхунов встановили вірогідний зв'язок між розмірами стовбурів дерев та їх віком **[**1, 3, 6**]**. Дослідження в цьому напрямі тривають, зокрема, букових пралісів Карпатського регіону – У.-Б. Брендлі та Я. Довганичем **[**2**]**, Ю.С. Шпариком, Р.М. Вітром, А. Бюргі, Б. Коммармотом **[**11, 12**]**.

У будь-якому випадку, достовірне адекватне оцінювання та формалізація структури різновікових деревостанів, зокрема букових, є відправною точкою для валідного вирішення проблем моделювання продуктивності таких об'єктів, а також організації використання наявних лісових ресурсів.

Об'єкт, предмет та методика досліджень. Об'єктом дослідження є різновікові букові деревостани північно-східного мегасхилу Українських Карпат, а предметом – вікова структура поколінь лісу різновікових букових деревостанів та особливості перерозподілу запасу між цими поколіннями.

Для аналізу, оцінювання та апроксимації залежностей повидільного банку даних використано методику статистичної оцінки та регресійного аналізу масових матеріалів.

Моделювання та аналіз результатів. Здійснений аналіз таксаційних показників різновікових деревостанів бука у Карпатах (північно-східний мегасхил) також підтверджує наявність кореляції на рівні 0,80 між віком окремих поколінь лісу та їх середньою висотою.

Якщо виразити вік і середню висоту кожного покоління деревостану в частках від одиниці найстаршого, тоді відносну середню висоту можна наближено оцінити за рівнянням (1).

$$\tilde{H} = 1{,}0012 \cdot \tilde{A}^{1{,}3248-3{,}0918\cdot\tilde{A}+2{,}0777\cdot\tilde{A}^2}, \qquad (1)$$

де: $\tilde{H}$ – середня висота покоління лісу в частках від найстаршого; $\tilde{A}$ – середній вік покоління лісу в частках від найстаршого.

Якщо знати вік і висоту найстаршого покоління деревостану, тоді можна для будь-якої комбінації елементів лісу описати середню висоту.

[1] **КАГАНЯК Юліан Йосипович** – доктор сільськогосподарських наук, доцент кафедри лісової таксації та лісовпорядкування. Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів, 79057. Тел.: +38-067-587-42-66

Критерієм оптимальності структури є рівновіддаленість вікових поколінь; пропорція між ними, яка забезпечить не спадання обсягу користування запасом; достатнє природне поновлення за максимально можливої відносної повноти (запасу) деревостану. Ізоморфність між оптимальною та фактичною структурами згаданого об'єкта можна вважати необхідною підвалиною для переходу на модель сталого (невиснажливого та постійного) використання деревини різновікових букових деревостанів.

Отже, обґрунтування відносної повноти можна вважати важливим завданням для успішного поновлення бука, як наймолодшого покоління лісу. Аналіз повидільного банку даних дає змогу висунути припущення, що відносна повнота деревостану після рубання стиглого покоління повинна змінюватися в межах 0,6-0,8 одиниць. Отже, відносна повнота букового деревостану перед рубанням стиглої деревини повинна бути не меншою за 0,8. Тоді вибірка за запасом 0,2 одиниці забезпечить сприятливий світловий режим під наметом для поновлення, необхідну кількість підросту (15-20 тис. шт./га) та простір для росту молодшого покоління бука **[5]**.

Залежність кількості підросту від віку описано такою моделлю:

$$N = -0,5972 \cdot A^2 + 12,414 \cdot A - 36,0 \qquad (2)$$

Отже, беручи до уваги середній вік найстаршого покоління, а також враховуючи дисперсію масиву даних моделі (2), достатнього поновлення очікуватимемо не раніше 5-го класу віку (20-річні класи). У разі досягнення найстаршим поколінням 100 років у різновіковому буковому деревостані кількість підросту може досягти 15-30 тис. шт./га.

Для встановлення найхарактернішої різниці в середньому віці між поколіннями різновікового букового деревостану статистично опрацьовано повидільний банк даних. Результати розрахунку наведено в табл. 1.

Табл. 1. Розподіл таксаційних виділів за відносною відмінністю середнього віку між суміжними віковими поколіннями бука лісового

Різниця у віці між суміжними віковими поколіннями, %	Частота за кількістю вікових поколінь та їх суміжністю, %					
	двох	трьох		чотирьох		
	1 та 2	1 та 2	2 та 3	1 та 2	2 та 3	3 та 4
15	0,9	2,2	4,0	18,8	18,8	12,5
20	3,7	2,8	8,4	-	25,0	6,3
25	6,7	6,2	15,7	18,8	18,8	18,8
30	9,2	9,0	12,4	**25,0**	**25,0**	**-**
35	13,6	9,0	16,9	25,0	6,3	25,0
40	12,4	**11,2**	**11,8**	6,3	6,3	18,8
45	13,6	13,5	10,7	-	-	6,3
50	**12,4**	12,4	7,3	6,3	-	6,3
55	8,5	16,3	5,6	-	-	6,3
60	9,7	10,7	3,4	-	-	-
65	4,8	3,4	3,4	-	-	-
70	2,8	2,2	0,6	-	-	-
75	1,6	1,1	-	-	-	-

Різниця у віці між суміжними віковими поколіннями в деревостанах бука з двох-чотирьох поколінь є дуже мінливою, а показник варіації змінюється в межах 29-48 %. Лише 34-44 % виділів (див. табл. 1) представлені різновіковими буковими деревостанами з оптимальною та близькою до неї різницею у віці між суміжними поколіннями лісу.

Середньоарифметичну фактичну та оптимальну різниці у віці між суміжними віковими поколіннями наведено в табл. 2.

Табл. 2. Різниця у віці між суміжними віковими поколіннями деревостанів бука лісового північно-східного мегасхилу Українських Карпат

Показник	Величина показника різниці у віці між суміжними поколіннями лісу для деревостанів з різною кількістю поколінь, %					
	двох	трьох		чотирьох		
	1 та 2	1 та 2	2 та 3	1 та 2	2 та 3	3 та 4
Фактична різниця у віці між суміжними поколіннями лісу	$44^{\pm 5}$	$45^{\pm 5}$	$37^{\pm 5}$	$29^{\pm 3}$	$25^{\pm 2}$	$34^{\pm 4}$
Оптимальна різниця у віці між суміжними поколіннями лісу	50	40	40	30	30	30

Оптимальною ж можна вважати різницю у 30-50 % між середнім віком суміжних поколінь лісу **[6]**. Саме така величина показника забезпечує, як вважають науковці, достовірну різницю середніх висоти та діаметра суміжних поколінь.

Нормальну пропорцію запасу між віковими поколіннями, наприклад, для деревостану бука з чотирьох поколінь лісу Іа бонітету представлено в табл. 3.

Табл. 3. Нормальне співвідношення запасу між суміжними поколіннями лісу в різновіковому деревостані бука Іа бонітету

Середній вік найстаршого покоління, *U*	Частка запасу відповідного вікового покоління				
	першого (старшого)	другого	третього	четвертого	разом
170	0,37	0,34	0,25	0,03	1,00
160	0,38	0,35	0,25	0,03	1,00
150	0,39	0,35	0,24	0,02	1,00
140	0,40	0,35	0,23	0,02	1,00
130	0,41	0,35	0,23	0,02	1,00
120	0,42	0,35	0,22	0,01	1,00

Нормальні співвідношення середнього віку та запасу між поколіннями лісу різновікового деревостану бука покладено в основу моделі продуктивності. Такий деревостан забезпечує стабільне за часом та масою надходження деревини на окремій постійній ділянці лісу.

Табл. 4. Теоретичний запас різновікового деревостану бука Іа бонітету

Середній вік найстаршого покоління, *U*	Запас вікових поколінь залежно від повноти, $м^3$/га		
	1,0	0,8	0,6
170	674	539	404
160	656	525	394
150	635	508	381
140	613	490	368
130	587	470	352
120	559	447	335

Для прикладу, в табл. 4 подано теоретичні запаси нормального (теоретичного) різновікового деревостану бука Ia бонітету з оптимальним поєднанням чотирьох вікових поколінь.

Висновки. Порівняння фактичних даних (з таксаційних описів) із теоретичними показують, що в більшості випадків недоотримуються 10-40 % запасу під час користування різновіковими деревостанами бука, які, зазвичай, неоптимальні за віковою структурою та перерозподілом запасу між поколіннями лісу.

Найкращий світловий режим для достатнього поновлення бука як необхідного заходу організації постійного користування лісовими ресурсами досягається за умови формування різновікових деревостанів, відносна повнота яких змінюється в межах 0,6-0,8.

ЛІТЕРАТУРА

1. Анучин Н.П. Таксация и устройство разновозрастных лесов / Н.П. Анучин. – М. : Изд-во "Лесн. пром-сть", 1969. – 64 с.

2. Брендлі У.-Б. Праліси в центрі Європи. Путівник по лісах Карпатського біосферного заповідника / У.-Б. Брендлі, Я. Довганич. – Бірменсдорф : Швейцарський федеральний інститут досліджень лісу, снігу і ландшафтів (WSL). – Рахів : Карпатський біосферний заповідник (КБЗ), 2003. – 192 с.

3. Верхунов П.М. Вопросы оптимизации лесопользования в связи с возрастным строением лесов / П.М. Верхунов // Лесная таксация и лесоустройство : межвуз. сб. научн. тр. – Красноярск : Изд-во КПИ, 1983. – С. 12-18.

4. Воропанов П.В. Лекции по лесной таксации. – Ч. 3, кн. 2: Таксация массива / П.В. Воропанов. – Брянск : Брянская областная типография управления по печати, 1965. – 476 с.

5. Каганяк Ю.Й. Моделювання продуктивності різновікових букових деревостанів у Карпатах / Ю.Й. Каганяк // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2006. – Вип. 16.3. – С. 8-14.

6. Косарев Н.Г. К вопросу об особенностях таксации разновозрастных пихтовых насаждений Кузнецкого Алатау и Салаирского кряжа / Н.Г. Косарев // Лесная таксация и лесоустройства : межвуз. научн. тр. по л/х. III раздел. – Красноярск : Изд-во Сиб. технолог. ин-т, 1974. – Вып. 3. – С. 6-12.

7. Кузнецова В.Г. Ход роста разновозрастных ельников, пройденных выборочными рубками / В.Г. Кузнецова, Д.П. Столяров. – Л. : Изд-во ЛенНИИЛХ, 1981. – 88 с.

8. Столяров Д.П. Учёт естественного возобновления в различных категориях разновозрастных ельников: методические рекомендации / Д.П. Столяров, В.Г. Кузнецова. – Л. : Изд-во ЛенНИИЛХ, 1978. – 38 с.

9. Столяров Д.П. Исследование динамики отпада в разновозрастных ельниках северо-запада: методические рекомендации / Д.П. Столяров, В.Г. Кузнецова. – Л. : Изд-во ЛенНИИЛХ, 1977. – 34 с.

10. Столяров Д.П. Рекомендации по оценке строения, товарной структуры и качества древесины разновозрастных ельников с целью организации выборочного хазяйства: методические рекомендации / Д.П. Столяров, О.И. Полубояринов. – Л. : Изд-во ЛенНИИЛХ, 1989. – 56 с.

11. Шпарик Ю.С. Структура, ріст та ГІС букового пралісу Українських Карпат / Ю.С. Шпарик, Р.М. Вітер, А. Бюргі та ін. // Лісове господарство, лісова, паперова і деревообробна промисловість : міжвідомч. наук.-техн. зб. – Львів : Вид-во УкрДЛТУ. – 2004. – Вип. 29. – С. 17-27.

12. Commarmot B. Structure of virgin and managed beech forests in Uholka (Ukraine) and Sihlwald (Switzerland): a comparative study / B. Commarmot, H. Bachofen, Y. Bundziak, A. Bürgi, B. Ramp, Y. Shparyk, D. Sukhariuk, R. Viter, A. Zingg // For. Snow Landsc. Res. – 2005. – Vol. 79, № 1/2. – P. 45-56.

Ю.И. Каганяк

СТРУКТУРА ПОКОЛЕНИЙ ЛЕСА РАЗНОВОЗРАСТНЫХ БУКОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ СЕВЕРНО-ВОСТОЧНОГО МЕГАСКЛОНА КАРПАТ

Приведены результаты анализа и оценки структуры разновозрастных буковых древостоев по возрастным поколениям. На территории северно-восточного мегасклона Украинских Карпат характерными являются разновозрастные буковые древостои, представленные двумья-четырьмя возрастными поколениями леса, с неоптимальным распределением запаса. Установлена существенность влияния дисперсности возрастной структуры на концентрацию запаса разновозрастных буковых древостоев.

Ключевые слова: разновозрастной древостой, возрастное поколение, бук лесной, запас, подрост, структура.

Yu.Yo. Kahanjak

STRUCTURE OF THE GENERATIONS AGE OF UNEVEN-AGE BEECHEN FOREST STANDS IN THE NORTHERN-EAST MEGASLOPE OF CARPATHIANS

The results of the analysis and assessment of structure of uneven-age beech forest stands after age generations are discussed. On the territory of northern-east megaslope of the Ukrainian Carpathian mountains uneven-age beechen forest stands are typical. The are represented by two-four generations forests with not optimal distribution of a growing stock. The significance of influence of dispersiv ness of age structure on concentration of a stock of uneven-age beechen forest stand have been confirmed by the results of the study.

***Keywords*:** uneven-age a forest stand, age generation, a beech wood, a stock, undergrowth, structure.

*УДК 630*53*

П.І. ЛАКИДА[1], А.М. БІЛОУС[2], Р.Д. ВАСИЛИШИН[3], Л.М. МАТУШЕВИЧ[4]

ОЦІНКА ВМІСТУ ЕНЕРГІЇ У ФІТОМАСІ ДЕРЕВ М'ЯКОЛИСТЯНИХ ПОРІД УКРАЇНСЬКОГО ПОЛІССЯ

Наведено результати розроблення нормативно-інформаційного забезпечення для оцінки вмісту енергії в надземній фітомасі дерев м'яколистяних порід у деревостанах Полісся України. Запропоновано алгоритм розроблення нормативно-довідкових таблиць для оцінювання вмісту енергії, який базується на результатах моделювання кількісних параметрів компонентів фітомаси дерев та їх якісних показниках. В основу роботи покладено результати біометричної оцінки 192 модельних дерев берези повислої, 184 – вільхи клейкої та 234 – тополі тремтячої (осики). Розроблені в ході роботи нормативи дають змогу здійснювати оцінку вмісту енергії дерев м'яколистяних порід та сформулювати наукове лісівничо-екологічне обґрунтування комплексного використання лісових ресурсів Українського Полісся.

Ключові слова: *береза, вільха, осика, енергія, фітомаса, стовбур, кора, крона, діаметр, висота, Полісся України.*

Вступ. Сьогодні однією із пріоритетних проблем, що постала на порядку денному світової спільноти і потребує негайного вирішення, є питання енергетичного забезпечення людства [1]. Екологічно безпечним шляхом подолання енергодефіциту в країні є використання потенціалу відновлюваних джерел енергії, проте це питання потребує широкомасштабних наукових досліджень у багатьох галузях та тривалої переорієнтації світової економіки.

Завдання збільшення частки використання альтернативних відновлюваних джерел енергії, зокрема, за рахунок збільшення використання енергії з біомаси, потребує проведення комплексних досліджень, насамперед, опрацювання нормативно-інформаційної системи оцінки енергетичного потенціалу перспективних деревних порід.

Швидкорослі та високопродуктивні ліси м'яколистяних порід для Українського Полісся мають стратегічне значення з погляду ресурсозабезпечення та екологічної стабільності. Проте їх стале використання потребує наукового обґрунтування та нормативно-інформаційного забезпечення.

Мета дослідження – розробити нормативно-інформаційне забезпечення для оцінювання вмісту енергії у надземній фітомасі дерев берези, вільхи та осики у деревостанах Українського Полісся.

Матеріали і методика дослідження. Під час дослідження вмісту енергії у фітомасі дерев м'яколистяних лісів невідкладним завданням є кількісна та якісна оцінка їх надземної фітомаси. Для дослідження останньої використано методику П.І. Лакиди, яка детально описана у багатьох наукових роботах [2, 3, 4]. Процес дослідження вмісту енергії у надземній фітомасі дерев м'яколистяних порід складається з таких етапів: 1 – вивчення досвіду оцінювання фітомаси дерев та опрацювання методики; 2 – збір, оброблення та аналіз дослідних даних; 3 – математичне моделювання компонентів фітомаси дерев і перевірка адекватності моделей; 4 – оцінювання вмісту депонованого вуглецю у фітомасі дерев; 5 – розроблення нормативів вмісту енергії у фітомасі дерев та їх верифікація. Для розроблення нормативів використано якісні параметри вмісту енергії у депонованому вуглеці, що наведені у наукових джерелах інформації [7].

Результати дослідження. Питання, пов'язані з вивченням надземної фітомаси дерев м'яколистяних порід, досліджено у наукових роботах як вітчизняних [2, 3, 4], так і зарубіжних авторів [5]. Систематичне проведення комплексних досліджень біопродуктивності деревостанів за компонентами фітомаси головних лісотвірних порід України дає змогу поповнювати базу дослідних даних та на їх основі об'єктивно актуалізувати нормативне забезпечення. Так, протягом останнього десятиліття групами дослідників зібрано репрезентативну експериментальну базу, що охоплює результати дослідження надземної фітомаси в Українському Поліссі. З метою розроблення нормативів для оцінювання вмісту енергії використано результати дослідження:

- *природних та штучних деревостанів берези повислої* (закладено 35 тимчасових пробних площ (ТПП), де

[1] **ЛАКИДА Петро Іванович** – дійсний член Лісівничої академії наук України, професор, доктор сільськогосподарських наук, завідувач кафедри лісового менеджменту, директор навчально-наукового Інституту лісового і садово-паркового господарства. Національний університет біоресурсів і природокористування України. Україна, м. Київ. Тел.: роб. – 044-527-85-28; моб. – 067-462-80-43. E-mail: lakyda@nubip.edu.ua

[2] **БІЛОУС Андрій Михайлович** – кандидат сільськогосподарських наук, старший викладач кафедри лісової таксації та лісовпорядкування, начальник науково-дослідної частини. Національний університет біоресурсів і природокористування України. Україна, м. Київ. Тел.: роб. – 044-527-85-89; моб. – 067-323-44-05. E-mail: abels@ukr.net

[3] **ВАСИЛИШИН Роман Дмитрович** – кандидат сільськогосподарських наук, докторант кафедри лісового менеджменту. Національний університет біоресурсів і природокористування України. Україна, м. Київ. Тел.: роб. – 044-527-81-53; моб. – 050-558-79-50. E-mail: rvasylys@ukr.net

[4] **МАТУШЕВИЧ Любов Миколаївна** – кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри лісової таксації та лісовпорядкування. Національний університет біоресурсів і природокористування України. Україна, м. Київ. Тел.: роб. – 044-527-85-23; моб. – 067-944-82-75. E-mail: matushevich@ukr.net

зрубано і обміряно 192 модельних дерева (МД) – усі з оцінкою компонентів фітомаси; для лабораторних досліджень відібрано 55 зразків дослідних зрізів стовбурів, 79 зразків гілок крони, 103 модельних гілки деревної зелені (ДЗ) та 57 наважок листя);

- *природних та штучних деревостанів вільхи клейкої* (закладено 46 ТПП, де зрубано і обміряно 184 МД – усі з оцінкою компонентів фітомаси; для лабораторних досліджень відібрано 294 дослідні зрізи стовбурів, 138 зразків гілок крони, 460 модельних гілок ДЗ та 138 наважок листя);
- *природних деревостанів осики* (закладено 37 ТПП, де зрубано і обміряно 234 МД – усі з оцінкою компонентів фітомаси; для лабораторних досліджень відібрано 217 дослідних зрізів стовбурів, 108 зразків гілок крони, 370 модельних гілок ДЗ та 111 наважок листя).

Для розроблення нормативів оцінки вмісту енергії у фітомасі дерев м'яколистяних порід здійснено моделювання компонентів фітомаси дерев залежно від їх діаметра на висоті грудей і висоти та використано алгоритм розрахунку, який детально охарактеризовано у табл. 1.

Табл. 1. Алгоритм розроблення нормативів оцінки вмісту енергії у надземній фітомасі дерев м'яколистяних порід

Береза повисла	Вільха клейка	Осика
d; h;	d; h;	d; h;
$f = 0{,}407 + 1{,}829/h + (-0{,}0733)\ d/h$;	$v = 5{,}6 \cdot 10^{-5} \cdot d^{2{,}000} \cdot h^{0{,}876}$;	$v = 3{,}8 \cdot 10^{-5} \cdot d^{1{,}811} \cdot h^{1{,}192}$;
$v = g \cdot h \cdot f$;	$v_к = 0{,}5 \cdot 10^{-5} \cdot d^{1{,}891} \cdot h^{1{,}174}$;	$v_к = 4{,}0 \cdot 10^{-5} \cdot d^{1{,}715} \cdot h^{0{,}585}$;
$v_к = 1{,}112 \cdot 10^{-5} \cdot d^{1{,}328} \cdot h^{1{,}349}$;	$q_{дз} = 2{,}165 \cdot d^{2{,}251} \cdot h^{-1{,}664}$;	$q_{дз} = 0{,}592 \cdot d^{2{,}951} \cdot h^{-1{,}708}$;
$q_{дз} = 0{,}151 \cdot d^{2{,}649} \cdot h^{-1{,}014}$;	$q_{гіл1} = 0{,}133 \cdot d^{3{,}000} \cdot h^{-1{,}372}$;	$q_{гіл1} = 9{,}71 \cdot 10^{-3} d^{3{,}833} \cdot h^{-1{,}188}$;
$q_{гіл1} = 5{,}525 \cdot 10^{-3} \cdot d^{2{,}960} \cdot h^{-0{,}130}$;	$p_{1д}^{\ cm} = 0{,}249 \cdot d^{0{,}222}$	$m_д^{\ cm} = (v - v_к) \cdot p_{1д}^{\ cm}$;
$m^{cm} = v \cdot \rho_{1дк}^{\ cm}$;	$m_д^{\ cm} = (v - v_к) \cdot p_{1д}^{\ cm}$;	$m_к^{\ cm} = v_к \cdot p_{1к}^{\ cm}$;
$m_к^{\ cm} = v_к \cdot p_{1к}^{\ cm}$;	$m_к^{\ cm} = v_к \cdot p_{1к}^{\ cm}$;	$m^{cm} = m_д^{\ cm} + m_к^{\ cm}$;
$m_д^{\ cm} = m^{cm} - m_к^{\ cm}$;	$m^{cm} = m_д^{\ cm} + m_к^{\ cm}$;	$p_л = 39{,}3$;
$p_л = 57{,}4$;	$p_л = 54{,}0$;	$s_л = 0{,}492$;
$s_л = 0{,}410$;	$s_л = 0{,}392$;	$q_л = q_{дз} \cdot p_л / 100$;
$q_л = q_{дз} \cdot p_л / 100$;	$q_л = q_{дз} \cdot p_л / 100$;	$m_л = q_л \cdot s_л$;
$m_л = q_л \cdot s_л$;	$m_л = q_л \cdot s_л$;	$q_{гіл} = q_{гіл1}^{\ гіл} + (q_{дз} - q_л)$;
$q_{гіл} = q_{гіл1}^{\ гіл} + (q_{дз} - q_л)$;	$q_{гіл} = q_{гіл1}^{\ гіл} + (q_{дз} - q_л)$;	$p_{дк}^{\ гіл} = 901$;
$p_{дк}^{\ гіл} = 855$;	$p_{дк}^{\ гіл} = 894$;	$p_{1дк}^{\ гіл} = 493$;
$p_{1дк}^{\ гіл} = 513$;	$p_{1дк}^{\ гіл} = 441$;	$s_p^{\ гіл} = p_{1дк}^{\ гіл} / p_{дк}^{\ гіл}$;
$s_p^{\ гіл} = p_{1дк}^{\ гіл} / p_{дк}^{\ гіл}$;	$s_p^{\ гіл} = p_{1дк}^{\ гіл} / p_{дк}^{\ гіл}$;	$m_{гіл}^{\ гіл} = q_{гіл} \cdot s_{\text{p гіл}}$;
$m^{гіл} = q_{гіл} \cdot s_p^{\ гіл}$;	$m^{гіл} = q_{гіл} \cdot s_p^{\ гіл}$;	$m^{кр} = m^{гіл} + m_д$;
$m^{кр} = m^{гіл} + m_д$;	$m^{кр} = m^{гіл} + m_д$;	$m^{дер} = m^{cm} + m^{кр}$;
$m^{дер} = m^{cm} + m^{кр}$;	$m^{дер} = m^{cm} + m^{кр}$;	$m_C^{\ гіл} = m^{гіл} \cdot 0{,}50$
$m_C^{\ гіл} = m^{гіл} \cdot 0{,}50$;	$m_C^{\ гіл} = m^{гіл} \cdot 0{,}50$;	$m_C^{\ cm} = m^{cm} \cdot 0{,}50$
$m_C^{\ cm} = m^{cm} \cdot 0{,}50$;	$m_C^{\ cm} = m^{cm} \cdot 0{,}50$	$m_C = (m^{cm} + m^{гіл}) \cdot 0{,}50 + m_л \cdot 0{,}45$;
$m_C = (m^{cm} + m^{гіл}) \cdot 0{,}50 + m_л \cdot 0{,}45$;	$m_C = (m^{cm} + m^{гіл}) \cdot 0{,}50 + m_л \cdot 0{,}45$;	$e^{cm} = m_C^{\ cm} \cdot 35{,}76 \cdot 10^{-3}$ ГДж;
$e_{гіл} = m_C^{\ гіл} \cdot 35{,}76 \cdot 10^{-3}$ ГДж;	$e^{cm} = m_C^{\ cm} \cdot 35{,}76 \cdot 10^{-3}$ ГДж;	$e_{гіл} = m_C^{\ гіл} \cdot 35{,}76 \cdot 10^{-3}$ ГДж;
$e^{cm} = m_C^{\ cm} \cdot 35{,}76 \cdot 10^{-3}$ ГДж;	$e_{гіл} = m_C^{\ гіл} \cdot 35{,}76 \cdot 10^{-3}$ ГДж;	$e = m_C \cdot 35{,}76 \cdot 10^{-3}$ ГДж
$e = m_C \cdot 35{,}76 \cdot 10^{-3}$ ГДж	$e = m_C \cdot 35{,}76 \cdot 10^{-3}$ ГДж	

Під час опрацювання та розроблення нормативів для оцінювання вмісту енергії у надземній фітомасі дерев м'яколистяних порід використано умовні позначення: d – діаметр дерева на висоті грудей у корі, см; h – висота дерева, м; f – старе видове число стовбура дерева у корі; g – площа поперечного перерізу стовбура дерева на висоті грудей, м^2; v – об'єм стовбура у корі, м^3; $v_к$ – об'єм кори стовбура, м^3; $q_{дз}$ – фітомаса ДЗ у свіжозрубаному стані, кг; $q_{гіл1}$ – фітомаса гілок крони без фракції ДЗ у свіжозрубаному стані, кг; $q_{гіл}$ – фітомаса гілок крони дерева у свіжозрубаному стані, кг; $q_л$ – фітомаса листя (хвої) крони дерева у свіжозрубаному стані, кг; $\rho_{1д}^{\ cm}$ – базисна щільність деревини стовбура, кг·(м^3)$^{-1}$; $\rho_{1к}^{\ ст}$ – базисна щільність кори стовбура, кг·(м^3)$^{-1}$; $\rho_{1дк}^{\ cm.}$ – базисна щільність деревини стовбура у корі, кг·(м^3)$^{-1}$; $\rho_{дк}^{\ гіл}$ – природна щільність деревини гілок у корі, кг·(м^3)$^{-1}$; $\rho_{1дк}^{\ гіл}$ – базисна щільність деревини гілок у корі, кг·(м^3)$^{-1}$; $s_\rho^{\ гіл}$ – вміст абсолютно сухої речовини в гілках у корі; $p_л$ – відсоток листя (хвої) у деревній зелені, %; $s_л$ – вміст абсолютно сухої речовини у свіжому листі (хвої); $m^{гіл}$ – фітомаса деревини гілок у корі в абсолютно сухому стані, кг; $m^л$ – фітомаса листя в абсолютно сухому стані, кг; $m^{кр}$ – фітомаса крони дерева в абсолютно сухому стані, кг; $m^{дер}$ – надземна фітомаса дерева в абсолютно сухому стані, кг; m_C – депонований вуглець у надземній фітомасі дерева, кг.

Також, крім результатів математичного моделювання параметрів компонентів фітомаси та оцінки їх якісних показників [2, 3, 4], використано дані наукових літературних джерел про частку вуглецю (50 % – деревина і кора; 45 % – листяна фракція) у ваговій одиниці фітомаси в абсолютно сухому стані [6] та вміст 35,76 ГДж (1ГДж = 10^9 Дж) енергії в 1 тонні депонованого вуглецю фітомаси дерев [7].

Табл. 2. Параметри дерев м'яколистяних порід

№ за п.	Порода	Діаметр, см	Висота, м
1	Береза повисла	4-36	4-26
2	Вільха клейка	4-44	4-32
3	Осика	4-40	6-28

Внаслідок комп'ютерного моделювання одержано таблиці, в яких наведено інформацію про вміст енергії у надземній фітомасі дерев берези, вільхи та осики залежно від їх таксаційного діаметра і висоти. Діапазон значень таксаційних показників (діаметр і висота), які є "входом" у нормативи, наведено у табл. 2.

Фрагменти нормативів для оцінки вмісту енергії в фітомасі стовбурів у корі дерев наведено у табл. 3-5. Для усіх трьох порід характерне збільшення вмісту енергії у фітомасі стовбурів у корі дерев зі збільшенням розмірів, що абсолютно узгоджується з природою росту дерева.

У межах одного ступеня товщини фітомаса гілок дерев берези, вільхи і осики зменшується зі збільшенням висоти, відповідно, така ж тенденція зберігається у нормативах вмісту енергії у гілках дерев.

Табл. 3. Вміст енергії у фітомасі стовбурів у корі дерев берези, ГДж

Діаметр, см	Висота, м										
	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
4	0,04	0,05									
6	0,09	0,10	0,12								
8		0,17	0,21	0,25							
10		0,26	0,32	0,38	0,44						
12			0,44	0,53	0,61	0,70					
14			0,58	0,70	0,82	0,93	1,05				
16				0,89	1,04	1,19	1,34	1,50			
18					1,28	1,47	1,66	1,86	2,05	2,24	
20					1,54	1,77	2,01	2,25	2,49	2,73	
22						2,09	2,38	2,67	2,96	3,25	3,54
24						2,43	2,77	3,12	3,46	3,80	4,15

Табл. 4. Вміст енергії у фітомасі стовбурів у корі дерев вільхи, ГДж

Діаметр, см	Висота, м										
	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
4	0,02	0,03	0,03								
6	0,04	0,06	0,08	0,10	0,10						
8	0,09	0,12	0,16	0,20	0,21	0,23	0,29	0,32			
10		0,20	0,25	0,30	0,36	0,41	0,46	0,52	0,57		
12		0,30	0,38	0,46	0,54	0,63	0,70	0,77	0,84	0,91	
14		0,41	0,54	0,64	0,77	0,88	0,98	1,07	1,18	1,29	1,39
16			0,72	0,88	1,02	1,16	1,31	1,45	1,59	1,73	1,79
18				1,13	1,32	1,50	1,70	1,79	2,15	2,15	2,32
20				1,41	1,66	1,97	2,15	2,32	2,50	2,86	3,04
22				1,75	1,97	2,32	2,68	2,86	3,22	3,40	3,75
24				2,15	2,50	2,86	3,22	3,58	3,93	4,29	4,47

Табл. 5. Вміст енергії у фітомасі стовбурів у корі дерев осики, ГДж

Діаметр, см	Висота, м									
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
4	0,03	0,04	0,06							
6	0,06	0,09	0,12	0,14						
8		0,15	0,20	0,24	0,29	0,34	0,39			
10		0,23	0,29	0,36	0,43	0,51	0,58	0,66		
12		0,31	0,41	0,50	0,60	0,71	0,81	0,92	1,03	
14			0,54	0,67	0,80	0,94	1,07	1,22	1,36	1,51
16			0,68	0,85	1,02	1,19	1,37	1,55	1,73	1,92
18				1,05	1,26	1,47	1,69	1,92	2,15	2,38
20				1,27	1,52	1,78	2,05	2,32	2,60	2,88
22				1,51	1,81	2,12	2,43	2,76	3,09	3,42
24				1,77	2,12	2,48	2,85	3,23	3,61	4,00

Фрагменти нормативів для оцінювання вмісту енергії в фітомасі гілок дерев наведено у табл. 6-8.

Застосування розроблених нормативів з метою оцінювання вмісту енергії у надземній фітомасі дерев м'яколистяних порід під час проведення у насадженнях суцільних та вибіркових рубань можливе за такими варіантами:

- заготівлі для енергетичних потреб підлягає стовбурова фітомаса дерева, а компоненти крони використовують для інших цілей, зокрема, можуть залишатися на лісосіці з метою поповнення ґрунту живильними речовинами;
- заготівлі для енергетичних потреб підлягає лише фітомаса гілок, а стовбурова деревина у корі призначена для подальшої лісосировинної переробки;
- заготівлі для енергетичних потреб підлягає загальна надземна фітомаса дерева.

Наприклад, варіанти (а, в) можуть застосовуватись у енергетичних плантаціях або у деревостанах, у яких з об'єктивних причин (ураженість гниллю, значна кривизна) стовбури дерев не можуть бути використані для інших цілей, окрім енергетичної. Варіант (б) може бути використаний під час лісозаготівлі у деревостанах м'яколистяних порід, що ростуть на багатих живильними речовинами ґрунтах.

Табл. 6. Вміст енергії у фітомасі гілок дерев берези, ГДж

Діаметр, см	Висота, м										
	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
4	0,01	0,01									
6	0,03	0,02	0,02								
8		0,05	0,04	0,04							
10		0,09	0,08	0,07	0,06						
12			0,13	0,12	0,11	0,10					
14			0,20	0,18	0,17	0,16	0,15				
16				0,26	0,24	0,23	0,22	0,21			
18					0,34	0,32	0,30	0,29	0,28	0,27	
20					0,46	0,43	0,41	0,39	0,38	0,37	
22						0,57	0,54	0,52	0,50	0,48	0,47
24						0,73	0,69	0,66	0,64	0,62	0,60

Табл. 7. Вміст енергії у фітомасі гілок дерев вільхи, ГДж

Діаметр, см	Висота, м										
	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
4	0,04	0,02	0,01								
6	0,12	0,06	0,04	0,03	0,02						
8	0,25	0,13	0,09	0,06	0,05	0,04	0,03	0,03			
10		0,23	0,15	0,11	0,08	0,06	0,05	0,04	0,04		
12		0,38	0,25	0,17	0,13	0,10	0,09	0,07	0,06	0,05	
14		0,57	0,36	0,27	0,20	0,16	0,13	0,11	0,09	0,08	0,07
16			0,52	0,38	0,29	0,23	0,18	0,15	0,13	0,11	0,10
18				0,52	0,39	0,30	0,25	0,21	0,18	0,16	0,14
20				0,68	0,52	0,41	0,34	0,29	0,25	0,21	0,18
22				0,88	0,66	0,54	0,43	0,38	0,32	0,27	0,23
24				1,11	0,84	0,68	0,55	0,46	0,39	0,34	0,30

Табл. 8. Вміст енергії у фітомасі гілок дерев осики, ГДж

Діаметр, см	Висота, м									
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
4	0,02	0,01	0,01							
6	0,05	0,03	0,02	0,02						
8		0,09	0,06	0,04	0,04	0,03	0,03			
10		0,17	0,12	0,09	0,07	0,06	0,05	0,04		
12		0,32	0,23	0,17	0,14	0,11	0,09	0,08	0,07	
14			0,38	0,29	0,23	0,18	0,16	0,13	0,12	0,10
16			0,59	0,45	0,36	0,29	0,25	0,21	0,18	0,16
18				0,66	0,54	0,43	0,38	0,32	0,27	0,25
20				0,95	0,75	0,63	0,54	0,45	0,39	0,36
22				1,31	1,05	0,88	0,73	0,63	0,55	0,50
24				1,75	1,41	1,18	1,00	0,86	0,75	0,66

Фрагменти нормативів для оцінки вмісту енергії в надземній фітомасі дерев наведено у табл. 9-11.

Особливістю динаміки вмісту енергії у стовбурах дерев м'яколистяних порід є її збільшення разом із аналогічною зміною таксаційних показників деревос-

тану, а от енергія, що міститься у фітомасі гілок дерева, зменшується зі збільшенням висоти та діаметра.

Табл. 9. Вміст енергії у надземній фітомасі дерев берези, ГДж

Діаметр, см	Висота, м										
	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
4	0,05	0,06									
6	0,13	0,14	0,15								
8		0,25	0,27	0,30							
10		0,40	0,43	0,48	0,52						
12			0,63	0,69	0,76	0,83					
14			0,87	0,95	1,04	1,14	1,24				
16				1,25	1,36	1,49	1,62	1,75			
18					1,73	1,88	2,05	2,22	2,39	2,57	
20					2,14	2,33	2,53	2,74	2,95	3,17	
22						2,82	3,06	3,31	3,57	3,83	4,10
24						3,36	3,64	3,93	4,24	4,55	4,86

Табл. 10. Вміст енергії у надземній фітомасі дерев вільхи, ГДж

Діаметр, см	Висота, м										
	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
4	0,08	0,06	0,06								
6	0,21	0,15	0,14	0,14	0,13						
8	0,43	0,30	0,27	0,27	0,27	0,27	0,32	0,36			
10		0,50	0,45	0,45	0,46	0,50	0,54	0,57	0,61		
12		0,79	0,70	0,68	0,72	0,75	0,80	0,86	0,93	0,98	
14		1,14	1,00	0,98	1,00	1,07	1,14	1,22	1,31	1,39	1,47
16			1,38	1,34	1,38	1,45	1,54	1,64	1,75	1,79	1,97
18				1,75	1,79	1,97	1,97	2,15	2,32	2,50	2,50
20				2,32	2,32	2,32	2,50	2,68	2,86	3,04	3,22
22				2,86	2,86	3,04	3,22	3,40	3,58	3,75	4,11
24				3,40	3,58	3,58	3,93	4,11	4,29	4,65	4,83

Табл. 11. Вміст енергії у надземній фітомасі дерев осики, ГДж

Діаметр, см	Висота, м									
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
4	0,05	0,06	0,06							
6	0,14	0,14	0,15	0,17						
8		0,26	0,27	0,30	0,34	0,38	0,42			
10		0,45	0,45	0,48	0,53	0,58	0,65	0,72		
12		0,71	0,69	0,71	0,77	0,84	0,93	1,02	1,11	
14			1,00	1,01	1,07	1,16	1,26	1,38	1,50	1,63
16			1,39	1,39	1,44	1,54	1,66	1,80	1,95	2,11
18				1,84	1,89	1,99	2,13	2,29	2,47	2,66
20				2,40	2,42	2,52	2,67	2,85	3,06	3,29
22				3,06	3,04	3,13	3,29	3,49	3,73	3,99
24				3,84	3,77	3,84	4,00	4,22	4,48	4,77

Висновки. В умовах дефіциту енергетичних ресурсів використання енергії м'яколистяних лісів здатне частково вирішити питання енергозабезпечення на регіональному рівні та збільшити частку використання відновлювальних джерел енергії, а розроблені в процесі досліджень нормативи дають змогу здійснювати оцінку вмісту енергії дерев м'яколистяних порід та сформулювати наукове лісівничо-екологічне обґрунтування комплексного використання лісових ресурсів Українського Полісся.

ЛІТЕРАТУРА

1. Альтернативні палива та інші нетрадиційні джерела енергії / О. Адаменко, В. Височанський, В. Льотко, М. Михайлів. – Івано-Франківськ : Вид-во "Полум'я", 2000. – 257 с.

2. Лакида П.І. Осичники Східного Полісся України – надземна фітомаса та депонований вуглець : монографія / П.І. Лакида, А.М. Білоус, Р.Д. Василишин. – Корсунь-Шевченківський : ФОП І.С. Майдаченко, 2010. – 255 с.

3. Лакида П.І. Фітомаса березових лісостанів Українського Полісся : монографія / П.І. Лакида, Л.М. Матушевич. – К. : Вид-во ННЦ ІАЕ, 2006. – 228 с.

4. Лакида П.І. Фітомаса вільшняків Західного Полісся України : монографія / П.І. Лакида, І.В. Блищик. – Корсунь-Шевченківський : ФОП І.С. Майдаченко, 2010. – 237 с.

5. Усольцев В.А. Фитомасса лесов Северной Евразии. База данных и география / В.А. Усольцев. – Екатеринбург : УрО РАН, 2001. – 707 с.

6. Matthews G. The Carbon Contents of Trees / G. Matthews // Forestry Commission. – Edinburgh, 1993. – Tech. Paper 4. – 21 p.

7. Shvidenko A. Wood for bioenergy in Russia: Potential and Reality / A. Shvidenko, S. Nilsson, M. Obersteiner // Wood Energy. – May 2004. – P. 323-340.

П.И. Лакыда, А.М. Белоус, Р.Д. Василишин, Л.М. Матушевич

ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ЭНЕРГИИ В ФИТОМАССЕ ДЕРЕВЬЕВ МЯГКОЛИСТВЕННЫХ ПОРОД УКРАИНСКОГО ПОЛЕСЬЯ

Приведены результаты разработки нормативно-справочного обеспечения для оценки содержания энергии в надземной фитомассе деревьев мягколиственных пород у древостоях Полесья Украины. Предложен алгоритм разработки нормативно-справочных таблиц для оценки содержания энергии, который основан на результатах моделирования количественных параметров компонентов фитомассы деревьев и их качественных показателях. В основание роботы положены результаты биометрической оценки 192 модельных деревьев березы повислой, 184 – ольхи клейкой и 234 – осины. Полученные в результате работы нормативы позволят провести оценку содержания энергии древостоев мягколиственных пород и сформулировать научное экологическое обоснование комплексного использования лесных ресурсов Украинского Полесья.

Ключевые слова: береза, ольха, осина, энергия, фитомасса, ствол, кора, крона, диаметр, высота, Полесье Украины.

P.I. Lakyda, A.M. Bilous, R.D. Vasylyshyn, L.M. Matushevych

EVALUATION OF ENERGY CONTENT IN PHYTOMASS OF SOFTWOOD TREE SPECIES IN THE UKRAINIAN POLISSYA

The results of normative information development for assessing energy content in aboveground live biomass of softwood broadleaved tree species stands in the Ukrainian Polissya. Algorithm for development of reference tables to estimate energy content which is based on modeling of quantitative parameters of components of live biomass of trees and their quality indicators is proposed. The research is based on biometric evaluation of 192 model trees of birch, 184 – of alder and 234 – aspen. Developed standards enable estimation of energy content of trees of softwood tree species and formulation of scientific forestry and ecological reasoning of the multiple use of forest resources of the Ukrainian Polissya.

***Keywords*:** birch, alder, aspen, energy, live biomass, trunk, bark, crown diameter, height, Ukrainian Polissya.

5. ЗАХИСТ ЛІСІВ І МИСЛИВСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО

*УДК 630*2:630*6+316.714*

***Я.В. ГЕНИК*[1], *М.В. ЧЕРНЯВСЬКИЙ*[2], *І.П. СОЛОВІЙ*[3]**

НЕЗАКОННІ РУБАННЯ ДЕРЕВИНИ У ВИСОКОЛІСНИХ РЕГІОНАХ УКРАЇНИ: ПРИЧИНИ ТА ШЛЯХИ ЗАПОБІГАННЯ

Наведено динаміку лісопорушень, скоєних у лісах Державного агентства лісових ресурсів України та обсяги незаконних рубань деревини в лісових масивах країни. Встановлено основні чинники, які істотно спричиняють до незаконних рубань лісу місцевим населенням та спонукають до використання деревини нелегального походження у підприємницькій діяльності. На основі досліджень запропоновано найбільш дієві заходи, що сприятимуть усуненню незаконних рубань деревини в лісових масивах країни та протидіятимуть використанню деревини нелегального походження у підприємницькій сфері.

Ключові слова: *незаконні рубання деревини, лісопорушення, фахівці лісового господарства, місцеві громади, Карпати, Західне Полісся.*

Незаконні рубання лісу виникли одночасно з початком інтенсивного використання лісових ресурсів і нормативно-правововового регулювання лісових відносин. Значні обсяги незаконних рубань в лісових масивах реєструються підчас воєнних та післявоєнних лихоліть, а також у періоди економічних криз. Проблеми, пов'язані із незаконними лісозаготівлями в лісах України, особливо виразно проявилися у 1990-х роках в умовах усталення нових ринкових відносин. Найбільша кількість злочинів, пов'язаних з незаконними заготівлями деревини, спостерігається в найбільш лісистих регіонах країни. Так, у період 2002-2009 рр. у лісових насадженнях Львівської області скоєно 724, Закарпатської – 695 та Івано-Франківської – 425 злочинів у сфері лісокористування [4].

Для забезпечення сталого лісокористування в лісах України необхідне формування системи дієвих заходів щодо запобігання незаконним рубанням деревини. Обґрунтування та запровадження цих заходів повинно базуватись на всебічних дослідженнях прямих чинників незаконних рубань лісу та ширшого кола причин, що їх породжують [1, 2, 3].

Зазначимо, що в Україні жоден державний орган не збирає та не узагальнює інформацію щодо обсягів незаконних рубань деревини в лісових масивах країни. Інформація щодо незаконних (або як їх ще іноді називають – самовільних) рубань лісу у виданнях Державного комітету статистики України та виданнях обласних управлінь статистики країни взагалі не наводиться. Дані щодо незаконних лісозаготівель можна отримати з таких джерел:

- звітів Державного агентства лісових ресурсів;
- звітів обласних управлінь лісового та мисливського господарства,
- обласних управлінь лісогосподарських комунальних підприємств
- та інших лісокористувачів;
- наукових видань науково-дослідних інститутів та освітніх установ;
- звітів міжнародних проектів та грантів;
- електронних видань Інтернет-ресурсів.

Якщо керуватись офіційною статистикою, то проблема незаконних лісозаготівель в Україні не здаватиметься критичною. Так, за даними Державного комітету лісового господарства України (тепер – Державне агентство лісових ресурсів України), самовільні рубання у лісових масивах Держкомлісгоспу 2008 р. загалом становили 20,1 тис. м^3 та зменшились порівняно з 2003 р. удвічі. У 2008 р. загальна кількість випадків лісопорушень зменшилась порівняно з 2003 р. в 1,5 раза (табл. 1) [5].

За даними Державного агентства лісових. ресурсів України обсяг самовільних рубань впродовж останніх років становив приблизно 20 тис.м^3 (0,2 % від загального обсягу заготівель) та має тенденцію до поступового зниження. У інтерв'ю голови Агентства лісових ресурсів газеті "День" зазначено: "…поза сумнівом, в Україні існують проблеми незаконної заготівлі

[1] **ГЕНИК Ярослав В'ячеславович** – кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри ландшафтної архітектури, садово-паркового господарства та урбоекології. Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів, 79057. Тел.: (032) 260-04-08

[2] **ЧЕРНЯВСЬКИЙ Микола Васильович** – член-кореспондент Лісівничої академії наук України, кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри екології. Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів, 79057. Тел.: +38-067-352-81-87. E-mail: tschern@mail.lviv.ua

[3] **СОЛОВІЙ Ігор Павлович** – член-кореспондент Лісівничої академії наук України, кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри екологічної економіки. Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів, 79057. Тел. +38 032 2392778 . E-mail: soloviy@yahoo.co.uk

деревини, особливо гостро відчутні вони у лісах комунальної власності. Ці ліси де-юре належать громадам, але де-факто ніхто не контролює їх вирубування. Так, населення, яке проживає поруч з цими лісами, здійснює рубання в них для отримання дров або будівельного матеріалу. Сьогодні дві третини незаконних рубок чиниться у лісах комунальної власності. Правоохоронні органи офіційно заявляють, що обсяг незаконних рубок в державних лісогосподарських підприємствах становить 0,5-1 % від загального щорічного обсягу вирубки лісу. Загалом, близько 15 мільйонів кубометрів деревини заготовляється в Україні щорічно (12 млн куб. м – у лісах Державного агентства лісових ресурсів і 3 млн куб. м – в лісах Мінагрополітики та Міністерства оборони). Іншими словами, річний обсяг незаконних рубок становить близько 150 тис. м^3 деревини" [7].

Табл. 1. Динаміка лісопорушень, скоєних у лісових. масивах Державного комітету лісового господарства України

Роки	Кількість випадків лісопорушень, тис. шт.	Обсяг лісопорушень, тис. м^3	Разовий середній обсяг вирубаної деревини, м^3
2003	15,5	40,2	2,6
2004	14,7	30,4	2,1
2005	12,9	28,0	2,2
2006	13,8	24,7	1,8
2007	12,1	17,9	1,5
2008	10,2	20,1	2,0

Інформаційні дані щодо незаконних лісозаготівель, наведені іншими міжнародними інституціями та громадськими організаціями, значно різняться. Так, за даними Держлісагенства, обсяг незаконних рубань у лісах Карпат становить 0,01 млн м^3, за дослідженнями експертів Світового банку – 0,25-0,30 млн м^3, а за оцінкою експертів швейцарсько-українського проекту розвитку лісового господарства в Закарпатті "FORZA" – 1,00-1,25 млн м^3 (табл. 2) [6].

Табл. 2. Щорічні обсяги незаконних (самовільних) рубань лісу в Карпатах

Джерело інформації	Обсяг незаконних рубань, млн м^3
Державний комітет лісового господарства	0,01
Світовий банк	0,25-0,30
Швейцарсько-український проект розвитку лісового господарства в Закарпатті "FORZA"	1,00-1,25

У рамках Програми ENPI-FLEG "Удосконалення систем правозастосування й управління в лісовому секторі у країнах-учасницях Європейської політики добросусідства та Росії" проведені дослідження щодо виявлення причин незаконних рубань деревини та встановлення чинників, що запобігають незаконним лісозаготівлям у Карпатах і Західному Поліссі. Це – пілотні території, які відзначаються високою лісистістю та в яких лісове господарство відіграє провідне місце в економіці регіону (Карпати – Старосамбірський район Львівської області; Косівський район Івано-Франківської області; Хустський район Закарпатської області; Полісся – Березнівський район Рівненської області).

Дослідження здійснені методом анкетного стандартного роздаткового опитування експертів "обличчям до обличчя" за місцем праці (представники органів місцевого самоврядування, бізнесу та фахівці лісового господарства), або за місцем проживання (представники місцевих громад). Назагал опитано 600 респондентів, що дає змогу достовірно і реалістично оцінити ситуацію та виявити причини незаконних рубань деревини.

Проведені соціологічні дослідження показали, що обсяги нелегальних лісозаготівель до загального обсягу заготівель деревини, на думку фахівців лісового господарства, становлять загалом до 20 % (думка 59,5 % респондентів). Досить значна кількість фахівців лісового господарства вважають, що обсяги нелегальних лісозаготівель становлять понад 50 % обсягів законних заготівель деревини в країні – 12,0 % опитаних респондентів (табл. 3).

Табл. 3. Обсяги нелегальних лісозаготівель до загального обсягу заготівель деревини, %

Обсяги нелегальних лісозаготівель до загального обсягу заготівель деревини	Львівська обл.	Івано-Франківська обл.	Закарпатська обл.	Рівненська обл.	Загалом
0-10 %	30,0	46,0	52,0	30,0	39,5
10- 20 %	18,0	18,0	16,0	28,0	20,0
20-50 %	8,0	8,0	8,0	20,0	11,0
50-100 %	6,0	14,0	8,0	20,0	12,0
важко відповісти	38,0	14,0	16,0	2,0	17,5

Найбільш поширеними в лісах Карпат та Західного Полісся, на погляд фахівців лісового господарства, є незаконні рубання, здійснені громадянами для власних потреб, зокрема, для опалення житла та використання лісу як будівельного матеріалу (36,5 % респондентів), а також рубання лісу, здійснені громадянами задля отримання прибутку від продажу чи перероблення заготовленої деревини (32,0 % респондентів) (табл. 4).

Табл. 4. Поширеність незаконних рубань у лісах пілотних територій, %

Незаконні рубання	Практично відсутні	Інколи трапляються	Доволі поширені
Рубання, здійснені громадянами для власних потреб (опалення житла, будівництва)	9,0	51,0	36,5
Рубання, здійснені громадянами задля отримання прибутку	14,5	48,0	32,0
Рубання, які проводять комерційні структури без дозвільних документів	54,0	23,5	16,0
Рубання, які проводяться комерційні структури на основі дозвільних документів, але з грубим порушенням правил	43,0	37,0	15,0
Рубання, які проводять лісогосподарські підприємства на основі дозвільних документів, але з грубим порушенням правил	34,5	51,0	10,0

Багато фахівців лісового господарства вказує на практично низький рівень незаконних рубань деревини в межах досліджуваних районів, здійснених комерційними структурами без дозвільних документів (54,0 % респондентів) та на основі дозвільних документів, але з грубим порушенням правил (43 % опитаних).

Табл. 5. Чинники, які спричиняють незаконні рубання деревини місцевим населенням (оцінка фахівців лісового господарства), %

Чинники, які спричиняють незаконні рубання лісу населенням	Зовсім не спричиняє	Незначно спричиняє	Істотно спричиняє
Недостатній контроль за здійсненням незаконних рубань	27,5	33,0	29,5
Висока ціна енергоносіїв	20,0	38,0	30,0
Ставлення до лісу як до своєї власності	18,5	31,5	30,5
Відсутність ефективних штрафних санкцій	21,5	35,5	31,0
Недосконале лісове законодавство	18,5	34,5	31,5
Наявність в економіці тіньового сектору	18,5	26,5	35,0
Висока прибутковість незаконних рубань	14,5	29,5	39,0
Сталий попит на деревину	16,5	33,5	40,0
Недостатні заходи боротьби з контрабандою та корупцією	14,5	31,0	40,5
Низька правова культура населення	12,5	33,5	44,0
Функціонування нелегальних приватних пилорам	10,5	25,0	53,5
Низький рівень соціального забезпечення населення	5,5	21,5	61,0
Високий рівень безробіття	5,0	19,5	62,0

Табл. 6. Чинники, які спричиняють незаконні рубання деревини місцевим населенням (оцінка мешканців громад), %

Чинники, які спричиняють незаконні рубання лісу населенням	Зовсім не спричиняє	Незначно спричиняє	Істотно спричиняє
Недосконале лісове законодавство	9,0	28,5	42,0
Висока ціна енергоносіїв	10,0	33,5	44,5
Відсутність ефективних штрафних санкцій	7,5	24,0	47,5
Ставлення до лісу як до своєї власності	7,0	28,0	49,5
Низька правова культура населення	6,5	29,0	54,5
Недостатній контроль за здійсненням незаконних рубань	4,5	22,0	59,0
Сталий попит на деревину	2,0	20,0	61,0
Висока прибутковість незаконних рубань	1,0	15,5	67,0
Наявність в економіці тіньового сектору	2,0	10,5	69,5
Високий рівень безробіття	3,0	17,0	71,0
Недостатні заходи боротьби з контрабандою та корупцією	1,0	11,0	76,5
Низький рівень соціального забезпечення населення	1,0	11,0	79,5
Функціонування нелегальних приватних пилорам	1,5	6,5	80,5

Основними чинниками, які істотно спричиняють незаконні рубання лісу місцевим населенням, фахівці лісового господарства вважають (табл. 5):

- високий рівень безробіття (62,0 % респондентів);
- низький рівень соціального забезпечення населення (61,0 %);
- функціонування нелегальних приватних пилорам (53,5 %);
- низьку правову культуру населення (44,0 % респондентів).

Як вважають мешканці місцевих громад, основними чинниками, які істотно спричиняють незаконні рубання деревини населенням, є (табл. 6):

- функціонування нелегальних приватних пилорам (80,5 % респондентів);
- низький рівень соціального забезпечення населення (79,5 %);
- недостатні заходи боротьби з контрабандою та корупцією (76,5 %);
- високий рівень безробіття (71,0 % респондентів).

Багато представників місцевих громад істотними чинниками, що спричиняють незаконні рубання лісу, також вважають: наявність в економіці тіньового сектору (69,5 % респондентів); високу прибутковість незаконних рубань (67,0 %); сталий попит на деревину (61,0 %) та недостатній контроль за здійсненням незаконних рубань лісу (59,0 % респондентів).

Найбільш вагомими чинниками, які спонукають підприємців до використання деревини нелегального походження в бізнесі, є (табл. 7):

- різниця в цінах на деревину легального і нелегального походження (55,5 % респондентів);
- досить простий спосіб отримання деревини (36,5 %);
- наявність тіньового сектору в економіці (31,0 % респондентів).

Табл. 7. Чинники, які спонукають до використання деревини нелегального походження в бізнесі, %

Чинники, які спонукають до використання деревини нелегального походження в бізнесі	Важко відповісти	Не спонукають	Спонукають
Значний попит на деревину	3,5	82,5	14,0
Значна кількість пропозицій деревини нелегального походження	3,5	81,0	15,5
Відсутність ефективних штрафних санкцій	3,5	80,5	16,0
Недостатній контроль за здійсненням рубань на місцях	4,0	77,5	18,5
Наявність тіньового сектору в економіці	3,5	65,5	31,0
Достатньо простий спосіб отримання деревини	3,5	60,0	36,5
Різниця в цінах на деревину легального і нелегального походження	4,5	40,0	55,5

Величина шкоди, заподіяної незаконним вирубуванням деревини, на погляд фахівців лісового господарства, є середньою (42,5 % опитаних респондентів). Незначною величину шкоди для лісового господарства від незаконних рубань лісу вважає 25,0 % фахівців лісового господарства, а досить значною – 20,5 % опитаних респондентів.

Чіткої однозначної відповіді щодо дієвості чинних штрафів і сум відшкодувань збитків, заподіяних незаконними рубаннями деревини фахівці лісового господарства не дають. Так, 22,0 % респондентів вважають, що розміри штрафів за незаконні рубання деревини є низькими, 34,5 % – відповідні до заподіяної шкоди, а 37,0 % респондентів – занадто високими.

Заходами, які б найбільш дієво запобігали незаконним рубанням деревини у лісових масивах країни, фахівці лісового господарства вважають (табл. 8):

- зменшення рівня безробіття та зростання добробуту населення (69,5 % респондентів);
- посилення адміністративної та кримінальної відповідальності (53,0 %);
- посилення громадського контролю (46,5 %);
- посилення штрафних санкцій (43,5 %);
- проведення сертифікації лісів (36,5 % респондентів).

Табл. 8. Заходи, які сприяють усуненню незаконних рубань лісу (оцінка фахівців лісового господарства), %

Заходи, які сприяють усуненню незаконних рубань лісу	Зовсім не важливі	Не дуже важливі	Важливі
Передача ділянок лісу в оренду інвесторам	31,5	27,0	19,5
Передача ділянок лісу в постійне користування місцевій громаді	33,0	26,5	22,5
Передача лісу в оренду місцевим жителям	29,5	27,0	24,5
Передача лісу в приватну власність	30,0	20,5	25,0
Участь громади в плануванні лісогосподарських заходів	29,5	22,5	27,0
Проведення сертифікації лісів	20,0	25,0	36,5
Посилення штрафних санкцій	16,0	30,0	43,5
Посилення громадського контролю	16,5	28,5	46,5
Посилення адміністративної та кримінальної відповідальності	16,0	19,0	53,0
Зменшення рівня безробіття та зростання добробуту населення	6,0	12,0	69,5

За оцінкою мешканців місцевих громад, найбільш дієвими заходами, які сприяли би усуненню незаконних рубань деревини, є (табл. 9):

- зменшення рівня безробіття та зростання добробуту населення (82,5 % респондентів);
- посилення адміністративної та кримінальної відповідальності (74,0 %);
- посилення штрафних санкцій (59,5 %);
- посилення громадського контролю (53,0 %);
- участь громади в плануванні лісогосподарських заходів (44,0 % респондентів).

Табл. 9. Заходи, які сприяють усуненню незаконних рубань деревини (оцінка мешканців громад), %

Заходи, які сприяють усуненню незаконних рубань деревини	Зовсім не важливі	Не дуже важливі	Важливі
Передача ділянок лісу в оренду інвесторам	29,5	20,5	17,5
Передача ділянок лісу в постійне користування місцевій громаді	17,0	28,5	30,5
Передача лісу в оренду місцевим жителям	22,5	35,5	18,5
Передача лісу в приватну власність	25,0	27,0	22,0
Проведення сертифікації лісів	12,0	28,5	36,0
Участь громади в плануванні лісогосподарських заходів	12,0	23,0	44,0
Посилення громадського контролю	5,5	31,5	53,0
Посилення штрафних санкцій	7,5	26,0	59,5
Посилення адміністративної та кримінальної відповідальності	7,5	9,5	74,0
Зменшення рівня безробіття та зростання добробуту населення	1,5	8,0	82,5

Серед заходів, які можуть упереджувати використання деревини нелегального походження в бізнесі, найбільш вагомими, на погляд підприємців, є (табл. 10):

- припинення нелегального експорту (41,5 % респондентів);
- покращення роботи правоохоронних органів (39,5 %);
- посилення митного контролю (39,0 %);
- сертифікація походження деревини (28,5 %);
- сертифікація продукції з деревини (28,5 % респондентів).

Табл. 10. Заходи, які сприяють усуненню використання деревини незаконного походження в бізнесі, %

Заходи, які сприяють усуненню використання деревини незаконного походження в бізнесі	Зовсім не важливі	Важливі	Дуже важливі
Передача лісу в приватну власність	56,2	22,0	13,0
Передача ділянок лісу в оренду підприємцям	51,0	26,5	12,5
Передача лісу в постійне користування місцевій громаді	45,5	31,0	13,5
Посилення громадського контролю за веденням лісового господарства	30,5	42,0	19,5
Підвищення штрафних санкцій	32,0	36,0	22,0
Сертифікація продукції з деревини	18,0	45,5	28,5
Сертифікація походження деревини	14,5	47,5	28,5
Посилення митного контролю	14,5	33,0	39,0
Покращення роботи правоохоронних органів	14,5	35,5	39,5
Припинення нелегального експорту	14,5	29,5	41,5

Представники місцевих лісозалежних громад, представники органів місцевого самоврядування та правоохоронні органи недостатньо ефективно протидіють незаконним рубанням лісу. Розширення прав та повноважень лісової охорони щодо контролю, транспортування, вилучення незаконно добутої деревини за межами територій лісового фонду, на погляд співробітників лісогосподарських підприємств, дасть змогу значно зменшити кількість лісопорушень, обсяги незаконних рубань та заподіяні збитки.

Висновки. На основі досліджень, проведених у рамках Програми ENPI-FLEG щодо незаконних рубань лісу та заходів із запобігання їм і їх усунення, можна зробити такі висновки.

Незаконне (самовільне) рубання лісу є основним правопорушенням у секторі лісового господарства країни, а дані щодо обсягів незаконних рубань значно різняться.

Найпоширенішими в лісистих регіонах країни є незаконні рубання деревини, здійснені громадянами для власних потреб та задля отримання прибутку від продажу чи перероблення заготовленої деревини. За останні роки спостерігається поступове зменшення незаконних рубань деревини, які, на погляд фахівців лісового господарства, становлять від 0 до 20 %.

Основними чинниками, які істотно спричиняють незаконні рубання лісу місцевим населенням, фахівці лісового господарства вважають: високий рівень безробіття; низький рівень соціального забезпечення населення; функціонування нелегальних приватних пилорам та низьку правову культуру населення. Мешканці місцевих громад основними причинами називають: функціонування нелегальних приватних пилорам; низький рівень соціального забезпечення населення; недостатні заходи боротьби з контрабандою та корупцією і високий рівень безробіття.

Найбільш дієвими заходами, які могли би запобігати незаконним рубанням деревини, фахівці лісового господарства та мешканці місцевих громад вважають: зменшення рівня безробіття та зростання добробуту населення; посилення адміністративної і кримінальної відповідальності; посилення громадського контролю; посилення штрафних санкцій; проведення сертифікації лісів та участь громади в плануванні лісогосподарських заходів.

Заходами, які упереджують використання деревини нелегального походження в бізнесі підприємці вважають: припинення нелегального експорту; покращення роботи правоохоронних органів; посилення митного контролю, а також сертифікацію походження деревини та продукції з деревини.

Запобігання та зменшення випадків і обсягів незаконних рубань лісу, усенення їх негативних наслідків, забезпечення природоощадливого лісокористування можливо здійснити на основі: удосконалення сучасного законодавства та нормативно-правового забезпечення; впровадження нових технологій у лісозаготівельне виробництво; посилення громадського контролю, підвищення життєвого рівня населення та зайнятості мешканців лісозалежних громад; об'єднання зусиль органів державного управління, лісогосподарських підприємств та мешканців місцевих громад.

ЛІТЕРАТУРА

1. Чернявський М. Стале ведення лісового господарства в контексті міжнародних нормативних документів / М. Чернявський, Я. Геник, О. Каспрук та ін. // Еколого-економічні та соціальні проблеми неефективних і несталих методів ведення лісового господарства та незаконних лісозаготівель в Україні : зб. матер. Міжнар. наук.-практ. конф., 2-3 грудня 2010 р. – Львів : Тов-во "Зелений Хрест", вид-во "Ліга-Прес". – 2011. – С. 71-76.

2. Соловій І.П. Політика сталого розвитку лісового сектора економіки: парадигма та інструменти : монографія / І.П. Соловій. – Львів : Вид-во "Ліга-Прес", 2010. – 368 с.

3. Геник Я. Незаконні рубання деревини в Карпатах і Західному Поліссі та заходи щодо їх запобігання / Я. Геник, М. Чернявський, І. Соловій та ін. // Еколого-економічні та соціальні проблеми неефективних і несталих методів ведення лісового господарства та незаконних лісозаготівель в Україні : зб. матер. Міжнар. наук.-практ. конф., 2-3 грудня 2010 р. – Львів : Тов-во "Зелений Хрест", вид-во "Ліга-Прес", 2011. – С. 109-119.

4. У лісовому секторі в дзеркалі соціології та статистики. 17.05.2011. [Електронний ресурс]. – Доступний з http://www.lesovod.org.ua/node/10009

5. Лісове господарство України : наук.-публіц. видання. – К. : Вид-во "ЕКО-інформ", 2009. – 74 с.

6. Кластерний аналіз лісового сектору Карпатського регіону України та рекомендації для кластерного менеджменту. Скорочений звіт-2008. – Ужгород : Вид-во FORZA, 2009. – 34 с. [Електронний ресурс]. – Доступний з http://www. actiondatagroup.com/ru/research/ examples/ex7.php3

7. Bilousova N. Firewood… from where? The Day, St. 29 2011. [Electronic resource]. – Mode of access http://www.day.kiev.ua/213276.

Я.В. Геныk, М.В. Чернявский, І.П. Соловий

НЕЗАКОННЫЕ РУБКИ ДРЕВЕСИНЫ В ЛЕСИСТЫХ РЕГИОНАХ УКРАИНЫ: ПРИЧИНЫ И ПУТИ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ

Приведены динамика лесонарушений, совершенных в лесах Государственного агентства лесных ресурсов Украины, объемы незаконных рубок древесины в лесных массивах страны. Определены основные факторы, которые существенно способствуют незаконным рубкам древесины местным населением и побуждают к использованию древесины нелегального происхождения в предпринимательской деятельности. На основании исследований предложены наиболее действенные мероприятия по предотвращению незаконных рубок древесины и использованию древесины нелегального происхождения в предпринимательской деятельности.

***Ключевые слова*:** незаконные рубки древесины, лесонарушения, специалисты лесного хозяйства, местные общины, Карпаты, Западное Полесье.

Ya.V. Henyk, M.V. Chernyavskyy, I.P. Soloviy

ILLEGAL LOGGING IN HIGHLY FORESTED REGIONS OF UKRAINE: CAUSES AND PREVENTIVE APPROACHES

The data about illegal activities in the forests managed by State Agency of Forest Resources are presented. In particular the facts of illegal logging (the volumes, its dynamics) in the forests of Ukraine are presented. The main causes of illegal logging and reasons to use the wood of illegal origin in a business analysed. The analysis is based on empirical study in Ukrainian Carpathians and West Polissya results (survey of respondents representing forest professionals, communities and business). Taking ino account the results of the study the authors propose a set of measures to combat illegal logging and to minimize use of illegally harvested and traded wood in a woodworking business.

***Keywords*:** illegal logging, breaking of forest law, forestry prodessionals, local communities, Carpatians, West Polissya.

Acknowledgement: This publication is written in the framework of ENPI FLEG programme "Improving Forest Law Enforcement and Governance in the European Neighbourhood Policy East Countries and Russia". The programme is funded by the European Union and the three implementing partners include: the World Bank, WWF and IUCN. The contents of this publication are the sole responsibility of the authors and can in no way be taken to reflect the views of the European Union.

УДК 630[44+17]:582.475.4*

***А.Ф. ГОЙЧУК*[1], *В.В. РОЗЕНФЕЛЬД*[2]**

БАКТЕРІАЛЬНІ ХВОРОБИ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ

Проаналізовано сучасний стан вивченості бактеріальних хвороб сосни звичайної. Наведено симптоми, патогенез та збудників пухлиноподібного бактеріозу, бактеріальної водянки (бактеріального мокрого раку), бактеріального опіку, виразкової і раково-виразкової хвороб, бактеріозу сіянців сосни звичайної тощо. Акцентовано увагу не лише на необхідності розширити наукові дослідження з бактеріальної патології хвойних деревних порід, а й на необхідності з'ясувати просторову локалізацію бактерій, їхніх функціональну та таксономічну структури у здорових органах рослин. Показано, що фітопатогенні бактерії є невід'ємною складовою епіфітної та ендофітної мікрофлори рослин, виконують у них широкий спектр корисних функції, але за певних умов можуть спричиняти патологічний процес (інфекційне захворювання).

Ключові слова: *бактеріози сосни, фітопатоген, збудник хвороби, патогенез, епіфітна мікрофлора, ендофітна мікрофлора, насіння сосни звичайної, сіянці сосни звичайної, аутомікрофлора, мікробоценоз, антагонізм.*

Вступ. Періодичне масове відмирання соснових насаджень різних вікових груп свідчить про недостатні знання з етіології і патогенезу в загальному ланцюгу патології як сосни звичайної, так і інших деревних порід. Нині існує понад 160 гіпотез щодо причин загибелі лісів, зокрема й хвойних. Це, зокрема, відхилення від багаторічних середніх величин метеорологічних чинників (літні та зимові посухи, екстремальні температури, зміна водного режиму тощо), ущільнення ґрунту, надмірне зріджування деревостанів, невиправдані у лісівничому аспекті підбір деревних і кущових порід, схем їхнього змішування, втрата лісом гомеостатичної рівноваги тощо, що спричиняє масове поширення шкідників і збудників хвороб, зокрема опенька осіннього (*Armillariella mellea* (Fr.ex Vahl.) Karst.) і кореневої губки (*Heterobasidion annsum* (Fr.) Bref.), яку вважають основною причиною відмирання хвойних, зокрема – сосни звичайної. Загалом на сосні звичайній відомо близько 600 збудників хвороб, які переважно пов'язані з мікофлорою. Що стосується бактеріозів сосни звичайної, то вони вивчені вкрай недостатньо і лише в останні десятиріччя стався певний прогрес у дослідженні ролі і місця фітопатогенних бактерій у лісових біоценозах [4, 8, 9, 10, 13, 16, 17, 27, 32]. В Україні такі дослідження щодо сосни звичайної тільки розпочато.

Обговорення та результати. Сьогодні на сосні звичайній виявлено такі бактеріальні хвороби: пухлиноподібний бактеріоз, бактеріальна водянка (бактеріальний мокрий рак), бактеріальний опік, виразкова і раково-виразкова хвороби, бактеріоз однорічних сіянців.

Пухлиноподібний бактеріоз уперше було зафіксовано на Pinus halepsis L. наприкінці XIX ст. Пізніше цю хворобу було помічено на сибірському кедрі та сосні кримській на околицях м. Перм і в Криму [37], на сосні Бузулуцького бору [29], на сосні алепській у західно-середньоморській області [44]. Під час обстеження осоково-різнотравних сосняків у Бурятії виявлено багато наростів на гілках і стовбурах сосни звичайної різних вікових груп [26].

Симптоми хвороби характеризуються появою на гілках дерев пухлин діаметром 1-3 мм, які протягом року збільшуються до 5-15 мм [1], а надалі досягають 4-5 см у діаметрі, а іноді й більше [35]. З часом перидерма покривається тріщинами, через які проникають вторинні мікроорганізми, що дещо уповільнює некротичний процес [1], який завершується утворенням порожнин, це дає підстави віднести захворювання до туберкульозу [7]. Захворювання найчастіше стається на 10-20-річних деревах, проте і в стиглих та перестиглих соснових насадженнях спостережено ураження 24-26 % загальної кількості стовбурів [29].

Із уражень виокремлено *Bacterium pini Vuil*., *Pseudomonas pini Petri*, *Bacterium pseudotsugae Hansen*, які пізніше віднесені до *Agrobacterium pseudotsugae* (Hansen a R.E. Smith), *Agrobarterium tumefaciens* (E.F. Smith and Towns) [26], а також бактерії із роду Corynebarterium [26, 44], поряд з якими із більш старих наростів, на яких з'являються тріщини та спостерігається почорніння деревини, ізольований і збудник бактеріальної водянки – *Erwinia nimipressuralis Carter* [26].

На однорічних сіянцях сосни, кедра і модрини виявлено також пухлини біля кореневої шийки [13]. За зовнішнім виглядом уражені рослини відрізняються меншими розмірами, стовбурці їх у 3-4 рази товщі, ніж у здорових рослин. Спочатку стовбурці стають рожевими, на них утворюються невеликі продовгуваті плями червоного кольору біля кореневої шийки, які поступово світлішають і мають вигляд м'яких водянистих припухлостей блідо-лілового кольору. На кореневій шийці утворюється перетяжка, що призводить

[1] **ГОЙЧУК Анатолій Федорович** – дійсний член Лісівничої академії наук України, доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри біології лісу та мисливствознавства. Національний університет біоресурсів і природокористування України. Україна, м. Київ. Тел.: 044-527-82-38. E-mail: Ogouchuk@rambler.ru

[2] **РОЗЕНФЕЛЬД Вікторія Володимирівна** – кандидат біологічних наук, старший викладач кафедри біології лісу та мисливствознавства. Національний університет біоресурсів і природокористування України. Україна, м. Київ. Тел.: 044-527-82-38. E-mail: Shevnau@gmail.com

до відмирання рослин. Загалом згадана хвороба небезпечна лише для молодих рослин, зокрема сіянців. Із уражень (пухлин) ізольовано *Agrobacterium radiobacter* та *Agrobacterium tumefaciens*, але автори не наводять їхньої характеристики [13].

Відомо, що виділення бактерій з уражень ще не свідчить про те, що вони є збудниками захворювання. Із названих бактерій лише бактерії роду Corynebarterium у разі інокуляції 72-годинною культурою проростків Pinus halepsis утворювали на них пухлиноподібні більші чи менші нарости у 95 % випадків, а на молодих пагонах сосни звичайної в лабораторних умовах ці мікроорганізми спричиняли нарости на 40-45-й день після зараження [26], проте дослідникам не вдалося відтворити захворювання в природних умовах. Остаточно не з'ясовано механізм проникнення інфекції та патогенез пухлиноподібного раку. Можливо, бактерії роду Corynebacterium є складовою мікрофлори хвойних, знаходяться в них як симбіонти і за певних умов в онтогенезі сосни можуть виявляти патогенні властивості. Але стверджувати це досить складно, оскільки в літературі щодо цієї хвороби ми не знайшли даних про локалізацію бактерій в органах хвойних порід, зокрема – генеративних. Бактеріальну водянку серед хвойних деревних рослин виявлено на сосні звичайній, ялині східній, ялиці кавказькій, модрині сибірській, різних видах ялівцю [11, 12, 32, 33, 35, 48, 49]. Хоча припущення про бактеріальні хвороби хвойних порід типу водянки висловлювали ще у 40-х роках минулого століття [34, 39, 46], проте вид збудника захворювання не було названо.

Зовнішні ознаки хвороби характеризуються зміною забарвлення хвої. Зокрема, у сосни вона жовтіє, потім стає помаранчево-червоного або рожево-червоного і бурого кольору. З часом хвоя засихає й опадає, проте досить часто залишається на дереві, звисаючи донизу. При цьому первинні осередки ураження можуть спостерігатись у будь-якій частині крони, але всихання дерева здебільшого починається з верхівки [31].

Ураження і відмирання дерев найчастіше відбувається навесні і восени [31]. На поперечному зрізі свіжого сухостою особливо добре видно чорне забарвлення частини річних кілець, а також заболоневої частини стовбура, що є характерною ознакою захворювання [35]. Унаслідок відмирання камбію кора уражених дерев відшаровується навколо гілок, сучків, стовбура у вигляді кільця, оголюючи заболонь. Уражена деревина мокра, з характерним різким "кислим" запахом, який відчувається на значній віддалі від ураження. Крім того, у стовбурах нагромаджується газ, зокрема і сірководень, під дією якого відбувається розрив річних кілець деревини і кори. Із тріщин у деревині та відмерлих сучків витікає рідина, утворюючи чорні натьоки. Коріння уражених дерев часто також насичене вологою і з часом загниває під дією дереворуйнівних грибів [35].

У разі захворювання хвойних порід водянкою уражуються також шишки і насіння, що досить ретельно вивчено для ялиці кавказької [11,12]. Уражені шишки недорозвинені, розміром від 2-3 до 6-7 см (проти 7-9 см – у здорових), бурі, м'які, гнучкі й без насіння; іноді розміщуються поруч із зовні здоровими. Однак і зовні здорові шишки не досягають нормальних розмірів, у деяких випадках верхня частина їх буріє, іноді – до половини. Ознакою бактеріального зараження є майже стовідсоткова засмоленість шишок. При цьому спостерігається загнивання стрижня шишки (здебільшого зверху) і лусок, що починається з місця їхнього прикріплення. Заражені шишки погано розвиваються, призупиняються в рості, не утворюють насіння і відмирають, залишаючись на дереві. Зараження й розвиток хвороби починається з того періоду, коли шишки досягають розміру 2-3 см. За більш пізнього зараження з'являються порожні насінини. Зовні здорове насіння може заражатися безсимптомно [11]. Зараженість його бактеріями може бути дуже значною, що, відповідно, позначається на стані сходів і самосіву. Вважають, що самосів може бути заражений бактеріями, що перебувають у насінні та ґрунті [35]. На наш розсуд, твердження автора про зараження ґрунту фітопатогенними бактеріями, що перебувають у насінні, потребує додаткової перевірки, оскільки експериментально встановлено неможливість тривалого існування фітопатогенних бактерій у природних ґрунтах [2].

Із уражень, зокрема шишок і насіння, було виділено *Erwinia multivora* [11] та *Erwinia cancerogena* [48]. Проте у вивченні й ідентифікації *Erwinia multivora* допущено низку помилок: не здійснено порівняння властивостей цієї бактерії з описаними раніше збудниками подібного захворювання, наведені не характерні для роду *Erwinia* ознаки – спороносність, позитивне забарвлення за Грамом, ріст за 50 °С [7]. За іншими властивостями бактерія майже не відрізняється від збудника водянки – *Erwinia* (Enterobacter) nimpressuralis, вперше виділеної із ураженого в'яза [42]. Стосовно E. cancerogena, то як і E. multivora, вона подібна до E. nimpressuralis, що віднесена до атипічних видів роду Erwinia [18, 40, 43].

Бактеріальний опік (збудник – *Erwinia amylovora*) – ретельно вивчене захворювання плодових, що характеризується ураженням листків, квіток, плодів, кори з виділенням ексудату. Подібні симптоми виявлено й на листяних і хвойних породах [31, 32, 33]. У деревних порід уражується не тільки флоема, але й ксилема, хвороба має явно судинний характер. Як у плодових, так і в лісових деревних рослин спостерігається витікання ексудату. У хвойних порід, наприклад, у сосни, такого ексудату немає, але виділяється живиця у вигляді крапель [32].

Патогенні властивості бактерій виявляються дуже сильно і швидко. Дерева часто всихають протягом одного року (за гострої форми опіку) або декількох років (за хронічної форми). Експериментальне зараження показало високу патогенність виділених культур і широке коло лісових порід, що уражуються [32, 33]. Зважаючи на те, що виділені із опіку лісових деревних рослин ізоляти бактерій уражували водопровідну систему, їм дали назву *Erwinia amylovora var. lignifilla*, тобто та, що уражує деревину [30, 32].

Однак здатність *Erwinia amylovora var. lignifilla* уражувати деревину, неоднорідність з E. amylovora в антигенному складі, їхня здатність використовувати вуглець широкого кола органічних сполук на мінеральному середовищі й інші властивості зумовлюють певний сумнів щодо належності досліджуваного збудника до виду E. amylovora. Тому видова належність агресивних патогенів відносно лісових деревних порід потребує подальшого вивчення й уточнення [7].

Бактеріальний опік виявлено і на 2-3-річних сіянцях сосни та модрини [13]. Ознаки захворювання з'яв-

ляються рано навесні: на хвої поступово утворюються дрібні жовто-червоні плями, які з часом зливаються і стають яскраво-червоними, внаслідок чого весь пагін виглядає наче обпалений. На стовбурці уражена тканина розтріскується і підсихає. При цьому, зазвичай, уражаються бруньки. Поступово хвоя й пагони відмирають і засихають. На погляд авторів [13], збудником бактеріального опіку є епіфітна популяція бактерій *Pseudomonas* syringae van. Hall.

Із бактеріального опіку, поряд зі збудником, виділено *P. agglomerans*, спороносні бактерії *Bacillus mycoides* Flugge і *B. mesentericus* (subtilis) Flugge, а також мікроміцети родів *Trichothecium*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Alternaria*, *Fusarium* [13], що, на погляд авторів, дає змогу передбачити наявність змішаної інфекції. При цьому збудники захворювань можуть знаходитись у рослинах безсимптомно [30, 32, 35].

Бактеріальну виразкову хворобу хвойних спричиняє фітопатогенна бактерія *Erwinia quercina* pv rubrifaciens, вперше виявлена на підростi хвойних порід [15, 27]. Захворювання характеризується появою у прикореневій частині стовбура модринового, соснового і ялинового підросту виразок, часто великих за розмірами. Їхня конфігурація різна: деякі розміщуються вздовж стовбура, окільцьовуючи його, інші – по спіралі. У багатьох випадках утворюється комплекс виразок – нижня, зазвичай, набагато більша від верхньої; розростання тканини навколо виразок не виявлено; валик, що оточує виразку, та оголена заболонь темно-червоного кольору, слабка засмоленість надає їй вигляду відполірованої поверхні. Після зняття кори добре видно поширення збудника вздовж стовбура, аналогічно поширенню бактеріальної водянки, але колір ураженої тканини істотно відрізняється; не виявлено зволоження деревини [15, 27].

Результати штучного зараження показали високі патогенні властивості виділених бактерій, здатних спричиняти некроз живих тканин. Так, у разі штучного зараження сосни на 10-14-й день після інокуляції на хвої некрози досягали 1 см, на пагонах через 30 днів утворювалися сухі виразки, хвоя до цього часу повністю відмирала; деревина мала темно-червоне забарвлення, на пагонах з'являлись типові викривлення [27].

Збудник виразкової хвороби хвойних є раневим патогеном, оскільки оббризкування непошкоджених органів рослин (хвої, пагонів, кори, стовбура) суспензією бактерій не дало позитивних результатів. Цілком можливими поширювачами згаданого збудника можуть бути комахи. Ця теза підтверджується наявністю у внутрішніх органах представників родин *Lachnidae*, *Cerambycidae*, *Curculionidae*, *Pentatomoidae*, *Coreidae* високопатогенних стосовно хвойних порід бактерій із властивостями, ідентичними властивостям виразкової хвороби [15, 26]. Очевидно, ця гіпотеза потребує певних уточнень, адже автори не наводять даних про перевірку патогенних властивостей бактерій, виділених із внутрішніх органів комах, для деревних порід. Виділення ж мікроорганізмів ще не свідчить про їхню участь у патогенезі [7].

Варто наголосити, що ураження, характерні для раково-виразкової і виразкової хвороб, ніколи не спостерігають на одному дереві. Автори [27] пояснюють це високою антагоністичною активністю E. quercina pv rubrifaciens відносно *P. syringae*, яка виявлена під час вивчення взаємовідносин збудників цих двох хвороб.

Раково-виразкове захворювання бактеріальної природи на хвойних породах, зокрема, модрині і сосні, виявлено в Сибіру [25, 26]. Захворювання частіше трапляється на підростi, ніж на середньовікових деревах. На стовбурі модрини в середній його частині й вище утворюються нарости, що перевищують його діаметр удвічі або й у більше разів. Здебільшого кора в місцях ураження розтріскується, утворюються сухі або злегка засмолені виразки внаслідок порушення нормальних смоляних ходів у вторинній деревині. Іноді розтріскування кори помічено і під наростом, у великих наростах утворюються порожнини. Виявлено утворення кількох наростів на одному стовбурі, які часто розміщуються близько один до одного. На бічних гілках подібні утвори спостерігаються дуже рідко (1-2 % від загальної кількості наростів).

Майже однаковою мірою із подібними симптомами уражується і сосновий підріст, але у хворих сосен розрідження крони збільшується внаслідок утворення великої кількості наростів саме на бічних гілках, переважно на рівні утворення наростів на стовбурі, гілки швидко засихають.

Найбільший ступінь ураження хвої і молодих пагонів модрини було виявлено внаслідок зараження наприкінці травня – на початку липня: через 4-7 днів ізоляти, виділені з деревини, спричинили на хвої утворення некрозів до 0,3-0,4 см, на пагонах – утворення сухих некрозів із потемнінням. Ізоляти, виділені з хвої, некротизували її на 2/3 довжини або повністю, на пагонах утворилися невеликі некрози з мокрою корою; через 10-14 днів пагони всихали, хвоя опадала наприкінці серпня. Захворювання на гілках і стовбурах розвивалося повільно: потемніння деревини спостерігалося через місяць, виразки утворювалися у вигляді поздовжніх тріщин завширшки до 1,0 мм через 5-6 місяців. Виділення живиці з тріщин кори спостережено не в усіх випадках, оскільки порушення смоляних ходів відбувається не завжди.

Незважаючи на те, що в районах обстеження раково-виразкове захворювання на кедрі не виявлено, були здійснені досліди щодо штучного зараження хвої і тканин стовбура бактеріями, виділеними із хворих сосен. Хвоя кедра останнього і передостаннього років уражується однаковою мірою, некрози поширюються до половини довжини хвоїнок. На гілках утворюються сухі, глибокі некрози, нарости (пухлини) не утворюються [27].

У разі раково-виразкового захворювання хвойних порід помітне зменшення росту, що виявляється в зниженні приросту деревини. Нарости, що розростаються, призводять до деформації стовбура, збільшуються порожнини, знижується якість деревини, її міцність. Відмирання бічних гілок є причиною утворення зрідженої, однобічної крони. Звичайно на одному дереві утворюється кілька наростів, що знижує можливість використання деревини в господарських цілях. Іноді захворювання спричиняє всихання. Утворення виразок, розтріскування кори сприяє поселенню та розвитку сапротрофної й умовно-патогенної мікрофлори, насамперед дереворуйнівних грибів, що виділяються на пізніших стадіях захворювання.

На підставі виконаних досліджень виділено ізоляти, які віднесені до роду *Pseudomonas*, виду *P. syringae* van. Hall [27]. Збудник раково-виразкового захворювання хвойних порід за своїми властивостями близь-

кий до виділеного з інших лісових деревних рослин, зокрема листяних та плодових дерев [7, 9, 11, 28, 48].

Бактеріоз сіянців сосни звичайної виявлено у 1975 р. в базовому розсаднику "Марій Чодра" (Росія) [16], а в наступні роки – і в інших розсадниках Середнього Поволжя, де його поширеність досягала 38 % [17]. Хворобу було виявлено лише на однорічних сіянцях сосни звичайної. Перші ознаки ураження з'являються через 10-15 днів після танення снігу. Осередки ураження не мали чітких меж, окремі хворі рослини або їхні невеликі групи траплялись по всій площі посівів. Поширеність хвороби у незначних межах спостерігалась у наступні 3-4 дні після появи перших ознак, а надалі впродовж двох тижнів змінювалась лише інтенсивність її розвитку. Найбільш сприятливою для розвитку бактеріозу в цей період є температура 6 °С і вище [16].

Основною діагностичною ознакою бактеріозу є вугільно-чорне із синюватим відтінком забарвлення верхньої частини стовбурців сіянців і хвої в її нижній частині. Зона зміни забарвлення мала чітко виражену концентричність. Насамперед уражувались камбіальні тканини стовбурця у верхній частині або на всій протяжності від кореневої шийки до верхівкової бруньки; ураження поширювалось на верхівкову бруньку, захоплюючи її меристематичні тканини, і на хвою. На кореневій системі патологічних змін не виявлено. Більшість уражених сіянців до осені відмирали, а ті, що перенесли захворювання, були ослаблими, викривленими, багатоверхівковими і непридатними для лісокультурних робіт [17].

Аналогічні симптоми прояву бактеріозів сіянців сосни звичайної спостережено для Сибіру, де ця хвороба раніше не траплялася [13]. Поширеність хвороби в посівах досягала від 10 до 30 %, при цьому сходи і сіянці першого року вирощування більш чутливі до захворювання. З'ясовано, що на поверхні сходів після утворення хвої стрімко зростає чисельність мікроорганізмів, зокрема й патогенних.

Збудник хвороби ізольований з уражених сіянців сосни звичайної та ідентифікований як *Pseudomonas fluorescens* Migula [13, 16]. Штучне зараження сіянців сосни й індикаторних рослин досягалося за титру 10^6кл/мл на 3-4-ту добу. Зміна кольору хвої відзначена через 48-50 год після інокуляції. На межі ураження спостерігалося виділення краплин ексудату сіруватокаламутного кольору [13]. Загалом, *P. fluorescens* є факультативним патогеном і різні її форми мають неоднакову патогенність [7, 26]. Здатність *P. fluorescens* паразитувати на сіянцях сосни пояснюється тим, що в розсадниках ці бактерії можуть поселятися на рослинних рештках і підвищувати свою агресивність. На погляд автора [16], на рослинних рештках відбувається утворення й нагромадження патогенних форм згаданого виду бактерій, які весною наступного року з рослинних решток переходять на насіння й інфікують проростки з їхньою появою. Інші дослідники [13] пов'язують масовий відпад насіння, проростків і сіянців сосни звичайної також з посівами монокультури та систематичним застосуванням пестицидів, що призводить до збільшення чисельності фітопатогенних мікроорганізмів і стрімкого зниження кількості видів з антагоністичними властивостями. У цьому випадку популяції збудників інфекційних хвороб формуються за селективного впливу сіянців хвойних у напрямку посилення патогенних властивостей. Підставою для такого висновку є те, що ізоляти, виділені з ґрунтів лісового розсадника, більш агресивні до хвойних, ніж популяції цих самих видів із цілинних ґрунтів [36].

За особливостями вуглецевого й азотного живлення, ферментативної активності та редукувальної здатності ізолятів виділені з уражених сіянців бактерії не відрізняються від досить добре вивченої на інших рослинах бактерії *P. fluorescens* Migula [7, 27].

Поряд з *P. fluorescens*, на початковому етапі захворювання однорічних сіянців сосни звичайної виділений типовий представник епіфітної мікрофлори *Erwinia herbicola* [13], яка, на погляд авторів, супроводжує в патологічному процесі *P. fluorescens*, а на пізніших етапах хвороби – гриби із родів *Alternaria*, *Fusarium*, *Penicillium*. Аналогічні результати внаслідок вивчення згаданого бактеріозу отримала і М.Ю. Нечаєва [16], а епіфітна мікрофлора сіянців хвойних деревних порід представлена бактеріями із родів *Pseudomonas*, *Mycobacterium*, *Pseudobacterium*, *Chromobacterium*, *Bacterium*; та грибами із родів *Penicillium*, *Aspergillus*, *Botrytis*, *Cladosporium*, *Trichoderma*, *Spicaria*, *Cryptococcus*, *Aureobasidium*. У хворих рослин переважають *Pseudomonas*, *Bacterium*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Botrytis*, *Alternaria* [14].

Крім згаданої бактерії, з уражень ізольована жовто-пігментна бактерія *Erwinia herbicola* (*Pantoea agglomerans*), яка супроводжує патологічний процес *P. fluorescens* [13, 16], але проявляє патогенність на сіянцях сосни звичайної лише в лабораторних умовах, та гриби із родів *Alternaria*, *Hormiscium*, *Fusarium* [16] і *Penicillium* [13]. Співвідношення виділених мікроорганізмів залежить від фази інфекційного процесу. Так, на початковій стадії хвороби виділяли лише бактерії, де здебільшого переважали форми, що мають сіруваті колонії. У подальшій динаміці патологічного процесу кількість сіруватих колоній зменшувалась, а жовтих, навпаки – збільшувалась, хоча загалом сіруватих колоній на початку і наприкінці патологічного процесу було більше, ніж жовтих. Під кінець розвитку хвороби, крім бактерій, із уражених рослин ізольовані й гриби. Тобто, у комплексі "живильна рослина – патогени" спостерігалися зміни видового складу мікробоценозу: фітопатогенні бактерії уражували лише живий рослинний субстрат. Розвиваючись на сіянцях, вони дуже їх послаблювали та створювали сприятливі умови для сапротрофних грибів і бактерій, які прискорювали патологічний процес. Очевидно, автор роботи під сапротрофними грибами і бактеріями розуміла різний ступінь сапрофітизму, адже обов'язкові сапротрофи не можуть прискорювати патологічний процес, оскільки їхньою екологічною нішею є мертвий субстрат. Вірогідно, йдеться про факультативні (необов'язкові) паразити або сапротрофи: перші нормально розвиваються як сапротрофи, але за сприятливих умов можуть виявляти патогенні властивості; другі, навпаки, переважно поселяються на живих рослинах, але продовжують розвиватись і на мертвому субстраті. Виділені М.Ю. Нечаєвою гриби належать до першої групи як епіфітна мікрофлора насіння [22].

Одну з груп бактеріальних хвороб рослин утворюють так звані генералізовані захворювання, за яких уражуються і перенхимні, і судинні тканини. Представником цієї групи патогенів є Raistonia (*Pseudomonas*) *solanacearum* (Smith): понад 200 видів рослин ура-

жуються цим видом, штами якого є сукупністю рас, патотипів [41, 45, 46]. *R. solanacearum* спричиняє і раптове в'янення сіянців сосни. На початковому етапі бактеріозу на хвої з'являються коричневі плями, змінюється колір коренів, особливо в судинних вузлах. На більш пізніх стадіях захворювання бактерії заповнюють внутрішні тканини і кору стовбура, утворюючи пустоти. На поперечному зрізі ураженого стовбурця спостерігається виділення бактеріального слизу. Корені й нижня частина стовбура стають м'якими та вологими, потім чорніють і загнивають. Уражені рослини жовтіють, поступово в'януть і відмирають. Це захворювання спостерігали на сіянцях протягом усього періоду вегетації.

Порушення водного режиму рослин пов'язано з тим, що в патологічному процесі, внаслідок дії R. *solanacearum*, беруть участь позаклітинні полісахариди високої молекулярної ваги, які, заповнюючи судини, заважають переміщенню води і мінеральних речовин у рослині, а також індолілоцтова кислота і фенольні сполуки, які нагромаджуються у хворих тканинах [47].

Збудник захворювання – *R. solanacearum* ізольовано із судинних пучків, забарвлених у коричневий колір. Штучне зараження індикаторних рослин і проростків сосни показало, що ознаки ураження рослин з'являються через дві доби, потім інфіковані рослини жовтіють і в'януть [13]. Автори називають згадане захворювання судинним бактеріозом.

Для бактерій, що ізольовані із уражень, екологічною нішею є вегетативні та генеративні органи рослин [5]. Так, основний збудник бактеріозу пшениці *Pseudomonas* syringae pv. atrofaciens є складовою аутомікрофлори її вегетативних органів [5]. Ми [6, 19, 20, 21, 22, 24] із епіфітної і ендофітної мікрофлори здорового насіння сосни звичайної ізолювали дійсні (*Pseudomonas* syringae, *Erwinia nimipressuralis*, *Erwinia carotovora*) та опортуністичні (*Pseudomonas* fluorescens, Pantoea agglomerans) фітопатогенні бактерії, відомі як збудники бактеріальних хвороб багатьох листяних і хвойних деревних порід та плодових дерев.

Серед виділених ізолятів найагресивнішими були бактерії *P. syringae*. Серед колекційних штамів найбільшу агресивність виявила *E. horticola*. Патогенна активність цієї бактерії була не меншою за свіжовиділені *P. syringae*. Дещо несподівано уражував хвою колекційний штам *C. michiganensis* 13 а, ізольований з уражених тканин томатів, та *Xantomonas campestris* – збудник судинного бактеріозу капусти. Представники родів *Xantomonas* та *Clavibacter* не відзначені як патогени хвойних порід.

Здатність патогенів спричиняти некроз хвої у разі штучного зараження свідчить про ймовірність їх і в природних умовах уражувати хвойні породи.

Штами *E. nimipressuralis*, *E. carotovora*, *P. fluorescens* уражували хвою дуже слабо, це пов'язано з тим, що перші два штами зумовлюють гниття, а останній є сапротрофом, який рідко та слабо уражує сільськогосподарські і лісові листяні деревні рослини.

Виділені із здорового насіння сосни звичайної ізоляти спричиняли захворювання однорічних сіянців сосни звичайної.

Симптоми захворювання однотипні. Перші ознаки інфекційного процесу спостерігаються через 5-7 днів у вигляді обводненої тканини, яка стає світло-коричневою. Незначне поширення інфекції до основи хвої супроводжується потемнінням, особливо на межі зі здоровою тканиною. Верхня частина ураженої тканини світліша і нечітко відрізняється за кольором від здорової. Відмирання тканини, а, можливо, й поширення бактерій, швидше відбувається в середній частині хвої, ніж на її кінчику. Вони різняться і за кольором: якщо зверху тканини світло-коричневі, то всередині – сіро-коричневі. Некротизація периметра хвої не відразу супроводжується відмиранням верхньої її частини. Це свідчить про несудинний тип захворювання. Іноді поширення інфекції припиняється, і верхівка хвої ще певний час залишається зеленою, хоча й засихає. За інтенсивністю розвитку захворювання уражується вся хвоїнка, яка за кольором однорідна – світло-коричнева. Поранення хвої через краплю води (контроль) не спричиняє зовнішніх видимих змін.

Висновки. Дослідження просторової локалізації мікробних угруповань, зокрема бактерій, їхньої таксономічної структури є досить перспективними, дають змогу не лише встановити функціональні характеристики мікроорганізмів, а й об'єктивно їх контролювати в разі зміни (природної чи штучної) взаємодії в системі "рослина – мікроорганізм (патоген)" [3].

Взаємодія мікроорганізмів у рослинних асоціаціях зумовлює підвищений науковий інтерес як у плані розуміння загальнобіологічних проблем імунітету, динаміки патологічного процесу тощо, так і з погляду обгрунтування й опрацювання прийомів і методів захисту рослин від збудників хвороб. Це тим більш важливо, оскільки на всіх етапах росту й розвитку рослин мікроорганізми різних таксономічних груп як у складі епіфітної та ендофітної мікрофлори, так й мікрофлори ризосфери формують не лише характерний компонент філосфери, а й дають змогу впливати на неї біологічними методами [38].

ЛІТЕРАТУРА

1. Бактериальные болезни растений / Под ред. В.П. Израильського. – Изд. 3-ое, [перераб. и доп.]. – М. : Изд-во "Колос", 1979. – 288 с.

2. Воронкевич И.В. Выживаемость фитопатогенных бактерий в природе / И.В. Воронкевич. – М. : Изд-во "Наука", 1974. – 270 с.

3. Гвоздяк Р.І. Перспективні напрями дослідження фітопатогенних бактерій // Фітопатогенні бактерії. Фітонцидологія. Алелопатія (Київ, 4-6 жовтня 2005 р.) – Житомир : Вид-во ДАУ, 2005. – С. 3-8.

4. Гвоздяк Р.И. Дуб черешчатый в Украине / Р.И. Гвоздяк, М.И. Гордиенко, А.Ф. Гойчук. – К. : Вид-во "Наук. думка", 1993. – 224 с.

5. Гвоздяк Р.І. Ендофіти мікрофлори зерна пшениці та її взаємодія з фітопатогенними бактеріями / Р.І. Гвоздяк, Л.В. Кабашна, Л.А. Пасічник // Доповіді НАН України : наук.-теор. журнал. – 2001. – № 1. – С. 173-177.

6. Гвоздяк Р.І. Фітопатогенні бактерії насіння сосни звичайної / Р.І. Гвоздяк, В.В. Розенфельд, Л.М. Ващенко // Вісник державного агроекологічного ун-ту : зб. наук. пр. – Житомир : Вид-во ДАУ, 2005. – № 2. – С. 156-162.

7. Гвоздяк Р.И. Бактериальные болезни лесных древесных пород / Р.И. Гвоздяк, Л.М. Яковлева. – К. : Вид-во "Наук. думка", 1979. – 244 с.

8. Гойчук А.Ф. Бактериальные болезни дуба черешчатого в Лесостепи УССР : автореф. дисс. на соискание учен. степени канд. биол. наук: спец. 06.01.11 – "Фитопатология и защита растений" / А.Ф. Гойчук. – К., 1984. – 25 с.

9. Гойчук А.Ф. Туберкульоз ясена звичайного в Україні / А.Ф. Гойчук // Науковий вісник НАУ : зб. наук. праць. – Сер.: Лісівництво. – К. : Вид-во НАУ. – 1998. – № 8. – С. 202-206.

10. Патологія дібров / А.Ф. Гойчук, М.І. Гордієнко, Н.М. Гордієнко і ін. – К. : Вид-во ННЦ ІАЕ, 2004. – 470 с.

11. Голгофская К.Ю. Бактериоз шишек и семян Кавказской пихты / К.Ю. Голгофская // Фитопатогенные бактерии. – К. : Вид-во "Наук. думка", 1975. – С. 305-308.

12. Голгофская К.Ю. Усыхание пихты в Кавказском заповеднике / К.Ю. Голгофская, А.Л. Щербин-Парфененко // Фитопатогенные бактерии. – К. : Вид-во "Наук. думка", 1975. – С. 302-305.

13. Гродницкая И.Д. Бактериальные заболевания сеянцев хвойных в лесных питомниках Средней Сибири / И.Д. Гродницкая, А.Б. Гукасян // Микробиология. – 1999. – Т. 68. – № 2. – С. 227-231.

14. Гукасян А.Б. Численность эпифитных микроорганизмов различных органов растений из семейства сосновых / А.Б. Гукасян, Д.Е. Полонская, Е.Г. Минина // Биология микроорганизмов и их использование в народном хозяйстве. – Иркутск : Изд-во Иркутск. ун-та, 1977. – С. 147-151.

15. Гукасян А.Б. Язвенное заболевание хвойных бактериальной природы / А.Б. Гукасян, Т.М. Рыбалко // Вопросы защиты горных лесов. – Тбилиси : Изд-во "Мецниереба". – 1984. – Т. 32. – С. 95-101.

16. Нечаева М.Ю. Бактериоз сеянцев сосны обыкновенной в питомниках Среднего Поволжья и меры борьбы с болезнью : автореф. дисс. на соискание учен. степени канд. биол. наук: спец. 06.01.11 – "Фитопатология и защита растений" / М.Ю. Нечаева. – Свердловск, 1989. – 18 с.

17. Нечаева М.Ю. К вопросу о бактериальных болезнях сосны и меры борьбы с ними / М.Ю. Нечаева // Сосновые леса России в системе многоцелевого лесопользования: тезисы докл. – Воронеж, 1993. – С. 68-70.

18. Определитель бактерий Берджи / под ред. Дж. Хоулт. – М. : Изд-во "Мир". – 1997. – Т. 1. – С. 1-430; Т. 2. – С. 437-800.

19. Розенфельд В.В. Бактериозы семян сосны обыкновенной в Киевском Полесье / В.В. Розенфельд, А.Ф. Гойчук // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений (Красноярск, 24-25 октября 2002 г.). – Красноярок : ООО "Поликом", 2002. – С. 56-57.

20. Розенфельд В.В. Вплив бактеріальної мікрофлори насіння сосни звичайної на його схожість і енергію проростання / В.В. Розенфельд // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2005. – Вип. 15.5. – С. 86-90.

21. Розенфельд В.В. Фитопатогенные бактерии семян сосны обыкновенной / В.В. Розенфельд // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений (Красноярск, 20-21 октября 2005 г.). – Красноярск : Изд-во СибГТУ, 2005. – С. 93-96.

22. Розенфельд В.В. Мікрофлора насіння сосни звичайної / В.В. Розенфельд // Лісівництво і агролісомеліорація : зб. наук. праць. – Харків : Вид-во УкрНДІЛГА. – 2006. – Вип. 110. – С. 271-278.

23. Розенфельд В.В. Фітопатогенні властивості штамів, виділених із насіння сосни звичайної / В.В. Розенфельд, Л.М. Ващенко // Фітопатогенні бактерії. Фітонцидологія. Алелопатія, м. Київ, 4-6 жовтня 2005 р. – Житомир : Вид-во ДАУ, 2005. – С. 122-125.

24. Розенфельд В.В. Бактерії – збудники хвороб насіння сосни звичайної / В.В. Розенфельд // Наукові основи підвищення продуктивності та біологічної стійкості лісових і урбанізованих екосистем, м. Львів, 19-21 травня 2005 р. – Львів : Вид-во НЛТУ України, 2005. – С. 57-59.

25. Рыбалко Т.М. Бактериозы лиственницы и обоснования мер борьбы с ними : автореф. дисс. на соискание учен. степени канд. биол. наук: спец. 06.01.11 – "Фитопатология и защита растений" / Т.М. Рыбалко. – Тбилиси, 1983. – 25 с.

26. Рыбалко Т.М. Раково-язвенное заболевание лиственницы сибирской / Т.М. Рыбалко, А.Б. Гукасян // Биология микроорганизмов и их использование в народном хозяйстве. – Иркутск, 1982. – С. 3-8.

27. Рыбалко Т.М. Бактериозы хвойных Сибири / Т.М. Рыбалко, А.Б. Гукасян. – Новосибирск : Изд-во "Наука", 1986. – 80 с.

28. Самусь Т.М. Бактериальные болезни плодовых деревьев в Краснодарском крае и биология их возбудителей : автореф. дисс. на соискание учен. степени канд. биол. наук: спец. 06.01.11 – "Фитопатология и защита растений" / Т.М. Самусь. – К., 1973. – 22 с.

29. Селочник Н.Н. Бугорчатый рак сосны в Бузулукском бору / Н.Н. Селочник. – М. : Изд-во МЛТИ. – 1964. – Вып. 11. – С. 105-108.

30. Цилосани Г.А. К вопросу идентификации возбудителя бактериального ожога лесных пород / Г.А. Цилосани, В.В. Черпаков // Материалы докл. III научн. конф. микробиологов и вирусологов. – Тбилиси : Изд-во "Мецниереба", 1978. – С. 45-47.

31. Черпаков В.В. Бактериальный ожог лесных пород / В.В. Черпаков // III Всесоюзная конф. по бакт. болезням растений. – Тбилиси : Изд-во "Мецниереба", 1976. – С. 195-197.

32. Черпаков В.В. Бактериозы лесных пород Западной Сибири / В.В. Черпаков // Фитонциды. Бактериальные болезни растений: тезисы докл. – К., 1990. – Ч. 2. – С. 99-100.

33. Черпаков В.В. Выявление патогенной микрофлоры основных лесообразующих видов / В.В. Черпаков, Т.А. Цилосани // III научн. конф. микробиологов и вирусологов. – Тбилиси : Изд-во "Мецниереба", 1978. – С. 40-41.

34. Штраух-Валева С.А. Раневые гнили стволов кавказской пихты / С.А. Штраух-Валева. – М. : Изд-во АН СССР. – 1954. – Вып. 16. – 336 с.

35. Щербин-Парфененко А.Л. Бактериальные заболевания лесных пород / А.Л. Щербин-Парфененко. – М. : Гослесбумиздат, 1963. – 146 с.

36. Якименко Е.Е. Инфекционное полегание сеянцев хвойных в лесных питомниках Краснодарского края / Е.Е. Якименко, И.Д. Гродницкая // Микология и фитопатология. – 1996. – Т. 30. – № 2. – С. 56-60.

37. Ячевский А.А. Бактериозы растений / А.А. Ячевский. – М.-Л. : Изд-во ОГИЗ, 1935. – 712 с.

38. Andrews J.H. The ecology and biogeography of microorganisms on plant surfaces / J.H. Andrews, R.F. Harris // Annu Rew Phytopathol. – 2000. – Vol. 38. – P. 145-180.

39. Baxter D.V. Pathology in forest practice / J. Wiley and Sens. – N-Y., 1952. – P. 143.

40. Bergey's manual of determination of Bacteriology. 8 th ed. – Baltimore: Williams and Wilkins, 1974. – 1268 p.

41. Buddenhagen I. Biological and physiological aspects of bacterial wilt caused by *Pseudomonas solanacearum* / I. Buddenhagen, A. Kelman // Ann. Rev. of Phytopathology. – 1964. – № 2. – P. 203-230.

42. Carter J.C. Wetwood of elms / J.C. Carter // In: Nat. Schade Tree cont. Proc. – 1945. – Vol. 21. – P. 1-7.

43. Dye D.W. A taxonomic study of the genus Erwinia. II. The "carotovora" group / D.W. Dye // New Zealand Journal of Science. – 1969. – Vol. 12, № 1. – P. 81-97.

44. Eskanderi F. Etiology des tumeurs du pin d'Alep. (Pinus halepsis Mill.) / F. Eskanderi, M. Ride // C.R. Acad.Sci.D. Fr. – 1967. – № 23. – P. 264.

45. Harris D.C. Intra – specific variation on in *Pseudomonas solanacearum*. – in: Proceedings of the Therd international Conference on Plant Pathogenis Bacteria (Wageningen, 14-21 April, 1971) / D.C. Harris // Wageningen: Centre for Agric. Publ. And Documentation (Pudos), 1972. – P. 289-292.

46. Hartley C.C. Wetwood in living trees.-Phytopathol / C.C. Hartley, W. Ross, W. Dovidson. – 1950. – Vol. 40, № 8. – P. 871.

47. Pegg G.F. Endogenous auxins in healthy and diseased plants / G.F. Pegg // Encyclopedia of plant physiology. – New York : Springer. – 1976. – Vol. 4. – P. 582-591.

48. Urosevic B. Korni nekrozy – smolotok smrku ztepileho (Picea excelsa L.) / B. Urosevic // Zesn. Casop. – 1968. – Vol. 14, № 4. – P. 307-316.

49. Urosevic B. A study on bacterial diseases of poplars / B. Urosevic. – Praha, 1973. – 93 p.

А.Ф. Гойчук, В.В. Розенфельд

БАКТЕРИАЛЬНЫЕ БОЛЕЗНИ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

Проанализировано современное состояние изученности бактериальных болезней сосны обыкновенной. Приведены симптомы, патогенез и возбудители опухолевидного бактериоза, бактериальной водянки (бактериального мокрого рака), бактериального ожога, язвенной и раково-язвенной болезней и т.д. Акцентировано внимание не только на необходимости расширить научные исследования по бактериальной патологии хвойных древесных пород, но и на необходимости выяснения пространственной локализации бактерий, их функциональной и таксономической структуры в здоровых органах растений. Показано, что фитопатогенные бактерии являются неотъемлемой составляющей эпифитной и эндофитной микрофлоры растений, выполняет в них широкий спектр полезных функций, но при определенных условиях могут вызвать патологический процесс (инфекционное заболевание).

***Ключевые слова*:** бактериозы сосны, фитопатоген, возбудитель болезни, патогенез, эпифитная микрофлора, эндофитная микрофлора, семена сосны обыкновенной, сеянцы сосны обыкновенной, аутомикрофлора, микробоценоз, антагонизм.

A.F. Goychuk, V.V. Rozenfeld

BACTERIAL DISEASES OF SCOTS PINE

The modern state of studies of bacterial diseases of Scots pine are analyzed. The symptoms, pathogenesis and exciters of tumular backterioses, bacterial hydropsy (bacterial wet cancer), bacterial burn, ulcerous and cancer-ulcerous diseases, to the backterioses of seedlings of Scots pine and others like that are analyzed. Attention is paid to necessity not only to extend scientific studies in the field of bacterial pathology of coniferous arboreal breeds but also to finding out of spatial localization of bacteria, their functional and taxonomical structure in the healthy organs of plants. It is confirmed that phytopathogenic bacteria are the inalienable constituent of epiphytic and entophytic microflora of plants, execute the wide spectrum of useful functions for them, but at certain terms can draw a pathological process (infectious disease).

***Keywords*:** bacterial diseases of pine, phytopathogens, the causative agent, pathogenesis, epiphytic microflora, endophytic microflora, the seeds of Scots pine, seedlings of Scots pine, automicroflora, microbiocenos, antagonism.

*УДК 630*44*

В.О. КРАМАРЕЦЬ [1]***, І.П. МАЦЯХ***[2]***, Т. ОШАКО***[3]

ПАТОГЕНИ РОДУ *PHYTOPHTHORA* – ПОТЕНЦІЙНА ЗАГРОЗА ДЛЯ ЛІСОВОЇ РОСЛИННОСТІ УКРАЇНИ

Охарактеризовано цикл розвитку та основні шляхи поширення патогенних організмів з роду Phytophthora в лісових насадженнях. Показано значення цих збудників хвороб у пошкодженні та всиханні лісів. У лісових масивах Львівської, Івано-Франківської та Рівненської областей виявлено ураження дерев бука лісового, берези повислої, вільхи сірої, ялини європейської та ялиці білої фітофторозами. Зовнішні діагностичні ознаки фітофторозів часто подібні до ураження іншими патогенними організмами, тому для уточнення видового складу патогенів необхідне проведення спеціальних мікологічних досліджень або молекулярних аналізів.

Ключові слова: *Phytophthora, діагностичні ознаки, відмирання кореневої системи, ураження стовбура, всихання дерев.*

Вступ. В останні десятиліття у всьому світі зростає увага до патогенів роду *Phytophthora spp.*, які ідентифіковані як збудники небезпечних хвороб сільськогосподарських культур, декоративних рослин та лісів. Особливе занепокоєння викликає швидкість поширення фітофторозів, широке коло рослин-господарів, на яких паразитують ці види, відсутність ефективних заходів боротьби. Дослідження, які проводять останнім часом показують, що причиною інфекцій на різних рослинах у різних частинах земної кулі часто є одні і ті ж агресивні патогенні види фітофтор.

Група *Oomycota* – одна з найбільш відомих патогенних груп організмів, які впливають на лісові екосистеми, деревні та декоративні рослини **[**29**]**. До недавнього часу цей клас належав до царства Гриби, однак сучасні генетичні та біохімічні дослідження довели їх істотну відмінність **[**24**]**. Патогени роду *Phytophthora* є представниками порядку *Peronosporales* **[**3**]**. Сам рід має доволі складну історію вивчення, адже довший період часу існували різні думки щодо доцільності об'єднання представників роду *Phytophthora* та представників роду *Pythium*. Але беззаперечну унікальність цього роду було доведено за допомогою методів молекулярної таксономії в кінці XX – на початку XXI ст. **[**10**]**.

Види роду *Phytophthora* (з грецького: φυτόν (phyton) – "рослина" і φθορά (phthora), "знищення, руйнування", тобто – "знищувач рослин") є первинними паразитами дрібного коріння, спричиняють кореневі гнилі, виразки кори пагонів і стовбурів молодих та зрілих дерев і чагарників багатьох видів **[**15**]**. Під впливом ураження на деревах проявляються зовнішні симптоми: розрідження крони, затримка росту та всихання бокових гілок. Листя стає аномально дрібним та змінює забарвлення на жовто-зелене. З часом гілки та крони дерев відмирають повністю.

Об'єкти. На території лісогосподарських підприємств Львівської, Івано-Франківської та Рівненської областей в ході проведення рекогносцирувальних обстежень лісостанів бука лісового, вільхи сірої та чорної, берези повислої виявляли дерева із зовнішніми ознаками прояву фітофторозів.

Результати та обговорення. Ураження деревних рослин патогенами роду *Phytophthora* має прихований характер і досить важко діагностується. Часто всихання деревостанів, спричинене фітофторозами, приписують іншим причинам і патогенам. Зокрема, незважаючи на відсутність будь-яких наукових доказів, незадовільний стан лісів в більшості європейських країн дотепер помилково пояснюють забрудненням повітря. T. Jung **[**15**]** вважає, що, в глобальному масштабі, понад 66 % всіх захворювань кореневої системи та більше ніж 90 % всіх уражень кореневої шийки деревних рослин спричинені видами роду *Phytophthora*. Неправильна оцінка їхньої ролі та значення пояснюється своєрідним життєвим циклом і необхідністю застосовувати специфічні методи для їх виявлення **[**15**]**.

Види роду *Phytophthora* можуть переходити з однієї рослини на іншу безпосередньо під час їх контакту **[**21**]**. Значна кількість опадів та висока температура повітря сприяють їх розвитку та подальшому поширенню. Крім того, розповсюдження зооспор відбувається з інфікованим садивним матеріалом та зараженим ґрунтом, який налипає на колеса машин, тракторів і на людське взуття. Один із основних шляхів розповсюдження фітофтор – перенесення спор водою. Перші дані про таку можливість сягають 1921 р., коли виявили присутність *Phytophthora cryptogea* у воді, якою поливали рослини в теплиці розсадника. Починаючи з 90-х років XX ст., з води ізольовано понад 20 видів *Phytophthora*, а також представників родів *Puthium*, *Fusarium*, *Rhizoctoni*a **[**14, 25, 26**]**. Hong C. та

[1] **КРАМАРЕЦЬ Володимир Олександрович** – член-кореспондент Лісівничої академії наук України, кандидат сільськогосподарських наук, доцент. Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів, 79057. Тел.: +38-067-252-76-56. E-mail: v_kramarets@ukr.net

[2] **МАЦЯХ Ірина Павлівна** – аспірант кафедри лісівництва. Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів, 79057. Тел.: +38-095-229-10-87. E-mail: iramatsah@ukr.net

[3] **OSZAKO Tomasz** – dr. hab., Instytut Badawczy Leśnictwa, Zakład Ochrony Lasu, Sękocin Stary, Raszyn, Polska. Тел.: +48-22-715-38-23. E-mail: T.Oszako@ibles.waw.pl

ін. [14] вважають, що вода є основним джерелом поширення фітофтор у розсадниках та на овочах і фруктах. Наприкінці XX ст. з цією думкою погодилися науковці Британії, Франції та інших країн, коли на берегах річок почали масово всихати вільхові насадження [13, 18, 20, 23].

Вода потрібна для інфікування рослини, але подальший розвиток ураження відбувається в тканинах рослин. На ранніх стадіях уражаються дрібні корені та коренева шийка, потім патоген може поширюватися на великі корені і вгору по стовбуру, проникаючи у флоему та камбій [9].

Там, де ситуація сприяє швидкому нагромадженню зооспор, а також наявні деревні породи, які генетично і сезонно придатні до заселення патогенами роду *Phytophthora*, локально трапляються епізоди гострих захворювань. Тут дерева раптово всихають від надлишку води, значних пошкоджень кореневих систем та окільцьовування стовбурів. В інших випадках популяції зооспор можуть спричиняти хронічні захворювання, які також важко виявити, особливо коли вони діють спільно з кліматичними змінами чи іншими несприятливими чинниками навколишнього середовища. Понад це, коли в кроні стають помітними перші симптоми ураження, руйнування кореневої системи досягає вже значного ступеня. У точці первинного входження патогена рівень ураження знижується до такого, що його визначити майже неможливо, а реальна причина захворювання маскується стимулюванням розвитку великої кількості інших паразитних і сапрофітних видів, які заселяють ослабле дерево [15].

Зазвичай, види роду *Phytophthora* відносять до збудників кореневих гнилей та вилягання сіянців багатьох хвойних і листяних порід в розсадниках. Дослідження останніх років показують, що ураження в розсадниках та поширення патогенів *Phytophthora* через інфіковані саджанці становить серйозну загрозу для глобального ведення лісового господарства. Молоді дерева, як звичайно, частіше потерпають від інфікування фітофторою, особливо на мокрих ґрунтах або після затяжних дощів. Із збільшенням віку дерева баланс між втратами інфікованих фітофторою коренів та відновленням кореневої системи самою рослиною стає дедалі більше непропорційним та невідповідним. Це призводить до відмирання крони та до всихання дерева, часто спричиненого вторинними патогенами (особливо *Nectria coccinea*, видами роду *Armillaria*) та комахами-ксилофагами.

Життєвий цикл представників роду *Phytophthora* може проходити мільйони разів і тривати десятиліттями, поки інфекція нагромадиться в насадженні. Прогресуюче відмирання дрібного коріння починається до того, поки у кронах дерев будуть помітні якісь перші ознаки змін [27]. За несприятливих зовнішніх умов фітофтори протягом кількох років можуть зберігатися в ґрунті або в інфікованих тканинах кореня у вигляді сплячих ооспор чи хламідоспор. Коли умови середовища стають сприятливими (підвищується вологість ґрунту, температура стає більше ніж 10 °C), сплячі спори проростають і формують спорангії, які вивільняють рухливі, дводжгутикові зооспори в ґрунтові води. Після проникнення в екзодерму чи перидерму дрібних коренів *Phytophthora* проростає всередині та зовні їх клітин, формуючи типові неправильні, коралоподібні, несептовані гіфи. На ураженому корінні поселяються сапрофітні гриби, які довершують руйнування тканин. Після цього сплячі спори вивільняються в ґрунт і цикл починається знову [15].

Табл. 1. Види *Phytophthora*, знайдені в Європі на різних рослинах-господарях

Види роду *Phytophthora*	Рослини-господарі
Phytophthora alni	*Alnus spp.*
Phytophthora cactorum	*Aesculus, Castanea, Fagus, Juglans, Malus, Prunus, Quercus, Sorbus*
Phytophthora cambivora	*Acer, Aesculus, Castanea, Chamaecyparis, Fagus, Platanus, Quercus, Sorbus*
Phytophthora cinnamomi	*Acacia, Acer, Betula, Castanea, Chamaecyparis, Crataegus, Eucalyptus, Juglans, Larix, Nothogamus, Picea, Pinus, Quercus, Taxus*
Phytophthora plurivora (citricola)	*Acer, Aesculus, Chamaecyparis, Fagus, Nothogamus, Platanus, Prunus, Quercus, Salix, Taxus, Thuja, Tilia*
Phytophthora cryptogea	*Chamaecyparis, Nothogamus, Taxus, Thuja*
Phytophthora drechleri	*Quercus suber*
Phytophthora gonapodides	*Crataegus, Ilex, Prunus, Quercus, Salix*
Phytophthora ilicis	*Ilex*
Phytophthora italica	*Myrtus communis*
Phytophthora lateralis	*Chamaecyparis*
Phytophthora megasperma	*Acer, Aesculus, C. lawsoniana, Nothogamus, Olea europea, Platanus, Tilia, Sorbus, Ulmus*
Phytophthora quercina	*Quercus*
Phytophthora syringae	*Fagus, Malus, Quercus, Prunus, Salix*
Phytophthora ramorum	*Drymis, Fagus, Quercus, Rhododendron, Viburnum*
Phytophthora "taxon C"	*Fagus, Gevuinea, Liriodendron, Magnolia, Rhododendron*

Розвитку інфекції сприяють будь-які чинники, які знижують життєздатність насаджень, зокрема: висаджування дерев в едафо-кліматичних умовах, що не відповідають їх вимогам, екстремальні посухи, втрата листя, підтоплення кореневих систем, надлишок вологи в ґрунті після сильних дощів, повені та надмірний полив. Все це створює сприятливі умови для патогенів роду *Phytophthora*, прискорює процес інфікування, фактично роблячи його 100 % можливим. Яскравим прикладом є приголомшливе всихання дубових насаджень внаслідок розвитку *Phytophthora ramorum* в Каліфорнії (штат Орегон), широко відоме як "раптова смерть дуба" ("Sudden Oak Death" – SOD) [15].

Наприкінці XX і на початку XXI століття виявлено багато нових видів роду *Phytophthora* [8, 9, 16, 17, 18]. До цього часу вчені досліджували лише випадки масових уражень, спричинених цими патогенами і не зосереджували увагу на їх окремих проявах у різних країнах світу. Розширилися дані про рослин-господарів, на яких паразитують види роду *Phytophthora* (табл. 1) [8].

На території Європи *Phytophthora citricola*, *Ph. cactorum*, *Ph. cambivora*, *Ph. quercina*, *Ph. alni* і *Ph. pseudosyringae* спричиняють перегнивання прикоренева шийки та коріння рослин, витікання соку, виразки на корі та пагонах багатьох видів дерев, серед як бук лісовий (*Fagus sylvatica*), клени (*Acer platanoides*, *A. pseudoplatanus*), гіркокаштан звичайний (*Aesculus hippocastanum*), каштан їстівний (*Castanea sativa*), липа (*Tilia spp.*), ялиця біла (*Abies alba*), ялина звичайна (*Picea abies*), сосна звичайна (*Pinus sylvestris*), дуби (*Quercus robur*, *Q. petraea*, *Q. cerris*, *Q. ilex*, Q. frainetto, *Q. pubescens*) і вільхи (*Alnus glutinosa*, *A. incana*, *A. cordata, A. viridis*). Для європейських порід-автохтонів особливо небезпечними є види роду *Phytophthora*, які занесені з інших континентів, оскільки наші місцеві породи дерев не мають стійкості до їх дії, тому спричинені ними ураження протікають швидко і агресивно.

Багато видів ізолювали зі штучних екосистем і природних насаджень **[**19, 28**]**. Причиною вважають кліматичні зміни на континенті. Так, у Баварії безперервні дощі влітку 2002 р. призвели до надлишку вологи в ґрунті та забезпечили сприятливі умови для поширення ґрунтових видів *Phytophthora* зооспорами. Як наслідок, кореневі системи бука та інших дерев, сприйнятливих до цих видів, були повністю знищені. Через постійне насичення ґрунту вологою механізми опору дерев бука були настільки пошкоджені, що фітофтора почала уражати стовбури, утворюючи виразки на корі. Після цього, навесні і влітку 2003 р. ослаблі дерева зазнали впливу сильної посухи, що своєю чергою призвело до інтенсивного ураження бука вторинними паразитами, зокрема – *Armillaria*, *Nectria coccinea* та різними видами комах-ксилофагів. Це стало причиною масової і швидкої загибелі дерев **[**15**]**. Такий фатальний вплив патогенів в поєднанні з чергуванням дуже вологого і сухого періодів та заселенням вторинних паразитів призвів до значних ушкоджень рослин видами *Phytophthora*. А оскільки частота перепадів екстремальних погодних умов збільшується (як і передбачали більшість кліматичних моделей, побудованих для Європи), треба очікувати подальших частих і складних пошкоджень та втрат деревної рослинності.

Одним з яскравих прикладів патогенності роду *Phytophthora* є ураження прибережних вільхових лісів Європи. На сьогодні доведено високу активність виду *Phytophthora* alni, про яку заговорили з кінця 90-х років XX ст. **[**12**]**. Інфіковані дерева мають аномально дрібне і мале листя (рис. 1) та надмірне плодоношення. На стовбурах, навіть на висоті кількох метрів, утворюються смолисті та іржаві, буро-чорні, мокрі некротичні плями **[**9, 23**]**. Походження цього патогенна невідоме, але з 1999 р. C.M. Brasier та інші розглядають його як "збірну групу видів" і виділяють три підвиди цього виду: *Ph. alni subsp. alni*, *Ph. alni umiformis*, *Ph. alni multiformis*. Від моменту ураження патогеном до прояву ознак захворювання може пройти кілька років. За цей час патоген інтенсивно поширюється в середовищі і для його виявлення потрібно застосовувати швидкі методики ізоляції та аналізу, зокрема, методику, яка ґрунтується на використанні ДНК-маркерів **[**29**]**.

Одним із найнебезпечніших видів роду *Phytophthora* вважають *Ph. citrophthora*, який став причиною масового ураження цитрусових у Каліфорнії в 1875 р. Ізолювали вид з уражених тканин у 1925 р. **[**11**]**. На цей час відомо 84 рослини-господарі цього патогена, з яких 1/3 – деревні породи, переважно цитрусові, горіхи, яблуні, груші, сливи, магнолії, рододендрони, кипариси та сосни. Цей вид спричиняє загнивання коріння та утворює горбисті розриви на рослинах. На території Польщі його виділили в розсадниках з відмерлих верхівок пагонів бузку звичайного та пієріса японського. Дослідження польських вчених свідчать про швидку загибель 4-тижневих сіянців ялини від впливом Ph. citrophthora. Проведені лабораторні дослідження також показали високу небезпеку цього виду для однорічних сіянців ялини **[**2**]**. Цей патоген може також спричиняти відмирання ялинових лісів – на території Польщі *Ph. citrophthora* був ізольований з ураженого коріння всихаючих ялинових деревостанів **[**22**]**.



Рис. 1. Ураження вільхи чорної, спричинене *Phytophthora* alni (фото І. Мацях)

На території України детальних досліджень з виявлення уражень деревних порід видами роду *Phytophthora* практично не проводили. До цього часу фітофтороз вважають хворобою сіянців та саджанців бука **[**4, 5**]**, інколи з уточненням, що може розвиватися на інших, зокрема і на хвойних породах. Наявна лабораторна база в системі служб захисту лісу не дає змоги ідентифікувати збудників фітофторозів, тому часто загибель садивного матеріалу приписують іншим патогенам, найчастіше – збудникам плісеней або сапрофітним грибам, які розвиваються в комплексі із представниками роду *Phytophthora*. Зокрема, для сіянців ялини небезпечними є *Phytophthora* cinnamomi, Ph. citrophthora, *Ph. cactorum*, *Ph. ramorum* та ін. **[**2**]**, однак зовнішні ознаки ураження без лабораторних аналізів не дають змоги ідентифікувати цих збудників хвороби.

Подібна ситуація спостерігається і в стиглих насадженнях. Ознаки фітофторозів на листяних породах часто подібні до ознак ураження бактеріозами, кореневими та стовбуровими гнилями, некрозними хворобами (табл. 2).

Табл. 2. Ознаки хвороб листяних порід

Ознаки ураження	Деревні породи								
	бук				береза			вільха	
	фітофтроз	бактеріоз	кореневі та стовбурові гнилі	некрозно-ракові хвороби	фітофтроз	бактеріальна водянка	кореневі та стовбурові гнилі	фітофтроз	кореневі та стовбурові гнилі
Темно-бурі або чорні плями в нижній частині стовбура	+		+		+			+	
Гниль в нижній частині стовбура	+		+			+	+	+	+
Темно-коричневий некроз кори з краплями рідини	+	+			+	+		+	
Тріщини в корі, з яких витікає слиз	+	+			+	+		+	
Мокрі плями на корі, або бурі сліди потьоків	+	+			+	+		+	
Луб і деревина в місцях ураження мокрі, темно-бурого кольору з кислим запахом						+			
Розрідження крони	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Всихання окремих гілок та, поступово, всієї крони	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Дрібні листки жовто-зеленого кольору	+	+		+	+	+		+	+



а)



б)

Рис. 2. Мокрі плями і бурі сліди потьоків на корі вільхи сірої (а) та бука (б) Фото І. Мацях, В. Крамарця

Мокрі плями на корі, або бурі сліди потьоків – одна із основних зовнішніх діагностичних ознак ураження листяних дерев фітофторозами (рис. 2). Однак ці ознаки властиві і для бактеріальних хвороб. Це ж стосується всихання гілок у кронах дерев та зменшення розмірів листових пластинок – ця ознака може проявлятися під впливом багатьох патогенів та непаразитарних чинників. Зовнішні симптоми бактеріозу берези [1, 6] практично ідентичні ознакам ураження фітофторою. Складно також діагностувати фітофітороз та бактеріоз бука. Не виключено, що на деревах можуть розвиватися змішані інфекції – це тільки ускладнює процес розвитку патології та оцінку ролі кожного з патогенних організмів.

Для хвойних існує ще більша складність – тут практично відсутні добре виражені зовнішні ознаки фітофторозів (табл. 3). Отже, наявні осередки фітофторозів можуть бути помилково визначені як осередки інших патогенів.

Табл. 3. Ознаки хвороб хвойних порід

Ознаки ураження	Деревні породи						
	ялина				ялиця		
	фітофтроз	кореневі гнилі	бактеріальний рак	стовбурові нематоди	фітофтроз	кореневі гнилі	стовбурові гнилі
Пожовтіння та побуріння хвої	+	+	+	+	+	+	+
Бурі плями на дрібних та скелетних коренях	+	+			+	+	
Відмирання та скручування однорічних пагонів	+				+		
Гниль коренів, що поширюється на кореневу шийку	+	+			+	+	
Всихання гілок в кроні			+	+			+

Проведені обстеження лісостанів дають змогу стверджувати про наявність фітофторозів на таких породах:

- бук лісовий – Брюховицьке лісництво (ДП "Львівський ЛСНЦ"), Перегінське л-во (ДП "Осмолодське ЛГ");
- береза повисла – ДП "Березнівське ЛМГ" (див. рис.);

- вільха сіра – Дубинське л-во (ДП "Сколівське ЛГ"), Сколівське л-во (НПП "Сколівські Бескиди");
- ялиця біла – Лисовицьке л-во (ДП "Стрийське ЛГ"), Горганське природоохоронне науково-дослідне відділення ПЗ "Горгани";
- ялина європейська – Сколівське та Бутивлянське л-ва (НПП "Сколівські Бескиди"), Головецьке л-во (ДП "Славське ЛГ").

Однак для виявлення дійсної ситуації щодо поширення фітофторозів у лісостанах України необхідно провести подальші детальні обстеження із залученням сучасних методик ідентифікації патогенних організмів (зокрема із застосуванням ДНК-маркерів). З цією метою доцільно створити спеціалізовану лабораторію, яка б займалася дослідженням цих небезпечних патогенів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гниненко Ю.И. Научно-методические рекомендации по выявлению очагов и диагностике бактериальной водянки березы / Ю.И. Гниненко, А.М. Жуков. – Пушкино : Изд-во ВНИИЛМ, 2006. – 18 с.

2. Крамарець В.О. Патогенна дія видів роду *Phytophthora* на кореневу систему сіянців ялини звичайної / В.О. Крамарець, І.П. Мацях // Лісове господарство, лісова, паперова і деревообробна промисловість : міжвідомч. наук.-техн. зб. – Львів : Вид-во УкрДЛТУ. – 2011. – Вип. 37.1. – С. 185-193.

3. Новотельнова Н.С. Фитофторовые грибы / Н.С. Новотельнова. – Л. : Изд-во "Наука", 1974. – 86 с.

4. Слободян Я.М. Хвороби бука європейського в регіоні Карпат та об'єкти лісопатологічного моніторингу / Я.М. Слободян // Науковий вісник НУБіП України : зб. наук. праць. – Сер.: Лісівництво. – К. : Вид-во НУБіП України, 2009. – Вип. 135. – С. 73-77.

5. Цилюрик А.В. Лісова фітопатологія / А.В. Цилюрик, С.В. Шевченко. – К. : КВІЦ, 2008. – 464 с.

6. Шелухо В.П. Бактериальная водянка березы и эффективность мероприятий по борьбе с ней в насаждениях зон смешанных и широколиственных лесов / В.П. Шелухо, В.А. Сидоров. – Брянск : Изд-во Брянской гос. инженерно-технолог. академии, 2009. – 117 с.

7. Brasier C. *Phytophthora* Pathogens of Trees: Their Rising Profile in Europe / C. Brasier // 231 Corstorphine Road Edinburgh EH12 7AT October, 1999. – P. 1-6. [Electronic resource]. – Mode of access http://www.forestry.gov.uk

8. Brasier C.M. The role of *Phytophthora* pathogens in forests and semi-natural communities in Europe and Africa. pp. 6-13 in Hansen E.M. (eds.). *Phytophthora* Disease of Forest Trees. Proceeding of the First International Meeting on *Phytophthora*s in Forest and Wildland Ecosystems, Grants Pass, Oregon, USA, August 30-September 3, 1999 // Forest Research Laboratory, Oregon State University 9733. – 2000.

9. Brasier C.M. Production of gametangia by *Phytophthora* rammorum in vitro / C.M. Brasier, S.A. Kirk // Mycol. Res. – 2004. – Vol. 108. – P. 823-827.

10. Cooke DEL A molecular phylogeny of *Phytophthora* and related oomycetes / DEL Cooke, A. Drenth, J.M. Duncan, G. Wegels, C.M. Brasier // Fungal Genet. Biol. – 2000. – Vol. 30. – P. 17-32.

11. Erwin D.C. *Phytophthora* Diseases Worldwide / D.C. Erwin, O.K. Ribeiro // The APS, St. Paul. – 1996. – 562 p.

12. Gibbs J.N. *Phytophthora* root disease of alder in Britian // EPPO Bull. – 1995. – Vol. 25. – P. 661-664.

13. Gibbs J.N. The impact of *Phytophthora* disease on rapirian population of common alder (Alnus glutinosa) in southen Britan / J.N. Gibbs, M.A. Lipscombe, A.J. Peace // Eur. J. For. Pathol. – 1999. – Vol. 29. – P. 39-50.

14. Hong C.X. Plant pathogens in irritated water: challenges and opportunities / C.X. Hong, G.W. Moorman // Crirical Rev. in Pl. Sci. – 2005. – Vol. 24. – P. 189-208.

15. Jung T. Life cycle and pathological importance of the genus *Phytophthora*. [Electronic resource]. – Mode of access http://www.baumkrankheiten.com/…/phytophthor

16. Jung T. *Phytophthora* quercina sp. non causaing root rot of European oaks / T. Jung, D.E. Cooke, H. Blaschke, J.M., W. Osswald // Mycol. Res. – 1999. – Vol. 103. – P. 785-798.

17. Jung T. *Phytophthora* root and collar rot of alders in Bavaria: distribution, modes og spread and posible manegement strategies / T. Jung, H. Blaschke // Plant. Pathol. – 2004. – Vol. 53. – P. 197-208.

18. Jung T. Involvement of soilborne *Phytophthora* species in central European oak decline and the effect of site factors on the disease / T. Jung, H. Blaschke, W. Oßwald // Plant. Pathol. – 2000. – Vol. 49. – P. 706-718.

19. Occurrence of *Phytophthora* species in oak stands in Italy and their association with declining oak trees / A.M. Vettraino, P. Barzanti, M.C. Bianco, A. Raggazzi, P. Capretti, E. Paoletti, N. Luisi, N. Anselmi, A. Vannini // Forest Pathology. – 2002. – Vol. 32. – P. 19-28.

20. Orlikowski L.B. First record of alder *Phytophthora* in Poland / L.B. Orlikowski, T. Oszako, G. Szkuta // ourn. Pl. Prot. Res. – 2003. – Vol. 43. – S. 33-39.

21. Oszako T. Fytoftoroza – groźna choroba wielu gatunków drzew leśnuch / T. Oszako, W. Zakrzewska // Ochrona Roślin. – 2005. – Vol. 3. – S. 31-32.

22. Oszako T. The first noting of *Phytophthora* citrophthora on *Picea abies* in a forest stand / T. Oszako, L.B. Orlikowski // Phytopathol. Pol. – 2004. – № 34. – P. 81-85.

23. Streito J.C. *Phytophthora* disease of alder (Alnus glutinosa) in France: investigation between 1995 and 1999 / Streito J.C. – Vol. Legrand Ph., Tabary F., Jarnouen de Villartay G. // Forest Pathology. – 2002. – Vol. 32. – P. 179-191.

24. The fungal mitochondrial genome project: evolution of fungal mitochondrial genomes and their gene expression / B. Paquin [et al.] // Curr. Genet. – 1997. – Vol. 31. – P. 380-395.

25. Themann K. Observation of *Phytophthora* ssp. in water recirculation systems in commercial hardy ormamental nursery stock / K. Themann, S. Werres, R. Luttmann, H.A. Dienner // Europ. J. Pl. Pathol. – 2002. – Vol. 108. – P. 337-343.

26. Thomson S.V. Occurrence of *Phytophthora* species and other potential pathogens in recycled irrigation water / S.V. Thomson, R.M. Allen // Plant. Dis. – 1974. – Vol. 58. – P. 945-949.

27. Tsao P. Hh. Why many *Phytophthora* root rots and crown rots of tree and horticultural crops remain undetected // Bulletin OEPP/EPPO Bulletin. – 1990. – Vol. 20. – P. 11-18.

28. Vettraino A.M. First report of *Phytophthora cryptogea* in walnut stands in Italy / A.M. Vettraino, A. Belisario, M. Maccaroni, N. Anselni, A. Vannini // Plant Disease. – 2000. – Vol. 86. – P. 328.

29. Wiejacha K. Porównanie różnzch metod identufikacji gatunków *Phytophthora* w materiale szkółkarskim / K. Wiejacha, T. Orlikowska // Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych. – Z. 504. – 2005. – S. 521-532.

30. Woodward S., Bodles William J.A., Oszako T. Occurrence of *Phytophthora* species in European forests / S. Woodward, William J.A. Bodles, T. Oszako // Folia Forestalia Polonica, Seria A – Forestry. – 2005, № 47. – P. 5-12.

В.А. Крамарец, И.П. Мацях, Т. Ошако

ПАТОГЕНЫ РОДА *PHYTOPHTHORA* – ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ УГРОЗА ДЛЯ ЛЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ УКРАИНЫ

Охарактеризованы цикл развития и основные пути распространения патогенных организмов из рода *Phytophthora* в лесных насаждениях. Показано значение этих возбудителей болезней в повреждении и усыхании лесов. В лесных массивах Львовской, Ивано-Франковской и Ривненской областей выявлено фитофторозы деревьев бука лесного, березы бородавчатой, ольхи серой, ели обыкновенной и пихты белой. Внешние диагностические признаки поражения деревьев фитофторами часто похожи на признаки поражения деревьев другими патогенными организмами. Для уточнения видового состава патогенов необходимо проведение специальных микологических исследований или молекулярных анализов.

***Ключевые слова*:** *Phytophthora*, диагностические признаки, отмирание корневой системы, поражение ствола, усыхание деревьев.

V.O. Kramarets, I.P. Matsiakh, T. Oszako

PATOGENS OF THE *PHYTOPHTHORA* GENUS AS POTENTIAL THREATS TO FOREST PLANTS IN UKRAINE

The development cycle and the main ways of pathogenic organisms of the *Phytophthora* genus spreading in forests analyzed. It is shown the role of these pathogens the processes of damaging and dying of forests. In the forests of Lviv, Ivano-Frankivsk and Rivne regions lesions of beech trees, birch, gray alder, spruce and fir by *Phytophthora* have been detected. The bioindicators of the (external diagnostic) signs of lesions are often similar too the pathogenic organisms, so for more accurate determination of pathogen species it is necessary to conduct especial mycological or molecular analysis.

***Keywords*:** *Phytophthora*, diagnostic signs, dying roots, stem lesions, dying trees.

УДК 630.453

***В.Л. МЄШКОВА*[1] *С.В. НАЗАРЕНКО*[2]**

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ТЕРМІНІВ ОБРОБЛЕННЯ НАСАДЖЕНЬ ВІРУСНИМ ПРЕПАРАТОМ ПРОТИ РУДОГО СОСНОВОГО ПИЛЬЩИКА У НИЖНЬОМУ ПРИДНІПРОВ'Ї

Проаналізовано багаторічні дані стосовно погодних умов і фенології рудого соснового пильщика (Neodiprion sertifer Geoffr.*) у Нижньому Придніпров'ї. Доведено, що обприскування соснових насаджень вірусним препаратом проти личинок рудого соснового пильщика необхідно проводити після дати стійкого переходу температури повітря через 10 °С (феноіндикатори – цвітіння сосни, абрикоси, дуба, терну, кульбаби, клена гостролистого). Оброблення у II і III декадах травня є ризикованим, а у I декаді червня – недоцільним.*

Ключові слова: *рудий сосновий пильщик, вірусний препарат, феноіндикатор, середній зважений вік личинок.*

Вступ. У соснових насадженнях Нижнього Придніпров'я упродовж останніх 40 років найбільші площі осередків і тривалість спалахів характерні для рудого соснового пильщика (*Neodiprion sertifer* Geoffr.) [4]. За останні десятиріччя у цих осередках було застосовано інсектициди різних груп – фосфорорганічні препарати, піретроїди, регулятори росту й розвитку комах, а також препарат, виготовлений на основі вірусу ядерного поліедрозу кишкового типу, специфічний саме для цього виду комах. Водночас площа осередків рудого соснового пильщика, яка у 80-90-ті рр. змінювалася циклічно, з 1992 р. почала безперервно наростати, перевищуючи 25 тис. га на рік [4, 6].

Аналіз статистичної звітності лісогосподарських і лісозахисного підприємств регіону свідчить, що навіть у випадках, коли ефективність оброблення насаджень перевищувала 95 %, виживали найбільш резистентні та плодючі особини рудого соснового пильщика, які давали життєздатне потомство, а спалах масового розмноження продовжував поширюватися у часі та просторі. Явище зростання резистентності популяцій комах до дії хімічних інсектицидів широко відоме, але, зважаючи на доволі широкий асортимент використаних препаратів (Карате, Фастак, Суміцидін, Суміальфа, Шерпа, Амбуш, Децис, Маврик, Дімілін), воно не може бути причиною того, що оброблення ними насаджень не забезпечили згасання осередків рудого соснового пильщика. Меншою мірою резистентність особин виявляється у разі застосування вірусних препаратів. Після внесення вірусного препарату в осередок масового розмноження комах частина їх інфікується й гине через певний проміжок часу, їх тіла наповнюються вірусною масою, яка контамінує хвою. Внаслідок живлення нею личинок відбувається вторинне інфікування, й розвивається друга хвиля вірусної епізоотії, що призводить до згасання спалаху [7].

Водночас імовірність інфікування комах залежить від багатьох чинників, зокрема від фази спалаху масового розмноження, віку особин під час зараження та від погодних умов. Проведеними у попередні роки дослідженнями [5] було доведено, що навіть за високої смертності личинок рудого соснового пильщика у рік обприскування подальший хід спалаху залежить від того, в якій фазі розвитку осередку його масового розмноження було застосовано вірусний препарат. Найменш ефективним є внесення вірусу у рік інтенсивного росту популяції, коли щільність особин і коефіцієнт розмноження мають найбільші значення. Після оброблення в рік кульмінації спалаху масового розмноження розвиток спалаху зсувається на один рік, але амплітуда його менша, ніж у контролі. Оброблення насаджень вірусною суспензією на початку зниження чисельності шкідника призводить до згасання спалаху на рік раніше, ніж на необроблених ділянках [5]. Водночас, незалежно від фази спалаху, ефективність застосування вірусного препарату вища за більш ранніх термінів проведення обприскування насаджень [7]. Це пов'язане із меншою сприйнятливістю личинок старшого віку до інфікування та зі збільшенням інкубаційного періоду хвороби в особин з віком [1].

Метою цієї роботи було визначення оптимальних термінів застосування вірусного препарату проти рудого соснового пильщика у Нижньому Придніпров'ї на основі даних стосовно термінів і темпів розвитку личинок залежно від температури сезону.

Об'єкти та методика. У дослідженні використано звіти лісогосподарських і лісозахисного підприємств регіону про виробничі оброблення насаджень впродовж 1991-2011 рр., матеріали власних фенологічних спостережень в осередках рудого соснового пильщика у ДП "Цюрупинське ЛГ", ДП "Голопристанське ЛГ", ДП "Каховське ЛГ", ДП "Великокопанівське ЛГ", а також дані метеостанції ДП "СФ УкрНДІЛГА" (м. Цюрупинськ).

[1] **МЄШКОВА Валентина Львівна** – дійсний член Лісівничої академії наук України, доктор сільськогосподарських наук, професор. Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г.М. Висоцького. Україна, м. Харків. Тел.: +38-057-707-80-71. E-mail: Valentynameshkova@gmail.com

[2] **НАЗАРЕНКО Сергій Володимирович** – заступник директора ДП "Степовий ім. В. М. Виноградова філіал. Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації, Україна" (ДП "СФ УкрНДІЛГА"). Україна, Херсонської обл., м. Цюрупинськ. Тел.: +38-055-422-14-51. E-mail: nazarenko.sergej@gmail.com

За результатами вимірювання ширини головних капсул личинок рудого соснового пильщика для кожної дати обліку розраховували середній зважений вік личинок (I_l) за формулою:

$$I_I = \frac{(nL_1 \cdot 1 + nL_2 \cdot 2 + nL_3 \cdot 3 + nL_4 \cdot 4 + nL_5 \cdot 5 + nL_6 \cdot 6)}{(nL_1 + nL_2 + nL_3 + nL_4 + nL_5 + nL_6)}, \quad (1)$$

де nL_1, nL_2, nL_3, nL_4, nL_5 і nL_6 – кількість личинок 1, 2, 3, 4, 5 і 6 віків відповідно [2].

Результати та обговорення. Зіставлення багаторічних даних стосовно середнього зваженого віку личинок рудого соснового пильщика на дату проведення оброблення соснових насаджень вірусним препаратом і ефективності оброблення дало змогу розрахувати високий і достовірний негативний коефіцієнт кореляції (r = -0,8) між зазначеними показниками. Це узгоджується з літературними даними стосовно більшої уразливості личинок молодших віків до дії як хімічних, так і вірусних препаратів [1, 7]. На основі узагальнених за всі роки досліджень даних побудовано діаграму (рис.), яка свідчить, що за умови обробляння насаджень вірусним препаратом у найбільш ранні терміни (друга декада квітня) личинки знаходяться у віці I-II (середній зважений вік I,7), а ефективність цього заходу становить 90 %.

У третій декаді квітня середній вік личинок становить II,3, а ефективність оброблення, проведеного на цей час – 79 %. Оброблення у другій декаді травня не гарантує успіху, оскільки більшість особин уже наближаються до завершення живлення (середній вік личинок IV,7). Особинам IV віку потрібно ще не менше 10 днів для розвитку інфекції, але на той час вони вже припинять живлення й опускатимуться у лісову підстилку для звивання коконів.

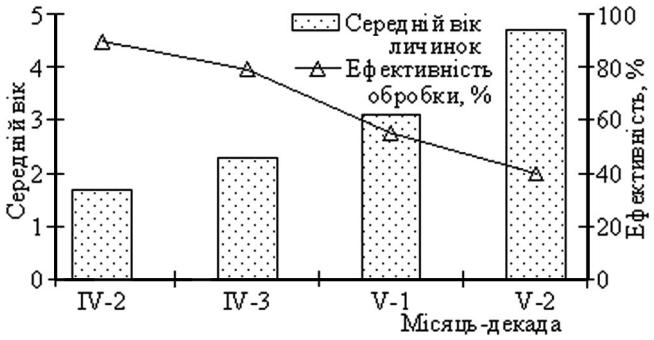


Рис. Середній зважений вік личинок рудого соснового пильщика та ефективність оброблення в різні дати її проведення

Відмінність у ефективності оброблення насаджень вірусним препаратом залежно від дати її проведення помітні навіть у межах одного лісгоспу. Так, у ДП "Цюрупинське ЛГ" у квітні 2004 р. вірусний препарат "Вірін-Діпріон" (20 мл/га) застосовано за допомогою аерозольного генератора ГАРД-М у Цюрупинському лісництві (оброблення 19-21 квітня, ефективність 85,5 %, Раденському лісництві (оброблення 23-25 квітня, ефективність 81,5 %) та Дніпровському лісництві (оброблення 26-27 квітня, ефективність 75 %).

У 1998 р. ефективність оброблення насаджень Пролетарського лісництва вірусним препаратом, проведеного 5 травня, сягала 80 %, а ефективність оброблення насаджень Раденського лісництва, проведеного 28 травня, взагалі неможливо було визначити, оскільки практично всі особини спустилися у підстилку для коконування (табл. 1).

На рисунку наведено усереднені дані стосовно вікових змін личинок упродовж періоду розвитку, проте в окремі роки дати їх вилуплення й коконування варіюють (див. табл. 1). Як було показано раніше [3], вилуплення личинок рудого соснового пильщика відбувається незабаром після стійкого переходу температури повітря через 10 °С, після початку активної вегетації сосни. Це є сезонною адаптацією виду, яка забезпечує живлення новонароджених личинок сприятливим кормом. Дати настання цього явища в умовах конкретних ділянок деревостанів визначають за даними метеостанцій або за феносигналами (цвітіння сосни, абрикоси, дуба, терну, кульбаби, клена гостролистого), що ми довели раніше для різних регіонів України [6].

Як видно з табл. 1, у середньому за 21 рік наших досліджень вилуплення личинок рудого соснового пильщика на Нижньому Придніпров'ї розпочиналося 13 квітня, найраніше – 24 березня (1993 р.) і найпізніше – 22 квітня.

Табл. 1. Дати вилуплення й коконування личинок рудого соснового пильщика у Нижньому Придніпров'ї в окремі роки

Роки	Дата стійкого переходу температури повітря через 10°С	Дата вилуплення личинок		Дата завивання коконів		Тривалість розвитку личинок, днів
		на узліссі	у масиві	рання	пізня	
1991	07.IV	11.IV	19.IV	17.V	27.V	$36^{\pm 4}$
1992	25.III	29.III	12.IV	29.V	11.VI	$61^{\pm 8}$
1993	22.III	24.III	12.IV	23.V	03.VI	$60^{\pm 8}$
1994	10.IV	11.IV	17.IV	16.V	26.V	$35^{\pm 4}$
1995	18.IV	18.IV	24.IV	02.VI	11.VI	$45^{\pm 6}$
1996	17.IV	17.IV	25.IV	17.V	24.V	$30^{\pm 5}$
1997	19.IV	19.IV	24.IV	29.V	10.VI	$40^{\pm 6}$
1998	01.IV	05.IV	11.IV	10.V	20.V	$35^{\pm 4}$
1999	08.IV	10.IV	15.IV	12.V	23.V	$32^{\pm 4}$
2000	12.IV	14.IV	18.IV	18.V	25.V	$34^{\pm 4}$
2001	08.IV	09.IV	16.IV	17.V	25.V	$38^{\pm 5}$
2002	12.IV	14.IV	22.IV	16.V	23.V	$32^{\pm 4}$
2003	18.IV	22.IV	29.IV	22.V	29.V	$30^{\pm 4}$
2004	8.IV	10.IV	19.IV	20.V	29.V	$40^{\pm 6}$
2005	8.IV	10.IV	20.IV	15.V	22.V	$35^{\pm 4}$
2006	18.IV	20.IV	26.IV	01.VI	11.VI	$42^{\pm 5}$
2007	12.IV	14.IV	23.IV	16.V	25.V	$32^{\pm 4}$
2008	11.IV	13.IV	20.IV	18.V	27.V	$35^{\pm 5}$
2009	12.IV	14.IV	20.IV	16.V	28.V	$32^{\pm 4}$
2010	15.IV	16.IV	20.IV	31.V	11.VI	$45^{\pm 6}$
2011	18.IV	22.IV	29.IV	24.V	04.VI	$32^{\pm 4}$

Водночас прогрівання ґрунту та пов'язаний з цим початок вегетації сосни реєструються неодночасно навіть у межах лісового масиву. Відповідно до цього, вилуплення личинок рудого соснового пильщика на узліссях починається на декілька днів раніше, ніж у глибині лісу. Як ми показали раніше [6], за різниці температури повітря навесні навіть у 0,5 °С у різних частинах лісового масиву терміни розвитку комах можуть відрізнятися на два дні. За даними досліджень у Нижньому Придніпров'ї (див. табл. 1), різниця у датах вилуплення личинок на узліссі та у глибині масиву становить від двох днів до майже трьох тижнів і є найбільшою у роки раннього початку весни, коли від-

бувається швидке прогрівання освітлених крон на узліссях (1992, 1993, 2004, 2005 рр.), тоді як усередині масиву температура повітря нижча.

Найпізніші дати вилуплення личинок рудого соснового пильщика у досліджених насадженнях становили від 11 (1990 р.) до 29 квітня (2003, 2011 рр.). Якщо різниця між найбільш ранніми датами вилуплення личинок рудого соснового пильщика у різні роки на узліссі сягала 29 днів, то різниця між найбільш пізніми датами не перевищувала 18 днів. Такі відмінності пов'язані з тим, що у міру розвитку весни зростає температура повітря, а процеси розвитку комах прискорюються.

Одержані дані стосовно дат вилуплення личинок рудого соснового пильщика свідчать про доцільність оброблення насаджень вірусним препаратом не раніше другої декади квітня. Водночас у середньому за роки досліджень температура повітря у квітні становила 12,0 °С (табл. 2).

За такої температури тривалість інкубаційного періоду хвороби подовжується до декількох тижнів, а поглинені з кормом поліедри можуть навіть вивільнятися через кишковий тракт личинок [1, 7]. Водночас за такої температури поліедри на хвої меншою мірою руйнуються і, у разі живлення личинок, навіть через декілька днів після оброблення зберігають вірулентність.

За багаторічними даними, середня температура повітря у III декаді квітня становила 13,8 °С, у I, II і III декадах травня – 16,1; 18,4 і 20,1 °С відповідно, середня місячна температура повітря у травні – 18,3 °С (див. табл. 2). Зважаючи на експериментальні дані, одержані К. Давиденко та В. Мєшковою [1] стосовно тривалості вірусного захворювання личинок рудого соснового пильщика за 18°С близько 14 днів після зараження і за 24°С – 13 днів, доцільнішим можна вважати проведення захисних заходів із застосуванням вірусного препарату у травні. Водночас цими самими авторами експериментально доведено, що у разі зараження личинок рудого соснового пильщика вірусом у II віці відпад особин досягає 50 % за температури повітря 18°С через 9 днів, за 24°С – через 7 днів. У разі зараження личинок вірусом у III віці відпад 50 % особин відбувається за 18 і 24°С через 11 і 8 днів відповідно, а у разі зараження у IV віці – через 13 і 10 днів відповідно. Тобто у разі застосування вірусного препарату у пізніші терміни зростає температура повітря, що сприяє прискоренню розвитку хвороби, але водночас збільшується вік личинок і, відповідно, подовжується розвиток хвороби. Так, як видно з рис. 1, у другій декаді травня переважна частина личинок знаходиться у IV віці, і часу, що залишився до припинення їх живлення, замало для завершення розвитку вірусної інфекції.

Табл. 2. Температура повітря у період розвитку личинок рудого соснового пильщика у Нижньому Придніпров'ї в окремі роки (за даними метеостанції ДП СФ УкрНДІЛГА)

Роки	Квітень				Травень				Червень
	I декада	II декада	III декада	місяць	I декада	II декада	III декада	місяць	I декада
1991	9,9	14,7	12,4	12,3	16,6	17,4	16,9	17,0	20,3
1992	10,6	10,7	10,0	10,4	18,2	17,0	15,6	16,9	18,7
1993	8,7	8,2	12,0	9,6	18,3	17,6	20,1	18,6	21,4
1994	9,4	14,5	12,1	12,0	11,8	16,8	17,7	15,5	16,6
1995	6,3	9,1	15,4	10,3	10,5	14,4	19,9	14,9	21,7
1996	8,3	9,8	18,6	15,0	22,3	23,9	22,2	22,8	22,7
1997	7,5	8,7	14,2	10,1	20,4	24,4	11,0	20,6	22,5
1998	14,9	14,9	14,4	14,7	20,1	18,1	19,2	19,1	24,9
1999	11,3	14,6	15,6	13,8	13,5	15,1	22,5	17,0	24,5
2000	10,1	15,0	18,3	14,5	15,9	17,8	22,1	18,6	24,3
2001	10,8	11,3	14,5	12,2	18,4	15,1	18,4	17,3	18,7
2002	6,7	13,7	13,6	11,3	17,4	19,5	20,6	19,2	17,5
2003	6,9	12,5	12,9	10,8	19,6	24,4	24,1	22,7	23,4
2004	9,1	14,4	14,8	12,8	17,4	16,0	17,9	17,1	19,4
2005	9,5	15,5	13,1	12,7	14,3	18,7	26,3	19,8	21,0
2006	10,0	11,4	13,2	11,5	11,6	17,3	20,5	16,5	22,2
2007	9,3	9,1	11,1	9,8	13,3	21,4	26,3	20,3	24,3
2008	9,0	13,2	12,7	11,6	11,9	15,4	19,0	15,5	20,7
2009	12,3	11,6	13,8	12,6	14,5	18,5	20,9	17,9	24,4
Середнє	9,5	12,3	13,8	12,0	16,1	18,4	20,1	18,3	21,5

Тривалість розвитку личинок у різні роки становила від 30 до 61 дня залежно від температури повітря, причому саме у роки з найшвидшим розвитком личинок їх життєздатність була найвищою, і чисельність популяції зростала [4, 6].

Аналіз даних табл. 1 свідчить, що початок припинення живлення личинок рудого соснового пильщика і завивання ними коконів у регіоні досліджень реєстрували у різні роки у середньому 21 травня, найбільш рання дата цього явища – 10 травня (1998 р.), найбільш пізня – 2 червня (1995 р.). Як вилуплення личинок, так і їх лялькування відбувалися неодночасно у різних частинах насадження, але жодного разу личинки не були виявлені пізніше від 11 червня.

Зважаючи на те, що вірусний препарат може бути ефективним лише у разі його застосування у період живлення личинок, оброблення соснових насаджень Нижнього Придніпров'я у першій декаді червня й пізніше не є допустимим. Навіть, якщо цей захід було заплановано, а погодні умови не давали змоги його провести у більш ранні терміни, доцільнішим і економічно ефективнішим є відмова від обприскування насаджень вірусним препаратом.

Застосування вірусного препарату у III і навіть II декадах травня може бути недостатньо ефективним, оскільки як темпи розвитку личинок, так і темпи розвитку вірусного захворювання залежать від температури повітря. Чим сприятливіша температура для роз-

витку вірусного захворювання, тим більшим є вік личинок, і тим тривалішим є розвиток хвороби за такої самої температури.

Висновки та узагальнення. Терміни обприскування соснових насаджень Нижнього Придніпров'я вірусним препаратом проти рудого соснового пильщика потрібно коригувати за даними про дати вилуплення личинок, які близькі до дат стійкого переходу температури повітря через 10 °С. Останні визначають за даними метеостанцій або за феносигналами (цвітіння сосни, абрикоси, дуба, терну, кульбаби, клена гостролистого). Проведення обприскування соснових насаджень Нижнього Придніпров'я вірусним препаратом проти рудого соснового пильщика у II і III декадах травня є ризикованим, а у I декаді червня – недоцільним.

ЛІТЕРАТУРА

1. Давиденко К.В. Вплив концентрації вірусної суспензії та віку личинок рудого соснового пильщика на накопичення поліедрів / К.В. Давиденко, В.Л. Мєшкова // Вісник ХДАУ. – Сер.: Фітопатологія та ентомологія. – 2002. – № 3. – С. 44-50.

2. Колєнкіна М.С. Сезонний розвиток личинок соснових пильщиків у соснових насадженнях Луганської області / М.С. Колєнкіна // Вісник ХНАУ. – Сер.: Фітопатологія і ентомологія. – 2010. – № 1. – С. 58-65.

3. Мєшкова В.Л. Визначення термінів обприскування насаджень інсектицидами проти комах-хвоєлистогризів / В.Л. Мєшкова // Лісівництво і агролісомеліорація : зб. наук. праць. – Харків : Вид-во УкрНДІЛГА. – 2002. – Вип. 103. – С. 64-68.

4. Мєшкова В.Л. Динаміка площ осередків комах-хвоєгризів у соснових насадженнях Цюрупинського ДЛМГ / В.Л. Мєшкова, С.В. Назаренко // Лісівництво і агролісомеліорація : зб. наук. праць. – Харків : Вид-во УкрНДІЛГА. – 2002. – Вип. 103. – С. 53-56.

5. Мєшкова В.Л. Динаміка популяцій рудого соснового пильщика після застосування вірусного препарату на різних фазах спалаху / В.Л. Мєшкова, К.В. Давиденко // Лісівництво і агролісомеліорація : зб. наук. праць. – Харків : Вид-во УкрНДІЛГА. – 2000. – Вип. 98. – С. 106-109.

6. Мешкова В.Л. Сезонное развитие хвоелистогрызущих насекомых / В.Л. Мешкова. – Харьков : Изд-во "Новое слово", 2009. – 396 с.

7. Meshkova V. Natural and artificial epizooties of virus diseases of forest insects in Ukraine / V. Meshkova // Recent developments in research and application of viruses in forest health protection. – Pushkina-Beijing, 2010. – P. 59-72.

В.Л. Мешкова, С.В. Назаренко

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ СРОКОВ ОБРАБОТКИ НАСАЖДЕНИЙ ВИРУСНЫМ ПРЕПАРАТОМ ПРОТИВ РЫЖЕГО СОСНОВОГО ПИЛИЛЬЩИКА В НИЖНЕМ ПРИДНЕПРОВЬЕ

Проанализированы многолетние данные относительно погодных условий и фенологии рыжего соснового пилильщика (*Neodiprion sertifer* Geoffr.) в Нижнем Приднепровье. Доказано, что опрыскивание сосновых насаждений вирусным препаратом против личинок рыжего соснового пилильщика необходимо проводить после даты устойчивого перехода температуры воздуха через 10 °С (феноиндикаторы – цветение сосны, абрикоса, дуба, терна, одуванчика, клена остролистного). Проведение обработки во II и III декадах мая является рискованным, а в I декаде июня – нецелесообразным.

***Ключевые слова*:** рыжий сосновый пилильщик, вирусный препарат, феноиндикатор, средневзвешенный возраст личинок.

V.L. Meshkova, S.V. Nazarenko

EVALUATION OF OPTIMAL DATES FOR STANDS TREATMENT WITH VIRAL PREPARATION AGAINST *NEODIPRION SERTIFER* GEOFFR. IN THE LOW DNIEPER REGION

Data of many years on weather conditions and phenology of *Neodiprion sertifer* Geoffr. in the Low Dnieper region are analized. It was proved, that the treatment of pine stands with virus preparation against *Neodiprion sertifer* larvae must be carried out after the date of stable transition of air temperature over 10 °C (phenological indicators are flowering of pine, apricot, oak, blackthorn, dandelion, Norway maple). Treatment of stands in the 2nd and 3rd decades of May is risky, and in the 1st decade of June it is unreasonable.

***Keywords*:** *Neodiprion sertifer* Geoffr., viral preparation, phenological indicator, mean weighted age of larval instars.

*УДК 630*116.23*

П.Р. ТРЕТЯК[1]

СНІГОВІ ЛАВИНИ У ЛІСОВИХ ЛАНДШАФТАХ ҐОРҐАН (УКРАЇНСЬКІ КАРПАТИ)

Описано умови формування катастрофічних лавин у регіоні. Цьому сприяють надмірні опади снігу та інтенсивне перенесення його вітром на завітряні схили гірських масивів, де формуються надмірні товщі снігового покриву. Виникнення лавин спричиняють тривалі періоди з морозною погодою та раптові відлиги. Унаслідок цього виникли надзвичайно потужні сухі снігові лавини під кінець березня 2009 р. Конус виносу лавини, що осунулася з східного схилу г. Грофа, мав об'єм приблизно 500 тис. м^3 снігу і містив багато поламаних дерев. Вагому гідрологічну та охоронну протилавинну роль відіграє гірська чагарникова і лісова рослинність. Запропоновано практичні рекомендації щодо ведення лісового господарства у лавинонебезпечних районах.

Ключові слова: *снігові лавини, гірські ліси, природні катастрофи.*

Значних збитків господарству у горах завдають снігові лавини [1- 6, 11-15]. Трапляються вони і в Карпатах, але здебільшого у високогірних районах: Татри Польщі та Словаччини, Східні та Південні Карпати Румунії, Мармароський, Чорногірський, Свидовецький, Краснянський та Боржавський масиви, а також Горгани в Українських Карпатах [1, 10]. Питання протилавинної безпеки та відповідної оптимізації лісистих гірських ландшафтів є актуальними для багатьох землекористувачів – підприємств лісового господарства, а також спортивно-рекреаційних, транспортних користувачів, користувачів сільськогосподарських земель тощо.

На загал в Україні зсув снігових лавин – маловідоме явище, хоча майже щорічно з'являються у ЗМІ повідомлення про трагічні випадки, пов'язані з ними. Стосуються вони здебільшого популярних для гірськолижного туризму районів Карпат та гір Криму.

Виникають лавини унаслідок раптової втрати стабільності снігового покриву на крутосхилах і подальшого осування вниз по схилу маси снігу разом з льодом, ґрунтом, камінням тощо. Зазвичай снігові лавини зароджуються у високогір'ї, вище верхньої межі лісу (1400 м н.р.м.), на схилах зайнятих луками, полонинами, а у Ґорґанах – субальпійськими стелюхами гірської сосни, рідше – кам'янистими розсипищами (див. кольорову вкладку: ряд А, Б, Л).

Рухомі снігові маси здатні проломлювати крізь лісові масиви широкі (20-200 м) лавинні траси, жолоби, довжина яких може сягати до 500, а подекуди – до 1000 м (див. кольорову вкладку: ряд В, Л). Звичайно, що формуються такі траси не внаслідок одноразового зсуву снігової лавини. Існують вони ще з часів льодовикового періоду, коли схили високих гір були безлісими, а верхня межа лісу сягала заледве висоти не більше ніж 1000 м н.р.м. Пізніше, з потеплінням клімату, лісова рослинність піднялась до висоти 1500 м н.р.м. Проте періодичне осування лавин перешкоджало у межах лавинних трас формуванню лісів, постійно ламало молоді дерева. Тому там здебільшого поширені специфічні лавинні комплекси рослинності, що складаються переважно з фрагментів субальпійських стелюхів сосни гірської (*Pinus mugo* Turra) й душекії (вільхи) зеленої (*Duschekia viridis* (Chaix) Opiz), ялівцю сибірського (*Juniperus sibirica* Burgsd.), високотрав'я, а також підросту деревних видів [7, 8].

Зупиняються лавини на пологих ділянках рельєфу, на дні долин, де утворюють так звані конуси виносу – нагромадження снігу, що містять поламані і навіть вирвані з коренями частини дерев, каміння, ґрунт тощо (див. кольорову вкладку: ряди Г, Д, Є, Ж, З, Л). Їх обсяги у Карпатах можуть сягати до 100 тисяч і навіть більше метрів кубічних. У межах давньольодовикових альпійсько-субальпійських ландшафтів Карпат (Мармароський, Чорногірський та Свидовецький масиви) снігові лавини переважно зупиняються на дні польодовикових карів (котлоподібних заглибин) та на поверхнях донних морен, що заповнюють гірські долини, але звичайно не нижче ніж 1250 м н.р.м. У Ґорґанах польодовикові акумулятивні форми рельєфу здебільшого відсутні. І тому снігові лавини тут можуть рухатися значно далі у річкові долини, сягаючи нижчих гіпсометричних рівнів: 1200-1000 і навіть 800 м н.р.м. Цим вони заподіюють особливо значних руйнувань гірським лісам. Водночас вони є небезпечними для гірського туризму (див. кольорову вкладку: ряд Г, Д, Є, Ж, З, Л).

Особливо небезпечними щодо формування снігових лавин у Ґорґанах є масиви найвищих гір – Негровець та Стримба (Національний природний парк "Синевір"), Попадя, Паренки, Грофа, Овол, Висока, Ігровище, Сивуля (Державне підприємство "Осмолодське лісове господарство"), Боярин, Дурня, Велика Братківська (Державне підприємство "Надвірнянське лісове господарство), Поленський, Довбушанка (Природний заповідник "Горгани") тощо.

Їх снігозбори здебільшого вкриті стелюхами сосни гірської, рідше – кам'янистими розсипищами (див. кольорову вкладку: ряд Л). Це їхня характерна особливість, якою вони відрізняються від снігозборів інших

[1] **ТРЕТЯК Платон Романович** – дійсний член Лісівничої академії наук України, віце-президент ЛАН України, доктор біологічних наук, професор, Державний природознавчий музей НАН України, завідувач відділу. Україна, м. Львів, 79057. Тел.: +38-032-272-89-17. E-mail: platon.tretyak@gmail.com

гірських масивів Карпат, котрі вкриті переважно альпійськими та субальпійськими луками.

Активізація снігових лавин спостерігається майже щорічно, здебільшого під кінець зими, у березні місяці, коли у горах зосереджені максимальні запаси снігу, а весняні відлиги призводять до їх насичення талою водою. Унаслідок цього звичайно виникають так звані мокрі снігові лавини. Мокрі маси снігу рухаються зазвичай відносно повільно, проте здатні виривати при цьому з корінням дерева та кущі, здирати каміння та ґрунт. Рідше трапляються лавини зі сухого снігу, які здатні рухатися з величезними швидкостями. Попереду такої лавини утворюється ударна хвиля зі стисненого повітря, яка призводить до локальних знищень лісу на протилежних схилах гірських долин. Така катастрофічна лавина виникла на східному схилі гори Грофа під кінець березня 2009 р. (див. кольорову вкладку: ряд К). У цей час активізація снігових лавин масово спостерігалася в околицях високогірної метеостанції Плай (1340 м н.р.м., Боржавський масив), а також Пожижевська (1430 м н.р.м., Чорногірський масив). Перша знаходиться на відстані 50 км західніше від г. Грофа, друга – на відстані 70 км на південний схід. Упродовж холодного періоду, що передував сходу лавин, у горах випало від 650 до 930 мм опадів переважно у вигляді снігу (табл.). Тривалий час була морозна погода з температурами від 0 до -10 ˚С. Відлиги були короткотривалими і траплялися зрідка (сім разів). Особливо морозним без відлиг був період з 8 лютого до 26 березня, тобто тривав 47 діб (рис. 1, 2). Майже щоденні, інколи – дуже інтенсивні опади спостерігали впродовж всього січня, лютого та березня місяців. Це призвело до поступового формування потужного снігового покриву, висота якого сягала 60-80 см (див. рис. 1, 2).

Особливо високою була і вітрова активність. Середньомісячна швидкість вітру сягала від 3,0 до 7, 8 м·с$^{-1}$. Загалом переважали вітри південно-західного румбу (рис. 3, 4), що загалом є характерним явищем для регіону Українських Карпат. Щоправда, під впливом макроорографічних особливостей гірського рельєфу рух повітряних мас доволі істотно модифікується. Це особливо помітно з діаграм спектрів вітрової діяльності метеостанції Плай (див. рис. 3), з яких видно, що напрями вітрів були і іншими.

Табл. Місячні суми опадів у високогір'ї Карпат впродовж зими 2008-2009 р., мм

Метеостанція	грудень	січень	лютий	березень	**Разом**
Плай, 1343 м н.р.м.	312,8	199,7	188,4	223,0	**923,9**
Пожежевська, 1430 м н.р.м.	**179,2**	**87,4**	**145,9**	**256,8**	**669,3**

Унаслідок інтенсивної вітрової діяльності у горах відбувається активне перенесення снігових мас. Під його дією сніговий покрив в межах безлісих просторів верхніх частин гірських масивів істотно перерозподіляється. Внаслідок здування вітром на навітряних, зайнятих луками або кам'янистими розсипищами схилах, снігових мас небагато. Перенесені завірюхами і поземками снігові маси відкладаються у вигляді потужних скупчень на завітрених схилах, приурочених переважно до схилів північних і східних експозицій. За даними наших досліджень, висота снігу в таких місцях зазвичай досягає 2-3 м, а в окремих випадках перевищує 10 м [7, 9]. Саме тому у більшості випадків надмірне снігонагромадження на лавинонебезпечних схилах зумовлене інтенсивною роботою вітру. У межах навітряних схилів, з яких сніг здувається, частина снігових мас все ж акумулюється у різних пониззях рельєфу і в кронах субальпійських стелюхів. Так, питомі снігозапаси на площах, зайнятих заростями гірської сосни, тут становлять 0,6-0,8 т·м$^{-2}$ і більше. Висота снігового покриву тут визначається висотою наземної фітомаси (яка, звісно, трохи притискається снігом). Вона становить 1,5-2,5 м. Найбільш рівномірні снігозапаси (0,4-0,6 т/м^2) зосереджені в межах лісового середньогір'я, особливо в ялинових лісах. У цьому і полягає надзвичайно важлива гідрологічна та протилавинна захисна роль чагарникової субальпійської та лісової рослинності у горах. Адже вони затримують значні маси снігу на навітряних схилах, чим обмежують нагромадження снігу на завітряних схилах, а, отже, і ймовірність виникнення снігових лавин та їх потенціальний обсяг [5-7].

Стійкість снігових мас на лавинонебезпечних схилах, як і загалом лавиноутворення, значною мірою залежить від характеру поверхні і типу рослинного покриву. Найбільш лавинонебезпечними є поверхні гладких заледенілих шарів у сніговому покриві, а також гладкі трав'яні схили, які найбільш сприятливі для зсуву снігових мас. Меншою мірою лавинонебезпечними є похилі площі з різко вираженими нерівностями мікрорельєфу, наприклад брилисті кам'яні розсипи. Добре зчеплення снігових мас з поверхнею схилів забезпечують лісова і чагарникова рослинність. Найбільш високими снігофіксуючими властивостями відзначаються зімкнені ялинники, меншою мірою – розріджені ялинові деревостани, а також букові ліси. Значну частину снігової товщі надійно утримують від осування в снігозборах субальпійські стелюхи та чагарники. Наприклад, зарості душекії зеленої здатні своєю фітомасою фіксувати товщу снігу до 2,0-2,5 м заввишки, а сосни гірської – 1,5-2,0 м. Меншою мірою в цьому аспекті ефективні чагарники ялівцю сибірського [5-7].

Рослинний покрив упродовж зими не лише впливає на фіксацію снігових мас на схилах, але й сприймає певну тепловіддачу і газоподібні продукти метаболізму біогеоценозів (головним чином вуглекислий газ), що разом забезпечують повільне систематичне танення снігу в приземних горизонтах снігового покриву за невеликих від'ємних температур [7].

Стійкість снігових мас на гірських схилах зумовлена також фізико-механічними властивостями снігового покриву. Параметри міцності снігової товщі залежать переважно від температури і вологості повітря, характеру їх зміни, а також від сонячного опромінення.

Перші лавини зазвичай сходять після рясних снігопадів, зумовлених вторгненням у гори вологих мас повітря. Так, у високогір'ї Карпат були зафіксовані випадки, коли впродовж 3-5 діб випадало до 100 мм твердих опадів, що створюють шар свіжо випалого снігу до 1,5 м заввишки. Перевантаження схилів сніговими масами унаслідок снігопадів – основна причина утворення лавин з пухкого свіжого снігу. Небезпека перевантаження зростає унаслідок додатково принесеного вітром снігу. Це призводить до формування лавин з пухкого снігу [4].

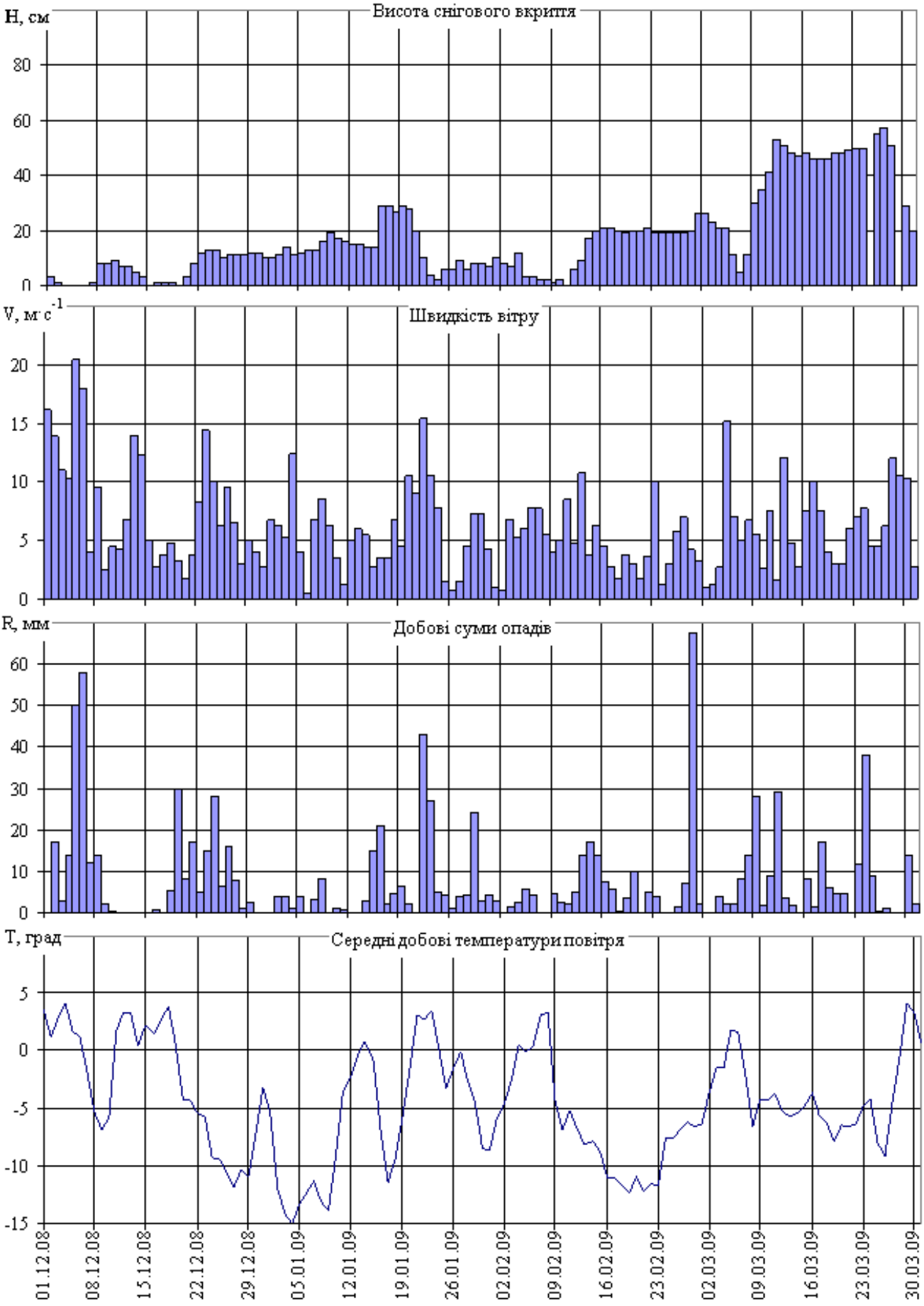


Рис. 1. Добовий хід зміни показників метеоелементів за даними метеостанції Плай, 1343 м н.р.м.

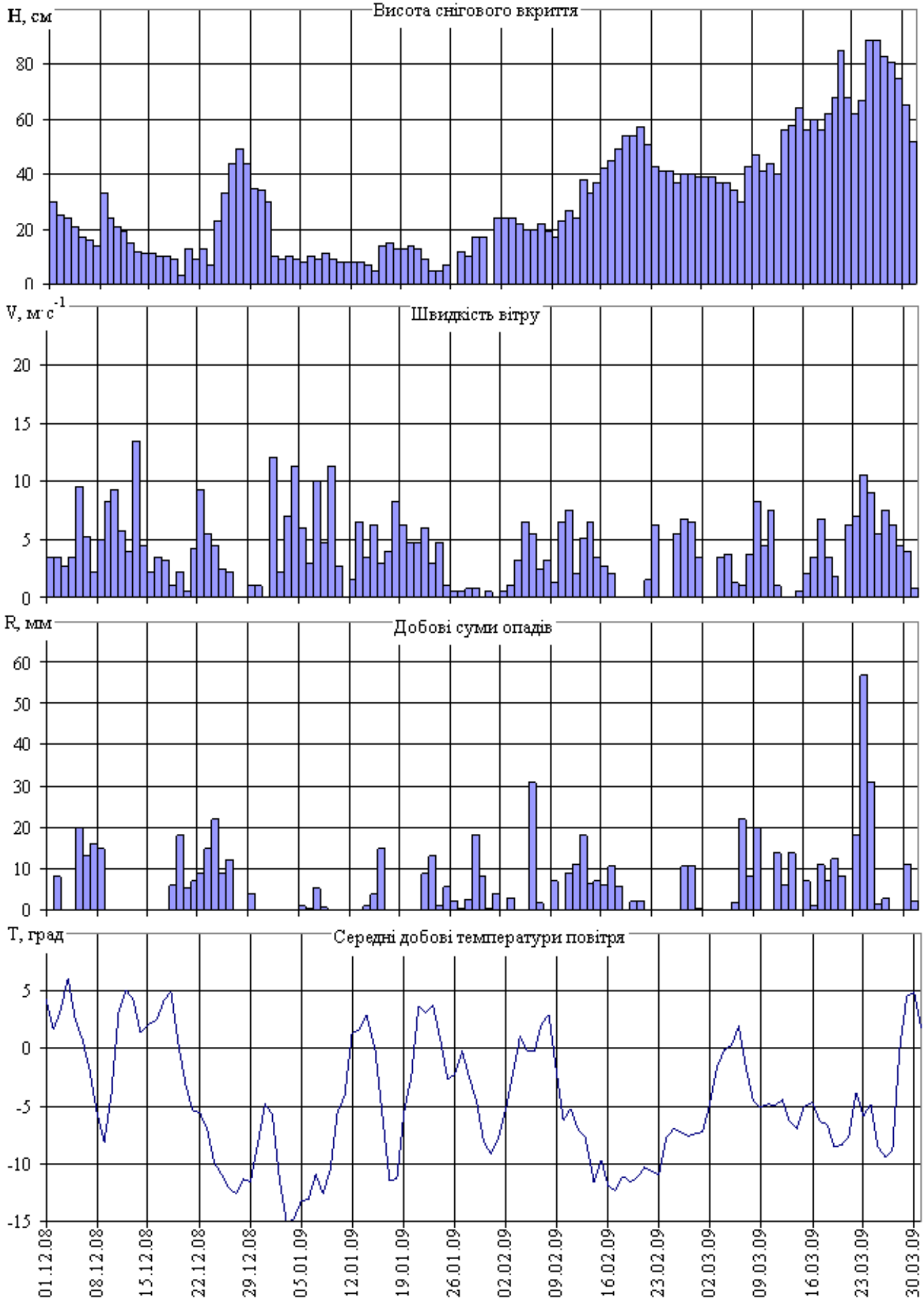


Рис. 2. Добовий хід зміни показників метеоелементів за даними метеостанції Пожежевська, 1430 м н.р.м.

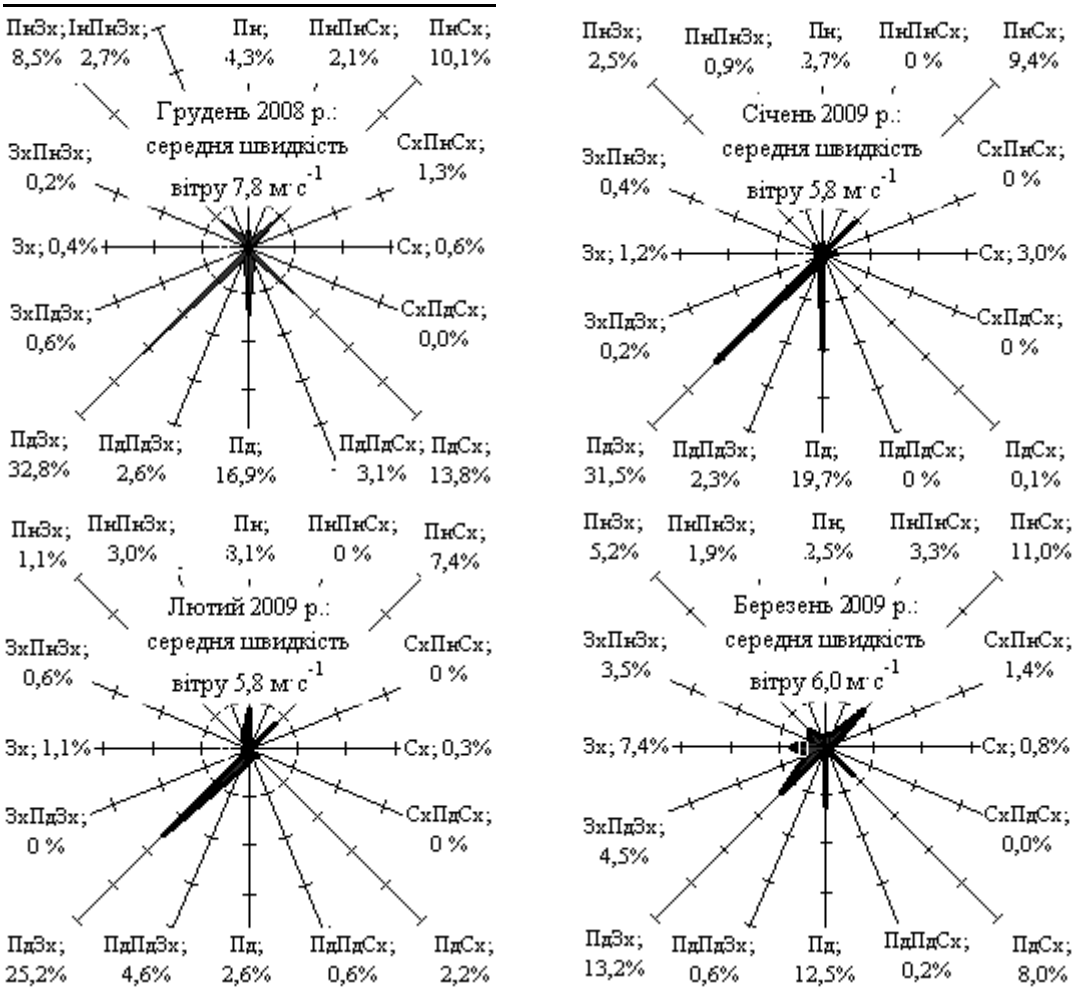


Рис. 3. Місячні спектри вітрової активності (рози вітрів) у високогір'ї Карпат за даними метеостанції Плай, 1343 м н.р.м.

Нерухомий свіжовідкладений пухкий шар снігу під впливом вітру, сонячної радіації і перепадів температури поступово ущільнюється, утворюючи своєрідну "снігову дошку" – досить міцний поверхневий сніговий горизонт. Значні добові зміни температури, наприклад, пониження її вночі у безхмарну погоду і підвищення – вдень, викликають деформацію, а часто – і зрушення такої "снігової дошки". У випадках, коли подібна "дошка" залягає на поверхні пухких снігових мас, утворюється лавина зі "снігових дощок". В умовах морозного континентального клімату високогір'я формуванню лавини цього типу сприяє особливий процес "конструктивного метаморфізму" часток снігової товщі, внаслідок проходження якого всередині снігової товщі формується небезпечний розпушений горизонт з кристалів глибинної паморозі, що майже не володіють зв'язністю [4]. Щоправда, в умовах м'якого зимового клімату Карпат подібні явища спостерігаються рідко. У таких випадках може утворитися потужна, так звана суха снігова лавина. Швидкість руху такої снігової маси може сягати 100 і більше км за год. Саме такою, очевидно, і була описана катастрофічна лавина, що виникла під кінець березня 2009 р. на східному схилі г. Грофа. У той час осунулися потужні снігові лавини і на схилах г.г. Попадя, Паренки, Висока тощо. Це були здебільшого крутосхили північної та північно-східної експозицій. Метеорологічні умови цього лавиноутворення склалися особливо загрозливими. Упродовж холодного періоду випало щонайменше 650 мм опадів, яких достатньо для утворення рівномірного осілого снігового покриву (за щільності 0,4 т·м$^{-3}$) висотою понад 2 м. Відсутність істотних відлиг і тривала вітрова діяльність сприяли надмірному снігонагромадженню у снігозборах. Про це свідчать залишки стіни відриву снігової дошки у пригребеневій частині г. Паренки, що поруч з г. Грофою (див. кольорову вкладку: ряд Б).

Обстеження проведено 1 травня 2009 р., тобто на місяць пізніше після сходу лавин. Ще тоді висота стіни відриву становила 1,5-2,0 м. Якщо взяти до уваги експериментальні дані, що впродовж місяця навесні у високогір'ї Карпат може розтанути шар снігу заввишки до 2 м, загальний запас якого становить до 1000 мм, можна зробити припущення, що висота стінки відриву снігової товщі могла становити не менше ніж 5 м, з яких 2 м розтануло, а решта осіло. Виходячи з таких міркувань, можна вважати, що тоді зі східного схилу г. Грофа могло осунутися орієнтовно 500 тис. м^3 снігу, за середньої висоти снігового покриву в 2 м. Адже площа снігозбирання тут приблизно 25 га (див. кольорову вкладку, ряд А, Л). Лавини тут, очевидно, були "сухі" і виникли зі "снігової дошки", формуванню якої сприяв тривалий морозний період упродовж 50 днів. Проте критична ситуація виникла під час потепління, яке настало після 26 березня 2009 р. Це могло призвести до осідання снігової маси і втрати нею нерухомості на схилі.

Ця снігова лавина утворила потоки снігових мас, які рухалися крізь ліс трьома лавинними трасами (жолобами). Швидкість руху снігу була великою, оскільки виникла ударна повітряна хвиля, яка вивалила ліс на прилеглій нижній частині протилежного схилу на площі близько 1 га (див. кольорову вкладку: ряд А, К). Далі снігові маси продовжували рухатися долиною р. Котелець у північно-східному напрямі, де сформували потужний конус виносу завдовжки щонайменше 350 м та заввишки, станом на кінець квітня 2009 р., понад 10 м за ширини 20-30 м. Окрім снігу та льоду, конус виносу містив чимало поламаних та вирваних з корінням дрібних і великих дерев (див. кольорову вкладку: ряди Д, Є, Ж, З). Цей конус танув впродовж 3-х місяців. На його місці залишилася велика кількість поламаної деревини. Такі нагромадження її трапляються і в інших місцях, де відбулася активізація лавин. Наприклад, у Природному заповіднику "Ґорґани", де такі випадки не є рідкісними.

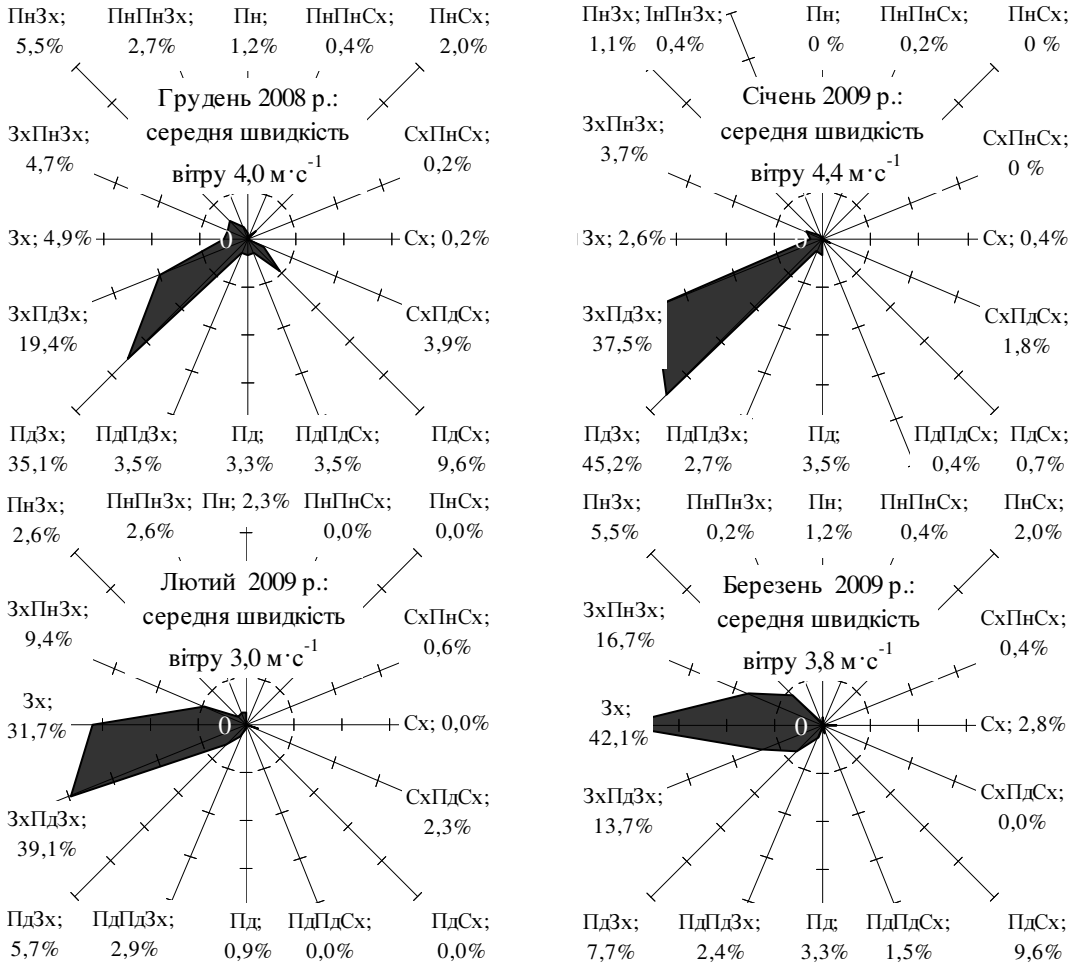


Рис. 4. Місячні спектри вітрової активності (рози вітрів) у високогір'ї Карпат за даними метеостанції Пожежевська, 1430 м н.р.м.

Лавини часто формуються під час потеплінь та відлиг, що супроводжуються дощами. Тоді виникають "мокрі" лавини, утворенню яких сприяють розмив снігової товщі дощовою водою і мокра слизька поверхня схилів, зайнятих луками. Вони нерідко провокують до руху всю снігову товщу на значних площах гірських схилів. Такі лавини називають ще "ґрунтовими", оскільки вони рухаються по поверхні ґрунту.

Практичні рекомендації. Завдання охорони природи і комплексного раціонального освоєння гірських ландшафтів неминуче повинні вирішуватися з врахуванням негативної дії всіх небезпечних стихійних фізико-географічних явищ, зокрема і снігових лавин. Тому потрібно детально враховувати і відзначати на картографічних матерілах лавинонебезпечні схили й траси руху лавин та можливого їх впливу на навколишні території. У межах Українських Карпат і Криму така робота вже частково виконана підрозділами Державної гідрометеорологічної служби. Проте вкрай необхідно відзначити лавинні осередки на лісовпорядних і землевпорядних картографічних матеріалах, а також наносити їх контури на генплани територій, призначених для господарсько-експлуатаційного і спортивно-рекреаційного використання.

Основним напрямом у боротьбі зі сніговими лавинами, як і з іншими стихійно-руйнівними процесами, є організація надійного захисту від них. Так, спорудження різних господарських об'єктів, прокладання доріг транспорту, туристичних маршрутів потрібно, за змогою, планувати поза територіями, де може спостерігатися утворення та дія лавин. Це стосується і спортивно-рекреаційних заходів. В окремих випадках повністю уникнути лавинної небезпеки не виявляється можливим. Наприклад, гірськолижні траси охоплюють значні безлісі простори гірських територій, де тривалий час залягає потужний сніговий покрив. Вони не мислимі без ухилів 20-40° і перепаду висот 500-1000 м. Сучасні гірськолижні траси обладнані підйом-

никами, поблизу споруджують будівлі. І все це зрештою знаходиться в межах можливої дії лавин. Тому в таких місцях необхідно широко здійснювати різні інженерні заходи протилавинного захисту, що вже досить добре розроблені у різних країнах [4, 11-15]. Потрібно створювати служби сніголавинного дозору, завданням яких має бути не лише спостереження за станом снігового покриву на схилах, але й прогнозування сходу лавини, а також їх профілактичний спуск.

Особливе значення має охорона та відновлення лісової і субальпійської чагарникової рослинності у горах, яка відіграє дуже важливу охоронну гідрологічну та протилавинну роль, оскільки сприяє фіксації снігових мас на схилах та їх тривалому і постійному сніготаненню впродовж усієї зими [5-8].

На кольоровій вкладці:

- ряд А – лавинонебезпечні північно-східні схили гори Грофа – 1742 м н.р.м. та Попадя – 1748 м н.р.м.;
- ряд Б – стінка відриву снігової товщі на північному схилі гори Паренки – 1735 м н.р.м.;
- ряд В – лавинні жолоби на східному схилі гори Паренки;
- ряди Г і Д – конуси виносу снігових лавин, туристичний маршрут у лавинонебезпечній зоні;
- ряди Є, Ж, З – конус виносу надпотужної лавини в урочищі Котелець, підніжжя г. Грофи;
- ряд К – ділянка лісу, виламаного ударною повітряною хвилею снігової лавини, що зійшла з г. Грофа;
- Ряд Л – лавиннонебезпечні схили на частині території Ландшафтного заказника загальнодержавного значення "Грофа".

Примітка: всі об'єкти – на землях державного підприємства "Осмолодське лісове господарство".

ЛІТЕРАТУРА

1. Айзенберг М.М. Селе- и лавиноопасность горных и овражно-балочных районов Украинской ССР / М.М. Айзенберг, В.Ф. Грищенко // Труды УкрНИГМИ. – М. : Гидрометеоиздат. – 1984. – Вып. 200. – С. 88-95.

2. Грищенко В.Ф. Режим снежных лавин в Украинских Карпатах / В.Ф. Грищенко // Труды УкрНИГМИ. – М. : Гидрометеоиздат. – 1982. – Вып. 192. – С. 90-93.

3. Грищенко В.Ф. Особливості лавиноутворення та прогнозування сходження лавин у багатосніжну зиму 2005-2006 рр. / В.Ф. Грищенко, С.Б. Соколов, Ю.С. Тавров // Наукові праці Українського наук.-дослід. гідрометеор. ін-ту. – 2006. – Вип. 255. – С. 322-328.

4. Отуотер М. Охотники за лавинами / М. Отуотер. – М. : Изд-во "Мир", 1972. – 272 с.

5. Стойко С.М. Боротьба з лавинами – складова частина охорони природи Українських Карпат / С.М. Стойко, В.Ф. Грищенко, П.Р. Третяк // Вісник АН Української РСР. – 1975. – № 2. – С. 92-98.

6. Стойко С.М. Природа-стихия-человек / С.М. Стойко, П.Р. Третяк. – Львов : Вид-во "Вища шк.", 1982. – 120 с.

7. Третяк П.Р. Лавинные очаги в лесистых среднегорных ландшафтах и пути их локализации (на примере Украинских Карпат) : автореф. дисс. на соискание учен. степени канд. географ. наук / П.Р. Третяк. – Ленинград, 1980. – 24 с.

8. Третяк П.Р. Лавинные природно-территориальные комплексы Украинских Карпат / П.Р. Третяк // Доклады и сообщения Львовского отдела Географического общества УССР. – Львов : Вид-во "Вища шк.". – 1977. – Вып. 6. – С. 78-84.

9. Третяк П.Р. О роли снежников в высокогорных ландшафтах Украинских Карпат / П.Р. Третяк // Известия ВГО. – 1978. – № 2. – С. 142-149.

10. Третяк П.Р. Лавинная опасность Восточных Карпат / П.Р. Третяк, Я.П. Базилекич. – Львов, 1980. – 60 с. (ротапринт).

11. Engler Martin. Die weiße Gefahr – Schnee und Lawinen / Martin Engler, Jan. Mersch // Verlag Martin Engler, 2001. – 304 s.

12. Gubler H. Effects of forests near the timberline on avalanche formation / H. Gubler, J. Rychetnik // Snow, hydrology and forests in high alpine areas. 205 – Wallingford, England: International Association of Hydrological Sciences (IAHS), 1991. – P. 19-38.

13. Imbeck H. Schneeprofile im Wald / H. Imbeck // Schnee und Lawinen in den Schweizer Alpen Winter 1985/86. Winterbericht des Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung Weissfluhjoch/Davos. 50: 1987. – S. 177-183.

14. Margreth Stefan. Die Wirkung des Waldes bei Lawinen / Stefan Margreth // Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF, Flüelastrasse 11, CH-7260 Davos Dorf Forum für Wissen 2004. – S. 21-26.

15. Meyer-Grass M. Die Abhängigkeit der Waldlawinen von Standorts-, Bestandes- und Schneeverhältnissen / M. Meyer-Grass, M. Schneebeli // Interpraevent 1992 Bern. Tagungspublikation, Band 2. – S. 443-455.

П.Р. Третяк

СНЕЖНЫЕ ЛАВИНЫ В ЛЕСНЫХ ЛАНДШАФТАХ ГОРГАН (УКРАИНСКИЕ КАРПАТЫ)

Описаны условия формирования катастрофических лавин в регионе. Этому способствуют избыточные осадки снега и интенсивное перенесение его ветром на заветренные склоны горных массивов, где формируются избыточные толщи снежного покрова. Возникновению лавин способствуют длительные периоды с морозной погодой и внезапные оттепели. Вследствие этого возникли чрезвычайно мощные сухие снежные лавины в конце марта 2009 г. Конус выноса лавины, которая сошла с восточного склона г. Грофа, имел объем приблизительно 500 тыс. м^3 снега и содержал много поломанных деревьев. Весомую гидрологическую и противолавинную функции выполняет горная кустарниковая и лесная растительность. Предлагаются практические рекомендации относительно ведения лесного хозяйства в лавиноопасных районах.

***Ключевые слова*:** снежные лавины, горные леса, природные катастрофы.

P.R. Tretyak

SNOW AVALANCHES IN THE FOREST LANDSCAPES OF GORGANY (UKRAINIAN CARPATHIANS MTS.)

The terms of forming of catastrophic snow avalanche in the region are described. It the surplus fallouts of snow and intensive transference of snow are instrumental in by wind on windy slopes of mountain ranges, to the surplus layers of snow-cover are formed. The initiation of avalanche is drawn by the protracted periods with a frosty weather and sudden thaw. In such terms there were initiation of extraordinarily powerful dry snow avalanches on an end March in 2009. Cone of bearing-out of avalanche which became drawn in the face from the east slope of mount Grofa had a volume of estimate 500 thousands м^3 of snow and contained much broken-down trees. A substantial hydrological and protective antiavalanche role is perform by a mountain shrubs and forest cover. Practical recommendations are developed on forest management in dangerous for snow avalanche districts.

***Keywords*:** snow awalanches, mountain forests, natural disasters.

6. ЕКОЛОГІЯ ТА ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНА СПРАВА

*УДК 630*425*

***В.П. ВОРОН*[1], *І.М. КОВАЛЬ*[2], *О.В. ЛЕМАН*[3]**

МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ НЕГАТИВНИХ ЧИННИКІВ НА РАДІАЛЬНИЙ ПРИРІСТ СОСНЯКІВ У ПОЛІССІ

Досліджено мінливість радіального приросту дерев в сосняках Українського Полісся під впливом комплексу негативних чинників. Виявлено, що віковий спад приросту провокується дією посушливих умов. Аеротехногенне забруднення посилює зв'язки приросту з кліматичними показниками. Реабілітація приросту деревостанів внаслідок зниження рівня забруднення гальмується дією посух, а створення оптимальних умов освітлення та живлення після санітарних рубань посилює їх негативний вплив. Запропоновано модифікований гідротермічний коефіцієнт для виявлення зв'язків між радіальним приростом та кліматичними чинниками в умовах техногенного пресу.

Ключові слова: *аеротехногенне забруднення, посуха, радіальний приріст.*

Вступ. Значне погіршення стану лісів в останні десятиліття обумовлюється впливом комплексу негативних чинників, зокрема аеротехногенним забрудненням довкілля. При цьому забруднення є якісно новим стрес-фактором, масштаби дії якого близькі до природних чинників. З іншого боку, більша частина території України розташована в помірному кліматі, де чинники, що обмежують приріст дерев, змінюють один одного протягом вегетаційного періоду. До того ж, за оптимальних умов росту приріст слабо корелює з кліматичними показниками, тому що ґрунтовий комплекс пом'якшує їх негативний вплив. Реакція деревостану на забруднення значною мірою часто посилюється синергетичною дією інших стрес-чинників, насамперед перепадів клімату, що ускладнює дослідження і потребує особливих підходів до їх оцінювання.

Об'єкти та методика. Для вивчення впливу комплексу негативних чинників на радіальний приріст сосни відібрані деревостани в зоні аеротехногенного забруднення викидами Рівненського ВАТ "Азот" (далі РВАТ "Азот"), який був потужним джерелом забруднення і становив загрозу для існування лісів в Українському Поліссі.

РВАТ "Азот" – аналог заводу азотних добрив в Пулавах (Польща). Ці виробництва є класичним прикладом катастрофічних екологічних наслідків непродуманого вибору місця будівництва потужного хімічного виробництва [11, 14, 19]. Значну токсичність викидів такого типу виробництв для лісів спостережено і в інших районах [1, 9, 16].

Забруднення атмосфери викидами РВАТ "Азот" спричинило негативні зміни не лише окремих компонентів, але й деградацію всієї лісової екосистеми [11, 14], зокрема істотний спад радіального приросту [5, 11, 12]. У цій публікації узагальнено результати досліджень та аналіз причин змін приросту сосняків техногенної зони в період з 1937 по 2003 рр.

Для вивчення динаміки стану та продуктивності деревостанів у зоні забруднення РВАТ "Азот" в 1982-1987 рр. у середньовікових сосняках ДП "Клеванське ЛГ" було закладено, згідно з загальноприйнятими у лісівництві та таксації методиками [4, 8], мережу постійних пробних площ (ППП), які становили екологічні ряди за рівнем аеротехногенного навантаження: західний (Клеваньске), північний (Суське) та північно-східний (Решуцьке) лісництва.

Орієнтовний період садіння лісових культур – 1931-1932 рр. На час закладення ППП це були деревостани I^a та I^b класів бонітету. Тип лісорослинних умов – C_2. Ґрунти – дерново-опідзолені супіщані на давньоалювіальних супісках.

На одинадцятьох ППП у біогрупах дерев відбирали по 20-25 кернів на 1,3 м висоти стовбура. Кільця вимірювали приладом HENSON з точністю 0,01 мм. З

[1] **ВОРОН Володимир Пантелеймонович –** член-кореспондент Лісівничої академії наук України, старший науковий співробітник, кандидат сільськогосподарських наук, завідувач лабораторії екології лісу. Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького (УкрНДІЛГА). Україна, м. Харків. Тел.: +38-097-277-59-98. E-mail: voron@uriffm.org.ua

[2] **КОВАЛЬ Ірина Михайлівна –** старший науковий співробітник, кандидат сільськогосподарських наук. Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г.М. Висоцького (УкрНДІЛГА). Україна, м. Харків. Тел.: +38-067-707-80-45. E-mail: koval@uriffm.org.ua

[3] **ЛЕМАН Олександр Володимирович** – молодший науковий співробітник лабораторії екології лісу. Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г.М. Висоцького (УкрНДІЛГА). Україна, м. Харків.

огляду на випадання річних кілець проведено їх перехресне датування за допомогою комп'ютерної програми Cofecha Річарда Холмса [20].

Під час обчислення STANDART-хронології із серій вимірювань вилучали вікові тренди. Для цього до кожної індивідуальної серії підбирали криві для моделювання росту, які апроксимували негативною експонентою. Для отримання серій без трендів значення вимірювань у кожній серії ділили на відповідні значення кривої апроксимації, потім обчислювали середньоарифметичне індивідуальних серій. Без авторегресійного аналізу створена лише ця версія хронології. Версію хронології RESIDUAL обчислювали подібним способом, але із залишкових серій одновимірного авторегресійного моделювання. Хронологію ARSTAN обчислено на основі коефіцієнтів авторегресії, отриманих завдяки авторегресійному моделюванню [20].

У Західному Поліссі середня кількість опадів за 1945-2003 рр. становить 571 мм за рік. Однак в окремі роки вона змінюється від 322 до 802 мм. Тобто, окремі роки є з дефіцитом вологи (сухі), а інші – навпаки з надлишком опадів (мокрі). При цьому виникають складнощі, коли необхідно чітко визначитися з назвою року залежно від кількості вологи. Ми пропонуємо за основу визначення взяти підхід, запропонований В.Н. Бабиченко та іншими [2], у яких критерієм аномальності для температури взято середнє квадратичне відхилення (σ) від середнього багаторічного рівня (у нас – це 1945-2003 рр.). Запропоновану класифікацію наведено в табл. 1.

Табл. 1. Критерії аномальності погодних умов у Західному Поліссі

Відхилення від середнього багаторічного рівня	Характеристика року	
	за опадами	за температурою
> + 2σ	Аномально мокрий	Аномально теплий
	>780	>9,3
+ 1,01σ – + 1,99σ	Мокрий	Теплий
	676-780	8,3-9,3
-1σ – + 1σ	Нормальний	Нормальний
	466-675	6,3-8,3
-1,01σ – -1,99σ	Сухий	Холодний
	361-465	5,2-6,2
< -2σ	Аномально сухий	Аномально холодний
	< 360	<5,2

Примітка. Чисельник – характеристика року за погодними умовами, знаменник – діапазон зміни показників

Аномально посушливим був 1961 рік, посушливими – 1945, 1946, 1951, 1953, 1957, 1979, 1982, 1983, 1987 рр., мокрими – 1954, 1955, 1962, 1970, 1991, 1998, 1999, 2001 рр., аномально мокрими – 1974, 1978 рр. Що стосується температури, то аномально теплим був лише 1997 рік, теплими – 1990, 1994, 1999, 2000, 2002 рр., холодними – 1956, 1965, 1969, 1974, 1976, 1980, 1985 рр.

Дефіцит опадів і високі температури створюють особливо небезпечну ситуацію – посуху. Посушливим вважають вегетаційний період з гідротермічним коефіцієнтом Г.Т. Селянінова (ГТК) < 0,7 [6]. Відповідно до цього, посушливими були 1946, 1961, 1979 рр.

Загрозу для рослин становить також посушливість окремих місяців. У Поліссі розподіл опадів за окремими періодами, загалом, є сприятливим. Однак в окремі періоди їх величина істотно змінюється. Тому оцінювання погодних умов необхідно проводити диференційовано для окремих періодів приросту.

Запропоновано гідротермічний коефіцієнт VL, названий згідно з прізвищами авторів цього показника: В.П. Ворона та А.В. Лемана. Принцип його визначення схожий до показника O_1, та O_3 Т.Т. Бітвінскаса [3]. Новизна ж коефіцієнта *VL* полягає в тому, що його розраховують не за гідрологічний рік, а за період формування приросту, який починається з червня попереднього року і завершується у вересні поточного року. Відповідно, коефіцієнт VL^3 інтегрує співвідношення температур і опадів за три попередніх роки та поточний, VL^2 – за два попередніх роки та поточний. Коефіцієнти визначають за такими формулами:

$$VL = \frac{100T}{\Sigma P} \quad (1); \quad VL^2 = \frac{(3T_{-1} + 4T_0)\,(3P_{-1} + 4P_0)\cdot T_0}{4900} \quad (2)$$

$$VL^3 = \frac{(2T_{-2} + 3T_{-1} + 4T_0)\,(2P_{-2} + 3P_{-1} + 4P_0)\cdot T_0}{8100} \quad (3)$$

де: T – температури, °С, P – опади, мм.

Результати дослідження. Для досліджуваних сосняків характерний віковий природний тренд зменшення приросту. Найвищим був радіальний приріст протягом 1938-1947 рр. – від 2,1 до 5,1 мм. У наступні 1948-1957 рр. він знизився до 1,5-3,1 мм, а пізніше, у 1958-1967 рр. – до 1,2-2,1 мм.

Верифікації приросту і даних температур, опадів та обсягу викидів дала змогу чітко датувати реакцію дерева на дію стрес-чинників. Найбільш сильну депресію приросту до початку роботи РВАТ "Азот" спостережено в 1945-1947; 1951-1954; 1961-1964; 1968-1969 рр.

Спробуємо проаналізувати ці періоди. Першу депресію приросту в 1945-1947 рр. можна вважати класичним прикладом гальмування приросту як наслідок засух у 1945 та 1946 рр. (сухі роки). Особливо жорстка погодна ситуація спостерігалася в окремі місяці. В 1945 р. в період травень – липень опадів випало лише 49-70 % від норми. Зима 1945-1946 рр. теж була малосніжною – відхилення від багаторічної норми становило 45 мм. Посуха досягла кульмінації у весняно-літній період 1946 року. Внаслідок цього приріст зменшився до 2,1-3,5 мм. У другій половині 40-х і на початку 50-х років кількість опадів зросла, однак величина радіального приросту не лише не досягла передепресійного рівня, але й знизилася вдвічі.

Другу сильну депресію приросту спостережено в першій половині 50-х років. Так, у 1951 р. опадів випало на 123 мм менше порівняно з нормою. З травня по серпень кількість опадів становила лише 55-69 % від середнього рівня. Проте депресію приросту виявлено лише на деяких ППП. Очевидно ситуація дещо була пом'якшена тим, що у березні – квітні випало по півтори місячних норми опадів. Нормальним за кількістю опадів був 1952 рік. Однак саме в цей рік розпочався спад приросту. Причиною була посушливість липня та серпня 1951 р., а також те, що у квітні 1952 р. випало лише 41, а в червні – липні, відповідно, лише 60 і 53 % опадів від середнього рівня. Найбільш несприятливим був 1953 рік. Цей рік був посушливим. У березні випало лише 22 % опадів, і хоча в наступні місяці цей дефіцит дещо знизився, однак становив лише 52-74 % від багаторічного рівня.

Наступну депресію констатовано у 1961-1964 роках. У 1959, 1960 рр. негативну роль у формуванні приросту відіграла посушливість другої половини літа (рис. 1). При цьому 1961 р. був аномально посушливим (опадів було на 249 мм менше від норми) і найбільш посушливим за весь період спостережень. У травні випало лише 22 (ГТК = 0,4), в червні – 62 і в липні – 54 % від середнього рівня. Стрес був настільки сильним, що в наступні роки, які за рівнем опадів були нормальними, тривав спад приросту. Друга половина 60-х років характеризується сприятливими умовами. Однак величина радіального приросту становила лише 1,4-1,9 мм/рік (див. рис. 1).

Отже, до пуску РВАТ "Азот" досліджувані сосняки в сухі і посушливі роки пережили три депресії приросту, після яких надалі, навіть за достатньої кількості опадів, величина приросту не досягла попереднього рівня. Тобто віковий спад приросту провокувався дією посух, деревостан стає хронічно хворим, приріст його щоразу знижується після стресу.

У рік пуску РВАТ "Азот" (1969 р.) і в наступні три роки спаду радіального приросту не виявлено (рис. 2). Інформації про величину викидів РВАТ "Азот" в атмосферу за період 1969-1975 рр. немає. Однак, оскільки впродовж 70-х років відбувався пуск нових виробництв і нарощування їх потужностей, то в цей час відбувалося істотне зростання величини викидів. У 1976 р. вони становили майже 60, а у 1978 р. досягли максимуму – 75 тис. т. При чому особливо негативну роль відіграв пуск виробництва сірчаної кислоти наприкінці 1971 р. Саме після виходу його потужностей на максимальний рівень у 1973 р. зафіксовано стрімкий спад приросту. У цей час радіальний приріст у техногенній зоні знизився до 0,8-1,2 мм. Такий спад приросту має чітку просторову залежність. Так, у сосняках північно-східного екоряду в радіусі до 7 км приріст знизився у 1,6-1,9, а в діапазоні 9-12 км – у 1,4-1,5 раза. Особливо відчутний спад приросту спостережено в розташованих найближче до РВАТ "Азот" деревостанах [5, 11], де приріст знизився у 1,65-2,2 раза.

Аварійний викид токсикантів на РВАТ "Азот" навесні 1979 р. відбувся у надзвичайно несприятливих для розсіювання викидів умовах – за низької хмарності і слабкого вітру. Іншим негативним чинником у 1979 р. були жорсткі погодні умови. Опадів випало на 127 мм менше від багаторічного рівня. особливо загрозливим був дефіцит опадів у період з травня по вересень – їх було тільки 57 % від середнього рівня. Лише в липні величина ГТК була вищою за рівень посухи, а інші місяці, як і увесь вегетаційний період, були посушливими.

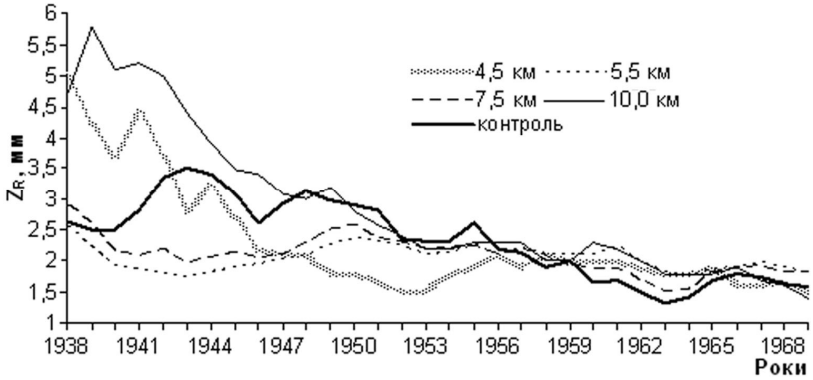


Рис. 1. Динаміка радіального приросту сосняків на ППП північно-східного екоряду до початку забруднення

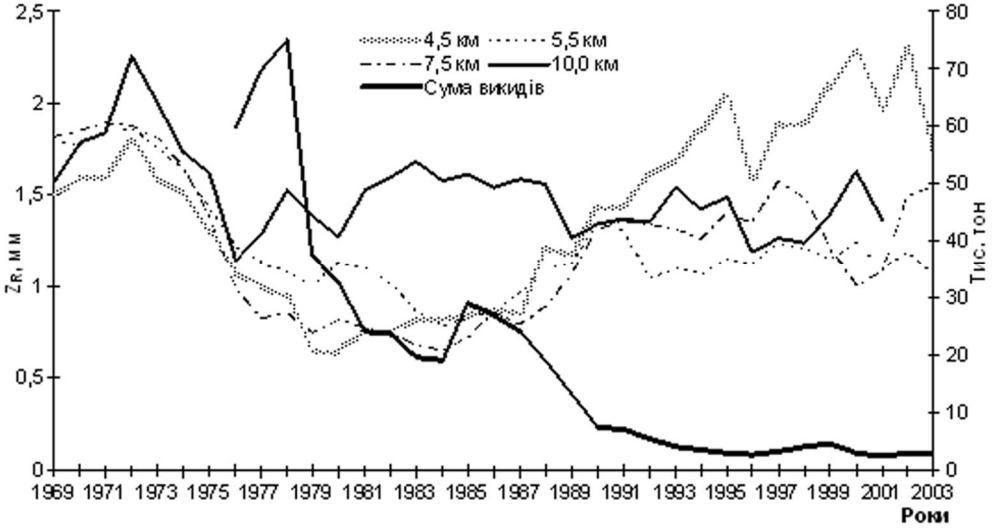


Рис. 2. Динаміка радіального приросту сосни на ППП північно-східного екоряду після початку забруднення РВАТ "Азот

Цей викид мав катастрофічні наслідки для хвойних насаджень (кв. 38, 39, 42, 43) Решуцького лісництва [11, 14]. Пошкодження насаджень призвело до сильної депресії приросту у сосняках північно-східного екоряду, які потрапили в епіцентр разового удару. Тут, унаслідок дії фітотоксикантів, радіальний приріст зменшився до 0,7-0,9 мм, тобто в 1,75-2,0 рази (див. рис. 2).

Після цієї екологічної катастрофи і після величезних сум штрафів (1,25 млн. крб.) за заподіяні збитки, на комбінаті було вжито заходів щодо зниження викидів. До 1984 р. викиди фітотоксикантів зменшилися в 3,9 раза. Однак не зважаючи на це, стабілізації радіального приросту сосни в пошкоджених деревостанах не відбулося. Навпаки – процес деградації стрімко посилився. Це свідчить насамперед про те, що величина викидів перевищувала допустимий для розвитку насаджень рівень.

Іншою причиною є синергізм дії забруднення та посухи. У 1982-1984 рр. випало, відповідно, на 141, 113 і 98 мм менше опадів від багаторічного рівня. Перші два роки були сухими, а останній – на межі цього. Особливо посушливими були літні місяці. Так, у червні 1983 р. опадів випало 36, у липні – 57 і серпні – 39 % від норми і ці місяці за величиною ГТК віднесено до посушливих.

Особливо істотно знизився приріст на найближчій до РВАТ "Азот" ППП північного екоряду, де в 1984 р. ширина річного кільця знизилася до 0,51 мм, тобто була в 3,1 раза менша, ніж на контролі. У сосняках північно-східного екоряду приріст був дещо вищим – 0,6-0,9 мм, що в 1,8-2,7 раза нижче, ніж на контролі.

Подібна ситуація спостерігалася і на ППП західного екоряду. Проте ці екоряди істотно відрізнялися. При цьому спад приросту характерний для всіх сосняків північно-східного екоряду. У західному екоряду в сосняках на значній віддалі від РВАТ "Азот" спад приросту не такий значний. Не збігаються також періоди максимального спаду приросту. Так, на найближчій до РВАТ "Азот" ППП у північному екоряді мінімальне значення показника спостережено у 1982 р., на ППП північно-східного екоряду – у 1979 р. Таке явище пояснюється тим, що східні вітри (на відміну від південно-західних) не є домінувальними у цьому районі.

Починаючи з 1986 р., величина викидів токсикантів зменшується. У 1989 р. обсяг викидів становив 13,2, а в 1991 р. – 7,1 тис. т. У 90-ті роки величина викидів становила 2,7-4,1, а в 2000-2003 рр. дещо менше – 2,4-3,2 тис. т.

Надзвичайно цікаво вивчити можливий хід реабілітації приросту деревостанів у разі зниження рівня забруднення, а також можливі чинники, що активізують або навпаки – гальмують цей процес [10, 11]. Так, на найближче розташованій до РВАТ "Азот" ППП північно-східного екоряду після дуже сильного спаду радіального приросту у 1979-1980 рр. (до 0,64-0,65 мм), починаючи з 1981 р. спостережено певне його зростання, спочатку – до 0,75, а в 1983-1985 рр. – до 0,82-0,84 мм. Це можна пояснити тим, що в цих деревостанах під час санітарних рубань було зрубано значну частину дерев і більшість дерев отримали статус вільно стоячих, для яких, як відомо, характерним є значне зростання приросту саме за діаметром (світловий приріст).

Стабілізації приросту можна було очікувати ще в 1987 р. Проте цей рік виявився сухим – випало всього 445 мм опадів, при чому в липні – лише 37 % від багаторічного рівня. Очевидно тому не зафіксовані позитивні зміни приростів.

Позитивні зміни відбулися лише у 1988 р. І, якщо на контролі приріст залишався приблизно на тому ж рівні, то в сосняках техногенної зони приріст стрімко зріс. У наступні роки ця тенденція збереглася. І вже у 1990 р. лише на двох із шести ППП ширина річних кілець була меншою, ніж на контролі. До того ж, ця різниця становила лише 2-16 %, а не 2-3 рази, як це було в період максимального техногенного навантаження. Надалі відмінність у приростах між контролем і сосняками техногенної зони стала мінімальною.

У першій половині 90-х років позитивні тенденції щодо зміни приросту зберігалися у всіх деревостанах, але особливо значне зростання спостерігалося в найбільш пошкоджених сосняках на найближче розташованих ППП всіх трьох екорядів [11]. Починаючи з 1994 р., на цих ППП приріст почав перевищувати контроль. Так, у 1995 р. в сосняку на ППП 11, яка була в епіцентрі разового викиду 1979 р., приріст в 1,3 раза перевищував контроль. Позв сумнівом, у цих деревостанах, поряд із значним зменшенням техногенного навантаження на фоні сприятливих погодних умов, важливе значення відіграли санітарні рубання, внаслідок проведення яких деревостани були сильно зріджені. Внаслідок цього більшість дерев дістали статус вільно стоячих, для яких характерним є значне зростання приросту за діаметром.

Зниження приросту, порівняно з попередніми роками, спостерігалося і в період зниження рівня аеротехногенного забруднення – в 1992, 1996, 1998, 2001 рр. Однак воно не було значним і тривалим. Кількість опадів у 90-ті роки була близькою до норми, а три роки повинні бути віднесені до мокрих. Попри це, посушливі умови складалися в окремі місяці. Так, за величиною ГТК можна вважати посушливими погодні умови травня 1999, 2000, липня – 1994 і 1995 рр. Але особливо часто посушливі умови складалися в серпні – 1990, 1992, 1993, 2000, 2002 та 2003 рр.

Табл. 2. Зв'язок індексів радіального приросту та кількістю викидів

Відстань від РВАТ "Азот", км	Рівняння регресії	R	$F_{факт}$
Сірчистий ангідрид			
4,5	$y = -0{,}10x^3 + 5{,}39x^2 - 107{,}83\,x + 1403{,}02$	$0{,}83^{\pm 0{,}07}$	16,03
7,5	$y = 0{,}07x^3 - 2{,}24x^2 - 12{,}17\,x + 1149{,}62$	$0{,}77^{\pm 0{,}10}$	10,52
10	$y = -0{,}22x^3 + 12{,}38x^2 - 211{,}37\,x + 1797{,}43$	$0{,}92^{\pm 0{,}04}$	38,33
20	$y = 0{,}21x^3 + 12{,}06x^2 - 196{,}18\,x + 1670{,}60$	$0{,}77^{\pm 0{,}88}$	23,33
Оксиди азоту			
4,5	$y = 966{,}02x^3 - 676{,}76x^2 + 10{,}78\,x + 1414{,}49$	$0{,}75^{\pm 0{,}11}$	8,78
7,5	$y = 1515{,}82x^3 - 016{,}90x^2 + 2799{,}31\,x + 570,$	$0{,}80^{\pm 0{,}09}$	12,11
10	$y = 0{,}002x^3 - 0{,}40x^2 + 13{,}92\,x + 1407{,}24$	$0{,}93^{\pm 0{,}03}$	45,84
20	$y = 1400{,}69x^3 - 683{,}73x^2 + 473{,}13\,x + 1513{,}47$	$0{,}91^{\pm 0{,}04}$	34,03

Примітка: y – індекс радіального приросту; x – обсяг викиду SO_2 або NO_x т/рік; $F_{teor} = 3{,}74$. Розрахунок залежності проведено за програмою "STATISTICA", в якій індексу радіального приросту 1,0 відповідає 1000 умовних одиниць на графіку

Встановлено достовірні кореляційні зв'язки між індексами радіального приросту сосняків (версії STANDART та ARSTAN) з обсягом забруднення [5, 10]. Тіснота кореляційних зв'язків із загальним обсягом викидів, а також таких домінантних викидів, як SO_2, NO_x, пил була сильною (див. табл. 2).

Внаслідок проведеного аналізу і порівняння радіального приросту сосняків техногенної зони РВАТ "Азот" і величин температури, опадів та інших гідротермічних показників, спостережено деяку синхронність цих кривих в періоди впливу стрес-чинників, але статистично виявити зв'язки між ними інколи важко. У помірній зоні кореляція індексів радіального приросту з кліматичними показниками є слабкою, оскільки негативний вплив раптових перепадів клімату пом'якшується багатством ґрунтів та забезпеченістю вологою [12, 18]. Якщо дерева підпадають під вплив кількох стрес-чинників, то ці зв'язки посилюються [7].

Подібні результати отримали і ми [10, 11]. Так, до початку техногенного забруднення зв'язки індексів приросту з сумами температур, опадів, відносною вологістю за окремі місяці та за весь вегетаційний період, за календарний і гідрологічний роки були відсутні, або відзначалися лише на деяких ППП. З початком техногенного забруднення зафіксовано зростання тісноти цих зв'язків, особливо на ППП у найбільш пошкоджених сосняках, що розташовані найближче до джерела забруднення. Забруднення посилює також вплив зимових температур на формування радіального приросту сосни.

Подібні аспекти спостерігали під час аналізу зв'язків індексів приросту з гідротермічними коефіцієнтами (ГТК, Т, V, А та ін.). Вони посилилися після початку забруднення. Особливу увагу приділено динаміці показників O_1 та O_3 Т.Т. Бітвінскаса [3], оскільки запропоновані принципи їх визначення, на наш погляд, є важливими та перспективними. У досліджуваному регіоні між гідротермічним показником O_1, який характеризує погодні умови останнього гідрологічного року та радіальним приростом, як у абсолютному, так і відносному вираженні, не виявлено середньої тісноти зв'язків.

Водночас, середньої тісноти зв'язки отримано між індексами приросту та показником O_3, який враховує погодні умови чотирьох гідрологічних років. Причому найвище значення коефіцієнта кореляції спостережено у разі використання для аналізу індексів радіального приросту, розрахованих за версією STANDART (0,32-0,49), для ARSTAN – 0,29-0,53. З-поміж інших версій такої тісноти зв'язок спостережено лише для найближчої до джерела забруднення ППП [10].

Основна проблема полягає в тому, який період необхідно брати для визначення вказаних гідротермічних коефіцієнтів. В основу показників Т.Т. Бітвінскаса [3] покладено період гідрологічного року. Поняття "гідрологічний рік" застосовують у гідрологічних розрахунках для збільшення відповідності між обсягами атмосферних опадів та стоком. Початком гідрологічного року є момент встановлення постійного снігового покриву [6]. Однак на значній території України стійкий сніговий покрив встановлюється у третій декаді грудня у північно-східних районах та в Українських Карпатах – у першій половині грудня [6]. Тобто гідрологічний рік буде близький до календарного.

Табл. 3. Коефіцієнти кореляції між індексами радіального приросту та гідротермічними коефіцієнтами

Коефіцієнти	Тип індексної хронології							
	STANDART				ARSTAN			
	Відстань від джерела забруднення, км							
	4	7	9	20	4	7	9	20
Період 1945-1968 рр.								
VL^2	0,22	0,37	0,31	**0,54**	0,18	0,33	0,33	**0,46**
VL^3	0,22	0,37	0,13	**0,50**	0,20	0,30	0,28-	**0,52**
O_3	0,04	0,28	0,22	**0,50**	0,07	0,24	0,23	**0,48**
Період 1969-1994 рр.								
VL^2	**0,50**	**0,53**	**0,60**	**0,63**	**0,49**	**0,48**	**0,59**	**0,62**
VL^3	**0,56**	**0,58**	**0,64**	**0,69**	**0,55**	**0,52**	**0,64**	**0,69**
O_3	**0,53**	**0,35**	**0,53**	**0,51**	**0,47**	**0,35**	**0,45**	**0,54**
Весь період (1945-1994 рр.)								
VL^2	0,32	**0,48**	**0,43**	**0,54**	0,29	**0,41**	**0,40**	**0,57**
VL^3	**0,40**	**0,51**	**0,45**	**0,59**	**0,34**	**0,43**	**0,42**	**0,62**
O_3	0,34	0,33	**0,44**	**0,48**	0,31	0,30	0,36	**0,52**

Примітки: *VL* – гідротермічний коефіцієнт Ворона-Лемана; O_3 – гідротермічний коефіцієнт за Бітвінскасом; **0,39 –** коефіцієнт кореляції на рівні значущості 0,5.

Водночас, ані перший, ані другий періоди не відповідають періоду формування приросту. Зважаючи на це, Н.В. Ловеліус, Ю.І. Грицан [12] пропонують виокремлювати "дендрологічний рік". Цей період охоплює як ембріональну, так і постембріональну стадію формування приросту і найбільш ефективно розкриває комплексний характер впливу чинників зовнішнього середовища на деревні рослини і не суперечить біологічній сутності процесів. Однак початком гідрологічного року ці автори вважають чомусь липень – вересень попереднього, а завершення – травень – червень поточного вегетаційного сезону. Однак ембріональна або внутрішня стадія росту починається з моменту закладання бруньок (червень попереднього року) [13, 17] і триває до початку їх розкривання та початку росту пагонів (кінець березня – початок квітня). З цього моменту починається зовнішня стадія формування річного кільця, яка завершується до початку вересня [15]. Тобто, в умовах України формування починається в травні – червні минулого і завершується в серпні – вересні поточного року.

Саме за таких термінів – травень минулого – вересень поточного років спостережено найвищі значення коефіцієнта кореляції – 0,65 (табл. 3). До початку забруднення зв'язки середньої тісноти спостережено лише для запропонованого коефіцієнта в контрольному деревостані у версіях STANDART та ARSTAN. Найбільш високі значення коефіцієнтів кореляції спостережено між індексними хронологіями STANDART та ARSTAN з одного боку і коефіцієнтами VL^3 VL^2 – з ін-

шого, в період найбільшого техногенного впливу на деревостани у 1969-1994 рр. Така тенденція спостерігається не лише у разі 4-, але й 3- і навіть 2-річного періоду. Отже, можна припустити, що саме дія забруднення значно посилює вплив кліматичних чинників на приріст сосняків. Гідротермічний коефіцієнт O_3 показав також позитивні середні зв'язки з радіальним приростом дерев (r = 0,35-0,54), але дещо поступився коефіцієнтам *VL*.

Висновки. Отже, мінливість радіального приросту дерев в сосняках Українського Полісся залежить від цілого комплексу негативних чинників. До пуску РВАТ "Азот" досліджувані сосняки пережили низку глибоких депресій приросту, зумовлених дією посушливих умов, які провокували віковий спад приросту. Вплив забруднення посилює зв'язок приросту з кліматичними показниками. Реабілітація приросту у разі зниження рівня забруднення може бути істотно загальмована дією посух. Водночас, після створення оптимальних умов освітлення та живлення після проведення санітарних рубань, приріст дерев за діаметром істотно зростає. Використання гідротермічних коефіцієнтів VL^2 та VL^3 дає змогу виявити ступінь чутливості радіального приросту дерев до забруднення та кліматичних стрес-чинників.

ЛІТЕРАТУРА

1. Армолайтис К.Э. Состояние хвойных древостоев в зоне влияния Ионавского ПО "Азот" / К.Э. Армолайтис, М.В. Вайчис // Влияние промышленного загрязнения на лесные экосистемы и мероприятия по повышению их устойчивости. – Каунас-Гирионис, 1984. – С. 72-73.

2. Температура воздуха на Украине / В.Н. Бабиченко, С.Ф. Рудышина, З.С. Бондаренко, М.Л. Гущина. – Л. : Гидрометеоиздат, 1987. – 400 с.

3. Битвинскас Т.Т. Дендроклиматические исследования / Т.Т. Битвинскас. – Л. : Гидрометеоиздат, 1974. – 170 с.

4. Воробьев Д.В. Методика лесотипологических исследований / Д.В. Воробьев. – К. : Изд-во "Урожай", 1967. – 386 с.

5. Ворон В.П. Вплив аеротехногенного забруднення на динаміку радіального приросту соснових деревостанів техногенної зони РВАТ "Азот" / В.П. Ворон, І.М. Коваль, С.В. Івашинюта // Лісівництво і агролісомеліорація : зб. наук. праць. – Харків : Вид-во УкрНДІЛГА. – 2004. – Вип. 107. – С. 230-234.

6. Географічна енциклопедія України. – К. : Українська Радянська Енциклопедія. – 1989. – Т. 1. – 416 с.

7. Грейбилл Д.А. Дендрохронологическое изучение загрязнения воздушной среды в хвойных лесах Западных районов США / Д.А. Грейбилл // Лесоведение : научн.-теорет. журнал. – М. : Изд-во "Наука". – 1991. – № 2. – С. 3-15.

8. Гром М.М. Лісова таксація : підручник [для студ. ВНЗ] / М.М. Гром. – Львів : РВВ НЛТУ України, 2010. – 416 с.

9. Дыренков С.А. Биоиндикация воздействия выбросов в атмосферу на лесной массив / С.А. Дыренков, С.Н. Савицкая, К.А. Лукомская и др. // Общие проблемы биогеоценологии. – Ч. 2. – М., 1986. – С. 29-31.

10. Коваль І.М. Вплив клімату на динаміку радіального приросту *Pinus sylvestris* L. у лісовій і лісостеповій зонах України / І.М. Коваль // Лісівництво і агролісомеліорація : зб. наук. праць. – Харків : Вид-во УкрНДІЛГА. – 2007. – Вип. 116. – С. 51-58.

11. Ліси зеленої зони м. Рівне та їх еколого-захисні функції / В.П. Ворон, С.В. Івашинюта, І.М. Коваль, М.А. Бондарук. – Харків : Вид-во "Нове слово", 2008. – 224 с.

12. Ловелиус Н.В. Лесные экосистемы Украины и тепловлагообеспеченность / Н.В. Ловелиус, Ю.И. Грицан. – Санкт-Петербург, 1998. – 335 с.

13. Одинак Я.П. Сезонная динамика прироста наземной фитомассы буковых древостоев / Я.П. Одинак, А.И. Шевчук // Лесоведение : научн.-теорет. журнал. – М. : Изд-во "Наука". – 1980. – № 6. – С. 74-82.

14. Изменение некоторых структурных особенностей лесного биоценоза в условиях аэротехногенного загрязнения окружающей среды / П.С. Пастернак, В.П. Ворон, В.Г. Мазепа та ін. // Экология. – 1990. – № 3. – С. 7-13.

15. Русаленко А.И. Годичный прирост деревьев и влагообеспеченность / А.И. Русаленко. – Минск : Изд-во "Наука и техника", 1986. – 238 с.

16. Сергейчик С.А. Древесные растения и оптимизация промышленной среды / С.А. Сергейчик. – Минск : Изд-во "Наука и техника", 1984. – 168 с.

17. Филатова О.В. Влияние экологических и наследственных факторов на формирование побегов сосны в культурах южной лесостепи УССР : автореф. дисс. на соискание учен. степени канд. биол. наук / О.В. Филатова. – Харьков, 1984. – 24 с.

18. Шовган А.Д. Динамика, экологическая обусловленность и прогноз прироста сосны обыкновенной в лесных районах Украинской СССР : автореф. дисс. на соискание учен. степени канд. биол. наук: спец. 03.00.16 – "Экология" / А.Д. Шовган. – Днепропетровск : Вид-во ДГУ, 1987. – 16 с.

19. Gadzikowski R. Oddzialywanie Zakladow Azotowych w Pulawach na srodowisko lesne w latach 1967-1978 / R. Gadzikowski. – Sylwan. – 1980. – № 5. – S. 17-29.

20. Holmes R.L. Tree ring chronologies of western North America: California, eastern Oregon and northern Great Basin, with procedures used in the chronology development work, including users manuals for computer programs COFECHA and ARSTAN. Chronology Series VI Laboratory of Tree-Ring Research / R.L. Holmes, R.K. Adams, H.C. Fritts. – Tucson : University of Arisona, 1986. – P. 345-361.

В.П. Ворон, И.М. Коваль, А.В. Леман

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ИЗУЧЕНИЮ ВЛИЯНИЯ НЕГАТИВНЫХ ФАКТОРОВ НА РАДИАЛЬНЫЙ ПРИРОСТ СОСНЯКОВ В ПОЛЕСЬЕ

Исследована изменчивость радиального прироста деревьев в сосняках Украинского Полесья под воздействием комплекса негативных факторов. Обнаружено, что возрастное падение прироста провоцируется действием засушливых условий. Аэротехногенное загрязнение усиливает связь прироста с климатическими показателями. Реабилитация прироста древостоев при снижении уровня загрязнения тормозится действием засух, а создание оптимальных условий освещения и питания после санитарных рубок усиливает их негативное воздействие. Предложен модифицированный гидротермический коэффициент для выявления связей между радиальным приростом и климатическими факторами в условиях техногенного пресса.

Ключевые слова: аэротехногенное загрязнение, засуха, радиальный прирост.

V.H. Voron, I.M. Koval, A.V. Leman

METHODICAL APPROACHES TO THE STUDY OF NEGATIVE FACTORS INFLUENCE ON PINE TREE RADIAL GROWTH IN PINE STAND OF POLISSJA

Variability of radial growth of trees in pine stand of the Ukrainian Polissya under impact of complex of negative factors is studied. It is estimated that the age-old falling of increase is provoked by the impact of droughty conditions. Aerotechnogenic pollution strengthens relationships between growth and climatic indexes. The rehabilitation of tree growth at the decline of level of pollution is broken by influence of droughts and creation of optimum conditions of lighting and nutrition after sanitary cutting accelerates it. The modified hydrothermic coefficient is proposed for the detection of relationships between tree radial growth and climatic factors in the conditions of technogenic press.

***Keywords*:** man-made air pollution, drought, radial increment.

7. ЕКОНОМІКА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ ТА МЕНЕДЖМЕНТ

*УДК 504.003.12:630*23] (477.83)*

***Л.Д. ЗАГВОЙСЬКА*[1], *Ю.М. ДЕБРИНЮК*[2], *Ю.В. ШВЕДЮК*[3]**

ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ШЛЯХІВ ЛІСОВІДНОВЛЕННЯ

Виконано порівняльний аналіз шляхів лісовідновлення в умовах рівнинної частини Львівської області. Методом аналізу ієрархій виконано ранжування альтернатив залісення – природного поновлення, створення лісових культур і плантаційного лісовирощування – з урахуванням чотирьох критеріїв: лісогосподарського, довкільного, економічного і соціального. Результати багатокритеріальної оптимізації показали найвищу перевагу альтернативи залісення – сприяння природному поновленню. Проте аналіз чутливості результатів ранжування, виконаний засобами СППР Expert Choice, виявив високу залежність результатів оптимізації від зміни пріоритетності критеріїв.

***Ключові слова:** шляхи залісення, багатокритеріальна оптимізація, метод аналізу ієрархій, аналіз чутливості.*

Актуальність дослідження. В умовах антропоцену [13] проблема дефіцитності природних ресурсів, насамперед середовищетвірних, і зокрема лісових, є однією з найактуальніших, значення якої виходить далеко за межі окремих секторів економіки. Зміна кліматичної моделі Землі додає високої невизначеності і невідкладності вирішення проблеми. Необхідність усунення невідповідності між попитом і пропозицією послуг лісових екосистем [12], зокрема і на деревину, зумовлює пошук нових підходів до вирішення проблеми лісовідновлення [1, 4, 6, 7, 8, 9].

Сучасна практика ведення лісового господарства в Україні зумовлена низкою чинників: низькою лісистістю території, незначною часткою пристигаючих і стиглих насаджень, недостатнім використанням потенціалу лісових земель [1, 6, 7]. Перехід до ведення лісового господарства на засадах сталого розвитку, тобто формування практики комплексного менеджменту лісових екосистем [4, 8, 11, 12] з урахуванням економічних, екологічних і соціальних аспектів є одним із найважливіших лісівничих завдань сьогодення. У цьому контексті обґрунтування ефективних способів залісення постає особливо важливим і складним. Адже швидка зміна кліматичних умов робить неадекватними рішення, прийняті кілька десятиріч тому. Окремі природні та антропогенні лісові екосистеми, які впродовж століть ефективно розвивалися і функціонували, сьогодні руйнуються і гинуть, не витримуючи зміни температур і гідрологічного режиму, натиску хвороб та шкідників.

Лісівничі аспекти лісовідновлення в Україні вивчало чимало дослідників – Д.Д. Лавриненко, М.І. Гордієнко, М.І. Ониськів, М.І. Калінін, А.Й. Швиденко, М.А. Голубець, С.А. Генсірук, А.М. Гаврусевич, Г.Т. Криницький, Ю.М. Дебринюк та ін.; економічні аспекти – І.М. Синякевич, Я.В. Коваль, Є.В. Мішенін, І.Я. Олійник, І.П. Соловій та ін. Вплив зміни клімату на процеси трансформації лісових екосистем досліджують С.М. Стойко, А.З. Швиденко, І.Ф. Букша, Х. Фішер, С. Вагнер та ін. Проте питання комплексного аналізу альтернативних шляхів лісовідновлення за умов кліматичних змін та переходу до збалансованого ведення лісового господарства в Україні опрацьовані ще недостатньо.

Зрозуміло, що питання формування ефективної політики лісовідновлення в сучасних умовах потребує врахування позицій лісівників, екологів, економістів і навіть громади, яка проживає на території, що підлягає залісенню. Звідси випливає необхідність застосування методів багатокритеріального аналізу альтернативних рішень задля вибору найкращого способу лісовідновлення. Перші досвід і результати реалізації такого підходу для підтримки прийняття рішень щодо лісовідновлення представлено у цій публікації.

Постановка завдання. У сучасному лісогосподарському дискурсі винятково важливим і водночас

[1] **ЗАГВОЙСЬКА Людмила Дмитрівна** – член-кореспондент Лісівничої академії наук України, кандидат економічних наук, доцент. Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів, 79057. Тел.: +38-050-371-44-29. E-mail: zahvoyska@ukr.net

[2] **ДЕБРИНЮК Юрій Михайлович** – академік-секретар Лісівничої академії наук України, професор. Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів, 79057. Тел.: +38-067-195-78-36. E-mail: debrynuk_ju@ukr.net

[3] **ШВЕДЮК Юлія Володимирівна** – магістр економіки довкілля, аспірант. Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів, 79057. Тел.: +38-097-798-82-36. E-mail: y.shvedjuk@mail.ru

недостатньо дослідженим є питання ефективності способів лісовідновлення з погляду різних критеріїв оптимізації: лісогосподарського, довкільного, економічного і суспільного. Визначення кращої альтернативи за результатами багатокритеріального порівняння та аналіз чутливості вибору до зміни важливості критеріїв дадуть змогу формувати адекватну й виважену лісову політику, розраховану на десятиліття.

Метою роботи є теоретичне обґрунтування і розроблення практичних засад щодо альтернативних шляхів лісовідновлення з урахуванням економічних, екологічних і соціальних аспектів. Для досягнення поставленої мети опрацьовано низку питань: проаналізовано в загальних рисах вітчизняний і зарубіжний досвід ведення лісового господарства в області лісовідновлення; узагальнено особливості різних шляхів лісовідновлення, виявлено їх переваги й недоліки з урахуванням лісогосподарських, довкільних, економічних і соціальних аспектів; на основі узагальнень експертів побудовано дерево рішень для здійснення багатокритеріальної оцінки альтернативних шляхів лісовідновлення; наведено рекомендації щодо ведення лісового господарства на засадах сталого розвитку в області лісовідновлення.

Результати дослідження. Лісовідновлення – одна із найважливіших складових лісокористування, яка здійснюється двома основними шляхами:

- природним поновленням головних і супутніх деревних порід;
- штучним лісовідновленням методом створення лісових культур.

Природне поновлення автохтонних деревних порід забезпечує формування найбільш стійких і довговічних насаджень. Для успішного проходження цього процесу часто застосовують заходи сприяння природному поновленню, які поділяють на спеціальні лісогосподарські заходи (обробіток ґрунту, лісокультурний догляд за підростом на зрубах, обгороджування лісосік і зрубів для захисту підросту від тварин, вирубування підліску і порості другорядних порід) і заходи, супутні головним рубанням – способи рубань, за умови застосування яких забезпечується природне поновлення лісостанів [10].

Вибір раціонального способу рубання і є найпершим ефективним заходом сприяння природному поновленню. Кожному способу рубання властиві певна технологія лісосічних робіт, технічні засоби лісозаготівлі, дотримання яких визначає успішність проходження процесу природного поновлення.

Підхід до ведення лісового господарства на принципах наближеного до природи лісівництва [9] базується на постійному підтриманні лісового покриву, відтворенні структури природних різновікових лісів, підтриманні стійкості деревостанів, зрубуванні деревини в обсязі річного приросту, врахуванні вибагливості видів рослинного і тваринного світу до елементів довкілля, стабільності кліматорегулятивних, водоохоронних, ґрунтозахисних, оздоровчих, культурних, рекреаційних та інших послуг лісових екосистем.

Основними заходами такого підходу є застосування технології лісозаготівлі, яка здійснює мінімальне пошкодження існуючих дерев і підросту, забезпечує створення оптимальної мережі лісових доріг; досягнення економічної рентабельності багатоцільового використання лісу; проведення інвентаризаційних робіт з метою визначення площ і категорій лісів, в яких доцільно запровадити вибіркову систему господарювання; внесення змін до нормативно-правових документів у сфері лісовпорядкування [9].

Однією з важливих складових цього процесу є поступовий перехід від переважаючих суцільно-лісосічних способів рубань до вибіркової, наближеної до природи, системи ведення лісового господарства на базі сучасної машинізації лісозаготівельних робіт і застосування природозберігаючих технологій.

Встановлення бажаного складу деревостанів за принципами наближеного до природи лісівництва, на противагу створенню лісових культур, передбачає широке використання процесів природного поновлення з метою формування різновікової різнопородної структури насаджень, а введення порід, яких бракує, садінням чи сівбою використовують тільки як додатковий захід (часткові лісові культури).

Інший шлях лісовідновлення – штучний із використанням методу запровадження лісових культур. Лісонасадження закладають посівом насіння на лісокультурну площу або садінням сіянців, саджанців, які попередньо вирощують у лісових розсадниках. У переважній більшості типів лісорослинних умов створюють мішані лісові культури, які складаються з кількох деревних компонентів: цільової головної породи-едифікатора, підгінних або супутніх порід і чагарників.

Лісорослинні умови рівнинної частини Львівської області сприяють штучному відтворенню лісових насаджень із двох-трьох головних цільових деревних порід. Головними цільовими породами-едифікаторами лісів досліджуваного регіону є дуб звичайний, сосна звичайна, бук лісовий, вільха чорна, ясен звичайний. У лісові культури також упроваджують екзоти – дугласію, модрини європейську та японську, сосну Веймутова, сосну чорну, дуб червоний, оксамитник амурський та ін.

Лісові культури інтенсивніше ростуть і швидше досягають високої продуктивності, ніж природні лісостани, якщо вони сформовані із порід, які у разі сумісного зростання не відзначаються антагоністичними взаємовідносинами, а виявляють позитивний вплив на ріст одна одної як у наземному, так і в підземному середовищі.

Ще одним способом прискореного відтворення високопродуктивних насаджень є плантаційне лісовирощування, елементом якого виступають швидкорослі деревні види. Під плантаційними лісовими культурами розуміють штучно створені лісонасадження з метою пришвидшеного отримання лісової продукції у більших обсягах і в значно коротші терміни, ніж у культурах, вирощених за традиційною технологією [1].

Плантаційне лісовирощування може забезпечити значний економічний ефект. Особливо важливе значення може мати вирощена на плантаціях деревина для целюлозно-паперової, вугільної, меблевої та інших галузей промисловості. Спеціально вирощена в плантаційних насадженнях деревна сировина користується високим попитом і на міжнародному ринку. Останнім часом деревина набуває значення цінної енергетичної сировини як відновлюваного джерела енергії.

Плантаційні деревостани можна створювати не тільки для отримання цільових сортиментів, але й для реалізації вирощеної деревини на корені після досягнення її максимальної вартості. Вирощування плантаційних насаджень дає змогу досягти зниження собівартості отриманої деревини шляхом проведення низ-

ки організаційних і агротехнічних заходів [1, 6]. Основними чинниками, що сприяють підвищенню економічної ефективності плантаційних культур, є їх розміщення поблизу центрів перероблення деревини і транспортних шляхів, максимальна механізація всіх виробничих процесів, проведення рубань головного користування в економічно доцільні терміни і реалізація проміжної деревинної продукції під час проведення наперед визначених заходів розрідження плантаційних насаджень.

На ріст і формування плантаційних лісових культур безпосередньо впливають абіотичні чинники: кліматичні (тепло, світло, волога), едафічні (трофність, зволоженість і аерованість ґрунту), біотичні (флора і фауна) та антропогенні (догляди за плантаційними насадженнями). У випадку створення плантаційних насаджень із використанням принципу породозміни відбувається поліпшення лісорослинних умов. Крім того, інтенсифікація росту плантаційних насаджень досягається використанням селекційно поліпшеного садивного матеріалу.

Після зімкнення крон і відтворення лісової обстановки плантаційні деревостани самі починають позитивно впливати на ґрунт, біоту і клімат. З цього часу основним важелем керування процесом їхнього росту стають доглядові рубання, якими підтримується оптимальна для вирощування цільового сортименту густота. Оптимізація густоти деревостанів дає змогу забезпечити деревам сприятливі умови росту і підвищити їх біотичну та механічну стійкість. Крім того, оптимальна кількість дерев сприяє природному процесу самоочищення стовбурів від сучків, формуванню добре розвинених компактних крон, що сприяє підвищенню якості вирощуваної на плантаціях деревини. В окремих випадках необхідна густота по головній породі формується вже на етапі створення плантаційних насаджень і практично не змінюється до часу головного рубання. У такому випадку підтримання оптимальної густоти насадження відбувається за рахунок регулювання кількості супутньої породи.

Ефективним є підхід до вирощування деревини у плантаційних культурах на принципах породозміни за такою схемою: похідний або корінний низькопродуктивний деревостан → плантаційні лісові культури → корінний високопродуктивний деревостан [2]. Такий підхід полягає в отриманні значної кількості деревини в максимально короткі терміни без застосування високовартісних прийомів лісовирощування (наприклад, внесення добрив) і повної або часткової окупності витрат на плантаційні культури за рахунок отримання проміжних продуктів (новорічні ялинки, дрібнотоварна деревина).

Ефективність використання принципу породозміни під час запровадження плантаційного лісовирощування обґрунтовується так. Як відомо, в основу традиційного підходу до створення штучних насаджень покладено типологічний принцип, згідно з яким головну породу на одній і тій самій ділянці культивують впродовж кількох поколінь. При цьому спостерігається щораз гірший ріст кожного наступного покоління деревних рослин одних і тих самих видів, що пояснюється ґрунтовтомою – нагромадженням токсичних речовин, які певний час зберігаються в ґрунті і виснаженням запасів тих елементів живлення, яких рослини потребують найбільшу кількість. Тому зміна порід є корисною, насамперед, для підвищення стійкості лісових насаджень, зміни режимів живлення, істотного послаблення уражень рослин фітохворобами та шкідниками. Короткочасна зміна корінного деревостану на плантаційне насадження і зворотний процес може відіграти позитивну роль у підвищенні продуктивності та стійкості лісового фітоценозу, значному підвищенні продуктивності лісових площ.

Не менш важливим питанням є залісення неужиткових земель. Так, залісення сільськогосподарських невгідь та еродованих земель допоможе усунути два взаємопов'язані між собою негативні аспекти екологічної ситуації, що склалися в Україні на фоні високого промислового забруднення: висока розораність земель і низька лісистість території країни. На переважній більшості таких земель на перших етапах доцільно вирощувати саме плантаційні насадження із невибагливих до ґрунту порід – до формування на них лісового середовища із подальшим переходом до ведення традиційного лісового господарства [5, 6]. Це дасть змогу частково забезпечити потреби споживачів у деревній сировині, призупинити ерозію ґрунтів, зменшити нагромадження CO_2 в атмосфері.

Розглянувши особливості альтернативних шляхів лісовідновлення, можна визначити їх переваги та недоліки з погляду згаданих критеріїв оцінювання альтернатив. Кожен із чотирьох критеріїв був деталізований підкритеріями:

- лісогосподарський критерій розкривається такими показниками, як час на відновлення, біотична стійкість лісонасаджень, оберт рубання та кількість нагромадженої фітомаси;
- довкільний критерій охоплює такі аспекти, як збереження лісової біоти (флори і фауни), обсяги депонування вуглецю, інші послуги лісових екосистем та еко-деструктивні впливи;
- економічний критерій розглядає продуктивність лісонасаджень, собівартість лісовідновлення, інвестиційну привабливість та вихід ділової деревини;
- соціальний критерій враховує нові робочі місця, забезпечення населення продуктами лісу, функції лісу та зміну форм землекористування.

Результати порівняння альтернативних шляхів залісення за чотирма згаданими критеріями наведено в табл. 1. Зокрема, експерти вважають, що заходи із забезпечення появи надійного природного поновлення є найкращим способом формування корінних біотично стійких і високопродуктивних деревостанів. Однак за такими показниками, як час лісовідновлення, оберт рубання та швидкість нагромадження стовбурової деревини, перевагу варто надати плантаційному лісовирощуванню.

З погляду довкільного критерію найефективнішим є природне поновлення, застосування якого позитивно впливає на збереження і відтворення корисної лісової флори і фауни, забезпечує надання всього спектра послуг лісових екосистем і спричиняє при цьому мінімальні деструктивні впливи на довкілля. Однак за показником обсягів депонування вуглецю експерти визнали кращим шлях створення плантацій швидкорослих порід, оскільки ці лісонасадження здатні поглинати більшу кількість вуглецю і в значно коротші терміни.

За економічними показниками перевагу також отримало створення плантацій швидкорослих деревних

порід, яке порівняно з іншими шляхами лісовідновлення характеризується значним виходом ділової деревини, значно вищими показниками фінансової ефективності лісівничих інвестиційних проектів (чиста теперішня вартість, внутрішній рівень віддачі, термін окупності і рентабельність інвестицій) тощо. Проте, за показником собівартості лісовідновлення найкращим методом є забезпечення природного поновлення.

Табл. 1. Порівняльна характеристика альтернативних шляхів лісовідновлення

Характеристики шляхів лісовідновлення	Альтернативи		
	природне поновлення	традиційні лісові культури	плантаційне лісовирощування
Лісогосподарський критерій			
Час на відновлення	–	+/–	+
Біотична стійкість	+	+/–	–
Оберт рубання	–	+/–	+
Продуктивність фітомаси	+/–	–	+
Довкільний критерій			
Збереження лісової флори і фауни	+	+/–	–
Депонування вуглецю	+/–	+/–	+
Інші послуги лісових екосистем	+	+/–	–
Еко-деструктивні впливи	+	+/–	–
Економічний критерій			
Продуктивність лісонасаджень	–	+/–	+
Собівартість лісовідновлення	+	–	–
Інвестиційна привабливість	+/–	–	+
Вихід ділової деревини	+/–	+/–	+
Соціальний критерій			
Нові робочі місця	–	+/–	+
Забезпечення продуктами лісу	+	+/–	–
Функції лісу	+	+/–	–
Зміна форм землекористування	+	+	–

Примітка: "+", "+/– " та " – " позначають, відповідно, найвищий, середній і найнижчий рівень задоволення критерію

З погляду суспільних інтересів теж не можна однозначно стверджувати про перевагу конкретного шляху лісовідновлення. Так, враховуючи забезпеченість продуктами лісу, можливість виконання лісовими екосистемами своїх функцій і необхідність зміни форми землекористування, перевагу отримало природне поновлення. Проте, з погляду створення нових робочих місць найкращою альтернативою визнано плантаційне лісовирощування.

Для виконання багатокритеріальної оцінки альтернативних шляхів лісовідновлення на основі суб'єктивних експертних оцінок ми використали метод аналізу ієрархій, запропонований Т. Сааті [14]. Для цього ми побудували чотирирівневе дерево рішень: мета оптимізації, критерії, підкритерії та альтернативи (рис. 1).

Лісорослинні умови, орографічні, гідрологічні та кліматичні особливості рівнинної частини Львівської області, її економічні, екологічні й соціальні чинники уможливлюють застосування всіх шляхів лісовідновлення: запровадження природного поновлення; створення лісових культур із породним складом відповідно до типу лісу; створення плантаційних насаджень швидкорослих деревних порід із коротким обертом рубання. Тому існує доцільність аналізу всіх трьох шляхів із урахуванням чотирьох критеріїв оцінювання.

Таке багатокритеріальне порівняння альтернативних шляхів лісовідновлення, детальний опис алгоритму якого наведено у роботі [3], ми виконали, використавши табличний процесор MS Excel і систему підтримки прийняття рішень Expert Choice на основі експертних однокритеріальних оцінок альтернатив, наведених у табл. 2.

Табл. 2. Ранжування альтернатив лісовідновлення

Критерії	Рейтинги альтернатив за результатами однокритеріального оцінювання			Вагові коефіцієнти для критеріїв
	природне лісовідновлення (Natural reforestation)	лісові культури (Artificial forestation)	плантаційне лісовирощування (Fast-growing plantations)	
Лісогосподарський (Forestry)	0,744*	0,078	0,178	0,069*
Довкільний (Environmental)	0,709*	0,229	0,062	0,609
Економічний (Economy)	0,198	0,070	0,732*	0,201
Соціальний (Social)	0,710*	0,075	0,215	0,212
Загальна оцінка альтернатив	0,609*	0,168	0,223	–

Примітка: символом "*" позначено найвищі оцінки альтернатив

Результати розрахунків показали, що за співвідношення між критеріями, яке відображене в останній колонці табл. 2, перевагу має природне поновлення: 60,9 % у загальній оцінці альтернатив. Значно менша частка припадає на створення плантацій швидкорослих деревних порід (22,3 %) і створення лісових культур (16,8 %) (рис. 2). Рівень неузгодженості експертних оцінок для цього рішення становить 0,062, що менше від допустимого значення 0,10 [14].

На рис. 2 ліва вісь (критерії, %) відображає вагомість кожного з чотирьох критеріїв, важливість яких зображено прямокутниками, розміщеними на чотирьох вертикальних осях діаграми. Права вісь (альтернативи, %) відображає рейтинг кожної з трьох альтернатив лісовідновлення для кожного з чотирьох критеріїв зокрема і загальний підсумок з урахуванням важливості критеріїв.

Проте аналіз чутливості отриманих рішень до зміни вагомості критеріїв показав, що у випадку зростання ваги економічного критерію до 0,68 і далі (рис. 3), найбільшу перевагу отримує створення швидкорослих плантаційних насаджень, яке найбільше конфліктує з вимогами сталого розвитку.

Поряд із цим, обрання конкретного шляху лісовідновлення передбачає врахування низки обмежень. Зокрема, не завжди можливо забезпечити ефективне відтворення корінних лісостанів штучним методом, не всі деревні породи здатні формувати високоповнотні біотично стійкі деревостани у процесі здійснення заходів сприяння природному поновленню, не у всіх лісорослинних умовах плантаційні насадження забезпечать очікуваний економічний ефект.

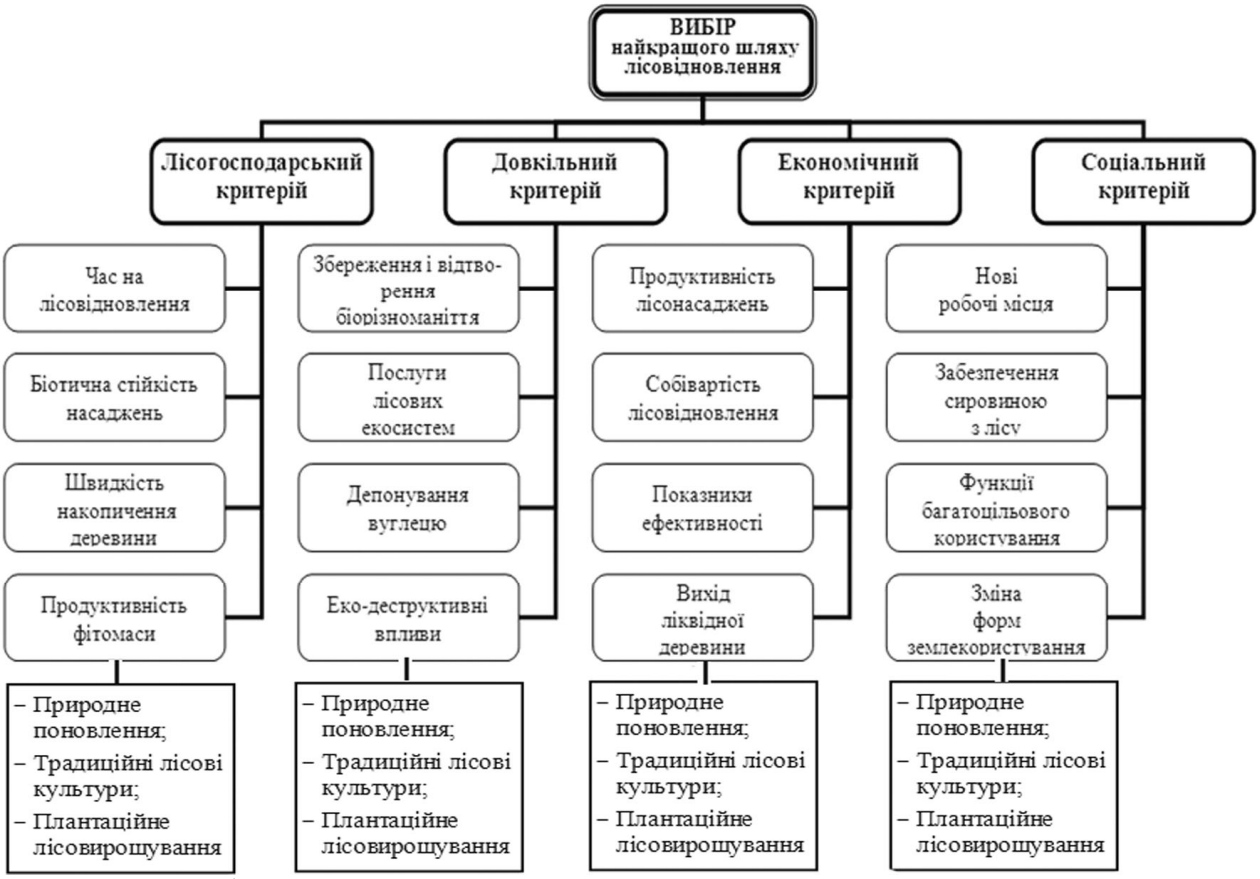


Рис. 1. Чотирирівневе дерево рішень проблеми вибору шляхів лісовідновлення

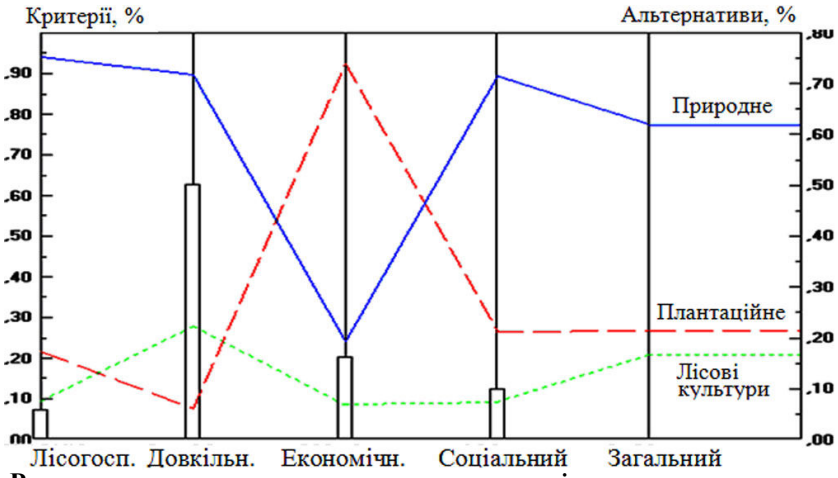


Рис. 2. Результати ранжування трьох альтернатив залісення за чотирма критеріями

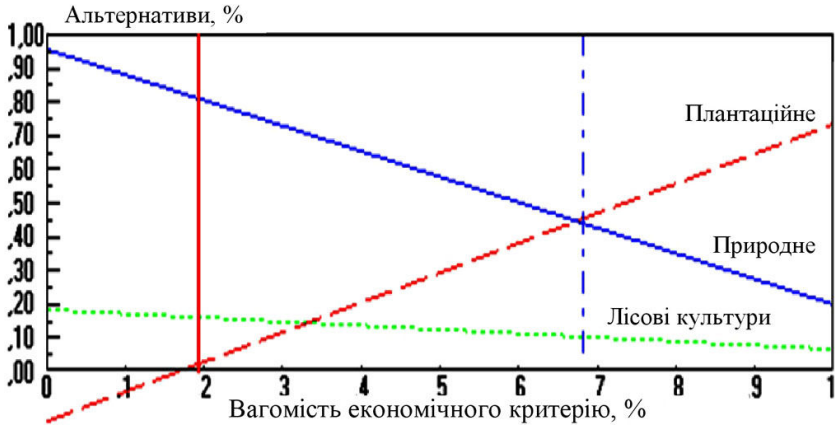


Рис. 3. Залежність рейтингу альтернатив залісення від важливості економічного критерію

Під час обрання найкращого шляху лісовідновлення значну увагу потрібно приділити довкільному критерію, оскільки перехід на стале ведення лісового господарства передбачає обов'язкове врахування чинників довкілля під час здійснення господарської діяльності.

Висновки. Зміна парадигми лісокористування відображає перехід від простого управління лісовідновлювальними і лісозаготівельними процесами до менеджменту цілісної лісової екосистеми і збалансованого ведення комплексного лісового господарства; від ігнорування потреб окремих груп споживачів – до врахування їхніх інтересів у процесі прийняття рішень; від оптимізації періоду ротації – до оптимального використання екологічних функцій лісів [4, 8]. Перехід до сталого ведення лісового господарства передбачає застосування нових підходів під час вибору шляху лісовідновлення.

Виконані дослідження дають підставу зробити рекомендації щодо запровадження шляхів лісовідновлення в умовах рівнинної частини Львівської області:

- забезпечувати появу природного поновлення на площах, де лісорослинні умови дають змогу формувати високопродуктивні корінні деревостани природного походження. Це сприятиме підвищенню біотичної стійкості лісових насаджень, збільшенню продукування фітомаси у віці стиглості, збереженню та відтворенню корисної лісової флори і фауни, пропозиції послуг лісових екосистем, забезпеченню населення продуктами лісу;
- створювати лісові культури із породним складом відповідно до типу лісу на ділянках, де природного поновлення цінних деревних порід немає, а його поява не очікується. Це дає змогу лісогосподарським підприємствам здійснювати звичну діяльність із традиційного відтворення деревостанів штучним шляхом, враховуючи чинники зміни клімату, а відтак – і природного складу лісових культур, поступову трансформацію лісорослинних умов;
- створювати плантації швидкорослих деревних порід із коротким обертом рубань на принципах породозміни, а також здійснювати залісення низькопродуктивних деградованих земель. Це сприятиме зменшенню нагромадження CO_2 в атмосфері, дасть змогу створити нові робочі місця, забезпечить потребу споживачів у деревині, дасть змогу зняти значну частину промислового навантаження з цінних корінних лісових насаджень, які зможуть найбільш повно виконувати важливі середовищетвірні функції лісу, а також поліпшити вікову структуру лісових насаджень.

Застосування методу аналізу ієрархій для багатокритеріальної оптимізації політики лісовідновлення дає змогу урахувати суперечливі оцінки альтернативних рішень за чотирма критеріями, а проведений аналіз чутливості експліцитно демонструє зміну привабливості альтернатив залежно від критеріїв прийняття рішень, що особливо корисно в навчальних умовах та під час формування критеріїв оцінки ефективності лісогосподарської діяльності.

ЛІТЕРАТУРА

1. Дебринюк Ю.М. Фактическая и потенциальная продуктивность древостоев Украинского Расточья / Ю.М. Дебринюк // Вестник Марийского государственного технического университета. – 2010. – Вип. 2 (9). – С. 36-48.

2. Дебринюк Ю.М. Плантаційне лісовирощування: обґрунтування, функціонування та перспективи впровадження / Ю.М. Дебринюк // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2008. – Вип. 18.3. – С. 7-13.

3. Загвойська Л.Д. Еколого-економічна оцінка ефективності альтернативних способів лісовідновлення в умовах рівнинної частини Львівської області / Л.Д. Загвойська, Ю.В. Шведюк // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2011. – Вип. 21.10. – С. 77-84.

4. Загвойська Л.Д. Економічне підґрунтя менеджменту природних ресурсів на засадах сталого розвитку / Л. Загвойська, О. Лазор // Економіка України : політико-економічний журнал. – 2005. – № 8. – С. 75-80.

5. Огородник М.М. Еколого-економічна доцільність плантаційного лісовирощування : препринт № 11 / М.М. Огородник, І.Я. Олійник, Ю.В. Шведюк. – Львів : РВВ НЛТУ України, 2010. – 36 с.

6. Олійник І.Я. Рекомендації по створенню і вирощуванню промислових культур модрини японської плантаційного типу / І.Я. Олійник. – Львів : Вид-во УкрДЛТУ, 1994. – 24 с.

7. Синякевич І.М. Екологічна політика: Стратегія подолання глобальних екологічних загроз / І.М. Синякевич. – Львів : Вид-во ЗУКЦ, 2011. – 332 с.

8. Соловій І.П. Політика сталого розвитку лісового сектора економіки: парадигма та інструменти : монографія / І.П. Соловій. – Львів : РВВ НЛТУ України, вид-во "Ліга-Прес", 2010. – 368 с.

9. Чернявський М.В. Наближене до природи лісівництво в Українських Карпатах : монографія / М.В. Чернявський, Р. Швіттер, Р.В. Ковалишин та ін. – Львів : Вид-во "Піраміда", 2006. – 88 с.

10. Швиденко А.Й. Лісівництво : підручник / А.Й. Швиденко. – Чернівці : Вид-во "Рута", 2004. – 304 с.

11. Kant, S. Extending the boundaries of forest economics / S. Kant // Forest Policy and Economics. – 2003. – № 5. – P. 39-56.

12. Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis. – Washington : Island Press, 2005.

13. Rockström J. Planetary Boundaries: Exploring the safe operating space for humanity in the Anthropocene / J. Rockström, W. Steffen, K. Noone, Å. Persson, F.S. Chapin, III, E.F. Lambin, T.M. Lenton, M. Scheffer, C. Folke, H.J. Schellnhuber, B. Nykvist, C. A. de Wit, T. Hughes, S. van der Leeuw, H. Rodhe, S. Sörlin, P. Snyder, R. Costanza, U. Svedin, M. Falkenmark, L. Karlberg, R.W. Corell, V.J. Fabry, J. Hansen, B. Walker, D. Liverman, K Richardson, P. Crutzen, J.A. Foley // Nature. – 2009. – Vol. 46. – P. 472-475.

14. Saaty T.L. Theory and Applications of the Network Process / T.L. Saaty. – Pittsburgh : RWS Publication, 2005. – 352 p.

Л.Д. Загвойская, Ю.М. Дебрынюк, Ю.В. Шведюк

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ

Выполнен сравнительный анализ направлений лесовосстановления в условиях равнинной части Львовской области. Методом анализа иерархий выполнено ранжирование альтернатив облесения: естественного возобновления, создания лесных культур и плантационного лесовыращивания с учетом четырех критериев: лесохозяйственного, средообразующего, экономического и социального. Результаты многокритериальной оптимизации показали наивысшее преимущество альтернативы облесения – содействие естественному возобновлению. Однако анализ чувствительности результатов ранжирования, выполненный средствами СППР Expert Choice, выявил высокую зависимость результатов оптимизации от изменения приоритетности критериев.

***Ключевые слова*:** пути облесения, многокритериальная оптимизация, метод анализа иерархий, анализ чувствительности.

L.D. Zahvoyska, Yu.M. Debrynyuk, I.V. Shvedyuk

ECOLOGICAL-ECONOMIC EFFICIENCY OF ALTERNATIVE APPROACHES TO FORESTATION

Three forestation alternatives applicable in conditions of Western Ukraine plains – reforestation (based on natural regeneration), afforestation, Artificial forestation and Fast-growing plantations – are analyzed by Silvicultural, Environmental, Economic and Social criteria using Analytic Hierarchy Process methodology and Expert Choice DSS. The research findings show is a high attractiveness of Natural reforestation alternative while sensitivity analysis demonstrated significant sensitivity of the results to a change of the criteria weights.

***Keywords*:** forestation methods, reforestation, afforestation, artificial forestation, fast-growing plantations, Analytic Hierarchy Process, multicriteria analysis, sensitivity analysis.

УДК 339.137.27

***Л.І. МАКСИМІВ*[1], *О.А. КІРИК*[2], *І.М. МАКСИМІВ*[3]**

МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ВИЗНАЧЕННЯ ІСТОТНОСТІ ЕКОЛОГІЧНИХ АСПЕКТІВ ДІЯЛЬНОСТІ ДЕРЕВООБРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ У СИСТЕМІ ЕКОЛОГІЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ

Розглянуто процедуру ідентифікації екологічних аспектів діяльності підприємств як необхідної умови процесу побудови і запровадження систем екологічного менеджменту. Запропоновано методичні підходи до визначення екологічних аспектів з виокремленням серед них істотних на прикладі ПП ТзоВ "Укршпон".

Ключові слова: *екологічний аспект, істотний екологічний аспект, система екологічного менеджменту, деревообробне підприємство.*

Вступ. Посилення антропогенного навантаження на довкілля в останні десятиріччя, спричинене стрімкими темпами розвитку НТП, зумовило потребу в розробленні методів та інструментів, використання яких дало б змогу гармонізувати стосунки людини і природи, зокрема забезпечивши успішне функціонування промислових підприємств без порушення ними цілісності екосистем. Одним із визнаних добровільних інструментів охорони довкілля сьогодні є система екологічного менеджменту, яку регламентує однойменний міжнародний стандарт ISO 14001:2004 "Environmental management system" [3] та його національний аналог ДСТУ ISO 14001:2006 "Системи екологічного керування" [4].

Об'єкти та методика досліджень. Об'єктом дослідження є система екологічного менеджменту, застосування якого на промислових підприємствах дає змогу забезпечити комплексне вирішення виробничих еколого-економічних проблем [9,10]. Він втілює сучасну міжнародну стратегію покращення стану довкілля шляхом урахування природоохоронних пріоритетів у процесі діяльності підприємства і є невід'ємним складником управління в умовах екологічних обмежень.

Сучасна система екологічного менеджменту базується на циклі Демінга, процесному підході та постійному вдосконаленні діяльності у сфері охорони довкілля. Основоположним за такого підходу є принцип превентивності, тобто запобігання негативному впливу на довкілля виробничої діяльності, з ним пов'язаний важливий чинник – економічна ефективність природоохоронної діяльності підприємства [1].

Цикл Демінга ("Plan, Do, Check, Act") – цикл періодичного планування, виконання, перевірки і коригування діяльності. У цьому циклі планування є первинним, причому плани повинні виконуватись до кінця, що, своєю чергою, дає змогу оцінити їх сильні та слабкі аспекти, внести, за потреби, корективи та, керуючись отриманими результатами і досвідом, розробити нові плани. Такий організаційний підхід – запорука стабільності функціонування підприємства, зменшення залежності результатів його діяльності від нештатних ситуацій.

Прагнення до неперервного покращення, або, іншими словами, постійного вдосконалення, вимагає не лінійного, а колоподібного підходу, який і реалізується у циклі Демінга.

Стандарт 14001:2004 трактує цикл Демінга так:

- *планувати* (plan)**:** встановити результативні цілі та процеси, які відповідають екологічній політиці підприємства (запланувати зміни);
- *виконувати* (do)**:** запровадити заплановані процеси (втілити у життя ці зміни);
- *перевіряти* (check)**:** контролювати й оцінювати процеси стосовно екологічної політики, цілей, завдань, законодавчих та інших вимог, а також звітувати про отримані результати (тобто перевірити результати);
- *коригувати* (act)**:** вживати заходів щодо постійного покращення результативності системи екологічного менеджменту, тобто стандартизувати зміни і з новою інформацією увійти в колообіг покращення.

Важливим етапом планування діяльності у сфері охорони довкілля є розроблення плану конкретних дій на підприємстві – програми екологічного менеджменту, або, іншими словами, екологічної програми.

Програма екологічного менеджменту (екологічна програма) – це деталізований план реалізації екологічної політики. Добре продумана екологічна програма є головним елементом успішного запровадження і подальшого функціонування системи екологічного менеджменту на підприємстві, а її реалізація – основа діяльності у межах створеної системи. Розглянемо алгоритм побудови екологічної програми як складника системи екологічного менеджменту.

Першим етапом розроблення екологічної програми є ідентифікація екологічних аспектів функціонуван-

[1] **МАКСИМІВ Людмила Іванівна –** член-кореспондент Лісівничої академії наук України, кандидат економічних наук, доцент, директор Інституту екологічної економіки. Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів, 79057. Тел.: (032) 297-03-88. E-mail: maksymivl@ukr.net

[2] **КІРИК Оксана Анатоліївна** – аспірант кафедри екологічної економіки. Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів, 79057. Тел.: (032) 239-27-78. E-mail: ksana_lv@mail.ru

[3] **МАКСИМІВ Іван Миколайович** – кандидат економічних наук, доцент кафедри менеджменту природоохоронної діяльності, Інститут екології, природоохоронної діяльності і туризму. Національний університет "Львівська політехніка". Україна, м. Львів, 79057. E-mail: max-mim@ukr.net

ня підприємства у межах поширення системи екологічного менеджменту. Ідентифікація екологічних аспектів – це неперервний процес визначення минулого, поточного і потенційно можливого впливів підприємства (позитивних і негативних) на довкілля і здоров'я персоналу та місцевого населення. Ідентифікація екологічних аспектів важлива для визначення екологічних цілей і завдань.

Згідно з міжнародним стандартом ISO 14001:2004, екологічний аспект – це елемент діяльності, продукції або послуг організації, який може взаємодіяти з довкіллям. Усі екологічні аспекти діяльності підприємства поділяють на прямі та непрямі [10, с. 41].

Прямі екологічні аспекти – це аспекти, які характеризують виробничу діяльність підприємства та її результативність, ними підприємство може безпосередньо управляти. Прямі аспекти визначають за допомогою балансів "входу – виходу" матеріальних та енергетичних потоків, розглядаючи при цьому не виробництво загалом, а окремі технологічні процеси чи операції. Можна використовувати також метод оцінювання життєвого циклу продукції [8, 11, 12].

До прямих екологічних аспектів належать:

- аспекти, пов'язані з основним виробництвом – специфічні елементи виробничої діяльності підприємства, які можуть взаємодіяти з довкіллям. Це – викиди забруднювальних речовин в атмосферу, утворення і скиди забруднених стоків, поводження з відходами, використання природних ресурсів, енергії, вплив на біорозмаїття тощо;
- аспекти, пов'язані з невиробничою діяльністю – екологічні аспекти, зумовлені обслуговуванням основного виробництва. Вони можуть характеризувати роботу котельного господарства, транспортного парку, ремонтних майстерень, адміністративного корпусу, процеси транспортування, прибирання, вентиляції та ін.;
- аспекти, пов'язані з продукцією та її упакуванням – екологічні аспекти, зумовлені специфічними хімічними, токсикологічними, фізичними та іншими властивостями виготовленої продукції і використаними для її пакування матеріалів, які можуть чинити негативний вплив на довкілля чи здоров'я людини.

Непрямі екологічні аспекти безпосередньо не пов'язані з виробничим процесом, однак підприємство може опосередковано впливати на них:

- аспекти, пов'язані з постачанням – це аспекти, зумовлені використанням тих чи інших товарів і послуг, вироблених або наданих сторонніми організаціями. Наприклад, підприємство може змінювати постачальників, товари яких не відповідають вимогам зовнішніх або внутрішніх екологічних стандартів;
- аспекти, пов'язані зі збутом продукції – це екологічні аспекти, які характеризують процес поширення виготовленої продукції. Підприємство може коригувати процес споживання/ використання чи подальшого перероблення виготовленої продукції за допомогою відповідного екологічного маркування.

Для визначення екологічних аспектів використовують різні підходи і методи оцінювання впливів на довкілля, оскільки стандарти на системи екологічного менеджменту не містять чітких вимог щодо цього. Загалом для визначення екологічних аспектів і відповідних впливів на довкілля необхідно провести аналіз усіх видів діяльності підприємства, пов'язаних з виробництвом, продукцією і послугами. Так, стандарт ISO 14001:2004 пропонує розглядати такі елементи: а) проектування і розроблення; б) виробничі процеси; в) упакування і транспортування; г) екологічна ефективність і методи постачальників та підрядників; д) управління відходами; е) видобуток і збут сировини та природних ресурсів; ж) збут, використання і післяексплуатаційне перероблення продукції; з) дика природа і біорозмаїття.

Під час визначення екологічних аспектів можна розглядати також кожен технологічний процес або елемент діяльності відповідно до певних категорій впливу чи діяльності. Наприклад, Британський інститут екологічного менеджменту й оцінювання[1] запропонував перелік питань, відповіді на які можуть допомогти підприємству визначити екологічні аспекти і впливи на довкілля. Можна скористатися також методом екологічного картографування чи системою оцінювання ефективності екологічної діяльності підприємства згідно з рекомендаціями стандарту ISO 14031 "Environmental management –Environmental performance evaluation – Guidelines" [5](національний аналог – ДСТУ ISO 14031:2004 "Екологічне керування. Настанови щодо оцінювання екологічної характеристики" [6]).

Результати досліджень. У процесі визначення екологічних аспектів, на наш погляд, важливо враховувати не лише нормальні умови функціонування, а й анормальні, або, іншими словами, надзвичайні (наприклад, пожежі) чи потенційно можливі (наприклад, залпові викиди). При цьому варто також проаналізувати екологічні аспекти, пов'язані із плановою діяльністю чи її зміною, якщо це передбачено планом розвитку підприємства.

Першим результатом ідентифікації екологічних аспектів є складання їх повного реєстру. Далі з усього обсягу визначених аспектів варто виокремити **істотні**, тобто ті, які характеризують найбільш негативний екологічний вплив – його зменшення і буде пріоритетним для діяльності в межах системи екологічного менеджменту. Виокремлення істотних екологічних аспектів серед екологічних аспектів передбачено, зокрема, і оновленою версією Постанови ЄС "Про добровільну участь промислових підприємств у системі екологічного менеджменту і аудиту" EMAS III від 29.11.2009 р.: екологічний аспект тут розглядається як елемент діяльності організації, продукції чи послуги, який чинить чи може чинити вплив на довкілля (п.4 ст.2), а істотний екологічний аспект трактується як екологічний аспект, який має або може мати істотний вплив на довкілля (п. 5 ст.2) [11].

До істотних екологічних аспектів насамперед потрібно віднести аспекти, які є предметом законодавчого регулювання (наприклад, кількість утворених відходів чи якісний вміст стоків). Для визначення решти істотних екологічних аспектів окремого стандартизованого підходу також не передбачено, лише зазначено окремі вимоги. Так, підприємство повинно самостійно встановити критерії оцінювання і метод визначення істотних екологічних аспектів, який забезпечить послідовні результати і охопить встановлення і застосування критеріїв оцінювання (наприклад, пов'язаних з екологічними проблемами, законодавчими нормами і вимогами внутрішніх і зовнішніх зацікавлених сторін).

У нашому дослідженні використано підхід підприємства "Укршпон" під час розроблення системи

[1] Institute of Environmental Management and Assessment (IEMA), www.iema.net

екологічного менеджменту на основі стандартів ISO 14001:2004 і EMAS II. Він базується на визначенні істотності того чи іншого екологічного аспекту з використанням критеріїв ймовірності виникнення, ступеня вагомості та попереднього кількісного оцінювання значущості впливу, величину яких оцінюють у балах і фіксують у відповідних документах (табл. 1, 2).

Табл. 1. Критерії визначення істотності екологічних аспектів підприємства

№ за/п	Критерій	Оцінна категорія	Бал
1	Имовірність виникнення:		
	1) якщо аспект прямий:	- щоденно	5
		- щотижнево	4
		- щомісячно	3
		- щорічно	2
		- рідше	1
	2) якщо аспект непрямий:	- дуже ймовірно	5
		- ймовірно	4
		- більш-менш ймовірно	3
		- малоймовірно	2
2	Ступінь вагомості	- аспект є предметом законодавчого регулювання	1
		- аспект є предметом діючої чи потенційної вимоги з боку зацікавлених сторін, або ж відстежується державою за допомогою спеціально встановлених показників	1
		- аспект, який без належного контролю може негативно вплинути на репутацію підприємства	1
		- аспект і його вплив причетні до проблеми глобальних змін клімату	1
		- аспект і його вплив пов'язані з якістю повітря, води або земельних ресурсів	1
		- аспект і його вплив пов'язані з ризиком або прямою шкодою для здоров'я населення	1
3	Оцінка значущості	- дуже значний	4
		- значний	3
		- незначний, але здатний до акумулювання	2
		- незначний і не здатний до акумулювання	1

Відтак на підставі цих критеріїв розраховують істотність кожного з ідентифікованих екологічних аспектів:

Істотність = ймовірність виникнення × ступінь вагомості впливу × оцінка значущості

Ідентифікація істотних екологічних аспектів діяльності підприємства та їх потенційних впливів на довкілля є підставою для встановлення екологічних цілей і завдань – екологічних орієнтирів підприємства стосовно досягнення бажаних екологічних характеристик у межах сформульованої екологічної політики.

За міжнародним стандартом ISO 14001:2004, екологічна ціль – це загальна екологічна мета, що узгоджується з екологічною політикою, якої організація прагне досягти [3].

Сформульовані екологічні цілі деталізують конкретними екологічними завданнями. Екологічне завдання – застосовна до організації чи її підрозділу деталізована вимога до результативності, яка випливає з екологічних цілей та яку слід встановити і виконати задля досягнення цих цілей (ISO 14001:2004). Встановлені підприємством цілі відображають довготермінові зобов'язання щодо зменшення навантаження на довкілля, а відповідні екологічні завдання визначають подальші дії і заходи для досягнення цих цілей. Завдання повинні бути реалістичними, деталізованими і, за змоги, кількісно визначеними. Встановлюючи і переглядаючи екологічні цілі та завдання, підприємство повинно взяти до уваги попередньо визначені істотні екологічні аспекти, а також законодавчі й інші вимоги. Важливо також реально оцінити власні технічні можливості, фінансові, економічні й операційні потреби, а також вимоги зацікавлених сторін. У табл. 3 наведено приклад узгоджених екологічних цілей і екологічних завдань.

Для забезпечення моніторингу й аналізу результатів проведеної роботи з досягнення екологічних цілей і виконання завдань необхідно розробити систему екологічних показників, максимально простих у використанні.

Табл. 2. Приклад визначення істотних екологічних аспектів ПП ТзОВ "Укршпон"

Локалізація	Процес/підпроцес, сировина	Екологічний аспект	Вплив на довкілля	Критерії оцінки			Істотність (загальна оцінка, бал)
				ступінь вагомості	масштаб впливу		
					ймовірність виникнення	розрахункова кількісна оцінка	
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Прямі екологічні аспекти							
1.1. Екологічні аспекти основного виробництва (на прикладі стругального відділення)							
Кран-балка	Викладення ванчесів біля верстатів. Укладання ванчесів на балку. Видалення з ванчесів пилу і стружки.	Витрата електроенергії і стисненого повітря. Виникнення шуму і вібрації. Виділення тепла, парів, дубильних речовин з деревини. Утворення пилу і відходів деревини	Забруднення атмосфери пилом. Теплове, шумове і вібраційне забруднення. Накопичення деревних відходів.	4	5	2	40
Стругальний верстат "CREMONA'TR/s 4000	Стругання шпону.	Витрата електроенергії. Утворення відходів деревини, виділення деревних соків і запахів. Виникнення шуму і вібрації.	Пилове забруднення атмосфери. Нагромадження деревних відходів. Шумове і вібраційне забруднення.	4	5	2	40
	Обслуговування гідросистеми верстата і вуз-	Витрата оливи і мастил. Ризик розливу оливи і мастил.	Забруднення підлоги цеху відходами деревини і мастильни-	6	4	2	48

1	2	3	4	5	6	7	8
	лів.		ми речовинами. Забруднення повітря випарами мастильних речовин.				
	Неправильне настроювання верстата.	Утворення браку і відходів деревини.	Виснаження природних ресурсів. Нагромадження відходів деревини.	4	4	2	32
	Чищення верстата.	Утворення відходів деревини, паливно-мастильних матеріалів і органічних речовин.	Забруднення сміттям. Нагромадження відходів. Ризик забруднення паливно-мастильними матеріалами.	4	5	2	40
Рольганг	Ручне переміщування пачок шпону.	Потенційне утворення відходів.	Потенційний ризик нагромадження відходів.	2	2	1	4
	Випадкове перекидання пачок шпону.	Утворення браку і відходів деревини.	Виснаження природних ресурсів. Нагромадження відходів деревини.	4	4	3	48
1.2. Екологічні аспекти, пов'язані з обслуговуванням виробництва							
1) на прикладі зварювального підрозділу							
Зварювальне приміщення	Проведення зварювальних робіт. Відсутність відповідного оснащення, зокрема вентиляційної системи та очищення повітря від зварювальних аерозолів.	Використання електродів, газу пропан-бутану, чорних і кольорових металів. Витрати електроенергії.	Забруднення атмосферного повітря і робочої зони забруднювальними речовинами, зокрема Fe_2O_3<MnO2, Cr_2O_3, SiO_2, HF, TiO_2, NiO_2, розчинними і нерозчинними фторидами, окисами вуглецю і азоту.	6	5	2	60
2) на прикладі утилізатора відходів							
Під'їзні шляхи до утилізатора	Рух автотранспорту територією утилізатора. Простій машини у процесі очікування. Використання гарячої води для запуску двигуна машини взимку.	Викиди автотранспортом CO_2 та інших токсичних відпрацьованих газів. Можливий розлив оливи, бензину. Можливий виїзд на зелені насадження.	Забруднення ґрунту, води, повітря. Шумове, вібраційне і теплове забруднення. Потенційне механічне пошкодження зелених насаджень	5	5	2	50
Утилізатор відходів деревини	Підпалювання деревної стружки гасом.	Виділення парів гасу. Потенційний розлив гасу. Займання, горіння, тління деревної стружки.	Забруднення атмосферного повітря і повітря робочої зони парами гасу. Небезпека забруднення ґрунту	3	5	1	15
	Процес згоряння деревних відходів	Утворення золи і попелу.	Забруднення атмосфери і ґрунту золою і попелом	5	4	2	40
	Робота утилізатора (подача стружки у котельню і її подальше згоряння)	Потенційний ризик виникнення нештатної ситуації та можливі перебої у роботі котельні, утворення CO_2.	Забруднення довкілля	4	2	2	16
	Хімічна підготовка і очищення котлової води	Утворення стоків і їх викид у каналізаційну мережу.	Забруднення водних ресурсів.	4	4	2	32
Бункер з відходами	Збирання дрібних відходів деревини у бункер.	Ризик самозаймання, вибуху і тління деревної стружки.	Забруднення ґрунту, атмосфери, тепловий вплив на довкілля.	3	1	2	6
Димова труба	Згоряння відходів деревини	Потенційні аварійні, залпові понадлімітні викиди димових газів, CO_2	Забруднення атмосферного повітря	6	5	1	30
2. Непрямі екологічні аспекти							
Сусідні організації	Підприємство межує з іншими організаціями і не має огорожі.	Ризик проникнення забруднення і сміття із сусідніх підприємств та ризик аварій	Акумуляційне забруднення довкілля, сприяння парниковому ефекту. Небезпека для працівників і населення.	6	4	2	48
Послуги автотранспортних організацій	Прийняття рішень (автотранспортні підприємства, а також постачальники чи покупці можуть користуватися автотранспортом, який не перевищує норми викидів вуглецевих та інших газів або використовує етильований бензин).	Викиди відпрацьованих газів. Потенційні аварійні ситуації.	Забруднення ґрунту. Забруднення атмосферного повітря відпрацьованими газами. Сприяння парниковому ефекту. Небезпека травматизму працівників і населення	6	4	2	48

Табл. 3. Екологічні цілі й завдання ПП ТзОВ "Укршпон" на етапі запровадження системи екологічного менеджменту

№ за/п	Екологічна ціль	Екологічне завдання
1	Підвищення ефективності управління відходами	Аналіз утворення відходів на підприємстві.
		Аналіз можливості утилізації на підприємстві всього об'єму відходів деревини.
		Запровадження роздільного збирання сміття, зокрема облаштування місць захоронення відходів.
		Роздільне вивезення всіх видів сміття відповідно до угод.
		Складання паспортів відходів.
		Утилізація відходів деревини.
		Реалізація відходів деревини як вторинної сировини для інших організацій.
		Мінімізація утворення відходів на підприємстві.
2	Зниження рівня споживання води	Аналіз ефективності споживання води.
		Аналіз можливості зменшення рівня споживання води на 1 $м^3$ сировини /1 $м^2$ готової продукції завдяки переходу на замкнений цикл гарячого водопостачання.
3	Зниження рівня енергоспоживання	Аналіз ефективності споживання енергії.
		Відмова від споживання природного газу завдяки будівництву утилізатора деревних відходів підприємства.
4	Зниження рівня забруднення атмосферного повітря	Аналіз викидів підприємства.
		Аналіз потенціалу зменшення викидів CO_2 та NO_x завдяки модернізації пнемотранспортної системи та побудови нової аспіраційної системи
		Аналіз можливості зменшення викидів CO_2 та NO_x завдяки утилізації деревних відходів.

Табл. 4. Програми екологічного менеджменту ПП ТзОВ "Укршпон"

№№ за/п	Екологічна ціль*	Екологічне завдання	Термін виконання	Відповідальна особа
11	Підвищення ефективності управління відходами	Аналіз утворення відходів на підприємстві	постійно	Зам. генерального директора з технічних і виробничих питань
		Аналіз можливості утилізації на підприємстві всього об'єму відходів деревини	2006	
		Впровадження роздільного збирання сміття, в т.ч. обладнання місць захоронення відходів	2006	
		Роздільне вивезення всіх видів сміття відповідно до угод	постійно	
		Складання паспортів відходів	щорічно	
		Утилізація відходів деревини	2007	
		Реалізація відходів деревини в якості вторинної сировини для інших організацій	постійно	
		Мінімізація утворення відходів на підприємстві	щорічно	
22	Зниження рівня споживання води	Аналіз споживання води	постійно	Інженер з охорони довкілля
		Аналіз можливості зменшення рівня споживання води на 1 $м^3$ сировини /1 $м^2$ готової продукції завдяки переходу на замкнений цикл гарячого водопостачання	2007-2008	
33	Зниження рівня енергоспоживання	Аналіз споживання енергії	постійно	Головний енергетик, інженер з охорони довкілля
		Відмова від споживання природного газу завдяки будівництву утилізатора деревних відходів підприємства	2007	
44	Зниження рівня забруднення атмосфери	Аналіз викидів підприємства	постійно	Заступник генерального директора з технічних і виробничих питань, інженер з охорони довкілля
		Аналіз потенціалу зменшення викидів CO_2 та NO_x завдяки модернізації пнемотранспортної системи та побудови нової аспіраційної системи	2006	
		Аналіз можливості зменшення викидів CO_2 та NO_x завдяки утилізації деревних відходів	2006-2007	

Логічним завершенням перелічених етапів є формування, запровадження і виконання програми екологічного менеджменту – алгоритму досягнення екологічних цілей і завдань, яка, як і всі елементи системи екологічного менеджменту, базується на зобов'язаннях, задокументованих в екологічній політиці підприємства. Завдання, передбачені екологічною програмою, задають необхідний для досягнення екологічних цілей порядок дій, перелік заходів, ресурсів, термінів виконання та відповідальних осіб.

Розроблення конкретних заходів у межах програми екологічного менеджменту базується насамперед на результатах визначення екологічних аспектів і впливів підприємства на довкілля, на встановлених цілях, а також на досвіді та пропозиціях працівників. Заходи слід обговорити у відповідних підрозділах і критично проаналізувати їх реалістичність. Пропозиції щодо можливих заходів збирає, опрацьовує і подає керівництву підприємства керівник робочої групи системи екологічного менеджменту. На підставі цих пропозицій вище керівництво встановлює пріоритети і доручає відповідальним особам скласти план-графік виконання робіт. Заплановані в ньому заходи з урахуванням фактора часу обирають довільно, за винятком тих, які потрібно виконати відповідно до вимог екологічного законодавства. Останні повинні бути виконані неодмінно до наступної перевірки підприємства екоекспертом, тобто до проведення зовнішнього екологічного аудиту системи. У цій фазі повинно бути оцінене також кадрове забезпечення і визначені джерела й обсяги фінансування.

До екологічної програми підприємства належать результати описаного вище процесу визначення істот-

них екологічних аспектів і встановлення пріоритетів. Вище керівництво погоджує й затверджує екологічну програму. Відповідальні особи повинні регулярно віддзеркалювати факт виконання запланованих заходів у проміжних звітах, акцентуючи на труднощах. Завдяки цьому програму можна гнучко адаптувати до економічних, технічних і правових обмежень. У табл. 4 як приклад наведено програму екологічного менеджменту ПІІ ТзОВ "Укршпон", розроблену авторами у співпраці з відповідальними працівниками підприємства терміном на три роки у межах побудови системи екологічного менеджменту [7].

Таким чином, виконання екологічної програми забезпечує:

- об'єднання зусиль визначеного кола працівників підприємства, відповідальних за побудову і запровадження системи екологічного менеджменту на підприємстві, а також делегування відповідальності;
- ідентифікацію визначених критеріїв вимірювання результату, що наочно свідчитиме про внесок окремих працівників у досягнення мети;
- планування і придбання необхідних ресурсів, консалтингових послуг та експертних знань;
- обґрунтоване подання інформації про організацію природоохоронної роботи підприємства для осіб, які перевіряють дотримання підприємством природоохоронного законодавства, для екоекспертів та органів влади.

Висновки. Визначення екологічних аспектів діяльності є важливим етапом побудови ефективної системи екологічного менеджменту деревообробних підприємств. Виокремлення серед них істотних екологічних аспектів є підґрунтям для формування екологічної програми, в якій зазначають пріоритетні завдання з охорони довкілля, і, що важливо, ресурси – фінансові, трудові, часові й інші для їх виконання. Коректно складена екологічна програма дає змогу запровадити систему екологічного менеджменту з мінімальними витратами для підприємства і отримати в майбутньому не тільки істотну економію коштів, але й досягти таких параметрів діяльності, які, окрім фінансових вигід, забезпечать належні якісні характеристики довкілля.

ЛІТЕРАТУРА

1. Quality management systems. – Requirements: ISO 9001:2008. – [Second edition 2004]. – Geneva, 1999. – 27 p. – (International Standard).

2. Системи управління якістю. Вимоги (ISO 9001:2000, IDT): ДСТУ ISO 9001:2001. – [Чинний від 2001-06-21]. – К. : Держстандарт України, 2001. – 22 с. – (Національний стандарт України).

3. Environmental management systems – Requirements with guidance for use: ISO 14001:2004. – [Second edition 2004-11-15]. – Geneva, 2004. – 23 p. – (International Standard).

4. Системи екологічного управління. Вимоги та настанови щодо застосування (ISO 14001:2004, IDT): ДСТУ ISO 14001:2006. – [Чинний від 2006-03-13]. – К. : Держспоживстандарт України, 2006. – 17 с. – (Національний стандарт України).

5. Environmental management – Environmental performance evaluation – Guidelines: ISO 14031:1999. – [First edition 1999-11-15]. – Geneva, 1999. – 32 p. – (International Standard).

6. Екологічне керування. Настанови щодо оцінювання екологічної характеристики (ISO 14031:1999, IDT): ДСТУ ISO 14031:2004. – [Чинний від 2006-01-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2001. – 30 с. – (Національний стандарт України).

7. Екологічна декларація відповідно до вимог Положення (ЄК) № 761/2001 Європейського Парламенту і Ради Європи EMAS ПІІ ТзОВ "Укршпон" / за заг. ред. Л. Максимів. – К., 2006. – 29 с. [Електронний ресурс]. – Доступний з http://www.ukrshpon.ua.

8. Максимів Л.І. Аналіз життєвого циклу продукції як інструмент екологічного аудиту систем менеджменту довкілля деревообробних підприємств / Л.І. Максимів, М.Е. Матвеєв, Р.В. Кошла // Наукові праці Лісівничої академії наук України : зб. наук. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2008. – № 6. – С. 129-142.

9. Максимів Л.І. Сутність, функції, завдання і нормативно-правове забезпечення екологічного менеджменту / Л.І. Максимів, О.А. Потай // Наукові праці Лісівничої академії наук України : зб. наук. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2007. – Вип. 5. – С. 103-109.

10. Белмане И. Системы экологического менеджмента: от теории к практике. Руководство по внедрению СЭМ в соответствии с требованиями международного стандарта ИСО 14001 / И. Белмане, К. Далхаммар. – Лунд, 2002. – 196 с.

11. Regulation of the European Parliament and of the Council on the voluntary participation by organisations in a community eco-management and audit scheme (EMAS), repealing regulation (EC) no 761/2001 and Commission Decisions 2001/681/EC and 2006/193/EC. – Strasbourg, 25 November 2009. – 160 p.

12. Weiss Ph. Environmental management systems and certification / Ph. Weiss, J. Bentlage // Book 4 in a series on Environmental Management. – The Baltic University Press, 2006. – 266 p.

Л.И. Максымив, О.А. Кирык, И.Н. Максымив

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ СУЩЕСТВЕННЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ В СИСТЕМЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА

Рассмотрена процедура идентификации экологических аспектов деятельности предприятий как необходимой предпосылки процесса построения и внедрения систем экологического менеджмента. Предложены и апробированы методические подходы к определению экологических аспектов с вычленением существенных на примере ПИИ ООО "Укршпон".

Ключевые слова: экологический аспект, существенный экологический аспект, система экологического менеджмента, деревообрабатывающее предприятие.

L.I. Maksymiv, O.A. Kiryk, I.M. Maksymiv

METHODOLOGICAL APPROACHES TO DISTINGUISHING RELEVANT ENVIRONMENTAL ASPECTS OF THE WOODWORKING ENTERPRISES ACTIVITY AS AN ELEMENT OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT SYSTEM

The procedure of environmental aspects identification for an enterprise activity is considered as a prerequisite for the process of environmental management systems development and implementing. A methodological approach to determining environmental aspects and distinguishing significant environmental aspects among them are proposed. Company with international investments Ltd "Ukrshpon" used as a case study.

***Keywords*:** environmental aspects, significant environmental aspects, environmental management system, woodworking company.

*УДК 630*477:630*091*

***І.П. СОЛОВІЙ*[1], *Т.Я. КУЛЕШНИК*[2]**

ТРАКТУВАННЯ КЛЮЧОВИХ ТЕРМІНІВ КОНЦЕПЦІЇ ПОСЛУГ ЕКОСИСТЕМ З ОГЛЯДУ НА ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЛАНДШАФТІВ

Проаналізовано основні терміни у сфері оцінювання екосистемних послуг та відмінності їхнього трактування. Здійснено огляд наукових досліджень та міжнародних проектів у сфері послуг екосистем, спрямованих на генерування нових знань і використання їх у практиці шляхом вдосконалення системи управління ландшафтами на еколого-економічних засадах.

Ключові слова: *послуги екосистем, функції екосистем, екосистемні процеси, функції ландшафту, вигоди, ринки послуг екосистем, добробут, багатофункціональні ландшафти.*

Вступ. Усвідомлення того факту, що природні екосистеми забезпечують багатогранні потреби людського суспільства, має велике економічне, екологічне та соціально-культурне значення. Розпочинаючи від періоду другої половини 1960-х – початку 1970-х років увага суспільства безперервно прикута до цих питань. За останні 10 років особливу увагу привертають конкретні функції різних екосистем і методи визначення вартості цих функцій. Функції ландшафту щодо надання конкретних послуг, часто називають "екосистемними послугами".

Добробут людини і стійкість екосистем повністю взаємозалежні. Ця концепція знайшла визнання в національних екологічних політиках і законодавстві багатьох країн. Зокрема одним із пріоритетних стратегічних завдань екологічної політики України визначено "проведення до 2015 року інформаційно-просвітницької кампанії щодо цінності екосистемних послуг на прикладі екосистем України, формування до 2015 року та подальше застосування вартісної оцінки екосистемних послуг" [44].

За останні роки також спостерігається збільшення кількості публікацій на тему методології ідентифікації та оцінювання широкого кола вигід, отримуваних від природних екосистем суспільством. Реалізуються проекти, спрямовані на оцінювання екосистемних послуг певних територій, заповідних екосистем, ландшафтів, зокрема лісових та аграрних ландшафтів. Реалізації таких проектів свою чергою сприяє удосконалення методології оцінювання екосистемних послуг. Як приклад можна навести проект "ARIES" (*Artificial Intelligence for Ecosystem Services* – Штучний інтелект для послуг екосистем), виконаний університетом Вермонту (США) у 2007-2010 рр. з метою створити "інтелектуальні" бази даних про просторову структуру ландшафту, як основу оцінювання екосистемних послуг із застосуванням цих підходів на практиці в місцевості Пьюджет-Саунд, штат Вашингтон, на Мадагаскарі та у Мексиці.

Однак, незважаючи на зростання інтересу до досліджень екосистем, як і раніше багато питань залишаються відкритими для наукової дискусії. Зокрема, у науковій літературі не розкрито повною мірою питання економічної оцінки багатьох послуг екосистем та інтеграції концепції екосистемних послуг у соціально-економічні дослідження ландшафтів, що не дає змоги забезпечити прийняття управлінських рішень, адекватних сучасним вимогам планування сталого землекористування.

Концепцію екосистемних послуг розглядають як перспективний підхід у налагодженні взаємозв'язків між екосистемою і добробутом людини [29]. Хоча термін "екосистемні послуги" був вперше запропонований у 1981 р. Полом та Енні Ерліхами [15], походження концепції сягає кінця 1960-х і 1970-х років, коли було звернено увагу на соціальну значимість функцій природи [23, 21]. Упродовж 1970-1980 рр. особливу увагу було акцентовано на соціальній та економічній залежності людини від природних ресурсів з метою залучення суспільного інтересу в галузі збереження біорізноманіття [10]. Важливими віхами у формуванні систем обліку та оцінювання екосистемних послуг були книга Германа Дейлі "Послуги Природи: соціальна залежність від природних екосистем" [9] та стаття Роберта Костанзи і співавторів в журналі "Nature" [7], у якій зроблено спробу розрахувати загальну вартість світового природного капіталу, як сумарної вартості послуг усіх екосистем планети Земля. Фінансові показники, оприлюднені у цій публікації, вплинули на розвиток як науки, так і політики держав в усьому світі.

Низка публікацій і проектів стосувалися класифікації і кількісної оцінки екосистемних послуг з метою інтеграції цієї концепції в процес прийняття рішень [7, 12-14, 17, 20, 28, 29, 32, 42]. Інститутом світових ресурсів (*World Resources Institute*) у 2010 р. розроблено базу даних індикаторів послуг екосистем (*Ecosystem Services Indicators Database* – ESID).

[1] **СОЛОВІЙ Ігор Павлович** – член-кореспондент Лісівничої академії наук, кандидат сільськогосподарських наук, доцент. Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів, 79057. Тел.: +38(032) 239-27-78. E-mail: soloviy@yahoo.co.uk

[2] **КУЛЕШНИК Тарас Яркович** – пошукувач. Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів, 79057. Тел.: +38(067) 777-87-47. E-mail: kuleshnyk@gmail.com

Глобальна ініціатива звітності щодо сталості розвитку (*Global Reporting Initiative* – GRI) розпочала розроблення нового покоління Керівних принципів: G4. На початку 2011 р., проведено опитування, спрямовані на зацікавлені в GRI сторони, з метою поліпшення існуючої звітності про сталий розвиток. До тем, які повинні розглядатися під час розроблення оновлених Керівних принципів, респондентами було віднесено екосистемні послуги. Це гарантує, що ця тема буде частиною дискусій про майбутнє звітності стосовно впливів діяльності компаній на послуги екосистем.

Якщо концепція екосистемних послуг призначена для забезпечення ефективних управлінських рішень, то послуги повинні бути визначені і класифіковані таким чином, щоб існувала можливість їх порівняння і знаходження компромісних варіантів поєднання отримуваних потенційних вигід.

Низка вчених намагалися побудувати типології екосистемних послуг [8, 5, 12]. Поза тим, неоднозначність визначення ключових понять – таких, як екосистемні процеси, функції, послуги та вигоди – ускладнює процес розроблення і прийняття узгоджених рішень. Для осмисленого порівняння в часі і просторі потрібні чіткі визначення ключових понять [5]. Однак вченим як екологам, так і економістам, ще не вдалося стандартизувати визначення та сформувати систему вимірювання екосистемних послуг. Вагомих результатів у цій царині досягли саме представники трансдисциплінарного наукового напряму – екологічної економіки. Розглянемо означення, які використовують у літературі для характеристики окремих аспектів екосистемних послуг.

Процеси в екосистемах. Згідно зі "Словником термінів біології", виданим "Elsevier" "процес" означено як "низку подій, реакцій або операцій, які призводять до досягнення певного результату" [36]. Звідси випливає, що процеси в екосистемі – це складні взаємодії між біотичними і абіотичними елементами екосистеми, що охоплюють у широкому сенсі циклічність матерії і потік енергії [26]. Хоч це означення набуло широкого визнання, вчені все ж інтерпретують і класифікують процеси неоднаково. Так, Белмфорд і співавтори [2] розрізняють "основні екосистемні процеси" (напр., продукування живильних речовин, їхній розклад і кругообіг води), "корисні екосистемні процеси" (напр., продукування біомаси, запилення, біологічний контроль, середовище проживання і асиміляція відходів), і "вигоди" (напр., їжа, прісна вода).

Функції екосистем. Де Грот [11] визначає функції екосистеми як "потенціал природних процесів і компонентів стосовно виробництва товарів і послуг, які задовольняють прямі або непрямі потреби людини ". Отже, функції – це сукупність біофізичних структур і процесів, які забезпечують послуги [13]. Вони можуть стосуватися умов проживання, біологічних або системних властивостей чи процесів [7]. Більшість авторів погоджуються, що товари і послуги створюються екологічними функціями (або процесами) [7, 9]. Переважно термін "екосистемна функція" розглядаються радше як "можливості", але часто використовують в більш загальному ставленні до процесів, які проходять в межах екосистеми (такі як кругообіг живильних речовин) [22]. Часто ці два терміни "екосистемні функції" і "екосистемні процеси" використовують як синоніми навіть у межах одного дослідження [7].

Послуги екосистем. Послуги екосистем можуть бути визначені як "набір функцій екосистем, які є корисними для людини" [24]. Вони є наслідком допоміжних процесів, які діють в різних часових і просторових масштабах [16]. Ці загальні означення набули широкого використання, проте класифікації послуг та застосування цієї системи для прийнятті рішень є свідченням низки невизначеностей. Зокрема, існують різні семантичні значення терміну екосистемних послуг, залежно від конкретної мети [17].

За словами Костанза і Фольке, екосистемні послуги "репрезентують отримання людських переваг від екосистемних функцій, прямо чи опосередковано" [7]. За визначенням Г. Дейлі [9], екосистемні послуги (на означення яких він використовує термін "послуги природи") – це "умови і процеси", а також "життєзабезпечувальні функції". В означенні документу ООН *Millenium Ecosystem Assessment* (МЕА) [28], яке широко використовували у міжнародних наукових дослідженнях, наголошено на тісному зв'язку екосистемних послуг та вигід, які створюються прямо чи опосередковано екологічними системами для людини.

На основі підходу МЕА у межах міжнародного проекту "Економіка екосистем та біорізноманіття" (ЕЕБ) екосистемні послуги визначають як прямий і непрямий внесок екосистем у добробут людини [34].

Бойд і Банзаф [5] застосовують альтернативний підхід. За їхнім визначенням, екосистемні послуги – це екологічні компоненти (зокрема екологічна структура), які безпосередньо споживають або використовують для створення людського добробуту [5]. Отож, непрямі процеси і функції не вважають екосистемними послугами, а проміжними екологічними компонентами. На відміну від цього означення, Фішер і співавтори [17] припускають, що екосистемні послуги – це "певне використання екосистем (активне чи пасивне) для створення добробуту людини". Тому послуги охоплюють організацію, структуру екосистем, а також процеси та/або функції, якщо вони прямо або опосередковано споживаються людиною.

На погляд Є.В. Мішеніна, Н.В. Олійника [45], екосистемні послуги доцільно визначати як економічні вигоди, які отримують економічні суб'єкти від використання існуючих функцій екосистем, а також таких, що утворюються внаслідок генерування, відновлення, підтримки, регулювання екосистемних процесів, які формуються внаслідок цілеспрямованої діяльності тих або інших суб'єктів господарювання різних форм власності та рівнів ієрархічного управління. Поряд з цим, згадані автори зазначають, що більшість визначень екосистемних послуг потребують проведення економічної (вартісної) ідентифікації екосистемних послуг.

Послуги ландшафту порівняно з послугами екосистем. Інший підхід полягає у визначенні функцій і послуг в масштабі ландшафту для того, щоб інтегрувати цю концепцію у вирішенні питань землекористування. Усвідомлення того, що ландшафти забезпечують безліч функцій та існує можливість багатьох видів землекористування, зумовлює збільшення дослідницького інтересу до питання зв'язків між землекористуванням і функціями ландшафту [1, 31, 39]. Отже, терміни "функції ландшафту", а також "послуги ландшафту" стають більш вживаними в науковій літературі [3, 13, 41].

Термін "ландшафтні послуги" є менш поширеним. Оскільки "ландшафти" (на відміну від "екосистем") є більш привабливими для неекологічних наукових досліджень і можуть бути пов'язані з навколишнім середовищем локально, то цей термін переважно використовують як уточнення (а не альтернативу) до екосистемних послуг. Окрім цього, в деяких статтях використовуються терміни "екологічні", або "зелені" послуги [35]. Отже, як видно з наведеного аналізу, терміни "функції ландшафту" і "послуги ландшафту" використовують як синоніми функцій і послуг екосистем, проте автори мають різні тлумачення, а серед дослідників цієї тематики все ще триває дискусія щодо змісту термінів.

Вигоди. Вигоди – це те, що впливає на добробут людей [17]. Добробут визначають, як безкінечний процес, спрямований у напрямок протилежний до бідності, яка, своєю чергою, визначена як "позбавлення добробуту" [29]. Ресурси добробуту охоплюють такі чинники, як естетика, задоволення, різні форми відпочинку, підтримка здоров'я людини, уникнення фізичних пошкоджень і їжа [5]. Дотримуючись цього означення, вигоди можна розглядати як зв'язок між добробутом людини та екосистемою, який з теоретичного погляду можна економічно оцінити. Вигоди, які люди отримують від екосистем, є похідними від послуг [17]. Водночас зазначимо, що, як згадувалося вище, у звіті МЕА [28], а також деяких працях [7] послуги та вигоди розглядають як синоніми.

В окремих публікаціях вітчизняних авторів [43] пропонують також виділити інвестиції в екосистемні послуги: "підтримувальні", спрямовані на збереження природного стану природних об'єктів; "відновлювальні", пов'язані з реставрацією, відновленням, реабілітацією деструктивних екосистем; інвестиції в екосистемні послуги, у вузькому розумінні, пов'язані з обмеженням використання природних ресурсів місцевим населенням та іншими особами, організаціями. Окремо розглядають "поліпшуючі" екологічні інвестиції, пов'язані з технологічним розвитком, та "компенсувальні" (створення технічних умов, конструкцій і механізмів з метою відшкодування екологічних втрат, створення технічних об'єктів, що заміщують їхні функції).

Ринки послуг екосистем. Дедалі частіше застосовують у природоохоронній діяльності такий інструмент, як створення ринків послуг екосистем. Застосування цього інструменту на практиці потребує здійснення грошових виплат землевласникам, які охороняють (чи просто виводять з господарського обігу) певні екологічно цінні ділянки їх території, або ж заліснюють (залужнюють) їх. Виплати здійснюють з фондів, які формують з коштів, що їх платять "покупці" екологічних послуг (напр., компанії-власники електростанцій для придбання так званих вуглецевих кредитів). Екологічно свідомі громадяни, компанії, громадські організації можуть обміняти кредити на екологічні послуги новостворених ринків (напр., кредити на збереження боліт чи вуглецеві кредити) на спеціальних біржах, таких як Chicago Climate Exchange. Згадані виплати та ринки охоплюють широкий спектр послуг екосистем – охорона вододілів, болотних екосистем, підтримання біорізноманіття та зникаючих видів, депонування вуглецю та ін. У деяких сферах ринки екологічних послуг дотепер перебувають у зародковому стані, проте деякі вже вийшли на поважний рівень [46].

Концептуальні зв'язки між ключовими термінами. Хейнс-Янг і Потшін [19] запропонували схематичну основу для оцінювання зв'язку екосистеми з добробутом людини (рис. 1), яку було використано, наприклад, у проекті "Економіка екосистем та біорізноманіття: еколого-економічні основи" [34].

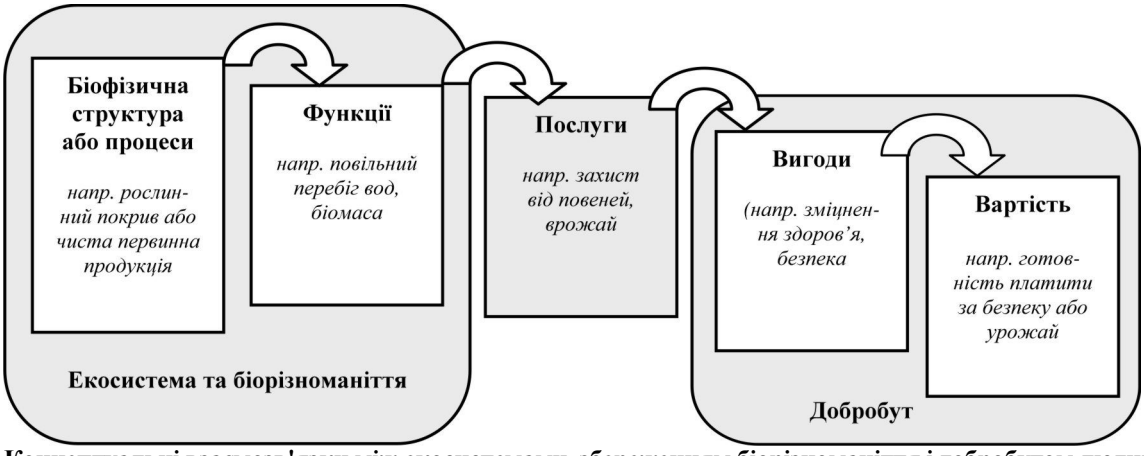


Рис. 1. Концептуальні взаємозв'язки між екосистемами, збереженням біорізноманіття і добробутом людини [19]

У запропонованій схемі розрізняють екологічні процеси і функції, а також забезпечувальні послуги та результати, які людина сприймає як вигоди. Однак у реальному світі взаємозв'язки не такі прості і лінійні. Хоч в загальному запропонована структура достатньо широко використовується у дослідженнях, відмінність між термінами "функції", "послуги" екосистем та "вигоди" все ще перебуває на стадії наукового обговорення [13, 17]. Можливість інтеграція процесів ідентифікації та оцінювання екосистемних послуг в управлінські рішення схематично зображено на рис. 2.

Формування багатофункціональних ландшафтів. Занадто часто на практиці антропогенні ландшафти спрямовані на виконання передусім однієї функції, наприклад, орні землі для продукування продуктів харчування, або парки для відпочинку. Отже, ландшафт, виконуючи насамперед одну функцію, стає важливим лише з погляду економічних, екологічних чи соціально-культурних аспектів. Багатофункціональний ландшафт створює можливості для надання послуг у низці сфер, які можуть охоплювати всі три з цих вимірів [12]. Багатофункціональність в контексті

сталого розвитку передбачає, що ландшафтом забезпечуються численні екологічні, соціальні та економічні функції [40], на додаток до розгляду інтересів різних землевласників і землекористувачів [30]. Брандт і Веджре [6] наголошують на важливості зосередження уваги на "місцевих ландшафтах" або "інтенсивно використовуваних ландшафтах" як таких, що мають найбільший потенціал для досягнення багатофункціональності. Цей підхід передбачає, що не потрібно вибирати між, здавалося б, взаємовиключними цілями збереження природного довкілля та урбанізації, але що є змога планувати ландшафт, зосереджуючись водночас на досягненні кількох завдань [18, 25].

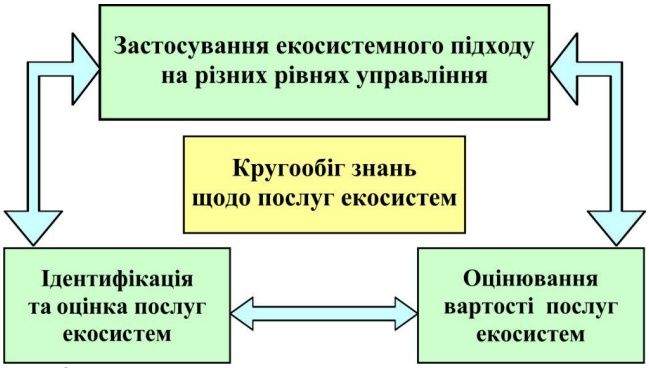


Рис. 2. Інтеграція процесу ідентифікації та оцінювання послуг екосистем в управлінські рішення

Концепція багатофункціональності пов'язана з високим рівнем цільності населення та антропогенізації ландшафтів, і тому набула широкого застосування у багатьох країнах Європи та Азії.

Аналогічний підхід екологічного сільського господарства (ecoagriculture – англ.) заохочує розвиток багатофункціональних ландшафтів, які забезпечують стійке виробництво продуктів харчування, збереження біорізноманіття, захист екосистемних послуг та скорочення масштабів бідності [27]. Крім збереження біорізноманіття як конкретної мети, воно має велике значення для функціонування екосистем [38, 33, 37], оскільки внаслідок інтенсифікації землекористування збіднюється біорізноманіття через втрату екологічної гетерогенності [4]. Ґрунтуючись на концепції багатофункціональності ландшафу, підхід ecoagriculture більш творчо розглядає можливість створення сільськогосподарських ландшафтів, так щоб одночасно поліпшити виробництво та екологічні функції ландшафту [27].

Висновки. Концепція екосистемних послуг є спробою впорядкувати відносини між людиною і природою на тих самих принципових засадах, на яких базуються наші повсякденні стосунки з комерційними структурами, державними і громадськими організаціями. Результати оцінки екосистемних послуг можуть бути використані як інформаційна основа для планування землекористування та природоохоронної діяльності, вироблення політики в інтересах сталого розвитку, розрахунку розмірів екологічної компенсації, та планування розвитку громад. Зокрема аналіз екосистемних послуг може бути інтегрованим у планування розвитку мережі природоохоронних територій, зокрема виявлення ділянок території, які можуть бути призначені для надання кількох екосистемних послуг, а не тільки для охорони біорізноманіття, на що зазвичай спрямоване їхнє створення. Концепція екосистемних послуг може стати важливою методологічною основою для втілення у життя інших концепцій, таких як формування багатофункціональних ландшафтів, екологічне сільське господарство, планування сталого землекористування.

ЛІТЕРАТУРА

1. Bakkera M.M. Modelling land change: the issue of use and cover in wide-scale applications / M.M. Bakkera, A. Veldkamp // Journal of Land Use Science. – 2008. – Val. 3(4). – P. 203-213.

2. Balmford A. The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Scoping the Science / A. Balmford, A.S.L. Rodrigues, M. Walpole, P. ten Brink, M. Kettunen, L. Braat and R.S. de Groot // ENV/070307/2007/486089/ETU/B2, Cambridge, UK (European Commission). – 2008. – Val. 4(1). – P. 103-108.

3. BastianO. Analyse und ökologische Bewertung der Landschaft, Heidelberg / O. Bastian, K.-F. Schreiber eds. – Berlin (Spektrum), 2nd edn. – 1999. – Val. 4. – P. 23-25.

4. Benton T.G. Farmland biodiversity: is habitat heterogeneity the key Trends in Ecology and Evolution / T. G. Benton, J.A. Vickery, and J.D. Wilson. – 2003. – Val. 18. – P. 182-188.

5. Boyd J. What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units / J. Boyd, S. Banzhaf // Ecological Economics. – 2007. – Val. 63(2-3). – P. 616-626.

6. Brandt J. Multifunctional landscapes – motives, concepts and perspectives / J. Brandt and H. Vejre, editors // Multifunctional Landscapes – Vol. I: Theory, Value, and History. WIT, Boston, Massachusetts, USA. – 2004. – P. 3-31.

7. Costanza R. The value of the world's ecosystem services and natural capital / R. Costanza, R. d'Arge, de R.S. Groot, S. Farber, M. Grasso, B. Hannon, K. Limburg, S. Naeem, R.V. Oneill, J. Paruelo, R.G. Raskin, P. Sutton, M. vandenBelt. – Nature. – 1997. – Val. 387(6630). – P. 253-260.

8. Daily G.C. Developing a scientific basis for managing Earth's life support systems / G.C. Daily // Conservation Ecology. – 1999. – Val. 3(2). – P. 23-29.

9. Daily G.C. Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems / G.C. Daily, ed. – Washington DC (Island Press). – 1997.

10. de Groot R.S. Environmental Functions as a Unifying Concept for Ecology and Economics / R.S. de Groot // Environmentalist. – 1987. – Val. 7(2). – P. 105-109.

11. de Groot R.S. Functions of Nature: Evaluation of nature in environmental planning, management and decision making / R.S. de Groot. – Groningen (Wolters-Noordhoff BV). – 1992

12. de Groot R.S. Function-analysis and valuation as a tool to assess land use conflicts in planning for sustainable, multi-functional landscapes / R.S. de Groot // Landscape and Urban Planning. – 2006. – Val. 75(3-4). – P. 175-186.

13. de Groot R.S. Challenges in integrating decision making / R.S. de Groot, R. Alkemade, L. Braat, L. Hein, L. Willemen // Ecological Complexity. – 2010. – Val. 7(3). – P. 260-272.

14. de Groot R.S. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services / R.S. de Groot, M.A. Wilson, R.M.J. Boumans // Ecological Economics. – 2002. – Val. 41(3). – P. 393-408.

15. Ehrlich P.R. Extinction: The Causes and Consequences of the Disappearance of Species / P.R. Ehrlich, A.H. Ehrlich. – New York (Random House). – 1981.

16. Farber S. Linking ecology and economics for ecosystem management / S. Farber, R. Costanza, D.L. Childers, J. Erickson, K. Gross, M. Grove, C.S. Hopkinson, J. Kahn, S. Pincetl, A. Troy, P. Warren, M. Wilson. – BioScience. – 2006. – Val. 56(2). – P. 121-133.

17. Fisher B. Defining and classifying ecosystem services for decision making / B. Fisher, R.K. Turner, P. Morling // Ecological Economics. – 2009. – Val. 68(3). – P. 643-653.

18. Gorenflo L.J. Agricultural capacity and conservation in high biodiversity forest ecosystems / L.J. Gorenflo, K. Brandon. – Ambio. – 2005. – Val. 34. – P. 199-204.

19. Haines-Young, R. and Potschin, M. The links between biodiversity, ecosystem service and human well-being / Raffaelli, D.G. and Frid, C.L.J., eds., Ecosystem Ecology: A New Synthesis, Ecological Reviews, Cambridge. – New York (Cambridge University Press). – 2010. – P.110-139

20. Heal G. Valuing ecosystem services / G. Heal // Ecosystems. – 2000. – Val. 3(1)). – P.24-30.

21. Helliwell D.R. Valuation of wildlife resources / D.R. Helliwell // Regional Studies. – 1969. – Val. 3(1). – P. 41-47.

22. Jax K. Function and 'functioning' in ecology: what does it mean? / K. Jax // Oikos. – 2005. – Val. 111(3). – P. 641-648.

23. King R.T. Wildlife and man / R.T. King // New York Conservationist. – 1966. – Val. 20(6). – P. 8-11.

24. Kremen C. Managing ecosystem services: what do we need to know about their ecology? / C. Kremen // Ecology Letters. – 2005. – Val. 8(5). – P. 468-479.

25. León M.C. Live fences and landscape connectivity in a neotropical agricultural landscape / M.C. León, C.A. Harvey // Agroforestry Systems. – 2006. – Val. 68. – P. 15-26.

26. Lyons K.G. Rare species and ecosystem functioning / K.G. Lyons, C.A. Brigham, B.H. Traut, M.W. Schwartz // Conservation Biology. – 2005. – Val. 19(4). – P. 1019-1024.

27. McNeely J.A.. Ecoagriculture – strategies to feed the world and save wild biodiversity / J.A. McNeely, S.J. Scherr // Island Press. – Washington, D.C., USA. – 2003.

28. MEA. Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment, Millennium Ecosystem Assessment Series. – Washington, DC (Island Press). – 2003.

29. MEA. Ecosystems and Human Well-being: Multiscale Assessment, Millennium Ecosystem Assessment. – Series 4. – Washington, DC (Island Press). Google Books. – 2005.

30. Otte A. Biodiversity at the landscape level: recent concepts and perspectives for multifunctional land-use / A. Otte, D. Simmering, V. Wolters // Landscape Ecology. – 2007. – Val. 22. – P. 639-642.

31. Perez-Soba M. Land use functions – a multifunctionality approach to assess the impact of land use change on land use sustainability / M. Perez-Soba, S. Petit, L. Jones, N. Betrand, V. Briquel, L. Omodei-Zorini, C. Contini, K. Helming, J.H. Farrington, M.T. Mosselo, D. Wascher, F. Kienast, R.S. de Groot // Sustainability Impact Assessment of Land Use Changes. – Berlin; New York (Springer), 2008. – P.375-404

32. Rounsevell, M.D.A. P.A.A conceptual framework to assess the effects of environmental change on ecosystem services / M.D.A. Rounsevell, T.P. Dawson, P.A. Harrison // Biodiversity and Conservation. – 2010. – Val. 19(10). – P. 2823-2842.

33. Swift M.J. Biodiversity and ecosystem services in agricultural landscapes – are we asking the right questions Agriculture / M. J. Swift, A. M.N. Izac, and M. van Noordwijk // Ecosystems and Environment. – 2004. – Val. 104. – P. 113-134.

34. TEEB. The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Ecological and Economic Foundations / P. Kumar, ed. – London (Earthscan). – 2010.

35. Termorshuizen J.W. Landscape services as a bridge between landscape ecology and sustainable development / J.W. Termorshuizen, P. Opdam // Landscape Ecology. – 2009. – Val. 24(8). – P. 1037-1052.

36. Tirri R. Elsevier's Dictionary of Biology / R. Tirri, J. Lehtonen, R. Lemmetyinen, S. Pihakaski, P. Portin. – Amsterdam (Elsevier), 1998.

37. Tscharntke R. Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity – ecosystem service management / R. Tscharntke, A.M. Klein, A. Kruess, I. Steffan-Dewenter, and C. Thies // Ecology Letters. – 2005. – Val. 8. – P. 857-874.

38. Vandermeer J. The importance of matrix quality in fragmented landscapes: understanding ecosystem collapse through a combination of deterministic and stochastic forces / J. Vandermeer, B.B. Lin // Ecological Complexity. – 2008. – Val. 5(3). – P. 222-227.

39. Verburg P.H. From land cover change to land function dynamics: A major challenge to improve land characterization / P.H. Verburg, J. van de Steeg, A. Veldkamp, L. Willemen // Journal of Environmental Management. – 2009. – Val. 90(3). – P. 1327-1335.

40. Wiggering H. The concept of multifunctionality in sustainable land development / H. Wiggering, K. Muller, A. Werner, and A. Helming. – Pages 3-18 in K. Helming and H. Wiggering, editors. Sustainable Development of Multifunctional Landscapes. Springer. – Verlag, Berlin, Germany. – 2003.

41. Willemen L. Space for people, plants, and livestock Quantifying interactions among multiple landscape functions in a Dutch rural region / L. Willemen, L. Hein, M.E.F. van Mensvoort, P.H. Verburg // Ecological Indicators. – 2010. – Val. 10(1). – P. 62-73.

42. Wilson M.A. Economic valuation of freshwater ecosystem services in the United States: 1971-1997 / M.A. Wilson, S.R. Carpenter // Ecological Applications. – 1999. – Val. 9(3). – P. 772-783.

43. Арестов С.В. Методика экономической оценки экологических инвестиционных проектов / С.В. Арестов // Научный вестник. – 2005. – № 7(19). – С. 12-17.

44. Закон України про основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року // Відомості Верховної Ради України, 2011. – № 26. – Ст. 218.

45. Мішенін Є.В. Розвиток ринку екосистемних послуг як напрямок посткризового зростання економіки України / Є.В. Мішенін, Н.В. Олійник // Механізм регулювання економіки. – 2010. – № 3, т. 3. – С. 104-116.

46. Соловій І.П. Порівняльна оцінка послуг лісових екосистем у різних регіонах України / І.П. Соловій, Л.Ф. Монастирська, Б.Б. Полеха // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2009. – Вип. 19.6. – С. 79-85.

И.П. Соловий, Т.Я. Кулешник

ПОНИМАНИЕ КЛЮЧЕВЫХ ТЕРМИНОВ КОНЦЕПЦИИ ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ, УЧИТЫВАЯ ПЕРСПЕКТИВЫ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЛАНДШАФТОВ

Проанализированы основные термины в области оценки экосистемных услуг и существующие отличия в их трактовке. Осуществлен обзор научных исследований и международных проектов в области экосистемных услуг, направленных на генерирование новых знаний и использование этого подхода на практике путем совершенствования системы управления ландшафтами на эколого-экономических принципах.

***Ключевые слова*:** услуги экосистем, функции экосистем, экосистемные процессы, функции ландшафта, выгоды, рынки услуг экосистем, благосостояние, многофункциональные ландшафты.

I.P. Soloviy, T.Ya. Kuleshnyk

INTERPRETATION OF ECOSYSTEM SERVICES CONCEPT KEY TERMS FROM THE PERSPECTIVE OF ECOLOGICAL ECONOMIC STUDIES AT LANDSCAPE LEVEL

The article analyzes the key terms in the field of ecosystem services evaluation and their different interpretations. The relevant scientific studies and international projects in the field of ecosystem services reviewed taking into account their contribution in generating new knowledge and potential to implementation by improving the system of landscapes management involving environmental and economic considerations.

***Keywords*:** ecosystem services, ecosystem functions, ecosystem processes, ecosystem services markets, benefits, well-being, multifunctional landscapes.

8. ЛІСОВА ІНЖЕНЕРІЯ: ТЕХНІКА, ТЕХНОЛОГІЯ, ДОВКІЛЛЯ

*УДК 630.*377.4*

Н.І. БИБЛЮК[1], М.І. ГЕРИС[2], М.М. БОРИС[3]

МОДЕЛЮВАННЯ КРИВОЛІНІЙНОГО РУХУ ТА ОЦІНКА СТІЙКОСТІ І КЕРОВАНОСТІ КОЛІСНИХ ЛІСОТРАНСПОРТНИХ МАШИН ІЗ ШАРНІРНО-ЗЧЛЕНОВАНОЮ РАМОЮ

Анотація. Розроблено математичну модель курсового криволінійного руху узагальненої лісотранспортної машини із шарнірно-зчленованою рамою з урахуванням параметрів опорної поверхні лісових доріг, пакета деревини, характеристик відведення шин, гідравлічного механізму повертання, кутових коливань мас системи у горизонтальній та вертикальній поперечній площинах. Установлено закономірності зміни курсової стійкості та керованості колісних лісотранспортних засобів із шарнірною рамою залежно від експлуатаційних факторів й конструктивних параметрів та обґрунтовано раціональні параметри конструкції колісних лісотранспортних систем.

Ключові слова: *колісні лісотранспортні машини, математична модель, курсова стійкість, керованість руху.*

Вступ. Сучасні тенденції ефективного використання енергетичних ресурсів і впровадження ресурсоощадних технологій потребують оснащення лісових підприємств новою технікою і обладнанням, які би відповідали прогресивним виробничим та екологічним вимогам.

Одним із важливих шляхів підвищення продуктивності праці в лісовій галузі України є широке використання на лісозаготівлі спеціальних лісових машин з колісними рушіями, які мають низку переваг проти гусеничних. Як засвідчує досвід країн Західної Європи та Америки (Скандинавські країни, Чехія, Словаччина, Канада, США та ін.), на сьогодні колісні рушії є базовими для поширених харвестерів і форвардерів. Ці машини мають шарнірно-зчленовану конструкцію рами, 6 чи 8 коліс, які зазвичай всі є тяговими і мають високу мобільність. Використання широкопрофільних шин з низьким внутрішнім тиском поліпшує їхні експлуатаційні властивості та знижує пошкодження ґрунту. Вагомою підставою для впровадження колісних машин є і встановлений Законом України мораторій на застосування гусеничних тракторів, які переважно використовують на лісозаготівлі.

Метою дослідження є встановлення закономірностей зміни курсової стійкості та керованості колісних лісотранспортних засобів із шарнірною рамою залежно від експлуатаційних факторів, конструктивних параметрів і розроблення рекомендацій, спрямованих на підвищення рівня їх експлуатаційної досконалості.

Методика та об'єкти дослідження. В основу теоретичного дослідження покладено головні засади класичної механіки, теорії руху колісних машин, методів математичного моделювання та розв'язання систем нелінійних диференціальних рівнянь. Натурні експерименти та їх аналіз виконувалися з використанням методів планування експерименту та математичної статистики.

Аналіз літературних джерел показав, що на сьогодні найповніше вивчено питання криволінійного руху автомобілів [4, 6]. Практично відсутні дослідження процесу транспортування деревини колісною лісотранспортною машиною із шарнірно-зчленованою рамою в навантаженому стані. На підставі виконаного аналізу літературних джерел обґрунтовано показники оцінки курсової стійкості й керованості колісної лісотранспортної системи (КЛТС) із шарнірною рамою та встановлено параметри, що на них впливають [1, 2, 5]. Вибрано методи теоретичного та експериментального дослідження процесів їх руху [3, 4, 7].

Для вивчення впливу конструктивних параметрів та експлуатаційних факторів на стійкість руху та керованість КЛТС розроблено математичні моделі курсового криволінійного руху узагальненої (рис. 1) та типових колісних лісотранспортних машин із шарнірно-

[1] **БИБЛЮК Нестор Іванович –** дійсний член Лісівничої академії наук України, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри лісових машин і гідравліки. Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів, 79057. Тел.: +38(032) 239-27-69. E-mail: byblyuk@ukr.net.

[2] **ГЕРИС Микола Іванович –** кандидат технічних наук, доцент кафедри лісових машин і гідравліки. Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів, 79057. Тел.: +38(032) 239-27-69. E-mail: mherys@ukr.net.

[3] **БОРИС Микола Михайлович –** член-кореспондент Лісівничої академії наук України, кандидат технічних наук, доцент. Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів, 79057. Тел.: +38(032) 233-96-69. E-mail: borysmm@ukr.net

зчленованою рамою [2] з урахуванням параметрів опорної поверхні лісових доріг, пакета деревини, характеристик відведення шин, гідравлічного механізму повертання, кутових коливань у горизонтальній та вертикальній поперечній площинах.

Розрахункова схема (рис. 1), еквівалентна лісотранспортній машині, що криволінійно рухається, складається з мас транспортних ланок: передньої m_{T1} і задньої m_{T2} секцій тягача із шарнірною рамою і розпуска m_P (з моментами інерції відповідно J_{T1}, J_{T2} та J_P), з'єднаних між собою керованими кінематичними зв'язками в точках O_1 і O_2, дискретних мас m_{cr} (r =1,2) і m_{xj} (j =1,2) пакета стовбурів з радіусами інерції відповідно ρ_{zcr} та ρ_{zxj}, з'єднаних плоскими шарнірами із задньою секцією тягача і розпуском у точках O_3 і O_4. У шарнірних з'єднаннях лісотранспортної системи діють поздовжні і поперечні сили: $F_ш$ і $Y_ш$ – у шворневому з'єднанні напіврам тягача; F_c і Y_c – у тягово-зчіпному пристрої тягача; F_{c1}, Y_{c1}, і F_{c2}, Y_{c2} – у шворневих з'єднаннях пакета стовбурів відповідно з тягачем і розпуском. У шарнірному з'єднанні тягача прикладено також пружні моменти, які обумовлені наявністю гідроприводу механізму складання – $M_{\gamma m}$ і блокувального пристрою, розміщеного у вертикальному шарнірі – $M_{\beta ш}$.

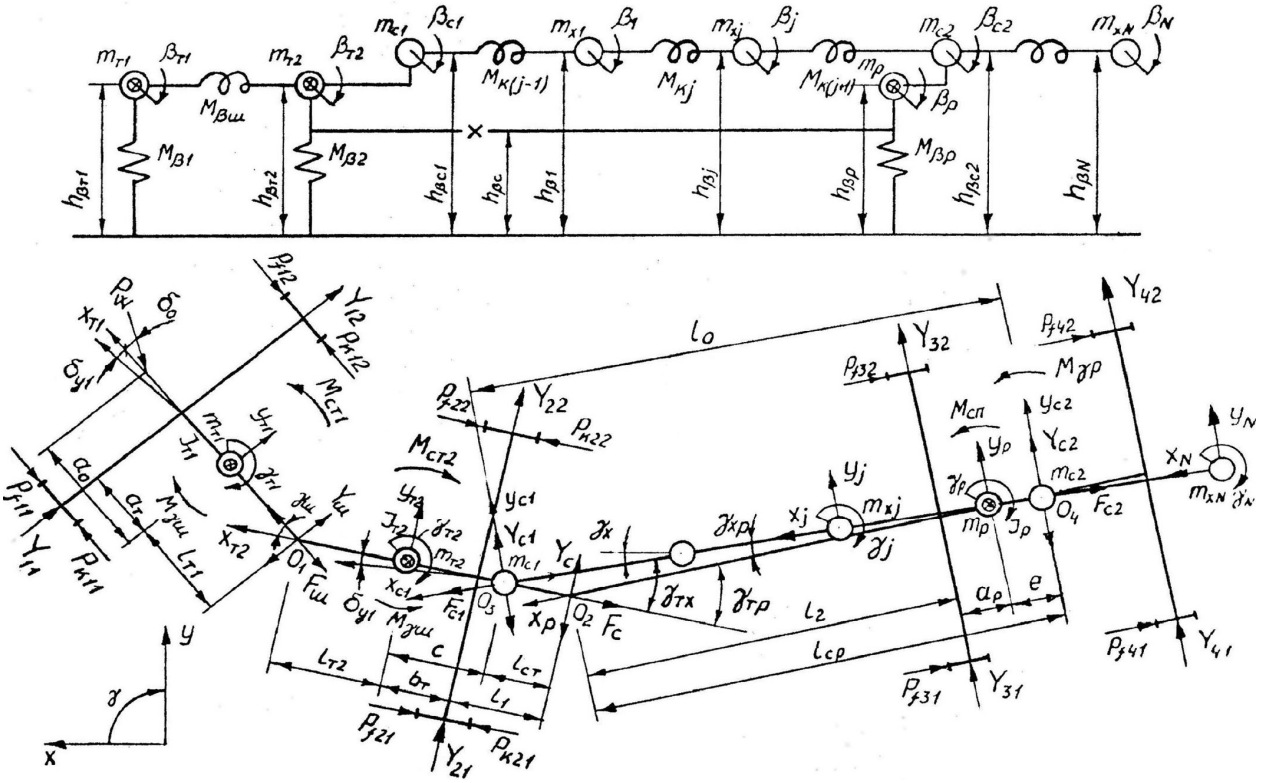


Рис. 1. Розрахункова схема узагальненої колісної лісотранспортної машини із шарнірною рамою

На l-ні (ліві l=1, праві l=2) колеса k-ої (k = 1,2) осі діють колові сили P_{kkl}, сили опору рухові P_{fl}, бокові сили Y_{kl} і моменти стабілізації M_{kl}. У центрі парусності тягача прикладена сила опору повітря P_W, до мас передньої і задньої секцій тягача і розпуска – моменти опору повертанню M_{CT1}, M_{CT2} і $M_{CП}$, а до мас задньої секції тягача і розпуска – моменти тертя "коника" до "підконикової" рами $M_{\gamma T}$ і $M_{\gamma P}$. Поперечні похили мас транспортних ланок обумовлені пружними властивостями шин та пакета стовбурів і моделюються пружинами з жорсткістю $c_ш$ та коефіцієнтом опору $k_ш$ для шин, c_j та k_j для пакета під час згинання і $c_к$ та $k_к$ для пакета під час скручування. Незалежними координатами системи є поздовжні, поперечні та кутові переміщення в горизонтальній і поперечній площинах секцій тягача x_{T1}, y_{T1}, γ_{T1}, β_{T1}, x_{T2}, y_{T2}, γ_{T2}, β_{T2}, розпуска x_P, y_P, γ_P, β_P, а також дискретних мас пакета стовбурів x_j, y_j, γ_j, β_j.

Під час складення рівняння руху припускаємо, що залежність поперечної реакції в контакті колеса з дорогою має лінійних характер, а максимальне її значення обмежується зчепленням шини з дорогою, коливання транспортних ланок малі, а кути відведення $\delta_в$ лівих і правих коліс однієї осі однакові. З урахуванням конструктивних особливостей лісотранспортних машин, прийнятих допущень та відповідно до розроблених еквівалентних розрахункових схем із застосуванням принципу Д'Аламбера, виведено рівняння руху досліджуваних лісотранспортних систем.

1. Рівняння переміщень зв'язків:

- бокові й поздовжні швидкості в точках з'єднання ланок між собою та пакетом стовбурів

$$\left.\begin{aligned} &\dot{x}_{Ш} = \dot{x}_{T1} - \dot{y}_{T1}\gamma_{Ш} = \dot{x}_{T2};\ \dot{x}_C = \dot{x}_{T2} - \dot{y}_{T2}\gamma_{TP} = \dot{x}_P;\\ &\dot{y}_C = \dot{y}_{T2} - (b_{T2}+l_1)\dot{\gamma}_{T2} - (h_{\beta T2}-h_{cT2})\dot{\beta}_{T2} + \dot{x}_{T2}\gamma_{TP} =\\ &= \dot{y}_P + (l_2+a_P)\dot{\gamma}_P - (h_{\beta P}-h_{\beta c})\dot{\beta}_P;\\ &\dot{x}_{C1} = \dot{x}_{T1} - \dot{y}_{C1}\gamma_{TX};\ \dot{x}_{C2} = \dot{x}_P - \dot{y}_{C2}\gamma_{XP}; \end{aligned}\right\} \quad (1)$$

- поздовжні, бокові лінійні та поперечні кутові швидкості дискретних мас пакета стовбурів

$$\left.\begin{aligned} &\dot{x}_j = 0,5(\dot{x}_{C1} + \dot{x}_{C2});\\ &\dot{y}_j = (1-\lambda_j)\dot{y}_{C1} + \lambda_j\dot{y}_{C2} + \dot{y}_{Xj} + h_{\beta j}\dot{\beta}_{Xj};\\ &\dot{y}_{C1} = \dot{y}_{T2} + d\dot{\gamma}_{T2} - h_{\beta C1}\dot{\beta}_{T2} + \dot{x}_{T2}\gamma_{TX};\\ &\dot{y}_{C2} = \dot{y}_P + e\dot{\gamma}_P - h_{\beta C2}\dot{\beta}_P + \dot{x}_P\gamma_{XP};\\ &\dot{\beta}_j = (1-\lambda_j)\dot{\beta}_{T2} + \lambda_j\dot{\beta}_P + \dot{\beta}_{Xj}; \end{aligned}\right\} \quad (2)$$

- кути складання

$$\left.\begin{aligned}\gamma_{Ш}=\gamma_{T1}+\gamma_{T2};\quad \gamma_{TP}=\gamma_{T2}-\gamma_P;\\ \gamma_{TX}=\gamma_{T2}-\gamma_X;\quad \gamma_{XP}=\gamma_X-\gamma_P;\end{aligned}\right\} \qquad (3)$$

- кути повороту поздовжньої осі *j*-ої дискретної маси пакета стовбурів у горизонтальній площині

$$\gamma_X=(\gamma_{C1}-\gamma_{C2})/l_0;\ \gamma_j=\gamma_X+\gamma_{X_j}; \qquad (4)$$

- кут між вектором швидкості і поздовжньою віссю попередньої секції тягача, кутовий прогин шин і кути відведення *k*-х осей

$$\left.\begin{aligned}\delta_0=\gamma_{T1}-\delta_{y1};\delta_{\beta шk}=\beta_0-\beta_k;\\ \delta_{yk}=\theta_k\left(\dot y_m+r_k\dot\gamma_m\right)/\dot x_m;m\in T_1,T_2,P\end{aligned}\right\} \qquad (5)$$

де β_0 – поперечний ухил дороги; θ_k – кут повороту *k*-ої осі; $\theta_k=S_k/R_m$; де S_k – відстань від *k*-ої осі до точки перетину поздовжньої осі ланки з перпендикуляром, опущеним до неї з миттєвого центра кривизни траєкторії ланки; R_m – радіус повороту ланки (відстань від миттєвого центра кривизни траєкторії до поздовжньої осі ланки); $r_k=(a_m-a_k)$, де a_k – відстань від *k*-ої до передньої осі.

2. Рівняння руху

- уздовж поздовжньої осі

$$\left.\begin{aligned}&m_{T1}\ddot x_{T1}-m_{T1}h_{\alpha T1}\ddot\alpha_{T1}+P_W-F_{ш}+P_{k1}-P_{f1}=0;\\ &m_{T2}\ddot x_{T2}-m_{T2}h_{\alpha T2}\ddot\alpha_{T2}+F_{ш}+Y_{ш}\gamma_{ш}+F_C+F_{C1}+Y_{C1}\gamma_{TX}+\\ &+P_{k1}-P_{f1}=0;\\ &m_P\ddot x_P-m_Ph_{\alpha P}\ddot\alpha_P-F_C+Y_C\gamma_{TP}+F_{C2}-Y_{C2}\gamma_{TP}-\sum_{k=3}^{4}P_{jk}=0;\\ &\sum_{j=1}^{N}m_{Xj}\ddot x_j-\sum_{r=1}^{2}P_{Cr}=0;\end{aligned}\right\} \qquad (6)$$

- у горизонтальній площині

$$\left.\begin{aligned}&m_{T1}\ddot y_{T1}-m_{T1}h_{\beta T1}\ddot\beta_{T1}+P_W\delta_0+Y_{ш}-Y_1=0;\\ &J_{T1}\ddot\gamma_{T1}+P_W\delta_0a_0-l_{T1}Y_{ш}-a_TY_1-M_1+M_{CT1}-M_{\gamma ш}=0;\\ &m_{T2}\ddot y_{T2}-m_{T2}h_{\beta T2}\ddot\beta_{T2}-Y_{ш}-F_{ш}\gamma_{ш}+Y_C+Y_{C1}-F_{C1}\gamma_{TX}-Y_2=0;\\ &J_{T2}\ddot\gamma_{T2}-l_{T2}\left(Y_{ш}-F_{ш}\gamma_{ш}\right)-\left(b_T+l_1\right)Y_C+c\left(Y_{C1}-F_{C1}\gamma_{T1}\right)+\\ &+b_TY_2-M_2-M_{CT2}+M_{\gamma ш}=0;\end{aligned}\right\} \qquad (7)$$

$$\left.\begin{aligned}&m_P\ddot y_P-m_Ph_{\beta P}\ddot\beta_P-Y_C-F_C\gamma_{TP}+Y_{C2}+F_{C2}\gamma_{XP}-\\ &-\sum_{k=3}^{4}\left(Y_k-P_{fk}\theta_k\right)=0;\\ &J_P\ddot\gamma_P-\left(l_{T1}+a_P\right)\left(Y_C-F_C\gamma_{TP}\right)-e\left(Y_{C2}-F_{C2}\gamma_{XP}\right)-\\ &-\sum_{k=3}^{4}\left(r_kY_k-c_kP_{fk}\theta_k-M_k\right)+M_{CП}+M_{\gamma P}=0;\\ &\sum_{j=1}^{N}m_j\ddot y_j-\sum_{r=1}^{2}m_{Cr}\left(\ddot y_{Cr}-h_{Cr}\ddot\beta_{Cr}\right)-\sum_{r=1}^{2}Y_{Cr}=0;\\ &\sum_{j=1}^{N}m_{Xj}\left(\rho_{zj}^2+\upsilon_j^2\right)\ddot\gamma_P+\sum_{r=1}^{2}m_{Cr}\left(\rho_{zCr}^2+\upsilon_{Cr}^2\right)\ddot\gamma_X-\\ &-\sum_{j=1}^{N}m_{Xj}h_{\beta j}\left(\ddot\gamma_j+g\beta_j\right)\upsilon_j-Y_{C1}\upsilon_{C1}+Y_{C2}\upsilon_{C2}=0;\\ &m_{Xj}\ddot y_j-\sum_{\nu=1}^{N}\left(c_{j\nu}y_{X\nu}-k_{j\nu}\dot y_{X\nu}\right)=0;\\ &\sum_{j=1}^{N}m_{Xj}\left(\rho_{zj}^2+\upsilon_j^2\right)\ddot\gamma_j-\sum_{j=1}^{N}m_{Xj}h_{\beta j}\left(\ddot\gamma_j+g\beta_j\right)\upsilon_j+\\ &+\sum_{\nu=1}^{N}\upsilon_{j\nu}\left(c_{j\nu}y_{X\nu}-k_{j\nu}\dot y_{X\nu}\right)=0;\end{aligned}\right\} \qquad (8)$$

- у вертикальній поперечній площині

$$\left.\begin{aligned}&-m_{T1}h_{\beta T1}\left(\ddot y_{T1}-g\beta_{T1}\right)+P_W\delta_0h_{\beta T1}+M_{\beta ш}-M_{\beta1}-Y_1r_{\partial1}=0;\\ &-m_{T2}h_{\beta T2}\left(\ddot y_{T2}-g\beta_{T2}\right)-gm_{C1}h_{\beta C1}\beta_{T2}-M_{\beta ш}+Y_Ch_{\beta C}+\\ &+Y_{C1}h_{\beta C1}-M_{\beta2}-Y_2r_{\partial2}=0;\\ &m_Ph_P\left(\ddot y_P-g\beta_P\right)-gm_{C2}h_{\beta C2}\beta_P-Y_Ch_{\beta C}+\\ &+Y_{C2}h_{\beta C2}-\sum_{k=3}^{4}M_{\beta k}=0;\\ &-m_{Xj}h_{\beta j}\left(\ddot y_j-g\beta_j\right)+M_{kj}-M_{k(j+1)}=0;\end{aligned}\right\} \qquad (8)$$

Тут $M_{kj}=c_{kj}\cdot(\beta_{k(j-1)}-\beta_{kj})$, де c_{kj} – коефіцієнт жорсткості пакета стовбурів під час закручування; υ_j – відстань від *k*-ої маси до центра ваги пакета, $\upsilon_j=\varepsilon-s_j$; $\upsilon_{C1}=\varepsilon-a_0$; $\upsilon_{C2}=\varepsilon-a_0-l_0$; ε, a_0, l_0 – абсциса центра ваги, переднє звисання і відстань між опорами пакета стовбурів; s_j – відстань від комлевого перерізу до *j*-ої маси моделі пакета стовбурів. Інші позначення геометричних параметрів системи подано на рис. 1.

Якщо як поворотний пристрій застосовують хрещате канатне з'єднання, то у рівнянні швидкості переміщування зв'язків $\dot y_C$ і руху розпуска потрібно замість γ_{TP} підставити $(\gamma_T-\gamma_P)/(1+i_n)$, а складову $\sum_{k=3}^{4}P_{fk}u_k$ прирівняти до нуля (де i_n – передатне число хрещатого зв'язку). Отримані рівняння руху розв'язано на ЕОМ методом Адамса, для чого розроблено алгоритм і спеціальну програму з використанням Delphi. Як збурювальні впливи використано випадкові мікропрофілі лісових доріг та закони зміни кута складання напіврам у вигляді $\gamma_ш=f(t)$ залежно від виконуваного маневру ("входження у коло", "вихід з кола" чи "змінювання смуги руху".

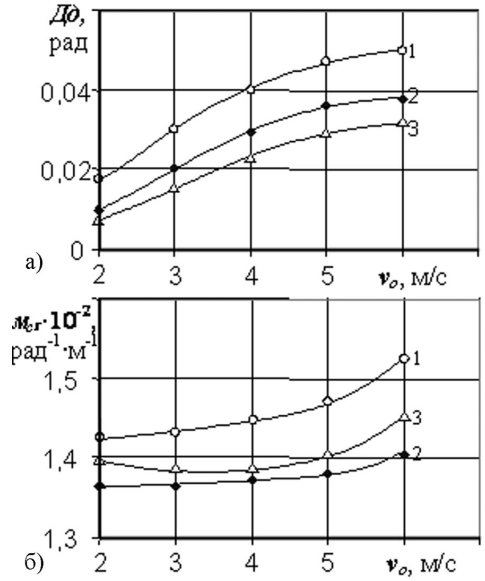


Рис. 2. Статичні характеристики керованості лісотранспортних машин із шарнірною рамою: *а* – повертальність $\Delta\delta$; *б* – чутливість до керувальної дії μ_{cm}; 1 – двовісний тягач з розпуском і пакетом стовбурів; 2 – двовісний тягач з напівпричепом і пакетом сортиментів; 3 – двовісний тягач

Аналіз результатів. Керованість різних за складом лісотранспортних машин оцінено повертальністю $\Delta\delta$ і чутливістю машини до керувальної дії μ_{cT} (рис. 2). За результатами аналізу виконаних експериментів та

суб'єктивними оцінками оператора можна стверджувати, що найкращі показники з точки зору керованості має двовісний тягач і найгірші – двовісний тягач з розпуском і пакетом деревини. Пояснюється це значним розвантаженням переднього моста. Збільшення швидкості руху від 2 до 6 м/с зумовлює зростання повертальності машин у 2-3 рази і чутливості до керувальних впливів на 7-10 %.

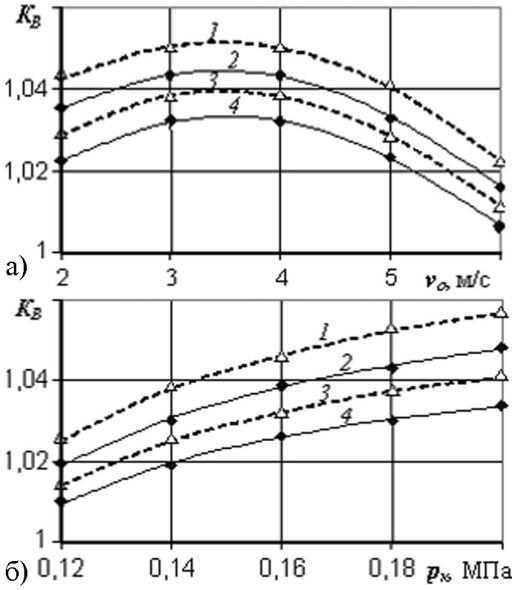


Рис. 3. Залежність коефіцієнта відносного видовження шляху від швидкості поступального руху (*а*) і тиску повітря в шинах (*б*) під час переїзду поодинокої порогової нерівності ($h_н$=0,10 м, кермо нерухоме): _ _ _ _ – сортиментовоз з розпуском; ____ – сортиментовоз з напівпричепом; 1 – $m_п$=6000 кг; 2 – $m_п$=2500 кг; 3 і 4 – $m_п$=0 кг

Стійкість руху лісотранспортних машин оцінено коефіцієнтом відносного видовження шляху K_B під час переїзду поодинокої порогової нерівності (рис. 3), середніми швидкостями бокового зміщення і кутовими швидкостями повертання передньої напіврами тягача під час переїзду порогової нерівності та руху лісовими дорогами (рис. 4).

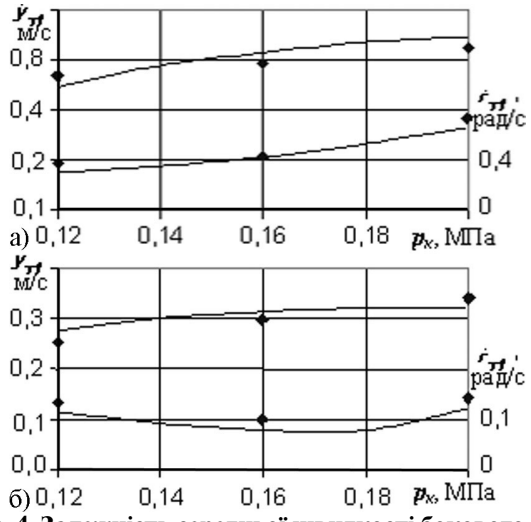


Рис. 4. Залежність середньої швидкості бокового зміщення і кутової швидкості повертання передньої напіврами трактора ЛТ-157 від тиску повітря в шинах (v_o=4 м/с): *а* – під час переїзду порогової нерівності; *б* – під час руху лісовими автомобільними дорогами; – експериментальні точки

За результатами дослідження (див. рис. 3, *а*), можна зробити висновок про неоднозначність впливу на K_B швидкості руху досліджуваних машин. Це обумовлено значним зростанням частоти коливальних процесів зі збільшенням швидкості руху. Зниження тиску повітря в шинах сприяє зменшенню K_B, що пояснюється зменшенням впливу нерівностей на транспортну систему завдяки поліпшенню демпфувальних властивостей шин і гасінню ними частини енергії бокових коливань (див. рис. 3, *б*). Істотно позначається на величині K_B і стан опорної поверхні. Так, на вологій ґрунтовій поверхні значення K_B для всіх досліджуваних КЛТС збільшувалося на 3-6 %.

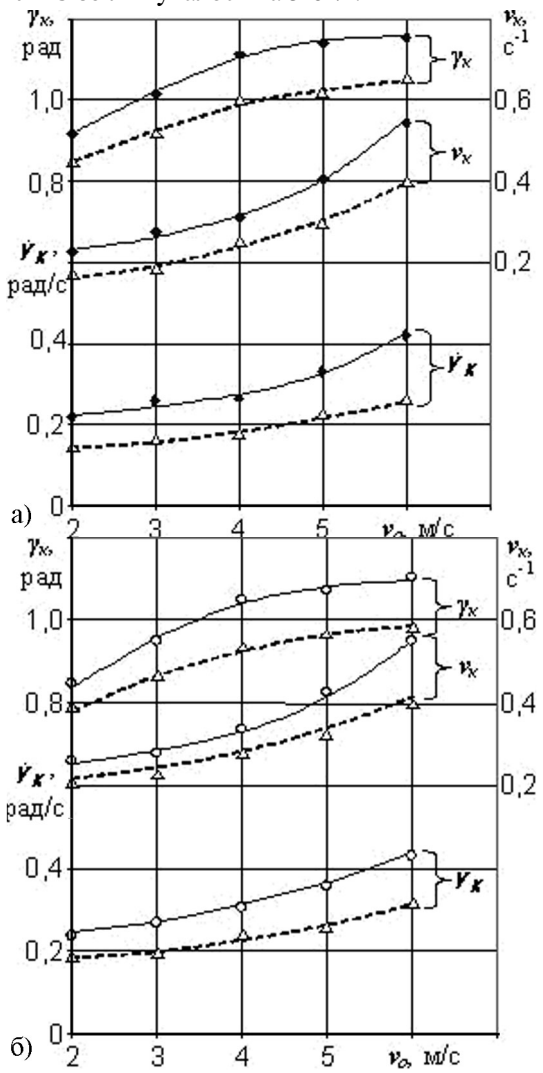


Рис. 5. Залежність середньої кутової швидкості $\dot{\gamma}_е$, середнього інтегрального кута $\gamma_к$ і частоти повертання керма $\nu_к$ від швидкості поступального руху і маси пакета деревини під час руху лісовими автомобільними дорогами ($p_к$=0,12 МПа): *а* – сортиментовоз із розпуском; *б* – сортиментовоз із напів-причепом; ____ – $m_п$=6000 кг; ____ – $m_п$=2500 кг; _ _ _ _ – $m_п$=0 кг

Підвищення тиску повітря у шинах від 0,12 до 0,20 МПа під час переїзду поодинокої порогової нерівності призводить до зростання кутових і лінійних переміщень трактора (рис. 4, *а*) через зменшення частки енергії коливань, що поглинається шинами. Так, підвищення $p_к$ у вказаних межах спричиняє зростання швидкості лінійних бокових коливань передньої напіврами трактора в горизонтальній площині на 43-47 %, а кутових – на 27-32 %. Підвищення тиску у

вказаних межах під час руху лісовими дорогами (рис. 4, *б*) призводить спочатку до зниження кутових коливань передньої напіврами в горизонтальній площині на 22-27 % (до $p_к$=0,18 МПа), а пізніше до деякого їх зростання. Аналогічний характер коливань спостерігається і для задньої напіврами. Зниження рівня коливань пояснюється підвищенням власних частот і, як наслідок, зменшенням їх впливу на стійкість руху машини. Це означає, що збільшення тиску повітря в шинах у певних межах зумовлює зменшення кутових коливань трактора в горизонтальній площині.

Напруженість роботи оператора оцінено за величинами середньої кутової швидкості повертання керма $\dot{\gamma}_к$, середнього інтегрального кута $\gamma_к$ та частоти повертання керма $\nu_к$ (рис. 5).

Аналізуючи вплив експлуатаційних факторів на керованість і стійкість руху, можна зауважити, що збільшення швидкості поступального руху для усіх досліджуваних КЛТС призводить до зростання інтенсивності впливу водія на кермовий механізм. Під час руху з великими швидкостями за відсутності навантаження дорогою з асфальтним покриттям характер зміни як показників оцінки стійкості руху, так і керованості для різних за складом КЛТС аналогічний до відповідних показників під час руху лісовими ґрунтовими дорогами. За такої ситуації значення $\ddot{y}_{m1}$, $\dot{y}_{m1}$ і $\gamma_к$ дещо менші, а $\dot{\gamma}_к$ і $\nu_к$ дещо більші, ніж відповідні значення, отримані на ґрунтових дорогах.

Установлено, що збільшення маси пакета деревини для КЛТС у складі "тягач + напівпричіп + пакет деревини" з 1250 до 2500 кг під час керованого руху призводить до зниження стійкості заданого напряму руху на 25-30 % і з 3000 до 6000 кг для КЛТС у складі "тягач + причіп-розпуск + пакет напівстовбурів" – на 25-30 %.

Висновки та узагальнення. Аналіз результатів теоретичних і експериментальних досліджень показав, що характеристики керованості та курсової стійкості значною мірою залежать від конструктивної схеми КЛТС. Позаяк коефіцієнт корисного навантаження (відношення маси вантажу до маси машини) для лісотранспортних машин становить 0,9-2,0, то статичні характеристики КЛТС з вантажем і без нього істотно відрізняються.

Для поліпшення керованості та підвищення курсової стійкості колісних лісотранспортних машин із шарнірною рамою класу тяги 20-30 кН рекомендовано низку заходів:

- установлювати у вертикальному шарнірі з'єднання напіврам пружний блокувальний пристрій з коефіцієнтом кругової жорсткості понад 2000 кНм/рад (стійкість заданого напряму руху підвищується на 5-10 %);
- застосовувати широкопрофільні шини низького тиску з коефіцієнтами бокової жорсткості та демпфування понад 200 кН/м та 25 кНс/м відповідно (повертальність зменшується на 7-12 %, статична стійкість – на 10-15 % і тривалість реакції машин на повертання керма – на 5-8 %);
- коефіцієнти жорсткості і демпфування гідравлічного механізму повертання мають бути понад 1200 кНм/рад та 10 кНмс/рад відповідно (стійкість заданого напряму руху підвищується на 12-17 %);
- передатні числа кермового механізму потрібно вибирати з умови забезпечення максимальної швидкості складання напіврам 0,35-0,50 рад/с (відставання механізму повертання від кута повертання керма під час різкого повертання останнього зменшується на 8-10 %).

ЛІТЕРАТУРА

1. Библюк Н.И. Моделирование криволинейного курсового движения колесной лесотранспортной системы / Н.И. Библюк, Н.И. Герис // Лесной журнал : Известия ВУЗов России. – 1992. – № 6. – С. 42-48

2. Библюк Н.І. Моделювання криволінійного курсового руху колісного трактора з шарнірно-зчленованою рамою / Н.І. Библюк, М.І. Герис // Вісник ЛДАУ: Агроінженерні дослідження. – Дубляни : Вид-во ЛДАУ. – 1998. – Вип. 2. – С. 102-105.

3. Библюк Н.І. Експериментальні дослідження курсової стійкості лісотранспортних засобів / Н.І. Библюк, В.Г. Пузанов, М.І. Герис // Науковий вісник УкрДЛТУ : зб. наук.-техн. праць. – Львів : Вид-во УкрДЛТУ. – 1998. – Вип. 8. – С. 46-53.

4. Библюк Н.І. Лісотранспортні засоби : підручник / Н.І. Библюк. – Львів : Вид. дім "Панорама", 2004. – 456 с.

5. Герис М.І. Добір показників оцінки стійкості і керованості руху колісної лісотранспортної системи / М.І. Герис // Лісове господарство, лісова, паперова і деревообробна промисловість : міжвідомч. наук.-техн. зб. – Львів : Вид-во "Світ". – 1995. – Вип. 25. – С. 48-50.

6. Жуков А.В. Теория лесных машин / А.В. Жуков. – Мн. : Изд-во БГТУ, 2001. – 640 с.

7. Bybluk N. Influence of parameters of the wheeled timber machines on controllability and stability of their motion / N. Bybluk, M. Herys, M. Borys // Mobilné energetické prostredky – Hydraulika – Životné prostredie – Ergonómia mobilných strojov : zbornik vedeckých recenzovaných prác. – Zvolen, 20 september 2011. – 2011. – P. 25-35.

Н.И. Быблюк, Н.И. Герыс, Н.М. Борыис

МОДЕЛИРОВАНИЕ КРИВОЛИНЕЙНОГО ДВИЖЕНИЯ, ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ И УПРАВЛЯЕМОСТИ КОЛЕСНЫХ ЛЕСОТРАНСПОРТНЫХ МАШИН С ШАРНИРНОЙ РАМОЙ

Разработана математическая модель курсового криволинейного движения обобщенной колесной лесотранспортной машины с учетом параметров опорной поверхности лесных дорог, пакета древесины, характеристик увода шин, гидравлического рулевого управления, угловых колебаний в горизонтальной и вертикальной поперечной плоскостях. Установлены закономерности влияния эксплуатационных факторов и конструктивных параметров колесных лесотранспортных машин с шарнирной рамой на устойчивость их движения и управляемость, а также разработаны рекомендации по выбору рациональных конструктивных параметров.

Ключевые слова: колесные лесотранспортные машины, математическая модель, курсовая устойчивость, управляемость.

N.I. Byblyuk, M.I. Herys, M.M. Borys

SIMULATION OF CURVILINEAR MOTION AND EVALUATION OF STABILITY AND CONTROLLABILITY OF WHEELED TIMBER MACHINES WITH A SWIVEL FRAME

Generalized mathematical model of curvilinear motion of the typical wheeled timber machines with the swivel frame are elaborated in the dissertation taking into account the parameters of forest road surface, features of timber, tires, steering unit, and also angular vibrations in horizontal and vertical transversal planes. The regularity of the wheeled timber machine parameters influencing on their controllability and stability have been conformed and their rational structural parameters have been substantiated.

***Keywords*:** the timber transport machinery, mathematical model, the road surface, maneuverability.

*УДК 630*36(100)*

Б.В. БІЛИК[1], М.М. БОРИС[2]

ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РУХУ ЛІСОВИХ МАШИН З ГІДРОМЕХАНІЧНОЮ ТРАНСМІСІЄЮ

Розроблено математичну модель і комп'ютерну програму розрахунку поступального руху колісної лісової машини з гідромеханічною трансмісією. Подано результати імітаційного моделювання рушання з місця та розгону колісного трелювального трактора і тракторного сортиментовоза, а також їхнього руху з постійною швидкістю на різних передачах, зі змінними рейсовим навантаженням та передатними числами трансмісії. Отримано залежності середньої годинної та питомої витрат пального, а також транспортної продуктивності під час розгону машин з урахуванням величини рейсового навантаження і опору рухові поверхні лісосіки.

Ключові слова: *лісова машина, гідротрансформатор, трансмісія, математичне моделювання, комп'ютерна програма, годинна витрата пального, транспортна продуктивність.*

Вступ. Обґрунтування рейсового навантаження та інших параметрів лісових машин має практичне значення як з огляду можливості підвищення їх продуктивності й економічності, так і з позицій екології. Підвищення тягово-експлуатаційних показників лісових машин потребує проведення відповідних теоретичних і експериментальних досліджень їх поступального руху. Важливим напрямком теоретичних досліджень є математичне та імітаційне моделювання руху машин у різних умовах експлуатації та з різними типами трансмісій. Актуальним є моделювання та дослідження поступального руху лісових машин з гідромеханічною трансмісією, які у нас, на відміну від країн Західної Європи, практично не випускають.

У теорії автомобіля і трактора прийнято складати рівняння поступального руху машини як одномасової динамічної системи [1, 2], тобто машину розглядають як абсолютно жорстке тіло, а пружними властивостями валів трансмісії та шин коліс нехтують. Таке спрощення допустиме для випадку дослідження руху машини без урахування перемикання передач, однак є неприпустимим у разі розрахунку змінного руху в реальних умовах. Одномасова динамічна модель не дає змоги моделювати процес розгону машини з урахуванням наявності фрикційного зчеплення і зміни передатного числа трансмісії. Що більше, таку модель не може бути використано для моделювання руху самохідної лісової машини з гідромеханічною трансмісією. Нехтування пружними властивостями валів трансмісії та еластичних шин вносить значні похибки у розрахунок перехідних режимів і показників руху.

Об'єкт і методика. Розглядається динамічна модель руху лісової машини з гідромеханічною трансмісією, що складається з гідротрансформатора і механічної передачі (коробка передач, роздавальна коробка, головна передача і колісний редуктор). Модель поступального руху лісової машини вигідно подати у вигляді системи обертових мас: маси, яка є еквівалентною поступальній масі машини та обертових мас гідротрансформатора, агрегатів трансмісії й коліс [3]. Прийняту нами попередню схему, тобто незведену схему моделі поступального руху повноприводної двовісної колісної лісової машини подано на рис. 1. До її складу входить гідротрансформатор (ГТ), шість обертових мас, шестірневі передачі та пружні й дисипативні ланки, що моделюють динамічні властивості гідромеханічної трансмісії, податливість валів й тертя в її елементах і шинах коліс.

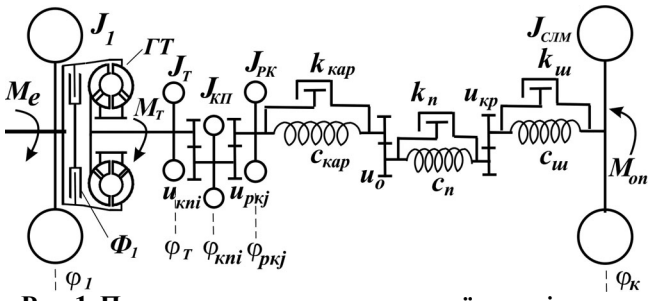


Рис. 1. Попередня схема розрахункової моделі поступального руху та динамічних процесів у трансмісії СЛМ: M_e – крутний момент двигуна; M_T – момент турбінного колеса гідротрансформатора; $M_{оп}$ – момент опору рухові машини; $c_{кар}$, c_n, $c_ш$, $k_{кар}$, k_n, $k_ш$ – сумарні коефіцієнти крутильної жорсткості та в'язкого опору, відповідно, карданних валів, півосей ведучих мостів і шин коліс; $φ_1$, $φ_T$, $φ_{кпі}$, $φ_{ркj}$ – дійсні кути обертання відповідно маховика двигуна, турбінного колеса, обертових мас коробки передач і роздавальної коробки з урахуванням увімкнених *i*-тої передачі коробки передач та *j*-тої передачі роздавальної коробки; $φ_к$ – дійсний кут обертання ведучих коліс

Обертові маси в моделі задані моментами інерції маховика двигуна J_1 (з насосним колесом), турбінного колеса гідротрансформатора J_T, коробки передач $J_{КП}$ і

[1] **БІЛИК Богдан Васильович** – член-кореспондент Лісівничої академії наук України, кандидат технічних наук, професор кафедри лісових машин та гідравліки. Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів, 79057. Тел.: 032-239-27-69. E-mail: bilykbv@ukr.net

[2] **БОРИС Микола Михайлович** – член-кореспондент Лісівничої академії наук України, кандидат технічних наук, доцент кафедри лісових машин та гідравліки. Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів, 79057. Тел.: +38(032) 237-79-86. E-mail: borysmm@ukr.net

роздавальної коробки $J_{РК}$ та обертової маси, еквівалентної поступальній масі машини з вантажем $J_{СЛМ}$.

Це найпростіша модель, оскільки низкою обертових мас (головних передач, колісних редукторів та ін.) знехтувано. Вона є нерозгалуженою: обертові маси переднього й заднього, а також відповідні маси лівих і правих сторін ведучих мостів, додаються. Для детальнішого дослідження динамічних процесів у трансмісії, розрахункову модель можна ускладнити. Наявність механічної частини гідромеханічної трансмісії на схемі відображено шестірневими передачами, де: $u_{кпі}$ – передатне число коробки передач на i-тій увімкненій передачі; $u_{ркj}$ – передатне число роздавальної коробки на j-тій передачі; u_o і $u_{кр}$ – передатні числа, відповідно, головної передачі та колісних редукторів. Загальне передатне число трансмісії визначають як $u_{трij} = u_к – {}_{пі}\cdot u_{ркj}\cdot u_o\cdot u_{кр}$.

Загально прийнято попередню схему замінювати схемою зведеної до вала двигуна розрахунковою моделлю, у якій дійсні інерційні, пружні й дисипативні параметри елементів машини замінюються зведеними [3]. Схему прийнятої зведеної розрахункової моделі подано на рис. 2.

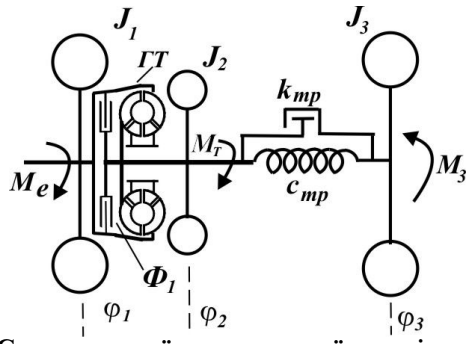


Рис. 2. Схема зведеної розрахункової моделі поступального руху лісової машини з гідромеханічною трансмісією: J_1 – момент інерції маховика двигуна з насосним колесом та фрикціоном $Ф_1$ для блокування гідротрансформатора; J_2 – зведений момент інерції турбінного колеса ГТ з обертовими масами коробки передач і роздавальної коробки; J_3 – зведений момент інерції коліс і поступальної маси машини; $c_{тр}$, $k_{тр}$ – зведені коефіцієнти крутильної жорсткості та в'язкого опору карданних валів, півосей ведучих мостів і шин ведучих коліс; φ_1 – кут повороту вала двигуна; φ_2 – кут повороту турбінного колеса ГТ; φ_3 – зведений кут повороту ведучих коліс

Під час визначення зведеного моменту інерції J_2 беруть до уваги момент інерції турбінного колеса та обертові маси коробки передач і роздавальної коробки з урахуванням передатних чисел увімкнених передач:

$$J_2 = J_T + \frac{J_{КП}}{u_{кпi}^2} + \frac{J_{РК}}{(u_{кпi}\cdot u_{ркj})^2}. \qquad (1)$$

Зведений момент інерції, що еквівалентний поступальній масі машини з урахуванням моментів інерції $\Sigma J_к$ усіх коліс, під час перемикання передач, визначають за формулою:

$$J_3 = \frac{(m+m_Q)\cdot r^2 + \Sigma J_к}{u_{трij}^2}. \qquad (2)$$

Зведені кути й кутові швидкості обертових мас залежать від передатних чисел між ними й валом турбіни:

$$\varphi_2 = \varphi_T;\ \dot\phi_2 = \dot\phi_T;\ \varphi_3 = \varphi_к u_{трij};\ \dot\phi_3 = \dot\phi_к u_{трij}. \qquad (3)$$

Зведений момент опору рухові M_3 визначають з урахуванням загального передатного числа $u_{трij}$ на увімкненій передачі та коефіцієнта корисної дії механічної частини трансмісії $\eta_{тр}$. Для трелювального трактора його визначають за формулою:

$$M_3 = \frac{M_f + M_i + M_{f2}}{u_{трij}\cdot\eta_{тр}} \qquad (4)$$

де: M_f, M_i і M_{f2} – моменти опору, відповідно, коченню і підйому трактора та опору ковзання вершини пакета деревини. Зведені коефіцієнти крутильної жорсткості визначають з умови рівності потенціальних енергій дійсних і зведених крутильних жорсткостей з урахуванням передатних чисел до вала зведення [3]. Зведена податливість валів трансмісії і шин повинна дорівнювати сумі їхніх зведених податливостей:

$$\frac{1}{c_{тр}} = \frac{(u_{кпі}u_{ркj})^2}{c_{кар}} + \frac{(u_{пі}u_{ркj}u_o)^2}{c_п} + \frac{u_{трij}^2}{c_ш} \qquad (5)$$

Із залежності (5) можна легко визначити зведену жорсткість $c_{тр}$ на кожній з передач.

Щоби скласти рівняння руху лісової машини проаналізуємо підсистему моделі "двигун – гідротрансформатор". Гідротрансформатор задамо двома функціями його передатного відношення $i_{ГТ}$: коефіцієнтом трансформації $K(i_{ГТ})$ і коефіцієнтом корисної дії $\eta(i_{ГТ})$. Під час руху лісової машини передатне відношення змінюється, оскільки є відношенням кутових швидкостей вала турбіни та колінчастого вала двигуна $i_{ГТ} = \dot\phi_2/\dot\phi_1$ (або відношення частоти обертання вала двигуна n та частоти обертання турбіни n_2, яка обертає первинний вал коробки передач). Крутний момент двигуна M_e витрачається на долання інерційного моменту маховика $J_1\ddot\phi_1$ та моменту опору гідротрансформатора. Беручи до уваги втрати у гідротрансформаторі, момент опору можна задати $M_{on} = M_e(1 – \eta_{ГТ})$. З боку турбіни на вал трансмісії діятиме момент $M_T = K\cdot M_e$, де K – поточне значення коефіцієнта трансформації гідротрансформатора. Розрахункова модель має три ступені вільності. Отже, прийнявши за узагальнені координати кути повороту обертових мас зведеної розрахункової моделі φ_1, φ_2 і φ_3, можна записати рівняння руху у вигляді

$$\left.\begin{aligned} &\boldsymbol{J_1\ddot\phi_1} = \boldsymbol{M_e} - (1-\eta_{\boldsymbol{ГТ}})\boldsymbol{M_e};\\ &\boldsymbol{J_2\ddot\phi_2} + \boldsymbol{k_{тр}}(\dot\phi_2 - \dot\phi_3) + \boldsymbol{c_{тр}}(\phi_2 - \phi_3) = \boldsymbol{K}\cdot\boldsymbol{M_e};\\ &\boldsymbol{J_3\ddot\phi_3} - \boldsymbol{k_{тр}}(\dot\phi_2 - \dot\phi_3) - \boldsymbol{c_{тр}}(\phi_2 - \phi_3) = -\boldsymbol{M_3}. \end{aligned}\right\} \qquad (6)$$

Для підвищення коефіцієнта корисної дії гідромеханічної трансмісії передбачають примусове блокування ГТ за допомогою фрикціона $Ф_1$. Він вмикається, коли передатне відношення ГТ наближається до одиниці. Тоді перше й друге рівняння об'єднуються, оскільки обертові маси J_1 та J_2 обертаються разом, а гідротрансформатор не працює

$$(J_1 + J_2)\ddot f_1 + k_2(\dot f_2 - \dot f_3) + c_2(f_2 - f_3) = M_e. \qquad (7)$$

Формули для обчислення функцій $K = K(i_{ГТ})$ і $\eta_{ГТ} = \eta_{ГТ}(i_{ГТ})$ можна отримати шляхом апроксимації кривих безрозмірної характеристики гідротрансформатора, який відповідає заданій марці двигуна [4]. Зокрема, двигуну СМД-62 колісного трактора Т-157Н відповідає гідротрансформатор ЛГ-400-36, результати апроксимації безрозмірної характеристики якого зображено на рис. 3.

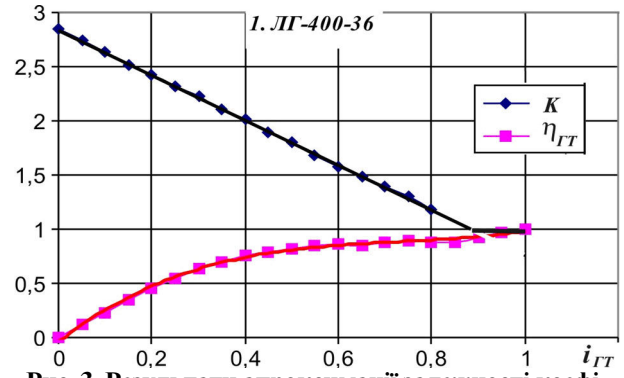


Рис. 3. Результати апроксимації залежності коефіцієнтів трансформації та корисної дії гідротрансформатора ЛГ-400-36 від передатного відношення $i_{ГТ}$: $K = -2{,}078\, i_{ГТ} + 2{,}839$; $\eta_{ГТ} = 1{,}9\, i^3_{ГТ} - 4{,}198\, i^2_{ГТ} + 3{,}32\, i_{ГТ} - 0{,}0372$

```
unit Unit1;                    {назва модуля)
Interface                      {сервісні розділи Delphi}
Implementation
procedure Data;                {ввід даних з пам'яті}
procedure Value;               {початкові умови}
procedure Calculate; {головна процедура розрахунку}
  procedure AdamC;{інтегрування рівнянь методом Адамса}
    procedure Model4; {математична модель}
  ні  n > n_N?                 {перевірка умови перемикання передачі}
  так
  procedure Change;{зміна u_тр і зведених параметрів моделі}
  ні  jk>m_k or V>V_max        {перевірка закінчення розгону}
  так
  end;
End.
```

Рис. 4. Структура основного програмного модуля Unit1 розрахунку руху машини

На підставі диференціальних рівнянь (6) і аналітичного опису функцій $K(i_{ГТ})$, $\eta_{ГТ}(i_{ГТ})$ та залежностей для обчислення зміни момента двигуна M_e під час рушання з місця й розгону машини, а також моментів опору коченню M_f і підняттю M_i та ін., розроблено комп'ютерну програму розрахунку поступального руху лісової машини з гідромеханічною трансмісією. Розв'язок рівнянь у вигляді функцій часу t узагальнених координат і їхніх похідних дає змогу обчислювати основні параметри поступального руху лісової машини: швидкість $v(t) = 3{,}6\cdot(r\cdot\varphi_3(t))/(u_{тр})$, пройдений шлях $S(t) = \varphi_3(t)\cdot r$, а також годинну витрату пального і транспортну продуктивність. Розроблена у середовищі Delphi комп'ютерна програма дає змогу проводити імітаційне моделювання й досліджувати рух машини у різних умовах.

Структуру основного модуля програми подано на рис. 4. Назва модуля та назви його стандартних розділів у середовищі Delphi визначаються автоматично. Назви спеціально розроблених процедур основного модуля прийнято самостійно. Зокрема це процедури Data і Value, які забезпечують введення вхідних даних і обчислення значень усіх змінних, що відповідають початковим умовам. Головна процедура Calculate слугує для розрахунку руху обертових мас трансмісії, тобто обчислення, шляхом числового інтегрування, розв'язків рівнянь $\varphi_1(t)$, $\varphi_2(t)$, $\varphi_3(t)$ як функцій часу, а також поступальної швидкості й пройденого шляху машини. Залежно від марки вибраного гідротрансформатора, процедура вибирає рівняння і обчислює поточні значення $i_{ГТ}$ та функцій $K = K(i_{ГТ})$ і $\eta_{ГТ} = \eta_{ГТ}(i_{ГТ})$, а також зберігає у пам'яті результати розрахунку процесу руху на заданому відрізку часу.

Процедура Calculate, у циклі з кроком dt = 0,0005 с, викликає процедуру AdamC для числового інтегрування системи диференціальних рівнянь методом Адамса. Коли частота обертання вала двигуна n наближається до номінальної n_N, то у коробці передач відбувається автоматичне перемикання передачі на вищу. Процедура AdamC, своєю чергою, викликає процедуру Model, яка охоплює систему рівнянь (6) та математичні залежності для обчислення поточних значень величин M_e, M_f і M_i.

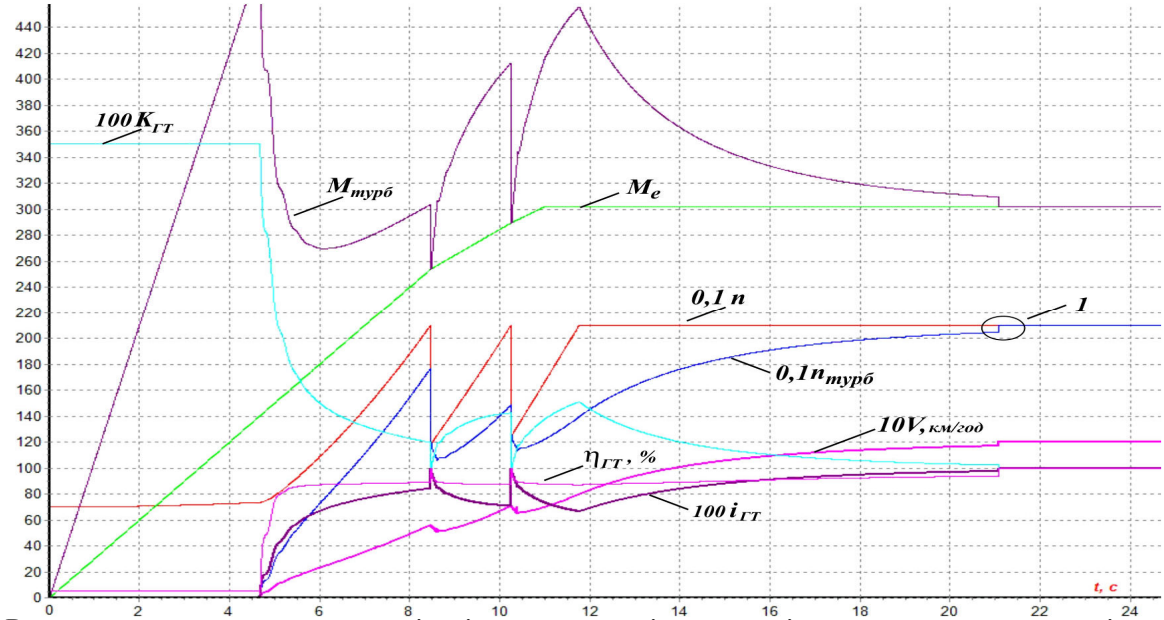
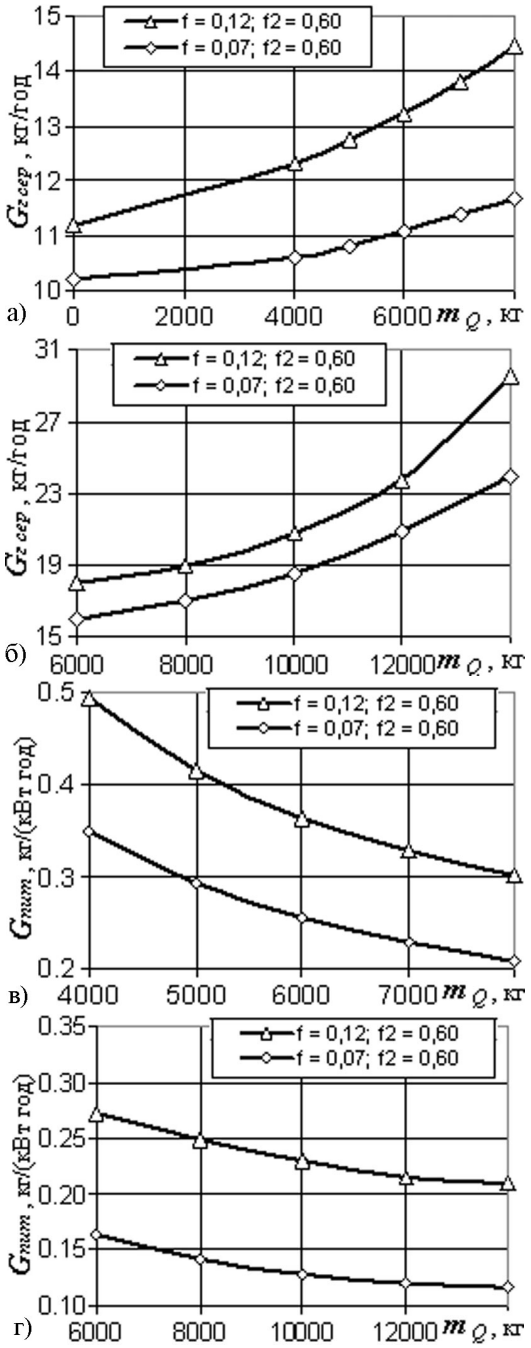


Рис. 5. Результати моделювання розгону з місця і руху на осягненій швидкості трелювального трактора з гідромеханічною трансмісією (потужність двигуна – 128,7 кВт; маса пакета деревини 8 т; коефіцієнт опору коченню поверхні f = 0,07): $K_{ГТ}$ – коефіцієнт трансформації гідротрансформатора; $M_{турб}$ – момент турбіни ГТ; M_e – крутний момент двигуна; n і $n_{турб}$ – частота обертання вала двигуна і вала турбіни; $\eta_{ГТ}$ – коефіцієнт корисної дії ГТ; $i_{ГТ}$ – передатне відношення ГТ; *1* – момент блокування ГТ

Процедура Change змінює передатне число трансмісії та обчислює відповідні параметри зведеної розрахункової моделі та нові початкові умови для розв'язування рівнянь (6). Для отримання результатів розрахунку у вигляді графіків (рис. 5) або таблиць служать окремі модулі комп'ютерної програми Unit2 та Unit3.

Результати. Користуючись розробленою програмою можна шляхом імітаційного моделювання досліджувати параметри руху та основні тягово-експлуатаційні властивості лісових машин з гідромеханічною трансмісією. На рис. 6 подано результати імітаційного моделювання руху трелювальної машини (скідера) та сортиментовоза (форвардера) на базі трактора ХТЗ-17221. Трансмісія має комплексний гідротрансформатор і чотириступеневу коробку передач. Розгін скідера з пакетом деревини здійснюється до максимальної швидкості v_{max} = 12 км/год, а форвардера – до v_{max} = 29,6 км/год, з автоматичним перемиканням передач.



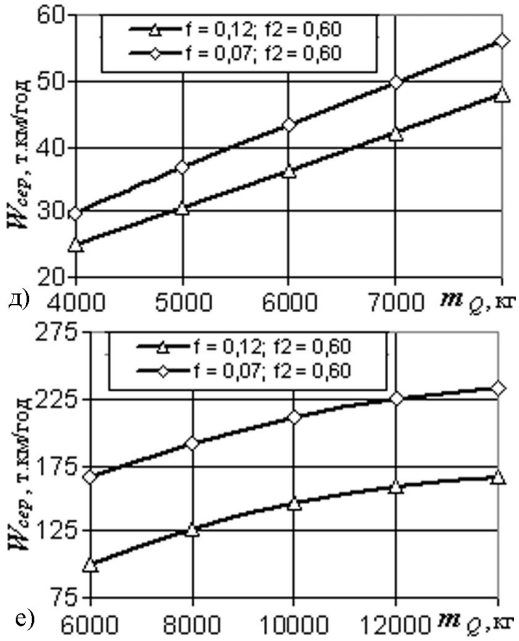
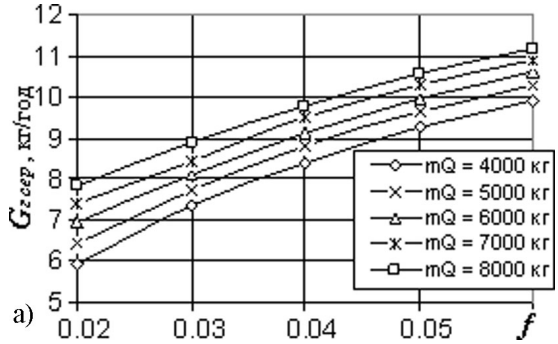


Рис. 6. Залежності годинної $G_{гсер}$ (а, б), питомої $G_{пит}$ (в, г) витрати пального і середньої транспортної продуктивності $W_{сер}$ (д, е) скідера (а, в, д) та форвардера (б, г, е) від маси пакета деревини m_Q: f і f_2 – коефіцієнти відповідно опору коченню трактора і опору ковзанню вершини пакета (на одиницю виконаної транспортної роботи)

Для детального аналізу процесу рушання з місця та розгону, окрім графіка зміни швидкості v, як основного параметра руху машини, програма виводить низку графіків, які характеризують роботу двигуна та гідротрансформатора. Це дає змогу наочно аналізувати зміну крутних моментів і частоти обертання вала двигуна і турбінного колеса ГТ, а також зміну передатного відношення $i_{ГТ}$ та коефіцієнта корисної дії $\eta_{ГТ}$ гідротрансформатора як під час розгону, так і під час рівномірного руху.

Для аналізу впливу рейсового навантаження (маси пакету деревини) і опору руху на середню годинну витрату пального та транспортну продуктивність проведено імітаційне моделювання розгону трелювального трактора і тракторного сортиментовоза на лісосіці з різними коефіцієнтами опору коченню f та з різним рейсовим навантаженням m_Q. За результатами моделювання побудовано низку графіків (рис. 7). Їх аналіз дає змогу обґрунтовувати вибір оптимального рейсового навантаження і такі параметри машини, як власну масу, потужність двигуна, передатні числа трансмісії. Це дає змогу модернізувати існуючі лісові машини та обґрунтувати вагові та силові параметри створюваних машин.



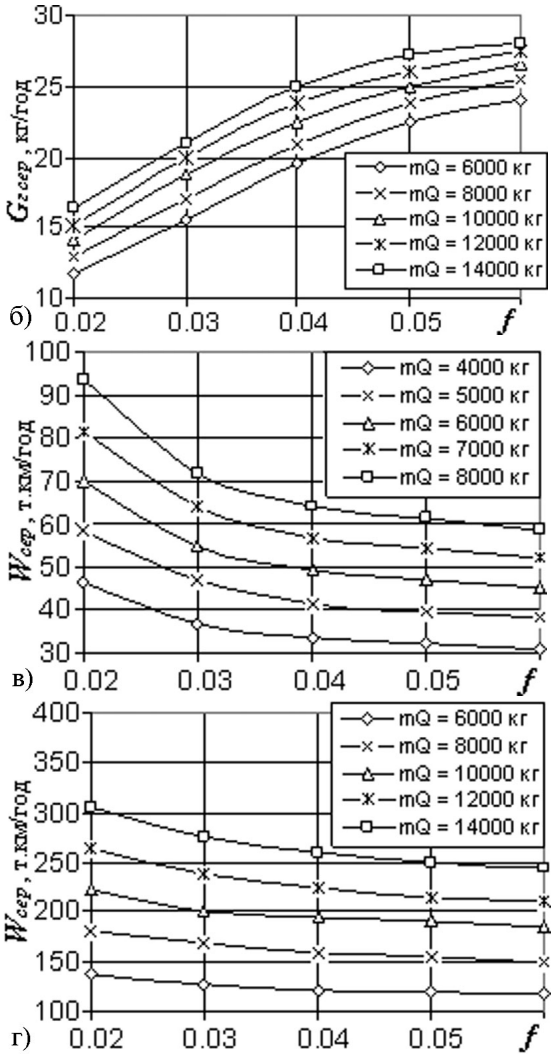


Рис. 7. Залежності середньої годинної витрати пального $Q_{гсер}$ (а, б) і середньої транспортної продуктивності $W_{сер}$ (в, г) скідера (а, в) та форвардера (б, г) від коефіцієнта опору коченню f поверхні лісосіки і рейсового навантаження m_Q за час розгону до υ_{max}

Висновки. Розроблена математична модель та комп'ютерна програма дають змогу проводити імітаційне моделювання поступального руху лісових машин з гідромеханічною трансмісією та різними ваговими й силовими параметрами і можуть слугувати достатньо точним інструментом оптимального проектування нових та модернізації існуючих лісових машин. Це істотно може знизити витрати на проектування та експериментальні дослідження лісотранспортних засобів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Смирнов Г.А. Теория движения колесных машин / Г.А. Смирнов. – М. : Изд-во "Машиностроение", 1990. – 352 с.

2. Коралевски Г. Моделирование режимов движения автомобиля для их использования в системах переключения передач / Гжегож Коралевски // Проектування, виробництво та експлуатація автотранспортних засобів і поїздів : зб. наук. праць. – Львів, 2006. – Вип. 9. – С. 50-57.

3. Білик Б.В. Теорія самохідних лісових машин : навч. посібн. / Б.В. Білик, М.Г. Адамовський. – Київ-Львів : Вид-во ІЗМН, 1998. – 156 с.

4. Білик Б.В. Проектування самохідних лісових машин : навч. посібн. / Б.В. Білик, М.Г. Адамовський. – К. : Вид-во ІЗМН, 2004. – 208 с.

3. Шапиров В.М. Проектирование механических, гидромеханических и гидрообъемных передач тракторов / В.М. Шапиров. – М. : Изд-во МГТУ "МАМИ", 2002. – 300 с.

Б.В. Билык, Н.М. Борыс

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ЛЕСНЫХ МАШИН С ГИДРОМЕХАНИЧЕСКОЙ ТРАНСМИССИЕЙ

Разработано математическую модель и компьютерную программу расчета поступательного движения колесной лесной машины с гидромеханической трансмиссией. Представлены результаты имитационного моделирования трогания с места и разгона колесного трелевочного трактора и тракторного сортиментовоза, а также их движения с постоянной скоростью на разных передачах, со сменными рейсовой нагрузкой и передаточными числами трансмиссии. Получены зависимости среднего часового и удельного расхода горючего, а также транспортной производительности во время разгона машин с учетом величины рейсовой нагрузки и сопротивления движению поверхности лесосеки.

***Ключевые слова*:** лесная машина, гидротрансформатор, трансмиссия, математическое моделирование, компьютерная программа, часовой расход горючего, транспортная производительность.

B.V. Bilyk, M.M. Borys

SIMULATION MODELING OF MOTION OF FOREST MACHINES WITH HYDROMECHANICAL TRANSMISSION

The mathematical model and computer program for calculating forward motion of the wheeled forest machine with hydromechanical transmission are made. It is given the results of simulation modelling moving from a place and acceleration wheeled trailing tractors and forwarder, and their movement with steady speed on different transmission, with varying scheduled load and numbers quantity transmission. Obtained dependence on the average hourly and specific fuel consumptions and transport productivity during an machines acceleration studied considering a value of regular-route loading and movable surface resistance of felling area.

***Keywords*:** forest machine, torque, transmission, mathematical modelling, computer program, hourly fuel consumption, transport productivity.

УДК 630.31:658.011.51

В.Л. КОРЖОВ[1]

ВДОСКОНАЛЕННЯ ЛІСОКОРИСТУВАННЯ ЯК ЧИННИК ЗАПОБІГАННЯ КЛІМАТИЧНИМ ЗМІНАМ

Подано аналіз організації технологічних процесів лісогосподарського виробництва, які впливають на процеси глобального потепління та кліматичні зміни. Виділено три таких основних аспекти: енергетичне використання біомаси дерев, витрати енергії на транспортування деревини до споживачів та висушування лісових територій внаслідок лісозаготівлі. Подано пропозиції стосовно збільшення обсягів використання біомаси дерев для енергетичних потреб, а також напрямки вдосконалення технологічних процесів лісокористування з метою зменшення негативного впливу на довкілля та сповільнення кліматичних змін.

Ключові слова: *лісокористування, технологічні процеси, вплив, кліматичні зміни, запобігання.*

Вступ. Одним із головних завдань сучасного етапу розвитку світової спільноти є вирішення проблеми зміни клімату в глобальних масштабах, що спричинені прогресуючим поступовим підвищення температури поверхні Землі, для позначення якого застосовують термін глобальне потепління. При цьому необхідно зазначити, що значна частка потепління, яке спостерігалося в останні півстоліття, спричинена людською діяльністю. Передусім це пов'язано з викидом газів, що спричинюють парниковий ефект. За останні 20 років видобування і спалювання нафти, природного газу і вугілля призвело до викидання в атмосферу понад 70 % всіх антропогенних викидів парникових газів. Велика частина інших викидів зумовлена змінами ландшафтів, насамперед зрубуванням лісів [1-2]. Це актуалізує вдосконалення організаційно-технологічних аспектів лісокористування з метою послаблення кліматичних змін.

Ми провели аналіз діяльності лісогосподарського виробництва з погляду впливу на процеси глобального потепління та кліматичних змін. Встановлено, що до основних напрямків, які дають змогу певною мірою знизити темпи глобального потепління та сприяти послабленню кліматичних змін, можна віднести:

- збільшення обсягів заготівлі і ефективного використання деревини енергетичного призначення;
- зниження витрат енергії на транспортування деревини до споживачів;
- запобігання висушуванню лісових територій.

Збільшення обсягів заготівлі деревини енергетичного призначення. Одним із напрямків запобігання кліматичним змінам довкілля є розширене застосування відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) в поєднанні із збільшенням частки децентралізованих і місцевих джерел тепла та електроенергії. У розвинених країнах Європи спостерігаються високі темпи розвитку біоенергетики, які мають довготермінову перспективу. Аналіз світового досвіду вирішення проблем енергетичного забезпечення промисловості і населення показує, що деревина є одним із найбільш вагомих і економних ВДЕ. Біомаса дерев є не лише відновлюваним джерелом енергії, процесами утворення якого, на відміну від традиційних (вугілля, нафти, газу), можна управляти, але й одним із небагатьох екологічно чистих видів палива. У разі спалювання деревини не порушується тепловий баланс планети, що підтверджується інформацією, поданою на рис. 1.

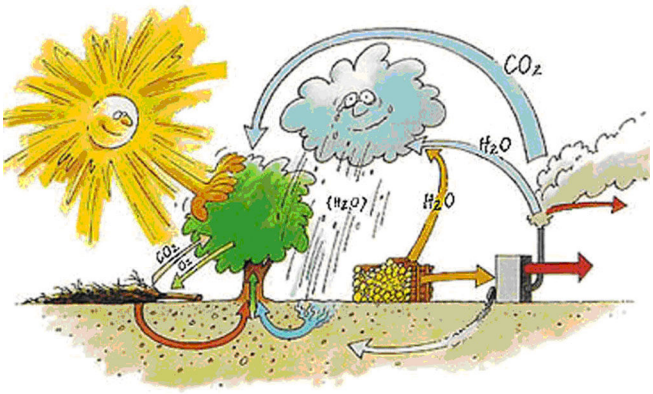


Рис. 1. Екологічна суть енергетичного використання деревини

Деревина як енергоносій має гарантовані з високою ймовірністю властивості для виробництва енергії відповідно до потреб. Основні екологічні переваги спалювання деревини такі:

- викиди SO_2 відповідають встановленим нормам без вжиття додаткових заходів через незначний вміст сірки в деревині;
- допустимий рівень викидів CO і NO досягається шляхом контролю за процесом горіння;
- викиди твердих частинок в середньому становлять 300 мг/нм^3, що потребує встановлення мультициклонів чи фільтрів для досягнення нормативних значень [3-7].

Необхідно зазначити, що в структурі споживання енергоносіїв в Україні біомаса становить менше ніж

[1] **КОРЖОВ Володимир Леонідович** – член-кореспондент Лісівничої академії наук України, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, перший заступник директора з наукової роботи. Український науково-дослідний інститут гірського лісівництва ім. П.С. Пастернака. Україна, м. Івано-Франківськ. Тел.: (034) 222-52-16. E-mail: ukrrimf@ivf.ukrpack.net

1 % від загального обсягу споживання. Проте в останні роки спостерігається тенденція збільшення заготівлі обсягів деревини, яку використовують для отримання енергії. Для прикладу, за останні шість років обсяги такої деревини зросли в 1,3 раза. При цьому значну її кількість відправляють на експорт. Лісопромислові підприємства інтенсивно збільшують обсяги застосування деревинних відходів для отримання теплової енергії для технологічних потреб. За оцінками експертів, близько 5 % українського населення використовує енергію із деревини для опалення чи приготування їжі. Спостерігається ріст популярності деревини як енергоносія, проводять дослідження, спрямовані на встановлення обсягів деревини енергетичного призначення в українських лісах [8-10]. В останні роки прийнято низку урядових рішень, спрямованих на ефективне використання відновлюваних джерел енергії. Прийнято вісім державних стандартів, які регламентують методи визначення характеристик твердого біопалива [11-13].

Лісові підприємства започатковують заготівлю деревини енергетичного призначення [14, 15]. Показовим прикладом, який враховує сучасні тенденції розвитку енергетики і використання біомаси дерев, є застосування в Державному підприємстві "Чортківське лісове господарство" нових методів лісокористування, які охоплюють заготівлю паливної тріски. Для цього налагоджено співпрацю з ТзОВ "Тімберлог Україна" – дочірнім підприємством німецької фірми EH&W GmnH, що має значний досвід лісозаготівель і виробництва паливної тріски. "Тімберлог Україна" має всі необхідні ліцензії і володіє комплектом сучасних машин (форвардер і мобільна рубальна машина), що дає змогу виробляти понад 45 тис. тонн тріски за рік. Згадана система машин працює на умовах підряду з використанням такої технології.

Форвардер здійснює збір на лісосіці стовбурової деревини і лісосічних решток (рис. 2), а потім їх почергове первинне транспортування. Великі ділові



Рис. 2. Заготовлені пачки деревини енергетичного призначення на лісосіці

лісоматеріали потрапляють на навантажувальні майданчики для відвантаження на нижній склад підприємства чи безпосередньо споживачам. Низькоякісна деревина і лісосічні рештки транспортують на місця зберігання, де укладають у штабелі для атмосферного сушіння. Термін атмосферного сушіння залежить від кліматичних умов і потреб споживачів. Його оптимальна тривалість – в межах 4-8 місяців. Застосування цієї технологічної операції забезпечує два таких позитивних аспекти: зниження затрат на подальше перевезення подрібненої біомаси дерев і збільшення коефіцієнта корисної дії теплогенерувального устаткування. Подрібнення підсушеної деревини здійснюють у місцях її складування мобільною рубальною машиною SILVATOR 2000 (рис. 3), середня продуктивність якої становить 200 насипних м³ тріски [16].



Рис. 3. Виготовлення паливної тріски мобільною рубальною машиною

Аналіз зарубіжного і вітчизняного досвіду організації виробництва технологічної тріски з низькотоварної деревини та лісосічних решток показує, що в теперішній час відсутні технічні і технологічні проблеми застосування машинної заготівлі паливної тріски. При цьому необхідно зазначити важливість створення на державному рівні нормативної бази для регламентації процесів заготівлі в лісових масивах деревини енергетичного призначення з урахування екологічних і лісівничих аспектів. Це особливо стосується обґрунтування допустимих обсягів заготівлі деревини енергетичного призначення для різних видів рубань у різних категоріях лісів та лісорослинних умовах.

Зниження витрат енергії на транспортування деревини до споживачів. Лісові території в Україні характеризуються невисоким рівнем транспортної доступності, що пов'язано з малою густотою лісових доріг, яка в середньому становить трохи більше 1 км на 100 га. У Карпатському регіоні цей показник удвічі менший. Такі умови негативно впливають на організацію ефективного лісогосподарського виробництва. Невисока густота доріг зумовлює низьку культуру лісогосподарського виробництва, невисокий ступінь використання лісових ресурсів, незадовільні соціально-гігієнічні умови праці робітників у лісі, потребує влаштування значної кількості трелювальних волоків, створює труднощі для запровадження сучасних систем природоощадних лісових машин. Необхідно також відзначити і вплив транспортної мережі на навколишнє середовище, який пов'язаний з рухом по лісових дорогах і волоках різноманітних транспортних засобів із двигунами внутрішнього згоряння, що забруднюють атмосферу продуктами згоряння пального. Орієнтовно автомобіль викидає щорічно від 1 до 5 т окису вуглецю, окисів азоту, вуглеводнів й інших токсичних газів, забруднює прилеглу до дороги смугу окисами важких металів, пилом, створює підвищені шум і вібрацію. За умови низької капітальності лісових доріг і незадовільного їх технічного стану, а також наявності значної кількості трелювальних волоків викиди продуктів згоряння під час транспортування де-

ревини ще більші, що підтверджується нижче поданими міркуваннями. На рис. 4 подано значення величин основного питомого опору руху транспортних засобів

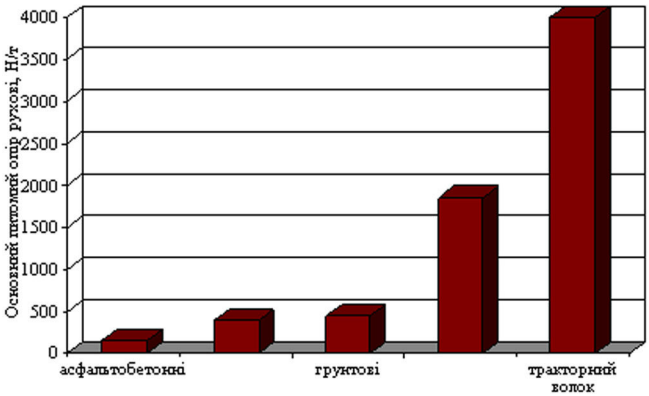


Рис. 4. Залежність питомого опору руху для різних типів шляхів транспорту

для різних типів доріг. Порівняльний аналіз показує, що цей показник на ґрунтовій лісовій дорозі і тракторному волоку, відповідно, у 4,5 і 10 разів більший, ніж на дорозі з гравійним (щебеневим) покриттям. А це, своєю чергою, зумовлює потребу у значних витратах енергії на транспортну роботу і спричинює підвищені викиди продуктів згоряння (рис. 5). Подібні висновки дають змогу зробити аналіз величин витрат палива лісовозних автомобілів залежно від типу і стану дорожнього покриття, що особливо важливо для лісових автодоріг, з яких понад 20 % потребує капітального ремонту або повного відновлення. Зазвичай, на поверхні дорожнього полотна лісових шляхів наявні відчутні нерівності і глибокі колії.



Рис. 5. Викиди продуктів згоряння дизельного палива під час трелювання деревини гусеничним трактором

Враховуючи наведене, можна стверджувати про наявність підвищених витрат палива під час транспортування деревини, які на лісових автодорогах з гравійним (щебеневим) і ґрунтовим покриттям, відповідно, в 1,6 і 2,5 раза вищі, ніж на дорогах з асфальтобетонним покриттям [17-18]. Залежність витрат палива лісовозних автомобілів від виду та стану дорожнього покриття представлено на рис. 6.

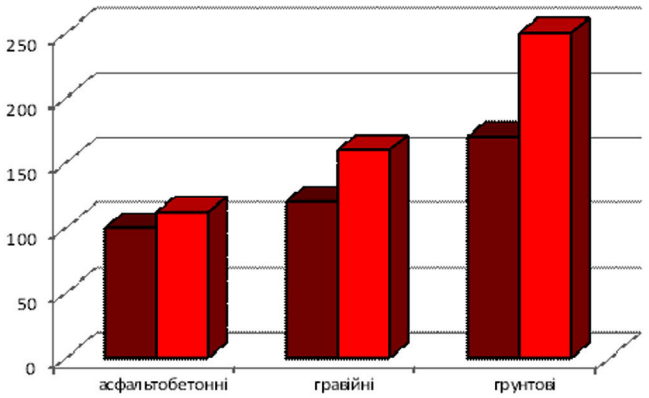


Рис. 6. Залежність витрат палива лісовозних автомобілів від виду та стану дорожнього покриття

Запобігання висушуванню лісових територій. Зменшення обсягів вологонагромадження та висушування окремих ділянок лісових територій значною мірою спричиняється тимчасовим періодичним зніленням, до якого призводить широке застосування методів суцільних рубань, а також влаштування значної кількості шляхів первинного транспортування деревини. До них відносять трелювальні волоки, що влаштовують під час застосування не тільки колісних і гусеничних тракторів, але й гужового транспорту. Волоки є елементарними проїздами, на яких, зазвичай, відсутні штучні споруди і водовідводи. У гірських лісах їх будують, переважно, для застосування гусеничних трелювальних тракторів і вони мають достатньо значні поздовжні ухили, що, переважно, не дає змоги їх використовувати для проїздів колісної техніки (трелювальних тракторів чи мобільних канатних установок). Космічний знімок ділянки лісової території із зрубом, розташованим на гірському схилі, показано на рис. 7.

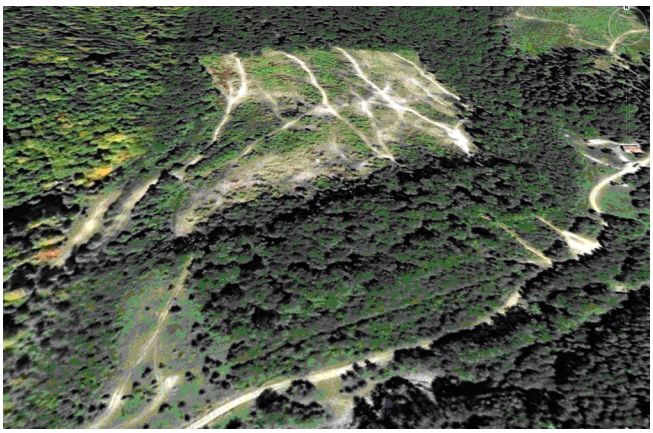


Рис. 7. Загальний вигляд розташування шляхів транспортування деревини у лісових масивах Карпатського регіону

Зазвичай лісові масиви помережені примітивними шляхами, які врізаються в ґрунтову поверхню, що призводить до формування значних обсягів ерозії. Частина внутрішньо ґрунтового стоку переводиться у поверхневий, який значно інтенсивніше надходить у гідрографічну мережу, сприяючи формуванню повеней. За рахунок згаданого, розчленування водозбірного басейну зростає у 2-4 рази порівняно з первинним [19, 20].

Загальновідомо, що лісова підстилка є важливим чинником водорегулювання [21, 22]. Але у разі застосування наземного трелювання деревини вона не тіль-

ки порушується, але й на певних ділянках зноситься повністю. Найбільшої шкоди поверхні зрубів завдає тракторне трелювання. Так, у гірських умовах волоки на лісосіці займають, в середньому, 8 % від її загальної площі. Об'єм ерозії ґрунту на ній може досягати 500 м³/га. При цьому об'єм ерозії на волоках досягає 70 % від загального об'єму ерозії на всій лісосіці. У табл. 1 подано інформацію про стан поверхні ґрунту на лісосіках для різних типів трелювальних засобів.

На лісосіках, освоєних за допомогою гусеничних трелювальних тракторів, ерозійно небезпечні лінійні та лінійно-площинні пошкодження ґрунту становлять в середньому 10,8 % від загальної площі зрубів. У разі застосування колісних тракторів ці порушення ґрунту сягають 13,0 %. Дещо більший відсоток пошкоджень ґрунту колісною технікою можна пояснити меншою опорною поверхнею колісного рушія, що відповідно спричиняє його більший питомий тиск на ґрунт та утворення глибшої колії. Середній об'єм ерозії ґрунту із врахуванням волоків для гусеничних і колісних трелювальних тракторів приблизно однаковий і перебуває в межах 240-260 м^3/га.

Табл. Характеристика стану поверхні ґрунту на лісосіках при застосуванні різних типів трелювальних засобів

Розподіл стану поверхні ґрунту за категоріями, % від площі							Об'єм ерозії, м^3/га
не порушено	мінералізовано	порушено				нано-си	
		всього	зокрема на глибину, см				
			до 5	6-10	більше ніж 10		
Гусеничні трактори							
78,8	9,3	10,8	2,5	2,0	6,3	1,1	264
Колісні трактори							
79,0	6,3	13,0	3,0	3,2	6,8	1,7	240
Трелювальна лебідка ТЛ-4							
51,6	28,6	19,8	9,9	8,2	1,7	-	117
Стаціонарні канатні установки							
66,3	20,9	12,0	5,4	3,5	3,1	0,8	116
Мобільні канатні установки							
81,4	12,0	4,5	3,1	1,1	0,3	2,1	21

Основним способом зменшення пошкоджень ґрунту під час проведення лісосічних робіт є використання на стрімких схилах канатних лісотранспортних систем, істотна перевага яких полягає у значному зменшенні (в 5-7 разів) обсягів ерозії ґрунтів. Це досягається завдяки відсутності внутрішньолісосічної мережі тракторних волоків, а за грамотного проведення робіт, навіть у межах траси канатної установки не спостерігається повної мінералізації ґрунту [23- 25].

Підтвердженням значного впливу господарської діяльності на водорегулятивну здатність гірських лісових територій є те, що під час проведення досліджень для встановлення методів гідравлічних розрахунків водопропускних споруд, які будуються в Українських Карпатах, не було виявлено чіткого зв'язку між значеннями максимального дощового стоку і лісистістю [26, 27].

Також необхідно зазначити, що на ділянці з густою рослинністю, особливо в лісовому деревостані, більшість сонячної енергії в спекотний день йде на випаровування і лише невелика частка – на виділення прихованого тепла. Крім того, рослинна біомаса затримує значну кількість води. А на знелісненій ділянці, особливо на зрубі після суцільного рубання, де наявні значні площі з порушеною ґрунтовою поверхнею, значно підвищується температура, що призводить до її поступового зневоднення [28].

Для запобігання висушування лісових територій необхідно започаткувати розроблення і реалізацію заходів, що охоплюють: істотне зменшення кількості використовуваних трелювальних волоків і обов'язкову їх рекультивацію після завершення лісосічних робіт, влаштування в лісовому фонді малих гідротехнічних споруд для нагромадження води і регулювання її стоку; поступовий перехід на переважно вибіркові методи рубань; застосування сучасних систем лісових машин і природоощадних технологій лісозаготівель.

Висновки. В Україні, з метою зменшення негативного впливу лісокористування на кліматичні зміни, доцільно здійснити низу таких невідкладних заходів:

- розробити нормативи заготівлі деревини енергетичного призначення для різних видів рубань у різних лісорослинних зонах;
- зменшити відстань первинного транспортування деревини шляхом розбудови мережі автомобільних доріг у лісових масивах;
- організувати проведення рекультивації не використовуваних трелювальних волоків;
- опрацювати вимоги до шляхів транспорту в лісовому фонді з урахуванням запобігання кліматичним змінам;
- затвердити на державному рівні "Концепцію ведення близького до природи лісівництва в Україні" та здійснити ефективні заходи щодо її реального застосування в лісових підприємствах;
- забезпечити поступовий перехід на не суцільні системи рубань із застосуванням природоощадних технологічних процесів і сучасних систем лісових машин, зокрема канатних установок;
- опрацювати заходи, спрямовані на інтеграцію лісового і водного господарства;
- створити модельну територію (можливо на міждержавному рівні) ефективного господарювання для відпрацювання методів зменшення негативного впливу лісокористування на кліматичні зміни.

ЛІТЕРАТУРА

1. Хансен Д. Глобальное потепление / Д. Хансен // В мире науки : научно-попул. журнал. – 2004. – № 6. [Электронный ресурс]. – Доступный з http://www.den-za-dnem.ru/page.php.article=44

2. Kravcik M. Water for the Recovery of the Climate. A New Water paradigm / M. Kravcik, J. Pokorny, J. Kohutiar, M. Kovac, E. Toth. – Kosice : Typopress-publishing house s.r.o., 2008. – 122 p.

3. Эффективность использования древесного сырья как источника энергии // Экспрес-информация по заруб. ист. – М. : ВНИПИЭИлеспром. – 1981. – Вып. 2. – 20 с.

4. Коржов В.Л. Шляхи вирішення проблеми використання біомаси дерев для одержання енергії / В.Л. Коржов // Науковий вісник УкрДЛТУ : зб. наук.-техн. праць. – Сер.: Лісовий комплекс напередодні XXI століття: освіта, наука, виробництво. – Львів : Вид-во УкрДЛТУ. – 1999. – Вип. 9.6. – С. 52-56.

5. Концепція розвитку біоенергетики в Україні / Г.Г. Гелетуха, Т.А. Желєзна, С.В. Тишаєв та ін. – К. : Вид-во Ін-та технічної теплофізики НАН України, 2001. – 15 с.

6. Renewable energy in Austria. – Vienna : Federal Ministry of Economics and Labour. – 2003. – 23 p.

7. Forest and energy. Key issues // FAO forestry paper. – Rome : FAO UN. – 2008. – № 154. – 56 p.

8. Пристая А.Д. Лесохозяйственная политика развития древесной энергетики / А.Д. Пристая // Оборудование и инструмент для профессионалов : Междунар. информац.-техн. журнал. – 20. – 2010. – № 3. – С. 48-50.

9. Коржов В.Л. Значення біомаси дерев у процесі оптимізації енергетичного балансу України / В.Л. Коржов // Наукові праці Лісівничої академії наук України : зб. наук. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2008. – Вип. 6. – С. 20-24.

10. Лакида П.І. Енергетичне використання біомаси лісів України в умовах глобальних змін клімату / П.І. Лакида, Р.Д. Василишин, Л.М. Матушевич, С.В. Зібцев // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2009. – Вип. 19.14. – С. 18-22.

11. Закон України "Про внесення змін до деяких законів України щодо сприяння виробництву та використанню біологічних видів палива" від 21.05.2009 р., № 1391-VI.

12. Закон України "Про внесення змін до Закону України "Про електроенергетику" щодо стимулювання використання альтернативних джерел енергії" від 01.04.2009 р., № 1220-VI.

13. Постанова НКРЕ "Про затвердження змін до Порядку встановлення, перегляду та припинення дії "зеленого" тарифу для суб'єктів господарської діяльності" від 16.07.2009 р., № 828.

14. Коржов В.Л. Энергия из древесины – перспективное направление лесохозяйственной деятельности / В.Л. Коржов // Оборудование и инструмент для профессионалов : Междунар. информац.-техн. журнал. – 20. – 2010. – № 3. – С. 51-53.

15. Головань М. Равнение на Ровно, или новый вектор в развитии лесного хозяйства Украины / М. Головань // Оборудование и инструмент для профессионалов : Междунар. информац.-техн. журнал. – 2010. – № 3. – С. 60-63.

16. Коржов В.Л. Современная технология заготовки топливной щепы / В.Л. Коржов // Оборудование и инструмент для профессионалов : Междунар. информац.-техн. журнал. – 20. – 2011. – № 2. – С. 30-31.

17. Євгеньев В.И. Защита природной среды при эксплуатации дорог / В.И. Евгеньев // Автомобильные дороги. – 1989. – № 8. – С. 5.

18. Коржов В.Л. Оптимальна транспортна мережа у лісфонді як чинник екологічної стабільності та сталого природокористування / В.Л. Коржов // Науковий вісник УкрДЛТУ : зб. наук.-техн. праць. – Сер.: Лісова інженерія: техніка, технологія і довкілля. – Львів : Вид-во УкрДЛТУ. – 1904. – Вип. 14.3. – С. 201-207.

19. Голубець М.А. Дорожня мережа як дестабілізаційний чинник ґрунтового стоку / М.А. Голубець Б.О. Крок, М.П. Козловський, М.М. Гринчак // Екологічні та соціально-економічні аспекти катастрофічних стихійних явищ в Карпатському регіоні (повені, селі, зсуви) : матер. Міжнар. наук.-практ. конф. – Рахів, 1999. – С. 99-101.

20. Гринчак М.М. Зміна річкового стоку внаслідок антропогенної трансформації біогеоценотичного покриву / М.М Гринчак, М.П. Козловський, Б.О. Крок // Гори і люди : матер. Міжнар. конф. – Рахів, 2002. – Т. 2. – С. 46-48.

21. Молчанов А.А. Гидрологическая роль леса / А.А. Молчанов. – М. : Изд-во АН СССР, 1960. – 448 с.

22. Поляков А.Ф. Экологическая роль горных лесов Крыма /А.Ф. Поляков, Ю.В. Плугатарь, А.Г. Рудь // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2009. – Вип. 19.14. – С. 143-148.

23. Парпан В.И. Повреждение почвы при разных способах трелёвки леса в Карпатах / В.И. Парпан, В.С. Олийнык, В.С. Кудра // Лесное хозяйство : журнал. – 1988. – № 1. – С. 28.

24. Bybluk N. Timber harvesting in the Carpathians: Ecological problems and methods to solve them / N. Bybluk, O. Styranivsky, V. Korzhov, V. Kudra // Journal of Forest Science. – 2010. – Vol. 56 (7). – P. 333-340.

25. Парпан В.І. До питання екологізації гірських лісозаготівель / В.І. Парпан, В.Л. Коржов, В.П. Корнієнко, Ю.К. Сидорук // Наукові основи ведення сталого лісового господарства : матер. Міжнар. наук.-практ. конф., присвяч. 80-річчю з дня народж. П.С. Пастернака. – Івано-Франківськ, 2005. – С. 203-207.

26. Большаков В.А. Гидрологические и гидравлические расчеты малых дорожных сооружений / В.А. Большаков, А.А. Курганович. – К. : Вид-во "Вища шк.", 1983. – 280 с.

27. Курганович А.А. Гидрологическое обоснование проектирования мостовых переходов / А.А. Курганович, П.М. Лютик. – К. : межвуз. полиграф. объединение, 1977. – 127 с.

28. Кравчік М. Вода без кордонів. Вода та кліматична стабільність регіону / М. Кравчік, Ю. Когутяр, М. Ковач та ін. – Кошіце : Reklamny Dom, 2010. – 176 с.

В.Л. Коржов

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ КАК ФАКТОР ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ

Представлен анализ организации технологических процессов лесохозяйственного производства, которые влияют на процессы глобального потепления и климатические изменения. Выделено три основных аспекта: энергетическое использование биомассы деревьев, затраты энергии на транспортировку древесины к потребителям и высушивание лесных территорий вследствие лесозаготовок. Даны предложения относительно увеличения объемов использования биомассы деревьев в энергетических целях, а также направления совершенствования технологических процессов лесопользования с целью уменьшения отрицательного влияния на окружающую среду и замедление климатических изменений.

***Ключевые слова*:** лесопользование, технологические процессы, влияние, климатические изменения, предупреждение.

V.L. Korzov

IMPROVEMENT OF FOREST RESOURCE MANAGEMENT AS FACTOR OF CLIMATE CHANGE MITIGATION

The organization of technological processes of forestry production analyzed in the context of global warming and climate change challenges. We selected three main aspects of such processes: utilization of wood biomass for energy production, energy use for wood transportation to consumers and drying of forest soils due to timber harvesting. The recommendations developed regarding increasing of wood biomass utilization for energy production and ways to improve technological processes of forest utilization with aim to decrease negative environmental impact and to mitigate climate change.

***Keywords*:** forest utilization, technological processes, influence, climate change, prevention.

9. РЕСУРСООЩАДНІ ТА ЕКОЛОГОБЕЗПЕЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЕРЕВООБРОБКИ

*УДК 630*816.2*

***П.А. БЕХТА*[1], *П.В. ЛЮТИЙ*[2]**

ВПЛИВ РІЗНОГО ТИПУ МОДИФІКУВАЛЬНИХ ДОБАВОК І ЇХ СУМІШЕЙ НА ВЛАСТИВОСТІ ДЕРЕВИННО-ПОЛІМЕРНИХ ПЛИТ

Проаналізовано вплив введення в деревинно-полімерну композицію різноманітних модифікувальних добавок на фізико-механічні властивості деревинно-полімерних плит. Встановлено, що додавання всіх запропонованих модифікувальних добавок дає змогу дещо підвищити показник межі міцності під час статичного згинання, однак їх вплив на показники водостійкості є неоднозначним. Зокрема, додавання таких модифікувальних добавок, як малеїновий ангідрид та лігносульфонат кальцію призводить до стрімкого підвищення водопоглинання та набрякання деревинно-полімерних плит за товщиною. Серед запропонованих модифікувальних добавок найвищі показники міцності та водостійкості деревинно-полімерних плит спостережено у разі додавання таких модифікувальних сумішей: лігносульфонату кальцію та полівінілового спирту; технічного парафіну та полівінілового спирту; лігносульфонату кальцію, технічного парафіну та полівінілового спирту.

Ключові слова: *деревинно-полімерні плити, межа міцності під час статичного згинання, водопоглинання, набрякання за товщиною, модифікувальні добавки.*

Постановка проблеми. Деревинно-полімерні плити (ДПП) на основі термопластичних полімерів характеризуються задовільними фізико-механічними показниками зі вмістом деревинного наповнювача до 50 % [1]. Подальше збільшення вмісту наповнювача призводить до значного зниження водостійкості й погіршення показників міцності. Отже, ДПП із підвищеним вмістом деревинного наповнювача, для збереження високих експлуатаційних характеристик, потребують введення модифікувальних добавок, класифікацію яких залежно від їх призначення зображено на рис. 1.

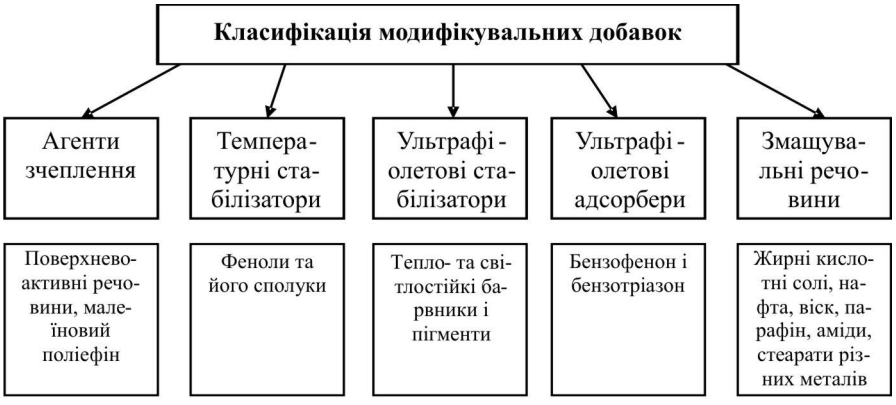


Рис. 1. Класифікація модифікувальних добавок

Зокрема, агенти зчеплення покращують адгезію деревини до полімеру, температурні стабілізатори зменшують деструкцію деревини під час виготовлення, тобто сполуки, котрі дають змогу збільшити текучість розплаву термопластичного полімеру за невисоких температур [2]. Ультрафіолетові стабілізатори зменшують деструкцію термопластичних полімерів, оскільки останні під дією світлових променів старі-

[1] **БЕХТА Павло Антонович** – дійсний член Лісівничої академії наук України, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри технології деревинних композиційних матеріалів, целюлози та паперу. Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів, 79057. Тел.: +38(032) 238-44-99. Факс: +38(032) 237-89-05. E-mail: bekhta@ukr.net

[2] **ЛЮТИЙ Павло Володимирович** – асистент кафедри технології деревинних композиційних матеріалів, целюлози та паперу. Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів, 79057. Тел.: +38(032) 238-44-99. E-mail: pawa_lyutyj@ukr.net

ють, що супроводжується зміною кольору (з білого або прозорого в жовтий) і, відповідно, погіршенням фізико-механічних показників.

Ультрафіолетові адсорбери поглинають ультрафіолетові промені, зменшуючи деструкцію деревини, а змащувальні речовини наносять на поверхні деревинних частинок та термопластичного полімеру, що дає змогу якісно перемішувати суміш, а також зменшити витрати електроенергії під час перемішування.

Проаналізувавши згадані групи модифікувальних добавок, найвпливовішими на фізико-механічні показники у разі виготовлення ДПП методом плоского пресування є: агенти зчеплення, змащувальні речовини та температурні стабілізатори. Враховуючи вартість і доступність модифікувальних добавок, для експериментальних досліджень було запропоновано використання таких речовин: малеїновий ангідрид, технічний парафін, лігносульфонат кальцію, полівініловий спирт.

Мета роботи – встановити вплив різного типу модифікувальних добавок та їх сумішей на властивості деревинно-полімерних плит.

Методика досліджень. Для виконання експериментальних досліджень було використано такі матеріали: деревинна стружка, подрібнені відходи поліетилену високого тиску (ВПЕ), малеїновий ангідрид, лігносульфонат кальцію, технічний парафін, полівініловий спирт. Склад деревинно-полімерної композиції був таким: стружка – 60 %, ВПЕ – 32,5 %; модифікувальна добавка – 7,5 %. Деревинно-полімерні плити виготовляли за таких режимних параметрів пресування: тиск – 3,5 МПа, температура – 180 °С, тривалість – 1,0 хв/мм, тиск допресування (охолодження) – 1,5 МПа.

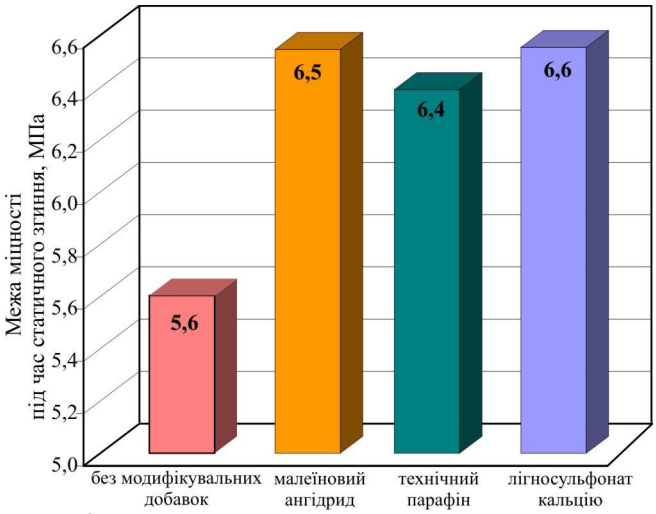


Рис. 2. Залежність межі міцності під час статичного згинання від типу модифікувальних добавок

Результати досліджень. Модифікувальні добавки по-різному впливають на фізико-механічні показники ДПП. Зокрема, межа міцності під час статичного згинання у разі додавання малеїнового ангідриду підвищується в 1,16 раза; технічного парафіну – в 1,1 раза; лігносульфонату кальцію – в 1,2 раза порівняно з ДПП без модифікувальних добавок (рис. 2). Усі модифікувальні добавки негативно впливають на питомий опір витягуванню шурупів (рис. 3). До того ж, для різних модифікувальних добавок його значення є практично однаковим, що вказує на незначний їх вплив на цей показник. Однак показник питомого опору витягуванню шурупів порівняно із стружковими плитами (60-100 Н/мм) є досить високим (95,7-103,7 Н/мм). Таке підвищення показників міцності ДПП можна пояснити тим, що малеїновий ангідрид має значну кількість реакційних центрів (гідроксильні групи та подвійний зв'язок), а також складний ефірний зв'язок, який не потребує високої енергії для розриву.

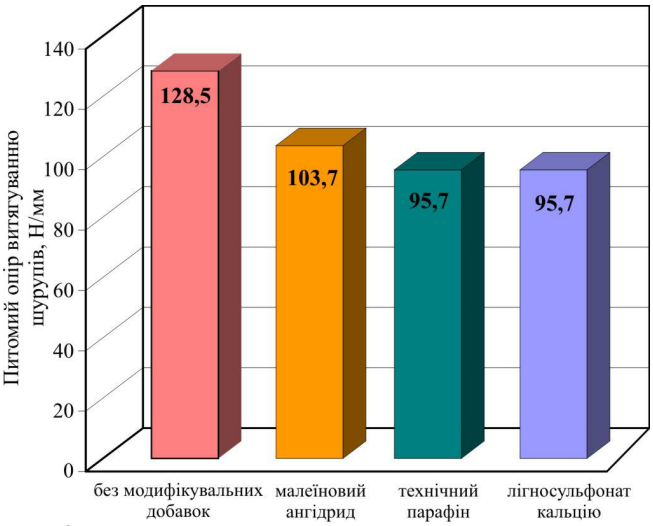


Рис. 3. Залежність питомого опору витягуванню шурупів від типу модифікувальних добавок

Ці функціональні групи вступатимуть у взаємодію з гідроксильними групами компонентів деревини (целюлози, геміцелюлози та лігніну), а також із реакційними групами, що містяться в ВПЕ, наявність яких доведено в роботі [3]. Малеїновий ангідрид можна вважати буфером між деревиною та ВПЕ. Взаємодія малеїнового ангідриду з елементами деревини (рис. 4) дає змогу зшити функціональні групи целюлози та геміцелюлоз із утворенням сітчастої структури, що сприяє підвищенню міцності ДПП.

Парафін, будучи низькоплавким аналогом поліетилену, знижує його температуру текучості та в'язкість, що дає змогу термопластичному полімеру легше й швидше проникати в капілярно-пористу структуру деревинних частинок, сприяє ефективнішому диспергуванню в'язівника, а також рівномірному розподілу його в об'ємі матеріалу [4, 5]. Дія парафіну зменшує температуру та тривалість пресування ДПП, що значно підвищує продуктивність та знижує енерговитрати пресового обладнання. Зменшення температури та тривалості пресування також сприяє мінімізації термодеструкційних процесів, які відбуваються в деревині.

Необхідно зауважити, що дія парафіну поєднує в собі кілька різних функцій, – він виступає як агент зчеплення, ультрафіолетовий адсорбер, температурний стабілізатор та змащувальна речовина. Однак введення в деревинно-полімерну композицію понад 10 % парафіну є недоцільним [4], оскільки на поверхні деревинних частинок утворюється його товстий шар, який ускладнює розплав термопластичного полімеру проникати в капілярно-пористу структуру деревини, що відповідно знижує показники міцності ДПП.

Окрім малеїнового ангідриду, також і лігносульфонати, маючи велику кількість реакційних груп (-SO_3H), сприяють інтенсивному утворенню нових адгезійних і хімічних зв'язків із деревинним наповнювачем і ВПЕ, що своєю чергою покращує фізико-механічні властивості ДПП загалом. Зокрема, на рис. 5 зображено одну з можливих взаємодій між лігносульфонатами та целюлозою деревини. Окрім того, маючи гідрок-

сильні групи, вони можуть утворювати водневі зв'язки з макромолекулами целюлози та геміцелюлозами. Результатом взаємодії лігносульфонатів та гідроксильних груп деревини є утворення макромолекул, котрі зв'язані між собою ефірними та водневими зв'язками.

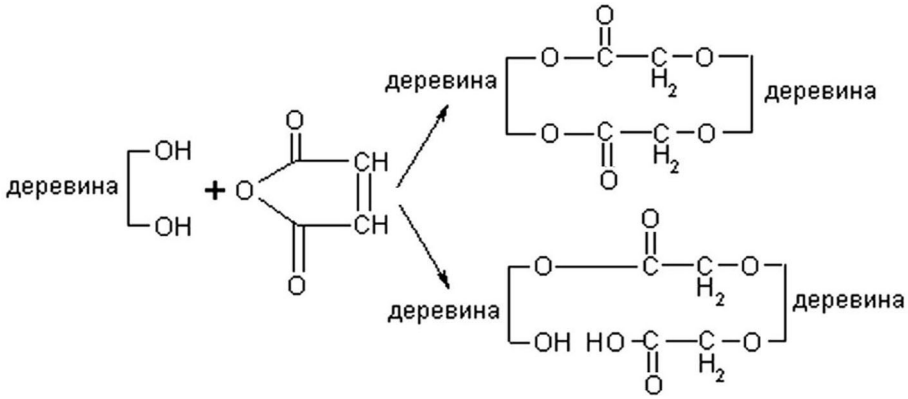


Рис. 4. Взаємодія малеїнового ангідриду з елементами деревини

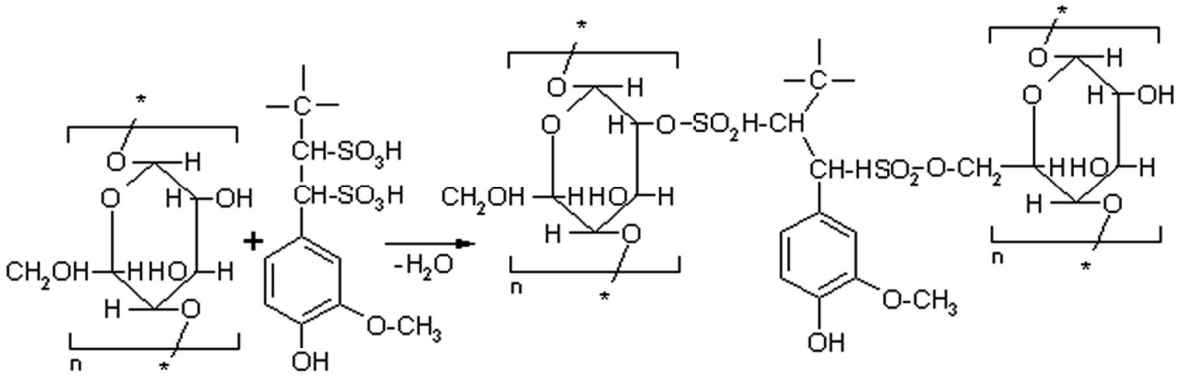


Рис. 5. Взаємодія целюлози з лігносульфонатами

Однак малеїновий ангідрид (див. рис. 4) і лігносульфонат кальцію (див. рис. 5), маючи велику кількість реакційних груп, негативно впливають на водостійкість ДПП. Зокрема, під час додавання малеїнового ангідриду водопоглинання підвищується 1,1 раза, набрякання за товщиною – в 1,3 раза, а під час додавання лігносульфонату кальцію – у 1,5 та 2,0 раза, відповідно. Додавання ж технічного парафіну знижує водопоглинання та набрякання за товщиною в 5,5 та 2,0 рази, відповідно (рис. 6, 7).

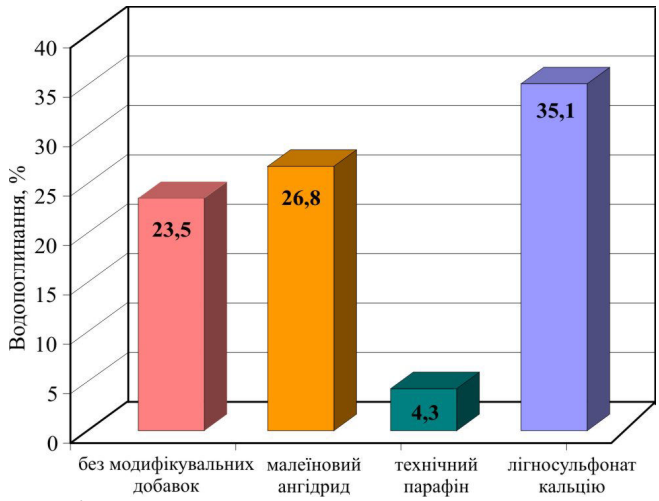


Рис. 6. Залежність водопоглинання від типу модифікувальних добавок

Отже, необхідно зауважити, що введення в деревинно-полімерну композицію такої модифікувальної добавки, як малеїновий ангідрид, є неефективним і недоцільним, оскільки не дає змоги очікувано підвищити показник межі міцності під час статичного згинання.

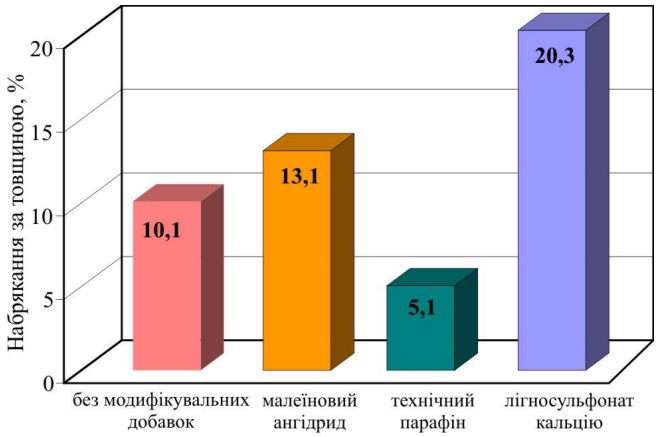


Рис. 7. Залежність набрякання за товщиною від виду модифікувальних добавок

Окрім малеїнового ангідриду, до агентів зчеплення відносять і полівініловий спирт (ПВС). ПВС, будучи полярним полімером, може взаємодіяти з функціональними групами на поверхні деревини, а також утворювати водневі зв'язки з її компонентами, що сприяє переважній їх локалізації на межі поділу деревина – полімер [4]. Однак ПВС вважається біодеградуючим полімером, введення якого призводитиме до зменшення терміну експлуатації матеріалу [4].

Окрім того, за підвищених температур (близько 180 °С) відбувається деструкція ПВС із значним зменшенням його ступеня полімеризації й утворення вінілового та інших спиртів. Одним із шляхів вирішення

цієї проблеми є додавання до ПВС стабілізаторів, які, з одного боку, дадуть змогу зменшити біодеградацію полімеру, а з іншого – підвищити його стійкість до дії високих температур. Зокрема, такою модифікувальною добавкою можуть виступати лігносульфонати. Взаємодія ПВС із сульфогрупами лігносульфонатів сприятиме утворенню сполук із міцними ефірними зв'язками (рис. 8), для розриву яких необхідно прикласти значну енергію і, відповідно, дасть змогу його стабілізувати.

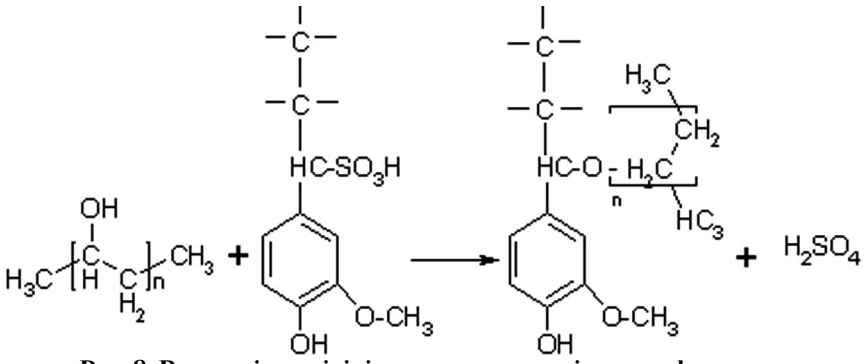


Рис. 8. Взаємодія полівінілового спирту з лігносульфонатами

Побічним продуктом взаємодії лігносульфонатів та ПВС може бути сульфатна кислота (див. рис. 8), яка надалі може вступати в реакцію як із компонентами деревини, так і з лігносульфонатами. Зокрема, вступаючи у взаємодію з целюлозою, вона значно понижує ступінь її полімеризації, що дає змогу підвищити аморфність і, відповідно, полегшити проникність ВПЕ в її структуру. У разі взаємодії сульфатної кислоти з лігніном, руйнується його сітчаста структура, що сприяє утворенню лігносульфонатів.

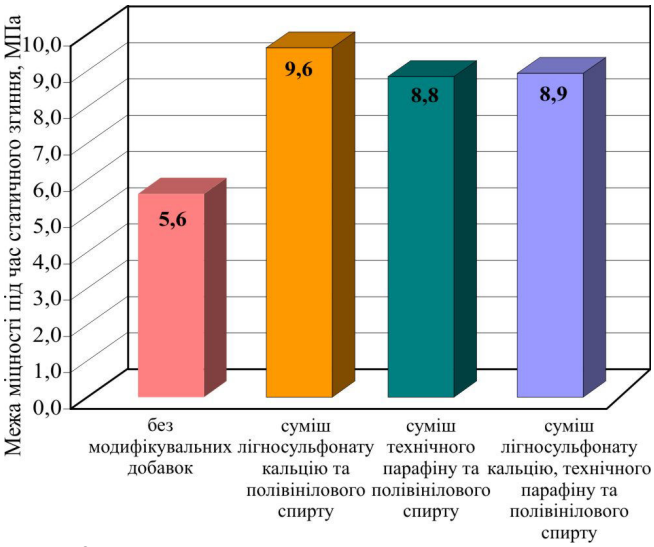


Рис. 9. Вплив сумішей модифікувальних добавок на межу міцності під час статичного згинання

Ефективним шляхом зменшення термодеструкційних процесів ПВС є також додавання до його композиції парафіну, який, як вище вже зазначалося, дає змогу знижувати температуру текучості ВПЕ та його в'язкість, а також зменшує температуру та тривалість пресування ДПП.

Зокрема, у разі додавання суміші лігносульфонату кальцію та полівінілового спирту межа міцності під час статичного згинання зростає в 1,7 раза; суміші технічного парафіну та полівінілового спирту – в 1,6 раза; суміші лігносульфонату кальцію, технічного парафіну та полівінілового спирту – в 1,6 раза порівняно з ДПП без модифікувальних добавок (рис. 9). Однак, як і у разі додавання малеїнового ангідриду, під час введення в деревинно-полімерну композицію суміші модифікувальних добавок дещо зменшується показник питомого опору витягуванню шурупів (рис. 10).

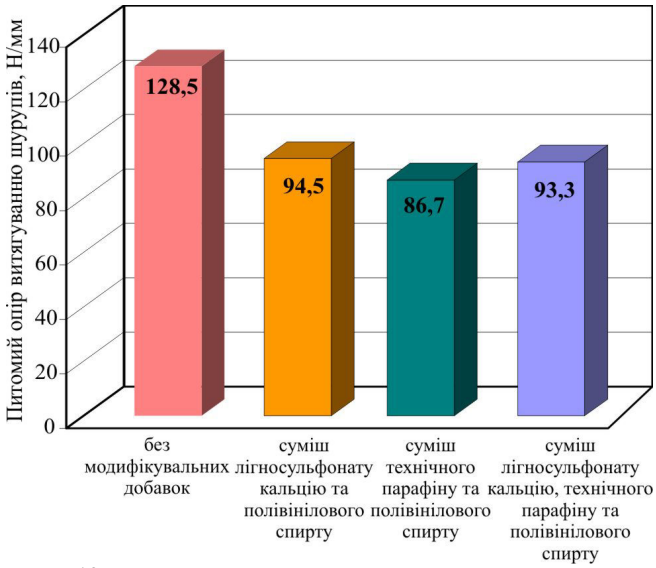


Рис. 10. Вплив сумішей модифікувальних добавок на питомий опір витягуванню шурупів

ПВС, взаємодіючи із целюлозою та геміцелюлозами, утворює міжмолекулярні зв'язки, міцність яких дорівнює міцності простих ефірних зв'язків (рис. 11), що й дає змогу значно покращити фізико-механічні властивості ДПП. Поряд з тим, ПВС може взаємодіяти і з функціональними групами, що є у ВПЕ, виступаючи в такому випадку агентом зчеплення термопластичного полімеру та деревинних частинок. Отже, можна припустити, що ПВС підвищує полімерофільність неполярного ВПЕ до деревини, покращуючи при цьому механічні властивості ДПП.

Додавання суміші технічного парафіну та полівінілового спирту знижує водопоглинання в 3,3 раза, а набрякання ДПП за товщиною – в 1,6 раза; суміші лігносульфонату кальцію, технічного парафіну та полівінілового спирту – в 2,8 та 1,4 раза, відповідно (рис. 12). Додавання ж суміші лігносульфонату кальцію та полівінілового спирту знижує водопоглинання в 1,1 раза, однак підвищує набрякання за товщиною в 1,3 раза.

Молекули лігносульфонатів і лігніну деревини мають подібну сітчасту структуру, їм досить складно

орієнтуватися відносно гідроксильних груп ПВС, тому взаємодія між ними відбувається лише на межі поділу фаз (див. рис. 8). Решта ж функціональних груп ПВС та лігносульфонатів, які не прореагували з функціональними групами деревини та між собою, вступатимуть у взаємодію з молекулами води, що й призводитиме до незначного підвищення набрякання ДПП за товщиною (див. рис. 12). Цей недолік можна виправити за рахунок введення в композицію незначної кількості парафіну, що стрімко підвищує водостійкість таких плит.

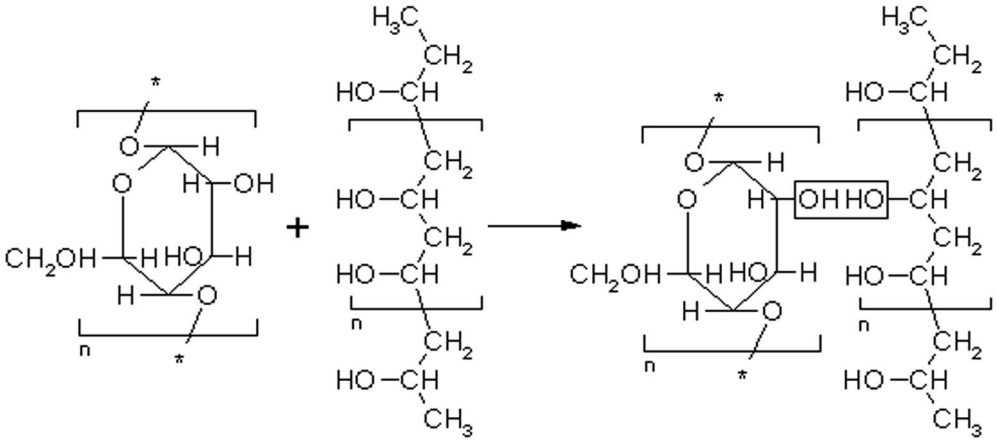


Рис. 11. Утворення ковалентних зв'язків між полівініловим спиртом і целюлозою

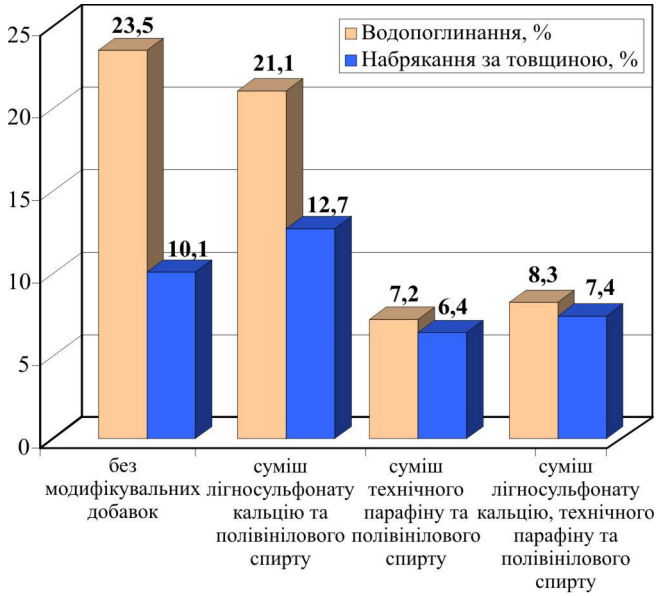


Рис. 12. Вплив сумішей модифікувальних добавок на водостійкість ДПП

Висновки. Модифікування деревинно-полімерної композиції є актуальним та перспективним напрямком покращення фізико-механічних властивостей ДПП. Уведення всіх запропонованих модифікувальних добавок сприяє підвищенню показника межі міцності під час статичного згинання, однак додавання малеїнового ангідриду та лігносульфонату кальцію призводить до стрімкого підвищення водопоглинання і набрякання ДПП за товщиною. Окрім того, додавання усіх вибраних модифікувальних добавок призводить до зниження питомого опору витягуванню шурупів, хоча цей показник і так є досить високим. Необхідно зауважити, що введення такої модифікувальної добавки, як малеїновий ангідрид, є неефективним і недоцільним, оскільки не дає змоги очікувано підвищити показник межі міцності під час статичного згинання. Найвищі показники межі міцності під час статичного згинання спостережено під час додавання модифікувальних сумішей, зокрема: технічного парафіну та полівінілового спирту; лігносульфонату кальцію та полівінілового спирту; лігносульфонату кальцію, технічного парафіну та полівінілового спирту. Врахувавши особливості ДПП, отриманих на основі різних модифікувальних сумішей, рекомендовано застосування ДПП на основі суміші лігносульфонату кальцію та полівінілового спирту у сухих приміщеннях із більшими навантаженнями.

ДПП на основі сумішей: технічного парафіну та полівінілового спирту; лігносульфонату кальцію, технічного парафіну та полівінілового спирту доцільно застосовувати в агресивних середовищах з дещо меншими навантаженнями під час згинання.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бехта ПА. Вплив виду деревинного наповнювача на властивості деревинно-полімерних матеріалів / П.А. Бехта, П.В. Лютий // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2010. – Вип. 20.5. – С. 91-93.

2. Wood plastic composites study – technologies and UK market opportunities: research report // The Waste and Resources Action Program, 2003. – 101 p.

3. Клинков А.С. Утилизация и вторичная переработка полимерных материалов : учебн. пособ. / А.С. Клинков, П.С. Беляев, М.В. Соколов. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2005. – 80 с.

4. Вплив модифікуючих добавок на властивості деревнополімерних матеріалів / В.Д. Мишак, В.Ф. Анненков, І.П. Мельник та ін. // Лісове господарство, лісова, паперова і деревообробна промисловість : міжвідомч. наук.-техн. зб. – Львів : Вид-во УкрДЛТУ. – 1988. – № 3. – С. 36-37.

П.А. Бехта, П.В. Лютый

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНОГО ТИПА МОДИФИЦИРУЮЩИХ ДОБАВОК И ИХ СМЕСЕЙ НА СВОЙСТВА ДРЕВЕСНО-ПОЛИМЕРНЫХ ПЛИТ

Проанализировано влияние введения в древесно-полимерную композицию различного типа модифицирующих добавок на физико-механические свойства древесно-полимерных плит. Установлено, что добавление всех

предложенных модифицирующих добавок позволяет повысить предел прочности при статическом изгибе, однако их влияние на показатели водостойкости является неоднозначным. В частности, добавление таких модифицирующих добавок, как малеиновый ангидрид и лигносульфонат кальция приводит к стремительному повышению водопоглощения и разбухания древесно-полимерных плит по толщине. Среди предложенных модифицирующих добавок самые высокие показатели прочности и водостойкости древесно-полимерных плит наблюдаются в случае добавления таких модифицирующих смесей: лигносульфоната кальция и поливинилового спирта; технического парафина и поливинилового спирта; лигносульфоната кальция, технического парафина и поливинилового спирта.

***Ключевые слова*:** древесно-полимерные плиты, предел прочности при статическом изгибе, водопоглощение, разбухание по толщине, модифицирующие добавки.

P.A. Bekhta, P.V. Lyutyy

INFLUENCE OF DIFFERENT TYPES OF MODIFYCATING ADDITIVES AND THEIR MIXES ON THE WOOD-PLASTIC COMPOSITES PROPERTIES

The addition of different types of modifycating additives on properties of WPC analyzed. The addition of modifiers and their mixtures into wood-polymer composition allows to increase bending strength and to reduce water absorption and thickness of swelling. The water absorption and thickness of swelling of WPC increased when the malefic anhydride and lignosulfonat calcium were used. But the water resistance increased when the technical paraffin was used. The malefic anhydride addition wasn't so effective and then polyvinyl alcohol was used. The polyvinyl alcohol addition increases bending strength and water resistance. Then the different mixes of modifycating additives were established. The highest durability and water resistance of WPC are observed under the addition of the following modifycating mixes: lignosulfonat calcium and polyvinyl alcohol; technical paraffin and polyvinyl alcohol; lignosulfonat calcium, technical paraffin and polyvinyl alcohol. The WPC on the basis of the lignosulfonat calcium and polyvinyl alcohol are necessary to be used in dry buildings with highest loadings. The WPC on the basis of the technical paraffin and polyvinyl alcohol; lignosulfonat calcium, technical paraffin and polyvinyl alcohol are necessary to be used in damp environments with low loadings.

***Keywords*:** wood-plastic composites, bending strength, water absorption, thickness of swelling, modifycating additives.

10. АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРОЕКТУВАННЯ

УДК 674.093.26

***П.А. БЕХТА*[1], *Р.Г. САЛАБАЙ*[2], *І.І. САЛАБАЙ*[3]**

ВПЛИВ МЕТОДІВ ВИПРОБОВУВАННЯ ФАНЕРИ НА МЕЖУ ЇЇ МІЦНОСТІ НА СКОЛЮВАННЯ

Визначено чинники (форма та розміри зразків і спосіб їх попереднього оброблення вимочуванням чи кип'ятінням), які характеризують метод випробовування фанери на межу її міцності на сколювання та досліджено їх вплив на цей показник. Дисперсійний аналіз показав, що 11 % вибіркової дисперсії пояснюється залежністю межі міцності фанери на сколювання від форми і розмірів зразка, а 27 і 22 % – від способів попереднього оброблення зразків за різними стандартами (за ГОСТ 9624-93 і за ДСТУ EN 314-1:2003 відповідно). Попереднє ж оброблення зразків кип'ятінням різної тривалості за однакової їх форми не впливає на межу міцності фанери на її сколювання, що також підтверджено дисперсійним аналізом. Отримано рівняння регресії, яке описує математичну функціональну залежність межі міцності фанери на сколювання від методу її випробовування. Розроблено рекомендації щодо розрахунку міцності склеювання фанери залежно від методу випробовування.

Ключові слова: *фанера, межа міцності на сколювання, метод випробовування, форма і розміри зразка, спосіб попереднього оброблення зразка.*

Вступ. Фанеру, порівняно з іншими деревинними композитними матеріалами, такими як стружкові й волокнисті плити, завдяки високим механічним і експлуатаційним властивостям широко застосовують у різних галузях промисловості.

Межа міцності під час сколювання фанери характеризує якість склеювання листів шпону і є одним із основних показників, за яким оцінюють її якість [1-6]. Визначають міцність склеювання в процесі випробовування зразків визначеної форми і розмірів (рис. 1), як відношення руйнівного зусилля до площі сколювання. Міждержавний стандарт ГОСТ 9624-93 встановлює метод визначення межі міцності під час сколювання по клейовому шару і по деревині. Випробовування виконують на сухих або вологих зразках (рис. 1, а) відповідно до вимог стандартів на продукцію конкретних видів [7].

З липня 2004 р. чинний Національний стандарт України (ДСТУ EN 314-1:2003) встановлює методи визначення якості з'єднання фанери за допомогою випробовування на зріз на попередньо оброблених вологих зразках (рис. 1, б). Вибір попереднього оброблення залежить від типу фанери [8].

Отже, за ГОСТ 9624-93 перевіряють міцність на сколювання по клейовому шару, або міцність склеювання шпону, а за ДСТУ EN 314-1:2003 перевіряють тільки міцність склеювання шпону за допомогою випробовування на зріз шарів шпону, які мають поперечний напрямок волокон щодо довжини зразка. Отож, істотна відмінність існує між стандартами щодо попереднього оброблення зразків фанери для випробовування. До того ж, вибір попереднього оброблення за ГОСТ 9624-93 залежить від марки фанери, а за ДСТУ EN 314-1:2003 – від умов експлуатації фанери, які визначають її клас.

Мета дослідження – встановити закономірності впливу методів випробовування фанери на межу її міцності на сколювання і на цій основі порівняти ці методи випробовування за різними стандартами та розробити рекомендації щодо розрахунку міцності склеювання фанери залежно від методу випробовування.

Матеріали та методика. Для виконання досліджень використовували п'ятишарову, шліфовану з двох боків фанеру (ГОСТ 3916.1-96) загального призначення марки ФСФ, завтовшки 6,5 мм, вологістю 9 %, щільністю 700 кг/м^3.

[1] **БЕХТА Павло Антонович** – дійсний член Лісівничої академії наук України, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри технології деревинних композиційних матеріалів, целюлози та паперу. Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів, 79057. Тел.: (032) 238-44-99, (032) 237-89-05. E-mail: bekhta@ukr.net

[2] **САЛАБАЙ Роман Григорович** – кандидат технічних наук, доцент кафедри технології деревинних композиційних матеріалів, целюлози та паперу. Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів, 79057. Тел.: (032) 238-44-99. E-mail: roman.salabay@ukr.net

[3] **САЛАБАЙ Ірина Іванівна** – асистент кафедри технології деревинних композиційних матеріалів, целюлози та паперу. Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів, 79057. Тел.: (032) 238-44-99. E-mail: iryna_salabay@ukr.net

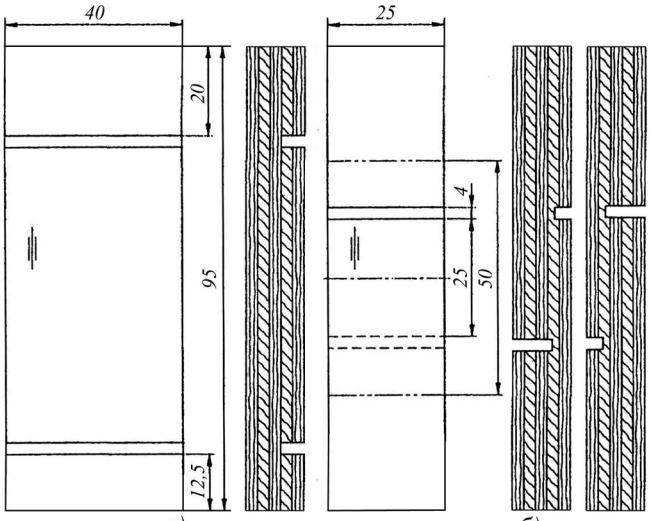


Рис. 1. Форма і розміри (мм) п'ятишарового зразка фанери для випробовувань: *а)* на сколювання по клейовому шару; *б)* на зріз ——— – напрямок волокон поверхневих шарів фанери

З урахуванням аналізу апріорної інформації змінними чинниками, що характеризують *метод випробовування* міцності склеювання фанери, прийнято:

- форму і розміри зразків фанери для випробовування:
  - *форма* 1 – пропил зразків проводять до клейового шару, найбільш віддаленого від зовнішнього, довжина і ширина зразка становить 95×40 мм (рис. 1, а), (ГОСТ 9624-93);
  - *форма* 2 – пропил проводять до середини шару шпону, напрямок волокон – упоперек довжини зразка, довжина і ширина зразка – 95×25 мм (рис. 1, б), (ДСТУ EN 314-1:2003, ГОСТ 9624-93);
- спосіб попереднього оброблення зразків фанери для випробовування:
  - *спосіб* 1 – вимочування 24 год (витримка у воді за температури $20^{\pm 3}$ °С впродовж 24 год), (ГОСТ 9624-93, ДСТУ EN 314-1:2003);
  - *спосіб* 2 – кип'ятіння 1 год (витримка у киплячій воді впродовж 1 год), (ГОСТ 9624-93);
  - *спосіб* 3 – кип'ятіння 3 год (витримка у киплячій воді впродовж 3 год), (ГОСТ 9624-93);
  - *спосіб* 4 – кип'ятіння 6 год – вимочування 1 год (витримка у киплячій воді впродовж 6 год, потім охолодження у воді за температури $20^{\pm 3}$ °С впродовж 1 год), (ДСТУ EN 314-1:2003);
  - *спосіб* 5 – кип'ятіння 4 год – сушіння 18 год – кип'ятіння 4 год – вимочування 1 год (витримка у киплячій воді впродовж 4 год, потім просушування у сушильній камері за температури $60^{\pm 3}$ °С впродовж 18 год, повторна витримка у киплячій воді впродовж 4 год і, нарешті, охолодження у воді за температури $20^{\pm 3}$ °С впродовж 1 год), (ДСТУ EN 314-1:2003);
  - *спосіб* 6 – кип'ятіння 72 год – вимочування 1 год (витримка у киплячій воді впродовж 72 год, потім охолодження у воді за температури $20^{\pm 3}$ °С впродовж 1 год), (ДСТУ EN 314-1:2003).

Якщо позначити форму зразка цифрами 1 і 2, відповідно – форма 1 (ГОСТ 9624-93) [7] і форма 2 (ДСТУ EN 314-1:2003, ГОСТ 9624-93) [8, 7], а способи попереднього оброблення зразка літерами В, К, С, відповідно – вимочування, кип'ятіння і сушіння, та зазначивши тривалість оброблення за тим чи іншим способом у годинах (1, 3, 4, 6, 18, 24, 72), то методи випробовування можна позначити так [9]:

- 1 В24 – зразок за формою 1, попереднє оброблення зразка за способом 1;
- 1 К1 – зразок за формою 1, попереднє оброблення зразка за способом 2;
- 1 К3 – зразок за формою 1, попереднє оброблення зразка за способом 3;
- 2 В24 – зразок за формою 2, попереднє оброблення зразка за способом 1;
- 2 К6-В1 – зразок за формою 2, попереднє оброблення зразка за способом 4;
- 2 К4-С18-К4-В1 – зразок за формою 2, попереднє оброблення зразка за способом 5;
- 2 К72-В1 – зразок за формою 2, попереднє оброблення зразка за способом 6.

Методичну сітку експериментів наведено в табл. 1. Номер серії дослідів вказує на *метод випробовування*, який характеризується чинниками форми та розмірів і чинниками способів попереднього оброблення зразків фанери.

Щодо способів попереднього оброблення зразків фанери – за міждержавним стандартом ГОСТ 9624-93 випробовування проводять здебільшого на вологих зразках відповідно до вимог стандартів на продукцію конкретних видів [5, 6] згідно зі способами 1, 2 і 3; за Національним стандартом України ДСТУ EN 314-1:2003 випробовування проводять на попередньо оброблених вологих зразках згідно зі способами 1, 4, 5 і 6; вибір попереднього оброблення залежить від типу фанери [10].

Табл. 1. Методична сітка експериментальних досліджень впливу факторів, що характеризують метод випробовування, на міцність склеювання фанери

№ серії дослідів	Метод випробовування (позначення методу)	Змінні чинники	
		форма і розміри зразків фанери	спосіб попереднього оброблення зразків фанери
1	1 В24	1	1
2	1 К1	1	2
3	1 К3	1	3
4	2 В24	2	1
5	2 К6-В1	2	4
6	2 К4-С18-К4-В1	2	5
7	2 К72-В1	2	6

Процес виготовлення зразків складався з таких етапів: розкрій листа фанери на смужки (послідовним чергуванням) завширшки 40 і 25 мм, торцювання смужок фанери на зразки завдовжки 95 мм, нарізання пропилів відповідно до форми зразка, попереднє оброблення зразків фанери перед випробовуванням. Для випробовування відбирали зразки, які не мали вад деревини.

Зразки фанери для випробовувань межі міцності під час сколювання по клейовому шару вирізали вздовж волокон зовнішнього шару. Пропил зразків здійснювали до клейового шару, найбільш віддаленого від зовнішнього, відповідно до рис. 1, а. Довжина площини сколювання – 12,5 мм, ширина площини сколювання – 40 мм дорівнює ширині зразка для випробовування. На половині зразків пропили нарізували з боку зовнішнього лицевого шару, на іншій – з боку зовнішнього зворотного шару.

Зразки фанери для випробовувань межі міцності на зріз виготовляли відповідно до рис. 1, б. Довжина площини зрізу – 25 мм, ширина площини зрізу – 25 мм, дорівнює ширині зразка для випробовування,

ширина пропилу – 4 мм, мінімальна відстань між затискачами в пристрої для випробовування – 50 мм. Кожен зразок для випробовування виготовляли так, щоб напрямок волокон шару, що знаходиться між пропилами і який перевіряють на міцність, проходив упоперек довжини зразка. Пропили виконували так, щоб можна було перевірити кожен поперечний шар (рис. 1, б).

Результати та їхній аналіз. Вплив форми і розмірів зразка на межу міцності фанери на сколювання. Дослідження впливу форми і розмірів зразка на межу міцності фанери на сколювання показало, що у разі випробовування зразків фанери розміром 95×40 мм, на яких пропили виконували до клейового шару, значення межі міцності фанери на сколювання є більшим на 7,4 %, ніж у разі випробовування зразків розміром 95×25 мм, на яких пропили виконували до середини шару шпону з поперечним напрямком волокон (рис. 2). Випробовування проводили за однакового способу попереднього оброблення зразків фанери: зразки витримували у воді за температури $20^{\pm3}$ °С впродовж 24 год, після чого випробовували.

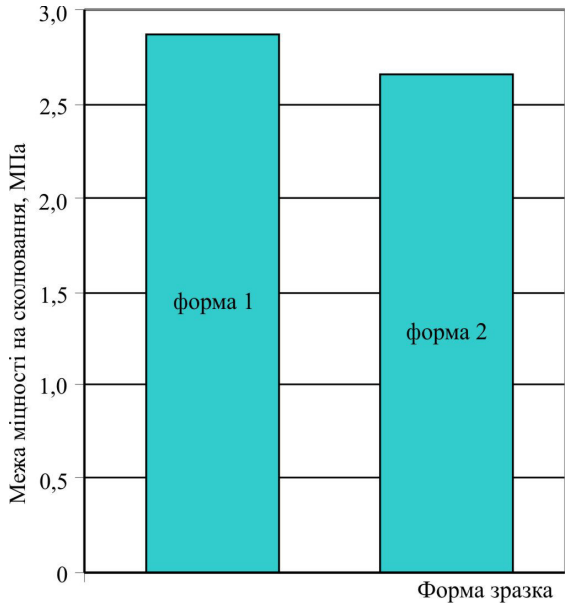


Рис. 2. Межа міцності фанери на сколювання після вимочування впродовж 24 год під час випробовування зразків, різних за формою і розмірами

Хоча площа сколювання зразка за формою 2 (рис. 1, б) – 25×25 = 625 мм^2 – більша, ніж площа сколювання зразка за формою 1 (рис. 1, а) – 40×12,5 = 500 мм^2, значення межі міцності на сколювання більше у разі випробовування зразків за формою 1. Це можна пояснити тим, що адгезійна міцність зчеплення між клеєм і склеюваними листами шпону є більшою, ніж когезійна міцність шпону. У разі випробовування зразків фанери за формою 1 у більшості випадків руйнування склеєного матеріалу відбувалося по деревині шарів шпону, тобто спостерігався когезійний характер руйнування. Міцність у площині шпону характеризується властивостями матеріалу, його когезією – зчепленням молекул речовини між собою в об'ємі тіла (волокон деревини тощо). Міцність у площині клею характеризується міцністю зчеплення клею із склеюваними листами шпону, адгезією клею з ними. Отже, міцність клейового з'єднання є більшою, ніж міцність шпону.

Відмінність між величинами межі міцності на сколювання зразків фанери різної форми незначна і становить 0,21 МПа. Можна було б вважати, що в межах відхилень межа міцності фанери, визначена на стандартних зразках різної форми і розмірів, не відрізняється, але дисперсійний аналіз показав, що межа міцності фанери на сколювання, після вимочування зразків впродовж 24 год, залежить від форми і розмірів зразка (10,8 % вибіркової дисперсії пояснюється залежністю межі міцності фанери на сколювання від форми і розмірів зразка).

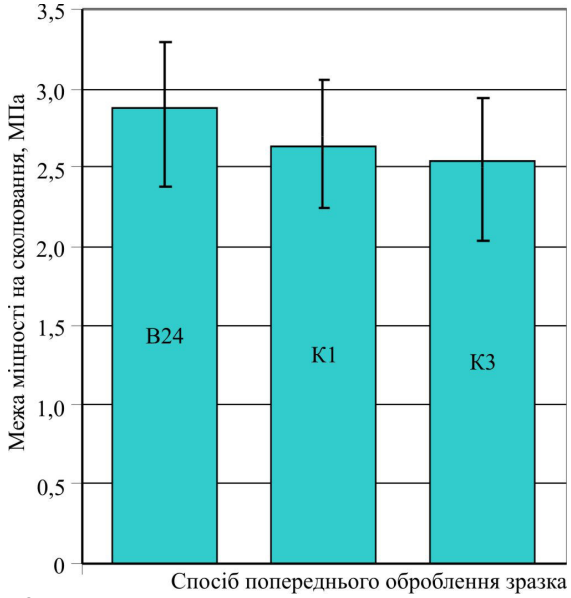


Рис. 3. Межа міцності і відхилення експериментальних значень межі міцності фанери на сколювання під час випробовування зразків за формою 1

У разі випробовування зразків фанери, на яких пропили виконували до клейового шару, спостерігається менше відхилення експериментальних значень (рис. 3), ніж у випадку випробовування зразків, на яких пропили виконували до середини шару шпону з поперечним напрямком волокон (рис. 4). Ймовірно, міцність клейового шару є більш стабільною, ніж міцність шпону. На міцність лущеного шпону істотно впливають тріщини і вади будови деревини: несправжнє ядро, нахил волокон, внутрішня заболонь тощо. Міцність заболонного і ядрового шпону різна. Відрізняється міцність ранньої і пізньої зон річних шарів тощо.

Вплив способу попереднього оброблення зразка на межу міцності фанери на сколювання. Способи попереднього оброблення зразків фанери для випробовування можна поділити на дві групи: вимочування у воді за температури $20^{\pm3}$ °С та кип'ятіння у воді за температури 100 °С впродовж певного часу. Винятком є спосіб, за якого зразки витримують у киплячій воді впродовж 4 год, потім просушують за температури $60^{\pm3}$ °С впродовж 18 год і повторно витримують у киплячій воді впродовж 4 год. Вимочування проводять впродовж 24 год; кип'ятіння – впродовж 1, 3, 6 або 72 год.

Способи попереднього оброблення зразків фанери для випробовування кип'ятінням відрізняються способом охолодження зразків після кип'ятіння: зразки витримують $10^{\pm1}$ хв за кімнатної температури (ГОСТ 9624-93) або витримують у воді за температури $20^{\pm3}$ °С впродовж 1 год. (ДСТУ EN 314-1: 2003). Отже,

способи попереднього оброблення зразків кип'ятінням, відповідно до цього, можна поділити на дві підгрупи; до того ж форма і розміри зразка в кожній з підгруп різні (в першій підгрупі – форма 1, у другій – форма 2).

Загалом, спосіб попереднього оброблення зразка впливає на значення межі міцності фанери на її сколювання (рис. 3, 4); але в межах згаданих вище підгруп способів попереднього оброблення зразків кип'ятінням: попереднє оброблення зразка за способами 2 або 3, а також за способами 4 або 5 чи 6, відповідно, не має істотного впливу на межу міцності. На рис. 3 показано вплив способу попереднього оброблення зразка, виготовленого за формою 1, а на рис. 4 – виготовленого за формою 2, на межу міцності фанери на сколювання.

Під час випробовування зразків за формою 1 найбільше значення межі міцності фанери на сколювання отримано при випробовуванні зразків після вимочування у воді за температури $20^{\pm 3}$ °С впродовж 24 год (рис. 3). У разі випробовування зразків фанери після кип'ятіння впродовж 1 год та впродовж 3 год, значення межі міцності фанери на сколювання менше, відповідно, на 8,3 % та 11,6 %, ніж після вимочування у воді впродовж 24 год.

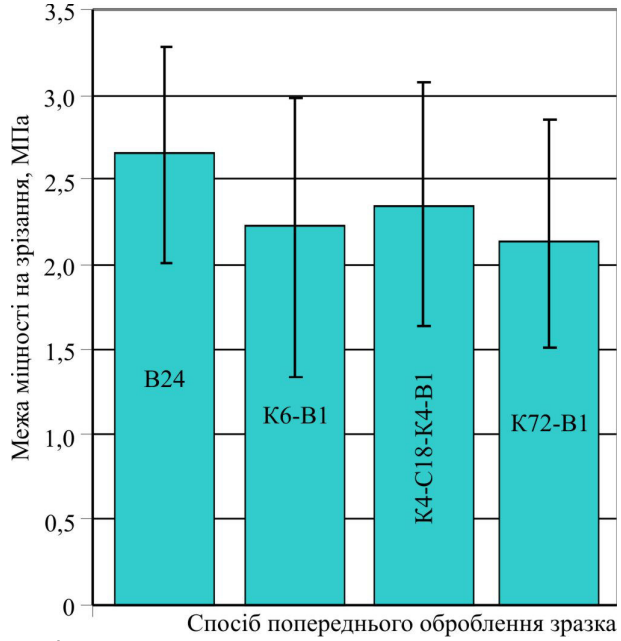


Рис. 4. Межа міцності і відхилення експериментальних значень межі міцності фанери на сколювання під час випробовування зразків за формою 2

Під час випробовування зразків за формою 2 найбільше значення межі міцності фанери на зріз отримано також у разі випробовування зразків після вимочування у воді впродовж 24 год (рис. 4). У разі випробовування зразків після кип'ятіння 4 год – сушіння 18 год – кип'ятіння 4 год – вимочування 1 год значення межі міцності фанери на зріз зменшується на 11,5 %; після кип'ятіння 6 год – вимочування 1 год – зменшується на 16,3 %; після кип'ятіння 72 год – вимочування 1 год – зменшується на 19,3 %. Якщо аналізувати способи попереднього оброблення зразків фанери кип'ятінням, то у разі випробовування зразків фанери після кип'ятіння впродовж 6 год та впродовж 72 год, значення межі міцності фанери на зріз менше, відповідно, на 5,4 % та 8,9 %, ніж після кип'ятіння 4 год – сушіння 18 год – кип'ятіння 4 год.

Можна було б вважати, що в межах відхилень експериментальних значень (рис. 3, 4) межа міцності, визначена на стандартних зразках, попередньо оброблених за різними способами, не відрізняється, але дисперсійний аналіз показав, що межа міцності фанери на сколювання, загалом, залежить від способу попереднього оброблення зразка. При чому, способи (B24, K1, K3) під час випробовування зразків за формою 1 мають дещо більший вплив, ніж способи (B24, K6-B1, K4-C18-K4-B1, K72-B1) під час випробовування зразків за формою 2 (відповідно 26,9 % і 22,0 % вибіркової дисперсії пояснюється залежністю межі міцності фанери на сколювання від способів попереднього оброблення зразків за різними стандартами).

Виконані дослідження показують, що попереднє оброблення зразків фанери для випробовування вимочуванням чи кип'ятінням впливає на величину межі міцності фанери на її сколювання (рис. 3, 4), а попереднє оброблення зразків кип'ятінням різної тривалості за однакових форм зразка майже не впливає на межу міцності на сколювання.

Під час випробовування зразків, виготовлених як за формою 1, так і за формою 2, межа міцності на сколювання фанери після вимочування дещо більша, ніж після кип'ятіння. Це можна пояснити тим, що кипляча вода більше впливає на клейове з'єднання, ніж вода кімнатної температури. Зрозуміло, що вода температурою 100 °С – більш агресивне середовище, ніж вода температурою 20 °С. Триваліше оброблення зразків кип'ятінням майже не змінює значення межі міцності фанери на її сколювання.

Під час випробовування зразків, виготовлених за формою 1, у разі збільшення тривалості попереднього оброблення зразка до 3 год кип'ятіння, межа міцності на сколювання по клейовому шару зменшується на 0,09 МПа, що становить 3,6 %, порівняно з тривалістю попереднього оброблення зразка впродовж 1 год кип'ятіння. Дисперсійний аналіз підтвердив, що межа міцності фанери на сколювання зразка за формою 1 істотно не залежить від способу попереднього оброблення зразка кип'ятінням, тобто від витримки у киплячій воді впродовж 1 чи 3 год (4,4 % вибіркової дисперсії пояснюється залежністю межі міцності фанери на сколювання від наведених способів попереднього оброблення зразків).

Під час випробовування зразків, виготовлених за формою 2, у разі збільшення тривалості оброблення зразка до 72 год кип'ятіння, межа міцності на зріз зменшується на 0,08 МПа, що становить 3,6 %, порівняно з тривалістю оброблення зразка впродовж 6 год кип'ятіння, а дисперсійний аналіз показав, що межа міцності фанери на зріз зразка за формою 2 не залежить від способу попереднього оброблення зразка кип'ятінням, тобто від витримки у киплячій воді впродовж 6 чи 72 год (тільки 1,6 % вибіркової дисперсії пояснюється залежністю межі міцності фанери на зріз від наведених способів попереднього оброблення зразків).

Під час випробовування зразків за формою 2 за способами: кип'ятіння 6 год – вимочування 1 год – кип'ятіння 4 год – сушіння 18 год – кип'ятіння 4 год – вимочування 1 год, кип'ятіння 72 год – вимочування 1 год, найбільше значення межі міцності фанери на

зріз отримано при випробовуванні зразків після кип'ятіння 4 год – сушіння 18 год – кип'ятіння 4 год (див. рис. 4). У разі випробовування зразків після кип'ятіння впродовж 6 год межа міцності на зріз зменшується на 0,13 МПа, а у разі випробовування зразків після кип'ятіння впродовж 72 год – зменшується на 0,21 МПа. Дисперсійний аналіз показав, що межа міцності фанери на зріз істотно не залежить від того, яким з вище наведених способів попередньо обробляти зразок (4,4 % вибіркової дисперсії пояснюється залежністю межі міцності фанери на зріз від наведених способів попереднього оброблення зразків).

Межа міцності фанери на зріз не залежить від того, чи попередньо обробляти зразок способом кип'ятіння 4 год – сушіння 18 год – кип'ятіння 4 год – вимочування 1 год, чи способом кип'ятіння 6 год – вимочування 1 год (тільки 1,7 % вибіркової дисперсії пояснюється залежністю межі міцності фанери на зріз від наведених способів попереднього оброблення зразків).

Вплив методу випробовування фанери на межу її міцності на сколювання. Метод випробовування характеризується як чинником форми і розмірів зразка, так і чинником способу оброблення зразка фанери.

Хоча межа міцності на сколювання фанери, за попередніми висновками, неістотно залежить від форми зразка і не завжди залежить від способу попереднього оброблення зразка, поставивши у ряд зменшення величини значення межі міцності фанери на сколювання за відповідними методами випробовування, спостерігаємо певне її зменшення (рис. 5).

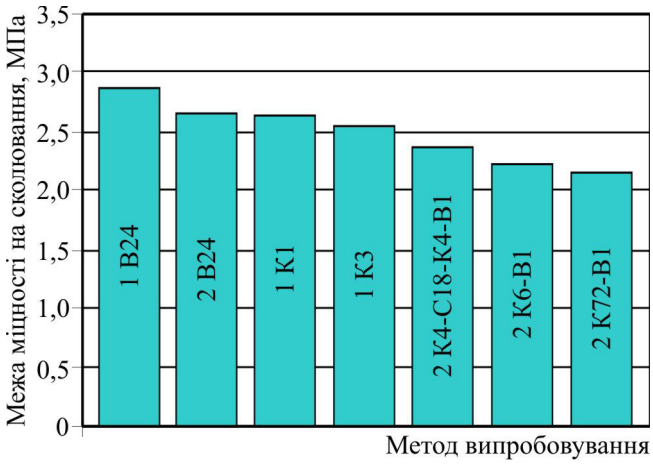


Рис. 5. Межа міцності фанери на сколювання під час випробовування зразків різними методами

Доповнимо позначення методів випробовування фанери на її межу міцності на сколювання цифрами, які вказують розміщення методу (порядковий номер) у ряді зменшення величини значення межі міцності (див. рис. 5): *метод* 1-1 B24-1; *метод* 2-2 B24-2; *метод* 3-1 K1-3; *метод* 4-1 K3-4; *метод* 5-2 K4-C18-K4-B1-5; *метод* 6-2 K6-B1-6; *метод* 7-2 K72-B1-7.

Загалом, *метод випробовування* фанери впливає на межу міцності фанери на її сколювання. Найбільше значення межі міцності фанери на сколювання отримано у разі випробовування зразків методом 1 B24-1 (метод 1), а найменше – під час випробовування зразків методом 2 K72-B1-7 (метод 7). Відмінність між цими значеннями межі міцності фанери на сколювання становить 0,73 МПа. Дисперсійний аналіз засвідчив, що межа міцності фанери на сколювання залежить від методу випробовування (36,1 % вибіркової дисперсії пояснюється залежністю межі міцності фанери на сколювання від методів випробовування).

З рис. 5 бачимо, що вплив методів випробовувань фанери на її межу міцності на сколювання має лінійний характер. Виконавши апроксимацію експериментальних досліджень, отримали загальний вигляд рівняння апроксимації $y = f(x)$ у вигляді лінійної залежності (рис. 6) [9]:

$$y = -0{,}1187 \cdot x + 2{,}9633, \qquad (1)$$

де: y – величина значення межі міцності на сколювання фанери, МПа; x – порядковий номер методу випробовування, згідно з наведеною послідовністю впливу на межу міцності фанери на сколювання.

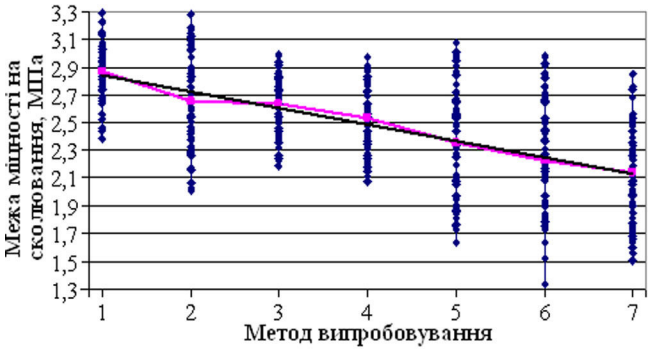


Рис. 6. Вплив методів випробовувань фанери на її межу міцності на сколювання

Згідно зі статистичним аналізом рівняння регресії, перевірка адекватності рівняння експериментальним даним за F-критерієм Фішера засвідчила, що отримане рівняння регресії є адекватним.

Отже, отримане рівняння регресії (1) адекватно описує математичну функціональну залежність межі міцності фанери на сколювання від методу випробовування, який враховує форму і спосіб попереднього оброблення зразка для випробовування.

Виходячи з рівняння регресії (1), можна вивести рівняння, за яким можна обчислити величину значення межі міцності фанери на сколювання за тим чи іншим методом випробовування, дослідивши межу міцності на сколювання за одним із методів.

Позначимо через i – номер методу випробовування, за яким необхідно знайти межу міцності на сколювання фанери (σ), а через j – номер методу випробовування, за яким відоме значення межі міцності на сколювання.

Використовуючи рівняння (1), можна записати

$$\sigma_i = -0{,}1187 \cdot i + 2{,}9633. \qquad (2)$$

З рівняння (2) запишемо

$$\sigma_i + 0{,}1187 \cdot i = 2{,}9633. \qquad (3)$$

Використовуючи рівняння (1), також можна записати

$$\sigma_j = -0{,}1187 \cdot j + 2{,}9633. \qquad (4)$$

З рівняння (4) запишемо

$$\sigma_j + 0{,}1187 \cdot j = 2{,}9633. \qquad (5)$$

Якщо праві частини рівнянь (3) і (5) однакові, то можемо прирівняти ліві частини цих рівнянь і отримаємо

$$\sigma_i + 0{,}1187 \cdot i = \sigma_j + 0{,}1187 \cdot j. \qquad (6)$$

З рівняння (6) отримуємо

$$\sigma_i = \sigma_j + 0{,}1187 \cdot j - 0{,}1187 \cdot i = \sigma_j + 0{,}1187 \cdot (j - i). \qquad (7)$$

Тоді

$$\sigma_i = \sigma_j + 0{,}1187 \cdot (j - i), \text{ МПа} \qquad (8)$$

Отже, формулу (8) можна рекомендувати для розрахунку міцності склеювання п'ятишарової, шліфованої з двох боків фанери загального призначення марки ФСФ, завтовшки 6,5 мм, вологістю 9 %, щільністю 700 кг/м^3 залежно від методу випробовування.

Висновки та узагальнення. Встановлено, що форма і розміри зразків фанери впливають на межу її міцності під час сколювання. Досліджено, що спосіб попереднього оброблення зразків вимочуванням чи кип'ятінням, а, відповідно, й метод випробовування фанери, впливають на значення її межі міцності на сколювання. Попереднє ж оброблення зразків кип'ятінням різної тривалості за однакової їх форми не впливає на цей показник.

Отримано рівняння регресії у вигляді лінійної залежності, яке описує математичну функціональну залежність межі міцності фанери на сколювання від методу її випробовування. З урахуванням отриманого рівняння регресії, виведено формулу, за якою можна обчислити величину значення межі міцності на сколювання за тим чи іншим методом випробовування, дослідивши межу міцності на сколювання за одним із методів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бехта П.А. Виробництво фанери : підручник / П.А. Бехта. – К. : Вид-во "Основа", 2003. – 320 с.

2. Куликов В.А. Производство фанеры : учебн. пособ. [для студ. ВУЗов] / В.А. Куликов. – М. : Изд-во "Лесн. промсть", 1976. – 368 с.

3. Куликов В.А. Технология клееных материалов и плит : учебник [для студ. ВУЗов] / В.А. Куликов, А.Б. Чубов. – М. : Изд-во "Лесн. пром-сть", 1984. – 344 с.

4. Справочник по производству фанеры / А.А. Веселов, Л.Г. Галюк, Ю.Г. Доронин и др. / под ред. Н.В. Качалина. – М. : Изд-во "Лесн. пром-сть", 1984. – 432 с.

5. Фанера общего назначения с наружными слоями из шпона лиственных пород. Технические условия. ГОСТ 3916.1-96. [Дата введения в Украине 1999-01-01]. – К. : Госстандарт Украины, 1998. – 20 с.

6. Фанера общего назначения с наружными слоями из шпона хвойных пород. Технические условия. ГОСТ 3916.2-96. [Дата введения в Украине 1999-01-01]. – К. : Госстандарт Украины, 1998. – 19 с.

7. Древесина слоистая клееная. Метод определения предела прочности при скалывании. ГОСТ 9624-93. [Дата введения 1995-01-01]. – М. : Изд-во стандартов, 1994. – 10 с.

8. Фанера. Якість з'єднання. Частина 1. Методи випробовування (EN 314-1:1993, IDT) ДСТУ EN 314-1: 2003. [Чинний від 2004-07-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2004. – IV, 8 с. – (Національний стандарт України).

9. Бехта П.А. Вплив методів випробовувань на межу міцності фанери на сколювання / П.А. Бехта, І.І. Салабай // Конференція науково-педагогічних працівників, наукових співробітників і аспірантів: тези доповідей. – К. : Вид-во НУБіП України, 2010. – С. 170-171.

10. Фанера. Якість з'єднання. Частина 2. Технічні вимоги (EN 314-2:1993, IDT) ДСТУ EN 314-2:2006. [Чинний від 2007-07-01]. – К. : Держспоживстандарт України. – 2007. – Вип. IV. – 4 с. – (Національний стандарт України).

П.А. Бэхта, Р.Г. Салабай, И.И. Салабай

ВЛИЯНИЕ МЕТОДОВ ИСПЫТАНИЙ ФАНЕРЫ НА ПРЕДЕЛ ПРОЧНОСТИ ПРИ СКАЛЫВАНИИ

Определены факторы (форма и размеры образцов и способ их предварительной обработки вымачиванием или кипячением), которые характеризуют метод испытания фанеры на предел прочности при скалывании и исследовано их влияние на этот показатель. Из дисперсионного анализа следует, что 11 % выборочной дисперсии значений предела прочности фанеры при скалывании зависит от формы и размеров образца, а 27 % и 22 % – от способов предварительной обработки образцов по разным стандартам (по ГОСТ 9624-93 и по ДСТУ EN 314-1:2003 соответственно). Предварительная обработка образцов кипячением различной продолжительности при одинаковой их форме не влияет на предел прочности фанеры при скалывании, что также подтверждено дисперсионным анализом. Получено уравнение регрессии, которое описывает математическую функциональную зависимость предела прочности фанеры при скалывании от метода испытания. Разработаны рекомендации по расчету прочности склеивания фанеры в зависимости от метода испытания.

***Ключевые слова*:** фанера, предел прочности при скалывании, метод испытания, форма и размеры образца, способ предварительной обработки образца.

P.A. Bekhta, R.G. Salabay, I.I. Salabay

THE INFLUENCE OF TEST METHODS OF PLYWOOD ON ITS SHEAR STRENGTH

Factors, which characterize the shear strength test method of plywood (the shape and the size of specimens and the method of pre-treatment of specimens by soaking or boiling) were determined. The influence of these factors on the shear strength of plywood was studied. Variance analysis showes that 11 % of sample variance is explained by the dependence of the shear strength of plywood on the shape and size of the specimen, and 27 % and 22 % of sample variance is explained by the pre-treatment methods of specimens with different standards (ГОСТ 9624-93 and ДСТУ EN 314-1:2003 respectively). The pre-treatment of specimens by boiling for various duration of the same shape of specimen does not affect the shear strength of plywood, which is also confirmed by analysis of variance. The regression equation, that describes the mathematical functional dependence of the shear strength of plywood versus its test method, was obtained. The recommendations regarding the calculation of bonding strength of plywood depending on its test method were developed.

***Keywords*:** plywood, shear strength, test method, shape and size of specimen, method of specimen pre-treatment.

УДК [004.451]:621.7.01

Ю.І. ГРИЦЮК[1], О.О. СМОТР[2]

МЕТОДИ І КРИТЕРІЇ ПРИЙНЯТТЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ ПРИ ГАСІННІ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ

Проаналізовано математичні методи і відповідні їм критерії прийняття управлінських рішень при гасінні лісових пожеж, за допомогою яких вдається вдосконалити не тільки процес вироблення рішень, але й змоделювати поширення фронту вогню, удосконалити структуру дій при пожежогасінні та покращити їх якість. Встановлено, що через складність процесів гасіння лісових пожеж, через труднощі організації самого процесу пожежогасіння, через неможливість виразити кількісно деякі чинники зовнішнього і внутрішнього середовища та інші непередбачені обставини не завжди вдається повністю формалізувати (побудувати модель) процес прийняття управлінського рішення при гасінні лісових пожеж. Математична ж його формалізація можлива, як правило, тільки для окремих її підсистем чи блоків, або реалізації окремих завдань.

***Ключові слова**: лісова пожежа, моделювання лісових пожеж, управління процесом гасіння лісової пожежі, системний аналіз, прийняття управлінських рішень, формалізація процесу управління, критерії управління.*

Вступ. З кожним роком ліси на території України піддаються усе частіше інтенсивному впливу природних і антропогенних дій [9], які часто призводять до різних негативних наслідків. Один з таких наслідків – лісові пожежі [11], тобто стихійне, некероване поширення вогню лісовими масивами. Як правило, виникнення лісових пожеж безпосередньо пов'язане з порушенням людьми правил пожежної безпеки. Значна кількість досліджень [4, 5] свідчить про те, що частка пожеж, викликаних природними джерелами запалювання (наприклад, блискавкою), становить тільки 3 % від їх загальної кількості [3]. Розміри пожеж часто можна спостерігати навіть з космосу.

Захист лісів від пожеж – одна з найважливіших складових пожежної безпеки країни, належить до основних завдань пожежогасіння структурних підрозділів МНС України [5]. Лісові пожежі нищать не тільки коштовну деревину, але й згубно впливають на відновлення лісових ресурсів [11]. Внаслідок виникнення пожеж знижуються захисні, водорегулювальні та інші корисні властивості лісу, знищується флора і фауна, завдаються збитки прилеглим будівлям і навіть стратегічним спорудам, а в окремих випадках страждають околиці населених пунктів. Окрім цього, лісова пожежа представляє серйозну небезпеку для здоров'я людей і сільськогосподарських тварин.

Часто для вирішення проблем управління складними організаційними системами, в т.ч. управління процесом гасіння лісових пожеж, застосовують методологію системного аналізу [14], за допомогою якої вдається вдосконалити не тільки процес прийняття управлінських рішень, але й змоделювати його структуру та покращити якість [6-8]. Основна мета моделювання процесу гасіння лісової пожежі – отримати оптимальний варіант дій за умови мінімального використання допустимих ресурсів – якщо модель оптимізаційна. Якщо ж оптимізація задачі неможлива, то потрібно відшукати набір допустимих варіантів реалізації прийнятих рішень з їхніми кількісними та якісними оцінками [1, 5].

Характер моделі пожежогасіння для досягнення поставленої мети зазвичай залежить від еколого-економічної важливості процесу гасіння лісової пожежі [12, 16], точності визначення вхідних даних, наявності часу на розроблення самої моделі. Через складність процесів гасіння лісових пожеж [12], через труднощі організації самого процесу пожежогасіння [5], через неможливість виразити кількісно деякі чинники зовнішнього і внутрішнього середовища [8] та інші непередбачені обставини використання методології системного аналізу не завжди дає змогу повністю формалізувати (побудувати модель) процес прийняття управлінського рішення при гасінні лісових пожеж. Математична ж його формалізація можлива, як правило, тільки для окремих її підсистем чи блоків, або реалізації окремих завдань [15].

Тому *мета цієї роботи* полягає в аналізі деяких методів і критеріїв прийняття управлінських рішень при управлінні процесом гасіння лісових пожеж. Для цього потрібно реалізувати такі основні задачі: вибрати адекватні методи підтримки прийняття рішень; спробувати формалізувати процес прийняття управлінських рішень; проаналізувати критерії прийняття управлінських рішень в умовах конфлікту.

1. Методи підтримки прийняття рішень при гасінні лісових пожеж

У загальному випадку управління процесом гасіння лісової пожежі можна розглядати як управління складними організаційними системами [13, 14, 18, 19], який складається з таких етапів: збирання інформації, прийняття (вироблення та вибір) рішення, реалізація

[1] **ГРИЦЮК Юрій Іванович** – дійсний член ЛАН України, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри управління інформаційною безпекою, Львівський державний університет безпеки життєдіяльності. Україна, м. Львів. Тел.: +38067-944-11-15. E-mail: gryciuk.yura@gmail.com

[2] **СМОТР Ольга Олексіївна** – старший викладач, майор служби цивільного захисту, кафедра інформаційних технологій та телекомунікаційних систем, Львівський державний університет безпеки життєдіяльності. Україна, м. Львів. Тел.: +38067-673-14-28. E-mail: smotr.olga@ukr.net

прийнятого рішення. Ці етапи циклічно повторюються, при цьому на кожному наступному кроці оцінюється якість процесу управління на попередньому кроці (рис. 1).

Для оцінювання якості процесу управління за критерій, як правило, беруть ступінь досягнення поставленої мети [3]: мінімальну тривалість процесу гасіння ЛП, мінімальні збитки від ЛП (матеріальні, екологічні, соціально-організаційні). Проте можливі й інші критерії, пов'язані з вибором траєкторії руху до досягнення заданої мети [1, с. 78]. Критерієм ефективності у цьому випадку може бути максимальна швидкодія (швидкість розгортання сил і засобів) або мінімальні витрати ресурсів (кількість сил і засобів) для досягнення мети. Водночас, критерієм ефективності системи управління може виступати точність, з якою вона веде об'єкт/процес за вибраною траєкторією. Для цього з'ясовують, чи не виходять відхилення (які все одно неминучі) за допустимі межі (планувалося задіяти одні сили і засоби, а використано ще й резервні; планувалося зупинити фронт пожежі на одній ділянці, а він поширився ще й на сусідні).

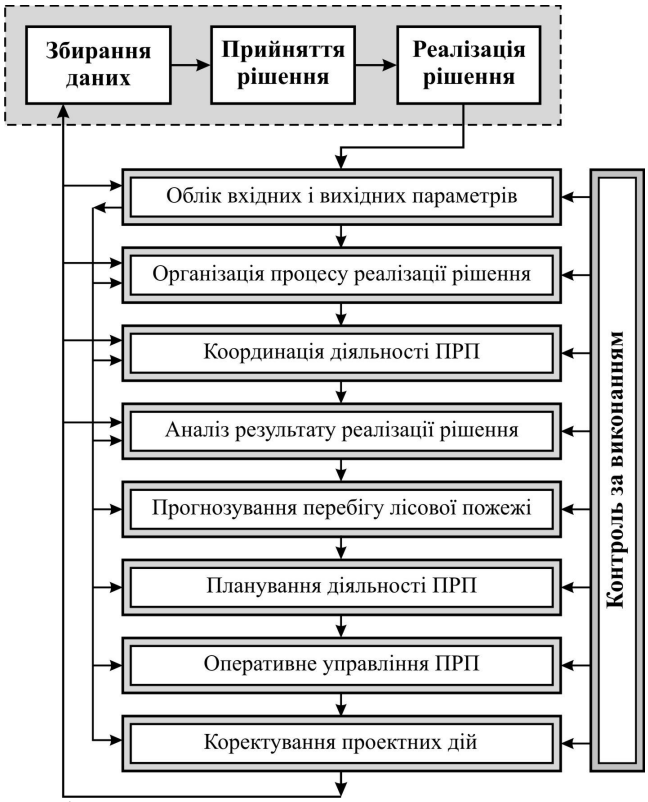


Рис. 1. Загальна схема процесу прийняття управлінських рішень керівником гасіння лісової пожежі (побудовано на підставі [3])

Система управління, яка базується на обробленні та аналізі вхідної та поточної інформації про об'єкт/процес управління, приймає відповідні рішення або подає деякі розпорядження щодо бажаних подальших дій (поточні та перспективні плани щодо процесу гасіння ЛП, настанови, накази, комплекс фізичних керуючих впливів тощо). Прийняття управлінського рішення завжди полягає у виборі деякої альтернативи з множини допустимих варіантів. Цей процес вибору, який охоплює й розроблення допустимих альтернатив, називається процесом прийняття рішень. І хоча в теорії управління [13, 17] не існує універсальних методів для пошуку оптимального (у деякому сенсі) процесу управління, у її рамках здобуто важливі результати для деяких класів детермінованих і стохастичних систем [1, 2, 17, 18].

Процеси прийняття рішень в складних організаційних системах базуються передусім на використанні евристичних методів [17], а вони, водночас, ґрунтуються на застосуванні правил, прийомів, спрощень, які узагальнюють відповідний досвід особи (у нашому випадку це керівник гасіння лісової пожежі), яка приймає рішення (ОПР). Евристичні міркування – це попередні судження, спрямовані на пошук такого результату розв'язання задачі, який характеризується більшою або меншою його ймовірністю. Окрім цього, здійснювати вибір ефективних рішень допомагає застосування деяких спеціальних методів [1, 2, 13, 14, 15], таких як системний аналіз, дослідження операцій, мережний аналіз тощо. Ці методи доволі ефективні для вирішення багатьох управлінських і виробничих проблем, в тому числі для проблем гасіння лісових пожеж, передбачуваного перебігу ЛП, точної інформації про шляхи її поширення тощо.

У процесі прийняття управлінського рішення керівником гасіння лісової пожежі можна виокремити декілька етапів [3, 14]. Основу прийняття рішення становить так званий модельний (уявний) експеримент, що передбачає:

- побудову уявної моделі об'єкта/процесу управління – управління процесом гасіння лісової пожежі;
- формулювання ідеалізованих умов, що впливають на модель управління, – наявність достатньої кількості сил і засобів пожежогасіння;
- довільне комбінування цих умов і їх можливих впливів на модель управління та оцінювання подумки відповідних ситуацій і можливих наслідків.

Реалізуючи модельний експеримент, курівник гасіння лісової пожежі має перевірити наявність у робочій пам'яті керівного пристрою (у нашому випадку системи підтримки прийняття рішення) готового "рецепта" (тактичного плану гасіння ЛП) для досягнення поставленої мети (розв'язання відповідної задачі). Якщо такий план-рецепт існує і ситуація, що склалася, подібна до тієї, в якій цей план вже застосовувався, необхідно проаналізувати можливі наслідки від його реалізації, передбачити при цьому можливі відхилення, а також виробити відповідні коригувальні рішення.

Для прийняття управлінських рішень у детермінованих умовах успішно застосовують математичне моделювання [6-8, 12]. Адже за допомогою таких моделей вдається досліджувати реальні лісові пожежі, відшукуючи при цьому їхні характерні особливості та кількісні параметри [12]. Після довготривалих модельних експериментів можна навіть формулювати задачу прогнозування [9], сутність якої полягає у визначенні наслідків, яких можна очікувати в разі реалізації різних варіантів прийнятих рішень.

У процесі розв'язування задач за допомогою математичного моделювання широко використовують методи прикладної математики [11], зокрема математичне програмування, методи прогнозування, методи математичної статистики, теорію ігор тощо, а також комп'ютерну техніку й відповідні пакети прикладних програм.

Зауважимо, що для багатьох складних організаційних систем, які мають детермінований характер поведінки, побудовано достатньо апробовані моделі, які

добре зарекомендували себе на практиці. Зокрема, моделі задач лінійного та нелінійного програмування широко використовуються для обґрунтування прийнятих рішень стосовно планування пожежо-охоронних заходів за наявних обмежень на ресурси [7], планування транспортних маршрутів доставки особового складу і технічних засобів [16], мінімізації матеріальних витрат [13] тощо.

З огляду на порівняно просту методику розв'язування детермінованих лінійних задач, науковці, які вирішують проблеми гасіння лісових пожеж, нерідко намагаються зводити реальні задачі до цих умов, не повністю враховуючи або навіть ігноруючи вплив різноманітних стохастичних чинників [7, 12]. Такий підхід часто призводить до прийняття неоптимальних, недостатньо ефективних або й зовсім хибних рішень.

Розв'язуючи задачі моделювання процесу перебігу ЛП, в яких передбачається врахування умов ризику, для оцінювання ймовірностей виникнення тих чи інших ситуацій застосовують методи з таких розділів математики, як теорія ймовірності та математична статистика [1, 13, 17, 18]. Якщо показники ймовірності та їхні оцінки визначено з достатньою точністю, то для вироблення управлінського рішення часто використовують математичне моделювання [6-8], інакше –імітаційне моделювання [12, 19].

Якщо модель складної організаційної системи (в т.ч. і модель процесу перебігу ЛП) побудовано з використанням імовірнісних категорій, то задачу управління процесом їх гасіння можна розв'язувати методами математичного програмування – стохастичного чи динамічного [18, 19]. Апарат теорії ігор [15] також придатний для розв'язування задач пожежогасіння, у яких враховуються умови ризику.

За останні роки посилилася тенденція до комплексного осмислення поняття ризику [4]: вивчаються не лише негативні наслідки прояву ризиків, але й позитивні результати, отримані внаслідок перебігу різноманітних подій. Все частіше ризик розглядається як тривимірна модель: *ризик як небезпека* (зазнати втрат), *ризик як невизначеність* (часткова або повна відсутність інформації), *ризик як можливість* (отримати перевагу). Таке розуміння ризику є найповнішим і найточнішим як на сьогоднішній день.

Найбільшу складність становить процес розв'язування задач з врахуванням умов невизначеності (наприклад, причин виникнення пожежі, пірологічних характеристик лісового займистого матеріалу, природних засобів зупинки фронту вогню, тощо), оскільки для них неможливо зробити достовірний прогноз або оцінити ймовірність впливу різних об'єктивних чинників. До того ж методики розв'язування таких задач практично не вдається звести до традиційного розроблення математичної моделі, як це робиться для задач, у яких враховуються детерміновані умови. Як правило, у таких задачах критерієм оцінювання якості управління слугує ступінь ризику (особовим складом) або рівень втрат (від наслідків пожежі), які, за припущенням, може понести організаційна система. За умов невизначеності (як і за умов ризику, коли немає достатньої довіри до знайдених ймовірнісних оцінок різних варіантів пожежогасіння) приймати остаточне рішення може керівник гасіння лісової пожежі, вибираючи найефективніший, як на нього, варіант реалізації пожежогасіння.

Велике значення в цьому випадку мають риси характеру керівника, його досвід, знання, інтуїція, навики виконання таких робіт. Найбільш обережні (в основному старшого віку, але мало досвідчені) прагнуть зазвичай уникати будь-якого ризику [1], обираючи той варіант рішення, який забезпечує мінімальні втрати за несприятливих обставин, тобто керуються правилом мінімізації максимального збитку, або принципом прийняття обережних рішень [17]. Керівник-оптиміст, як правило, намагається вибрати такий варіант рішення, який дає найкращий з усіх кращих результатів, незважаючи на те, що за несприятливих умов він може зазнати відчутних втрат (збитків).

Принцип прийняття обережних рішень застосовують багато керівників [13, 18], хоча прагнення до максимуму очікуваних результатів іноді буває набагато ефективнішим. Наприклад, керівники гасіння лісових пожеж здебільшого вважають за доцільне мати надлишки запасних пожежно-рятувальних підрозділів, щоб не зазнавати ризику виникнення непередбачуваних обставин перекидання вогню на сусідні ділянки лісу, оминаючи природні перешкоди.

Зауважимо, що нагромадження інформації у процесі вирішення поточних завдань дає змогу зменшити невизначеність результатів, очікуваних від того чи того рішення. Окрім цього, реалізація рішення також стає джерелом додаткової інформації. Таким чином, невизначеність зменшується завдяки вмінню керівника не тільки передбачити достовірні наслідки від прийняття певного рішення, а й своєчасно скоригувати його залежно від ступеня досягнення поставленої мети та зміни зовнішніх і внутрішніх умов перебігу ЛП. Тут постає багатокрокова задача прийняття рішень [17, 18], в якій реалізується адаптивне управління складною організаційною системою.

Незважаючи на складність формалізації задач за умов невизначеності, проте і в цьому напрямку здобуто деякі позитивні результати [19]. Вивчено два типи невизначеностей ситуацій, що виникли: невизначеність стану природи їх появи і невизначеність цілеспрямованої протидії. Задачі, що пов'язані з невизначеностями першого і другого типів, досліджують відповідно теорія статистичних рішень та теорія ігор (за умов наявності конфлікту) [17].

Для розв'язування багатокрокових задач за умов невизначеності застосовують динамічне програмування. Прийняття рішень у такому разі представляє задачу управління складною організаційною системою, яку в принципі завжди можна формалізувати. Однак під час розроблення математичних моделей реальних об'єктів/процесів управління нерідко постають труднощі у тих випадках, коли не всі чинники можна формалізувати й подати кількісними залежностями. Це зумовлюється стохастичністю досліджуваних процесів, які присутні, насамперед, при перебігу ЛП, а також відсутністю достатньо повної інформації, необхідної для прийняття обґрунтованих управлінських рішень.

Отже, керівнику гасіння лісової пожежі часто доводиться приймати рішення за умов ризику і невизначеності. Важливе значення тут має формалізація процесу управління, розроблення відповідних методів прийняття рішень. У теорії управління складними організаційними системами за останні роки розроблено і успішно застосовуються на практиці різноманітні підходи до вирішення цієї проблеми. Одним із таких

найпростіших підходів є побудова спрощеної моделі об'єкта (процесу гасіння лісової пожежі) [9, 12], причому спрощення досягається за рахунок нехтування другорядними чинниками, звернення до простих загальних правил, пристосування до найближчого горизонту планування, зневажання наявності ризику, тобто заміни невизначеності можливих ситуації певними визначеними співвідношеннями.

Іншим підходом до розв'язування задач за умов ризику і невизначеності є застосування евристичних методів [18], що передбачають широке використання досвіду та інтуїції ОПР (керівника гасіння лісової пожежі). Ці методи дають змогу здійснювати пошук управлінського рішення навіть тоді, коли не сформульовано постановки задачі та невідомі способи її розв'язування. Раціональне поєднання алгоритмічних і евристичних методів у процесі розв'язування управлінських задач дає найбільший ефект.

Для вибору управлінських рішень за умов наявності неповної інформації розробляються методи, що ґрунтуються на використанні відомої в теорії ймовірностей теореми Баєса [17]. Ці методи отримали назву "баєсівського підходу", сутність якого полягає в поєднанні досвіду та інтуїції з нагромадженою інформацією для прийняття рішень. Однак для практичного використання цей підхід розроблений ще недостатньо. Окрім цього, для прийняття управлінських рішень у складних умовах ризику, невизначеності та конфліктності з успіхом застосовується системний підхід [14].

2. Формалізація процесу прийняття управлінського рішення

Моделювання будь-якої складної організаційної системи [7], в тому числі і процесу гасіння лісової пожежі [5, 10], неможливе без попередньої її формалізації. По суті, формалізація – це перший і дуже важливий етап процесу моделювання, це процес виділення та переведення внутрішньої структури об'єкта управління в певну інформаційну структуру – стан середовища, критерії ефективності, методи вибору чи оптимізації [15].

Введемо такі позначення вхідних даних для формалізації моделі задачі про прийняття управлінських рішень [18, ст. 39]:

- $\tilde{X} = \{x_i, i = \overline{1,m}\}$ – множина альтернатив (управлінських рішень, стратегій управління тощо);
- $\tilde{Y} = \{y_j, j = \overline{1,n}\}$ – множина очікуваних результатів;
- $\tilde{Z} = \{z_l, l = \overline{1,L}\}$ – множина невизначеностей;
- $f_k : \tilde{Y} \to R,\ k = \overline{1,K}$ – множина показників якості (критеріїв) очікуваного результату (тут R – множина дійсних чисел);
- $\varphi(x) : \tilde{X} \to \tilde{Y}$ – детермінована функція, яка перетворює множину допустимих альтернатив у множину очікуваних результатів.

Розглядаючи задачу прийняття управлінських рішень в умовах визначеності [11; 18, ст. 39], коли кожному рішенню $x \in \tilde{X}$ відповідає єдиний очікуваний результат $y \in \tilde{Y}$, байдуже, на якій множині $\tilde{X}$ або $\tilde{Y}$ задавати бінарне відношення надання переваги B [18, ст. 27]. Зазвичай, таке відношення задається на множині рішень $\tilde{X}$. При цьому насправді неявно задається і відповідне відношення на множині очікуваних результатів $\tilde{Y}$. Дійсно, нехай існує однозначна залежність $y = \varphi(x)$, яка дає змогу за прийнятим рішенням x визначити єдиний очікуваний результат y. Альтернативи x' і x'', по суті, порівнюються між собою за деякими значеннями оцінок відповідних очікуваних результатів y' і y''. Інакше кажучи, маємо $x' \succ x'' \leftrightarrow y' \succ y''$, тобто, якщо альтернативі x' надається більша перевага від x'', то й очікуваному результату y' надаватиметься більша перевага, ніж y''.

Таким чином, загальну модель прийняття рішення $< \tilde{A}, B >$ можна подати у такому формалізованому вигляді: $< \tilde{X}, B_{\tilde{X}} >$ або $< \tilde{Y}, B_{\tilde{Y}} >$, де $\tilde{A} = \{\tilde{a}_i, i = \overline{1,m}\}$ – множина допустимих альтернатив; B – бінарне відношення надання переваги. Сутність задачі прийняття управлінського рішення від цього не міняється. У такому випадку вважають [18, ст. 28], що відображення $\varphi(x) : \tilde{X} \to \tilde{Y}$ є *гомоморфізмом* моделі $< \tilde{X}, B_{\tilde{X}} >$ в модель $< \tilde{Y}, B_{\tilde{Y}} >$, тобто для всяких альтернатив x', $x'' \in \tilde{X}$ з бінарного відношення $x' B_{\tilde{X}} x''$ виходить таке відношення $y' B_{\tilde{Y}} y'$ чи $\varphi(x') B_{\tilde{Y}} \varphi(x'')$.

При прийнятті рішень за наявності умов невизначеності [17; 18, ст. 60] ситуація значно ускладнюється. Тепер вже ніхто не може гарантувати настання певного очікуваного результату y при виборі рішення x. Тому вважається [18, ст. 27], що система надання переваг пов'язана з деякою оцінкою "корисностей" очікуваного результату y. Вибір управлінського рішення x здійснюється з єдиною метою – отримати "хороший" очікуваний результат y, що належить так званому ядру – множині максимальних елементів з множини очікуваних результатів $\tilde{Y}$ за заданим бінарним відношенням $B_{\tilde{Y}}$. В цьому випадку загальна модель прийняття рішення $< \tilde{A}, B >$ має такий формалізований вигляд $< \tilde{Y}, B_{\tilde{Y}} >$. Зокрема, бінарне відношення $B_{\tilde{Y}}$ можна задати за допомогою однокритеріальної [18, ст. 31] або багатокритеріальної [18, ст. 40] системи оцінок очікуваних результатів, тобто критеріальною мовою опису процесу вибору, або будь-яким іншим способом.

Якщо йдеться про прийняття управлінських рішень в умовах ризику [13; 16; 18, ст. 65], то зазвичай припускають, що кожній допустимій альтернативі $x_i \in \tilde{X}$ відповідає свій розподіл ймовірності настання відповідних подій $\tilde{P} = \{p_i = f_i(x_i), i = \overline{1,m}\}$ на множині очікуваних результатів $\tilde{Y}$. Якщо множина альтернатив $\tilde{X}$ і множина результатів $\tilde{Y}$ скінченні, то вважається відомою ймовірність появи всіх результатів, які можна очікувати при виборі даної альтернативи.

Більш детально особливості формалізації процесу прийняття управлінських рішень при гасінні лісових пожеж наведено у роботі [15].

3. Критерії прийняття управлінських рішень в умовах конфлікту

Здебільшого задача прийняття управлінського рішення формулюється у вигляді задачі оптимізації

$$J(x, z) \to \min_{x \in \tilde{X}},\ z \in \tilde{Z}. \qquad (1)$$

На відміну від попередніх випадків, коли параметром невизначеності z управляла "природа", то тут

ми припускаємо, що параметр z управляється "розумним" суперником, який переслідує власні цілі. Ці цілі також виражаються за допомогою задачі прийняття рішень, яка є аналогічною до (1):

$$I(x, z) \to \min_{z \in \tilde{Z}}, \; x \in \tilde{X} . \qquad (2)$$

Подібні конфліктні задачі прийняття рішень спочатку були формалізовані як задачі аналізу салонових ігор, що додало всій термінології дещо легковажне звучання. Так, обидві протиборчі сторони називаються *гравцями*, а альтернативи, які вони вибирають (відповідно x і z), – *ходами*, правила вибору рішень – *стратегіями*, значення функціоналів $J()$ і $I()$ – *виграшами*, а вся теорія прийняття рішень з невизначеністю типу "активний партнер" – *теорією ігор*. Іноді задачі прийняття рішень в умовах "природних" невизначеностей, які було розглянуто в розд. 2, називають *іграми проти природи*.

Отже, нехай два суб'єкти А і Б, що мають в своєму розпорядженні можливість вибору елементів (ходів) $x \in \tilde{X}$ і $z \in \tilde{Z}$ відповідно, прагнуть до досягнення своїх цілей, представлених у вигляді функціоналів (1) і (2). У нашому випадку гравцем А виступає керівник гасіння лісової пожежі (ЛП), а під гравцем Б будемо розуміти саму лісову пожежу. Позаяк вона переслідує певну мету – максимально знищити лісові масиви, то для реалізації цього ЛП виконує певні "ходи".

Розбіжність між функціоналами $I()$ і $J()$ визначає ступінь антагонізму гравців. У окремому випадку може виявитися, що $J() = -I()$ при будь-яких альтернативах x і z; таку ситуацію, що виникає в грі двох суб'єктів, називають *антагоністичною*, *строго конкурентною* або *грою з нульовою сумою:* $J() + I() = 0$. Проте чисто антагоністична ситуація є виродженою у відомому сенсі цього поняття. Найбільш типовий конфлікт, у якому інтереси гравців не співпадають, але й не строго протилежні. Наприклад, якщо гравець Б (у нашому випадку – лісова пожежа) і прагне максимально поширитися лісовими масивами, проте гравець А (керівник гасіння ЛП) максимально протидіє цьому, внаслідок чого наступає локалізація пожежі.

Переходячи на загал, легко уявити собі ситуацію, коли у грі беруть участь не два, а K гравців, які прагнуть максимізувати свої виграші

$$p_k(x_i, i = \overline{1, K}), k = \overline{1, K} .$$

В цьому випадку, наприклад, для першого гравця, що вибирає рішення x_1, решта рішень x_i складатиме параметр невизначеності z:

$$p_1(x_1, z) \to \max_{x_1 \in \tilde{X}}, z = (x_i, i = \overline{2, K}) .$$

Якщо $\sum_{k=1}^{K} p_k = 0$, то, як і раніше, йдеться про гру з нульовою сумою, хоча термін "антагоністична гра" тут вже непридатний. Далі ми розглядатимемо тільки ситуації, коли у грі беруть участь дві особи.

Отже, нехай дві сторони А і Б прагнуть до досягнення своїх цілей:

$$\text{А: } J(x, z) \to \min_{x \in \tilde{X}}, \; z \in \tilde{Z} ;$$

$$\text{Б: } I(x, z) \to \min_{z \in \tilde{Z}}, \; x \in \tilde{X} .$$

Обидві особи, що приймають рішення (ОПР), або обоє "гравців", мають в своєму розпорядженні можливість вибору альтернативи x і z відповідно. Далі для визначеності вважатимемо, що $\tilde{X} \subset R^m$, $\tilde{Z} \subset R^n$, тобто x і z – числові вектори відповідних розмірностей. Приклад такої постановки задачі відомий під назвою "дилема ув'язненого". Проводячи міркування з боку першого гравця (гравця А), легко встановити, що обидва функціонали $J()$ і $I()$ задаються табл. 1. На перетині i-го рядка і j-го стовпця в табл. 1 знаходиться пара чисел (p, q), де $p = J(x_i, z_j)$, $q = I(x_i, z_j)$. У цьому прикладі, очевидно, потрібно мінімізувати функціонали $J()$ і $I()$, а не максимізувати.

Табл. 1. Гра двох осіб

Гравець А, $\tilde{X}$	Гравець Б, $\tilde{Z}$	
	z_1 = Н	z_2 = П
x_1 = Н	(1, 1)	(10, 0)
x_2 = П	(0, 10)	(7, 7)

Далі скрізь вважатимемо себе гравцем А (керівник гасіння ЛП) і проводитимемо міркування з позицій його інтересів. У зв'язку з тим, що результат нашого вибору рішення залежить від вибору гравця Б (перебіг ЛП), необхідно зробити якісь припущення про його можливу поведінку в процесі розв'язання задачі. Правомірність подібних припущень (гіпотез) прямо залежить від характеру інформованості сторін про поведінку іншої сторони.

При прийнятті рішень в умовах ризику (а подібні задачі, як вже зазначалося вище, можуть також належати до теорії ігор – ігор проти природи) ми, по суті, припускали, що сторона Б ("природа") діє не цілеспрямовано. Ми припускали також, що кожен вибір $z = z_j$ (при дискретній множині z) характеризується своєю ймовірністю, тобто ми могли оцінити частоту появи тих або інших ходів z_j і відповідно до цього будували свою стратегію поведінки. Це одна з можливих гіпотез. При грі з "думаючим" суперником, який переслідує в процесі прийняття своїх рішень цілком певну мету, розумно удаватися до інших гіпотез, які краще відображають сутність такої задачі. По суті справи особливим характером введених тут гіпотез, даний розділ теорії прийняття рішень і виділяється в окрему теорію – теорію ігор.

Розрізнятимемо такі основні гіпотези (випадки).

Гіпотеза 1. Кожен з суб'єктів А і Б не має інформації про вибір, зроблений другою стороною. Додаткові гіпотези про характер поведінки другого гравця відсутні.

В цьому випадку можна поступати аналогічно розв'язанню задачі в умовах повної невизначеності. Це, по суті, точно той самий випадок, і ми можемо скористатися відомим принципом найкращого гарантованого результату. Для суб'єкта А гарантована оцінка буде дорівнювати:

$$J^* = \max_{x \in \tilde{X}} \min_{z \in \tilde{Z}} J(x, z) \Rightarrow x^* = x, \; z^* = z , \qquad (3)$$

а для суб'єкта Б гарантована оцінка становитиме:

$$I^* = \max_{z \in \tilde{Z}} \min_{x \in \tilde{X}} I(x, z) \Rightarrow z^* = z, \; x^* = x . \qquad (4)$$

Розв'язуючи задачу максимізації (3) і (4), ми знаходимо вектори x^* і z^*, що реалізують відповідні гарантовані оцінки.

Приклад 1. Дамо графічну ілюстрацію застосування принципу гарантованого результату. Нехай функція $J(x, z) = x^2 - z^2$, $I(x, z) = -J(x, z)$ і потрібно мінімізувати

функціонали $J()$ і $I()$. Внаслідок цього ми маємо антагоністичну гру:

$$J(x,z) = x^2 - z^2 \to \min_{x\in\tilde{X}},\ z\in\tilde{Z};$$

$$J(x,z) = -I(x,z) = x^2 - z^2 \to \max_{z\in\tilde{Z}},\ x\in\tilde{X}.$$

Вважатимемо, що $\tilde{X} = \tilde{Z} \subset R$ є множина всіх дійсних чисел (тут ми використовували ту очевидну обставину, що замість пошуку мінімуму функції $I()$ можна шукати максимум функції $-I() = J()$). Для цього прикладу гарантована оцінка знаходиться з такої умови:

$$J^* = \min_{x\in\tilde{X}} \max_{z\in\tilde{Z}} J(x,z) \Rightarrow x^* = x,\ z^* = z.$$

Позначимо $$\varphi(x) = \max_{z\in\tilde{Z}} J(x,z), x\in\tilde{X}. \quad (5)$$

Таким чином, для обчислення одного значення функції $\varphi(x)$ при фіксованому значенню x необхідно розв'язати задачу оптимізації (5). Отримаємо

$$\varphi(x) = \max_{z\in\tilde{Z}}(x^2 - z^2) = x^2,$$

оскільки будь-яке значення $z \neq 0$ призводить до зменшення значення функції $J()$. Тепер знаходимо

$$\max_{x\in\tilde{X}} \varphi(x) = \min_{x\in\tilde{X}} x^2 = 0,$$

що досягається при $x = 0$. Таким чином, ми отримаємо $J^* = 0$ і при цьому $x^* = 0$. Це гарантований очікуваний результат, бо при будь-якому z ми матимемо значення функції $J()$ не гірше (тобто не більше), ніж нуль, тобто при будь-якому значенні z отримаємо

$$J(x^*, z) = J(0,z) = -z^2 \le J^0 = 0.$$

На рис. 2,*а* представлено лінії постійного рівня функціонала $J(x, z)$ на площині (x, z).

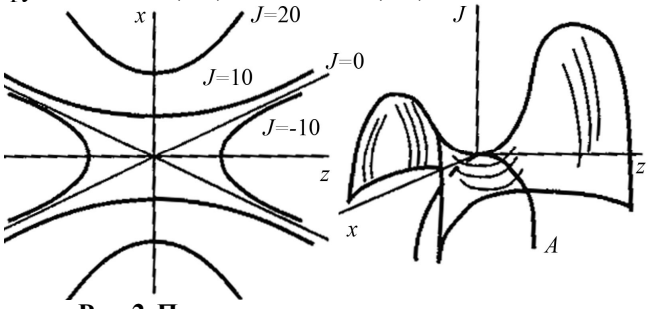


Рис. 2. Принцип гарантованого результату

Пригадаємо, що лінією рівня називається геометричне місце точок на площині, де $J() = C = const$. Міняючи постійну C, ми отримуватимемо різні лінії рівня. Якщо функція залежить більше, ніж від двох змінних, то потрібно говорити не про лінії рівня, а про *поверхні рівня*. На рис. 2,*б* зображена залежність $J(x, z)$ в тривимірному просторі, що має характерний вигляд "сідла". Можна вважати, що відповідна поверхня "склеєна" з двох видів парабол:

$$y_1 = x^2;\ y_2 = -z^2.$$

При виборі гарантованого рішення $x^* = 0$ ми при різних значеннях z завжди знаходитимемося на параболі A (рис. 2,*б*), забезпечуючи при цьому виконання нерівності $J() \le J^* = 0$.

Гіпотеза 2. Припускаємо, що суб'єкт Б слідує принципу максиміну і вибирає z^* з умови (4):

$$I^* = \max_{z\in\tilde{Z}} \min_{x\in\tilde{X}} I(x,z) \Rightarrow z^* = z,\ x^* = x.$$

Тоді гравець А може вибирати рішення x згідно з таким правилом:

$$J(x, z^*) \to \max_{x\in\tilde{X}}, \quad (6)$$

де z^* – гарантоване рішення гравця Б. Позначимо результат розв'язання задачі (6) через x^{**}. При цьому виявляється, що

$$J^* = J(x^{**}, z^*) \ge J^*, \quad (7)$$

де J^* – гарантована оцінка гравця А, що отримується за принципом максиміну.

На прикладах легко переконатися, що нерівність (7) може бути строгою, і, як наслідок, слідуючи гіпотезі 2, ми, у разі її правомірності, можемо отримати реальний виграш, вибираючи вирішення x^{**}, а не x^*.

Приклад 2. Гра з нульовою сумою задана за допомогою табл. 2, де числа на перетині рядків і стовпців означають наш виграш, тобто програш гравця Б – нашого суперника.

Табл. 2. Гра з нульовою сумою

Гравець, $\tilde{X}$	Гравець, $\tilde{Z}$			
	z_1	z_2	z_3	z_4
x_1	5	-10	9	0
x_2	6	7	8	1
x_3	8	7	15	2
x_4	3	4	-1	4

Наша гарантована стратегія $x^* = x_3$, а гарантована оцінка $J^* = 2$. (Якби ми вибрали інше рішення, відмінне від x_3, то могли б залежно від дій гравця Б набути і меншого значення виграшу, ніж 2). Аналогічно для гравця Б (він на відміну від нас прагне мінімізувати наш виграш, а тим самим і свій програш) маємо $z^* = z_4$, $I^* = 4$. Дійсно, гравець Б вибирає той стовпець, в якому максимальне число було б найменшим. У першому стовпці максимальне число дорівнює 8, в другому – 7, в третьому – 15 і в четвертому – 4. Отже, вибираючи $z^* = z_4$, гравець Б ніколи не програє більше чотирьох умовних одиниць.

Якщо вибирати стратегію x^{**} з умови (6), то отримуємо такий результат розв'язання задачі: $x^{**} = x_4$, $J(x^{**}, z^*) = J^* = 4 > J^* = 2$. Таким чином, слідуючи гіпотезі 2, можна загалом отримати кращий результат порівняно з прийняттям рішення на основі принципу гарантованого результату.

Гіпотеза 3. Тепер можемо допустити, що суб'єкт Б міркує точно так, як і у попередньому випадку, тобто використовує не стратегію z^*, аналогічну стратегії z^{**}. Тому ми можемо це врахувати і вибрати оптимальний розв'язок вже цієї гіпотези:

$$J(x, z^{**}) \to \max_{x\in\tilde{X}} \Rightarrow x^{***},\ J^{***}.$$

Гіпотеза 4. Можливий дещо інший вид гіпотези: часто за умовами гри ми знаємо перший хід суб'єкта Б (він зобов'язаний повідомити його нам). Тоді поведінка суб'єкта А визначатиметься стратегією у вигляді функції $x = x(z)$.

Цю стратегію можна визначити внаслідок розв'язання задачі оптимізації

$$J(x,z) \to \max_{x\in\tilde{X}}. \quad (8)$$

Ця умова дає змогу для кожного фіксованого значення z визначити шукане значення x, тобто задати функцію $x(z)$. Для цього випадку ми також можемо визначити гарантований результат

$$\hat{J} = \min_{z\in\tilde{Z}} \max_{x\in\tilde{X}} J(x,z) = \min_{z\in\tilde{Z}} J(x(z),z).$$

Результат розв'язання $\hat{J}$ відрізнятиметься від значення J^*, який було знайденого згідно з гіпотезою 1. Саме тут, в усіх випадках матимемо

$$\hat{J} \geq J^*. \qquad (9)$$

Таким чином, прийняття гіпотези 4 знов дає змогу поліпшити очікуваний результат, отриманий за принципом максимінного гарантованого результату.

Доведемо нерівність (9), яку перетворимо спочатку у такий вигляд:

$$\min_{z\in\tilde{Z}} \max_{x\in\tilde{X}} J(x,z) \geq \max_{x\in\tilde{X}} \min_{z\in\tilde{Z}} J(x,z).$$

Для будь-яких фіксованих значень x' і z', очевидно, справедлива нерівність

$$\varphi_1(z') \geq \varphi_2(z'), \qquad (10)$$

де $\varphi_1(z') = \max_{x\in\tilde{X}} J(x,z'); \qquad \varphi_2(x') = \min_{z\in\tilde{Z}} J(x',z)$

Дійсно, нехай

$\max_{x\in\tilde{X}} J(x,z') = J(x'',z'); \qquad \min_{z\in\tilde{Z}} J(x',z) = J(x',z'').$

Звідси маємо такий ланцюжок нерівностей:

$$\varphi_1(z') = J(x'',z') \geq J(x',z') \geq J(x',z'') = \varphi_2(z').$$

Таким чином, нерівність (10) доведено. Далі, оскільки значення x' і z' можуть бути будь-якими, то їх можна вибрати так:

$$\begin{cases} x' = \arg\max_{x\in\tilde{X}} \varphi_2(x); \\ z' = \arg\min_{z\in\tilde{Z}} \varphi_2(z). \end{cases}$$

Підставляючи ці значення в нерівність (10), приходимо до нерівності (9).

Як приклад розглянемо гру, представлену в табл. 2. Для цієї гри, як було видно вище, значення гарантованої оцінки становитиме

$$J^* = \max_{x\in\tilde{X}} \min_{z\in\tilde{Z}} J(x,z) = 2,$$

а для гарантованого результату маємо

$$\hat{J} = \min_{z\in\tilde{Z}} \max_{x\in\tilde{X}} J(x,z) = 4.$$

Гіпотеза 5. Нехай суб'єкт Б знає наш перший хід. В цьому випадку можна припустити, що він дотримуватиметься стратегії $z = z(x)$, яка будується внаслідок розв'язання оптимізаційної задачі

$$I(x,z) \to \max_{z\in\tilde{Z}} \Rightarrow z = z(x). \qquad (11)$$

Саме так ми поступали при прийнятті гіпотези 4. Прийняття цих допущень, тобто допущення про те, що ми повідомимо свій хід суб'єктові Б, а також допущення про використання суб'єктом Б стратегії $z(x)$, дає змогу нам так впливати на вибір суб'єкта Б, щоб він максимально відповідав нашим цілям. Таким чином, ми можемо вибирати стратегію x з умови

$$J(x, z(x)) \to \max_{x\in\tilde{X}} \Rightarrow \tilde{x}.$$

Якщо максимум у співвідношенні (11) досягається не в одній точці z, а на деякій множині $M(x)$, то наш гарантований результат $\hat{J}$ визначається з умови:

$$\hat{J} = \max_{x\in\tilde{X}} \min_{z\in M(x)} J(x,z).$$

Загальним для всіх розглянутих випадків є припущення про те, що обидві сторони, що беруть участь в грі, не тільки точно знають свої цілі, але й повністю інформовані про цільові функції "суперника" або партнера по грі. Для реальних конфліктних ситуацій це не завжди виконується. Набагато частіше ми не знаємо точно цілі наших партнерів, які, водночас, мають також обмежену інформацію і про наші наміри. Окрім цього, необхідно враховувати і можливу свідому дезінформацію – "блеф" з боку кожного з гравців. Та й гравців може бути не два, а більше. Формальні моделі вказаних вище, а також інших ігрових ситуацій можуть бути побудовані, але відповідний матеріал виходить за рамки цієї статті.

До цих пір ми розглядали проблему прийняття рішень в іграх двох осіб з позицій одного з гравців. На цю ж проблему можна поглянути з боку деякої третьої "нейтральної" особи. Нас тут цікавитимуть деякі характеристики рішення в цілому з урахуванням цільових функцій всіх гравців. Найбільш важливими характеристиками є по-перше, *властивості ефективності* прийнятих рішень за отримуваними гравцями "виграшами", а по-друге, *властивості стійкості* прийнятих рішень. З позицій третьої особи – "арбітра" – гра двох осіб з цільовими функціями

$$J(x,z) \to \max_{x\in\tilde{X}}, \quad I(x,z) \to \max_{z\in\tilde{Z}}, \qquad (12)$$

може трактуватися як багатокритеріальна (в цьому випадку – двокритеріальна) задача оптимізації на множині $\tilde{\tilde{L}} = \tilde{X}^{\mathrm{T}} \times \tilde{Z}$. Аргументом при цьому є вектор $\eta \in \tilde{\tilde{L}}$, $\eta = (x, z)$, а задача (12) приймає звичайний вигляд багатокритеріальної задачі оптимізації:

$$J(\eta) \to \max_{\eta\in\tilde{\tilde{L}}}, \qquad I(\eta) \to \max_{\eta\in\tilde{\tilde{L}}}. \qquad (13)$$

При аналізі ефективності результату розв'язання задачі (13) можна знову скористатися вже знайомим принципом Парето – найважливішим з принципів відбору раціональних рішень. Цей принцип дає змогу відкинути всі ті рішення (альтернативи вибору), які можуть бути замінені іншими, що забезпечують кращі (в цьому випадку – більші) значення цільових функцій всіх гравців одночасно або частини гравців, але без зменшення значень цільових функцій решти суб'єктів, що беруть участь в грі. Рішення, які не можуть бути вказаним чином покращені, ми і називаємо *ефективними* або *Парето-оптимальними*. Такі ефективні рішення володіють тією властивістю, що покращити значення цільової функції одного з гравців можна тільки за рахунок інших суб'єктів. Здавалося б, задача вибору раціональних компромісних рішень і повинна вирішуватися тільки в межах множини Парето (яка в теорії ігор називається також "переговорною множиною"). Адже абсолютно зрозуміло, що будь-яке рішення, що знаходиться поза цією множиною, можна покращити відразу для всіх гравців. Проте реальна ситуація часто виявляється значно складнішою. Основне питання полягає в тому, що насправді вибір аргументу η здійснюється не однією особою, а декількома. Насправді тут ми маємо гру, а не звичайну багатокритеріальну задачу. Найважливішого значення набуває інший принцип прийняття рішень, пов'язаний з поняттям стійкості.

Тут справедливим є таке визначення: точку $\hat{\eta} = (\hat{x}, \hat{y})$ називатимемо *стійким рішенням* або *точкою рівноваги* гри (12), якщо

$$\max_{x\in\tilde{X}} J(x,\hat{z}) = J(\hat{x},\hat{z}); \qquad \max_{z\in\tilde{Z}} I(\hat{x},z) = I(\hat{x},\hat{z}).$$

При виборі стійкого рішення η вважають також, що досягнута *ситуація рівноваги*.

З наведеного визначення безпосередньо виходить, що нестійкість якої-небудь ситуації проявляється в тому, що у разі її виникнення їй загрожує розпад, обумовлений можливостями одного з гравців шляхом зміни тільки своєї стратегії поліпшити своє положення за рахунок інших. На цій підставі виник так званий *принцип стійкості Неша* (за іменем автора – американського математика Джона Неша (J.F. Nash)). Він свідчить про те, що вибір раціональної стратегії η повинен проводитися серед множини точок рівноваги. Рівноважні рішення називаються також *оптимальними за Нешем*. Даний принцип відображає дуже важливу властивість колективного рішення. Саме, якщо обидва суб'єкти А і Б змогли домовитися про те, щоб дотримуватися вибору $x = \hat{x}$, $z = \hat{z}$, то той суб'єкт, який порушує домовленість, перш за все і постраждає: властивість стійкості рішення дає відому гарантію проти порушення домовленості.

Необхідно зауважити, що все сказане вище є справедливим і для випадку K гравців, де $K > 2$.

Розглянемо тепер зв'язок двох сформульованих принципів вибору рішень – принципу Парето і принципу Неша. Виникає питання, наскільки хороші стійкі рішення відносно їх ефективності, тобто відносно виграшів, що отримуються гравцями в різновагових точках. Адже кожен гравець може розглядати вибір свого рішення як прийняття рішення в умовах невизначеності (інший гравець виступає як "звичайна" невизначеність або невизначеність середовища). При цьому можна скористатися принципом найкращого гарантованого результату і вибрати відповідну максимінну стратегію, що гарантує йому незалежно від дій іншого гравця деякий мінімальний результат. Чи не отримає він у такому разі більший виграш, ніж в ситуації рівноваги? Тоді всі міркування про рівновагу взагалі не потрібні. Однак, тут справедливим є таке твердження: у ситуації рівноваги кожен з гравців отримує виграш не менший, ніж відповідний гарантований максимінний результат.

Доведемо це твердження. Нехай $(\hat{x}, \hat{z})$ – точка рівноваги гри (12) і рішення x^* – максимінна стратегія гравця А. Тоді

$$\hat{J} = \max_{x \in X} \min_{z \in Z} J(x, z) = \min_{z \in Z} J(x^*, z).$$

Звідси, використовуючи визначення стійкого рішення, маємо

$$\hat{J} = J(\hat{x}, \hat{z}) \geq J(x^*, \hat{z}) \geq \min_{z \in Z} J(x^*, z) = \max_{x \in X} \min_{z \in Z} J(x, z) = J^*.$$

Таким чином, доведено, що $\hat{J} \geq J^*$, тобто гарантований результат є більшим від гарантованої оцінки.

Отже, "максимінне заперечення" не проходить і аналіз рівноваги прийнятих рішень має під собою реальну основу. Разом з тим виявляється (і це принципово), що стійке рішення може не належати до ефективних рішень, тобто до множини Парето. А це вже серйозне зауваження (яке нижче буде доведено за допомогою відповідного спростувального прикладу). Внаслідок цього ми маємо явну суперечність між ефективністю прийнятих рішень і їх захищеністю від "несанкціонованих" дій інших гравців. Таким чином, суперечність між оптимальністю за Парето і оптимальністю за Нешем є суперечністю між вигідністю та стійкістю прийнятих рішень.

Тільки у випадках, коли стійкі рішення є одночасно паретівськими, можна ефективно використовувати принцип Неша для розв'язання реальних задач. Інакше ми завжди вибиратимемо між ефективністю і надійністю прийнятих рішень. У цьому, мабуть, полягає одна з важливих першопричин багатьох конфліктів і невдалих рішень в людському суспільстві. Тому одним з важливих напрямів теорії прийняття рішень і системного аналізу є вивчення систем, в яких стійкі точки належать множині Парето.

Приклад 3. Нехай до нерегульованого перехрестя їдуть на високій швидкості під прямим кутом один до одного два автомобілі. У кожного з водіїв є дві стратегії: понизити швидкість до безпечної (безпечна стратегія – стратегія Б); продовжувати їхати на високій швидкості (ризикована стратегія – стратегія Р).

Якщо обидва водії дотримуватимуться стратегії Б, то це приведе до благополучного результату, що оцінюється для кожного водія числом 1. Якщо обидва водії слідують стратегії Р, то відбувається аварія і втрати кожного відбиваються негативним результатом (-9). При інших комбінаціях (Б, Р) або (Р, Б) результат оцінюється числом 0 для того, що понизив швидкість (за втрату часу) і числом 3 для того, що рухається на високій швидкості (за економію часу). Внаслідок цього маємо гру, представлену в табл. 3.

Табл. 3. Стійкі й нестійкі ситуації

Гравець 1	Гравець 2	
	Б	Р
Б	(1, 1)	(0, 3)
Р	(3, 0)	(-9, -9)

Числа в таблиці представляють відповідні доходи. В цьому випадку ситуації (Б, Б) і (Р, Р) є, очевидно, нестійкими, оскільки кожен з водіїв може отримати кращий результат за рахунок однобічної зміни свого рішення. Наприклад, водій 1 може в ситуації (Б, Б) отримати кращий для себе очікуваний результат, змінивши стратегію Б на стратегію Р. В цьому випадку він отримає виграш 3 замість 1. То ж справедливо в ситуації (Б, Б) і для гравця 2. Аналогічно перевіряється й нестійкість ситуації (Р, Р).

Ситуації (Б, Р) і (Р, Б), навпаки, обидві є стійкими, позаяк вони виникли, то ні у одного з гравців немає підстав для однобічної зміни стратегії своєї поведінки.

Висновки

1. Встановлено, що однією з основних причин низької ефективності боротьби з лісовими пожежами є відсутність повноцінної наукової основи як для якісного, так і кількісного їх аналізу, прогнозування появи та наслідків поширення. Усе це стримує не лише створення нових високоефективних методів і засобів боротьби з лісовими пожежами, але й значно утрудняє задачі оперативного визначення оптимальних напрямів використання наявних пожежно-рятувальних підрозділів і їхніх технічних засобів пожежогасіння.

2. Проаналізовано сучасні підходи до розроблення системи підтримки прийняття рішень при гасінні лісових пожеж, яка дає змогу моделювати не тільки процес їх перебігу, але й прогнозувати ймовірність їх виникнення, а також провести оцінювання матеріальних, екологічних і соціально-організаційних наслідків від потенційних пожеж з метою проведення заходів щодо їх попередження та ліквідації.

3. Встановлено, що у загальному випадку управління процесом гасіння лісової пожежі можна розглядати як управління складною організаційною системою, яке складається з етапів збирання інформації,

прийняття (вироблення та вибір) рішення, реалізації прийнятого рішення. Ці етапи циклічно повторюються, при цьому на кожному наступному кроці оцінюється якість процесу управління на попередньому кроці.

ЛІТЕРАТУРА

1. Балабанов И.Т. Риск-менеджмент / И.Т. Балабанов. – М. : Изд-во "Финансы и статистика", 1996. – 192 с.

2. Бешелев С.Д. Математико-статистические методы экспертных оценок / С.Д. Бешелев, Ф.Г. Гурвич. – Изд. 2-е, [перераб. и доп.]. – М. : Изд-во "Статистика", 1980. – 263 с.

3. Главацкий Г.Д. Информационная модель и задачи оптимизации процесса борьбы с лесными пожарами / Г.Д. Главацкий, В.М. Груманс // Лесное хозяйство : журнал. – 2002. – № 1. – С. 36-41.

4. Гражданская защита. Понятийно-терминологический словарь / под общ. ред. Ю.Л. Воробьева. – М. : Изд-во "Флайст", 2001. – 240 с.

5. Грицюк Ю.І. Структурні компоненти задачі оптимального управління процесом боротьби з лісовими пожежами / Ю.І. Грицюк, І.О. Малець, Т.Є. Рак // Наукові праці Лісівничої академії наук України : зб. наук. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2010. – Вип. 8. – С. 171-174. [Електронний ресурс]. – Доступний з http://www.nbuv.gov.ua/portal/Chem_Biol/Nplanu/2010_8/ 171_Gry.pdf

6. Гришин А.М. Математическое моделирование зажигания крон деревьев / А.М. Гришин, В.А. Перминов // Физика горения и взрыва. – 1998. – Т.34. – №4. – С. 13-22.

7. Гришин А.М. Математическое моделирование лесных пожаров и новые способы борьбы с ними / А.М. Гришин. – Новосибирск : Изд-во "Наука". Сиб. отд., 1992. – 408 с.

8. Гришин А.М. Математическое моделирование процесса распространения верховых лесных пожаров / А.М. Гришин, А.Д. Грузин, В.Г. Зверев // Физика горения и взрыва. – 1983. – Т. 269, № 4. – С. 822-826.

9. Гришин А.М. Моделирование и прогноз катастроф / А.М. Гришин. – Томск : Изд-во ТГУ, 2003. – Ч.1. – 524 с.

10. Гришин А.М. Сравнительный анализ простых моделей сушки слоя ЛГМ, включая данные экспериментов и натурных наблюдений / А.М. Гришин, Н.В. Барановский // Инженерно-физический журнал. – 2003. – Т.76, № 5. – С. 166-169.

11. Гришин А.М. Физика лесных пожаров / А.М. Гришин. – Томск : Изд-во ТГУ, 1994. – 218 с.

12. Доррер Г.А. Математические модели динамики лесных пожаров / Г.А. Доррер. – М. : Изд-во "Лесн. пром-сть", 1979. – 161 с.

13. Качалов Р.М. Управление хозяйственным риском / Р.М. Качалов. – М. : Изд-во "Наука", 2002. – 192 с.

14. Смотр О.О. Застосування системного аналізу при управлінні процесом гасіння лісових пожеж / О.О. Смотр, Ю.І. Грицюк // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2012. – Вип. 22.3. – С. 346-352. [Електронний ресурс]. – Доступний з http://www.nbuv.gov.ua/ portal/chem_biol/nvnltu/22_3/index.htm

15. Смотр О.О. Формалізація процесу прийняття проектного рішення при гасінні лісових пожеж / О.О. Смотр, Ю.І. Грицюк // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2012. – Вип. 22.2. – С. 326-336. [Електронний ресурс]. – Доступний з http://www.nbuv.gov.ua/ portal/chem_biol/nvnltu/22_2/index.htm

16. Ходаков В.Е. Архитектура информационной технологии поддержки принятия решений для предупреждения и ликвидации лесных пожаров / В.Е. Ходаков, М.В. Жарикова. [Электронный ресурс]. – Доступный з http://www.nbuv.gov.ua/ portal/natural/pit/2009_2/Jarik.htm

17. Чернова Г.В. Управление рисками / А.А. Кудрявцев, Г.В. Чернова. – М. : ТК "Велби"; "Проспект", 2005. – 160 с.

18. Черноруцкий И.Г. Методы оптимизации и принятия решений : учебн. пособ. / И.Г. Черноруцкий. – СПб. : Изд-во "Лань", 2001. – 381 с.

19. Шарапов О.Д. Економічна кібернетика : навч. посібн. / О.Д. Шарапов, В.Д. Дербенцев, Д.Є. Семьонов. – К. : Вид-во КНЕУ, 2004. – 231 с.

Ю.И. Грыцюк, О.А. Смотр

МЕТОДЫ И КРИТЕРИИ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ ТУШЕНИИ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ

Проанализированы математические методы и соответствующие им критерии принятия управленческих решений при тушении лесных пожаров, с помощью которых удается усовершенствовать не только процесс выработки решений, но и смоделировать распространения фронта огня, усовершенствовать структуру действий при пожаротушении и улучшить их качество. Установлено, что из-за сложности процессов тушения лесных пожаров, из-за трудности организации самого процесса пожаротушения, ввиду невозможности выразить количественно некоторые факторы внешней и внутренней среды и другие непредвиденные обстоятельства не всегда удается полностью формализировать (построить модель) процесс принятия управленческого решения при тушении лесных пожаров. Математическая же его формализация возможна, как правило, только для отдельных ее подсистем или блоков, или реализации отдельных заданий.

Ключевые слова: лесной пожар, моделирование лесных пожаров, управления процессом тушения лесного пожара, системный анализ, принятие управленческих решений, формализация процесса управления, критерии управления.

Yu.I. Grycyuk, O.O. Smotr

METHODS AND CRITERIA OF MANAGERIAL DECISIONS MAKING FOR FOREST FIRES FIGHTIN

Mathematical methods and corresponding criteria of managerial decisions making for forest fires fighting are analysed. It allows to perfect not only to improve the process of decision making but also to model the process of fire front distribution, to improve the structure of firefighting activities and to improve their quality. It is set that because of complicated nature of the processes of forest fires fighting, and difficulties of the organization of process of forest fire fighting, because of impossibility to express in number some factors of external and internal environment and other contingences not always it is succeeded fully to formalize (to build a model) the process of managerial decision making concerning of forest fires fighting. Mostly its mathematical formalization is possible only for its separate subsystems or blocks, or for realization of some tasks.

Keywords: forest fire, modelling of forest fires, management of process of forest fire fighting, system analysis, managerial decision making, management process formalization, management criteria.

11. ЗАПРОШУЄМО ДО ДИСКУСІЇ

УДК 215:231.75:128

В.П. ШЛАПАК[1]

ВІДКРИТІ ПИТАННЯ У ВИНИКНЕННІ ГРОЗИ ТА ЇЇ НАСЛІДКІВ

Розглянуто наукове трактування виникнення грози, блискавки та грому. Запропоновано нову концепцію, де фізична суть грози пов'язується з лобовим зіткненням від'ємного земного теплороду з додатним сонячним теплородом в місцях порушення скелету атмосферного простору Землі, що зумовлений надмірною втратою кисню і виражається спадом атмосферного тиску. Відкрите лобове теплородне зіткнення зумовлює блискавку та грім, внаслідок чого природа досить потужним ударом теплородний тороїд сонячної матерії синтезує у певний вид кисневої речовини, яка у відокремленому стані залишається на планеті, забезпечуючи та підтримуючи наше життя. Це механізм поповнення атмосфери киснем, водою та льодом, які є неземного походження.

Ключові слова: *гроза, блискавка, грім, теплород, атмосфера.*

Вступ. Атмосфера є повітряним середовищем навколо Землі, яка обертається разом з нею і складається з 78,1 % азоту, 21 % кисню, 0,9 % аргону і в дуже малих частках вуглекислого газу, водню, гелію та інших газів. Залежно від розподілу температури атмосферу розділяють на тропосферу, стратосферу, мезосферу, термосферу, екзосферу. На висоті 20-25 км розташований шар озону. Вище 100 км зростає частка легких газів, а на дуже великих висотах переважає гелій і водень. Але частина молекул розкладаються на атоми та іони, утворюючи іоносферу [1, 2]. Важливо, що атмосфера Землі володіє магнітним і електричним полями [1, 3, 4], а це вже елементи антиречовини. Але, на наш погляд, для розкриття суті грози, блискавки та грому, потрібно використати скелетну структуру будови атмосфери, оскільки атмосфера (від грецького atmos – пара і сфера) є не лише молекулярною структурою, яка достатньо вивчена, але її потрібно розглядати і на клітинному рівні, де клітини є найпримітивнішої форми, але в стані антиклітини. Це нульовий стан матерії, який все ж таки назвемо теплородом, хоча про теплород відомо лише те, що у 18 – на початку 19 ст. вважали, що це невагома матерія, яка присутня в кожному тілі і є причиною теплових явищ. Проте помилковість теорії теплороду було доведено даними молекулярної фізики, ще в середині 19 ст. [1]. Але все ж ми акцентуємо, що, на наш розсуд, твердий, рідкий і газоподібний стани матерії на Землі не можуть виникнути з нічого. Їм повинен передувати материнський стан матерії. А це теплород – нульовий стан матерії, який у своїй клітинній структурі має канали, якими і рухаються воднева ($\vec{I}^{-}$) та вуглецева ($\vec{N}^{+}$) матерії, які здатні синтезуватися. Тому, якщо розглядати нашу атмосферу не на молекулярному, а на клітинному рівні, то ми повинні визнати існування скелетної структури в будові атмосфери. Напевно, нульовий стан матерії, яким заповнено простір Всесвіту, і є тією темною матерією, темною енергією, антиречовиною, антиклітиною, яка рухається і за певних умов здатна матеріалізуватися в речовину, змінюючи при цьому свою полярність [5, 6].

Виокремлення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Уважно аналізуючи механізм виникнення блискавки, грому та грози, помічаємо механізм, пов'язаний з охолодженням та поляризацією водяної пари у теплових потоках повітряних мас [3, 4, 7, 8, 9]. Нейтральна водяна частина, поляризуючись, розпадається на протилежно заряджені частинки. І, порушуючи закон притягання протилежних зарядів, вони чомусь розділяються, а ще цікавіше – виносяться на різні висоти, де знову, порушуючи закон відштовхування однойменних зарядів, починають нагромаджуватись на різних висотах. І, окрім сил відштовхування цих зарядів у просторі, їх ніщо не поєднує. Це ніби сухий пісок, частинки якого за своєю природою не можуть терпіти одна одну. Порушуючи закони електрики, вони об'єднуються, створюючи гігантський потенціал макросвіту. А відсутність грозових явищ у зимовий період взагалі свідчить про відсутність повітряних потоків у цей період року, що свідчить про незавершеність цих міркувань у фундаментальній науці. Маючи половинчасте уявлення про головні явища природи, людина починає блукати в її наслідках. Приміром, рослинний світ і океани забезпечують нашу атмосферу киснем, який стабільно утримується в межах 20-21 %. Коли ж взимку рослинний світ спить, то кисень він поповнювати не здатний. Спить він півроку в одній із півкуль Землі, найбільш лісистій і водночас, ко-

[1] **ШЛАПАК Володимир Петрович** – дійсний член Лісівничої академії наук України, доктор сільськогосподарських наук, професор. Національний дендрологічний парк "Софіївка" – НДІ НАН України. Україна, м. Умань. Тел.: +38-098-927-34-57. E-mail: piterwp@rambler.ru

ли потреба в кисні у цій півкулі стрімко зростає. Адже, щоб спалити лише 1 кг вугілля, необхідно 11 куб. м повітря. Ми не будемо зупинятися на витратах повітря у важкій промисловості, транспорті та комунальному господарстві [10], такі значні витрати кисню людина мусить помітити по закінченні зими. І людство в цей період мусить задихатися від значного його зниження, але й цього ми не помічаємо. Навпаки, на початку весни відчуваємо неабияку свіжість та кисневе збагачення повітря. Що ж відбувається? Невже ми чогось не розуміємо?

Обговорення результатів досліджень. Як вказують О.С. Монін [3], Л.Т. Матвеев [4], С.П. Хромов, М.А. Петросянц [7], грози, або грозові бурі – це локальні атмосферні збудження, які пов'язані з розвитком купчасто-дощових хмар. Такі грози завжди супроводжуються громом та блискавками і, зазвичай, сильними поривами вітру, зливовими опадами, іноді випадає град. Велика кількість гроз закінчується швидко, а найтриваліші з них рідко продовжуються більше однієї-двох годин. Грози виникають через атмосферну збудженість і пов'язані здебільшого з перемішуванням шарів повітря, які прагнуть досягти більш стійкого розподілу за густиною. Могутні висхідні потоки повітря є відмінною особливістю початкової стадії грози. Сильні низхідні рухи повітря в зонах зливових опадів характерні для її заключної фази. Грозові хмари часто досягають висоти 12-15 км в помірних широтах і ще більшої – у тропіках. Їх вертикальне зростання обмежено стійким станом нижніх шарів стратосфери. Унікальною властивістю гроз є їх електрична активність. Блискавка може спостерігатися всередині купчастої хмари, що розвивається, між двома хмарами або між хмарою і Землею. Насправді, розряд блискавки майже завжди складається з кількох розрядів, що проходять по одному і тому ж каналу, причому вони проходять так швидко, що сприймаються неозброєним оком, як один і той же розряд. Поки що не зовсім зрозуміло, яким чином відбувається в атмосфері розділення потужних зарядів протилежного знаку. Більшість дослідників вважає, що цей процес пов'язаний з відмінностями в розмірах рідких і замерзлих крапель води, а також з вертикальними повітряними потоками. Електричний заряд грозової хмари індукує заряд на земній поверхні під собою і заряди протилежного знаку навколо основи хмари. Між протилежно зарядженими ділянками хмари і земною поверхнею виникає величезна різниця потенціалів. Коли вона досягне достатньої величини, відбувається електричний розряд – спалах блискавки. Грім, який супроводжує розряд блискавки, викликаний миттєвим розширенням повітря на шляху розряду, який відбувається внаслідок раптового його нагрівання блискавкою. Грім частіше чутний як тривалі гуркоти, а не як одиничний удар, оскільки виникає уздовж всього каналу розряду блискавки, а тому звук долає відстань від свого джерела до спостерігача у кілька етапів.

Отже, з викладеного можна акцентувати, що грозу ми помічаємо влітку і лише як поодиноке явище природи – взимку. Академічний механізм пояснення появи грози, блискавки та грому є локальним, а тому й пов'язується лише з кругообігом органічної і неорганічної речовини на Землі, а це є мікрокругообіг, який задіяний природою лише у перенесені хімічних елементів із Землі на вищий енергетичний рівень Сонячної системи – на Венеру.

На наш розсуд, ключ до розуміння природи грози і її наслідків потрібно шукати не в локальних атмосферних збудженнях в процесі кругообігу речовини на Землі, які пов'язані з процесом випаровування і розвитком купчасто-дощових хмар, а в тому, що в цей період року потепління настає внаслідок гальмування обертання від'ємного теплороду під час лобових зіткнень земного від'ємного теплороду з додатним теплородом Сонця. Оскільки ці процеси відбуваються в макросвіті, то цікаво: "Чи не пов'язані вони з блискавкою?" Вірніше, чи не виникає блискавка, як наслідок цих зіткнень? Теплородна земна оболонка знаходиться в атмосфері. Можливо, краще сказати, що атмосфера захищає теплородну спіраль Землі від теплородної спіралі Сонця. Але коли атмосфера починає зменшуватись, приміром, відбуваються підвищені втрати кисню атмосферою, то починає порушуватись атмосферний скелет атмосферного простору. Тому починає знижуватися атмосферний тиск, і на зовні виходить незахищений скелет теплороду Землі, який покидає атмосферна оболонка внаслідок втрати своїх компонентів джерелами поглинання. Тут, звичайно, і весь тваринний світ, масові пожежі, надмірні витрати кисню тепловими джерелами промисловості, явища звичайного окислення, відомі як іржавіння [10]. Рослинний світ не в змозі забезпечити всі ці процеси киснем. Проте ми вже знаємо, що він відіграє переважно роль природного санітара, а не джерела постачання кисню для Землі. Виходячи з цього, між двома протилежними теплородними потоками відбувається відкрите лобове теплородне зіткнення, і як наслідок, ми спостерігаємо блискавку та грім (рис. 1). І тут доречно зазначити, що за підвищених тисків від'ємний теплород захований в атмосфері і це явище не спостерігається. Але ми це розглянули лише як умови, за яких розпочинається гроза та виникає блискавка. Тому виникає логічне запитання: "А які ж наслідки?".

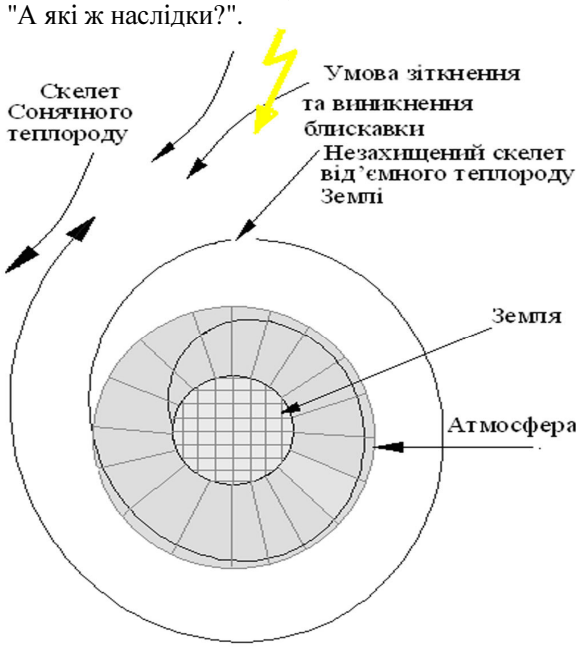


Рис. 1. Особливості виникнення блискавки та грому як природного явища

По-перше, ми вже розглядали, що теплороди бувають двох видів. Від'ємний, який має основу водню

($\vec{I}^{-}$) та додатній, який має основу вуглецю ($\vec{N}^{+}$). Це не абстрактне існування матерії, це ніби генетичний простір існування теплороду. Не потрібно наголошувати на тому, що теплороди відрізняються лише напрямком обертання. Це буде помилковим уявленням, оскільки за такою схемою ми б розпочали пошук механізму зміни полярності теплородів. Це було б дуже важливим досягненням. Насправді, теплород має волокно генетичного простору. І щоб змінити полярність, потрібно обов'язково перебудувати простір волокна водню ($\vec{I}^{-}$) або навпаки – вуглецю ($\vec{N}^{+}$). А це вже елементи синтезу. Досліджуючи денне та нічне світло [11], а також взаємодію квантів світла і клітин в процесі фотосинтезу [12], а це елементи сонячного синтезу антиречовини, ми розглянули як волокно водню ($\vec{I}^{-}$), яке ударом деформується у волокно вуглецю ($\vec{N}^{+}$). І навпаки – волокно вуглецю ($\vec{N}^{+}$), яке ударом розривалось у волокно водню ($\vec{I}^{-}$). Ці ж процеси, на наш погляд, відбуваються і в тілі людини, де лімфа синтезується в кров, а кров розривається в лімфу, створюючи замкнений цикл, але з різними тисками: кров'яним – 120/80, а лімфовим – 60/40. Отже, потрібно акцентувати, що саме потужним ударом природа синтезує, відбирає у сонячного тороїда частку якоїсь речовини, яка синтезується у воду, кисень і лід. По-друге, варто також наголосити, що поява "сонячної сажі", яка виникає на Сонці під час синтезу, природі не потрібна. Тому частина цієї сажі у генетичному вигляді теплороду вуглецю ($\vec{N}^{+}$) забирається лобовим ударом земного теплороду. Таким чином відбувається явище синтезу. А простори сонячного вуглецю ($\vec{N}^{+}$) у генетичному вигляді додатково деформуються, перетворюючись в озон – іонізований кисень. І навіть у разі спостереження за електричними розрядами у лабораторних умовах, відразу відчуваємо наявність озону. Таке ж спостерігаємо і після грози. Таким же шляхом природа постійно поповнює свою атмосферу киснем. Як тільки його стає замало в атмосфері, знижується атмосферний тиск, виникає гроза і відбувається синтез кисню, поповнюючи ним атмосферу. У цьому процесі не можна будувати локальні, не пов'язані між собою перетворення. Це загальний процес макросвіту, де він проходить за досить цікавою схемою. Як додатний, так і від'ємний теплороди належать клітині Сонячної системи і, поки що людина не знає, як його відділити від загальної маси. Природа це робить досить потужним ударом, синтезуючи його з антиречовини вже у речовину. І лише після цього теплород у вигляді синтезованої речовини відокремлюється від загальної теплородної маси. Але це процес, де частина генетичного теплородного волокна, в окремих зонах синтезуючись у кисень, просто розтягує волокно теплороду. Тому потрібно зобразити скелетну схему цього процесу на відрізку Венера – Земля – Марс (рис. 2).

Як бачимо з рис. 2, теплородний тороїд сонячної матерії поступово захоплюється кожною планетою Сонячної системи, синтезуючись у якийсь вид кисневої речовини, і ніби у відокремленому стані залишається на планеті, забезпечуючи та підтримуючи наше життя. Коли пропустити теплородний тороїд вуглецю ($\vec{N}^{+}$) сонячної матерії через усі планети Сонячної системи, то помітимо, що він повністю буде використаний. Але сажу Сонячна система у відкритий космос не викине, оскільки тороїд повністю буде розподілений між планетами, ніби витягнеться у групи речовини по планетах. І не важко зрозуміти, що від цього генетичне волокно теплороду вуглецю ($\vec{N}^{+}$) повністю розвернеться, змінивши свій напрямок на зворотний та розпочне зворотній рух на Сонце. Так мудро природа використовує відходи синтезу, очистивши його за допомогою життя тваринного і рослинного світів та, розвернувши по всій довжині сонячної клітини, повертає його собі знову. І ми констатуємо повністю "безвідходне виробництво". Тому не варто забувати, що весь навколишній світ, хоча ми і спостерігаємо його локальні, відокремлені зони, пов'язаний генетичним волокном, через яке постійно рухається матерія. Саме вона і приводить в рух частинки атомів та молекул у речовині, створюючи замкнутий цикл синтезу. І потрібно твердо знати, що всі елементи природи постійно пов'язані між собою генетичним волокном. І коли ми не зможемо цього усвідомити, то не зробимо розумного свідомого кроку вперед. Отже, генетичні зв'язки є таємницею природи.

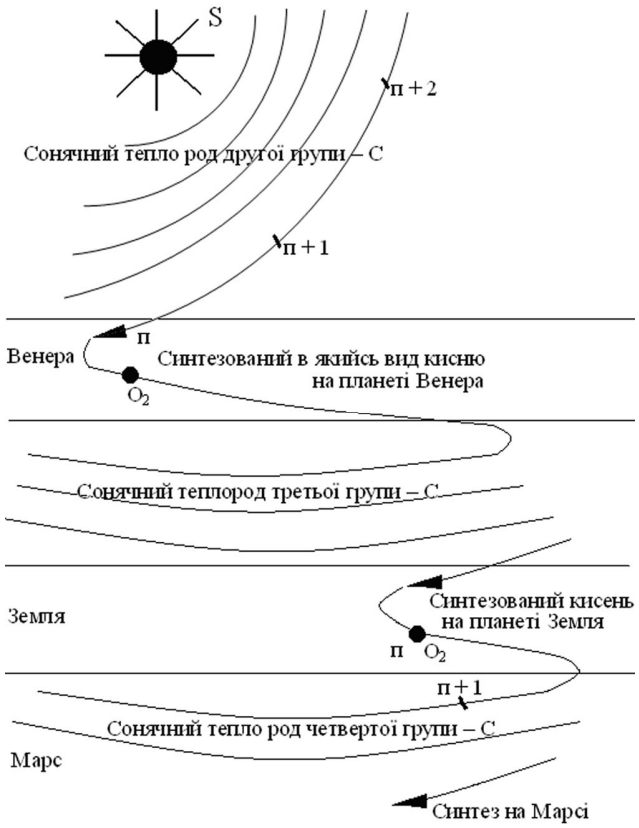


Рис. 2. Скелетна схема теплородного тороїду

По-третє, на наш погляд, зустріч двох протилежних теплородів синтезує не лише кисень на Землі. Також відбувається синтез води, яка надходить на Землю у вигляді молодого дощу, постійно поповнюючи її запаси. Саме таким чином природа постійно підтримує життя на Землі, яким люди так бездумно нехтують. По-четверте, окрім цього потрібно замітити ще одну особливість грозових явищ – хмарність. Для пояснення цього явища, на наш погляд, атмосфера Землі – не просто без кольору і запаху газо-парова оболонка. Це насамперед клітини, можливо найпростіші, але які ма-

ють скелетну будову свого простору. Тому необхідно атмосферу Землі поділити на клітини групи А і Б, які відмінні між собою, але можуть взаємодіяти. Ми не будемо розглядати механізм переходу клітин з групи А в групу Б. Проте стверджуємо, що в атмосфері постійно відбувається перехід з однієї групи клітин в іншу. Це залежить від напруженості поля, в якому знаходиться клітина. А напруженість поля залежить від швидкості руху теплороду. Біля поверхні Землі швидкість руху теплороду досить стабільна і змінюється досить плавно. Тому це явище спостерігаємо двічі на рік у вигляді туманів. Відбувається ніби переполяризація атмосферного простору навесні та восени у верхніх шарах атмосфери, де проходить тертя між земним та сонячним теплородом. Зміна його швидкості може відбуватися постійно, а це призводить до переполяризації простору і до виникнення туманів у верхніх атмосферних шарах Землі. Ці тумани ми називаємо хмарами. І ніяких особливостей в цьому немає. У атмосферному середовищі виникають клітини обох груп і воно стає неоднорідним і непрозорим. Коли простір клітин групи Б різко охолодити, що часто трапляється у природі, то закриття розщепленої забороненої зони клітин простору атмосфери призводить до виникнення інтенсивної кристалізації, що зумовлює виникнення ожеледі, льоду.

По-п'яте, потрібно зазначити, що сонячний теплород, який прямує від Сонця по енергетичних зонах планет розкладається на кисневі групи, які у клітині розвертаються, змінюючи напрямок руху на зворотний. І поки йде процес розвороту генетичного теплородного волокна, то кисневі групи на енергетичних рівнях окислюються, відбираючи або захоплюючи генетичне волокно складових елементів планет. Цей процес розділення будь-якого як органічного, так і не органічного об'єкту на речовину і антиречовину нами описано в роботі [13]. У такий спосіб відбувається відбір генетичного волокна неорганічних елементів природи у планет. За допомогою кисню, який синтезує нам Сонце, а не з'являється він внаслідок замкнутого кругообігу органічної речовини на Землі, відбувається рух неорганічних елементів природи на Сонце. У такий спосіб природа відбирає на наших очах все, що ми маємо. Ми навіть не здогадуємось, що відбувається. Втрачене генетичне волокно в природі ніколи не повернеться. А кругообіг органічної речовини на Землі істотного значення не має і повернути вивільнені хімічні елементи не здатний. Тому, потрібно навчитись зберігати генетичне волокно. На рис. 3 подаємо діаграму розвороту тороїда сонячного теплороду на планетах Сонячної системи за допомогою синтезу похідної кисню. Складно припустити, що саме за планетою Юпітер у від'ємному просторі синтезується – кисневі похідні, чи водневі?

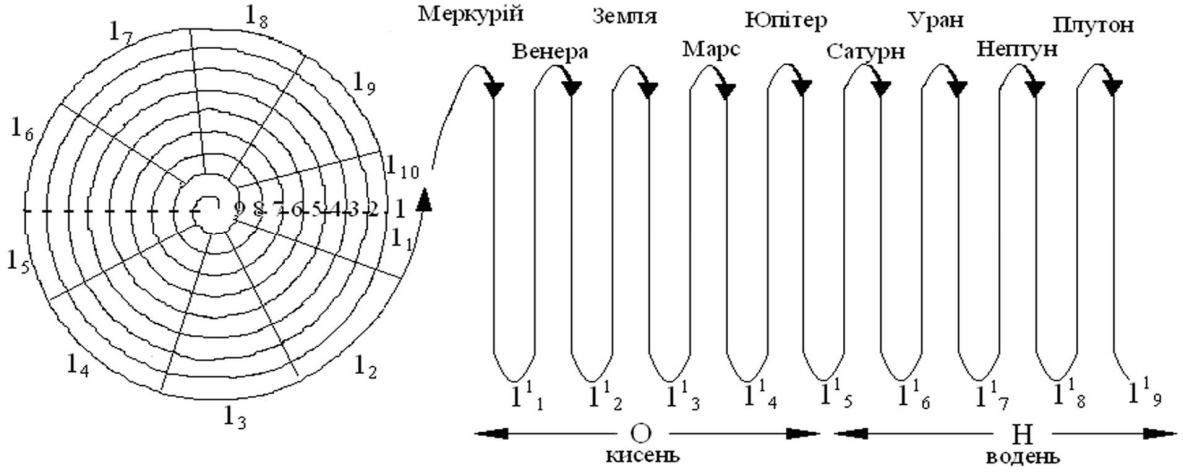


Рис. 3. Діаграма розвороту тороїда сонячного теплороду на планетах

Сонячної системи за допомогою синтезу похідної кисню. Але зрозуміло, що (рис. 3) вздовж Сонячної системи розтягнуте генетичне волокно води. Це досить важливий висновок. Виходячи з цього, під час грози окрім іонів кисню (озону), помічаємо інтенсивне виділення води у вигляді злив. Тому, як бачимо, воду нам також заносить Сонце. Але заносить її на деякий час. Вода – це елемент неземного походження, так само як і кисень. А оскільки, генетичне волокно води по закінченню терміну перебування на Землі, мусить покинути нашу планету, тому воду, яка рухається на Сонце, але знаходиться в глибинах земної кори, природа витягує на поверхню. Це природні джерела води, які збагачені різними мінеральними добавками, і ми цю воду називаємо мінеральною. Навіть не підозрюємо, що це стара, уже віджила вода, тому в ній знаходиться величезна кількість мінералів. Природа хоче забрати цю воду із Землі, тому витягує її на зовнішню поверхню планети і за допомогою процесу випаровування забирає генетичне волокно цієї води із Землі. Тому процес випаровування пов'язувати з грозовими зливами недоцільно. Вода, яка випарувалася у більшій своїй частині, назавжди покидає нашу Землю. Повернутися у вигляді дощу може лише молода вода, що нещодавно синтезована теплородним ударом, і вода, якої головний генетичний потік сонячного теплороду ще не розвернувся на енергетичних рівнях Сонячної системи. Такі процеси відбуваються у природі, їх ми поєднуємо з грозовими зливами.

Висновки. У академічній теорії пояснення фізичної суті виникнення грози простежуються суперечності із законами фізики про притягування та відштовхування зарядів.

Сонячну систему потрібно розглядати як єдину клітину макросвіту, яка виражає самостійну незалежну одиницю Галактики і складається з величезної маси клітин, де на кожному з її енергетичних рівнів знахо-

диться свій тип клітин, які змістити неможливо. У сонячній клітині рухається теплород. Це нульовий стан матерії, яка у своїй клітинній структурі має канали (ніби труби), якими рухаються воднева ($\vec{I}^{-}$) і вуглецева ($\vec{N}^{+}$) матерії. Теплород розкручується сонячним вихром і рухається по спіралі з досить великою швидкістю, омиваючи усі планети. Теплород – це темна матерія.

Передвісником грози є лобові зіткнення від'ємного земного теплороду з додатнім теплородом Сонця в місцях порушення скелету атмосферного простору, що зумовлюється втратою кисню і виражається падінням атмосферного тиску. Відкрите лобове теплородне зіткнення зумовлює блискавку та грім. За підвищеного тиску скелет від'ємного теплороду схований в атмосфері і явище грози не спостерігається. Порушення скелету атмосферного простору пов'язано з роботою клітин групи А і Б. Це клітини примітивної форми, які пронизані теплородними каналами, якими рухаються воднева і вуглецева матерії. Різниця між ними полягає у зміщенні оболонки відносно ядра. Якщо ядро змістилося відносно оболонки, клітина ділиться. Тому в тій зоні, де розмістилося ядро, почне індукуватися від'ємна оболонка. А там, де знаходиться оболонка, почне індукуватися додатне ядро. Між просторами, де знаходиться ядро та оболонка, виникне заборонена зона, яка розділить клітину на додатній та від'ємний простори. Це дуже важлива зона, оскільки від неї залежить поведінка клітини у природі. Унаслідок втрат кисню або насичення клітини забруднювачем у верхніх атмосферних шарах, клітини групи А і Б утворюють неоднорідне середовище, що призводить до появи хмарності, яку ми спостерігаємо.

Джерелом надходження води, кисню і льоду на Землі є сонячний тороїд, який є основою самоорганізації руху теплородної матерії. Тороїд рухається енергетичними рівнями планет Сонячної системи розносячи воду, лід і кисень, які є неземного походження, але надто агресивними хімічними елементами. Потужним ударом, який спричиняється блискавкою і громом під час грози, природа на земному рівні відбирає у сонячного тороїда свою частку якоїсь речовини, яка в послідуючому синтезує воду, кисень і лід.

Вода, збагачена мінеральними елементами Землі, на зворотному русі сонячним тороїдом забирається на Сонце. Цей процес пов'язаний з випаровуванням старої води за допомогою, мікро- і макрокругообігу речовини на Землі, але пов'язаний з мегакругообігом речовини у Сонячній системі. Випаровування води – це винесення генетичної нитки складових частин хімічних мінеральних елементів за межі енергетичного рівня Землі – на рівень Венери. Так Земля втрачає свої генетичні нитки хімічних елементів, що формуються в генетичне волокно, яке в процесі мегаеволюційного руху неорганічної речовини поглине Сонце.

У процесі мікрокругообігу неорганічної речовини на Землі макросвіт відбирає генетичний код неорганічних сполук, який виноситься в процесі випаровування збагаченої мінеральними елементами старої води, яка готова до переходу на вищий енергетичний рівень – на Венеру. Тому, на земному рівні йде розділення неорганічного об'єкту на речовину і антиречовину, де антиречовина (генетичні коди хімічних елементів) у вигляді генетичних ниток формуються у генетичне волокно, яке назавжди покидає енергетичний рівень Землі, а речовина (пара води) як відходи конденсується у нижніх шарах атмосфери і частково – у вигляді молодого дощу повертається на Землю для нового синтезу хімічних елементів.

Процес поповнення Землі водою і киснем необхідно розглядати в таких аспектах. По-перше, іонізований кисень і молода вода надходять лише в процесі грози, тобто при лобовому зіткненням теплородів Землі і Сонця. По-друге, поповнення води на Землі відбувається двома шляхами. Перший – відбором у сонячного тороїда земної частки якоїсь речовини, яка в подальшому синтезується у молоду воду. Молода вода не насичена земними хімічними елементами. Це – процес мегасвіту, кругообігу неорганічної речовини в Сонячній системі. У цьому процесі Земля участі не приймає.

Другий шлях пов'язаний з кругообігом неорганічної речовини в макросвіті на Землі, який проходить двома шляхами – великого і малого кругообігу неорганічної речовини. Перший, пов'язаний з випаровуванням, другий з конденсатом. У будь-якому разі мову необхідно вести за насичені молекули на клітинному рівні теплороду, які у верхніх шарах земної атмосфери розділяються на речовину і антиречовину. Відходи речовини повертаються на Землю у виді забрудненого дощу (не молодої води), а антиречовина, збагачена хімічними елементами, назавжди покидає енергетичний рівень Землі. Це механізм, за допомогою якого природа очищає нашу атмосферу від різних домішок і приводить її у однорідне середовище, де контролем виступає чисте, безхмарне небо – ясна погода.

ЛІТЕРАТУРА

1. Советский энциклопедический словарь. – Изд. 4-ое, [перераб. и доп.] / ред. кол.: А.М. Прохоров (гл. ред.) и др. – М. : Сов. энциклопедия, 1989. – 1632 с.

2. Климишин І.А. Астрономія / І.А. Климишин. – Львів : Вид-во " Світ", 1996. – 248 с.

3. Монин А.С. Введение в теорию климата / А.С. Монин. – Л. : Гидрометеоиздат, 1982. – 247 с.

4. Матвеев Л.Т. Курс общей метеорологии. Физика атмосферы : учебн. пособ. / Л.Т. Матвеев. – Л. : Гидрометиздат, 1984. – 751 с.

5. Шлапак В.П. Гігаеволюція як основа еволюції (історії) розвитку органічного світу на галактичному рівні / В.П. Шлапак // Наука. Релігія. Суспільство. – 2010. – № 2. – С. 149-163.

6. Шлапак В.П. Чи визначиться людство із вченням і місцем Чарльза Дарвіна і коли? / В.П. Шлапак // Роль науки, релігії та суспільства у формуванні моральної особистості : матер. XXVI Міжнар. наук.-практ. конф. – Донецьк : ІПШІ "Наука і освіта", 2009. – С. 431-434.

7. Хромов С.П. Метеорология и климатология : учебник. – Изд. 4-ое, [перераб. и доп.] / С.П. Хромов, М.А. Петросянц. – М. : Изд-во Москов. гос. ун-та, 1994. – 455 с.

8. Большой словарь по экологии, гидро- и метеорологии. [Электронный ресурс]. – Доступный з http://www.ecomos.ru/kadr22/terminyMin.asp.

9. Большой энциклопедический словарь : физика. – М. : БРЭ, 2003. – 944 с.

10. Чмыр А.Ф. Защита природной среды / А.Ф. Чмыр, В.П. Шлапак, В.П. Бектобеков. – К. : Вид-во "Либідь", 1994. – 240 с.

11. Шлапак В.П. Денне та нічне світло в контексті науки і релігії / В.П. Шлапак, В.В. Шлапак // Наукові праці Лісівничої академії наук України : зб. наук. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2009. – Вип. 7. – С. 21-26.

12. Шлапак В.П. Взаємодія квантів світла і клітин в процесі фотосинтезу / В.П. Шлапак // Онтогенез рослин у природному та трансформованому середовищі: фізіолого-біохімічні та екологічні аспекти : тези доп. 2-ї Міжнар. конф., Львів, 18-21 серпня 2004 р.). – Львів : Вид-во "Сполом", 2004. – С. 190.

13. Шлапак В.П. Горіння як процес видалення генетичного коду з органічного і неорганічного світу / В.П. Шлапак, В.В. Шлапак // Наукові праці Лісівничої академії наук України : зб. наук. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2010. – Вип. 8. – С. 175-181.

В.П. Шлапак

НЕ РЕШЕННЫЕ ВОПРОСЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ГРОЗЫ И ЕЕ ПОСЛЕДСТВИЙ

Рассмотрено научное объяснение появления грозы, молнии и грома. Предложена новая концепция, где физическая суть грозы связывается с лобовым столкновением отрицательного земного теплорода с положительным солнечным теплородом в местах нарушения скелета атмосферного пространства Земли, что обусловлено чрезмерной потерей кислорода и выражается падением атмосферного давления. Открытое лобовое теплородное столкновение создает молнию и гром, вследствие чего природа довольно мощным ударом теплородный тороид солнечной материи синтезирует в некий вид кислородного вещества, который в особом состоянии остается на планете, обеспечивая и поддерживая нашу жизнь. Это механизм пополнения атмосферы кислородом, водой и льдом, которые имеют внеземное происхождение.

***Ключевые слова*:** гроза, молния, гром, теплород, атмосфера.

V.P. Shlapak

UNEXPLORED ISSUES IN THE CASE OF THUNDERSTORM AND ITS CONSEQUENCES

It is considered a scientific explanation of thunderstorms appearance, lightning and thunder. A new concept, where the physical nature of thunderstorm associated with a negative head-on collision negative terrestrial caloric with positive solar caloric in places of the skeleton violations of the atmospheric space of the Earth, which is caused by excessive loss of oxygen and is expressed by the fall of atmospheric pressure. Open frontal caloric collision causes lightning and thunder, where nature with quite powerful blow synthesizes caloric toroid of solar matter in a type of oxygen one which remains in a secluded position on the planet, providing and maintaining our lives. This is a mechanism to replenish the atmosphere with oxygen, water and ice, which has heavenly origin.

***Keywords*:** thunderstorm, lightning, thunder, caloric, atmosphere.

12. РЕЦЕНЗІЇ, ВІДГУКИ ТА ВІТАННЯ

УДК 630(048)

С.М. СТОЙКО[1]

РЕЦЕНЗІЯ НА ДЕНДРОЛОГІЧНИЙ ПОСІБНИК "ДЕРЕВНІ ПОРОДИ ЧЕСЬКОЇ РЕСПУБЛІКИ[2]"

Викладачі Інституту ботаніки, дендрології і геобіоценології Лісового факультету Агрономічного і лісового університету ім. Менделя в м. Брно опублікували оригінальний посібник про деревні породи Чеської Республіки. Його мета полягає в ознайомленні широкого кола громадян з видовим складом деревних і чагарникових порід на теренах Чехії та у тому, щоби привернути їхню уваги до збереження генофонду цих рослин. У посібнику подана характеристика 213 автохтонних видів дендрофлори. Серед описаних таксонів 52 види – деревні породи, 26 видів – великі чагарники, які можуть мати форму стовбура, 85 видів чагарників, 26 видів напівчагарників, 19 видів чагарничків, 5 видів деревних ліан.

У вступі автори зазначають багатогранне значення деревних порід у біосфері та житті людини. На різних континентах ботаніки визначили приблизно 600 таксонів хвойних порід та 35.000 видів листяних дерев і чагарників. Чеська Республіка (ЧР) в голоцені була повністю вкрита лісовою рослинністю. Зараз її лісистість становить 34 %. Зниження лісистості негативно позначилося на видовому складі дендрофлори та навколишньому середовищі. І цей процес триває. Тому вживають різних заходів щодо збереження дендрологічного багатства в країні, зокрема еколого-освітніх.

Посібник починається з інформації про арборетум (25 га) та наукову стежку в навчальному лісництві університету, яке розташоване між селами Кржтіни ті Єдовніце. Створення арборетуму та наукової стежки започаткував ще в минулому столітті професор університету, відомий дендролог А. Байєр. Зараз на науковій стежці завдовжки 3,5 км росте 140 аборигенних видів дерев і чагарників. Протягом останніх років арборетум і стежку відвідало близько 10 тисяч зацікавлених громадян, які бажали ознайомитися з дендрологічним багатством Чехії та на нашому континенті загалом. Серед відвідувачів багато закордонних туристів.

У рецензованій книзі для кожного виду дерева та чагарника подано таку інформацію: чеська та латинська назви виду і родини; ботанічна назва, офіційно прийнята у Словацькій Республіці, Австрії, Німеччині, Франції, Англії, Російській Федерації; опис генеративних і вегетативних органів; біологічні особливості видів та їх екологічна характеристика; географічне поширення та картосхема ареалу; господарське значення. На окремій сторінці подано кольорові світлини стовбурів, кори, гілок, квітів, плодів, угруповань, ценокомпонентами яких є види дендрофлори (понад 600 світлин). Висотне поширення видів дається згідно зі встановленими проф. А. Златніком 9-ма вегетаційними ступенями (ВС): ВС дубових, буково-дубових, дубово-букових, букових, ялицево-букових, смереково-ялицево-букових, смерекових лісів, криволісся та альпійських лук. Аналогічні ВС були встановлені також в Українських Карпатах (Стойко, 1969, 2006). Вегетаційні ступені дають змогу з'ясувати закономірності висотної диференціації лісових формацій на різних мегасхилах Карпат та висотне поширення деревних і чагарникових порід.

Тип лісорослинних умов для кожного виду дендрофлори подано згідно з типологічною класифікацією проф. А. Златніка, яка охоплює два екологічні ряди – ряд трофотопів та гідротопів. У їхніх межах виділено субряди. До речі, ця класифікація близька до класифікації типів умов місцезростання академіка П.С. Погребняка. Для швидшої орієнтації в посібнику опис видів дендрофлори подано за латинським алфавітом. Тому зупинимося за цим принципом на тих деревних і чагарникових породах, які у фітогеографічному аспекті можуть бути цікавими для України.

З роду *Betula* у гірських районах ЧР ростуть *Betula oycoviensis* Besser та *B. carpatica* Willd, які відсутні в Українських Карпатах. З родини бобових в ЧР поширені чагарники *Coronilla vaginalis* Lamk., *Cytisus procumbens* Spreng, *Chamaecytisus supinus* L., *Ch. ratisbonensis* Rothm, які, судячи з їх ареалу, можуть бути і в Україні. Рід *Quercus* представлений у ЧР сімома видами, з яких в Україні відсутні середземноморські види – *Quercus frainetto* Ten. та *Q. virgiliana* Ten. Останній вид може бути знайдений у Криму. Добре опрацьована в ЧР система родів *Crataegus* і *Sorbus*. У

[1] **СТОЙКО Степан Михайлович** – дійсний член Екологічної та Лісівничої академій наук України, доктор біологічних наук, професор, doctor honoris causa, головний науковий співробітник. Інститут екології Карпат НАН України. Україна, м. Львів, 79057. Тел.: +38-098-314-35-91. E-mail: stepan.stojko@gmail.com

[2] Автори – Лубош Ураднічек, Петр Мадєра, Соня Тіха, Ярослав Кобліжек. – Видання друге, доповн. – Лесніцка праце, Брно, 2009. – 365 с.

республіці відомо 21 вид глодів, з яких в Україні відсутні *C. lidmannii* Hrabět-Uhr та гібриди *Crataegus x macrocarpa* Hegetschw і *Crataegus x calycina* Peterm.

Рід Sorbus представлений в ЧР 27 видами, серед яких вісім – ендемічні: *Sorbus bohemica* Kovanda, *S. sudetica* Nees et Schauer, *S. quernea* Kovanda та інші. В Україні відомо лише вісім видів цього роду. Тому було б доцільно ревізувати його систематику. З роду *Rubus* у ЧР росте 8 видів, з яких в Україні відсутні *Rubus montanum* Lej, *R. dollnensis* Spribille, *R. vimmerianus* Spribille. У льодовикових карах ЧР росте верба широколиста (*Salix appendiculata* Vill.), яка відсутня в Українських Карпатах.

Для оцінювання стану загрозливості дендрофлори автори встановили такі критерії: тренд розвитку їх популяцій за останні 100 років; кількість локалітетів, площа та кількість популяцій; ступінь загрози біотопів та можливість їх пошкодження біотичними чинниками (зокрема й людиною). На підставі згаданих критеріїв автори встановили дев'ять категорій загрози досліджених видів дендрофлори. Вони близькі до категорій, встановлених МСОП (1994).

На підставі порівняльної оцінки географічного поширення та екологічного стану видів дендрофлори Чеської Республіки встановлено, що 37 видів належать до категорії С1 (критично загрожені). До категорії С2 (сильно загрожені) належить 30 видів; до категорії С3 (загрожені) – 22 види; до категорії С4 (вразливі) – 19 видів; до категорії С5 (недостатньо відомі) – 6 видів; 5 видів дендрофлори на території ЧР вважають зниклими. Як бачимо, антропогенний вплив на лісові екосистеми та їх дендрофлору в промислово розвинених країнах Європи, до яких належить і Чеська Республіка, відчутний. Тому рецензована праця має важливе значення для збереження генофонду автохтонної дендрофлори.

Антропогенний вплив на ліси та дендрофлору України, де лісистість становить лише 15,7 %, також вагомий. Найбільш інтенсивно він проявляється в індустріальних районах та в густозаселеній місцевості. З огляду на монокультурний напрямок у лісовому господарстві зменшується участь в лісах таких цінних деревних порід як берека, дикі черешня, яблуня, груша, явір, ясени звичайний та вузьколистий, липи серцелиста, широколиста, сріблястa, види роду В'яз. Зникають у лісах рідкісні плодові чагарники – види родів аґрус, порічка, калина, бруслина, бирючина, плоди яких мають значення для орнітофауни.

Дендрологічне розмаїття виконує вагому роль у підтриманні ценотичної стабільності лісових екосистем. Тому потрібно, щоби Державне агентство лісових ресурсів України розробило спеціальну програму збереження дендрологічного різноманіття в умовах інтенсивного лісового господарства. З метою поширення еколого-освітніх знань щодо збереження генофонду аборигенних деревних і чагарникових порід, було б бажано, щоби українські дендрологи опублікували подібний до рецензованого дендрологічний посібник.

S.M. Stojko

REFERENCE ON DENDROLOGICAL MANUAL "TREE SPECIES OF CZECH REPUBLIC"

УДК 630 (092)

Н.І. БИБЛЮК, М.Г. АДАМОВСЬКИЙ, А.А. БОЙКО, М.М. БОРИС

БОГДАН ВАСИЛЬОВИЧ БІЛИК: ПРОВІДНИЙ УКРАЇНСЬКИЙ ВЧЕНИЙ У ГАЛУЗІ ДИНАМІКИ ЛІСОВИХ МАШИН, ПЕДАГОГ, ГРОМАДСЬКИЙ ДІЯЧ (З НАГОДИ 80-РІЧЧЯ ВІД ДНЯ НАРОДЖЕННЯ)

Богдан Васильович БІЛИК *– член-кореспондент Лісівничої академії наук України, кандидат технічних наук, професор кафедри лісових машин та гідравліки Національного лісотехнічного університету України, провідний вчений з проблем моделювання процесів руху, оптимізації параметрів та проектування лісових машин. Учасник понад 70 міжнародних, загальноукраїнських та університетських наукових конференцій. Науковий доробок професора Б.В. Білика становить понад 120 наукових праць у фахових вітчизняних та зарубіжних виданнях, три навчальні посібники з грифом Міністерства освіти і науки України. Науково-педагогічний стаж професора Б.В. Білика становить 58 років. Під його керівництвом захищено три кандидатські дисертації.*

Богдан Васильович Білик народився 12 вересня 1931 р. у м. Сокалі у сім'ї вчителів. Навчався у м. Любліні (до 1939 р.), в Сокальській гімназії (до 1944 р.), а пізніше – у Сокальській середній школі, яку закінчив у 1948 році. Тоді ж вступив на лісоінженерний факультет Львівського лісотехнічного інституту (тепер Національний лісотехнічний університет України), який закінчив з відзнакою у 1953 р. за спеціальністю "Лісоінженерна справа" і здобув кваліфікацію інженера-технолога. Був скерований на роботу в Львівський лісотехнічний інститут викладачем кафедри транспорту лісу. З 1953 р. – асистент кафедри сухопутного та водного транспорту лісу. У 1960-1963 рр. – аспірант цієї ж кафедри (науковий керівник – проф. Б.Г. Гастєв). З 1963 до 1967 р. – асистент і старший викладач кафедри транспорту лісу.



У 1965 р. Богдан Білик у Московському лісотехнічному інституті захистив кандидатську дисертацію на тему "Дослідження режимів роботи лісовозних автомобілів у гірських умовах Карпат" і здобув наукову ступінь кандидата технічних наук за спеціальністю 05.06.02 – "Машини і механізми лісорозробок, лісозаготівлі, лісового господарства і деревообробних виробництв".

З 1967 р. – доцент кафедри транспорту лісу (пізніше – механізації лісорозробок і транспорту лісу), а з 1992 р. – професор кафедри лісових машин та доріг (тепер – лісових машин та гідравліки).

Вчене звання доцента кафедри транспорту лісу Львівського лісотехнічного інституту йому присвоєно 24 вересня 1968 року.

Науково-педагогічний стаж роботи Б.В. Білика становить 58 років. Професора Б.В. Білика неодноразово визнавали кращим лектором університету. Він бере участь в підготовці бакалаврів, спеціалістів і магістрів за напрямом 6.050502 "Інженерна механіка" та спеціальністю 7.090219 "Обладнання лісового комплексу" (спеціалізація "Машини та обладнання лісової промисловості та лісового господарства"). Він веде заняття з цілого циклу професійно-орієнтованих дисциплін, головними з яких є "Автомобілі та трактори", "Теорія та проектування самохідних лісових машин", "Основи наукових досліджень". Б.В. Білик розробив програми і методичне забезпечення нових курсів "Проектування лісових машин" (1966), "Основи наукових досліджень" (1974) та впровадив у навчальний процес дисципліну "Теорія та проектування самохідних лісових машин" (1994). Професор Б.В. Білик видав конспекти лекцій і низку методичних розробок з цих дисциплін.

Вагомим внеском у забезпечення викладання дисциплін є видані професором Б.В. Біликом одноосібно та у співавторстві з професором М.Г. Адамовським навчальні посібники з грифом Міністерства освіти і науки України:

- проектування самохідних лісових машин (1998);
- теорія самохідних лісових машин (1998);
- проектування самохідних лісових машин: вибір параметрів, компонування і тяговий розрахунок (2005).

Працюючи з 1993 р. до 2002 р. на посаді декана лісомеханічного факультету, Б.В. Білик очолював робочу групу з розроблення галузевих стандартів вищої

освіти України, за якими ведеться підготовка фахівців на лісомеханічному факультеті.

Основні напрями його наукової діяльності – динаміка лісотранспортних машин (моделювання динамічних процесів у трансмісії та ходовій системі колісних лісових машин, створення програмного комп'ютерного забезпечення для оптимізації параметрів і проектування лісових машин). За підсумками наукової роботи він опублікував понад 120 наукових статей, зробив понад 70 доповідей на наукових конференціях університету, загальноукраїнських і міжнародних конференціях.

У 80-х роках успішно працював над теоретичним обґрунтуванням структури та розробленням математичного забезпечення системи автоматизованого проектування колісних машин і керував госпдоговірними темами на замовлення ГСКТБ ВО "Львівхімсільгоспмаш" та ВКЕІ "Автобуспром".

Професор Б.В. Білик досягнув значних успіхів в організації студентської науково-дослідної роботи, будучи тривалий час науковим керівником студентського наукового товариства університету. Виконані під його керівництвом студентські наукові роботи неодноразово було відзначено медалями та дипломами на конкурсах високого рівня.

Багато праці Богдан Васильович вклав у справу впровадження обчислювальної техніки в наукові дослідження та навчальний процес на кафедрі та в університеті. Він є одним із тих, хто активно надавав і надає методичну допомогу молодим науковцям і викладачам кафедри в освоєнні сучасного комп'ютерного забезпечення.

Під керівництвом Б.В. Білика захистили кандидатські дисертації В.Г. Данчук на тему "Дослідження навантажувальних режимів підвіски лісовозних автопотягів на базі тривісних автомобілів підвищеної прохідності" (1973 р.) і Б.Т. Перетятко на тему "Оптимізація та аналіз підвіски лісового колісного трактора" (1994 р.) та підготовлено до захисту дисертацію Н.В. Шевченка на тему "Обґрунтування головних параметрів лісовозних автопотягів за техніко-експлуатаційними критеріями". Завершує роботу над дисертацією старший викладач кафедри М.І. Олійник.

Професор Б.В. Білик вів значну громадську діяльність під час демократичних перетворень у державі. У 1992 р. він був одним із засновників і головою Асоціації викладачів і співробітників Львівського лісотехнічного інституту. Брав активну участь у заснуванні Національної спілки педагогічних і наукових працівників Львівщини і є членом її ради. Богдан Білик є членом НТШ, "Просвіти" і Педагогічного товариства ім. Ващенка.

У листопаді 1993 р. його обрано членом-кореспондентом Лісівничої Академії Наук України. У 1995 р. він нагороджений знаком "Відмінник освіти України". За вагомий особистий внесок у підготовку висококваліфікованих фахівців, плідну наукову і педагогічну діяльність Указом Президента України в 1999 р. йому присвоєно почесне звання "Заслужений працівник народної освіти України".

Богдан Васильович Білик відзначається широкою ерудицією, принциповою громадянською позицією, високою людяністю і життєвою активністю. Серед його зацікавлень – не тільки захоплюючий світ математичного і програмного моделювання процесів руху лісових машин, а й різнобічна громадянська і наставницька діяльність, а також політика, есперанто, піші та водні туристичні походи, бадмінтон, ковзани, слалом. Багато часу Богдан Білик віддає своїй родині, особливо – внукам.

Колектив університету сердечно вітає Вас, Богдане Васильовичу, зі славним ювілеєм і зичить міцного здоров'я, творчого натхнення та подальших звершень у Вашій багатогранній праці, спрямованій на розвиток науки і освіти в Україні.

Н.И. Быблюк, Н.Г. Адамовский, А.А. Бойко, Н.М. Борыс

БОГДАН ВАСИЛЬЕВИЧ БИЛЫК: ВЕДУЩИЙ УКРАИНСКИЙ УЧЕНЫЙ В ОБЛАСТИ ДИНАМИКИ ЛЕСНЫХ МАШИН, ПЕДАГОГ, ОБЩЕСТВЕННЫЙ ДЕЯТЕЛЬ (ПО СЛУЧАЮ 80-ЛЕТИЯ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)

Богдан Васильевич БИЛЫК – член-корреспондент Лесной академии наук Украины, кандидат технических наук, профессор кафедры лесных машин и гидравлики Национального лесотехнического университета Украины, ведущий ученый по проблемам моделирования процессов движения, оптимизации параметров и проектирования лесных машин. Участник более 70 международных, общеукраинских и университетских научных конференций. Научный потенциал профессора Б.В. Билыка составляет более 120 научных работ в специализированных отечественных и зарубежных изданиях, три учебных пособия с грифом Министерства образования и науки Украины. Научно-педагогический стаж профессора Б.В. Билыка составляет 58 лет. Под его руководством защищены три кандидатские диссертации.

N.I. Byblyuk, M.G. Adamovskyy, A.A. Bojko, M.M. Borys

BOHDAN VASYLOVYCH BILYK: LEADING UKRAINIAN SCIENTISTS IN THE FIELD OF FOREST MACHINES DYNAMICS, TEACHER AND PUBLIC ACTIVIST (ON THE OCCASION OF THE 80-TH ANNIVERSARY OF HIS BIRTH)

Bogdan Vasylovych Bilyk – Corresponding member of the Academy of Forestry Sciences of Ukraine, Ph.D., Professor of the Forestry Machines and Hydraulics of the Ukrainian National Forestry University, a leading scholar on simulation and optimization of motion parameters and design of forest machines. He was a participant of over 70 international, All-Ukrainian and university scientific conferences. The scientific achievements of Professor B.V. Bilyk presented in more than 120 scientific papers in national and international scientific journals and three textbooks approved by the Ministry of Education and Science of Ukraine. Research and teaching experience of Professor B.V. Bilyk is collected duriny the 58 years of his work. Under his supervision three Ph.D. disertations are defended.

УДК 630 (092)

В.С. ОЛІЙНИК, О.І. ГОЛУБЧАК

ІВАН ФЕДОРОВИЧ КАЛУЦЬКИЙ: ОРГАНІЗАТОР ЛІСОПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА І ВЧЕНИЙ-ЛІСІВНИК (З НАГОДИ 70-РІЧЧЯ ВІД ДНЯ НАРОДЖЕННЯ)

***Іван Федорович КАЛУЦЬКИЙ** – дійсний член Лісівничої академії наук України, відомий організатор лісопромислової галузі, вчений-економіст і лісівник, доктор сільськогосподарських наук, професор, Заслужений лісівник України, завідувач кафедри екології і рекреації Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника, дійсний член Економічної академій наук України, голова Івано-Франківської обласної організації Товариства лісівників України. Відомий як учений-лісознавець, фахівець із проблем підвищення вітростійкості і продуктивності лісів Карпат, їх рекреаційного використання та змін під впливом антропогенних навантажень. Автор понад 80 наукових праць, серед яких 3 монографії і 2 винаходи. Неодноразово обирався депутатом районних і обласних рад, відзначений державними і урядовими нагородами.*

Іван Федорович Калуцький народився 16 червня 1941 р. у с. Гермаківка Борщівського району Тернопільської області в селянській сім'ї. Батько Федір Васильович у 1944 р. загинув на фронті. Мати виховувала двох дітей, працюючи в колгоспі. У 1958 р. закінчив Гермаківську середню школу. У ній пізніше працював до призову в армію. Військову службу проходив на Балтійському флоті. Після демобілізації вступив на навчання у Львівський лісотехнічний інститут. Вищу освіту здобув у 1968 р. за спеціальністю "Лісоінженерна справа", одержавши кваліфікацію інженера-технолога. В 1993 р. додатково закінчив із відзнакою лісогосподарський факультет цього ВНЗ, отримавши кваліфікацію спеціаліста лісового господарства.



Трудову діяльність у лісовій галузі розпочав у 1968 р. у Делятинському лісокомбінаті з посади інженера. У 1975 р. призначається головним інженером цього підприємства. Працюючи тут, Іван Федорович займається будівництвом цехів, столярних виробів, меблів та іншої продукції, а також об'єктів соціальної сфери. Багато уваги приділяє покращенню продукції, атестуючи її на державний знак якості.

Досвід організатора виробництва І.Ф. Калуцький успішно застосовує і в Надвірнянському лісокомбінаті, куди в 1976 р. був переведений на посаду головного інженера. На підприємстві в цей час проходила реконструкція заводу деревинно-стружкових плит. Її проводили фінські та німецькі фахівці, з якими тісно співпрацювали спеціалісти лісокомбінату під керівництвом головного інженера. Тут ішло будівництво нових виробництв – ламінування деревинно-стружкових плит, імпрегнування, виготовлення металоконструкцій тощо. Потужне промислове прибуткове виробництво в ці роки давало змогу вкладати значні кошти у будівництво лісових доріг, нових лісництв та іншу лісогосподарську й лісозаготівельну інфраструктури. Успіхи лісокомбінату, який у 1977 р. святкував своє 100-річчя, були відзначені на державному рівні.

На початку 1978 р. І.Ф. Калуцького призначили директором Вигодського лісокомбінату. Це підприємство було одним із найбільших у лісовій галузі області. Під його керівництвом тут створюється база для безвідходного виробництва. Зокрема, реконструйовано завод деревинно-волокнистих плит із збільшенням його потужності на 20 %, побудовано цехи з оздоблення цих плит та комплексної перероблення лісосічних відходів для випуску хвойно-вітамінного борошна, ефірного масла, кліткового соку та медичного екстракту, освоєно виробництво деревинного борошна та дубильних екстрактів із ялинової кори.

У лісокомбінаті започатковують методи природного відновлення лісів та впроваджують елементи сталого ведення лісового господарства. Досвід підприємства вивчають на обласних, республіканських та союзних семінарах. Знайомитися із особливостями безвідходного виробництва у Вигоду приїжджали фахівці з інших республік колишнього СРСР та зарубіжних країн.

Без відриву від виробництва у 1984 р. закінчує аспірантуру при Львівському відділені Інституту економіки АН України, успішно захищає кандидатську дисертацію на тему "Організаційні і економічні основи підвищення ефективності комплексного використання лісосировинних ресурсів" (керівник проф. М.І. Долішній) і здобуває ступінь кандидата економічних наук.

Значним є внесок І.Ф. Калуцького у соціальний розвиток селища Вигоди. Для місцевої школи побудовано навчальний корпус, спортзал, теплицю та спортивний майданчик. Реконструйовано адміністративне приміщення під музичну школу. У селищі побудовано більше вісімдесяти квартир, аптеку, низку торгових закладів. Здійснено благоустрій Вигоди із спорудженням захисної дамби від річки Свіча. Введено в дію

теплицю та тваринницький комплекс. Збудовано інженерний корпус управління лісокомбінату, санаторій-профілакторій "Джерело Прикарпаття" та терапевтичний корпус Вигодської лікарні на 120 ліжко-місць.

Наприкінці 1988 р. Івана Федоровича було переведено на посаду головного інженера об'єднання "Прикарпатліс" – великого виробничо-територіального комплексу, що складався із 22 підприємств із сорокатисячним колективом. У 1989 р. І.Ф. Калуцького було обрано генеральним директором об'єднання. На цій посаді він працював до реорганізації лісової галузі в 1995 р.

За виробничі досягнення, створення високоефективного виробництва та розвиток соціальної сфери на підприємствах об'єднання І.Ф. Калуцького було нагороджено орденами Жовтневої революції та Трудового Червоного прапора. Він лауреат премій Ради Міністрів СРСР та радянських профспілок.

Впродовж 1995-2001 рр. І.Ф. Калуцький – начальник Івано-Франківського обласного управління лісового господарства. На цій посаді він долучився до створення низки природо-заповідних об'єктів, зокрема – заповідника "Горгани", Національного природного парку "Гуцульщина" і Галицького НПП. Водночас організовується чотири нових лісогосподарських підприємств на площі 50 тис. га земель лісового фонду, переданих від міжколгоспних підприємств. Значну увагу Іван Федорович приділяє лісовідновленню, особливо природному, запроваджує контроль за якістю проектування та садіння лісових культур, а також переведення їх у вкриті лісовою рослинністю землі, налагоджується охорона лісів від пожеж та самовільних рубань тощо.

Іван Федорович обирався депутатом Долинської районної ради трьох скликань та обласної ради першого і третього демократичних скликань 1990-1995 рр. і 1998-2002 років.

І.Ф. Калуцький поєднує свою виробничу діяльність із науковою та педагогічною роботою. У період 1985-1994 рр. завідує філією кафедри механізації лісового господарства та лісозаготівель Львівського лісотехнічного інституту. У 1991 р. йому присвоєно звання доцента. У 1999 р. захистив докторську дисертацію на тему "Вітровали на північно-східному макросхилі Українських Карпат" і отримав науковий ступінь доктора сільськогосподарських наук за спеціальністю "Лісознавство і лісівництво".

З 2000 р. працює в Прикарпатському національному університеті ім. Василя Стефаника – спочатку професором кафедри біології, а з 2003 р. завідує кафедрою екології і рекреації. У 2007-2009 рр. очолював кафедру лісознавства. У 2004 р. І.Ф. Калуцькому присвоєно вчене звання професора. Протягом останніх восьми років виконує обов'язки заступника директора Інституту туризму з наукової частини, член науково-технічної та Вченої рад університету.

Сфера наукових інтересів – лісівництво та використання лісів для рекреації і туризму. І.Ф. Калуцький розробив наукові основи запобігання і захисту лісу від вітровалів, проведено районування лісів за ознаками вітровалонебезпечності, запропоновано і впроваджуються у виробництво заходи щодо підвищення біологічної стійкості та продуктивності лісових насаджень Прикарпаття, реалізовано для них систему розроблення і захисту проектів лісових культур, їх садіння та контролю якості.

Професор І.Ф. Калуцький – автор і співавтор трьох монографій, двох винаходів, понад 80 наукових праць, керівник низки науково-дослідних тем, зокрема щодо рекреаційного використання лісів, їх змін під впливом антропогенних навантажень та стабілізації екологічної ситуації в Карпатах.

У 1999 р. І.Ф. Калуцького нагороджено відзнакою "Відмінник лісового господарства України". У 2001 р. йому присвоєно почесне звання "Заслужений лісівник України", а в 2007 р. – "Почесний лісівник України". Він є членом спеціалізованої Вченої Ради із захисту докторських дисертацій за спеціальністю "Лісознавство і лісівництво" при Національному лісотехнічному університеті України. У Прикарпатському університеті викладає для магістрів курс навчальної дисципліни "Лісоуправління", а для студентів ОКР "Бакалавр" і "Спеціаліст" – дисципліни "Основи екології", "Громадське будівництво", "Інженерне обладнання будівель" та "Рекреаційні комплекси".

Професора І.Ф. Калуцького у 1993 р. обрано дійсним членом (академіком) Економічної, а у 2001 р. – Лісівничої академій наук України. Він є членом редакційних колегій журналу "Лісовий і мисливський журнал", науково-методичного журналу "Гірська школа Українських Карпат", наукового вісника Національного лісотехнічного університету України, науково-виробничого видання "Лісовий журнал", керує аспірантською підготовкою із спеціальності 06.03.03 – лісознавство і лісівництво, а також очолює Івано-Франківську обласну організацію Товариства лісівників України.

В.С. Олийнык, А.И. Голубчак

ИВАН ФЕДОРОВИЧ КАЛУЦКИЙ: ОРГАНИЗАТОР ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА И УЧЕНЫЙ-ЛЕСОВОД (К 70-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)

Иван Федорович Калуцкий – известный организатор лесопромышленной отрасли, ученый-экономист и лесовод, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Заслуженный лесовод Украины, заведующий кафедрой экологии и рекреации Прикарпатского национального университета им. Василия Стефаныка, действительный член Лесной и Экономической академий наук Украины, председатель Ивано-Франковской областной организации Общества лесоводов Украины. Известен как ученый-лесовод, специалист по проблемам повышения ветроустойчивости и продуктивности лесов Карпат, их рекреационного использования и изменения под влиянием антропогенных нагрузок. Автор более 80 научных работ, среди которых 3 монографии и 2 изобретения. Неоднократно избирался депутатом районных и областных советов, отмечен государственными и правительственными наградами.

V.S. Olijnyk, O.I. Golubchak

IVAN FEDOROVYCH KALUTSKYJ: ORGANIZER OF FOREST INDUSTRY AND FORESTRY SCIENTIST (ON OCCASION TO THE 70-TH ANNIVERSARY)

Ivan Fedorovych Kalutskyj is well – known organizer of forest industry, economist and forester, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Honored Forester of Ukraine, Head of Department of Ecology and Recreation of the Carpathian National University after Vasyl Stefanyk, member of the Economic and Forestry Academies of Sciences of Ukraine, Head of the Ivano-Frankivsk Oblast' Society of Foresters of Ukraine. Prof. Kalutskyj is a famous forestry scientist, an expert on improving of productivity and wind resistance of the Carpathians forests and their recreational use and changes under the influence of anthropogenic pressure. Author of over 80 scientific papers, including 3 books and 2 inventions. He was repeatedly elected as deputy of the district and regional councils, awarded by the public and government awards.

УДК 630(092)*

В.І. ПАРПАН, Р.І. БРОДОВИЧ, Ю.Д. КАЦУЛЯК, Н.М. СІЩУК

РОМАН МИХАЙЛОВИЧ ЯЦИК: ВЧЕНИЙ-ЛІСОЗНАВЕЦЬ, СЕЛЕКЦІОНЕР (З НАГОДИ 65-РІЧЧЯ ВІД ДНЯ НАРОДЖЕННЯ)

***Роман Михайлович ЯЦИК** – член-кореспондент Лісівничої академії наук України, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, професор кафедри лісознавства Прикарпатського національного університету ім. Василя Стефаника, завідувач лабораторії лісової селекції і насінництва Українського науково-дослідного інституту гірського лісівництва ім. П.С. Пастернака, нагороджений нагрудними знаками "Відмінник лісового господарства України"(2006 р.) та "Почесний лісівник України"(2011 р.). Відомий в країні вчений-лісознавець, фахівець із проблем збереження лісових генетичних ресурсів, селекції, насінництва, інтродукції, лісовідновлення та недеревних ресурсів лісу. Автор (співавтор) понад 250 наукових праць, зокрема, восьми монографій та розділів книг, восьми авторських свідоцтв, семи навчально-методичних видань, 24 науково-методичних й науково-практичних рекомендацій і брошур, 80 наукових статей, восьми буклетів та інформаційних листків, 92 тез доповідей, 24 заключних мікрофільмованих наукових звітів. Його праці відомі багатьом вченим-лісівникам нашої держави.*

Роман Михайлович Яцик народився 20 лютого 1946 р. у смт. Гвіздець Коломийського району Івано-Франківської області в сім'ї залізничників. Після завершення навчання у Гвіздецькій середній політехнічній школі у 1963 р. вступив у Сторожинецький лісовий технікум, який закінчив у 1966 р., отримавши кваліфікацію "Технік лісового господарства". У 1967-1972 рр. навчався у Львівському лісотехнічному інституті (тепер – НЛТУ України, м. Львів) за спеціальністю "Лісове господарство".



Трудову діяльність Р.М. Яцик розпочав у березні 1966 р. техніком-лісівником Брустурського лісництва Коломийського лісокомбінату тресту "Прикарпатліс". Із березня 1968 р. працює в Карпатському філіалі Українського науково-дослідного інституту лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г.М. Висоцького, який у 1991 р. реорганізований в Український науково-дослідний інститут гірського лісівництва ім. П.С. Пастернака. У період з 1968 по 1972 рр. займав посади старшого лаборанта, інженера, молодшого наукового співробітника. З листопада 1972 по грудень 1973 рр. проходив військову службу у м. Фергані (Узбекистан). Після повернення з війська знову приступив до роботи у вже згаданому інституті, де займав посади молодшого, старшого наукового співробітника, завідувача Надвірнянським опорним (пізніше – Горганським дослідним) пунктом, завідувача сектором лісової селекції.

У 1974-1978 рр. Роман Михайлович без відриву від виробництва навчався в аспірантурі Українського науково-дослідного інституту лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г.М. Висоцького (м. Харків). Тут же у 1981 р. під керівництвом видатного вченого-лісівника, професора П.І. Молоткова захистив кандидатську дисертацію на тему: "Біологічні основи елітного насінництва сосни звичайної реліктового походження в Українських Карпатах", а вже на початку наступного року йому присвоюють вчений ступінь кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.03.01 – лісові культури, селекція, насінництво і озеленення міст.

У кінці жовтня 1984 р. рішенням Вищої атестаційної комісії при Раді Міністрів СРСР (м. Москва) Р.М. Яцику було присвоєно вчене звання старшого наукового співробітника за спеціальністю "Лісові культури, селекція, насінництво і озеленення міст". З березня 1992 по січень 1995 р. Р.М. Яцик бере участь у роботі філіалу кафедр лісівництва, лісової таксації, лісовпорядкування та геодезії Українського державного лісотехнічного університету, що на той час функціонував на базі УкрНДІгірліс. У ці роки він набув перших викладацьких навичок читання лекцій, проведення практичних робіт на лоні природи.

З 1994 по 2002 р. Роман Михайлович – заступник директора з наукової роботи Українського науково-дослідного інституту гірського лісівництва імені П.С. Пастернака, відповідальний за діяльність аспірантури, куратор Гірського науково-дослідного лісництва – головної науково-дослідної та експериментальної бази інституту. Також з 1994 р. і по цей час він очолює лабораторію лісової селекції і насінництва.

У червні 1996 р. Романа Михайловича обрано членом-кореспондентом Лісівничої Академії Наук України (ЛАН України).

Впродовж шести років (1998-2004 рр.) Р.М. Яцик очолював Івано-Франківське обласне відділення Українського товариства генетиків і селекціонерів, а з 1999 по 2007 рр. – він голова експертної ради з лісових сортів Держкомісії з випробування та охорони сортів рослин України (м. Київ).

Впродовж 17-річної роботи завідувачем лабораторії лісової селекції і насінництва Українського науково-дослідного інституту гірського лісівництва імені П.С. Пастернака Р.М. Яцик проявив себе добрим організатором і висококваліфікованим спеціалістом під час вирішення складних наукових й практичних завдань з проблем збереження лісових генетичних ресурсів, їх невиснажливого використання в селекційних програмах і для потреб насінництва, удосконалення методів відбору, створення, атестації й сталого використання об'єктів постійної лісонасінної бази, адаптації іншорайонних видів до нових умов навколишнього природного середовища Карпатського регіону, встановлення запасів плодово-ягідної і лікарської продукції лісу, створення промислових плантацій із перспективних плодово-ягідних культур. Під його керівництвом й за безпосередньою участю розроблено нові методи щеплення шпилькових порід, технологію закладки промислових плантацій плодово-ягідних деревних і кущових порід, способи формування й експлуатації лісонасінних ділянок, здійснено інвентаризацію генетико-селекційно-насінницьких та інтродукційних об'єктів у лісах Карпатського регіону і прилеглих територій, обґрунтовано нові методичні підходи з комплексної оцінки насаджень лісових генетичних резерватів, опрацьовано технологію створення клоново-родинних і гібридизаційних клонових плантацій тощо.

Р.М. Яцик – автор та співавтор розроблених й прийнятих до впровадження у виробництво 24 науково-практичних і науково-методичних рекомендацій. Брав активну участь у виведенні семи карпатських лісових сортів: "Ялиця бальзамічна Надвірнянська" (Авторське свідоцтво №508, 1996 р.),"Модрина Білоославська" (№509, 1996 р.), "Сосна кедрова корейська Богородчанська" (№691, 1997 р.), "Ясен вузьколистий Закарпатський" (№1307, 2001 р.), "Модрина гібридна Мукачівська" (№1308, 2001 р.), "Дуб звичайний Боржавський" (№1310, 2001 р.), "Ялиця біла Коломийська"(Авторське свідоцтво №0334, 2003 р.).

Наукові матеріали, зібрані під керівництвом Р.М. Яцика, увійшли в низку законодавчих, нормативно-регулятивних й організаційно-розпорядчих документів, які регламентують процеси збереження цінного генетичного фонду та їх селекції, використання під час лісовідновлення та лісорозведення сортового й покращеного насінного і садивного матеріалу: "Лісовий кодекс України", "Правила відновлення лісів і лісорозведення", "Настанови з лісового насінництва", "Настанови з лісовідновлення і лісорозведення", "Вказівки з виділення лісового генетичного фонду, селекції і насінництва в Українських Карпатах", "Концепція збереження та невиснажливого використання лісових генетичних ресурсів в Україні", "Положення із виділення, збереження і сталого використання генетичного фонду лісових деревних порід в Україні".

За участю Романа Михайловича підготовлено й видано цілу низку збірників і монографій: "Посібник Карпатського лісівника" (1980, 2008), "Структура та наукові здобутки УкрНДІгірліс" (1996), "Проблеми відновлення та розведення лісів в Карпатському регіоні України і прилеглих територій" (1997), "Дугласія зелена в Україні" (1998), "Природно-заповідні території та об'єкти Івано-Франківщини" (2000), "Наукові основи ведення багатоцільового лісового господарства у Карпатському регіоні" (2001), "Наукові аспекти ведення сталого лісового господарства" (2005), "Лісові генетичні ресурси та селекційно-насінницькі об'єкти Львівщини" (2006), "Наукові засади ведення сталого лісового господарства в Карпатському регіоні" (2008), "Генетико-селекційні та насінницькі об'єкти у лісах Буковини" (2008), "Лісові генетичні ресурси та їх збереження на Тернопільщині" (2008), "Діброви Українських Карпат і суміжних територій, їх стан та особливості відновлення" (2010). Загалом кількість його наукових праць перевищує 250 шт.

З 1 вересня 2005 р. Роман Михайлович за сумісництвом почав працювати на кафедрі лісознавства Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника, а з 1 вересня 2008 р. ця кафедра стала його постійним місцем роботи. Спочатку він працював на посаді доцента, а з 1 січня 2011 р. – професора кафедри лісознавства ПНУ. Тут він бере активну участь у підготовці бакалаврів, спеціалістів і магістрів лісового господарства, викладаючи навчальні дисципліни "Лісова генетика", "Лісова селекція", "Лісова пірологія", "Недеревні ресурси лісу", "Підсочування лісу та лісохімія". Звичайно ж він не залишив і посаду завідувача лабораторії лісової селекції і насінництва УкрНДІгірліс, працюючи за сумісництвом. Тут він здійснює керівництво науково-дослідною тематикою, аспірантурою. Яцик Р.М. займається підготовкою здобувачів наукових ступенів та аспірантів як в цьому інституті, так і в університеті. Загальний стаж роботи за спеціальністю на сьогодні становить майже 48 років, зокрема науково-педагогічної – 43 роки.

Багаторазово Р.М. Яцика призначали офіційним опонентом на захистах кандидатських дисертацій за спеціальністю 06.03.01 – лісові культури та фітомеліорація у різних науково-навчальних закладах країни.

Вирішальний вплив на формування наукового світогляду Р.М. Яцика мали відомі в Україні та за її межами вчені. Це – доктори наук, професори П.С. Пастернак, П.І. Молотков, І.М. Патлай, В.І. Парпан, кандидати сільськогосподарських наук К.К. Смаглюк, А.М. Гаврусевич та інші. Своєю чергою, чимало науковців і виробничників, що працювали під керівництвом Романа Михайловича, за його підтримки, методичної й практичної допомоги успішно захистили свої дисертації. За його сприяння завершив свою докторську дисертацію Ю.І. Гайда, кандидатами сільськогосподарських наук стали Т.М. Олексів, І.М. Швадчак, І.П. Равлюк, а кандидатами біологічних наук – Р.Т. Волосянчук та Г.Д. Лялюк-Вітер.

За багаторічну плідну науково-громадську роботу Романа Михайловича неодноразово нагороджували Почесними грамотами Івано-Франківської міської і обласної адміністрацій (1980, 2000), Українського науково-дослідного інституту лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г.Н. Висоцького (1980, 1983), Івано-Франківського обкому профспілки робочих ліс-

папірдеревпрому (1984), Міністерства лісового господарства України і ЦК профспілки працівників лісового господарства України (1996,1997), Державного комітету лісового господарства України (2004) та відзнаками Держкомлісгоспу України – "Відмінник лісового господарства України" (2006) і "Почесний лісівник України" (2011). За активну винахідницько-раціоналізаторську роботу отримав нагрудний знак "Винахідник СРСР", свідоцтва учасника ВДНГ СРСР в 1977 (№49459) та у 1987 (№216) роках.

Основну увагу на сьогодні Р.М. Яцик передусім приділяє вихованню та навчанню молоді. Його люблять і шанують студенти, аспіранти та здобувачі наукового ступеня, поважають колеги по роботі як у Прикарпатському національному університеті імені В. Стефаника, так і в Українському науково-дослідному інституті гірського лісівництва імені П.С. Пастернака.

Колективи Інституту природничих наук Прикарпатського НУ та УкрНДІгірліс, колеги, друзі і знайомі щиро вітають Вас, Романе Михайловичу, з Днем народження і бажають міцного здоров'я на довгі-довгі роки. Нехай доля усміхається Вам щасливими днями, а Ваші добрі справи нехай відгукнуться у серцях людей повагою й добрим словом.

В.И. Парпан, Р.И. Бродович, Ю.Д. Кацуляк, Н.Н. Сищук

РОМАН МИХАЙЛОВИЧ ЯЦЫК: УЧЕНЫЙ-ЛЕСОВОД, СЕЛЕКЦИОНЕР (К 65-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)

Роман Михайлович Яцык – член-корреспондент Лесной академии наук Украины, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, профессор кафедры лесоведения Прикарпатского национального университета имени Василия Стефаныка, заведующий лабораторией лесной селекции и семеноводства Украинского научно-исследовательского института горного лесоводства им. П.С. Пастернака, награжден нагрудными знаками "Отличник лесного хозяйства Украины" и "Почетный лесовод Украины". Известный в стране ученый-лесовод, специалист по проблемам сохранения лесных генетических ресурсов, селекции, семеноводства, интродукции, лесовосстановления и недревесных ресурсов леса. Автор (соавтор) более 250 научных работ, в частности, восьми монографий и разделов книг, восьми авторских свидетельств, семи учебно-методических изданий, 24 научно-методических и научно-практических рекомендаций и брошюр, 80 научных статей, восьми буклетов и информационных листков, 92 тезисов докладов, 24 заключительных микрофильмированых научных отчетов. Его труды известны многим ученым-лесоводам Украины.

V.I. Parpan, R.I. Brodovych, Yu.D. Katsulyak, N.M. Sishchuk

ROMAN MYKHAILOVYCH YATSYK: SCIENTIST IN DENDROLOGY, AND TREE BREEDING (TO 65-TH ANNIVERSARY)

Roman Mykhailovych Yatsyk – Corresponding Member of the Forest Academy of Sciences of Ukraine, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Fellow, Professor of Forest Sciences, Institute of Natural Sciences Carpathian National University named after V. Stefanik, Head of the laboratory of breeding and seed et the Ukrainian Research Institute named after P.S. Pasternak, awarded by the awards Excellence in Forestry and Honorary Forester of Ukraine. He a famous scientist, an expert forestry sciences, in particular in the problems of preservation of forest genetic resources, tree breeding, seed production, introduction and non-wood forest resources. The author (co-author) of over 250 publications, including eight monographs and book chapters and eight inventions, seven teaching books, 24 brochures, scientific, technical, scientific and practical recommendations, 80 papers, eight booklets and information sheets, 92 conference, 24 final scientific reports. His works are cited by many scientists, and used practically by foresters.

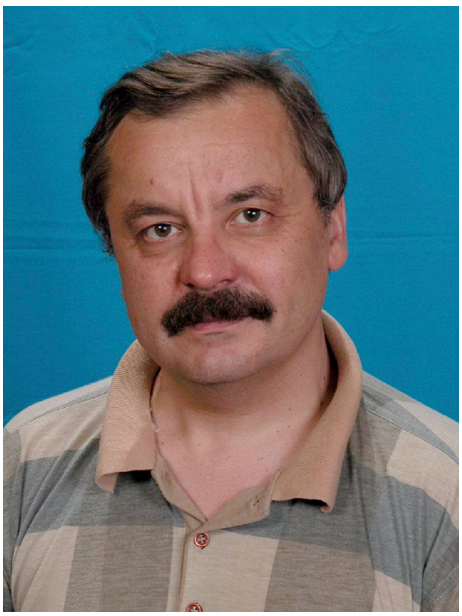
*УДК 630*902.1*

С.М. СТОЙКО, І.В. ДЕЛЕГАН

МИКОЛА ВАСИЛЬОВИЧ ЧЕРНЯВСЬКИЙ: ВЧЕНИЙ, ЛІСІВНИК, ПЕДАГОГ (З НАГОДИ 60-РІЧЧЯ ВІД ДНЯ НАРОДЖЕННЯ)

***Микола Васильович ЧЕРНЯВСЬКИЙ** – член-кореспондент Лісівничої академії наук України, кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри екології Національного лісотехнічного університету України, старший науковий співробітник, спадкоємець кращих наукових традицій лісівничої науки України – П.С. Погребняка, П.І. Молоткова, П.С. Пастернака, С.М. Стойка, послідовник європейської школи Г. Ляйбундгута, Ш. Корпеля, експерт FAO, НАТО, керівник, координатор багатьох національних та міжнародних проектів і форумів, зокрема – українсько-німецького проекту "Дністер" (1997-2002 рр.), Швейцарсько-українського проекту розвитку лісового господарства у Закарпатті FORZA (2004-2010 рр.), майстер шахової композиції. Основні напрями наукових досліджень ювіляра стосуються лісознавства, лісівництва, екології, природоохоронної та заповідної справи. У науковій діяльності вчений віддає перевагу експериментальним дослідженням.*

Доцент, кандидат сільськогосподарських наук Микола Васильович Чернявський народився 3 січня 1952 р. у мальовничому гуцульському селі Брустури Івано-Франківської області. Його дід володів 16-ма моргами буково-ялицево-смерекового лісу, що й тепер височіє в урочищі "Біла Кобила", пасовищами, був завзятим мисливцем. Батько Миколи – Василь Миколайович усе життя працював у лісі. Молодший брат ювіляра Іван також лісівник – головний лісничий Національного природного парку "Гуцульщина". Тож родина Чернявських – своєрідна лісівнича династія. Лісова практика молодого Миколи розпочалася ще на початку 60-х років минулого століття, коли він допомагав батькові "кубікувати" на гірських лісосіках деревину й жив у колибі лісорубів.



Після закінчення Брустурської початкової, а згодом – Коломийської середньої школи №2, Микола Васильович вступив у 1968 р. на лісогосподарський факультет Львівського лісотехнічного інституту (тепер НЛТУ України). Його дипломна робота була присвячена формуванню типів вирубок залежно від типів лісу в Горганах.

Впродовж 1973-1976 рр. М.В. Чернявський навчався в аспірантурі УкрНДІЛГА в Харкові. Під керівництвом професора, доктора с.-г. наук П.С. Пастернака підготував кандидатську дисертацію на тему "Оптимальний склад насаджень вологої буково-ялицевої сурамені Українських Карпат", яку в 1977 р. успішно захистив у Харківському сільськогосподарському інституті ім. В.В. Докучаєва. У 1986 р. йому було присвоєне вчене звання старшого наукового співробітника в УкрНДІЛГА, а в 2002 р. – доцента по кафедрі екології та ландшафтної архітектури Українського державного лісотехнічного університету (тепер – НЛТУ України).

Трудову діяльність Микола Васильович розпочав інженером у 1973 р. в Карпатському філіалі УкрНДІЛГА. З 1977 до 1989 рр. працював молодшим, старшим науковим співробітником лабораторії екології, завідувачем лабораторії лісівництва і гідрології лісу УкрНДІЛГА. З 1989 р. й по сей день ювіляр – доцент кафедри екології НЛТУ України. Викладає різні навчальні дисципліни за освітньо-кваліфікаційними рівнями "бакалавр", "спеціаліст" і "магістр" – "Метеорологія і кліматологія", "Природозаповідна справа", "Екологія", "Екологічна стандартизація і сертифікація", "Менеджмент природоохоронних територій", "Наближене до природи лісівництво". У 1994 р. М.В. Чернявський вперше в Україні розробив і започаткував курс "Природозаповідна справа". Науково-педагогічний стаж вченого становить 38 років.

Поруч з педагогічною діяльністю Микола Васильович успішно займається науковими дослідженнями в галузі лісознавства, лісівництва, екології, природоохоронної та заповідної справи. Як справжній натураліст, він вивчає природні процеси безпосередньо в природі, віддаючи перевагу експериментальним дослідженням на лісових стаціонарах. У Карпатах та Лісостепу він заклав 60 стаціонарних ділянок з повним картуванням розміщення деревних і чагарникових рослин, на яких провів дослідження структури буково-ялицево-смерекових, кедрово-смерекових, липово-ясенево-дубових, грабово-дубових лісостанів. У 1979-2010 рр. на Красно-Тростянецькій лісовій дослідній станції продовжив дослідження на 16 стаціонарах, закладених проф. А.Б. Жуковим,

П.С. Погребняком, П.К. Фальківським, П.П. Ізюмським, А.П. Богомоловим, В.А. Ігнатенком. На початку 1980 р. Микола Васильович заклав серію стаціонарів для дослідження доглядових рубань у буково-дубових, грабово-дубових лісах Поділля. Стаціонарні дослідження проводив у Природному заповіднику "Медобори", Чортківському держлісгоспі. На підставі стаціонарних досліджень Микола Васильович обґрунтував шляхи оптимізації структури і складу буково-ялицево-смерекових, кедрово-смерекових лісів у Карпатах та липово-ясенево-дубових і грабово-дубових – у Лісостепу. Він обґрунтував систему ведення лісового господарства у дібровах України, що знайшло відображення у численних публікаціях та нормативних актах колишнього Союзу РСР і незалежної України.

У 80-х роках М.В. Чернявський розробив методологію визначення екологічного потенціалу лісорослинних умов, які лягли в основу подальших досліджень Інституту екології Карпат НАН України. Екологічний потенціал різних типів лісорослинних умов є інтегральним показником взаємодії абіотичних, кліматичних, геологічних і едафічних чинників середовища й слугує основою для визначення потенційної продуктивності лісових фітоценозів.

Співпрацюючи з проф. А.З. Швиденком та проф. В.О. Рожковим (Інститут ґрунтознавства РАН) у 1978-1986 рр., Микола Васильович розробив методику виділення типів лісу на основі аналізу системи інформативних ознак. Її суть полягає у тому, що за допомогою статистико-математичних методів можна достовірно описати і виділити (класифікувати) типи лісів на основі інформативних (найбільш значущих) ознак середовища і лісу. У період з 1989-1994 рр. під керівництвом Миколи Васильовича розроблена система моніторингу стану ґрунтів і рослинності м. Львова. Його учнем – Я.В. Геником захищена кандидатська дисертація на тему "Вплив важких металів на рослинність і ґрунти урбанізованих територій".

Значну увагу Микола Васильович приділяє вивченню функціонування пралісових екосистем. Він заклав серію із 28 стаціонарів для вивчення букових пралісів в Угольському заповідному масиві та Сколівських Бескидах, а також у басейні р. Боржава (безперервний профіль протяжністю 1,6 км з повним картуванням дерев), реліктових кедрово-смерекових, соснових, буково-ялицево-смерекових в заповіднику "Горгани" та в масиві Горган на Закарпатті (42 пробні площі і 2 типологічні профілі). За результатами цих досліджень він встановив тривалість фаз і стадій розвитку пралісів (відновлення, молодого лісу, жердняку, оптимальної, вибіркової, старіння, розпаду) і їх структурні характеристики. У дослідженні пралісів М.В. Чернявський є достойним послідовником школи Г. Лайбундгута та Ш. Корпеля. Спільно з фахівцями Карпатського біосферного заповідника він обґрунтував необхідність включення букових пралісів Карпат до Світової спадщини ЮНЕСКО. Відповідне рішення з цього приводу Комісія з природної спадщини прийняла у 2007 р. у Новій Зеландії. Він також запропонував надати такий же самий статусу пралісам Горган.

У 2006-2009 рр. ювіляр обґрунтував впровадження методології ідентифікації особливо цінних лісів (HCVF), принципи планування та проведення господарських заходів, програму їх моніторингу в Україні (пункт 9 сертифікації лісів за принципами FSC).

Значна заслуга належить М.В. Чернявському в опрацюванні принципів типології і бонітування мисливських угідь України. Практичні рекомендації щодо розвитку мисливського господарства під час запровадження багатофункціонального, наближеного до природи лісового господарства застосовуються лісовими підприємствами в Карпатах. Ювіляр розробив лісомисливське районування України за оригінальними принципами, суть яких полягає у застосуванні критеріїв провідних факторів середовища у поєднанні з поширенням звірів і птахів у нерозривній єдності з якістю мисливських угідь. При бонітуванні угідь в комплексі факторів, що впливають на життя мисливських тварин, для кожного виду виділено основний чинник, який різко погіршує умови існування і спричинює скорочення чисельності виду, а, отже, перешкоджає вести на нього мисливське господарство. Найретельніше опрацьовані принципи бонітування угідь для лося, оленя, сарни, кабана, зайця, борової й водоплавної дичини.

Особлива заслуга належить М.В. Чернявському в обґрунтуванні наукових засад наближеного до природи лісівництва. Це система ведення лісового господарства, за якої постійним залишається лісовий фітоценоз, відтворюється структура природних різновікових лісів, постійно підтримується стійкість деревостанів, деревина вирубується в обсязі річного приросту, зберігається біотичне різноманіття лісових екосистем та стабільність водоохоронних, захисних, кліматорегулювальних, санітарно-гігієнічних, оздоровчих та інших корисних властивостей лісових екосистем. Наближене до природи лісівництво передбачає, на підставі моделювання природних процесів, проведення такої системи заходів, яка посилює стійкість деревостанів і їх багатофункціональну роль за мінімально доцільного і необхідного втручання в ліс. Технологія створення і формування деревостанів базується на вирощуванні цільових насаджень залежно від мети господарювання, кліматичних і ґрунтово-гідрологічних умов, біології і екології порід. При цьому застосовуються різні, але якомога ближчі до природного лісу, більш індивідуальні і диференційовані підходи до планування і ведення лісового господарства.

Вчений розробив "Концепцію з наближеного до природи лісівництва" для лісів України (співавтори – Г.Т. Криницький, В.І. Парпан, В.Л. Коржов, М.М. Рековець, В.О. Тарасенко), яка затверджена ДКЛГ України 2010 р.

Микола Васильович виконав безпрецедентні за масштабами дослідження з проблеми рубок переформування ценотично нестабільних похідних деревостанів. У рамках Швейцарсько-українського проекту розвитку лісового господарства в Закарпатті (проект FORZA), спільно з працівниками лісового господарства заклав у Закарпатській області 126 стаціонарів з рубок переформування у 38 типах лісу, а на Івано-Франківщині – 6 стаціонарів, на яких проведено відповідні дослідження. Особисто заклав 12 одногектарних пробних площ з рубок переформування у дубових заплавних лісах (три різні ступені зріджування + контроль) і 12 стаціонарів у буково-дубових лісах (та ж схема) у Закарпатті; 12 стаціонарів разом з науковцями України і Швейцарії у буково-ялицево-смерекових лісах Карпатського біосферного заповідника – переформування похідних ялинових лісів у мішані структуровані ліси. У "Правилах поліпшення якісного скла-

ду лісів" (2007) написав розділ "Рубки переформування", а також розробив спеціальну "Інструкцію з рубок переформування".

Разом з Агенством регіонального розвитку Закарпаття, як науковий керівник проекту у 2006-2008 рр., вчений, проаналізувавши різні види альтернативної енергії і можливість їх застосування, розробив концепцію комплексного використання біомаси у Закарпатті. У 2010-2011 рр. дав оцінку біомаси (ліси, вживана деревина, сільське господарство, відходи) в Україні (він єдиний експерт від України) у рамках проекту ЄБРР.

Працюючи за проектом FLEG "Удосконалення систем правозастосування й управління в лісовому секторі у країнах-учасницях Європейської політики добросусідства та Росії" за участю Росії, Азербайджану, Грузії, Вірменії, Молдови, України (2010-2011 рр.), Микола Васильович сформулював визначення незаконних рубок, незаконної заготівлі деревини, нелегальної деревини, здійснив аналіз законодавчого регулювання у сфері неефективних і несталих методів ведення лісового господарювання і незаконних рубок лісу, можливостей для корупційних ризиків та схем у контексті дозвільного регулювання щодо використання лісових ресурсів.

Заслуговує на увагу природоохоронна діяльність ювіляра. Він один із перших обґрунтував потребу створення білатеральних біосферних резерватів "Роточчя", "Мармароські гори", "Полісся". Разом з іншими природоохоронцями обґрунтовував створення природних заповідників "Горгани", "Медобори", Національного природного парку "Гуцульщина", низки регіональних ландшафтних парків, лісових заказників, генетичних резерватів. Запропонував диференційовані способи підтримання стійкості лісових екосистем у природно-заповідних територіях. Він – науковий куратор Природних заповідників "Розточчя" (1990-1996 рр.) та "Горгани" (з 1996 р. і дотепер).

Перу вченого належить понад 290 наукових та навчально-методичних праць. Він – співавтор довідників для лісничого в Україні: "Посібник карпатського лісівника" (1980), "Справочник лесовода" (1990) та "Порадник карпатського лісівника" (2008), якого був редактором. Як офіцер запасу Радянської армії, М.В. Чернявський приймав участь у ліквідації аварії на ЧАЕС: служив командиром пожежного взводу на 4-му енергоблоці. Згодом досліджував лісовідновлення у забруднених радіонуклідами лісах.

Ювіляр володіє російською, німецькою та польською мовами. Співпрацював з лісівниками Угорщини, США, Куби, Австрії, Німеччини, Польщі, Росії, Румунії, Швейцарії та інших зарубіжних країн. Він експерт FAO, НАТО з лісівничих проблем, координатор багатьох національних та міжнародних проектів у галузі лісівництва, зокрема – українсько-німецького проекту "Дністер" (1997-2002 рр.), Швейцарсько-українського проекту розвитку лісового господарства в Закарпатті FORZA (2004-2010 рр.).

Хочеться відзначити ще одну характерну рису Миколи Васильовича – він захоплюється шаховою композицією – складанням шахових задач (з 1970 р.). Понад 280 його шахових задач опубліковано у різних країнах світу. Він отримав 36 призів і 48 відзнак на міжнародних шахових конкурсах. Дев'ять шахових композицій Миколи Васильовича увійшли в "Album FIDE" – збірника кращих шахових задач світу. Він – автор десятка теоретичних статей з шахової композиції. Особисте життя ювіляра склалося щасливо, разом з дружиною Галиною Дмитрівною – судмедекспертом, донькою Ольгою – лікарем, тішиться внуком Михайлом – майбутнім лісівником.

Ректорат і співробітники лісогосподарського факультету та Інституту екологічної економіки НЛТУ України сердечно вітають Миколу Васильовича Чернявського з 60-річним ювілеєм, зичать йому карпатського здоров'я та подальших успіхів в науковій і педагогічній діяльності.

С.М. Стойко, И.В. Делеган

НИКОЛАЙ ВАСИЛЬОВИЧ ЧЕРНЯВСКИЙ: УЧЕНЫЙ, ЛЕСОВОД, ПЕДАГОГ (К 60-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)

Освещена научная и педагогическая деятельность Николая Васильевича Чернявского – кандидата сельскохозяйственных наук, доцента кафедры экологии Национального лесотехнического университета Украины, старшего научного сотрудника, члена-корреспондента ЛАН Украины, наследника лучших научных традиций лесной науки Украины – П.С. Погребняка, П.И. Молоткова, П.С. Пастернака, С.М. Стойка, продолжателя европейской школы Г. Ляйбундгута, Ш. Корпеля, эксперта FAO, НАТО, руководителя, координатора многих национальных и международных проектов и форумов, в частности – украинско-немецкого проекта "Днестр" (1997-2002 гг.), Швейцарско-украинского проекта развития лесного хозяйства в Закарпатье FORZA (2004-2010 гг.), мастера шахматной композиции. Основные направления научных исследований юбиляра касаются лесоведения, лесоводства, экологии, природоохранного и заповедного дела. В научной деятельности он предпочитает экспериментальные исследования.

S.M. Stoyko, I.V. Delegan

MYKOLA VASYLOVYCH CHERNYAVSKYJ: FORESTER, SCIENTIST AND EDUCATOR (ON THE OCCASION OF 60-TH ANNIVERSARY OF HIS BIRTH)

The article deals with scientific and pedagogical activity of M.V. Cherniavskyy – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Ecology of the Ukrainian National Forestry University, senior scientist, Correspondent Member of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, the heritor of the best scientific tradition of Forest Science in Ukraine which are represented by Professors P.S. Pogrebnyak, P.I. Molotkov, P.S. Pasternak, S.M. Stoyko, and successor to the European forestry school represented by such scientists as G. Lyaybundgut, and S. Korpel, an expert of international organizations like FAO, NATO, the coordinator of many national and international projects and conferences, in particular – the Ukrainian-German project "Dniester" (1997-2002), the Swiss-Ukrainian Forest Development Project in Transcarpathian region – FORZA (2004-2010), master of chess compositions. Main research fields: forest science, silviculture, ecology, environmental protection and nature conservation. In scientific work he prefers experimental studies.

*УДК 630**

В.В. ДУДОК

ЮРІЙ ІВАНОВИЧ ГРИЦЮК: ВЧЕНИЙ, ВИКЛАДАЧ, ВИДАВЕЦЬ (З НАГОДИ 50-РІЧЧЯ ВІД ДНЯ НАРОДЖЕННЯ)

Юрій Іванович ГРИЦЮК *– академік Лісівничої академії наук України, заступник головного редактора збірника науково-технічних праць "Науковий вісник НЛТУ України", завідувач кафедри управління інформаційною безпекою Львівського державного університету безпеки життєдіяльності, професор, доктор технічних наук. За час роботи у Національному лісотехнічному університеті України опублікував одноосібно та зі співавторами близько 120 наукових статей, видано чотири навчальні посібники та чотири монографії. Професор Юрій Грицюк керує підготовкою аспірантів з 2001 року, внаслідок чого захищено дисертацію на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук.*

Грицюк Юрій Іванович народився 5 травня 1962 року в с. Лоєва Надвірнянського району Івано-Франківської області у сім'ї робітників. Громадянин України, українець. У 1977 р. закінчив вісім класів Лоївської восьмирічної школи, а у 1978 р. – дев'ятий клас Надвірнянської СШ № 1. З вересня 1978 по лютий 1982 рр. – учень Коломийського технікуму механічної обробки деревини за спеціальністю "Лісопильно-деревообробне виробництво", який закінчив з відзнакою з присвоєнням кваліфікації техніка-технолога лісопильно-деревообробного виробництва. Після завершення навчання працював помічником рамника 4-го розряду в Надвірнянському ЛК.



З вересня 1982 р. по липень 1989 р. навчався у Львівському лісотехнічному інституті (ЛЛТІ) на технологічному факультеті за спеціальністю "Технологія деревообробки", який закінчив з відзнакою з присвоєнням кваліфікації інженера-технолога деревообробного виробництва. З 7.09.1983 по 19.12.1985 рр. проходив строкову службу у лавах Радянської Армії, Закавказький військовий округ, сержант, радист 1-го класу. Закінчив військову кафедру при ЛЛТІ, старший лейтенант запасу.

З 1.08.1989 р. за скеруванням після завершення навчання зарахований асистентом кафедри обчислювальної техніки і моделювання технологічних процесів (ОТіМТП) Львівського лісотехнічного інституту. У 1992 р. захистив дисертацію на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.21.05 – "Технологія і обладнання деревообробних виробництв, деревинознавство" на тему "Оптимізація розкрою ДСП на заготовки".

З 1.09.1994 р. переведений на посаду старшого викладача кафедри ОТіМТП Українського державного лісотехнічного університету ім. акад. П.С. Погребняка (тепер Національний лісотехнічний університет України – НЛТУ України). З 25.12.1997 по 25.12.2000 рр. зарахований до докторантури за спеціальністю 05.05.07 – машини лісового комплексу. З 1.02.2000 зарахований на посаду доцента кафедри ОТіМТП за строковою трудовою угодою, де працював до липня 2010 року.

У квітні 2009 р. в Національному університеті "Львівська політехніка" захистив дисертацію на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 01.05.04 – "Системний аналіз і теорія оптимальних рішень" на тему "Системний аналіз та методи комбінаторної оптимізації технологічного процесу розкрою". З 1.09.2010 р. – завідувач кафедри управління інформаційною безпекою Львівського державного університету безпеки життєдіяльності (ЛДУ БЖД).

У 1994 році був одним і засновників збірника науково-технічних праць "Науковий вісник НЛТУ України", а з 2006 року – заступник головного редактора збірника "Науковий вісник НЛТУ України". З березня 2000 року по липень 2010 року – керівник редакційно-видавничого відділу НЛТУ України. З лютого 2006 року – член-кореспондент, а з квітня 2011 року – академік Лісівничої академії наук України.

Працюючи на кафедрі ОТіМТП, доцент Ю.І. Грицюк здійснював підготовку фахівців за напрямом "Лісозаготівля та деревообробка" за спеціальністю "Технологія деревообробки", а також за напрямом "Комп'ютерні науки" за спеціальністю "Інформаційні технології проектування". Викладав такі навчальні дисципліни: інформатика; комп'ютерна графіка; обчислювальна математика і програмування; математичні методи і моделі; моделювання та оптимізація технологічних процесів; основи наукових досліджень, об'єктно-

орієнтоване програмування; технологія програмування і створення програмних продуктів та ін.

Основні напрями наукової діяльності: технологія деревообробки; автоматизація технологічних процесів і виробництв; моделювання та оптимізація процесів деревообробки; обчислювальна техніка і програмування; прикладна математика; системний аналіз.

За час роботи в Національному лісотехнічному університеті України Ю.І. Грицюк одноосібно та зі співавторами опублікував понад 120 наукових праць в українських і зарубіжних виданнях, видав чотири монографії, три навчальні посібники, зокрема:

1. Грицюк Ю.І. Регулярне розміщування прямокутних об'єктів вздовж смуг односторонньо обмеженої стрічки : монографія / Ю.І. Грицюк. – Львів : Вид. дім "Панорама", 2002. – 220 с.

2. Грицюк Ю.І. Оптимізація технологічного процесу розкрою плитних деревних матеріалів на меблеві заготовки : монографія. – Львів : Вид. дім "Панорама", 2004. – 484 с.

3. Грицюк Ю.І. Моделювання карт і оптимізація плану розкрою плитних деревних матеріалів на меблеві заготовки : монографія. – Львів : Вид. дім "Панорама", 2004. – 524 с.

4. Грицюк Ю.І. Оптимізація технологічного процесу розкрою плитних деревних матеріалів на меблеві заготовки : монографія. – У 2-х кн. / Ю.І. Грицюк. – К. : Вид-во "Основа", 2005. – Кн. 1. – 480 с.

5. Грицюк Ю.І. Обчислювальна техніка, алгоритмізація і програмування мовою Pascal : навч. посібн. [для техн. ВУЗів] / Ю.І. Грицюк. – К. : Вид-во ІСДО, 1995. – 258 с.

6. Озарків І.М. Основи аеродинаміки і тепломасообміну : навч. посібн. / І.М. Озарків, Л.Я. Сорока, Ю.І. Грицюк. – К. : Вид-во ІЗМН, 1997. – 280 с.

7. Грицюк Ю.І. Програмування мовою С++ : навч. посібн. / Ю.І. Грицюк, Т.Є. Рак. – Львів : Вид-во ЛДУ БЖД, 2011. – 292 с.

8. Грицюк Ю.І. Об'єктно-орієнтоване програмування мовою С++ : навч. посібн. / Ю.І. Грицюк, Т.Є. Рак. – Львів : Вид-во ЛДУ БЖД, 2011. – 404 с.

9. Грицюк Ю.І. Розрахунок об'ємного виходу пилопродукції та відповідних відходів методами числового інтегрування / Ю.І. Грицюк, С.І. Яцишин // Вісник НУ "Львівська політехніка": Комп'ютерні науки та інформаційні технології. – Львів : Вид-во НУ "Львівська політехніка". – 2007. – № 598. – С. 61 69.

11. Грицюк Ю.І. Комбінаторні методи генерування допустимих карт розкрою плитних деревних матеріалів на заготовки / Ю.І. Грицюк // Наукові праці Лісівничої академії наук України. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2008. – Вип. 6. – С. 163 171.

12. Грицюк Ю.І. Системна оптимізація структури та параметрів лінії розкрою / Ю.І. Грицюк // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : Вид-во НЛТУ України. – 2009. – Вип. 19.8. – С. 167-182.

13. Грицюк Ю.І. Стратегія розв'язання задачі структурно-функціонального аналізу технологічного процесу розкрою / Ю.І. Грицюк // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : НЛТУ України. – 2009. – Вип. 19.3. – С. 87-99.

Професор Ю.І. Грицюк здійснює керівництво аспірантами з 2002 р. За його участю захищено дисертацію на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук, готуються до захисту кілька інших досліджень. Вчений володіє російською, німецькою та англійською мовами.

Професор Ю.І. Грицюк є членом двох спеціалізованих вчених рад із захисту докторських дисертацій (НЛТУ України, м. Львів; НУ "Львівська політехніка"), дійсним членом (академіком) Лісівничої академії наук України.

З нагоди першого п'ятдесятиліття, колектив редакційно-видавничого відділу НЛТУ України щиро вітає Вас з цим світлим ювілеєм. Бажаємо Вам великого людського щастя, доброго здоров'я, наснаги на нові творчі звершення!

Професіоналізм, ділові та моральні якості, принциповість, людяність та доброта здобули Вам глибоку пошану не лише серед науковців та працівників лісової галузі, але й інших суміжних галузей знань. Дослідження особливостей моделювання та оптимізація технологічних процесів, а також розроблення власних методів комбінаторної оптимізації мають велике наукове і практичне значення.

У день ювілею висловлюємо Вам вдячність за плідну добросовісну працю на благо НЛТУ України, за керівництво та розбудову редакційно-видавничого відділу, за особистий внесок у розвиток лісівничої науки і освіти в Україні.

Хай нагородою Вам буде Божа ласка і щира пошана від усіх, хто йде поруч з Вами на складній життєвій дорозі.

Міцного Вам здоров'я та удачі, Божого благословення, нових творчих злетів, добросовісних працівників і сумлінних учнів.

В.В. Дудок

ГРЫЦЮК ЮРИЙ ИВАНОВИЧ: УЧЕНЫЙ, ПРЕПОДАВАТЕЛЬ, ИЗДАТЕЛЬ (К 50-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)

Юрий Иванович Грыцюк – академик Лесной академии науки Украины, заместитель главного редактора сборника научно-технических трудов "Научный вестник НЛТУ Украины", заведующий кафедрой управления информационной безопасностью Львовского государственного университета безопасности жизнедеятельности, профессор, доктор технических наук. За время работы в Национальном лесотехническом университете Украины опубликовал единолично и в соавторстве около 120 научных статей, издано четыре учебных пособия и четыре монографии. Юрий Грыцюк руководит подготовкой аспирантов с 2001 года, в результате чего защищена диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук.

V.V. Dudok

YURIJ IVANOVYCH GRYCYUK: SCIENTIST, TEACHER AND PUBLISHER (TO 50-TH BIRTHDAY)

Yurij Ivanovych Grycyuk is a Member of the Academy of Forestry Sciences of Ukraine, deputy editor-in-chief of the journal of collection of scientific and technical publications called "Scientific Review of the Ukrainian National Forestry University (UNFU)", Chair of the Department of Management for Information Safety of the Lviv State University of Vital Activity Safety, Professor, Doctor of Engineering Sciences. In times of his work in the UNFU he published individually and as co-author more than 120 scientific publications, four text-books, and four monographs. Yurij Grycyuk is a scientific supervisor of PhD studies since 2001. As a result of this activity the dissertation under his supervision is defended with obtaining Scientific Degree Candidate of Engineering Sciences.

13. СТОРІНКИ ПАМ'ЯТІ, ХРОНІКА

УДК 630(092)*

О.А. ГІРС, М.П. ГОРОШКО, Ю.Й. КАГАНЯК, С.М. КАШПОР

ПАМ'ЯТІ ПРОФЕСОРА АНАТОЛІЯ АДОЛЬФОВИЧА СТРОЧИНСЬКОГО (7.10.1946-8.03.2011 РР.)

Восьмого березня 2011 року на 65-му році раптово обірвалось життя визначного вченого-таксатора, доктора сільськогосподарських наук, професора, лауреата Державної премії України в галузі науки і техніки, члена-кореспондента Української академії аграрних наук, дійсного члена Лісівничої академії наук України Анатолія Адольфовича Строчинського.



Народився А.А. Строчинський 7 жовтня 1946 року в селі Круги Тиврівського району Вінницької області. У 1969 році закінчив лісогосподарський факультет Української сільськогосподарської академії (тепер – Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ).

Працював молодшим науковим співробітником Боярської лісової дослідної станції (1969-1971 рр.), навчався в аспірантурі (1971-1973 рр.), з 1973 року працював на кафедрі лісової таксації Національного аграрного університету на посадах асистента (1973-1980 рр.), старшого викладача (1980-1981 рр.), доцента (1981-1988 рр.), його було призначено заступником декана лісогосподарського факультету (1978-1980 рр.). З 1988 по 2008 рр. був завідувачем кафедри лісової таксації та лісовпорядкування Національного аграрного університету, а з 2009 р. – професором цієї ж кафедри, деканом лісогосподарського факультету (1993-1998 рр.), у 2001-2006 рр. працював директором НДІ лісівництва та декоративного садівництва Національного аграрного університету.

Сфера наукових зацікавлень професора А.А. Строчинського була пов'язана із вирішенням актуальних проблем у лісовій галузі України. Значна частина наукового доробку стосується дослідницької діяльності, спрямованої на методичне та нормативно-інформаційне забезпечення систем регулювання продуктивності лісових насаджень та комплексного обліку лісосировинних ресурсів в Україні. Науковцю належать одноосібні або ж у співавторстві опрацьовані та верифіковані на практиці "Сортиментні таблиці для таксації стиглих і перестійних соснових деревостанів Боярської лісової дослідної станції" (1991), "Моделі росту і продуктивності оптимальних деревостанів" (1992), "Сортиментні таблиці для таксації молодняків і середньовікових деревостанів" (1993), "Нормативи товарності деревного запасу, що вибирається під час доглядових рубань за лісом у деревостанах основних лісоутворювальних порід України" (2004), "Нормативи товарної структури деревостанів основних лісоутворювальних порід" (2007), "Сортиментні таблиці для матеріальної оцінки перестиглих соснових деревостанів лісів населених пунктів і зелених зон" (2007), "Моделі розмірно-якісної структури об'єму стовбурів основних лісоутворювальних порід" (2007), "Сума площ перерізів та запас деревостанів при повноті 1,0" (2007), "Уніфікована система бонітування лісових насаджень" (2007), "Нормативно-інформаційний довідник з лісової таксації" (2010) та ін.

Вагома частина наукових досліджень професора припадала на розроблення або модифікацію моделей короткотермінового прогнозування основних лісотаксаційних показників деревостану, осучаснення технології польових досліджень методом вибірково-перелікової таксації. Науковець впровадив у систему лісового проектування моделі актуалізації середньої висоти, запасу та повноти насаджень основних лісотвірних деревних порід в Україні. У контексті розв'язку цієї проблематики було розгорнуто масштабні дослідження, спрямовані на оцінку поточного приросту окремих дерев та деревостану загалом. Під його керівництвом систематично здійснювалися комплексні заміри лісотаксаційних ознак та ґрунтових обстежень на стаціонарах лісових культур сосни Боярської лісової дослідної станції. Результатом досліджень були розроблені та опубліковані цільові програми вирощування лісових культур, зокрема – соснових на Поліссі; системи імітаційних моделей регулювання про-

дуктивності як складової частини моніторингу лісових ресурсів України; інформаційно-нормативні засади оптимізації лісовирощування тощо.

До проблем, над вирішенням котрих працював науковець, відносять розроблення наукових основ грошової та економічної оцінок земель лісового фонду України і лісових ресурсів. Разом із низкою дослідників, у 2006 р. за результатами багаторічних досліджень апробовано методичні положення та запропоновано нормативи грошової оцінки лісових земель у лісах експлуатаційного, оздоровчого, рекреаційного, природоохоронного та історико-культурного призначення. Під керівництвом професора А.А. Строчинського розроблено інструкції до автоматизованої системи опрацювання вихідних матеріалів для матеріально-грошової оцінки лісосік. У цей період вдосконаленню підлягали методи матеріальної оцінки лісу в умовах комплексного лісокористування та з урахуванням соціально-економічних трансформацій в державі.

Окремо потрібно відзначити наукові праці, в яких узагальнено системні дослідження структури лісового фонду України. За їх результатами визначено й обґрунтовано наукові засади регулювання розширеного відтворення і багатоцільового використання лісових ресурсів; вдосконалено методичне і нормативно-інформаційне забезпечення системи головного та проміжного користування лісом; запропоновано уточнений оптимальний вік рубання лісу для різних розрахунково-господарських одиниць в Україні. Зусилля дослідник спрямовував на формалізацію організаційних основ для переходу на засади комплексного лісового господарства.

Строчинський Анатолій Адольфович постійно опікувався та брав участь у дослідженнях, які здійснювали його учні та послідовники. Зокрема, під його керівництвом захищено кандидатські та докторська дисертації, зміст яких полягає у вирішенні завдань, що пов'язані із моделюванням таксаційної будови та структури насаджень; вдосконаленням системи обліку лісових ресурсів; оцінюванням форми та повнодеревності стовбурів; осучасненням класифікаційної основи прогнозу продуктивності лісових насаджень; модифікацією методологічних засад оптимізації лісокористування.

За вагомий особистий внесок у розвиток аграрної науки, підготовку висококваліфікованих спеціалістів, упровадження наукових розробок у виробництво А.А. Строчинському було присвоєно почесне звання "Заслужений працівник народної освіти України", а також нагороджено відзнаками "Відмінник лісового господарства України" та "Відмінник аграрної освіти та науки 1 ступеня".

Прекрасний керівник, людина з невичерпним джерелом наукових думок, улюблений Учитель, коханий чоловік, батько, дідусь, віртуоз-баяніст – таким він назавжди залишиться у серцях тих, хто мав щастя з ним працювати.

Поховано професора А.А. Строчинського на цвинтарі м. Боярки Київської області.

O.A. Girs, M.P. Goroshko,
Yu.Yo. Kahanjak, S.M. Kashpor

IN MEMORY OF PROFFESSOR ANATOLIY ADOLFOVYCH STROCHYNSKYY

УДК 630(092)*

О.К. ТИТАРЕНКО

ПАМ'ЯТІ ПРОФЕСОРА ВОЛОДИМИРА КОСТЯНТИНОВИЧА М'ЯКУШКА (15.12.1922-27.02.2011 РР.)

27 лютого 2011 р. перестало битися серце Володимира Костянтиновича М'якушка – відомого в Україні та за її межами лісівника, геоботаніка, еколога, педагога вищої школи, дійсного члена Лісівничої академії наук України.



Володимир Костянтинович М'якушко народився 15 грудня 1922 р. у м. Жмеринці Вінницької області у великій робітничій сім'ї, де було семеро дітей. Після закінчення у 1940 р. середньої школи впродовж року навчався у Бакинському військовому училищі зенітної артилерії, а потім був призначений на посаду командира вогневого взводу. В.К. М'якушко брав участь у обороні Севастополя – від початку цієї операції і до її завершення. В одному з боїв на Сапун-горі був поранений і потрапив до шпиталю, який знаходився у Херсонеській бухті, неподалік від переднього краю. Евакуювати шпиталь не встигли і під час останнього штурму міста він був захоплений ворогом.

Мирне життя розпочалося роботою на залізниці, спочатку – кочегаром, а згодом – помічником машиніста. У 1948 р. В.К. М'якушко стає студентом лісогосподарського факультету Львівського сільськогосподарського інституту і через п'ять років закінчує його з відзнакою. Як одного з кращих студентів його залишили на кафедрі загального лісівництва, де Володимир Костянтинович працював спочатку лаборантом, пізніше – асистентом. У цей час він захоплювався лісовою ботанікою, набуті знання стали базисом для подальшої наукової роботи.

У 1962 р. В.К. М'якушко переїжджає до Києва. В Інституті ботаніки ім. М.Г. Холодного АН України він пройшов шлях від молодшого наукового співробітника до заступника директора з наукової роботи, захистив кандидатську і докторську дисертації, завідував відділами науково-технічної інформації, екології та охорони рослинності. Це був плідний період діяльності вченого. Він досліджував стан популяцій черешні, а результати узагальнив у монографії "Черешня в лісах України" (1972). У ній висвітлено систематику, біологію та екологію цього виду. Підсумком роботи в галузі картування стала складена В.К. М'якушком і Г.І. Біликом карта лісів України та їх продуктивності, яка увійшла до багатьох атласів і посібників.

Значним внеском у лісову геоботаніку є написані В.К. М'якушком на основі власних досліджень та узагальнень літературних джерел розділи монографії "Растительность УССР. Леса УССР" (1971), де йдеться про грабово-букові ліси України та соснові ліси Українських Карпат.

Улюбленим об'єктом досліджень Володимира Костянтиновича завжди були соснові ліси, які він вивчав майже все наукове життя. Немає такого лісового соснового масиву в Україні, де б не побував В.К. М'якушко. Підсумком цих досліджень була монографія "Сосновые леса равнинной части УССР" (1978), що стало значним внеском у вітчизняну науку. У цій праці представлено оригінальну класифікацію соснових лісів, зібраний автором величезний обсяг фактичних даних щодо їх біологічної продуктивності, висвітлені біохімічні аспекти взаємодії рослин, розроблено рекомендації щодо біологічної оптимізації ведення господарства в соснових лісах. Наголосимо, що ця праця цінна своєю глибиною і повнотою характеристики продуктивності соснових лісів і є зразком для молодих дослідників.

Розпочавши свою наукову діяльність як лісівник і геоботанік, В.К. М'якушко з часом досяг помітних успіхів як еколог. До цієї науки його привела як близькість до української лісотипологічної школи П.С. Погребняка, так і потреба оцінювання екологічних чинників, що впливають на поширення, продуктивність та стійкість соснових лісів. З цією метою ним і його співробітниками в різних регіонах України було закладено мережу екологічних напівстаціонарів, аналіз спостережень на яких став основою монографії "Экология сосновых лесов", написаної у співавторстві (1989). У ній всебічно оцінено умови місцезростань деревного виду – ценотичні, мікрокліматичні, ґрунтові.

Упродовж останнього десятиріччя В.К. М'якушко розробляє питання сільськогосподарської екології як науки про складні динамічні системи Землі, створені людиною (агроекосистеми, агроландшафти). Результатом цієї роботи стало видання у співавторстві "Сільськогосподарської екології" (1992). У ній докладно розглянуто питання організації агроландшафтів як систем, що складаються з різних підсистем: організа-

ційно-господарської, агробіотичної (склад, структура, сівозміни, взаємовідносини між організмами), ґрунтової, агролісомеліоративної, водогосподарської тощо). Висвітлено роль лісових насаджень у оптимізації сільськогосподарських ландшафтів, питання оптимальної лісистості, природоохоронні аспекти, проблеми хімізації та біологічного захисту рослин. Запропоновано елементи екологічної системи рільництва.

З 1980 р. В.К. М'якушко викладав курси дендрології і охорони природи в Українській сільськогосподарській академії (тепер – Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ), де він понад десять років очолював кафедру дендрології та охорони природи, а з 1991 по 1999 рр. був її професором. За ці роки підготував кілька програм, разом з колегами видав навчальні посібники "Екологія" (1984) та "Охорона природи" (1986). Під його керівництвом підготовлено і захищено 14 кандидатських дисертацій.

В.К. М'якушко керував Проблемною радою лісогосподарського факультету, був членом Спеціалізованої ради із захисту дисертацій, активним членом Українського ботанічного товариства і понад десять років очолював його екологічну секцію. Всього В.К. М'якушко опублікував близько 180 наукових праць, зокрема – шість монографій і навчальних посібників.

Його трудові та бойові заслуги відзначені низкою урядових нагород.

Усі, хто знав Володимира Костянтиновича М'якушка, глибоко сумують з приводу важкої втрати. Світлий образ Володимира Костянтиновича – інтелігентного, життєрадісного, доброзичливого колеги назавжди залишиться у наших серцях.

Похований В.К. М'якушко в м. Києві на Берковецькому цвинтарі.

O.K. Tytarenko

IN MEMORY OF PROFESSOR VOLODYMYR KOSTYANTYNOVYCH MYAKUSHCO (15.12.1922-27.02.2011)

УДК 630(092)*

В.П. ШЛАПАК

ПАМ'ЯТІ ПРОФЕСОРА ГЕОРГІЯ ІВАНОВИЧА РЕДЬКА (25.11.1930-26.11.2011 РР.)

26 листопада 2011 р. на вісімдесят другому році життя відійшов у вічність Георгій Іванович Редько – Заслужений діяч науки Російської Федерації, академік Російської академії природничих наук та Лісівничої академії наук України, лауреат премії імені Ломоносова, доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри лісових культур Санкт-Петербурзької державної лісотехнічної академії, видатний та широко відомий український і російський вчений. Пішов, залишивши нам гідний для наслідування приклад порядності, доброзичливості, розсудливості. Він відомий як учений у царині наукових досліджень з лісових культур, лісознавства та історії лісового господарства, зокрема, створення й вирощування стійких деревних порід як у Держлісфонді України, так і на неужитках, землях, непридатних для сільськогосподарського використання, полезахисного лісорозведення, захисних лісових смуг вздовж автомобільних доріг в різних регіонах України.



Народився Георгій Іванович Редько 25 листопада 1930 р. в селищі Благодатне Донецької області в Україні. Друга світова війна перервала навчання юнака в Благодатненській неповній середній школі. Але вже у літні місяці 1943 р. після звільнення території від фашистських загарбників він розпочав свою трудову діяльність, працюючи у місцевому колгоспі, де пройшов перше трудове загартування. У 1946-1949 рр. навчався у Великоанадольському лісовому технікумі, де здобув спеціальність техніка-лісівника, а невдовзі став студентом лісогосподарського факультету Ленінградської лісотехнічної академії ім. С.М. Кірова (тепер – Санкт-Петербурзька державна лісотехнічна академія). Доля Георгія Івановича була надовго пов'язана із цим одним з найбільших у світі вищим лісовим навчальним закладом. Тут він став членом ВКП (б), захистив диплом з відзнакою.

Після завершення навчання Г.І. Редько направляється працювати в Тихвінський лісгосп Ленінградської області, де продовжив трудову діяльність на посаді старшого лісничого. У 1955 р. він на конкурсній основі вступає до аспірантури Інституту лісу АН УРСР і УкрНДІЛГА, яку закінчив з відзнакою у 1958 р. За період навчання в аспірантурі він успішно захистив кандидатську дисертацію на тему: "Культура тополі в Лісостепу УРСР" на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук. Це дало змогу з 1958 по 1971 рр. працювати старшим науковим співробітником, завідувачем відділу лісівництва, директором (з 1959 р.) Поліської агролісомеліоративної дослідної станції УкрНДІЛГА. За час роботи на станції Г.І. Редько зібрав матеріал з біології тополі та її розведення в Україні. З цієї проблеми в 1971 р. він захистив дисертацію на тему: "Біологія тополі і її розведення в Україні" на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук. І в цьому ж році молодий енергійний учений прийняв пропозицію обійняти посаду завідувача кафедри лісових культур Ленінградської ордена Леніна лісотехнічної академії ім. С.М. Кірова, де пропрацював до останнього дня життя. Саме на посаді завідувача кафедри лісових культур розкрився талант Георгія Івановича як ученого й педагога. Він став ініціатором проведення щорічних творчих зустрічей викладачів-лісокультурників у вищих навчальних закладах колишнього СРСР.

Ім'я Георгія Івановича Редька широко відоме як у Росії, так і в Україні. Його праці з історії лісового господарства СРСР, зокрема, з біології й культури тополі, з вирощування садивного матеріалу й багатьох інших сучасних проблем лісових культур і лісівництва викликають велику цікавість, на них посилаються фахівці, по них навчаються студенти. Г.І. Редько увесь час вів велику суспільну роботу. Його обирають членом і секретарем партбюро, заступником секретаря парткому академії з ідеологічної роботи, головою місцевкому, членом проблемних рад з лісознавства Держкомлісу СРСР, ЦНДІЛГІС, членом спеціалізованих вчених рад ЛТА, ЛенНДІЛГ й, звичайно, на той час ордена Трудового Червоного прапора сільськогосподарської академії (тепер – НУБіП України) в м. Києві. Впродовж більше ніж 40 років Г.І. Редько постійно відвідував Україну, де брав активну участь у підготовці наукових кадрів як член спеціалізованих рад, офіційний опонент тощо.

Професор Г.І. Редько відрізнявся здатністю бачити в цілісно розвиток різних напрямків лісової науки й вчасно виділяти з них основні, найбільш перспективні як з погляду теорії, так і запиту виробництва. Тісний зв'язок з виробничими проблемами був однією з характерних рис його діяльності, а практика роботи підтверджувала справедливість цього принципу. Багато уваги він приділяв розвитку наукового світогляду молодих учених. Аспірантську підготовку під його керівництвом пройшли 66 випускників вузів, з яких 11 захистили докторські дисертації і вже мають своїх учнів. Кандидатські дисертації захистили 55 здобувачів, зокрема – із Сирії, Єгипту, В'єтнаму, Китаю, Німеччини, Судану. А це вже школа професора Г.І. Редька.

Г.І. Редько проводив велику просвітницьку роботу. За запрошенням вищих навчальних закладів він виступав з лекціями, ділився педагогічним досвідом у лісових ВНЗ Архангельська, Красноярська, Воронежа, Києва, Свердловська, Йошкар-Оли, Брянська, Києва й інших. З науковими відрядженнями відвідував Болгарію, Угорщину, Чехословаччину, Польщу, Монголію, США, Китай, Фінляндію.

Як викладач він був вимогливим, принциповим і справедливим до своїх слухачів. Педагогічну роботу поєднував із адміністративною. У 1974-1979 рр. працював в ЛТА проректором з наукової роботи. Дивна працездатність і ерудиція сприяли багатогранності його наукових досліджень. Г.І. Редько був знатним ученим в області лісокультурної справи. Він – основний автор трьох видань підручника для ВНЗ з лісових культур. Під його керівництвом і за його участю за результатами науково-дослідних робіт розроблено практичні рекомендації із плантаційного вирощування тополі, з норм висіву насіння під час створення культур у тайговій зоні, а також з технології створення культур дуба в Тульських засіках, Пристепових борах Росії та України, з лісової рекультивації земель, порушених земель під час прокладання газо- і нафтопроводів у лісотундрі й тундрі Таймиру, з боротьби із плодоношенням тополі у м. Санкт-Петербурзі. На основі вивчення закономірностей взаємодії деревних і чагарникових порід у мішаних культурах вчений розробив типи лісових культур.

Г.І. Редько був одним із провідних учених з історії лісового господарства Росії та України. Він відновив історію створення й вирощування, сучасний стан, значення для науки й практики багатьох видатних лісокультурних об'єктів, корабельних лісів Росії й України. А чого тільки вартує капітальна праця "Полковник Корпуса лесничих", що розповідає на більше ніж 500 сторінках про життя, долю, досвід піонера степового лісорозведення професора В.Є. фон Граффа, показавши, що у вітчизняній історії важко знайти аналог подвигу, зробленому фон Граффом на лісовій ниві, який трудився не для себе, а для майбутнього! Ще ніхто так повно не написав про творчість В.Є. фон Граффа, як це зробив Георгій Іванович. Також неоцінюванними є трилогія "Рукотворні ліси Європейської Півночі" (1991), "Корабельний ліс у славу флоту Російського" (1993). Монографія "Лісовідновлення на Європейській Півночі" (1994) оцінена премією й медаллю Ломоносовського фонду. Тільки нещодавно видавництво МГУЛ випустило дві ґрунтовні монографії Г.І. Редька та Н.Г. Редько: "История лесного хозяйства России" (2002) і "Лесное хозяйство России в жизнеописании его известных деятелей" (2003). За результатами нашої спільної праці із професором Г.І. Редьком опубліковано шість монографій, брошур, багато інформаційних листів та наукових статей.

Професор Г.І. Редько, маючи майже 70-річний стаж роботи, нагромадив значний теоретичний і практичний досвід керівника, ученого й викладача. Характерною рисою його діяльності є широкий кругозір, уміння зосередитися на нових, точних наукових ідеях, але водночас він критично ставився до наукових досліджень своїх учнів та колег.

Академік Г.І. Редько – автор (співавтор) понад 450 друкованих праць, зокрема монографій, підручників, навчальних та методичних посібників, брошур, рекомендацій виробництву, які відомі як в Україні, так і далеко за її межами. Рецензент і титульний редактор низки наукових видань. Науковий керівник 55 кандидатських і 11 докторських дисертацій.

За успішну багаторічну виробничу й науково-педагогічну діяльність, за успіхи у підготовці інженерних і наукових кадрів Г.І. Редька було нагороджено медалями "За трудову доблесть" (1966), "За доблесну працю на відзначення 100-річчя від дня народження В.І. Леніна" (1971), "Ветеран праці" (1987). Указом президента Російської Федерації Б.М. Єльцина професору Г.І. Редьку присвоєне почесне звання "Заслужений діяч науки Російської Федерації" (1993). Він був обраний академіком Російської Академії природничих наук і Лісівничої академії наук України. Розроблена технологія вирощування швидкорослих порід відзначена Президією РАПН медаллю ім. П.Л. Капіци "Автор наукового відкриття" (1995).

Ми глибоко сумуємо з приводу непоправної втрати і висловлюємо співчуття рідним і близьким покійного. Низький уклін Вам, дорогий вчителю, колего й друже! Нехай Вам, Георгію Івановичу, буде земля пухом і царство небесне.

V.P. Shlapak

IN MEMORY OF PROFFESSOR GEORGIY IVANOVYCH REDKO (25.11.1930-26.11.2011)

УДК 630-051(092)

***М.П. ГОРОШКО*[1], *В.В. ДУДОК*[2]**

ВЛАДИСЛАВ ШАФЕР: ШЛЯХ ВІД ПРОФЕСОРА ВИЩОЇ ЛІСОВОЇ ШКОЛИ У ЛЬВОВІ ДО ВСЕСВІТНЬОЇ ГАЛЕРЕЇ ВІЧНОЇ СЛАВИ ДІЯЧІВ ОХОРОНИ ПРИРОДИ (ДО 125-РІЧЧЯ ВІД ДНЯ НАРОДЖЕННЯ)

Висвітлено основні етапи наукової, освітньої, природоохоронної та просвітницької діяльності видатного польського вченого Владислава Шафера (1886-1970). В. Шафер був професором Вищої лісової школи у Львові, ректором Ягеллонського університету[3], головою Ботанічного комітету Польської АН, засновником і директором Інституту ботаніки Польської АН. Професор В. Шафер опублікував 693 праці, з охорони природи – понад 400 робіт. Здійснював багато досліджень, подорожуючи цілим світом. Був автором геоботанічних мап Польщі. Доклав праці до створення більшості національних парків у Польщі, зокрема Біловезького, Пенінського, Білогірського, Татранського та ін. Третій Міжнародний конгрес Всесвітнього фонду охорони дикої природи, який відбувся у жовтні 1973 р., визнав Владислава Шафера одним із 16 найвидатніших діячів у природоохоронній сфері.

Учений зі світовим іменем, ботанік, дійсний член Польської АН та її віце-президент, автор численних наукових праць, професор, доктор Владислав Шафер (1886-1970) народився 23 липня 1886 р. в Соснівці біля Кракова. Закінчив гімназію в 1905 р. у Ряшеві (тепер Жешув), де виявив велике зацікавлення природничими науками. Любов до природи, захоплення рослинним світом спричинилися до того, що він почав студіювати ботаніку в 1905-1908 рр. у Відні в професорів Р. Ветстейна, І. Вейснера, І. Шиффера. Під час навчання та по закінченні Віденського університету брав участь у наукових експедиціях в Альпи та країни Адріатики, де збирав цінні матеріали з рослинного покриву тих місць. Підсумком експедицій була наукова праця "Про завдання та мету географії рослин", 1909 р.



У 1910 р. Владислав Шафер трапляється у Львові з визначним ученим, професором Маріанном Раціборським, котрий завідував кафедрою ботаніки в місцевому університеті. В. Шафер стає асистентом професора. Незабаром, того ж року, В. Шафер здобув ступінь доктора філософії на основі наукового дослідження "Геоботанічні особливості Галицьких Медоборів", 1910 р.

Отримавши стипендію на подальше навчання, В. Шафер знову їде до Відня, потім – до Мюнхена, готуючись очолити кафедру ботаніки у Вищій лісовій школі у Львові. У Відні він вивчав анатомію деревини, а також, виконуючи наукову програму, описав сорти польських троянд. Поглиблюючи знання з систематики рослин, В. Шафер також вивчав біологію лісу в 1911-1912 рр. у лісовому відділі, цікавився тогочасною проблематикою лісівництва. Він приділяв багато уваги вивченню шкідників лісу та ґрунтознавству, тоді ж систематизував верби для праці "Флора Польщі".

Повернувшись до Львова у 1912 р., В. Шафер став професором ботаніки у Вищій лісовій школі. Початок Першої світової війни перервав наукову та педагогічну діяльність вченого, котрий записався добровольцем до Східного легіону під командуванням Йозефа Галлера. Пройшовши перевишкіл у Кракові, працював бактеріологом. Улітку 1917 р. проф. В. Шафер полишає військову службу в Любіні та очолює кафедру ботаніки в Ягеллонському університеті, після смерті професора М. Раціборського. Тоді ж його було запрошено на посаду директора Ботанічного інституту, а також Ботанічного саду в Кракові.

[1] **ГОРОШКО Мирон Петрович** – завідувач кафедри лісової таксації та лісовпорядкування, кандидат сільськогосподарських наук, професор. Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів, 79057. Тел.: +3097-500-90-09. E-mail: horoshko_mp@ukr.net

[2] **ДУДОК Володимир Васильович** – редактор редакційно-видавничого відділу. Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів, 79057. Тел.: +3096-463-19-26. E-mail: dudok@ukr.net

[3] Ягеллонський університет (пол. Uniwersytet Jagielloński), часто Краківський університет – заснований 1364 року Казимиром III, реорганізований 1400 році Владиславом II Ягайлом (назва була надана університетові у 19 столітті щоб підкреслити зв'язок з династією Ягеллонів). Цей вищий навчальний заклад у місті Кракові є найдавнішим у Польщі і одним з найдавніших у Європі, сьогодні має 15 факультетів.

У 1918 р. здобув титул надзвичайного професора Ягеллонського університету. Він викладав палеоботаніку, флористику, систематику рослин, географію рослин. Серед найвагоміших праць В. Шафера періоду 1920-1949 рр. – "Короткий нарис лісової ботаніки", "Про фенологічні пори року у Польщі", "Гірський елемент у рівнинній флорі Польщі", "Скарби природи і їх охорона", "Два зільники", "Ботанічні начерки".

Наукова діяльність проф. В. Шафера дуже широка: вона охоплює багато галузей ботанічної науки. У галузі систематики рослин В. Шафер продовжує багатотомне видання "Флора Польщі", розпочате М. Раціборським. У 1924 р. разом зі своїми учнями видав довідник "Польські рослини". У 1949 р. опрацював популярний визначник "Дерева і кущі". Серед праць з систематики рослин цікавим є наукове дослідження 1913 р. "Матеріали до знайомства з модриною євразійською", яка є у бібліотечному фонді НЛТУ України.

Географія рослин – інша ділянка наукової діяльності вченого. Про вагомість його досліджень у цій царині свідчить той факт, що підручник В. Шафера "Основи загальної географії рослин" у 1949 р. та у 1952 р. було видано в Польщі, у 1956 р. – російською мовою у Москві.

Соціологія рослин – нова галузь ботаніки, одним з її засновників був саме В. Шафер. Він здійснював фітосоціологічні дослідження, які потім продовжили його учні. Від самого початку своєї наукової діяльності вчений почав займатися палеоботанікою і 30 років присвятив саме цій науці. Дослідження з палеоботаніки стали дорогоцінним внеском до скарбниці світової науки, і не тільки ботаніки, але й геології.

Великий науковий внесок В. Шафера у сфері флористики, географії рослин та палеоботаніки прислужився для практичного користування. У 1959 р. під редакцією професора В. Шафера було виконано колективну працю "Рослинний покрив Польщі".

Значний діапазон наукових досліджень вченого пов'язаний з біологією квітів, які він дуже любив.

Зокрема, особливо улюблена галузь праці В. Шафера – охорона природи. Служінню цій ідеї він віддав майже 60 років своєї діяльності. У своїх працях вчений пропагував гуманістичні ідеї, своєрідно тлумачив зв'язок людини з природою. Саме природа давала йому натхнення та духовні сили.

Перші праці, ще будучи асистентом у 1908-1910 рр., В. Шафер присвятив саме охороні навколишнього середовища, намагався зберегти деякі фрагменти Медоборів, клопотався у Галицькому лісовому товаристві про інвентаризацію дерев та лісів, які заслуговують на охорону. Коли В. Шафер став професором Вищої лісової школи у Львові, він ввів до курсу своїх лекцій розділ з охорони природи. Вчений налагодив тісний контакт з діячами Комісії охорони природи Польського краєзнавчого товариства і поставив перед ними питання про створення в Польщі державної організації з охорони навколишнього середовища. У грудні 1919 р. почала діяти Тимчасова державна комісія з охорони природи, головою якої став В. Шафер. Завдяки керівництву вченого та багатьом подвижникам, яких професор залучив до її роботи, було здійснено інвентаризацію пам'яток природи, організовано заказники, розроблено проекти національних парків. У 1925 р. комісію було реорганізовано в Державну раду з охорони природи, керівником якої аж до 1949 р. теж був В. Шафер.

Під час німецької окупації Польщі В. Шафер залишився у Кракові, його було звільнено з посади директора Ботанічного саду із забороною навіть з'являтися там. Але помешкання професора стало дійсно центром ботанічного життя у Кракові: тут збиралися науковці, читали реферати, відбувалися наукові дискусії. Він організував матеріальну опіку над родинами ув'язнених професорів Яґеллонського університету, був його таємним ректором.

Після звільнення Польщі В. Шафер знову очолює Державну раду з охорони природи, бере активну участь в організації національних парків, об'їздить всі національні парки Польщі, найбільше уваги приділяє Біловезькій пущі.

Окремим аспектом праці В. Шафера з охорони природи були міжнародні зв'язки. У 1928 р. разом з професором М. Сідлецьким він став ініціатором створення організації "Міжнародне бюро охорони природи". У Брюсселі в 1936-1938 рр. В. Шафер мав честь представляти уряд Польщі в Генеральній раді цієї першої міжнародної установи з охорони природи. Вчений був палким прихильником зміцнення міжнародних зв'язків, сприяв створенню у 1948 р. Міжнародної унії охорони природи.

Виявом найвищого визнання заслуг професора В. Шафера у цій царині було надання вченому на конференції в Афінах у 1958 р. звання Почесного члена Міжнародної унії охорони природи. Він брав активну участь у роботі Унії, був членом екологічної комісії, а також членом Комісії національних парків. В. Шафер був членом багатьох наукових товариств у Польщі, а також за кордоном. Здійснював багато досліджень, подорожуючи цілим світом. Був редактором часописів "Охорона природи" та "Охороняймо природу Вітчизни". Був автором геоботанічних мап Польщі. Доклав праці до створення більшості національних парків у Польщі, зокрема Біловезького, Пенінського, Білогірського, Татранського та ін.

У 1936-1938 рр. В. Шафер був ректором Яґеллонського університету, в 1945-1947 рр. – його проректором. У 1952-1955 рр. був головою Ботанічного комітету Польської АН, в 1953 р. заснував Інститут ботаніки Польської АН у Кракові та був його директором до 1961 р. Найулюбленішою справою, якій В. Шафер віддав 42 роки свого життя, була праця у Ботанічному саду при Яґеллонському університеті.

Загалом професор В. Шафер опублікував 693 праці, з охорони природи – понад 400 робіт.

За великі заслуги у сфері науки та культури Уряд Польщі нагородив В. Шафера найвищою відзнакою країни – Орденом прапора праці 1-го ступеня. Він був доктором honoris causa Яґеллонського університету, UMSCS у Любіні, Карлового університету у Празі.

Помер Владислав Шафер 16 листопада 1970 р., похований у Кракові. У бібліотечному фонді НЛТУ України зберігається двадцять одна праця професора В. Шафера. З поваги до заслуг В. Шафера, його прізвище є у списку почесних діячів Світової фундації диких тварин (WWF).

Третій Міжнародний конгрес Всесвітнього фонду охорони дикої природи, який відбувся в жовтні 1973 р., започаткував Галерею вічної слави діячів охорони природи, які померли після 1960 р. Конгрес оп-

рилюднив перший список прізвищ найвидатніших діячів. Серед шістнадцятьох – перший голова Державної ради з охорони природи Польщі – ботанік Владислав Шафер[1].

[1] Автори висловлюють щиру вдячність колишній працівниці бібліотеки НЛТУ України Елеонорі Козловській за допомогу в підготовці матеріалу

М.П. Горошко, В.В. Дудок

ВЛАДИСЛАВ ШАФЕР: ПУТЬ ОТ ПРОФЕССОРА ВЫСШЕЙ ЛЕСНОЙ ШКОЛЫ ВО ЛЬВОВЕ К ВСЕМИРНОЙ ГАЛЕРЕЕ ВЕЧНОЙ СЛАВЫ ДЕЯТЕЛЕЙ ОХРАНЫ ПРИРОДЫ (К 125-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)

Отражены основные этапы научной, образовательной, природоохранной и просветительской деятельности выдающегося польского ученого Владислава Шафера (1886-1970). В. Шафер был профессором Высшей лесной школы во Львове, ректором Ягеллонского университета, председателем Ботанического комитета Польской АН, основателем и директором Института ботаники Польской АН. Профессор В. Шафер опубликовал 693 научные труды, из охраны природы – свыше 400 работ. Осуществил много исследований, путешествуя по всему миру. Был автором геоботанических карт Польши. Приложил много усилий к созданию большинства национальных парков в Польше, в частности – Беловежского, Пенинского, Белогорского, Татранского и др. Третий Международный конгресс Всемирного фонда охраны дикой природы, который состоялся в октябре 1973 г., признал В. Шафера одним из 16 самых выдающихся деятелей в природоохранной сфере.

M.P. Goroshko, W.W. Dudok

VLADISLAV SCHAFER: FROM PROFESSOR OF HIGHER FORESTRY SCHOOL IN LVIV TO THE WORLD GALLERY OF ETERNAL GLORY OF NATURE PROTECTION PERSONALITIES (125-TH YEARS ANNIVERSARY FROM BIRTHDAY)

The main stages of scientific, educational, environmental and educational activities of prominent Polish scholar Vladislav Schafer (1886-1970) are covered in the paper. V. Schafer was Professor at the Forestry School in Lviv, the Rector of the Jagiellonian University, Head of the Botanical Committee of the Polish Academy of Sciences, the founder and director of the Institute of Botany, Polish Academy of Sciences. Professor W. Schafer has published 693 publications, over 400 from them are about nature protection. He performed many studies traveling over the world. He was the author of geobotanical maps of Poland. V. Shafer contributed to the foundation of most national parks in Poland, including Bialowieska, Pennine, Belogorsk, Tatra, and others. Third International Congress of the World Wildlife Fund which was held in October 1973, recognized V. Schafer as one of the 16 most prominent activists in the environmental protection field.

УДК 528-051(092)+630

М.П. ГОРОШКО[1], С.І. МИКЛУШ[2], М.О. МЕЛЬНИЧУК[3]

ПЕТРО ВАСИЛЬОВИЧ ПАВЛІВ: ВЧЕНИЙ-ГЕОДЕЗИСТ У ЦАРИНІ ЛІСОВОЇ СПРАВИ (ДО 80-РІЧЧЯ ВІД ДНЯ НАРОДЖЕННЯ)

Висвітлено життєвий та творчий шлях і наукові здобутки у галузі геодезії та лісової справи відомого вченого, професора кафедри лісової таксації лісовпорядкування та геодезії Українського державного лісотехнічного університету (сьогодні – Національний лісотехнічний університет України), дійсного члена Лісівничої академії наук України, заслуженого діяча науки і техніки України Петра Васильовича Павліва.

Хочемо згадати про одного з тих, кому належить немала заслуга як у розвитку геодезичної науки в Україні, так і у підготовці геодезичних й лісогосподарських кадрів.

Петро Васильович Павлів народився 28 серпня 1931 року в с. Малі Дідушичі Стрийського району Львівської області в багатодітній селянській сім'ї. Дитинство П.В. Павліва пройшло в рідному селі, а середню школу він закінчив у м. Стрию в 1948 році. У цьому ж році він вступає на геодезичний факультет Львівського політехнічного інституту (ЛПІ, сьогодні – Національний університет "Львівська політехніка"), який успішно закінчив у 1953 році, отримавши кваліфікацію інженера-геодезиста. Свою професійну трудову діяльність П.В. Павлів розпочав в Українському аерогеодезичному підприємстві Головного управління геодезії і картографії, хоча перші навики професійної діяльності здобув ще під час навчальних та виробничих практик. Його, як кращого студента, залучали до виконання польових топографо-геодезичних робіт у районах Закарпаття. Виробнича діяльність молодого спеціаліста була пов'язана з виконанням високоточних астрономо-геодезичних робіт для створення Державної геодезичної мережі. Польові роботи він виконував у різних фізико-географічних регіонах колишнього СРСР. Це Курська магнітна аномалія, Каховська гідроелектростанція, цілинні простори Казахстану, нафтогазоносні райони Тюменської області Росії, південні та східні райони України.



Набувши достатнього виробничого досвіду, у 1957 р. Петро Васильович успішно склав іспити і вступив в аспірантуру при кафедрі "Інженерна геодезія" Київського інженерно-будівельного інституту (науковий керівник професор, доктор технічних наук М.Г. Відуєв). Після закінчення аспірантури у 1960 році отримав скерування на роботу у Львівський політехнічний інститут, де розпочинається його науково-педагогічна діяльність на посаді асистента. А в 1963 році, у зв'язку з переведенням нафтового факультету у філіал ЛПІ в м. Івано-Франківську, П.В. Павліва скеровують туди на посаду старшого викладача. Але вже з вересня 1966 року його було обрано за конкурсом на посаду старшого викладача кафедри лісової таксації, лісовпорядкування та геодезії Львівського лісотехнічного інституту. З 1968 року – доцент, а з 1990 року – професор цієї ж кафедри. У 1967 році йому присвоєний науковий ступінь кандидата технічних наук, а в 1988 році – доктора технічних наук за захист дисертації на тему: "Проблеми високоточного нівелювання і методи їх вирішення".

За 40 років наукової діяльності професор П.В. Павлів опублікував понад 150 наукових статей, монографії та навчальні посібники з геодезії для студентів лісогосподарського профілю. Серед них – монографія "Проблеми високоточного нівелювання" (1988 р.), яка на Республіканському конкур-

[1] **ГОРОШКО Мирон Петрович** – член-кореспондент Лісівничої академії наук України, завідувач кафедри лісової таксації та лісовпорядкування, кандидат сільськогосподарських наук, професор. Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів, 79057. Тел.: +38097-500-90-09. E-mail: horoshko_mp@ukr.net

[2] **МИКЛУШ Степан Іванович** – дійсний член Лісівничої академії наук України, доктор сільськогосподарських наук, професор, декан лісогосподарського факультету. Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів, 79057. Тел.: +38(032)237-10-45. E-mail: msi_s@ukr.net

[3] **МЕЛЬНИЧУК Микола Олексійович** – старший викладач кафедри лісової таксації та лісовпорядкування НЛТУ України. Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів, 79057. Тел.: +38067-345-76-19. E-mail: meknychuk.mykola@ukr.net

сі наукових праць була удостоєна премії та диплому "За кращу наукову роботу" і монографія у співавторстві "Проблеми вивчення сучасних рухів земної кори" (1977 р.) Професор П.В. Павлів настільки ретельно досліджував проблему підвищення точності прецизійного нівелювання, що став одним з провідних вчених Європи у цьому напрямку. Під його науковим керівництвом працювало десять аспірантів та здобувачів наукового ступеня кандидата наук, більшість з яких захистили дисертації. Про фундаментальність та глибину наукового пошуку свідчать такі кандидатські дисертації як, наприклад: "Дослідження та врахування сучасних рухів земної кори в гідротехнічному будівництві" (Т.В. Радьо), "Розроблення і дослідження методів врахування нівелірної рефракції в турбулентній атмосфері" (І.І. Стащишин), "Розроблення методів виявлення та врахування похибок, обумовлених нестійкістю реперів та перехідних точок" (П.І. Пневський), "Комплексне дослідження сезонних гідротермічних деформацій земної поверхні" (В.Г. Павлик).

З часу проголошення Україною незалежності П.В. Павлів активно підтримав ідею створення та увійшов до колективу авторів першого україномовного "Геодезичного енциклопедичного словника", який побачив світ, на жаль, вже після його смерті.

Професор П.В. Павлів був членом редакційної колегії Республіканського науково-технічного журналу "Геодезія, картографія і аерофотознімання", членом спеціалізованої Ради із захисту докторських і кандидатських дисертацій (спеціальність – геодезія). Активну участь Петро Васильович брав у діяльності Львівського відділення астрономо-геодезичного товариства як член Правління.

Професор П.В. Павлів був одним з фундаторів Лісівничої академії наук України (ЛАН України), учасником її Установчої конференції 30 листопада 1993 р., дійсним членом ЛАН України.

П.В. Павлів тривалий час брав активну участь як науковий консультант у створенні енциклопедії лісівництва.

Його працелюбність проявилась також у різних сферах громадського життя – виконував роботу відповідального секретаря приймальної комісії, впродовж 18 років був заступником декана лісогосподарського факультету тощо.

Така багатогранна наукова, педагогічна і громадська діяльність Петра Васильовича Павліва здобула йому заслужену повагу в лісотехнічному університеті та в геодезичних колах України, за що йому присвоєно в 1997 році Указом Президента України почесне звання "Заслуженого діяча науки і техніки України".

Професор П.В. Павлів раптово помер 7 жовтня 1999 року у м. Львові. Похований на цвинтарі в с. Сокільниках, що на околиці Львова. Не помилимось, стверджуючи, що до кінця свого життя він був зразком працьовитості і наполегливості, одним з яскравих представників української геодезичної науки.

М.П. Горошко, С.И. Мыклуш, Н.А. Мельнычук

ПЕТР ВАСИЛЬЕВИЧ ПАВЛИВ: УЧЕНЫЙ-ГЕОДЕЗИСТ НА ПОПРИЩЕ ЛЕСНОГО ДЕЛА (К 80-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)

Освещен жизненный и творческий путь, научные достижения в области геодезии и лесного дела известного ученого, доктора технических наук, профессора кафедры лесной таксации, лесоустройства и геодезии Украинского государственного лесотехнического университета (теперь – Национальный лесотехнический университет Украины), действительного члена Лесной академии наук Украины, Заслуженного деятеля науки и техники Украины Петра Васильевича Павлива.

M.P. Goroshko, S.I. Myklush, M.O. Melnychuk

PETRO VASYL'OVYCH PAVLIV: SCIENTIST-GEODESIST ON WALK OF LIFE OF FORESTRY (TO THE 80-TH YEARS FROM THE DAY OF BIRTH)

This paper describes the life story and scientific achievements of the Petro Vasyl'ovych Pavliv, famous scientist in the field of geodesy and forestry, Doctor of Technical sciences, Professor of the Department of Forest Biometry, Forest Planning and Geodesy of the Ukrainian State Forestry University (Ukrainian National Forestry University now), Full member of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, Honored Worker of Science and Technology.

*УДК 630*911*

В.Д. БОНДАРЕНКО[1]

СПАДЩИНА І СПАДКОЄМЦІ ПРОФЕСОРА В.Д. ОГІЄВСЬКОГО (ДО 150-РІЧЧЯ ВІД НАРОДЖЕННЯ)

Подано інформацію про життєвий і творчий шлях видатного українського науковця проф. В.Д. Огієвського – засновника лісової дослідної справи в Україні та в Росії. Охарактеризовано основні напрями і результати наукових досліджень, виконаних за ініціативою та за участі вченого. Розроблені на їх основі рекомендації не втратили, здебільшого, актуальності до сьогодні. Серед прямих нащадків професора – кілька поколінь лісівників, а загалом, започатковану його зусиллями лісову дослідну справу продовжує численний загін сучасних науковців.

"Нічого не буває спочатку, завжди щось було попереду". Це вислів українського письменника з Словаччини Івана Яцканина. Наведено його тут з огляду на специфіку лісівничої праці, в результатах якої – досвід і досягнення багатьох поколінь лісівників. Звідси висновок: неперервність наукових знань і практичних справ – запорука розвитку лісознавства і лісівництва, як напряму природокористування та забезпечення середовище-стабілізаційного значення лісів.

Одним з визначних попередників сучасних лісівників України є засновник лісової дослідної справи професор Василь Дмитрович Огієвський. Народжений 30 січня (11 лютого за новим стилем) 1861 р. (Український радянський енциклопедичний словник, 1988, т. 2). Місце народження – м. Кролевець, теперішній райцентр Сумської області, за Гетьманщини – це було сотенне містечко Ніжинського полку.



Василь Огієвський

Перший з Огієвських, про кого збереглася письмова згадка – Степан – походив з Житомирщини, переселився на Глухівщину (1675) у с. Спаське, згодом зі старшим сином Павлом переїхав до Харкова. Другий син Іван жив спочатку у Спаському, потім – у Кролевці. Був заможним, за якусь особисту рису одержав прізвище Огій. Мав п'ятеро дітей – Огієнків та Огієвичів (в документах то так, то так). Онуки ж Івана Огія вже Огієвські. Серед них були козаки, військові канцеляристи, посадові особи в козацьких урядах Кролевця та навколишніх сіл. Онук Григорій, а потім син Григорія Максим (народився 1734 р.) були сотниками Кролевецької сотні. Максим мав сина Дмитра, доктора медицини (він, між іншим, переклав з французької віршами твір Вольтера "Міркування про військове мистецтво"). Когось із пізніших нащадків теж назвали Дмитром. Від нього Дмитровичі: Василь (1861 р. народження), Володимир (1862), Настя.

Про Максима відомо (В. Модзалевський. Малоросійський родословник, т. 3. К., 1912), що він бував у Костянтинополі і Венеції, у Кролевці мав 18 душ підсусідків (підсусідок – безземельний селянин, що живе у чужому будинку, працює на господаря за харчі і одяг). За станом здоров'я у 1767 р. Максима з посади звільнено із збереженням чину сотника. Жив, ймовірно, до 1787 р.

Василь Дмитрович Огієвський середню освіту отримав у Полтавській військовій гімназії, вищу – в Санкт-Петербурзькому лісовому інституті. У 1887 р. молодому спеціалісту присвоюють звання вченого лісівника I розряду за роботу "Рассмотрение способа составления массовых сортиментных таблиц и таблиц сбегов, принятого в правилах, утвержденных 5 февраля 1883 г.". За спогадами проф. М. Орлова, "вже у студентські роки Василь Дмитрович відзначався серйозністю, наполегливою вдачею, зацікавленістю заняттями і громадським життям. Він не був балакучим, але спокійність, витримка, короткі виважені репліки примушували прислухатись до його думки".

Практичну діяльність лісівника В.Д. Огієвський розпочав на посаді помічника лісничого в Крженицькому лісництві (Польща), а в 1888 р. отримав таку ж посаду в Одоєвському лісництві Тульської губернії (Росія). Одночасно став там викладачем місцевої лісової школи. У цей період захопився вивченням природного поновлення дуба та причин загибелі лісових культур. З учнями школи заклав серію дослідів з вирощування сіянців деревних і чагарникових порід у роз-

[1] **БОНДАРЕНКО Володимир Данилович** – дійсний член Лісівничої академії наук України, кандидат сільськогосподарських наук, професор кафедри лісівництва. Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів, 79057. Тел.: +38-066-196-00-05. E-mail: bondv@ua.fm

саднику, з лісових культур, вів фенологічні спостереження. Підготував, зрештою, першу наукову працю "Розсадник шпилькових сіянців у Тульській губернії" ("Русское лесное дело", № 20, СПб, 1892-1893). Тоді ж (1890 р.) у нього народився син Володимир.

Наставником і безпосереднім керівником науково-дослідної роботи В.Д. Огієвського став завідувач згаданої лісової школи відомий лісівник А.П. Молчанов. Він же разом з Ф. Арнольдом та І. Шатіловим рекомендували Лісовому департаменту царського уряду відрядити молодого науковця за кордон для ознайомлення з європейським досвідом організації лісової дослідної справи. До речі, в 1918-1921 рр. А.П. Молчанов працював у Києві в Лісовому департаменті УНР.

У 1892 р. В.Д. Огієвського призначають молодшим запасним лісничим Лісового департаменту та посилають у дворічне наукове відрядження в Західну Європу. Ознайомившись з роботою лісових дослідних станцій Німеччини, Франції, Австрії, з науковими працями тамтешніх видатних лісівників, Василь Дмитрович у звіті про відрядження (а потім у подальших доповідних Лісовому департаменту і публікаціях) запропонував напрямки і програму науково-дослідних робіт, план організації науково-дослідних станцій і лісництв, наголосив, що лісівництво в Росії повинно йти самостійним шляхом і характер досліджень тут має відрізнятись від досліджень у західноєвропейських країнах як за розмахом, так і за глибиною наукової думки.

За матеріалами закордонного відрядження В.Д. Огієвський у 1894-1896 рр. в "Лесном журнале" та в журналі "Сельское хозяйство и лесоводство" опублікував статті "Баварские исследования о монашенке", "Борьба с вредными насекомыми в Баварии", "Баварская лесная опытная станция", "Лесное опытное дело в Австрии", "Прусская лесная опытная станция", "Французская лесная опытная станция", "Испытания качества семян на Саксонской лесной опытной станции".

У 1895 р. для виконання запропонованої В.Д. Огієвським програми створено "особливу таксаційну партію". Структура цієї першої в Російській імперії організації, яка займалася питаннями лісової дослідної справи, була досить своєрідною. Очолював партію старший таксатор В.Д. Огієвський, він підлягав безпосередньо Лісовому департаменту. Співпрацівниками були три лісові кондуктори (техніки, випускники лісових шкіл) та періодично – наукові працівники – випускники Санкт-Петербурзького лісового інституту, яких ще називали помічниками лісничих, або молодшими таксаторами.

Спочатку партія працює на опорному пункті в урочищі "Довгий бір" Собицького лісництва (село Собич Шосткинського району, до речі, в історичних документах згадується з 1552 р.) Чернігівської губернії (тепер Сумська область), тут було закладено найбільшу кількість дослідних культур та пробних площ. Пізніше партія поширила свою діяльність на Микільське та Броварське лісництва (тепер – Київська область). Водночас закладаються досліди у Брянському та інших лісництвах Орловської губернії, в Тульських засіках. Мета дослідів – вивчення природного поновлення лісу, питань догляду за молодняками, ходу росту деревостанів, способів визначення об'ємів ростучих дерев. Усього за 1985-1910 рр. було закладено 904 пробні площі, 492 з них – у лісництвах України. Базу для зимової (камеральної) роботи особлива таксаційна партія мала в Кролевці, пізніше (1903-1909 рр. та з 1918 року) – у Києві.

Серед наукових співпрацівників особливої таксаційної партії треба згадати Н. Кобранова та С. Самофала, які з часом стали професорами; із робітників, котрі пізніше стали "культурними наглядачами" в особливій таксаційній партії – Г. Грибаня і С. Вдовенка; серед осіб, що не входили до складу партії – дружину В.Д. Огієвського, вчительку за фахом Марію Федорівну, яка самовіддано допомагала чоловікові в роботі.

Проект організації мережі лісових дослідних станцій та програму наукових досліджень за основними актуальними напрямами лісознавства і лісівництва на опорних пунктах, за доповіддю В.Д. Огієвського, обговорювали на 9-му Всеросійському з'їзді лісовласників і лісогосподарів у Самарі (1898 р.).

Опорні пункти не були адміністративно-господарськими одиницями. Робота в них зводилась до закладення на території лісництв постійних і тимчасових пробних площ та проведення досліджень. Пробні площі нумерували, і, зазвичай, обгороджували. Дослідження майже завжди проводили у шестиразовій повторності; кожна облікова одиниця (посівне або садивне місце та ін.) мала свій номер. На кожний дослід і кожну пробну площу заводили відповідну документацію, відповідну справу, схематичний план. Така організація робіт зберігалась до 1909 р.

У 1900 р. за рішенням Спеціального лісового комітету Василь Дмитрович підготував експонати з організації лісової дослідної справи в Росії для Всесвітньої виставки в Парижі і був учасником цієї виставки. Представлені експонати експертна комісія відзначила срібною медаллю.

У 1909 р. В.Д. Огієвському доручають організувати і очолити першу в імперії Лісову контрольну насінну станцію. Вона підлягала Лісовому департаменту і була у складі Петербурзького лісового інституту. Василю Дмитровичу, на той час уже відомому вченому, автору багатьох наукових праць, присвоюють звання "ревізор лісовпорядкування" і скеровують у нове закордонне відрядження, цього разу для ознайомлення з постановкою лісової насінної справи в Еберсвальді, Копенгагені, Гамбурзі, Цюриху, Відні.

Після повернення з-за кордону вчений організовує і обладнує за тодішнім останнім словом лабораторної техніки контрольну насінну станцію, яка обслуговує всю Росію. Лісництвам для визначення схожості насіння він пропонує винятково простий у користуванні прилад, який згодом одержав назву "стаканчик Огієвського"; розробляє правила, форми і документацію контролю якості насіння; організовує науково-дослідну роботу, пов'язану з питаннями походження насіння; для оброблення отриманих матеріалів застосовує методи варіаційної статистики. Найближчим завданням лісового насіннєзнавства В.Д. Огієвський вважав організацію насінних господарств, добір і виведення біологічно стійких швидкорослих форм деревних порід.

У 1912 р. В.Д. Огієвського обирають професором, завідувачем кафедри практичного лісівництва Санкт-Петербурзького лісового інституту. Його конкурентами у конкурсі на цю посаду, між іншим, були Г.М. Висоцький і А.Г. Марченко. Паралельно він продовжує

керувати контрольною насінною станцією та науково-дослідною роботою на опорних пунктах у Собицькому та Микільському лісництвах, у Тульських засіках. А поза тим призначається членом постійної комісії з лісової дослідної справи, керівником якої був Г.М. Висоцький.

Незадовільний стан природного поновлення соснових і дубових зрубів спонукав В.Д. Огієвського зосередити увагу на вивченні насіннєношення сосни і дуба. Розроблений ним метод обліку шишок і насіння сосни за допомогою модельних дерев виявився найбільш раціональним. Метод і результати обліку опалого насіння були описані автором в "Лесном журнале". У статті "Про кулісні та суміжні лісосіки" ґрунтовно висвітлені питання впливу ширини і напрямку лісосік на хід природного поновлення.

Значну увагу вчений приділяв вивченню впливу мертвого та живого ґрунтового покриву на поновлення сосни і дуба. Були проведені дослідні сівба і садіння дуба та сосни рядами, смугами, "густою культурою місцями" у різноманітних варіантах розміщення і густоти, з обробітком ґрунту різними способами і на різну глибину. Була розроблена методика обліку та економічної оцінки різних способів виробництва культур. До програми досліджень було також включено питання щодо вивчення розмірів шкоди, заподіяної хрущами, і способів боротьби з ними.

На черговому XI з'їзді лісовласників і лісогосподарів в Тулі (1909 р.) В.Д. Огієвський доповів про розроблений ним тип лісових культур дуба, що в практичне лісівництво ввійшов під назвою "густа культура дуба місцями" і вважається тепер класичним. З 1895 р. способом густої культури місцями створювались дослідні об'єкти. У 1912 р. опубліковані перші підсумки цієї роботи (стаття "Відновлення дуба способом густої культури місцями"). Інше досягнення вченого: закладка в 1912-1916 рр., переважно в Україні, всесвітньо відомої тепер серії географічних культур сосни у 20-ти лісництвах, дуба – у 4-х, модрини – у 3-х. Тривалі дослідження на цих об'єктах стали згодом основою для розробки діючого дотепер лісонасінного районування.

У згаданій публікації про "густу культуру місцями" В.Д. Огієвський зазначав: "Основна перешкода, яку зустрічає дуб у своєму рості на зрубах, це – заглушування його поростю, і основною турботою лісівника є визволення дуба від цього заглушення, без такого догляду найкращі культури гинуть. Іншим ворогом дуба є трава, яка в перші роки його життя шкодить йому висушуванням ґрунту, інколи затіненням, а головним чином тим, що взимку вся маса снігу навалюється на молоді рослини, залишаючи їх у такому притиснутому стані на наступний вегетаційний період. Крім порості і трави, культурам дуба великої шкоди заподіюють ранкові приморозки, які пошкоджують пагони в травні, а інколи – і в червні, а також зайці – скушуванням пагонів. Що стосується порості, то, будучи дуже небезпечною для дуба за відсутності догляду, вона в цей же час при розумному користуванні нею становить одну з важливих умов успішного росту дуба, даючи йому підгін і захищаючи його від трави, морозу та зайців. Давно відомо, що дуб добре росте тільки в "кожусі" (з огляду на завдання лісівництва, а не на біологічні особливості виду – В.Б.), тобто коли він закритий з боків і має відкриту вершину. Вирішення питання про відновлення дуба зводиться, власне, до створення таких умов росту, за яких дуб, користуючись підгоном, не страждав би в цей же час від заглушування поростю і травою".

І далі: "Як ми бачимо, в коридорному способі велику роль відіграє доставка дубу підгону; створення ж підгону досягається тим, що проведення культури починають через 2-3 роки після вирубування лісосіки, коли вона вкривається поростю. Така відстрочка культури має, однак, свої незручності: по-перше, втрачається приріст дуба за 2-3 роки, по-друге, внаслідок деякої невизначеності терміну очікування, поки лісосіка достигне до культури, вноситься безлад у господарські розрахунки. Тому, природно, виникає думка про такий спосіб, який, не позбавляючи дуб підгону в перші роки його життя, дозволив би приступити до культур відразу ж після вирубування лісосіки.

Одним з таких способів є густа культура місцями, виконана таким чином. На десятині відбивають близько 200 площадок розміром по 2 м^2 (2×1) і на кожній такій площадці чи висівають по 50-100 жолудів чи висаджують по 25-50 одно- і дворічних дубків, причому з усього числа дубків такої площадки планують в майбутньому отримати лише один добрий дуб. Дубки, розташовані тісними групами на цих площадках, самі собі роблять той підгін, який на зарослих лісосіках дає їм памолодь.

Як тільки дубки дещо піднімуться, вони, затінюючи ґрунт, не дають розростатися на ньому траві. Водночас завдяки тісному стоянню, вони менше потерпають від морозів, захищаючи один одного від дії холодних струменів повітря і від випромінювання тепла. Але найбільшою перевагою культури місцями є те, що вона дає змогу шляхом природного відбору при взаємній боротьбі тісно посаджених дубків із кількох десятків насінин вибрати таку, яка здатна давати найсильніший і найстійкіший дуб.

У перші роки після створення густої культури місцями слід проводити прополювання трави між дубками і розпушування навколо посівних і посадкових місць. Але якщо цього догляду не робити, то культура (крім несприятливих випадків) сильно не постраждає, як це доведено спостереженнями. Коли почне розростатися памолодь, то дерева, що заглушують дуб, слід вирубувати, не випускаючи з виду, що й при цій культурі підгін і захист з боку памолоді дуже бажані".

"Загалом всяке упущення в догляді при густій культурі місцями менше відбивається на її успіху, ніж при рядовій; самий же догляд порівняно легший, бо увага культиватора тут фіксується на меншій кількості одиниць, що вимагають догляду".

Спосіб "густої культури місцями", в якому відчутно виявився новаторський науковий світогляд В.Д. Огієвського як передового природознавця свого часу, отримав широке визнання лісівників.

Загалом дослідницька діяльність В.Д. Огієвського була присвячена питанням лісокультурної справи в широкому розумінні цього слова. Він прокладав нові шляхи науковій роботі з лісової дослідної справи на суворо науковій базі. Прагнучи достовірності отриманих висновків, продовжував досліди упродовж багатьох років, повторюючи їх у різних пунктах. Значна частина його об'єктів і матеріалів відображена в працях колишнього співпрацівника проф. С.А. Самофала.

Основні наукові праці проф. В.Д. Огієвського можна розділити на групи за їх тематикою: організація

науково-дослідної роботи (лісової дослідної справи); насіннєношення сосни; способи рубок і відновлення в борах; вирощування садивного матеріалу; культури сосни і дуба; шкідники культур сосни; контроль за якістю насіння і питання впливу походження насіння. За життя В.Д. Огієвського вони публікувалися в "Лесном журнале", "Лесопромышленном вестнике", "Трудах по лесному опытному делу", деякі – окремими виданнями.

Організації лісової дослідної справи присвячена низка наукових праць: "Про організацію лісівничих досліджень" (1900), "Питання про організацію лісової дослідної справи в Росії…" (1903), "Якого типу і де потрібні нам лісові дослідні станції" (1903).

Насіннєношення сосни стосуються праці: "Про соснові насінники" (1898), "Про хід плодоношення сосни в 1895-1903 рр.: від чого залежить настання насінних років" (1904), "Вплив опадів на плодоношення сосни" (1904), "Червоточина на шишках сосни і її лісівниче значення" (1903). У дослідженнях цього плану В.Д. Огієвський на початку користувався модельними деревами, пізніше насіннєміром власної конструкції, що використовується і до сьогодні, спосіб моделей поєднував із суцільним обліком на пробних площах.

Способи рубок і відновлення лісу. Вивчаючи поновлення сосни, В.Д. Огієвський не міг не приділити увагу взаємозв'язку між способами рубок і умовами природного поновлення. Упродовж декількох років він закладав у борах кулісні та прилеглі лісосіки з різними варіантами щодо напрямку, ширини, термінів прилягання і вивчав у зв'язку з цим освітленість, вітровий режим, вологість ґрунту, приживлюваність і ріст культур на різних елементах зрубів. Цим дослідженням присвячена праця "Про кулісні і прилягаючі лісосіки (про ширину та їх напрямок у соснових лісах)" (1905).

Ще до проведення зазначених дослідів В.Д. Огієвський цікавиться питанням впливу трав'яного покриву на поновлення в борах. У статті: "Вплив трави па обнасінення соснових зрубів" (1898) він робить висновок, що "густа трава не сама по собі шкодить обнасіненню соснових зрубів, а через мертвий покрив, який з неї утворився". В дослідженнях застосовано метод пробних площадок та окомірну оцінку стану трав'яного покриву.

Вирощування садивного матеріалу. Цю тему зачіпає лише вже згадана перша наукова праця В.Д. Огієвського – "Розсадник хвойних сіянців у Тульській губернії". Питанням вирощування сіянців він цікавився і пізніше, ставив досліди, результати яких, однак, не були опубліковані.

Лісові культури. В кінці минулого століття питання про способи культивування сосни і дуба ще не було розв'язане. Культури дуба систематично гинули від заглушення їх іншими породами. Лісівники шукали вихід у використанні для садіння великомірних саджанців і сіянців. Навіть А.П. Молчанов пропонував при коридорному способі культур використовувати дубки заввишки 1-2 аршини (71-142 см). Зруби в соснових борах або залишались під природне поновлення, або закультивувались, але культури часто гинули з різних причин, досить часто – від пошкодження личинками хруща. Багато лісничих того часу вважали правильним з цього приводу використання великомірних дво- і трирічних сіянців. Дослідження В.Д. Огієвського мали на меті розробити ефективні способи культур. Одним із таких способів було використання маломірного садивного матеріалу, переважно однорічних сіянців та посівів безпосередньо на лісокультурну площу. Інший спосіб – залишення насінників, сприяння появі самосіву від них, наступний доглядом за самосівом. У 1898 р. В.Д. Огієвський публікує статтю "Способи залісення соснових і дубових вирубок". Цього ж року з'являється стаття "Про випас худоби на вирубках сосни" з додатком матеріалів досліджень щодо використання регульованого випасу як засобу догляду за культурами. На думку автора, правильно організований випас худоби не завдає культурам сосни шкоди.

З огляду на тодішню масову загибель культур сосни Василь Дмитрович проводить досліди, в яких застосовує різні варіанти обробітку ґрунту, садивний матеріал різного віку. За допомогою мульчування успішно висіває сосну в зоні нетривкого зволоження, створює культури різної густоти і т. ін. Підсумки цих дослідів за життя автора не були підведені. Пізніше це зробив С.А. Самофал ("Труды по лесному опытному делу", 1923. – Вып. 2.).

Шкідники культур сосни і засоби боротьби з ними. В.Д. Огієвський звернув увагу на те, що гинуть переважно культури, пошкоджені личинками хрущів. Учений дійшов висновку, що успішність культур сосни пов'язана з питанням боротьби з хрущами, тому він вивчає життя хруща, розробляє заходи боротьби з ним. Результати досліджень опубліковані в роботах "Про вилітні роки хрущів" (1908), "Про життя хруща в сосновому бору" (1909). Одночасно проводить заходи боротьби з хрущем ("Сільськогосподарське користування на вирубках сосни як захід боротьби проти хруща" і "Настановлення по боротьбі з травневим хрущем" (1903), рекомендує сільськогосподарське використання ґрунту чергувати з чистим паром, у літний період практикувати масовий збір жуків хруща. Останній захід на багато років зменшив чисельність і шкідливу дію хруща в Собицькому лісництві.

Контроль над якістю насіння і вплив походження насіння. Очолювана В.Д. Огієвським з 1909 р. контрольна станція лісового насіння не тільки визначала якість насіння, а й проводила різноманітні дослідження. Василь Дмитрович, організувавши широку мережу дослідних культур сосни, використовує насіння, отримане станцією із різноманітних географічних районів. Дослідні культури стали об'єктом досліджень для визначення кліматичних форм сосни, дали базу для районування заготівлі насіння. Матеріали про це увійшли до щорічних звітів про діяльність станції і відображені в працях: "Дослідження якості насіння па станції і в лісництвах" і "До питання про вплив походження насіння на ріст лісу" (1912).

У 1915 р. на основі публікацій про хруща В.Д. Огієвський захищає дисертацію. Того ж року його обирають членом дисциплінарного професорського суду. В 1916-1918 рр. він – помічник директора Лісового інституту. Тогочасні революційні події та захоплення влади більшовиками не сприяли науковій і педагогічній роботі.

Від першого шлюбу В.Д. Огієвський мав двох синів: згаданого вже Володимира та Василя (народився у 1893 р. в Кролевці). Після смерті дружини у 1914 р. Василь Дмитрович одружується з удовою, матір'ю 4 дітей. Велика сім'я потребувала витрат. Лісовий департамент виконані роботи не завжди оплачував, грошей часом не вистачало на елементарні потреби. Але, попри все, обсяг робіт, виконаний Василем Дмитровичем за порівняно невеликий період, дивував вже його сучасників.

Родина В.Д. Огієвського з 1903 р. жила в Києві. Правда, тільки в зимовий період. А все літо – в лісництвах, де проводив досліди батько. Старший син – Володимир батьківською дорогою не пішов. Навчався у Київському реальному училищі, звідки його у 1905 р. виключили за участь у страйку. Випускний екзамен за програмою училища склав через два роки екстерном. Тоді ж вступив до Київського політехнічного інституту. Мав перерву у навчанні – служив у армії, де вперше познайомився з радіозв'язком. Інститут закінчив у 1914 р., одержав призначення на посаду помічника начальника Польової іскрової станції (тодішня назва підрозділу радіозв'язку). Ще того ж року очолює Іскрову станцію при штабі армій Південно-Західного фронту. В 1921 р. – начальник військової радіостанції в Києві і одночасно викладач Київського військового училища зв'язку та електротехнічного факультету Київського політехнічного інституту. Викладав загальний курс радіотехніки, ініціював заснування радіолабораторії, спеціалізації, а потім – і спеціальності "радіотехніка". Наступні кар'єрні і життєві сходинки: професор, завідувач кафедри теоретичних основ радіотехніки і декан (1930-1962 рр.) радіотехнічного факультету, до кінця життя (1979 р.) – завідувач кафедри. Приділяв увагу практичній роботі зі студентами. Цікава деталь щодо цього: в 1924 р. він організував студентський радіогурток, через рік вийшла в ефір перша в тодішній радянській державі аматорська радіостанція, всю її приймально-передавальну апаратуру виготовили члени гуртка.

Схильність до організаційної та практичної роботи, працелюбність Володимиром Васильовичем були успадковані, звичайно ж, від батька. Але він додав до успадкованого і власні принципи. Один з них озвучив на своєму 80-річчі: "Головним завданням свого життя я вважав, що не треба заважати людям жити і працювати…". С.П. Корольов – творець перших космічних апаратів, згадуючи власні студентські роки в Київському політехнічному інституті, говорив про В.В. Огієвського як про взірець для інженера.

Лісівничу батьківську справу продовжив другий син В.Д. Огієвського – Василь. Фахову освіту він здобув у Санкт-Петербурзькому лісовому інституті (1915 р.). Працював таксатором (Брянськ, 1918 р.), лісничим (Тамбовська губернія, 1918-1920 рр.) викладав у Лісовій школі (теж на Тамбовщині, 1920-1921 рр.), був переведений інженером лісових культур управління "Лістуркестан" (Ташкент, 1921-1923 рр.). Далі – повернення в Україну, робота на посаді головного лісничого Городищенського укрупненого лісництва в Київській області (1924-1928 рр.). І знову Середня Азія. На цей раз – Туркменська лісова дослідна станція – директор, старший науковий співробітник (1928-1933 рр.). З 1933 по 1938 рр. – старший науковий співробітник і завідувач кабінету пісків у Всесоюзному науково-дослідному агролісомеліоративному інституті (м. Москва). Наступні 4 роки – доцент Воронезького лісотехнічного інституту, в 1943-1947 рр. доцент, а Згодом – професор Поволзького лісотехнічного інституту (м. Йошкар-Ола). Вся подальша трудова діяльність проходила у Ленінградській лісотехнічній академії: 1947-1970 рр. – декан лісогосподарського факультету, завідувач кафедри лісових культур, 1970-1976 рр. – професор кафедри лісових культур.

В.В. Огієвський – співавтор і редактор підручника "Лісові культури і меліорації" (видавався тричі), "Лісові розсадники і культури". Основні його наукові праці: "Пески Кара Богаза" (1931 р.), "Лесное хозяйство Туркмении" (1932 р.), "Пески, их закрепление и хозяйственное освоение" (1932 р.), "Технические и пищевые лесные деревья и кустарники" (1949 р.), "Указания по закладке постоянных лесосеменных участков" (1958). До сьогодні не втратив значення методичний посібник "Обстеження і дослідження лісових культур" (1967 р., співавтор А. Хиров). Сумлінну працю Василя Васильовича, як свого часу і його батька і старшого брата, було відзначено високими урядовими нагородами.

Життєвий шлях В.В. Огієвського обірвався у 1983 р. Лісівничу естафету родини Огієвських прийняв його син, теж Василь Васильович, 1926 року народження. В.В. Огієвський молодший брав участь у Другій світовій війні, закінчив Всесоюзний заочний лісовий інститут у Ленінграді. Кілька років працював на Кримській гірській лісовій дослідній станції. Звідти подався у Західний Сибір. В Інституті лісу і деревини Сибірського відділення Академії наук вивчав досвід та перспективи штучного відновлення лісу; способи створення, хід росту та продуктивність культур сосни, кедра, модрини; запропонував районування лісовідновлення. За результатами досліджень опубліковано монографії "Лесные культуры в Иркутской области" (1961), "Искусственное лесоразведение в Сибири" (1962), "Искусственное лесовозобновление в Забайкалье" (1963), "Лесные культуры в Западной Сибири" (1966).

Представники четвертого покоління нащадків проф. В.Д. Огієвського – правнуки Дмитро та Олена навчалися на лісогосподарському факультеті Ленінградської лісотехнічної академії. Перший – науковець, кандидат сільськогосподарських наук, його сестра – виробничник, інженер лісових культур. Лісівником-економістом став син Дмитра – Василь.

У 1918 р. проф. В.Д. Огієвський з родиною переїжджає в Україну (як пишуть біографи – "щоб бути ближче до об'єктів своїх досліджень та мати можливість їх зберегти"). Обіймає посаду завідувача кафедри лісівництва Київського сільськогосподарського інституту та викладача лісового відділу Сільськогосподарського наукового комітету України. У липні ц.р. бере участь в організованій Лісовим департаментом Гетьманату України нараді з питань лісової дослідної справи та освіти (виголошує доповідь). Обирається головою Комісії з лісової дослідної справи, розробляє пропозиції щодо організації її роботи. Разом з проф. Вотчалом опрацьовує методи підсочування сосни, узагальнює матеріали минулих досліджень, робить огляд своїх наукових праць (Опубліковано у "Віснику сільськогосподарської науки України". № 3-4 за 1923 р.). Про політичну недовіру наступної більшовицької влади В.Д. Огієвському, а також Г.Ф. Морозо-

ву та А.П. Молчанову, свідчить публікація в журналі "Леса республики", лейтмотив якої: "не всегда светлая голова живет в союзе с политической ясностью".

На жаль, спричинені громадянською війною, окупацією України Червоною армією матеріальні нестатки, голод, суспільна нестабільність підірвали здоров'я В.Д. Огієвського, призвели до виснаження. 1 червня 1921 р. після нетривалої хвороби його не стало.

У Кролевці з Огієвськими асоціюються Шевченківські місця: у батьків Василя Дмитровича Глафіри Матвіївни (сестра друзів Шевченка братів Лазаревських) та Дмитра Петровича Тарас Григорович гостював у 1895 р., повертаючись з України в Петербург. А коли у травні 1861 р. через місто провозили труну з прахом Кобзаря для перепоховання його в Каневі – процесія зупинялася в садибі Огієвських.

На завершення огляду життєвого шляху і наукової спадщини проф. В.Д. Огієвського зазначимо, що коло його спадкоємців у науці і лісовій дослідній справі не обмежується кількома поколіннями прямих нащадків (династія Огієвських). Серед спадкоємців – численні представники науково-дослідних та навчальних закладів лісівничого профілю, всі, кому властиві потяг до знань, чесне і самовіддане служіння обраній справі попри всі негаразди і складнощі в суспільстві.

М. Савущик та М. Попков десять років тому цілком слушно зауважували ("Лісовий і мисливський журнал", № 6, 2001 р.), що частина обґрунтованих В.Д. Огієвським практичних рекомендацій, наприклад, щодо забезпечення природного поновлення соснових лісостанів, безпідставно забуті практикою лісового господарства. Інша слушна думка названих авторів: вирішення проблем у лісовій науці визначається не кількістю наукових співробітників, а наявністю дослідників-лідерів, здатних творчо вирішувати проблемні теоретичні і практичні питання. Найважливіші роботи В.Д. Огієвського доцільно надрукувати окремим виданням, приділивши при цьому увагу дослідженням і рекомендаціям, що мають значення для теперішньої практики лісогосподарювання.

В.Д. Бондаренко

НАСЛЕДСТВО И НАСЛЕДНИКИ ПРОФЕССОРА В.Д. ОГИЕВСКОГО (К 150-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)

Представлена информация о жизни и деятельности выдающегося украинского лесовода проф. В.Д. Огиевского – основателя лесного опытного дела в Украине и в России. Охарактеризованы основные направления и результаты научных исследований, выполненных по инициативе и при участии ученого. Разработанные на их основе рекомендации не потеряли, преимущественно, актуальности до сих пор. Среди прямых наследников профессора – несколько поколений лесоводов, а в целом, начатое его усилиями лесное опытное дело успешно продолжают современные исследователи.

V.D. Bondarenko

LEGACY AND HEIRS OF PROFESSOR V.D. OGIEVSKIY (TO 150-TH ANNIVERSARY OF THE BIRTHDAY)

Information about the life and career of prominent Ukrainian forester, Professor V.D. Ogievskiy, the founder of experimental forestry in Ukraine and Russia is presented. Main directions and the results of scientific studies initiated by him are described. The recommendations developed on the basis of such studies are mostly still have an importance today. Among the direct heirs of Professor Ogievskiy there are few generations of foresters. Many modern scientists continue to implement a forest deal which was initiated by Professor Ogievskiy.

ВЛАДИСЛАВ ШАФЕР

ТИСИ У КНЯЖДВОРІ[1]

Так само, як зубр у Біловезькій пущі, недобиток-бобер на Поліссі та інші рідкісні представники тваринного світу, серед деревних порід під загрозою опинився тис ягідний (лат. Taxus baccata L.) – унікальне дерево у флорі наших лісів, представник первозданної природи.

В інших країнах Центральної Європи тис перебуває під особливою охороною, адже для того, щоб зберегти цей химерний релікт незайманої природи для майбутніх поколінь, людина повинна докласти значних зусиль. Для раціональної організації охорони цієї пам'ятки природи за кордоном докладають праці не лише натуралісти і згромадження шанувальників природи, але безпосередньо й уряди країн і окремих штатів чи провінцій. Ці заходи мають планомірний характер і здійснюються у великих масштабах.

До прикладу, у Німеччині чи Швейцарії ви можете знайти докладну інформацію про зростання тиса у природних умовах, законодавчу охорону окремих дерев у так званих щоденниках пам'яток природи. У цих документах каталогізовано навіть пні цієї породи. Для лісівників існують посадові інструкції щодо охорони тисових дерев. До захисту тиса на законодавчому рівні нам ще дуже далеко. Самими лише добрими намірами зберегти цю пам'ятку природи неможливо. Для цього, щонайменше, треба створювати лісові заповідники на взірець тих, які створив у Пеняках Дідушицький, у Навойові – Стадницький, Сангушко та Потоцький – на Волині. Небагато людей, одержимих любов'ю до рідної природи, працюють у цій царині. На жаль, усі ініціативи щодо поширення природоохоронної діяльності не мають належної підтримки, щоб дати надію на краще майбутнє. Природоохоронна справа у нашому суспільстві перебуває у надто запущеному стані, навіть приймати природоохоронні закони для деяких загрожених видів уже занадто пізно. Вважаю, що громадянська відповідальність щодо збереження зникаючих пам'яток природи, пропагування природоохоронних ідей і роз'яснювальна робота серед населення повинні іти від щирого серця, щоби слова природоохоронців дійшли до кожного.

Я не песиміст, тому вважаю, що прийняти закон щодо охорони рідкісних видів, таких як тис, який буде узгоджуватися з лісогосподарською практикою, ще не пізно. Тому хочу привернути увагу громадськості до проблеми збереження тиса.

У Княждворі під Коломиєю на вологих північно-західних схилах, на т. зв. "Сповзі" росте мішаний ліс, типовий для цього висотного поясу Карпат, панівними породами тут є бук та ялиця. Цей ліс належить до державної власності, до господарської округи Княждвір (виділи 31 і 32 ситуаційної мапи) і займає понад 30 га площі. Він є насправді найбільшим у Центральній Європі. Тут росте у природі, завдяки природному поновленню, від 20 до 30 тисяч дерев тиса, є ще місця незайманої природи – ліс, якого ще не торкалася сокира. Ця "тисова пам'ятка" перейшла нам у спадок з давніх часів, а сьогодні їй загрожує зникнення. Завдяки такій великій кількості дерев, дві тисячі з-поміж яких висаджені, Княждвір посідає перше місце між знаними сьогодні тисовими оазами в Європі. Найбільш відомим досі з літературних джерел осередком тиса була оаза в Західній Прусії, у Пусткові Тухольському (над озером Мукшанським), де на площі 8,5 га у 1911 р. нараховували 5 533 дерева цієї породи.

Усі інші осередки тиса значно поступаються Тухольському пустищу. Усіх, хто цікавиться цією проблемою, скеровуємо до праці H. Conwentza (Mitteilungen uber die Eibe, besonders uber die Dichtigkeit ihres Auftretens Engl. Bot. Jahrb. XI.VI.1912).

Прогулянка карпатським тисовим лісом належить до найбільш приємних, яку тільки може уявити лісівник-природодослідник.

Уявіть собі похмурі карпатські ліси, у гущавину яких ледь проникає світло, у яких конкурують білокорі буки, велетні-ялиці та потужні смереки. У лісовій гущавині зростають клен, явір, горобина і черемха, а підлісок утворюють ліщина (Corylus avellana), ожина (Rubus hirlus), бузина (Sambucus racemosa).

Під підліском є багатий рослинний покрив з моху і трав. Навесні, коли щойно сходить сніг, крізь землю пробиваються чашечки гірських шафранів (Crocus banalicus), біло-жовті проліски (Leucojum vernum), запашне, з наркотичним ароматом, вовче лико (Daphne mezereum). Пізніше заквітають анемони (Anemone nemorosa), блакитна печіночниця (Hepatica triloba), медунка (Pulmonaria officinalis), лісовий горошок (Orobus vernus), формації гірського часнику (Allium ursinara), конвалії та конвалійки (Convallaria majalis, Majanthemum bifolium, Polggonatum officinale), цвітуть осоки та орхідеї (Carex pilosa, C. digitata, Orchis militaris), а також листаті папороті (Popypodium vulgare, P. dryopteris, Atehyrium filix femina, A. filix mas). Згодом, розпустивши листя у своїх кронах, буки не дають промінню проникнути у нижні яруси лісу. Це смертельно для одних рослин, але є порятунком для інших. У цьому мороку затишно почуваються молоді тиси та ялиці.

У цих лісах зростають Neotia Nidus avis, Dentaria bulbifera, Salvia glutinosa, Pinosa secunda, Impatiens noli tangere, Lactuca muralis, Sanicula europaea, Senecio

[1] За виданням: **Władysław SZAFER**. Cisy w Kniaźdworze pod Kołomyją jako ochrony godny zabutek przyrody leśnej. – Lwów, druk. Jakubowsri, 1913

umbrosus, Galium Schultesii, а понад усе найбільший і найгарніший Cypripedium Calceolus. У боротьбі за сонячне проміння першими хапаються золотоголові Lilium Martagon, отруйні Atropa Belladona, Centauerea mollis, Festuca gigantean, Veronica urticifolia, Tussilago Farfara. Є гігантські хвощі (Eguisetum maximum) і тирлич (Gentiana asclepiadea).

Багряно-жовте листя бука восени створює неповторну красу.

Ця місцевість багата на звірину, тут є навіть рисі. Є також багато видів птахів та комах. Природа багата на джерела, є сірчані озера з білими нальотами сірки і з багатою флорою. Ці озера є чудовим доповненням до образу лісової природи, яка випестила і досі зберегла нам найбільший свій скарб – тис.

Тиси тут розкидані на 30 гектарах по всій площі, зростають групами та поодиноко. Доля тисових дерев залежить від двох чинників: природного та людського, простіше кажучи – від сокири. Адже тисову деревину використовують у будівництві для виготовлення різноманітних клинів і навіть для огорожі. Вирубування і є причиною того, що незважаючи на значну кількість тисових дерев у Княждвірських лісах, може якихсь 1500-2000 мають у діаметрі стовбура 20 см і більше. Інші ж зрізані попри землю або посередині стовбура, деяким повідтинано товсті гілки. Є багато відкореневої порості, а також вкорінених гілок, які торкаються землі. Але, незважаючи на цей безпрецедентний вандалізм, можна натрапити на уцілілі старі і молоді тисові дерева. Переважно це молоді екземпляри з тонкими стовбурами, які не цікавлять гуцулів. Нещадну експлуатацію сьогодні неможливо стримати, незважаючи на добрі наміри місцевої влади, адже через відсутність належної чисельності працівників лісової служби, яка, водночас із виконанням інших обов'язків, мала б здійснювати ефективний контроль за самовільними вирубуваннями тиса.

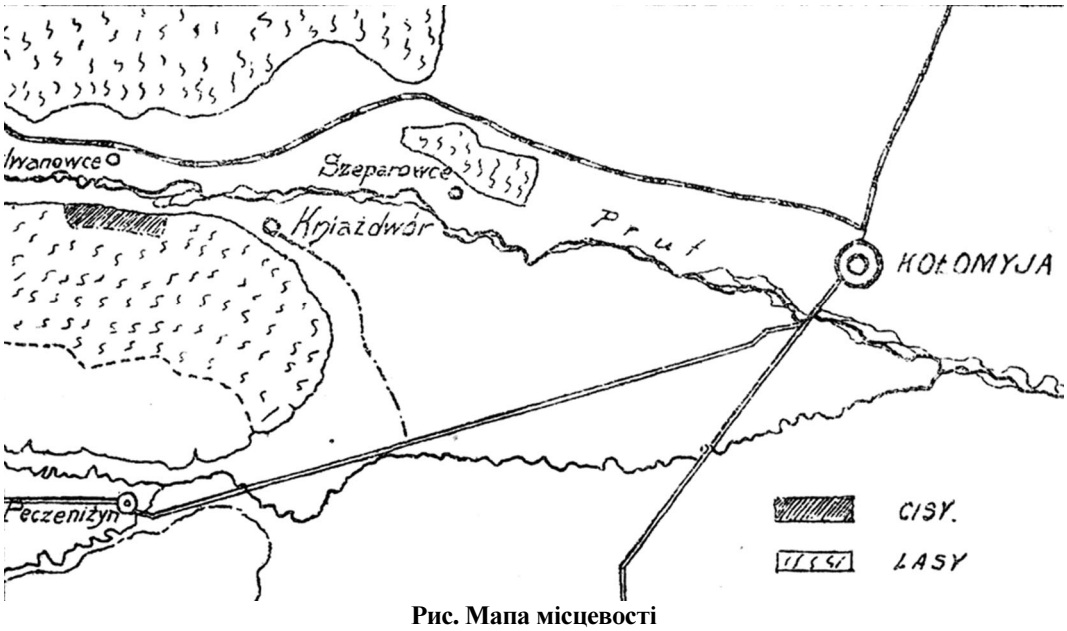


Рис. Мапа місцевості

Унаслідок суцільних рубань, проведених недавно в лісі з тисовим підростом, було вирубано сотні молодих і скалічено сотні великих тисів. Уцілілі недорубки тут є живим протестом проти практики суцільних рубань, неприйнятної для цієї частини лісу.

Нарешті – кілька слів про осередки тисів у Княждворі, до охорони яких я закликаю.

Для ефективної охорони тисів мети у майбутньому можна досягнути тільки двома шляхами: або залишити у такому природному стані, який є на сьогодні, всю лісову площу, на якій росте тис на схилі "Сповз", а це – 30 га, із застереженням цілковитої недоторканості, надавши їй статус резервату, або ж – шляхом виділення певної (близько 10 га) найвартіснішої частини й утворення на ній резервату з одночасним веденням у решті терену, опанованого тисом, такого господарювання, яке гарантувало б недоторканість тисів під час проведення тут усіляких господарських заходів.

Без огляду на те, який з двох вказаних шляхів буде обрано, потрібно забезпечити ефективну охорону тисів на обширі усіх 30 га площі.

Поза сумнівом, ідея створення резервату у тисовому лісі у Княждворі, з метою охорони цього унікального скарбу природи знайде належну підтримку не лише у колах природолюбів та лісівників, але й у тих колах, від яких залежить вирішення цієї проблеми на законодавчому рівні.

Переклав із польської
Володимир Дудок

ДЛЯ НОТАТОК

ДО УВАГИ АВТОРІВ

До збірника "Наукові праці" Лісівничої академії наук України приймаються статті з теоретичних і прикладних проблем, оригінальні наукові роботи з різноманітних вагомих питань лісової галузі.

Пріоритетним правом публікації користуються члени Лісівничої академії наук (ЛАН) України. Інші автори можуть подавати матеріали за умови письмового представлення їх дійсними членами ЛАН України.

1. Обсяг статей (з таблицями, списком літератури, підписами до рисунків, анотаціями) не повинен перевищувати:

- для проблемно-теоретичних і дискусійних публікацій – 12 ст.;
- оригінальних статей – 10 ст.;
- коротких повідомлень – 5 ст.;
- рецензій, хроніки, нарисів про видатних постатей природознавства – 4 ст.

2. Огляди і статті з великими списками флори й фауни й таблицями великого розміру не приймаються.

3. Структуру проблемно-теоретичних і дискусійних статей визначає автор.

4. Оригінальна стаття повинна складатися з короткого вступу, методики досліджень, результатів і висновків. Виклад тексту повинен бути чітким, стислим, без довгих історичних екскурсів і повторень.

5. У коротких повідомленнях подаються конкретні результати досліджень без детального літературного огляду, висновків і рекомендацій.

6. У статтях, присвячених видатним вченим-дослідникам, подаються короткі автобіографічні дані й оцінка їх головних праць, які є пріоритетними у певній галузі знань.

7. Порядок викладання статей і повідомлень:

- УДК;
- українською мовою: ім'я, по батькові та прізвище автора у називному відмінку; заголовок; анотація не менше 500 символів; текст статті (див. пункти 4, 5, 6); література;
- англійською мовою: ім'я та прізвище автора; назва статті; анотація (дослівний переклад анотації українською мовою);
- відомості про кожного автора, прізвище, ім'я, по-батькові, вчене звання та науковий ступінь, посада і місце праці, контактні телефони, електронну адресу.

8. Матеріали до редакції подаються в електронному та паперовому (один примірник) варіантах. Паперовий варіант повинен бути підписаний автором чи авторами.

Текст статті готують в середовищі текстового редакторд "Word" з використанням шрифта Times New Roman Cyr (14 pt.), стиль "Normal" або "Обычный", на аркушах А4, поля 2 см по периметру, інтервал "Полуторный".

Посилання на літературні джерела подаються в тексті в прямокутних дужках за порядковим номером у списку літератури. Список літератури складається за абетковим принципом, розміщується у хронологічній послідовності, оформляється згідно з діючими вимогами і правилами.

Таблиці з цифровим матеріалом повинні мати порядковий номер, бути компактними, розміщені вздовж сторінки їх назви відповідати змісту граф. Вони формуються за допомогою стандартних засобів побудови таблиць "Word", використовуючи шрифт Times New Roman Cyr (14 pt.), стиль "Normal" або "Обычный", без абзаців, відступів й застосування спеціальних стилів, примусових переносів слів, фіксованої ширини колонок і висоти рядків. Ширина таблиць не повинна перевищувати ширини поля набору сторінки. Розташовують таблиці по ходу тексту, після першого посилання на таблицю. Графіки готують у вигляді чорно-білих штрихових графічних об'єктів, виконаних в середовищі "Excel". Написи створюються немасштабованим шрифтом Times New Roman Cyr (10 pt.), лінії графіків – чорні, товщиною 1 pt. Кольорове, або сіре заповнення елементів графіків не допускається. Розташовують графіки по ходу тексту після першого посилання на них. Зразу після кожного графіка подається підпис (Рис. №... назва графіка, пояснення символьних позначень).

Чорно-білі штрихові рисунки мають бути чіткими, без зайвих елементів і напівтонів. Написи на рисунках мають бути створені немасштабованим шрифтом Times New Roman Cyr (10 pt.). Розташовують рисунки по ходу тексту, після першого посилання на них. Зразу після кожного рисунка подається підпис (Рис. №..., назва рисунка, пояснення символьних позначень).

Фотографії у вигляді високоякісних растрових чорно-білих об'єктів розміром не більше ніж 125×100 мм можуть бути долучені до статті тільки за погодженням з редакцією.

9. Внесення змін в остаточний варіант статей не допускається.

10. Рішення про прийняття статті до друку приймається редколегією після наукового її рецензування і повного дотримання авторами вище наведених вимог.

11. Автори зобов'язані враховувати вимоги редакційної колегії до статей й періодично цікавитися станом підготовки їх до друку.

12. За науковий зміст статті відповідальність несе автор.

Редакційна колегія

Збірник наукових праць

Наукові праці Лісівничої академії наук України

Випуск 9

2011 р.

Науковий редактор: *проф. Ю.М. Дебринюк, д-р с.-г. наук*

Оригінал-макет: *проф. Ю.І. Грицюк, д-р техн. наук*

Літературний редактор: *В.В. Дудок*

Редактор англомовних текстів: *доц. І.П. Соловій, канд. с.-г. наук*

Коректор: *І.І. Гураль*

Підп. до друку 12.01.12. Формат 60×84/$_8$. Папір офсетний. Друк офсетний.
Ум. др. арк. 29,28. Ум. фарбо-відб. 30,23. Облік.-вид-арк. 29,99. Тираж 300 прим.
Зам. № *53/2011*

Видавець: Редакційно-видавничий центр НЛТУ України
79057, м. Львів, вул. Генерала Чупринки, 134/1б
Тел.: +38067-944-11-15
E-mail: nauk.visnyk@gmail.com

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до
Державного реєстру видавців, виготовників і розповсюджувачів видавничої продукції
(Серія ДК, № 2062 від 17.01.2005 р.)

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації
(Серія КВ, № 13603-2577ПР від 09.11.2007 р.)

Згідно з постановою президії ВАК 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:
біологічні та *сільськогосподарські* науки (від 10.02.10 р., № 1-05/1),
економічні науки (від 14.04.10 р., № 1-05/3)
та *технічні* науки (технологія деревообробки) (від 01.07.10 р., № 1-05/5)