



ЛІСІВНИЧА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ

НАУКОВІ ПРАЦІ

Випуск 5

Засновано у 2001 р.

Львів
Видавництво НУ "Львівська політехніка"
2007

Наукові праці: Збірник наукових праць Лісівничої академії наук України. – Львів: Вид-во НУ "Львівська політехніка". – 2007, вип. 5. – 152 с.

Публікує наукові роботи з питань лісівництва та лісогосподарського комплексу.

Призначений для наукових працівників, викладачів закладів освіти, широкого кола спеціалістів.

Рекомендовано до друку Загальними зборами ЛАН України 19 березня 2008 р.

Редакційна колегія:

доктор біологічних наук Михайло Голубець,
доктор біологічних наук Михайло Гордієнко,
доктор біологічних наук Григорій Криницький (заступник голови редакційної колегії),
доктор біологічних наук Степан Стойко,
доктор біологічних наук Петро Гнатів,
доктор біологічних наук Платон Третяк,
доктор економічних наук Ярослав Коваль,
доктор економічних наук Володимир Поляков,
доктор економічних наук Микола Римар,
доктор економічних наук Ігор Синякевич (заступник голови редакційної колегії),
доктор економічних наук Юрій Туниця (голова редакційної колегії),
доктор економічних наук Євген Мішенін,
доктор сільськогосподарських наук Володимир Гойчук,
доктор сільськогосподарських наук Микола Гузь,
доктор сільськогосподарських наук Андрій Малиновський,
доктор сільськогосподарських наук Микола Ониськів,
доктор сільськогосподарських наук Володимир Кучерявий,
доктор сільськогосподарських наук Віктор Ткач,
доктор технічних наук Павло Бехта,
доктор технічних наук Нестор Библюк,
доктор технічних наук Володимир Голубець,
доктор технічних наук Дмитро Дудюк (заступник голови редакційної колегії),
доктор технічних наук Георгій Іноземцев,
доктор технічних наук Ярослав Соколовський.

Науковий редактор: *Платон Третяк*
Літературний редактор: *Володимир Дудок*
Технічне забезпечення видання: *Юрій Грицюк*
Відповідальний секретар: *Лілія Петрова*

Адреса редакції:
Національний лісотехнічний університет України
вул. Генерала Чупринки, 103
м. Львів, Україна, 79057
Тел./факс +38(032) 237-89-05
www.lanu.lviv.ua

Світлина на титульній сторінці обкладинки – один з старовікових дубів у колишньому маєтку Єнгельгардів, де колись "козачком" служив Тарас Шевченко (с. Будище, що на Черкащині).

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	7
ВИДАТНІ НАУКОВІ ДОСЯГНЕННЯ.....	8
<i>С. М. Стойко, Л. І. Коній, О. І. Шаблій</i> ВИДАТНИЙ ЛІСІВНИК-ЕКОЛОГ – ПЕРШИЙ УКРАЇНСЬКИЙ ЛАУРЕАТ МІЖНА- РОДНОЇ ПРЕМІЇ IUFRO 2000 РОКУ	8
<i>Андрій П'ясецький</i> ПРО ПОБУДУВАННЯ І БІОЛОГІЧНИЙ РОЗВИТОК РЯДУ ТИПІВ УКРАЇНСЬКОГО ЛІСУ	11
<i>В. П. Шлапак</i> ПЕТРО ІВАНОВИЧ МОРОЗ: ЛІСІВНИК-ЛІСОМЕЛІОРАТОР ТА ЕКОЛОГ (З НАГО- ДИ 70-РІЧЧЯ).....	18
АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ СЬОГОДЕННЯ.....	22
<i>В. Л. Мешикова</i> ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ТА ПРИКЛАДНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОБЛЕМ ЛІСОВОГО ГОСПОДАРСТВА.....	22
<i>А. К. Малиновський</i> НЕСТАБІЛЬНІСТЬ І ПРОБЛЕМА ПРОГНОЗУВАННЯ РОЗВИТКУ БІОСИСТЕМ.....	29
<i>І. А. Дубовіч</i> ОСОБЛИВОСТІ ГЕОПОЛІТИЧНОГО ТА СОЦІАЛЬНО- ЕКОНОМІЧНОГО ТРАН- СКОРДОННОГО СПІВРОБІТНИЦТВА УКРАЇНИ З ЄВРОПЕЙСЬКИМ СОЮЗОМ	35
ВІДТВОРЕННЯ ТА ПОКРАЩЕННЯ ЛІСОВИХ РЕСУРСІВ.....	38
<i>П. І. Мороз</i> ЗАХИСНІ ЛІСОНАСАДЖЕННЯ В ВОДООХОРОННИХ ЗОНАХ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД УКРАЇНИ	38
<i>М. М. Гузь, С. В. Жмурко, І. В. Жмурко, Ю. Й. Каганяк</i> ЕКОЛОГО-ЛІСІВНИЧІ ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ ГЕОГРАФІЧНИХ КУЛЬТУР СОС- НИ ЗВИЧАЙНОЇ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ПОЛІССЯ УКРАЇНИ.....	41
<i>Ю. І. Черневий</i> ОСОБЛИВОСТІ СТРУКТУРИ ЛІСОВОГО ПОКРИВУ НИЗЬКОГІРНОГО ЛАН- ДШАФТУ У БАСЕЙНІ РІЧКИ ДНІСТЕР	47
<i>Ю. М. Дебринюк</i> ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ДЕРЕВИНИ ЯЛИНИ ЄВРОПЕЙСЬКОЇ ТА ЯЛИЦІ БІЛОЇ В ЛІСОВИХ КУЛЬТУРАХ ПРИКАРПАТТЯ.....	51
<i>Ю. В. Плугатар</i> СТРУКТУРА ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ ДУБОВИХ НАСАДЖЕНЬ ГІРСЬКОГО КРИ- МУ	57
<i>В. П. Шлапак</i> ЗАПАСИ ПРОДУКТИВНОЇ ВОЛОГИ ВПРОДОВЖ ВЕГЕТАЦІЙНОГО ПЕРІОДУ В ЧЕРКАСЬКОМУ ТА ЧИГИРИНСЬКОМУ БОРАХ.....	62
<i>І. І. Бойчук, П. Р. Третьяк, Ю. І. Черневий, А. І. Савчин, Р. М. Юхим</i> ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ МОДЕЛЬНИХ ДЕРЕВ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ НА ОЛІГОТ- РОФНОМУ БОЛОТІ В ГОРТАНАХ.....	65
<i>Л. І. Коній, І. В. Фізик</i> ПРИНЦИПИ ФОРМУВАННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ ЛІСИСТОСТІ В УМОВАХ ГОРБИС- ТИХ ЛАНДШАФТІВ ВОЛИНСЬКОЇ ВИСОЧИНИ	69

<i>В. В. Лавний, М. В. Заяць</i> ПРАЛІСИ ЗАКАРПАТТЯ – СВІТОВА ЦІННІСТЬ, ЯКА ПОТРЕБУЄ ДЕРЖАВНОЇ ОХОРОНИ	74
<i>П.Р. Третьак, М.В. Чернявський, М.Б. Шпільчак</i> ЗАПОВІДНИК "ГОРГАНІ" В СИСТЕМІ ЕКОЛОГІЧНОЇ МЕРЕЖІ ІВАНО-ФРАНКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ	78
<i>В. Ф. Собченко</i> ПОТЕНЦІЙНА ТА СИТУАТИВНА СТІЙКІСТЬ РОСЛИН ДО НИЗЬКИХ ТЕМПЕРАТУР ЗИМІВЛІ	83
<i>М. М. Гузь, Р. М. Гречаник, В. Ф. Гевал</i> ОСОБЛИВОСТІ РОЗМНОЖЕННЯ IN VITRO ГІРКОКАШТАНА ЗВИЧАЙНОГО	89
<i>М. І. Сорока</i> ГЕНЕТИЧНІ ТИПИ СОСНОВО-БУКОВИХ ЛІСІВ УКРАЇНСЬКОГО РОЗТОЧЧЯ	92
ОХОРОНА ПРИРОДИ ТА РАЦІОНАЛЬНЕ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ	98
<i>В. П. Галушка, П. Р. Третьак</i> ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ШАХТАРСЬКОГО КРАЮ	98
<i>Л. І. Максимів, О. А. Потай</i> СУТНІСТЬ, ФУНКЦІЇ, ЗАВДАННЯ І НОРМАТИВНО-ПРАВОВЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ	103
<i>І. П. Соловій</i> ТРАНСФОРМАЦІЯ ПАРАДИГМИ ЛІСОВОЇ ПОЛІТИКИ ЯК ВІДПОВІДЬ НА ГЛОБАЛЬНІ ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ ВИКЛИКИ СУСПІЛЬНОГО РОЗВИТКУ	110
НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ГАЛУЗІ	115
<i>Н. І. Библюк, А. А. Бойко, Б. Т. Перетятко</i> ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА МОДЕЛЬ ПАКЕТА СТОВБУРІВ ЯК ОБ'ЄКТА ТРАНСПОРТУВАННЯ	115
<i>П. А. Бехта</i> ДЕРЕВИННО-СОЛОМ'ЯНІ ПЛИТИ: ПРОБЛЕМИ І МОЖЛИВОСТІ	127
<i>Ю. І. Грицюк, С. І. Яцишин</i> МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ВИДУ ВИПИЛЯНИХ ПИЛОМАТЕРІАЛІВ ВНАСЛІДОК РОЗКРОЮ КОЛОД ХВОЙНИХ ПОРІД РОЗВАЛЬНО-СЕГМЕНТНИМ СПОСОБОМ	131
<i>Б. П. Поберейко</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛОПЕРЕНЕСЕННЯ ВСЕРЕДИНИ ТА НА МЕЖІ НЕРУЙНІВНОЇ ОБЛАСТІ ДЕФОРМУВАННЯ ДЕРЕВИНИ	139
<i>Б. В. Білик, М. М. Борис</i> МОДЕЛЮВАННЯ РОЗГОНУ ТА АНАЛІЗ ПАЛИВНОЇ ЕКОНОМІЧНОСТІ КОЛІСНОГО ТРАКТОРА З ГІДРОПІДТИСКНИМИ МУФТАМИ У КОРОБЦІ ПЕРЕДАЧ	145
СТОРІНКИ ПАМ'ЯТІ	148
<i>О. М. Данилова, Г. Т. Криницький</i> АНАТОЛІЙ ЙОСИПОВИЧ ШВИДЕНКО	148
ДО УВАГИ АВТОРІВ	151

CONTENTS

FOREWORD	7
OYSTANDING SCIENTIFIC ACHIEVEMENTS.....	8
<i>C. M. Stoyko, L. I. Copies, O. I. Shabliy</i>	
A PROMINENT SPECIALIST-ENVIRONMENTALIST IN FORESTRY IS THE FIRST UKRAINIAN LAUREATE OF INTERNATIONAL BONUS IUFRO IN 2000	10
<i>Andrey P'yaseckiy</i>	
ABOUT POBUDUVANNYA AND BIOLOGICAL DEVELOPMENT OF ROW OF TYPES OF THE UKRAINIAN FOREST	17
<i>V. P. Shlapak</i>	
PETER IVAN IS MOROZ: SPECIALIST-LISOMELIORATOR IN FORESTRY AND ENVIRONMENTALIST (ON OCCASION OF 70-RICHCHYA)	21
ACTUAL PROBLEMS OF CONTEMPORANEITY	22
<i>V. L. Meshkova</i>	
FUNDAMENTAL AND APPLIED RESEARCHES OF FORESTRY PROBLEMS.....	28
<i>A. K. Malynovskyj</i>	
INSTABILITY AND POLYALTERNATIVENESS OF BIOSYSTEMS DEVELOPMENT	34
<i>I. A. Dubovich</i>	
PECULIARITIES OF GEOPOLITICAL AND SOCIAL-ECONOMICAL TRANS-BOARDEN COOPERATION OF UKRAINE WITH EUROPEAN UNION:.....	37
REPRODUCTION AND IMPROVEMENT OF FOREST RESOURCES.....	38
<i>P. I. Moroz</i>	
THE PROTECTIVE FORESTBELTS IN WATER PROTECTION ZONES OF SURFACE WATERS IN UKRAINE	40
<i>M. M. Guz', S. V. Zhmurko, I. V. Zhmurko, Yu. Yo. Kahanyak</i>	
ECOLOGICAL AND FORESTRY GROWTH PECULIARITIES OF SCOTS PINE PLANTATIONS WITHIN SITE CONDITIONS OF WEST POLISSIA OF UKRAINE	46
<i>Yu. I. Chernevyy</i>	
STRUCTURAL FEATURES OF FOREST COVER OF LOW MOUNTAIN LANDSCAPES IN RIVER BASIN DNESTR	50
<i>Yu. M. Debrynuik</i>	
PHYSICAL FEATURES OF NORWAY SPRUCE'S (WHITE DEAL) IN FOREST PLANTATIONS OF PRYKARPATTYA.....	56
<i>U. V. Plugatar</i>	
STRUCTURE AND EFFICIENCY OF OAK PLANTINGS OF MOUNTAIN CRIMEA	61
<i>V. P. Shlapak</i>	
THE PRODUCTIVE MOISTURE STOCKS DURING THE VEGETATION PERIOD IN CHYGYRYN AND CHERKASY PINE FORESTS	64
<i>I. I. Bojtschuk, P. R. Tretyak, Yu. I. Tchernevyy, An. I. Savshyn, R. M. Yukhym</i>	
FEATURES OF GROWTH OF MODEL TREES OF PINE-TREE ORDINARY ON OLIGOTROFIC BOG IN GORGANIANS MTS.....	68
<i>L. I. Kopyi, I. V. Fizuk</i>	
PRINCIPLES OF FORMATION OPTIMAL FORESTS IN HILL LANDSCAPES OF VOLUN HIGH	73

<i>V. V. Lavnyy, M. V. Sayats</i>	
VIRGIN FORESTS OF TRANSCARPATHIANS – GLOBAL VALUE THAT NEEDS PUBLIC PROTECTION	77
<i>P. R. Tretyak, M. V. Chernyavskiy, M. B. Shpil'chak</i>	
NATURAL PRESERVE "GORGANY" IN ECOLOGICAL NETWORK SYSTEM OF IVANO-FRANKIVSK AREA	82
<i>V. F. Sobchenko</i>	
POTENTIAL AND SITUATIVE RESISTANCE OF PLANTS TO THE LOW TEMPERATURES OF WINTER TIME.....	88
<i>M. M. Guz, R. M. Hretchanyk, V. F. Heval</i>	
PECULIARITIES OF REPRODUCTION IN VITRO OF HORSE CHESTNUT EUROPEAN.....	91
<i>M. I. Soroka</i>	
GENETIC TYPES OF PINE-BEECH FORESTS OF UKRAINIAN ROZTOCHIA.....	97
WILDLIFE CONSERVATION AND RATIONAL MANAGEMENT	98
<i>V. P. Halushka, P. R. Tretyak</i>	
IS ECOLOGICAL PROBLEMS OF MINER'S EDGE	102
<i>L. I. Maksymiv, O. A. Potay</i>	
ESSENCE, FUNCTIONS, TASKS, AND LEGISLATIVE SUPPORT FOR AN ENTERPRISE ENVIRONMENTAL MANAGEMENT.....	109
<i>I. P. Soloviy</i>	
FOREST POLICY PARADIGM TRANSFORMATION AS AN ANSWER ON GLOBAL ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC CHALLENGES OF SOCIETAL DEVELOPMENT ...	114
NEW TECHNOLOGIES OF BRANCH	115
<i>N. I. Byblyuk, A. A. Boyko, B. T. Peretyatko</i>	
DESCRIPTIONS AND MODEL OF TRUNKS PACKAGE AS TRANSPORTING OBJECT	126
<i>P. A. Bekhta</i>	
WOOD-STRAW COMPOSITES: PROBLEMS AND OPPORTUNITIES.....	130
<i>Yu. I. Gryciuk, Sv. I. Yacyshyn</i>	
METHOD OF DETERMINATION OF TYPE OF CUT OUTING SAW-TIMBERS AS A RESULT OF WILL CUT OUT LOGS OF CONIFEROUS BREEDS BY A OPEN-SEGMENT METHOD.....	138
<i>B. P. Pobereyko</i>	
RESEARCH OF HEAT TRANSFERENCE PROCESSES INSIDE AND ON BOARDER OF UNPESTRUCTIVE AREA OF WOOD DEFORMATION	144
<i>B. V. Bilyk, M. M. Borys</i>	
MODELLING THE ACCELERATION AND AN ANALYSIS OF FUEL EFFICIENCY OF WHEEL SKIDDING TRACTOR WITH HYDROPRESSING MUFFS IN THE DRIVE BOX....	147
PAGES OF MEMORY	148
<i>O. M. Danylova, G. T. Krynyckij</i>	
ANATOLIY YOSYPOVYCH SHVYDENKO	150
TO ATENTION OF AUTHORS.....	151

ПЕРЕДМОВА¹

Сучасна стратегія розвитку лісового господарства потребує істотного реформування у напрямі реалізації міжнародних зобов'язань нашої держави стосовно охорони довкілля, раціонального використання природних ресурсів та якомога повнішого задоволення духовних і соціальних потреб людства. Сьогодні це не лише забезпечення господарства сировиною, але й підтримання та покращення екологічного балансу як окремих регіонів, так і континентів та біосфери загалом. Саме тому лісова наука та освіта потребують переосмислення існуючих та розроблення нових концепцій, методик, запровадження перспективних еколого-економічних технологій.

Поступ лісівничої науки в Україні нерозривно пов'язаний з самовідданістю, а то й жертівністю наших видатних учених. У цьому випуску ми хочемо нагадати широкому загалові науковців та практиків про досягнення одного з фундаторів лісової типології у Західному регіоні України Андрія П'ясецького, який у молодому віці загинув від рук нацистів. Його доробок отримав високу оцінку з уст академіка П.С. Погребняка.

Великий внесок у лісівничу науку зробив і добре відомий на європейському просторі професор Степан Антонович Генсірук. Його 640 наукових праць, зокрема 30 монографій, є достойним внеском у світову наукову скарбницю. Професор Петро Іванович Мороз також залишив науково вагому спадщину як лісівник-лісомеліоратор та еколог. Саме цим людям сьогодні ми вдячні за високий імідж вітчизняної лісівничої науки у світі і тому вшануємо їх належно.

Сказане повною мірою стосується і здобутків Українського науково-дослідного інституту лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г.М. Висоцького (УкрНДІЛГА). Ця провідна наукова установа була заснована ще у 1929 р. У нашому виданні Ви знайдете оглядовий підсумок роботи цього наукового закладу, який лише у кількісному вимірі налічує десятки монографій та сотні наукових і практичних розробок.

Сучасна наука потребує нових підходів та філософського осмислення явищ і процесів. Як своєрідний дебют, пропонуємо читачській увазі оригінальну працю перспективного дослідника А.К. Малиновського "Нестабільність і проблема прогнозування розвитку біосистем".

Постійної уваги потребують всебічні дослідження лісових ресурсів. Саме цим проблемам присвячено серію актуальних публікацій. Йдеться, насамперед, про

захисні водоохоронні функції лісових насаджень та запаси продуктивної вологи, структурні особливості лісового покриву гірських ландшафтів Волинської височини, Карпат та Криму, пристосування та особливості росту деревних рослин у специфічних умовах.

Сподіваємося, що увагу читачького загалу повернуть висліди у царині охорони природи та раціонального природокористування. Зокрема, оригінальні роботи стосовно потреби вирішення комплексної проблеми природокористування у Львівсько-Волинському гірничо-видобувному комплексі, трансформації парадигми лісової політики у відповідь на глобальні еколого-економічні виклики суспільного розвитку та щодо розбудови природно-заповідної мережі в Івано-Франківській області.

Нагальними залишаються питання розвитку нових технологій лісопромислової та деревообробної галузей. Зокрема, раціоналізація пакетування стовбурів, виготовлення деревинно-солом'яних плит, виготовлення пиломатеріалів для столярного виробництва, не досліджені аспекти процесів теплоперенесення всередині та на периферії неруйнівної області деформування деревини, а також моделювання розгону й аналіз паливної економічності колісного трактора з гідропідтисковими муфтами у коробці передач.

На жаль, незалежно від наших планів та побажань настає і час прощання з колегами. У цьому збірнику ми вшановуємо пам'ять визначного українського лісівника, дійсного члена Лісівничої академії наук Анатолія Йосиповича Швиденка – кавалера орденів Червоного Прапора, Червоної зірки та Великої Вітчизняної війни, нагородженого також багатьма медалями і відзнаками. Він був автором і співавтором понад 130 наукових видань і навчально-методичних праць, серед яких 20 підручників і навчальних посібників. Життєвий шлях і творчий доробок А.Й. Швиденка мають стати взірцем для наслідування.

Окреслюючи проблематику видання, варто наголосити, що редколегія з повагою ставиться до авторських наукових поглядів. Тож, якщо у матеріалах публікацій Ви натрапите на контрверсійні тлумачення, запрошуємо Вас до конструктивного діалогу на сторінках майбутніх випусків "Наукових праць ЛАН України".

Юрій ТУНИЦЯ¹ – голова редакційної колегії

¹ **Юрій Юрійович ТУНИЦЯ** – академік НАН України, дійсний член ЛАН України, доктор економічних наук, професор, ректор Національного лісотехнічного університету України. Україна, м. Львів. Тел.: +38067-340-70-01. E-mail: lanu@forest.lviv.ua

ВИДАТНІ НАУКОВІ ДОСЯГНЕННЯ

УДК 630*502.7

С. М. СТОЙКО¹, Л. І. КОПІЙ², О. І. ШАБЛІЙ³

ВИДАТНИЙ ЛІСІВНИК-ЕКОЛОГ – ПЕРШИЙ УКРАЇНСЬКИЙ ЛАУРЕАТ МІЖНАРОДНОЇ ПРЕМІЇ IUFRO 2000 РОКУ

Висвітлено життєвий шлях та наукові здобутки доктора сільськогосподарських наук, професора С. А. Генсірука. Окреслено основні напрямки його наукових зацікавлень та внесок у лісівничу науку.

Степан Антонович Генсірук народився 6 січня 1923 року в с. Будки на Тернопільщині. Науковий доробок професора, академіка С. А. Генсірука становить 640 наукових праць, зокрема 30 монографій, які є значним внеском у розвиток світової лісівничої, екологічної та лісоекономічної науки. Він – фундатор, укладач і головний редактор першої двотомної "Української енциклопедії лісівництва", над якою на власному ентузіазмі попрацював протягом 17 років.

Навчався Степан Генсірук у Кременецькій гімназії, потім – у Кременецькій лісовій середній школі, яку закінчив у 1943 р. Цього ж року вступив на лісові курси Львівського політехнічного інституту і став солістом студентського хору "Бандурист", яким керував професор Львівської консерваторії М. Ф. Колесса.

То були жорстокі часи, коли життя кожного українця, особливо юнака, загрожувала смертельна небезпека. У травні 1943 р. Степан важко переніс втрату близьких людей: одинадцять його викладачів – цвіт Кременецької інтелігенції, за підозрених у націоналістичній діяльності, розстріляли нацисти. Згодом почалось полювання і на випускників лісової школи. У Почаївському лісництві розстріляли трьох Степанових товаришів, у Вишневецькому – двох, двох ще деінде.

Степанові заздалеку вдалося уникнути їхньої трагічної долі. У листопаді того ж 1943 року з рідного села Будки його серед двадцяти безневинних заручників угорські карателі пригнали на розстріл до Почаєва. З

людей навіть вже почали насильно здирати одяг перед стратою. І тільки Боже провидіння порятувало невільників. Угорський офіцер, який перевіряв документи, також виявився студентом-політехніком, з Будапешта. Степан зумів порозумітися з ним: переконав угорця, що телефонну лінію вермахту пошкодили радянські диверсанти, а нетутешні українці. Офіцер порадився з генералом, який керував каральною акцією, і заручників відпустили. Щоправда, згодом Степан довідався, що того ж дня за цей вчинок генерала понизили у званні.

Згодом Степанові довелося зазнати знущань і в застінках сталінських катівень. У січні 1944 р. душоугуби зі "Смершу" безпідставно заарештували юнака на батьківському обійсті і кинули до Кременецької в'язниці. Тут йому довелося пережити садистські тортури. Було все: удари тупими предметами по голові, кров із вух, шалений психологічний пресинг, спроби морально зламати підслідного.

Довгих чотири місяці незникимий привид смерті чигав Степановими мареннями.

І все ж, він не занепадав духом сам і підтримував своїм співом спів'язнів. У задушливій, переповненій камері з його уст зринала сповнена віри у вищу справедливість молитва "Отче наш". Понад це, його незворушність спантеличувала, а інколи навіть шокувала енкавеєсців.



¹ **Степан Михайлович СТОЙКО** – дійсний член Екологічної та Лісівничої академії наук України, доктор біологічних наук, доктор гоноріс кауза Зволєнського технічного університету, професор, головний науковий співробітник Інституту екології Карпат НАН України. Україна, м. Львів. Тел.: (380-322)-70-74-30. E-mail: ecoinst@instecoc.cscd.lviv.ua

² **Леонід Іванович КОПІЙ** – дійсний член ЛАН України, доктор сільськогосподарських наук, професор, Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів. Тел.: + 38(067) 750-34-66. E-mail: kop.l@maik.ru

³ **Олег Іванович ШАБЛІЙ** – дійсний член Екологічної академії наук, доктор географічних наук, професор Львівського Національного університету імені Івана Франка. Україна, м. Львів. Тел.: (380-322)-70-74-30. E-mail: ecoinst@instecoc.cscd.lviv.ua

Молитовні благання вознеслися крізь тюремні склепіння. У травні 1944 р., за клопотанням начальника прифронтових укріплень Тернопільщини інженера А. Марчука, знедужілого Степана Генсірука відправили на будівництво фортифікаційних споруд, а на початку червня 1944 р., за клопотанням директора Тернопільської обласної хорової капели Івана Гіпського, юнак став у ній головним солістом. Два роки поспіль Степан день у день зачаровував неперевершеним теноровим співом слухачів.

У 1949 р. Степан Генсірук закінчив з відзнакою Львівський сільськогосподарський інститут, а також Львівську державну консерваторію (вокальний факультет) у класі славетної Соломії Крушельницької – теж з відзнакою. Ще будучи студентом, став лауреатом Всеукраїнського і Міжнародного конкурсів вокалістів. У 1949 р. на Міжнародному конкурсі вокалістів у Москві Степан Генсірук посів перше місце серед тенорів і одержав рекомендацію журі для поїздки до Італії на подальше навчання співу. Його привітали з успіхом професори Московської консерваторії. Слова декана Озерова запам'яталися назавжди: "Ви, Степане, заспівали таким чудовим тенором, так проникливо, немов молодий Енріко Карузо, якого я слухав у Санкт-Петербурзі, коли він співав разом із Соломією Крушельницькою. Бажаю Вам успіхів". Однак Степанові, синові українського куркуля, шлях на Захід було закрито.

Видатний український мистецтвознавець, лауреат Державної премії України ім. Тараса Шевченка, професор Володимир Овсійчук наголосив, що доля наділила Степана Генсірука не лише чудовим лірико-драматичним тенором, а й великими науковими здібностями.

Переважили саме наукові зацікавлення. Працюючи з 1951 р. викладачем Львівського лісотехнічного інституту, глибоко вивчав природу смерекових лісів Карпат, їх ріст та поновлення і успішно захистив у 1955 р. кандидатську дисертацію у Москві.

За розроблені рекомендації з удосконалення ведення лісового господарства в Карпатах його було нагороджено у 1956 і 1958 рр. Великими срібними медалями на Всесоюзній сільськогосподарській виставці СРСР.

Вагомість наукових праць Степана Генсірука стала особливо очевидною після завершення науково обґрунтованих рекомендацій щодо боротьби зі стихійними явищами в Карпатах (вітровалами, буреломами, повеннями) і охорони лісів від надмірного, хижацького лісокористування. Його монографія "Ліси Українських Карпат і їх використання" та інші наукові напрацювання стали настільними для карпатських лісівників. З 1959 по 1986 рр. працював у Києві у РВПСУ АН України на посаді старшого наукового співробітника, а з 1965 по 1986 рр. – завідувачем відділу лісових ресурсів і охорони природи. Він глибоко вивчав лісовідновні процеси у дубових, букових і смерекових лісах Карпат, розробив систему лісогосподарських заходів щодо створення біологічно стійких і високопродуктивних лісостанів й оптимізації лісокористування, зменшення негативних впливів глобального потепління. У 1966 р. успішно захистив докторську дисертацію і здобув науковий ступінь доктора сільськогосподарських наук.

Великі комплексні експедиційні дослідження професор С. А. Генсірук здійснив у 1970-1974 рр. під час розроблення теми "Наукові основи охорони і використання лісових ресурсів України", результатом яких стали дві монографії: "Комплексне лісове господарство в гірських умовах" і "Лісові ресурси України, їх охорона та використання". У цих працях глибоко проаналізовано причини катастрофічного зменшення лісистості України за кілька століть, сучасний стан лісів, їхнє значення у збереженні природного середовища, а також обґрунтовано проблему оптимізації лісокористування. За серію монографій Президія АНУ в 1976 р. присудила професору С. А. Генсіруку премію ім. О. Г. Шліхтера, а у 1996 р. – премію ім. В. І. Вернадського. У 1998 р. він був удостоєний Державної премії України в галузі науки і техніки. За масштабами досліджень української лісової природи С. А. Генсірук посідає одне з чільних місць у світі, тому у серпні 2000 р. він отримав нагороду Міжнародної спілки лісових дослідницьких організацій (IUFRO) – Золоту медаль і Диплом лауреата IUFRO за 10 фундаментальних монографій про ліси України. Степан Генсірук є дійсним членом НТШ.

Експедиційні дослідження професора Степана Генсірука у 1976-1980 та 1981-1985 рр. у Поліссі, Лісостепу та Гірському Криму дали змогу розробити теоретичні основи лісогосподарського районування України, обґрунтувати екологічну систему природоохоронних територій, основні принципи регіонального природокористування, які знайшли відображення у шести ґрунтовних монографіях.

Монографічні праці Степана Генсірука одержали високу оцінку вітчизняних та зарубіжних вчених і здобули йому визнання не лише на батьківщині, а й за кордоном. Основні напрями його наукової роботи органічно поєднуються з проблемою охорони природи, збереження її багатств для майбутніх поколінь. У 1968 р. завдяки, зокрема, і його природоохоронній діяльності зменшено обсяги головних рубань лісу в Україні втричі (з 15 до 5 млн м³ деревини на рік), що дало змогу зберегти 660 тис. га стиглого лісу із запасом деревини 200 млн м³. На жаль, збережені тоді ліси були злочинно вирубані у перші роки незалежності України.

Ще у 1981 р. Степан Генсірук на основі системного аналізу значення лісів у біосфері та житті людства обґрунтував потребу поліфункціональної охорони лісів планети, їхнє біосферне значення. Від вирішення цієї проблеми залежить майбутнє людства – відвернення глобальної екологічної катастрофи і зменшення негативних впливів потепління клімату. Згодом, через одинадцять років, Конференція ООН зі сталого розвитку у Ріо-де-Жанейро (1992 р.) підтвердила перестороги українського вченого.

У 1982 і 1986 рр. академік Степан Генсірук очолював комплексні наукові експедиції провідних вчених АН України і домогся припинення шкідливих великомасштабних осушних меліорацій лісів та сільськогосподарських угідь Полісся. Вагомим є його внесок у історію науки, – досліджуючи спадщину видатних українських та зарубіжних вчених, він написав книгу "Історія лісівництва в Україні" (1995).

З 1986 р. Степан Генсірук працює в УкрДІТУ. Поряд з плідною науково-дослідною роботою, він з великим педагогічним натхненням читає проблемні лекції з лісівництва та лісової історії на лісогоспо-

дарському факультеті; успішно готує наукові кадри. Під його керівництвом 25 осіб захистили кандидатські та п'ятеро – докторські дисертації.

С. А. Генсірук створив і успішно розвиває нові наукові напрями – лісове ресурсознавство, регіональне природокористування; опрацював основи комплексного ведення лісового господарства, які сприяють раціональному використанню лісових багатств і охороні навколишнього природного середовища України. У 1992 р. вийшла друком його монографія "Ліси України".

У 1993 р. Степанові Антоновичу присвоєно почесне звання "Заслужений діяч науки і техніки України", його обрано академіком чотирьох спеціалізованих академій України (Інженерної, Екологічної, Лісівничої, Технологічної кібернетики). З 1995 р. він – "Заслужений працівник народної освіти України" та "Відмінник лісового господарства України".

30 червня 2005 р. Степанові Антоновичу Генсіруку присвоєно звання "Почесний професор Національного лісотехнічного університету України".

У 2002 р. на прохання лісівників України вчений видав третє, доопрацьоване і розширене видання книги "Ліси України" обсягом 50 друк. аркушів. У березні 2007 р. Степан Антонович завершив редагувати і видав II том фундаментальної двотомної "Української

енциклопедії лісівництва" обсягом 50 друк. аркушів, 500 повідомлень у цьому томі він написав особисто.

Усе життя він поєднує найкращі риси видатного вченого зі світовим ім'ям і чудового співака. Він – великий патріот України та її чудової природи. Численні фундаментальні праці Степана Генсірука заслуговують нових нагород.

ЛІТЕРАТУРА

1. Генсірук С. А. Ліси України. – Львів, 2002. – 490 с.
2. Генсірук С. А. Ліси Українських Карпат та їх використання. – К.: Урожай, 1964. – 290 с.

C. M. Stoyko, L. I. Copies, O. I. Shabliy

A PROMINENT SPECIALIST- ENVIRONMENTALIST IN FORESTRY IS THE FIRST UKRAINIAN LAUREATE OF INTERNATIONAL BONUS IUFRO IN 2000

A vital way and scientific achievements of doctor of agricultural sciences, professor S.A. Gensiruka. Outlined basic directions him the scientific personal interests and payment in forestry science.

УДК 630*

Андрій П'ЯСЕЦЬКИЙ¹

ПРО ПОБУДУВАННЯ І БІОЛОГІЧНИЙ РОЗВИТОК РЯДУ ТИПІВ УКРАЇНСЬКОГО ЛІСУ²

Йдеться про одну з перших фундаментальних праць з лісової типології, опубліковану у 1942 р. як видання природознавчої секції Наукового Товариства ім. Шевченка у Львові. Академік П.С. Погребняк у повоєнних листах до дружини Андрія П'ясецького Марії висловився про цю роботу так: "...чудова книжка, повна глибоких свіжих ідей, книга написана дозрілим талановитим вченим". Зараз вона вже є бібліографічним раритетом. Проте її актуальність і сьогодні є очевидною. Тому вважаємо за потрібне опублікувати ще раз цю роботу в автентичній редакції окремими частинами у декількох випусках нашого видання.

З біографії вченого. Народився 27 серпня 1909 р. в галицькому селі Реклинець біля Великих Моств, тепер Сокальського р-ну, Львівської області у сім'ї священика. Він був наймолодшим серед п'яти дітей, яких батьки виховували у найкращих традиціях західноукраїнської інтелігенції. Його старший брат Володимир – хорунжий Української галицької армії, загинув 1919 р. у бою з польськими окупантами під Жовковою.

Андрій отримав середню освіту у Львівській державній гімназії. Сповнений молодечої енергії, був членом молодіжної скаутської організації "Пласт".

У 1927 р. Андрій П'ясецький стає студентом рільничо-лісового факультету "Львівської політехніки". Навчання давалось легко. Такі авторитети, як професори Дезидерій Шимкевич та Шимон В'єрдак, викладали ботанічні науки, професор Францішек Кржисік читав лекції з винознавства.

У 1933 р. захистив дипломну роботу на тему "Охорона лімби (кедра) в Горганях" і отримав диплом інженера-лісівника.

Практичну діяльність розпочав з організації технічного лісового бюро "Сільва", яке надавало фахові послуги приватним лісовласникам на договірній основі. Розробник технічних "оператив" (проектів ведення господарства) інженер-лісівник Андрій П'ясецький вдається до глибокого лісівничого аналізу та особливу увагу зосереджує на наукових дослідженнях. Така робота вимагає тривалого перебування у лісах різних ландшафтних провінцій Галичини, де молодий учений доповнює свої теоретичні знання, "читаючи книгу природи".

Та особливо турбує його розграбування карпатських лісів. Мандруючи горами, з болем дивився, як катастрофічно ріднуть лісостани, як довгі залізничні потяги, вантажені першокласною деревиною, котяться на захід. Тому він приєднується до ініціативної групи науковців у справі охорони лісів і зокрема заборони вирубування кедрової сосни та створення перших заповідних територій.



Прагнучи зайнятися науковою роботою, у 1940 р. Андрій влаштовується у політехнічний інститут, де отримує звання доцента кафедри лісової ботаніки. Розпочинає працю над дослідженнями лісової типології, засади якої у Західній Україні були зовсім не розроблені. Його увагу привертає Розточчя, природа якого з лісівничої, ботанічної та зоологічної точок зору бачилася унікальною. Саме тому тут П'ясецький починає закладати типологічний профіль. Цьому, класичному нині експерименту передують глибоке вивчення розвитку лісової типології в Європі. Знайомиться з працями фінських учених А. Каяндера і А. Аальтонена, польських – Й. Пачовського і В. Плонського,

російських – Г. Морозова та В. Сукачова, українських – Е. Олексіва, П. Погребняка, Д. Воробйова та інших.

У 1940 р. Андрій їде в наукове відрядження до Києва, щоб особисто познайомитись з фундатором української типологічної школи Петром Степановичем Погребняком, має з ним тривалу розмову. Після повернення організовує у Янові коло Львова лісову науково-дослідну станцію, закладає на Розточчі пробні площі. Свої теоретичні висновки Андрій П'ясецький

¹ Андрій Львович П'ЯСЕЦЬКИЙ – видатний учений лісівник, кандидат наук, доцент кафедри лісової ботаніки Львівської політехніки, міністр лісів у коаліційному уряді Ярослава Стецька. Загинув від рук нацистів у 1942 р.

² Передрук здійснено за виданням 1942 р. Автентичність тексту збережено.

робить на основі детальних досліджень. Вплив екологічних чинників на ліс досліджує в динаміці.

Плідна наукова діяльність Андрія П'ясецького 1940-1941 рр. була не лише глибокою, а й різнобічною. Він запроваджує передові підходи до класифікації лісів у навчальну практику. Перед війною, 1941 р., вийшов друком його "Загальний нарис природно-історичної районізації лісів західних областей України". А 20 лютого 1941 р. він захищає кандидатську дисертацію на тему "Карпатський кедр, його охорона і кедрові заповідники".

Цього ж року НКВС заарештовує ученого і ув'язнює у Львівських Бригідках – в'язниці, перетвореній більшовиками на фабрику смерті. Андрій був одним з кількох, а чи кільканадцяти, в'язнів, які дивом дочекались приходу німців живими.

30 червня 1941 р. в Львові відбулись Українські національні збори, які проголосили відновлення Української Самостійної держави на чолі з Ярославом Стецьком. П'ясецький очолив міністерство лісів у новопосталому коаліційному уряді. Проте нацисти уряду не визнали та через два тижні оголосили про його розпуск. Знову розпочалися репресії...

У тяжких умовах чергової окупації Андрій П'ясецький організовує Український лісовий науково-дослідний інститут, згуртовуючи навколо себе талановитих науковців, продовжує працю на Янівській дослідній станції і завершує написання ґрунтової наукової праці "Про побудування і біологічний розвиток ряду типів українського лісу", яку згодом видала природознавча секція Наукового Товариства ім. Шевченка у Львові.

Незабаром А. П'ясецький розпочинає працю керівником Янівського надлісництва, площа якого становила 14 тис. га. А далі події розгортаються драматично.

За наказом розпорядника лісів форстмайстра Ганса Барта, який прибув з Кракова, тоді адміністративного центру, дослідне лісництво у Янові було перетворено у звичайне надлісництво. Плани рубань у другому півріччі 1941 р. доведено до 24 тисяч кубометрів. Отож для цього треба знищити весь цінний ліс! Тому Андрій їде до Кракова, де в головному управлінні лісів працював професор Мانتель, визначний учений-лісівник. П'ясецький аргументовано доводить йому, що знищення лісів на теренах Головного Європейського вододілу може мати непередбачувані наслідки для природи і домагається того, щоб янівські ліси вважалися й надалі науковим об'єктом.

Розлючений неочікуваним поворотом подій, Барт доносить у гестапо, що П'ясецький не виконує його наказів. 8 січня 1942 р. у Страдчі Андрія заарештовують. Вів у гестапо справу приятель Барта Освальд Мюллер, на основі свідчень новопризначеного надлісничого Адамовича і лісничого Загайчевського, яких Андрій 1939 р. прогнав зі служби в Дирекції лісів за зловживання.

Жодні втручання не допомогли. Представникові Українського комітету Паньківському начальник гестапо Ставіскі заявив, що "навіть, коли б слідство виявило, що П'ясецький не саботував свідомо, сам факт, що він наважився входити в суперечку з німцем, заслугує кари". Навіть професорові Мантелю, який, на прохання Андрієвої дружини Марії, приїхав із Кракова і особисто хотів домогтися правди, проте йому було відмовлено.

Під час ув'язнення у тюрмі на вул. Лонського Андрій П'ясецький перехворів тифом, а видужавши, добровільно зголосився допомагати хворим на цю недугу як санітар. Не згасала надія на визволення. Однак у відповідь на вбивство українськими підпільниками Сендеги – офіцера німецької поліції, нацисти розстрілюють у Галичині близько 100 закладників, зокрема 28 в'язнів у Львові, серед них був і Андрій П'ясецький. У котрийсь із днів з 25 до 27 листопада 1942 р. на схилі Кортумової гори за Янівським цвинтарем, куди він не раз із друзями-пластунами ходив віддавати шану стрілецьким могилам, біля дороги, якою їздив у розточанські ліси, обірвалося його життя. Було йому 33 роки.

Володимир ДУДОК, Мирослав ГОРОШКО

I. ВСТУП

В безупинному змаганні рослин між собою та усіма чинниками середовища за життєвий простір і можливо найкращий життєвий вияв формуються в умовах даного місцевиростання рослинні асоціації.

В них виявляється рослинний продуктивний ефект даної ділянки місцевиростання, можливий за даних екологічних та історичних умовин.

В лісі це проявляється в утворенні типів лісу ("тип лесорастительных условий" Сукачева, "Waldtyp" Каяндера), цебто в сукупності (серії) лісорослинних асоціацій, що відповідають даній ділянці місцевиростання. Ті асоціації, які для даного ступеня історично-стадійного процесу рослинних сукцесій найбільш завершені і тривкі, називає лісова типологія корінними ("коренные формы" Сукачева, "клімаксові асоціації" Клементса і Braun-Blanquet-a, *Naturnormale Vegetationsformen* Каяндера), а ті, які є тільки перехідною, часовою формою рослинності для даного місця, похідними ("производные формы" Сукачева, "модифікації" (Modifikationen) Каяндера, "дегресії" та "демутації" Висоцького, серійні асоціації Клементса, "przejściowe zespoły" Шимкевича, "Folgebestände" Гесмера).

Стверджено, що цілість природної рослинності, а навіть первісної фавни, в корінній для даного типу лісу формі, за однакових кліматичних умовин, є дуже стійкою формацією. Вона найкраще характеризує продуктивні вартості місцевиростання та, в випадку знищення, швидше чи пізніше відроджується до первісного стану.

Корінна форма лісорослинної асоціації залежна насамперед від екологічних чинників, що в даній ділянці місцевиростання діють. Цих екологічних чинників є безліч, однак деякі з них, чи теж деякі групи з-поміж них, уважаються за головні "провідні" – за Погребняком, цебто вирішальні при утворенні даного типу лісу та в перебігу біологічних процесів у ньому. Їх вплив на формування й розвиток лісових асоціацій досліджували різні автори та стверджували, що за таких-то й таких умовин цей або той екологічний чинник діє вирішально на біологічні процеси в лісостані, зокрема на продукцію деревної маси.

Однак при цих дослідженнях допускалися такі недоліки:

1) деякі автори зовсім не брали до уваги корінних лісорослинних асоціацій та типів лісу, а свої дослідження зв'язували тільки з формою лісостану, яка тепер існує, часто похідною, через що їх вислідів не

можна ніяк узагальнити та порівняти до вислідів інших праць;

2) дослідження роблено переважно на спробних площах у віддалених від себе місцях, а після того *статистично* порівнювано з собою їх висліди, як пересічні для даних типів лісу, зовсім не беручи до уваги місцевих кліматичних, історичних і геологічних різниць у генезі тих типів, які заіснували внаслідок віддалення спробних площ від себе;

3) при дослідженнях звертали увагу насамперед на теперішній стан екологічних чинників у даному типі лісу, на статичну сторінку їх екології, а не досліджували *змін*, що відбуваються в екологічних чинниках при безпосередньому переході одного типу в другий, цебто на *динаміку* тих чинників, що виступають в природі завжди в рядах суцесивних екологічних змін, завдяки чому кожний тип лісу є завжди черговою ланкою в ланцюзі певного: трофогенного, гідрогенного чи кліматогенного комплексу типів (див. Погребняк, [60]).

Через те деякі висліди виявляють позірну незгідність, а самі їх автори не знайшли *ключа* до логічного погруповання їх і пов'язання з існуючими тривкими формами лісорослиного вияву.

Цей ключ можна знайти тільки в устійненні *динамічних закономірностей*, що існують між екологічними факторами середовища та формами лісорослиного вияву. Такі закономірності, знову, можна найкраще роз'яснити аналізуванням змін у рядах екологічних факторів, при переході з одної ділянки місцевиростання на другу, та відповідних змін у біологічних процесах лісорослиних асоціацій.

Завдання цієї праці – дослідити деякі із згаданих динамічних закономірностей, що існують між побудуванням лісорослиних асоціацій та умовами місцевиростання, а також основні біологічні процеси в них *при безпосередній сполуці досвідних ділянок із собою*.

Для цієї мети пошало мені знайти "exemplum classicum" у формі цікавого комплексу типів лісу в лісах Досвідного Надлісництва Янів біля Львова. А саме там, завдяки різноманітному ґрунтового-геологічному та водному режимові, витворився на просторі приблизно 1 км лісостан, в якому виступає цілий *комплекс типів лісу*, за зростом трофності та поменшенням вологости, тобто "*трофо-гідрогенний*", від убогого мокрого соснового бору через складні шнильово-листяні мішані асоціації (субори, сугрудки) аж до листяного лісу, т. зв. грудку. Разом визначено там (придержуючись класифікації Олексієва-Погребняка) *чотири основні групи типів лісу*, з 8 типами й підтипами, в яких виступає корінна форма лісостану, та 2 ділянками, в яких виступають похідні форми лісостану. Лісорослині асоціації, що відповідають даним типам, виразно зформовані, з дуже характерним живим вкриттям, так що можна сказати, що тут суцесійні стадійні процеси виступають у можливо конденсованім та приближенім до себе комплексі. При цьому вся ця лісова ділянка є менш-більш одного віку (від 80 до 100 л.) з дуже мало позначеним впливом людського господарювання, так що є в цьому можливість спровести до одного порівняльного вікового рівня досвідні роботи над біологічними процесами в лісостанах у зв'язку зі зміною екологічних факторів та переходу одного типу в другий.

Також фітогеографічно досвідна ділянка є в цікавому положенні, бо лісорослиний підрайон Розточчя, на якому лежить Янівський лісовий масив, це зустріч-

не місце кліматичних і ботанічних впливів західної середньо-європейської лісової смуги, східних впливів недалекого лісостепу, південних карпатських гірських формацій та північних бореальних елементів, що тут розкинулись острівцем далеко від своїх суцільних ареалів.

На цій ділянці розпочато влітку 1940 р. досвідні роботи над аналізом згаданих проблем і тепер їх далі продовжують. Як вислід першого етапу досліджень оформлюється ця праця.

На цьому місці хотів би я теж скласти подяку всім, що давали мені пораду, поміч та співпрацю, зокрема Вельмишановним Панам: проф. др. П. Погребнякові за передання творчої ініціативи, допомогу літературою та цінними вказівками, проф. др. Ш. Вердакові за вказівки та ласкаву допомогу в укладанні флористичних списків, інспекторові інж. З. Полеві за дуже видатну та ініціативну співпрацю в польових роботах, др. К. Кузняреві, проф. др. А. Мусеровичеві та проф. др. Ф. Кржисікові за проведення ґрунтових та технологічних аналіз, професорам: Б. Іваницькому, І. Ляденбергеріві, Ю. Полянському та Д. Шимкевичеві і доц. Т. Герушинському за цінні поради та вказівки, інж. С. Фіолкові за: вдумливе та мистецьке оформлення, лісникові Ю. Якимову за сумлінну працю в важких обставинах.

Львів, у січні 1942 р.

II. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

Серед численної літератури з лісової типології та екології, яка в останніх 50 роках була оголошена, висувуються щодо розроблюваної теми насамперед такі 2 групи:

А. *Праці загального характеру*, що дали основу для типологічних розумінь і визначень. З цих праць (у відношенні до досліджуваних проблем) важливіші такі⁷:

Олексій Е.В. у працях [45, 46, 47, 48] кладе основу під визначення та класифікацію типів лісу на просторі північних і східних областей України. Він глибоко й правдиво аналізує історичні та біологічні процеси в правильно визначених типах лісу та корінних і похідних лісорослиних асоціаціях, що в них проявляються. Він теж перший складає їх у класифікаційну систему, що опирається на поступаючі за трофністю і вологістю ґрунту комплексні ряди.

Каяндер А.К. у працях [20, 21, 22] розробляє основоположення під фінляндську лісово-типологічну школу. Типи лісу він визначає як одноцільні флористично і екологічно-біологічні формації, що відповідають даній ділянці місцевиростання і дають однаковий лісорослиний продуктивний ефект лісостанів. В умовах північної Фінляндії характеризує їх найкраще рослинне живе вкриття, за яким теж побудовано Каяндером ціла класифікація типів. На основі цих, цілком правильних для фінляндських фітогеографічних і кліматичних умовин, залогень, розроблено в Фінляндії екологічну, флористичну та таксаційну підбудову типології, яка буде схарактеризована в спеціальних працях.

Морозов Г.Ф. [38, 39, 40, 41] – це знов основоположник типологічних досліджень, побудованих на

⁷ Див. література при кінці праці.

зв'язку ґрунтово-геологічних, географічних і кліматичних процесів з фльористичною та біологічною структурою лісостанів. Він насамперед глибокий аналітик цих проблем і, як такий, глибоко та правдиво характеризував описово взаємозв'язки ґрунту й рельєфу з утворенням і біологічним розвитком типів лісостанів в європейській смузі лісостепу.

Пачоський Й. [50, 51] досліджував лісові асоціації в первісних лісах, зокрема в Біловезькій пущі. Як фльорист-ботанік, він насамперед займався історично-ботанічними питаннями, однак чимало уваги присвятив він теж біологічним процесам, що існують у первісних лісових асоціаціях, а також часто подавав правдиві та глибокі розуміння впливу екологічних чинників на побудовання асоціацій.

Погребняк П.С. [55, 56, 57, 58, 59, 60] широко розробив разом з іншими дослідниками типологічні принципи Олексієва та використав теж синтетично кращі елементи з праць Морозова, Каяндера, Висоцького й ін., створюючи т. зв. *українську лісово-типологічну школу*. Він остаточно оформив типологічно класифікаційну систему для лісів лісостепу й українського Полісся та опрацював разом з *Воробйовим Д.В.* типологічний визначник для визначування типів українського лісу за рослинними індикаторами, де рослинність мало порушена, та ґрунтовими ознаками в тих місцях, де корінна рослинність знищена. Визначення типів лісу, подані Погребняком, важні, очевидно, з деякими кліматичними варіантами, і для західних областей України, бо майже в цілості підтвердилися на розроблюваній досвідній ділянці. В останньому часі Погребняк (праця [60]) поглиблює свої типологічні основоположення, поширює їх для різних кліматичних смуг та використовує при цьому нові досягнення науки природознавства.

Сукачев В.Н. [68, 66] кладе в основу лісової типології фльористичні (фітоценотичні) принципи і, як тип лісу, розуміє лісорослину асоціацію, що існує тепер. Він широко використовує теоретичні надбання швайцарсько-французької (фітосоціологічної) типологічної школи (Браун-Блянкет, Рюбель) та деякі розуміння Каяндера, Клементса, Дю Рієца та ін. західних фітосоціологів. Він визначає схеми лісових асоціацій центральних і північних областей європейської частини Росії та подає методу описово-статистичного їх розроблення. У своїх працях розвиває сукцесійно-історичну сторінку творення лісових асоціацій та фльористично-динамічні процеси в їх розвитку.

Усіма цими загальними працями користувався я при аналізі основних понять і історично-біологічних процесів на досвідній ділянці.

До другої групи належать:

Б. *Праці спеціального характеру*, у яких аналітично досліджувано екологічні й біологічні процеси в зв'язку з типами лісу, або зростанням лісостанів. З цієї групи праць важливіші для моєї теми були такі:

Аальтонен В.Т. [1, 2, 3, 4] досліджує стан деяких екологічних чинників у фінляндських типах лісу. У двох перших працях [1, 2] про *кислотність лісового ґрунту (рН)* устійнює зв'язок між кислотністю ґрунту і лісовим типом, а саме доводить, то чим *багатіший тип лісу, тим кислотність ґрунту менша*. Також доказує, що кислотність ґрунту меншає в глибших шарах і досягає свого мінімуму в долішній частині горизонту В (горизонт В₂ ілювіальний).

У праці [3] про *нітратні процеси в лісовому ґрунті* доказує, що чим *багатіший тип лісу, тим кількість азоту в ньому більша і тим більша частина азоту виступає в мінералізованій формі*. Також кількість вапна ґрунту в багатіших типах лісу в середньому *більшає*. У зв'язку з тим більшає масова продуктивність у типах лісу, і *Вальмарі* та *Львессальо* устійнюють до цього відношення кореляційні коефіцієнти для лісів південної Фінляндії.

В останній праці [4] про *бонітування ділянок місцевиростання на основі досліджень ґрунту*, аналізує вплив *механічного складу ґрунту* на утворення типів лісу і показує, що в *багатіших типах кількість дрібних фракцій, менших від 0,05 мм, більшає*. Підтверджує теж попередні висліди досліджень щодо азоту, вапна й кислотності та приходить до загального висновку, що *принаймні в фінляндських ягідниково-вересових типах лісу (Heidewäldern) ділянки місцевиростання краще можна визначити на основі фізичних, ніж хемічних ґрунтових даних*.

Круліковський Л. в основній праці [27] показує зв'язок відношення вуглецю до азоту (C/N) в гумусовім шарі ґрунту з продуктивністю лісових місцевиростань. *Чим краще місцевиростання, чим багатіший щодо складу лісостан (типів лісу він, на жаль, не бере до уваги!), тим нижче відношення вуглецю до азоту (C/N)*. У зв'язку з тим також і кислотність ґрунту меншає. Ця вельми цінна праця не дає змоги зв'язати цілком її висліди з іншими, бо принцип типів лісу і лісорослинних асоціацій у ній поминуте.

Кухарський А. [29] описово досліджує зв'язок зміни рослинності з зміною умов місцевиростання на заложеному профілі 3¹/₂ км довжини через комплекс первісних лісових асоціацій у Біловезькій пущі. Автор пристосовує правильну методу, однак не розробляє її, як слід, та не дає висновків, побудованих на аналітичних даних, як це завважає вже Пачоський (*Lasy Białowieży* ст. 25).

Кузяля В. [30] в незвичайно цінній праці досліджує екологічні ареали рослин лісового вкриття в зв'язку з переходом одного типу лісу в другий. Пристосовує він тут методу, на яку спирається і моя праця, а саме досліджує ці ареали на дійсному комплексі ділянок типів лісу, що ступенно змінюються. Доказує, що рослинні вкриття розміщуються за типами відповідно до екологічних вимог, поступово збільшуючи свою кількість, поки не досягнуть максимуму свого проявлення в найбільш характеристичному для них типі. Платове їх розміщення зв'язане переважно зі способом їх розмноження (звідси теж органографічний характер таких платів!). Деревна рослинність також впливає на платове розміщення рослин у зв'язку зі зміною освітлення та опадом підстилкі. Межі розміщення рослин є результатом поступових екологічних змін (не показує, яких!) та конкуренційної боротьби видів. Кількість видів судинних рослин у вкритті більшає при переході від бідніших типів до багатіших.

Кузяря К. [32] досліджує вплив трьох екологічних чинників: механічного окладу ґрунту, рівня ґрунтових вод та кількості гумусу на бонітет соснових насаджень. Доказує, що ні один з тих факторів сам один не впливає вирішально на продуктивність лісового ґрунту, та спростовує твердження *Альберта* про виключний вплив механічного складу ґрунту і *Гартмана* та *Бернбека* про виключний вплив водного режиму ґрунту на бонітетність соснових місцевиростань.

Натомість стверджує, що при певному проценті частинок ґрунту, дрібніших від 0,25 м/м, існує означений взаємозв'язок між механічним складом ґрунту та рівнем ґрунтової води – і бонітетом соснових насаджень. Щодо гумусу, устійнює позитивно тільки те, що на перехідних торфах чим шар сирого гумусу тонший, тим бонітет сосни кращий.

Ця цінна праця не подає, на жаль, типологічних даних щодо досліджуваних ділянок та зіставляє типологічно й генетично різні місцевиростання в один штучно утворений сукцесивний ряд.

Плонський В. [53] розглядає вплив релієфу і різних типів ґрунту на продуктивність насаджень. Однак при тому поминає зовсім типологічні проблеми, а ґрунт трактує як незмінні одноцілі плати, в яких немає сукцесивних екологічних змін, тому теж і висновки його щодо впливу релієфу на високість насаджень не мають належного обґрунтування.

Погребняк П.С. в праці [55] подає екологічні границі ареалів видів дерев, кущів і рослинного вкриття та *ізобонітетні лінії* продуктивності поодиноких господарсько важливих деревних порід у зв'язку з типами лісу на просторі північно-східних областей України.

Також визначає докладніше провідні екологічні фактори, що впливають вирішально на утворення типів лісу, а саме: дорідність (родючість) *ґрунту*, у якій головні компоненти – це механічний склад, хемізм та товщина шару ґрунту, доступного до використання корінням, і *вологість*, як сума діяння ґрунтової та атмосферичної води.

Устійнення щодо екологічних ареалів та ізобонітетних ліній, подані в цій праці, вимагають в умовах більш поміркованого клімату деяких справлень.

Соколовський С. у своїй "Лісівництві" [66] подає висліди досліджень у Потурицьких лісах б. Сокаля про вплив механічного складу ґрунту на склад лісостанів і устійнює загально, що чим більша кількість дрібних частин у ґрунті, тим лісостан багатший.

Шюце А. [76] розглядає вплив хемізму ґрунту на бонітет сосни і стверджує, що на північно-німецьких дилувіальних пісках чим більший процент вапна і фосфорової кислоти, тим бонітет сосни вищий а навпаки, чим більший процент гумусу, тим бонітет сосни нижчий – твердження, яке виправдалося в цій праці.

Юркевич І.Д. [79] аналізує кількісно і якісно відносини в поновленні різних типів лісу на Білорусі та дає цінний порівняльний матеріал для досліджуваної ділянки.

Висновки з цих спеціальних праць ще розглянемо при нагоді аналізу відносних питань.

В інших працях усюди розкинуті фрагментарні дані, що мають зв'язок з досліджуваною проблемою, і ними я широко користувався при аналізуванні поодиноких питань.

III. МЕТОДИКА ДОСВІДНОЇ РОБОТИ

Як уже у вступі сказано, вибрано досвідну ділянку в такому місці, де, в зв'язку з поступовою зміною лісового місцевиростання, утворився комплекс типів лісу за зростом трофности від найбіднішого бору А через субір В та сугрудок С до груду D.

Досвідну ділянку утворено в прямій лінії, що простягається 1050 м, подібно, як це робили в своїх дослідженнях Куяля [30] та Кухарський [29], однак з тією основною зміною, що тут узято до уваги, не лі-

нійний профіль, як вони робили, а цілу площу, ширини 50 м. Це дало можливість досліджувати основні таксаційні елементи в лісостані в зв'язку з екологічними змінами.

Щоб полегшити поміри, поділено досвідну ділянку на 21 *квадрат*, величини 50×50 м, та позначено їх білими стовпами з відповідним означенням (кілометраж). *Межі типів* позначено гранатово-жовтими стовпцями з чорними та білими літерами типів.

Релієф ділянки визначено точно на основі нівеляції площі геодезичним інструментом.

Під особливу увагу взято профіль поздовжній I – II та поперечний V-VI.

Визначені на основі "Лісово-типологічного визначника" Погребняка [10] типи, описано в коротких характеристиках.

Фітосоціологічні взаємини у вкритті досліджено в осінньому та літньому аспекті на основі скалі Браун-Блянкетта, справленої Висоцьким, та подано в таблицях і описах.

Для досліджень *ґрунтів* викопано 32 ґрунтові перетини, нормально до глибини 2 м, а плитше в місцях, де тому перешкоджувала ґрунтова вода або скала. Перетин описано та забрано з характеристичних шарів пробки для аналізу поодиноких екологічних чинників. Рівень ґрунтових вод міряно тричі на вбитих в перетині паликах.

Таксаційні елементи в лісостані з'ясовано на основі переліку дерев мірною вилкою, змірення висот люнетом Вейзе та аналіз стовбурів модельних дерев.

Генезу лісостанів розглянено на основі порівняння віку дерев та точного змірення розміщення дерев.

Конкуренцію деревних порід зображено на основі аналізу приросту дерев на, висоту.

Природне поновлення обсервовано на, 160 пробних площинках 2×2 м.

Докладну методику аналітичних робіт та обчислень подаємо в відносних розділах.

Усі площі типів лісу фотографовано в зимовому та літньому аспекті.

Визначені типи позначено за системою Погребняка:

- групи типів лісу за зростом трофности: А, В, С, D,
- типи лісу за зростом вологости: 0 – дуже сухі, 1 – сухі, 2 – свіжі, 3 – вогі, 4 – мокрі, 5 – заболочені.
- підтипи за відмінами трофности: ' – вбогі, " – середні, "" – багаті,
- похідні форми: скороченням назви породи перед назвою типу (нпр. дС"2 – дубняк середнього свіжого сугрудку).
- кліматичні варіанти типів: скороченням назви породи по назві типу (нпр. С"2 б – багатий свіжий буковий сугрудок).

Праця тривала від серпня 1940 р. до грудня 1941 р., нерідко в доволі тяжких умовах з огляду на важку зиму 1940/41 р. та воєнні часи.

Польові роботи проведено в Лісовій Науково-Досвідній Станції в Янові, а обчислення та аналізи в Львівському Політехнічному Інституті та Українському Лісовому Науково-Досвідному Інституті.*

(Далі буде)

* У примірнику, з якого здійснено цей передрук, заретушовано з цензурних міркувань уже в часи радянської окупації другу частину назви інституту, а саме "імені Митрополита Андрея Шептицького".

ЛІТЕРАТУРА

1. **Aaltonen V.T.** Über die Aziditätsgrade (pH) des Waldbodens, Helsinki (Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 1925).
2. **Aaltonen V.T.** Einige pH-Bestimmungen im Waldboden, Helsinki (C.I. F. F. 1937).
3. **Aaltonen V. T.** Über die Umsetzungen der Stickstoffverbindungen im Waldboden, Helsinki (C. I. F. F. 1926).
4. **Aaltonen V.T.** Über die bodenkundliche Bonitierung der Standorte, Helsinki, (C. I. F. F. 1937).
5. **Альохін В.В.** Географія рослин, Київ 1939.
6. **Биков, Дрюченко, Кожевников, П'ятницький.** Лісові культури (лісостепова частина), Київ-Полтава 1936.
7. **Valmari I.** Beiträge zur chemischen Bodenanalyse A.F. F. 1921.
8. **Вильямс В.Р.** Земледелие с основами почвоведения, Москва 1939.
9. **Włoczewski T.** Z obcych badań nad odczynem i próchnicą gleb leśnych, Lwów 1927.
10. **Воробій Д.В., Погребняк П.** Лісовий типологічний визначник українського Полісся.
11. **Woszczyński S.** Co przemawia za istnieniem naturalnego płodozmianu w lesie? Lwów 1926.
12. **Gumiński R.** Wilgotność powietrza w Polsce, Warszawa 1927.
13. **Dengler A.** Waldbau auf ökologischer Grundlage, Berlin 1930.
14. **Dyrr O.** Sukcesyjne zmiany drzewostanów na degradujących się czarnoziemach Podola Wołyńskiego w związku z postępem degradacji, Sylwan, Lwów 1938.
15. **Домрачева Е.А.** Физико-механический и химический анализ почвы, Ленинград 1939.
16. **Жуков А.** Технічні властивості сосни з лісів України, Харків 1931.
17. **Jedliński W.** Nowe kierunki rozwoju urządzenia lasu na tle poprzedzających je metod drzewostanowych, Lwów 1932.
18. **Ivessalo U.** Vegetationsstatistische Untersuchungen über Waldtypen.
19. **Cajander, Ivessalo.** Über Waldtypen, Acta Forestalia Fennica 1921. II.
20. **Cajander A.K.** Zur Begriffsbestimmung im Gebiet der Pflanzentopographie.
21. **Каяндер А.К. (Архипов, Каракаш). I.** Сущность и значение типов леса. II. Различие в учениях о типах леса, Москва 1933.
22. **Cajander A.K.** Was wird mit den Waldtypen bezweckt? Helsinki 1923. A.F. Fennica.
23. **Кожевников П.П.** Дигресія рослинного накриву за типами лісу, Харків 1928.
24. **Кожевников П.П.** Типи лісу та лісові асоціації Поділля, Харків 1931.
25. **Колесніков П.П., Ефимова М.А.** Лесорастительные районы водоохранной зоны, 1939.
26. **Kosińska-Bartnicka.** Opady w Polsce, Warszawa 1927.
27. **Kruślikowski.** Badania nad stosunkiem węgla do azotu w ściółkach i próchnicach gleb leśnych, Warszawa 1935.
28. **Krzysik F.** Stosunki przyrostu w poszczególnych klasach Krafu w drzewostanie jodłowym, Lwów 1928.
29. **Kucharski A.** Zmiana warunków siedliskowych i szaty roślinnej ze zmianą terenu prostopadłe do rzeki Hwoźnej w Nadleśnictwie Rezerwat w puszczy Białowieskiej. – Rocznik Nauk Rolnych i Lesnych, T. XV, Poznań 1926.
30. **Kujala V.** Über die Begrenzung der Siedlungen, Helsinki 1925. C. I. F. F.
31. **Kulesza W.** Idee studiów typologicznych, Lwów – Sylwan 1931.
32. **Kuźniar K.** Wpływ mechanicznego składu gleby, poziomu wody węgłnej opaz zawartości próchnicy na wzrost drzewostanów sosnowych w Puszczy Sandomierskiej, Lwów, 1936.
33. **Kuźniar K.** Przyczynek do poznania wahaní poziomu wody gruntowej w lasach Puszczy Białowieskiej, Lwów – Sylwan 1936.
34. **Łomnicki A.** Atlas geologiczny Galicji, Kraków 1898.
35. **Lönnroth E.** Untersuchungen über die innere Struktur und Entwicklung gleichartiger, naturnormaler Kieferbestände, A. F. F. T. 30, 1925.
36. **Mikłaszewski I.** Lasy i leśnictwo w Polsce, Warszawa 1928.
37. **Mieczyski T.** Gleboznawstwo terenowe, Puławy 1938.
38. **Морозов Г.Ф.** Учение о типах насаждений, Москва – Ленинград 1931.
39. **Морозов Г.Ф.** Лес как растительное сообщество, Москва – Ленинград 1931.
40. **Морозов Г.Ф.** Типы и бонитеты, Ст. Петербург 1912.
41. **Морозов Г.Ф.** О типологическом изучении лесов, Кострома 1917.
42. **Niedzialkowski W.** Z aktualnych zagadnień typologii, Las Polski 1929.
43. **Niedzialkowski W.** Runo jak wskaźnik warunków środowiska leśnego w teorii i zastosowaniu praktycznym, Las Polski 1935.
44. **Nowiński M.** Zespoły roślinne Puszczy Sandomierskiej, Kosmos 1927.
45. **Олексій Е.В.** Типы украинского леса, Київ 1928.
46. **Олексій Е.В.** Об основных понятиях лесоводственной типологии, Київ 1927.
47. **Олексій Е.В.** Временно-случайные формы лесоводственных типов насаждений, Київ 1916.
48. **Олексій Е.В.** Типи лісу по мокрих ґрунтах, Київ 1926.
49. **Орлов М.М.** Лесная вспомогательная книжка, Ленинград 1931.
50. **Paczoski J.** Typy lasów Białowieży, Poznań 1930.
51. **Paczoski J.** Biologiczna struktura lasu, Lwów – Sylwan 1928.
52. **Paczoski St.** Wschodnie szkoły fitosocjologiczne i ich znaczenie w urządzeniu lasu, Las Polski 1929.
53. **Płoński W.** Tablice zasobności i przyrostu drzewostanów, sosna, Warszawa 1937.
54. **Płoński W.** Sposób kształtowania się średniej wysokości drzewostanu w świetle oddziaływań mikroreliefu i różnych typów gleb, Lwów 1929.
55. **Погребняк П.С.** Основи типологічної класифікації та методика складати її. (Німецьке видання: Über die Methodik der Standortsuntersuchungen in Verbindung mit den "Waldtypen"), Харків 1931 – Штокгольм 1929.
56. **Погребняк П.С.** Лісорослинні умови Правобережного Полісся України, Харків 1927.
57. **Погребняк П.С.** Лісорослинні умови Лівобережного Полісся України, Харків 1928.
58. **Погребняк П.С.** Лісорослинні умови Полісся, Харків 1931.
59. **Погребняк П.С.** О формах взаимодействия между лесом и средой, Лесное Хозяйство 1940, № 7.
60. **Погребняк П.С.** Основи лісової типології, Київ 1941.
61. **Пясецький А.** Про українську лісову типологію, Львів 1940.
62. **Пясецький А.** Загальний нарис природно-історичної районізації лісів Західних Областей УРСР, Львів 1941.
63. **Romanow M.** Zarys przyrodniczo-leśnych podstaw racjonalnej gospodarki w Puszczy Białowieskiej, Las Polski 1929.
64. **Rubner K.** Die pflanzengeographisch-ökologischen Grundlagen des Waldbaus, Neudam – Berlin 1939.
65. **Sarnowski I.** Zależność rozwoju i przyrostu różnych typów drzewostanu sosnowego od stopnia zabagnienia, Kraków 1934.
66. **Sokołowski S.** Hodowla lasu, Lwów 1930.

67. Sokolowski S. Badania socjologiczne w rezerwatach bukowych w Złotym Potoku nad Wiercicą, Lwów – Sylwan 1928.

68. Сукачев В.Н. Руководство к исследованию типов лесов, Москва – Ленинград 1931.

69. Сукачев В.Н. Дендрология с основами лесной геоботаники, Ленинград 1938.

70. Suchecki K. Myśli o plodozmiennym gospodarstwie w lesie, Lwów – Sylwan 1931.

71. Suchecki K. Wykład nauki o siedlisku, Lwów 1935.

72. Ткаченко М.Е. Общее лесоводство, Москва 1940.

73. Tolpa S. Analiza pyłkowa torfowiska w Janowie na Roztoczu, Kosmos 1927.

74. Szymkiewicz B. Wpływ odwodnienia na rozwój drzewostanów sosnowych, Warszawa 1938.

75. Szymkiewicz B. Ekologia roślin, 1932.

76. Schütze A. Beziehung zwischen chemischer Zusammensetzung und Ertragsfähigkeit des Waldbodens, Zeitschrift für Forst u. Jagdwesen 1869-71.

77. Шмідт В.Е. Природне й штучне поновлення в лісах українського правобережного Полісся.

78. Шмідт В.Е. Рубка і поновлення дуба в Чорному Лісі. (Праці Київського Лісотехнічного Інституту 1938).

79. Юркевич И.Д. Естественное возобновление в водоохранных лесах БССР, Минск 1939.

Andrey P'yaseckiy

ABOUT POBUDUVANNYA AND BIOLOGICAL DEVELOPMENT OF ROW OF TYPES OF THE UKRAINIAN FOREST

One of the first fundamental labours from forest tipologii was published at 1942 as edition of section of natural scientist of Scientific Society the name of Shevchenko in Lvov. Akademik p.S. Pogrebnyak in a post-war letter to the wife to Andrey P'yaseckogo spoke out Maria about this work so: "chudova book, complete deep fresh ideas, a book is written mature talented scientists". Presently it already is a bibliographic rarity. However its actuality and today is obvious. Therefore consider necessary to publish once again this work in an authentic release by separate parts in a few issues of our collection.

УДК 630*502.7

В. П. ШЛАПАК¹**ПЕТРО ІВАНОВИЧ МОРОЗ: ЛІСІВНИК-ЛІСОМЕЛІОРАТОР
ТА ЕКОЛОГ (З НАГОДИ 70-РІЧЧЯ)**

Петро Іванович Мороз – дійсний член Лісівничої академії наук України, доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри лісівництва та екології Уманського державного аграрного університету, відомий український вчений лісівник-лісомеліоратор та еколог, дослідник з лісомеліоративного освоєння малопродуктивних піщаних земель Середнього Подніпров'я. Має особисті заслуги у царині лісознавства та екології, зокрема з дослідження стійкості деревних порід в промислових регіонах України. Проф. П. І. Мороз – автор (співавтор) понад 300 друкованих праць, зокрема 5 монографій, 3 підручників, 17 навчальних та методичних посібників, словників, брошур, рекомендацій виробництву, які відомі як в Україні, так і далеко за її межами. Рецензент і титульний редактор низки наукових видань. Петро Іванович Мороз народився 27 квітня 1936 року в селі Лозоватці Пятихатського району на Дніпропетровщині, у сім'ї сільського вчителя. Батько – Іван Олександрович (1914-1996), мати – Надія Назарівна (1913-1985).

Після закінчення у 1949 р. місцевої неповної середньої школи П. І. Мороз навчався на відділенні агролісомеліорації Єрастівського сільськогосподарського технікуму на Дніпропетровщині. Закінчивши з відзнакою у 1953 р. цей навчальний заклад, вступає на лісгосподарський факультет Української сільськогосподарської академії (нині Національний аграрний університет), у якому у 1958 р. здобув фах інженера лісового господарства.

Трудову діяльність після навчання розпочав у Дніпропетровському держлісгоспі, де працював по 1961 рік на посадах помічника лісничого Нижньодніпровського лісництва та старшого інженера Фрунзенської лісової механізованої ділянки. У цей період і пізніше, за його науковими розробками та проектами й безпосередньою участю, з широким використанням механізації на покидькових територіях (звалища, смітники), невдобах (яри, балки, піски) та інших категоріях малопродуктивних земель було створено значні площі приміських насаджень зеленої зони промислових міст Дніпропетровська й Дніпродзержинська, в урочищі "Тунельна балка" Нижньодніпровського лісництва, Любимівському лісництві та пісках лівобережжя Дніпра у Фрунзенській ЛМД, що зараз у Кіровському й Миколаївському лісництвах.

У 1961 р. за переводом управління кадрів П. І. Мороз перейшов працювати викладачем предметів лісівничого циклу до Єрастівського сільськогосподарського технікуму на Дніпропетровщині, де пропрацював до 1965 р. З 1965 по 1969 рр. одночасно навчається в

аспірантурі на кафедрі ботаніки Черкаського державного педагогічного університету (стаціонарно) і кафедрі лісівництва Московської сільськогосподарської академії (заочно). Кандидатську дисертацію захистив у 1969 р. за спеціальністю 06.03.03 – лісівництво на тему: "Досвід заліснення малопродуктивних земель у степовій частині Подніпров'я", а докторську – у 1991 р. за спеціальністю 03.00.16 – екологія на тему: "Екологічні основи лісомеліорації Середньодніпровських піщаних масивів, її природоохоронне та рекреаційне значення".

З 1969 р. П. І. Мороз працює на кафедрі лісівництва та екології Уманського державного аграрного університету, де пройшов шлях від асистента до професора: асистент (1969-1977), старший викладач (1977-1978), старший науковий співробітник (1978-1980), доцент (1980-1992), професор (1993).

За період виробничої й науково-педагогічної діяльності за рахунок часу, передбаченого на періодичне підвищення фахового рівня та особистого часу, він, окрім базових лісотехнічної й агрономічної, здобув також вищу педагогічну технічну й біологічну та екологічну освіти. У 1961 р. закінчив філософський факультет Дніпропетровського Вечірнього університету Марксизму-Ленінізму (1959-1961). У 1964 – заочно природничий факультет за спеціальністю "Біологія" Криворізького державного педагогічного університету (1962-1964); педагогічний технічний факультет Російської сільськогосподарської академії за спеціальністю "Механізація сільського господарства" (1963-1964); у 1969 р. – педагогічний факультет



¹ **Володимир Петрович ШЛАПАК** – дійсний член ЛАН України, доктор сільськогосподарських наук, професор, Національний дендрологічний парк "Софіївка" НЛП НАН України. Україна, м. Умань. Тел.: +38098-927-34-57. E-mail: piterwp@rambler.ru

Московської сільськогосподарської академії за спеціальністю "Гідромеліорація" (1968-1969); у 1985 р. – спеціальний факультет цієї ж академії (1984-1985), де одержав фундаментальну підготовку з агроекології. Проходячи перепідготовку в різних ВНЗ, П. І. Мороз здобуває додатково до вищої лісотехнічної освіти: агрономічну екологічну, педагогічну технічну й біологічну. Нині має фах: агронома-лісомеліоратора, інженера лісового господарства, агронома-еколога, педагога, біолога. Рід діяльності: науково-педагогічна.

П. І. Мороз відомий як учений у царині лісомеліорації та екології. Наукові праці присвячені актуальним проблемам лісомеліорації, зокрема, розробці агротехнічних (технологічних) особливостей створення та підвищення стійкості насаджень в екстремальних умовах зелених зон промислових міст Подніпров'я, оптимізації екологічного середовища щодо галузей лісового й сільського господарства, питанням озеленення, розвитку вищої екологічної освіти в Україні.

До основних теоретичних напрацювань проф. П. І. Мороза належать:

I. Узагальнення теоретичних основ лісомеліорації та комплексного освоєння малопродуктивних піщаних земель Середнього Подніпров'я;

II. Обґрунтування технологічних основ створення в екстремальних умовах промислового забруднення атмосфери й антропогенного пресу екологічно стійких протиерозійних та рекреаційних лісонасаджень на пісках Середнього Подніпров'я, із застосуванням плоско-різного обробітку ґрунту широкозахопними глибокорозпушувачами;

III. Обґрунтування технологічних особливостей способу отримання садивного матеріалу швидкорослих деревних порід з використанням загат.

До переліку основних здобутків та їх реалізації належать такі:

1. Розкрито функціональне значення створюваних протиерозійних лісонасаджень на пісках та насаджень зелених зон промислових міст Середнього Подніпров'я [4, 5, 10, 13, 14, 15, 17, 20, 21, 23, 24, 25, 26];

2. Розроблено спосіб інструментально-геодезичного визначення водозабезпечення піщаних площ [4, 23];

3. Розроблено й вивчено технологію створення більш стійких лісонасаджень на пісках Середнього Подніпров'я [4, 5, 10, 15, 23, 24, 26];

4. Розроблено агротехнічні особливості створення лісонасаджень та догляду за їх міжряддями із використанням широкозахопних глибокорозпушувачів ґрунту [2, 4, 5, 15, 23, 24, 25];

5. Вивчено особливості використання природного і штучного трав'яного покриву під час створення соснових культур на еродованих площах пісків Середнього Подніпров'я [2, 4, 5, 16, 23, 24, 26];

6. Вивчено особливості створення лісонасаджень крупномірним садивним матеріалом з мінімальними витратами [4, 24];

7. Розроблено спосіб механізованого розбивання площ під лісонасадження та промислові сади [4, 5, 24];

8. Вивчено агротехнічні особливості зайнятих лісових культур на піщаних землях [2-4, 23, 24];

9. Узагальнено досвід комплексного освоєння піщаних земель у Середньому Подніпров'ї [4, 24];

10. Вивчено й розроблено агротехнічні основи способу отримання садивного матеріалу швидкорослих деревних порід з використанням загат [4, 24];

11. Вивчено й узагальнено теоретичні і практичні аспекти основ екології та інше [1, 6-9, 11, 12, 18, 22].

Коротко викладемо узагальнювальний зміст основних наукових напрацювань проф. П. І. Мороза. Як відомо, нині під лісом в Україні знаходиться лише 15,6 % території. Для досягнення оптимальної лісистості площі лісу за рахунок невідповідних і малопродуктивних земель треба збільшити щонайменше у зоні Лісостепу у 2 рази, а в Степу – 3-4 рази. Цьому повинно сприяти використання нових технологічних розробок та максимальна механізація процесу лісовирощування. З огляду на те, що великі площі земель, що колись використовувались у рільництві, тепер віднесено до категорії невідповідних і малопродуктивних, їх доцільно буде вилучити з сільськогосподарського обігу як такі, що не виправдовують витрати урожаєм. З екологічної точки зору на сьогодні не менше третини таких земель доцільно використати для створення лісонасаджень, і насамперед, ґрунтозахисних, водоохоронних та біля промислових міст – рекреаційних.

Автор вже тривалий час розробляє технологічні проекти створення цих типів лісонасаджень на малопродуктивних піщаних землях та невідповідних Середнього Подніпров'я. Загальна площа в регіоні земель цієї категорії, що підлягають подальшому освоєнню, тут десь 131,5 тис. га, з яких принаймні половину доцільно використати для лісорозведення.

З огляду на специфіку регіональних екологічних умов (значного промислового забруднення атмосфери, переущільнення поверхневого й активного шару ґрунту внаслідок рекреаційного пресу, у ряді місць недостатнього водозабезпечення площ), вирощування доброякісних лісонасаджень на піщаних землях у Середньому Подніпров'ї є проблематичним. Цьому має сприяти застосування як більш досконалих технологічних вирішень, так і максимальна механізація робіт, пов'язаних з процесом лісорозведення.

Для обґрунтування доцільності використання площ малопродуктивних піщаних земель регіону, під певні категорії угідь та проведення відповідних лісогосподарських заходів, автор запропонував користуватись критерієм стану їх водозабезпечення шляхом прокладання від водосховищ (рік) інструментальних геодезичних профілів. Техніка пробивання створу, обліку рослинних угруповань (як індикаторів стану водозабезпечення певних ділянок) та викреслювання профілів на міліметровому папері загальноприйняті. Це, зокрема, дає змогу за рівнем ґрунтових вод, за відомими лісівникам критеріями, визначати ступінь придатності певних площ під різні типи лісонасаджень, визначати необхідну кількість висаджуваних деревинних рослин на 1 га площі, планувати своєчасне проведення необхідних доглядових рубань, не допускаючи створення переагущених деревостанів тощо.

З урахуванням едафічних екологічних особливостей освоєваних площ піщаних земель у регіоні, лісомеліоративні насадження доцільно й надалі створювати переважно з сосон звичайної та кримської, а на піщаних різновидах ґрунтів – із дуба звичайного й акації білої, з широким застосуванням механізації робіт. На площах з близьким рівнем стояння ґрунтових вод, по узбережжях водосховищ і річок доцільно й надалі створювати насадження з різновидів тополі, використовуючи садивний матеріал насінного походження.

На підставі багаторічних досліджень лісорозведення на пісках Середнього Подніпров'я автор розробив агротехнічні заходи з метою створення стійкіших лісонасаджень на еродованих площах. Зокрема, спосіб безполицевого готування ґрунту під лісокультури широкозахопними глибокорозпушувачами, створення соснових культур на еродованих і горбистих площах під захистом смуг природного травостою багаторічних рослин та дикого й озимого жита, механізованого догляду за молодими насадженнями, із застосуванням переобладнаних для цієї мети важких дискових ґрунтообробних знарядь сільськогосподарського призначення, й борін з високими зубцями тощо.

Як відомо, типова технологія створення лісових культур сосни на еродованих та горбистих глибоководних площах пісків з використанням для готування ґрунту вузькозахопних глибокорозпушувачів типу РН-60, РН-80Б має низку вад, бо не забезпечує належного укорінення сіянців сосни у перші роки.

Критично оцінивши це, автор удосконалив технологію створення лісових культур на означених категоріях площ, із застосуванням для готування ґрунту широкозахопних глибокорозпушувачів (типу ГР-2,7), які краще сприяють росту кореневої системи молодих дерев. Виробниче впровадження цієї авторської технології ще в 1959 р. в умовах Дніпропетровського піщаного масиву, зокрема, Фрунзенської ЛМД та Кіровського лісництва дало позитивні наслідки.

Для готування ґрунту під лісонасадження розпушувач ГР-2,7 використовують з трьома стрілчастими плоскорізними лапами, а на площах горбистих пісків його застосовують з одним середнім робочим органом, який при ширині захоплення 90 см забезпечує глибину обробітку ґрунту – до 60 см.

На відміну від типової технології з використанням вузькозахопних глибокорозпушувачів, соснові культури, створені на площах з використанням цього знаряддя, краще ростуть, ліпше приживлюються, мають добре і рівномірно розвинену всебічну кореневу систему. Це відбувається не лише внаслідок значно більшої ширини захоплення робочих органів цього типу розпушувача, а й зміщення ґрунту під час проходку у вертикальній площині. Особливо добрі результати дає готування ґрунту цим розпушувачем на площах із значним переушільненням.

На базі широкозахопного глибокорозпушувача автор розробив й низку інших технологічних вирішень, пов'язаних із створенням різних типів лісокультур, а також догляду за міжряддями різних віку лісонасаджень, з надмірно ущільненою поверхнею ґрунту від антропогенного пресу, особливо біля промислових міст та великих населених пунктів. Це підвищує екологічну стійкість насаджень і до інших несприятливих чинників середовища, зокрема, задимлення атмосфери, покращує умови росту.

Для вирішення проблеми отримання якісного й набагато дешевшого садивного матеріалу швидкорослих деревних порід (тополі й верби) насінного походження, ніж його вирощування на базових розсадниках, автор розробив й теоретично обґрунтував спосіб його отримання з використанням загат. Будуються дві загати на дні покинутого замуленого ставка, висохлого гирла річки чи на дні балки. Одна загата – для утримання запасу води. Друга – для вирощування самосіву. Місце під загати обирається поблизу плодоносних до-

рослих дерев тополі (верби). У цьому випадку повністю забезпечується природне засівання нижньої загати, без попередньої заготівлі й розміщення тут гілля тополі (верби) з побурілими коробочками насіння. Полив самосіву здійснюється за допомогою сифонів, через греблю верхньої загати. Постійний рівень підживлювальної води в нижній загаті (7-10 см) весь час підтримується з використанням перемичок водорегулювальної каналі нижньої загати. До осені на площі нижньої загати виростає самосів по 100-200 шт. на 1 м² (або 2 млн шт. на 1 га), придатний для висаджування весною на лісокультурні площі. За умови залишення частини самосіву на дорощування, на наступний рік можна одержати високорослий садивний матеріал цих порід з компактною кореневою системою для озеленення.

Дещо змінивши розроблену технологію, можна вирощувати садивний матеріал насінного походження й інших деревних порід, зокрема, берези й вільхи. Відомі й інші фундаментальні наукові розробки автора.

З нагоди 70-річчя ми бажаємо Вам, Петре Івановичу, міцного здоров'я, великого особистого щастя, сімейного благополуччя, світлих перспектив, незгасної енергії, оптимізму й успіхів у Вашій благородній, творчій науковій праці. Нехай на Вашій життєвій стежині завжди світить сонце, голубіє небо, розквітають квіти, а душу зігрівають любов до природи та вагомі наукові здобутки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Мороз П. И. Охрана природы: Метод. пособ. для студ. сельхозвузов. – Умань: УСХИ, 1979. – 146 с.
2. Мороз П. И. Рекомендации по фитомелиорации малопродуктивных песков и песчаных земель. – Умань: НТОСХ, 1979. – 28 с.
3. Мороз П. И., Карасюк И. М., Зинченко А. И. Сельскохозяйственное освоение малопродуктивных песчаных земель Приднепровья: Метод. рук.-во. – Умань: НТОСХ, 1979. – 31 с.
4. Мороз П. И. Комплексное освоение Среднеднепровских песчаных массивов / Инструктив.-метод. рекомендации. – Умань: НТОСХ, 1980. – 44 с.
5. Мороз П. И. В кн. Гексирук С. А., Цемко, В. П., Гайдара Л. И. Использование низкопродуктивных земель в УССР. Гл. IV. (С. 164-227). – К.: Наук. думка, 1981. – 239 с.
6. Мороз П. И., Вакулин А. А. Пособие по подготовке общественных инспекторов охраны природы. – М.: НМС МСХ СССР, 1984. – 52 с.
7. Мороз П. И., Мороз Е. К. Культура корнесобственных роз в Лесостепи Украины / Научно-произв. рек. – К.: ЦРБС АН УССР, 1984. – 29 с.
8. Мороз П. И. Основы сельскохозяйственной экологии с охраной окружающей среды: Учеб. пос. – Умань: УСХА, 1987. – 89 с.
9. Мороз П. И. Охрана природы: Метод. указан. для студ. заочников. Издан. 2-ое доп. – Умань: УСХИ, 1987. – 63 с.
10. Мороз П. И. Биоэкологические основы лесоводства и лесомелиорации: Учеб.-метод. пос. – Умань: УСХИ, 1987. – 140 с.
11. Мороз П. И., Васильев Н. Г. Охрана природы: Метод. указан. для студ. с.-х. вузов. – М.: МСХА, 1987. – 42 с.
12. Мороз П. И. Пособие по выполнению раздела "Охрана природы" дипломных и курсовых работ. – Умань: УСХИ, 1989. – 125 с.
13. Мороз П. И., Васильев Н. Г., Кузнецов Е. В. Лесоводство с основами агролесомелиорации: Учеб. пос. для студ. с.-х. учебн. завед. – М.: МСХА, 1992. – 104 с.

14. Мороз П. И., Васильев Н. Г., Кузнецов Е. В. Охрана природы с основами экологии: Учеб. для с.-х. учеб. завед. – М.: Экология, 1993. – 239 с.

15. Мороз П. И., Косенко І. С. та ін. Природа Черкащини: стан, проблеми раціонального природокористування та охорони. – Миколаїв-Одеса: СИМАО-ОКФА, 1996. – 400 с.

16. Мороз П. И., Зінченко О. І. та ін. Біологічне рослинництво: Учеб. пос. для студ. с.-г. навч. закл. – К.: Вища шк., 1996. – 239 с.

17. Мороз П. І. та ін. Природокористування і охорона природи: Учеб. пос. для вчителів, студентів, учнів. – Черкаси: ЧДУ, 1996. – 230 с.

18. Мороз П. І. Методичні розробки індивідуальних завдань студентам для практичних занять з агроекології та раціонального природокористування у сільському господарстві: Навч. пос. – Умань: УСГА, 1996. – 151 с.

19. Мороз П. І. Практичні заняття з агроекології з елементами економіки природокористування: Навч. пос. – Умань: УСГА, 1997. – 165 с.

20. Мороз П. І., Косенко І. С. Екологічні проблеми раціонального природокористування: Навч. пос. для студ. аграрн. та педагог., навч. закл. – Львів: Престиж Інформ, 1999. – 320 с.

21. Мороз П. І., Шлапак В. П. Лісомеліорація з основами лісівництва: Метод. роком. заочн. – Умань: УСГА, 1999 – 28 с.

22. Мороз П. І., Шлапак В. П. Основи екології з охороною навколишнього середовища: Навч.-метод. пос. – Умань: УСГА, 1999. – 100 с.

23. Мороз П. И., Шлапак В. П. Приднепровские песчаные массивы. – Львов: Престиж Информ, 1999. – 265 с.

24. Мороз П. И., Шлапак В. П. Комплексное освоение Среднеднепровских песчаных массивов. – Львов: Престиж Информ, 1999. – 265 с.

25. Мороз П. І., Косенко І. С. Екологічні основи природокористування: Навч. пос. – Умань: УДАА, 2001. – 456 с.

26. Мороз П. І., Косенко І. С. Природа Шевченківського краю: Монографія. – Умань: УДАУ, 2006. – 380 с.

V. P. Shlapak

PETER IVAN IS MOROZ: SPECIALIST-LISOMELIORATOR IN FORESTRY AND ENVIRONMENTALIST (ON OCCASION OF 70-RICHCHYA)

Peter Ivan Moros is an actual member Lisivnichei academies of sciences of Ukraine, doctor of agricultural sciences, professor of department of forestry and ecology of the Umanskogo state agrarian university, the Ukrainian scientist is known specialist-lisomeliator in forestry and environmentalist, researcher, from mastering of lisomeliativnogo of underproductive sandy earths of Middle Podniprovia. Has the personal merits in the area of silvics and ecology, in particular from research of firmness of arboreal breeds in the industrial regions of Ukraine. Prof. Moroz P. I. author (coauthor) over 300 printing labours, in particular 5 monographs, 3 textbooks, 17 train and methodical aids, dictionaries, brochures, recommendations to the production, which are known both in Ukraine, and far after its limits. Reviewer and title editor of row of scientific editions.

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ СЬОГОДЕННЯ

УДК 630*946.3

В. Л. МЄШКОВА¹

ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ТА ПРИКЛАДНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОБЛЕМ ЛІСОВОГО ГОСПОДАРСТВА

Дано характеристику основним напрямам фундаментальних і прикладних досліджень, які виконуються в Українському науково-дослідному інституті лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г.М. Висоцького впродовж років його становлення та сьогодення. Висвітлено значення стаціонарних досліджень, найважливіші наукові завдання яких пов'язані із створенням, вирощуванням лісу та збереженням лісових екосистем в умовах антропогенного впливу – техногенного навантаження, рекреації, лісогосподарської діяльності. Особливо наголошено на вагомості географічного підходу і врахування особливостей лісорослинних умов для вирішення і завдань лісової науки.

Створення українського науково-дослідного інституту лісового господарства і агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького (УкрНДЛГА) наприкінці 1929 р. зініціювали видатні учені – Г. М. Висоцький, О. Г. Марченко та О. Н. Соколовський. Серед нагальних завдань було визначено зосередження наукових сил, організацію підготовки нових наукових кадрів, установлення міцних зв'язків інституту з іншими організаціями та фахівцями-лісівниками, що працюють у лісовому господарстві на місцях. Також планувалося організувати при інституті відділ поширення лісівничих знань, налагодити видавництво наукової та просвітницької літератури з питань створення й вирощування лісу [13].

Г. М. Висоцький вважав, що діяльність інституту має охоплювати широке коло академічних програм, зокрема вирішувати їх у межах структури Всесоюзного інституту фотосинтезу (цю ідею підтримували М. І. Вавілов і В. І. Вернадський). Водночас, Г. М. Висоцький вважав досить ефективним співробітництво науки з Народним земельним комісаріатом, у віданні якого перебували ліси.

За пропозицією Г. М. Висоцького, до структури УкрНДЛГА входили три відділи, у межах яких існували менші структурні одиниці, що давало змогу охопити дослідженнями практично всі аспекти вивчення лісових екосистем і впровадження результатів у практику лісового господарства.



Так, до завдань лісобіологічного відділу входили дослідження щодо: лісорослинних умов і біології головних деревних порід; вирощування твердих порід; селекції й насінництва деревних порід; акліматизації та розведення швидкорослих деревних порід; лісорозведення, зокрема степового; створення культур, які відповідають певним типам лісу (і ґрунтам); догляду за лісостанами для отримання найбільш

шого приросту й бажаних технічних властивостей деревини; захисту від шкідливих комах.

Тобто, лісобіологічний відділ вирішував питання лісознавства (фундаментальні) і лісівництва (прикладні). Розробляючи рекомендації стосовно створення культур, потрібно було вивчити вимоги окремих лісових порід до тепла, вологи, їхні зимостійкість, посухостійкість, стійкість до пошкодження комахами, взаємодію з іншими породами, інтенсивність транспі-

¹ Валентина Львівна МЄШКОВА – дійсний член ЛАН України, доктор сільськогосподарських наук, професор, Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г.М. Висоцького. Україна, м. Харків. Тел.: +38(057)707-80-59. E-mail: V. meshkova@yahoo.com

рації в певних регіонах і лісорослинних умовах. Для вирішення питань захисту насаджень від шкідливих комах треба було вивчити особливості біології, фенології, екологічних вимог кормових рослин, фітофагів, ентомофагів і взаємодії цих організмів; визначити періоди в житті рослин, коли вони найуразливіші до пошкоджень, і періоди в сезонному розвитку комах, коли вони найуразливіші до дії погодних чинників, природних ворогів, заходів захисту лісу.

Другий відділ УкрНДЛГА мав назву економічно-організаційного. Серед питань, які досліджували в ньому, слід назвати такі: економічне районування українських лісів; вивчення наявних сировинних ресурсів і способів їх доцільного використання; цільові господарства і принципи їх організації; методи організації лісового господарства; розроблення таксаційних заходів з метою вдосконалення інвентаризації лісостанів; ревізія та доповнення таблиць масово-сортиментних і ходу росту деревостанів; вивчення закономірностей розвитку й побудови лісостанів; раціоналізація організації праці у лісовому господарстві, стандарти обліків, бланки повідомлень; основні положення експлуатаційного плану лісового господарства; основні положення проекту лісовпорядної настанови; вивчення виробничих особливостей у лісовому господарстві; раціоналізація і нормалізація трудових процесів у лісовому господарстві; індустріалізація та інтенсифікація лісового господарства, стандартизація сортиментів, машинізація тощо. Таким чином, економічно-організаційний відділ вирішував питання лісовпорядкування, лісової таксації, організації лісогосподарського виробництва, стандартизації та власне економіки, тобто питання, пов'язані з реєстрацією й аналізом інформації стосовно лісів і лісової продукції.

У третьому відділі УкрНДЛГА – лісотехнологічному й інженерному – вивчали технічні властивості деревини, питання підсочування й переробки живиці, смоляного та дигтарного виробництв, технології сухої перегонки деревини; консервування й сушіння деревини, механізації лісових розробок і транспорту, а також впливу різних способів догляду на технічні властивості деревини. Таким чином, діяльність третього відділу стосувалася механізації та переробки лісової продукції.

У період становлення УкрНДЛГА (1929-1930) тематику було спрямовано на вивчення лісових екосистем із метою виявлення законів, які впливають на життя й розвиток лісу (грунт, рослинність, фауна і клімат); утворення стійких типів культур, що відповідають умовам вирощування й забезпечують максимальний ефект, на базі типологічного вивчення лісів України; дослідження насінних деревних і чагарникових порід з метою їх належної селекції. Основні проблеми залишаються актуальними й нині.

Роботи з лісової технології було спрямовано переважно на пошук нових джерел сировини та раціонального використання існуючих (10 тем), раціоналізацію виробництва (8 тем). На питання стандартизації продукції й теоретичні роботи припало лише 4 теми.

Економіко-організаційні дослідження було переважно присвячено раціоналізації виробництва та вивченню його економічної ефективності. Серед 16 тем, які проробляли протягом 1929-1930 рр., лише дві мали менш чи більш теоретичний характер.

За лісобіологічним напрямом розробляли близько 20 тем, серед яких п'ять стосувалися захисту від шкід-

ників лісу. Крім 62 тем, виконуваних в 1929-1930 рр. у центральних відділах інституту, на дослідних станціях тривали багаторічні стаціонарні дослідження. Найстислішими були терміни пророблення економіко-організаційних і лісівничо-технологічних тем, а найтривалішими – лісобіологічних. Дійсно, беручи до уваги мінливість погодних умов у різні роки, виявити певні біологічні закономірності можна лише в ході тривалих досліджень. Так, якщо повний цикл масового розмноження комах-хвоєлистогризів триває близько семи років, надати надійні рекомендації стосовно прогнозування динаміки популяцій через три і навіть п'ять років неможливо. Якщо певну технологію обробки ґрунту і створення лісових культур розроблено у рік із великою кількістю опадів і приживлюваність культур сягає майже 100 %, це зовсім не означає, що в усі роки і в усіх регіонах саме така технологія забезпечить високу приживлюваність [13].

Протягом 77 років існування структура УкрНДЛГА неодноразово змінювалася, згідно з вимогами часу, постановами уряду, потребами лісогосподарського виробництва – виникали одні відділи чи лабораторії і об'єднувались інші. Так, нині до структури УкрНДЛГА входять лабораторії лісівництва, лісових культур і агролісомеліорації, екології, моніторингу та сертифікації лісів (із сектором сертифікації лісів), селекції, захисту лісу, економіки, нових інформаційних технологій, а також сектор ґрунтознавства. Останнім часом було опубліковано декілька статей, присвячених науковій діяльності УкрНДЛГА [3, 10, 11], зокрема книга до 75-ої річниці інституту [13]. Тому ми намагаємось не повторювати викладеної в зазначених публікаціях інформації.

УкрНДЛГА підпорядкований Державному комітету лісового господарства України і Національній Академії наук України. Тому у діяльності інституту фундаментальні і прикладні дослідження гармонійно поєднуються.

Оскільки об'єктом дослідження є складні й багатофункціональні лісові екосистеми, а прикладні розробки мають теоретичне обґрунтування, чітку межу між фундаментальними та прикладними дослідженнями провести неможливо. Так само, розглядаючи окремі наукові напрями, не можна визначити чітку межу між лабораторіями, в яких здійснюються відповідні дослідження. Тому розглянемо основні напрями досліджень не за структурними підрозділами, а за напрямками.

На відміну від більшості напрямів наукової діяльності УкрНДЛГА, пов'язаних безпосередньо з вивченням лісових екосистем, діяльність фахівців з економіки й організації лісового господарства спрямована на вирішення питань реформування системи управління лісовим господарством, планування й фінансування лісогосподарського виробництва; надання науково-технічного прогнозу розвитку лісового господарства, підвищення ефективності господарювання, інтенсифікацію лісокористування, організацію виробництва і праці в лісовому господарстві. Результатами цих досліджень є розроблення методологічних принципів функціонування лісового господарства в умовах ринкової економіки, методичних засад економічних нормативів і, відповідно, нормативів для лісогосподарського виробництва, методичні рекомендації щодо визначення потенційної продуктивності лісових земель і рівня їх ефективного використання, методичні рекомендації з

економічної оцінки сировинних ресурсів лісу щодо удосконалення нормативно-правової бази управління лісового господарства в сучасних умовах [10, 12–14].

Ліс – явище географічне, як сказав Г. Ф. Морозов. Тому всі процеси, що відбуваються у лісі, мають розглядатися в географічному аспекті.

Саме на залежності поширення лісів від поєднання певних значень показників тепла, зволоження та континентальності базується лісокліматичне районування. Лісотипологічні області умовно обмежують ізолініями, які є межами відповідних зон тепла й вологості клімату, а лісотипологічні райони виділяють за показником континентальності клімату. Водночас на рівні насадження лісорослинні умови є інтегральним проявом топографічних, ґрунтових, гідрологічних, лісівничих ознак, що зумовлюють утворення певного мезоклімату і формування певних угруповань рослин індикаторів, які використовують для визначення типів лісу [8]. Результати робіт з питань типології лісів та її історії викладено в монографіях д-р с.-г. наук О. С. Мігунової "Леса и лесные земли" (1993 р.), "Лесоводство и почвоведение" (1994 р.), "Лесоводство и естественные науки" (2000, 2007 рр.). Під її керівництвом також обґрунтовано доцільність відведення різних категорій земель (зокрема зональних степових, засоленних і піщано-черепашкових) приморської зони України під насадження різного цільового призначення, запропоновано різні способи меліорації ґрунтів, низку перспективних для півдня України посухо- та солестійких деревних і чагарникових порід. Актуальність лісової типології і потребу ведення лісового господарства на типологічній основі підтверджено на XI Погребняківських читаннях "Лісова типологія в Україні: сучасний стан, перспективи розвитку" (10-12 жовтня 2007 р., м. Харків), у якій узяли участь 211 науковців із 63 установ [5].

На півночі ріст лісу обмежує температура, на півдні – нестача вологи, на сході – континентальність клімату, що супроводжується суворішими зимами, більшим промерзанням ґрунту взимку, стрімким потеплінням навесні і повільнішим розмерзанням ґрунту. У різні терміни не території нашої країни розпочинається і закінчується вегетаційний період, проходження фенологічних фаз рослинами і стадій – фітофагами й ентомофагами, відрізняються темпи й інтенсивність фотосинтезу, транспірації та їх співвідношення.

Саме тому у різних регіонах України істотно відрізняються лісорослинні умови, склад порід, життєздатність дерев і лісостанів, уразливість їх до пошкодження комахами, ураження хворобами, чутливість до несприятливих абіотичних і антропогенних чинників, зокрема до рекреації, техногенного забруднення та господарської діяльності людини.

Відрізняються також із зазначених причин темпи й рівень приросту деревини, продуктивність деревостанів, частота й інтенсивність плодоношення лісових порід, частота, інтенсивність і тривалість масового розмноження комах.

Коли йдеться про потребу ведення лісового господарства на типологічній основі, слід, по-перше, забезпечити однозначне визначення типів лісу під час лісовпорядкування, а, по-друге, підкріпити дослідженнями кількісні оцінки відмінностей росту, плодоношення, продуктивності й санітарного стану лісостанів у різних лісотипологічних областях і районах, а також – у різних лісорослинних умовах.

Одночасне проведення досліджень у різних регіонах країни за однією методикою і під загальним методичним керівництвом стає можливим завдяки існуванню дослідної мережі УкрНДІЛГА, яка нині охоплює два філіали (Степовий ім. В. М. Виноградова та Поліський), сім науково-дослідних станцій (Вінницьку, Київську, Краснотростянецьку, Кримську, Луганську, Маріупольську, Новгород-Сіверську) і Данилівський дослідний держлісгосп.

У виконанні майже кожної наукової теми, яка проробляється в УкрНДІЛГА, беруть участь науковці на декількох дослідних станціях. Це дає змогу робити обґрунтовані висновки з урахуванням особливостей природно-кліматичних умов окремих регіонів і розробляти відповідні рекомендації.

Як було започатковано в перші роки існування УкрНДІЛГА, так і нині на всіх підприємствах дослідної мережі підтримуються стаціонарні об'єкти (понад 2 тисячі), на яких протягом багатьох років здійснюються вимірювання й оцінювання певних параметрів лісових екосистем і деревостанів, біологічного кругообігу речовин у лісових екосистемах.

Так, у лісах Чорнобильської зони після аварії вивчають закономірності міграції радіонуклідів у ґрунті, рослинності, деревині, грибах, організмах тварин, що дало змогу розробити рекомендації з ведення лісового господарства в умовах радіоактивного забруднення (В. П. Краснов, В. О. Бузун, О. О. Орлов та ін.).

Закладено досліді для розроблення систем ведення лісового господарства на типологічній основі, теорії та практики доглядових рубань і рубань стиглого лісу; програмно-цільового вирощування лісу [9]. На їх основі розроблено чинну нормативну базу ведення лісового господарства України, зокрема визначено нормативи оптимальної лісистості і обсяги лісівничих заходів, які викладено у Державній програмі "Ліси України" на період 2002-2015 рр. Видано монографії: "Заплавні ліси України" (В. П. Ткач), "Лісова типологія" (В. П. Ткач, Б. Ф. Остапенко).

Розробляється науковий проект (разом із Міністерством освіти та науки України) "Структурно-функціональна організація заплавних лісових біоценозів України та оптимізація їх комплексного використання в умовах трансформації довкілля". Результати досліджень дадуть змогу комплексно оцінювати ліси різного функціонального призначення, розробляти лісівничі заходи щодо регулювання гідрологічного режиму, програми збереження й відтворення основних лісових формацій України, програми оптимізації вікової структури лісового фонду України, вдосконалювати нормативно-методичну базу багатоцільового лісокористування в загальній системі природокористування, розробляти державну концепцію посилення біосферної та соціальної функцій лісів України як основу стратегічної лісової політики.

Результатами досліджень із лісової гідрології є виділення зони водоохоронних лісів України і введення спеціального режиму лісового господарювання в ній, визначення нормативів оптимальної та мінімальної водоохоронної лісистості водозборів малих і середніх річок; рекомендації щодо регулювання водного режиму ґрунтів в осушених лісах за допомогою гідромеліоративних споруд і лісгосподарських заходів тощо.

Для вивчення впливу техногенного забруднення на лісові екосистеми на стаціонарних ділянках, розта-

шованих на різній відстані від джерел промислових викидів (заводів, електростанцій), визначають зміни стану дерев, складу трав'яної рослинності, нагромадження забруднювачів у снігу, ґрунті, відновлення параметрів екосистем після припинення негативної дії викидів (як це спостерігалось на початку 90-х років). Складено попередні нормативи допустимого навантаження аеротехногенного забруднення лісових екосистем, розроблено комплекс заходів із підвищення стійкості лісових насаджень. Визначено асортименти деревних і чагарникових порід, стійких в умовах забруднення довкілля сполуками сірки та азоту, цементним пилом і важкими металами (В. П. Ворон, В. В. Лавров).

Оцінюються лісорослинні властивості ґрунтів в умовах посиленого антропогенного впливу (аеротехногенного забруднення та рекреації) на ліси (С. П. Распопіна).

Дендрохронологічними методами виявлено, що у найбільш пошкоджених деревостанах старіння дерев відбувається швидшими темпами, ніж у деревостанах, менш підданих рекреації. Значення коефіцієнтів кореляції між індексами радіального приросту і сумами опадів за різні періоди року виявилися меншими в деревостанах із більшим рекреаційним навантаженням, де гідрологічні умови екотопу змінилися під впливом ущільнення ґрунтів унаслідок рекреації (І. М. Коваль).

Для оцінки стійкості рекреаційних лісів запропоновано комплексний методичний підхід до визначення потенційної і фактичної толерантності та рівня трансформації лісових екосистем під час рекреаційних навантажень, побудовано відповідні картосхеми, здійснено їх порівняльний аналіз. Розроблено шкали антропо толерантності мохової, трав'яної та чагарникової рослинності для найпоширеніших типів лісу рівнинної частини України, оцінено реакцію окремих видів рослин надґрунтового покриву до різних форм рекреаційного впливу (ущільнення ґрунту, механічних пошкоджень, зривання пагонів) для визначення напрямків рекреагенної динаміки рослинності. Доведено можливість досить точної оцінки динаміки флористичної та фітоценотичної структури надґрунтового покриву залежно від рекреагенних змін екологічних чинників методом порівняння їх бальної оцінки з шириною відповідних амплітуд толерантності трав'яних рослин (М. А. Бондарук, О. Г. Целіщев).

УкрНДЛГА є Національним координуючим центром лісового моніторингу і здійснює дослідження, узгоджені з європейською (ICP-Forests) та американською (FNM) програмами моніторингу лісів. Моніторинг стану, продуктивності та біорізноманіття лісів України здійснюється на регулярній мережі облікових ділянок (понад 1000 точок I рівня у 17 областях і 120 точок II рівня в 7 областях). Розробляється науково-методична база для приведення діяльності з моніторингу лісів у відповідність до національних і міжнародних вимог (І. Ф. Букша, В. П. Пастернак, Р. Є. Волкова, Т. С. Пивовар). Отримані дані використовують для вдосконалення моделей динаміки приросту, запасу та відпаду в лісових насадженнях, аналізу впливу можливих змін клімату на ліси (зокрема на вуглецевий цикл), адаптаційних можливостей лісів, сценаріїв ведення лісового господарства, обґрунтування стратегій лісоуправління тощо [1]. Розроблено рекомендації щодо запровадження в Україні сертифікації лісів, проект

критеріїв та індикаторів сталого ведення лісового господарства (І. Ф. Букша, Г. В. Бондарук, В. В. Лавров).

Серед досліджень із лісозахисної тематики слід назвати ентомологічні (фенологія, поширення та динаміка популяцій комах-шкідників, їх ентомофагів, методи нагляду, обліку, прогнозування), фітопатологічні (кореневі гнилі, хвороби сіяncів у теплицях і розсадниках), власне лісозахисні (випробування хімічних і мікробіологічних препаратів для захисту лісу, розроблення заходів профілактики поширення патологічних явищ і пом'якшення їх наслідків для лісу); моніторинг патологічного стану лісів України (ведення та аналіз бази даних лісопатологічної інформації) [7].

На пробних площах, закладених в осередках масового розмноження комах, вивчають динаміку чисельності фітофагів і ентомофагів, рівень пошкодження крон і стовбурів, санітарного стану дерев, відпаду та приросту. Це дає змогу уточнити значення критичної чисельності комах, за якої загроза деревостанам перевищує витрати на їх захист і можливі негативні наслідки для навколишнього середовища при застосуванні інсектицидів. Так, якщо маса листя на дереві менша, його може істотно пошкодити і незначна кількість гусениць, а за однакового діаметра стовбура маса листя більша на деревах вищого бонітету. На цьому й базуються розраховані в УкрНДЛГА прогностичні таблиці, в яких наведено залежність критичної чисельності комах-хвоєлистогризів і рівень пошкодження крон залежно від походження (для листяних), віку і бонітету деревостанів. Деревостани в різних регіонах і лісорослинних умовах різняться не тільки за ентомо-резистентністю (здатністю протистояти певному рівню об'їдання крон), але і за ентомотолерантністю (здатністю зберігати стан і приріст до певного рівня об'їдання крон). Що цікаво, дерева, які ростуть в умовах постійного стресу від посух і постійної загрози пошкодження комахами, часто пошкоджуються більше ніж на 50 % декілька років поспіль і зберігають життєздатність, хоча мають надзвичайно низький приріст. Навпаки, дерева у високобонітетних деревостанах часто різко знижують життєздатність унаслідок сильного, "несподіваного для них" об'їдання крон.

Фундаментальним підсумком досліджень із лісової ентомології є розробка фенологічної теорії динаміки чисельності комах-хвоєлистогризів, яка дає змогу пояснити причини відмінностей за інтенсивністю, частотою і тривалістю спалахів масового розмноження комах цієї екологічної групи, визначити терміни їх сезонного розвитку залежно від особливостей кліматичних умов регіону, погодних умов року [6]. Запропоновано бальну оцінку принаadності окремих лісових ділянок для найпоширеніших видів комах-хвоєлистогризів, що дає змогу прогнозувати рівень загроженості крон в окремих виділах за матеріалами лісовпорядкування, будувати карти загроженості, визначати потенційну площу пошкоджених деревостанів і її залежність від зміни структури деревостану [7]. Лісові ентомологи видали книги "Массовые хвое- и листогрызущие вредители леса" (С. Г. Гаманова та інші), "Історія і географія масових розмножень комах-хвоєлистогризів" (В. Л. Мешкова).

Результати прикладних досліджень із лісозахисту викладено у "Настанові з захисту соснових насаджень від кореневої губки" (О. І. Ладейщикова, І. М. Усцький), "Рекомендаціях щодо захисту сіяncів від виля-

гання" (Ю. О. Болтенков), "Пораднику щодо обліку, нагляду, прогнозування чисельності та стану популяцій комах-листогризів", "Методиці оцінки ефективності виробничого застосування вірусних інсектицидів", "Рекомендаціях із комплексного захисту лісових культур від комах-шкідників коріння" (В. Л. Мешкова, С. Г. Гамаюнова, Л. В. Новак, І. М. Соколова, Д. В. Стівуненко) та інших.

На черзі – дослідження механізмів резистентності дерев, впливу лісгосподарської діяльності на поширення шкідливих комах, розроблення заходів із захисту плодів і насіння деревних порід від пошкодження комахами та ураження хворобами, системи прийняття рішень щодо застосування інсектицидів із урахуванням не тільки негативного впливу комах на продуктивність лісів, але й дії інсектицидів на лісові екосистеми.

Аналіз великих обсягів різноманітних даних не є можливим без застосування сучасних комп'ютерів і відповідного програмного забезпечення. Так, науковці УкрНДЛГА розробили автоматизовані робочі місця (АРМ) для фахівців галузі, програмне забезпечення щодо використання засобів глобального супутникового позиціонування (GPS) та електронних вимірювальних приладів для автоматизації відведення та оцінки лісо-сік (А. В. Полупан, В. В. Богомолів, Т. А. Кочнева, І. В. Жадан, О. А. Сорокоумов, Н. О. Романова, О. В. Остапчик). Передові технології (польові ГІС, лазерні та електромагнітні вимірювальні прилади тощо) використовують для визначення лісівничо-таксаційних та екологічних параметрів у лісах. Розробляється інтегрована розподільна лісгосподарська інформаційна система (ІРЛІС) на базі Small World GIS, зокрема автоматизовано камеральну обробку даних лісовпорядкування (разом з Харківською лісовпорядковою експедицією), оцінюється засобами ГІС вплив глобальних змін клімату на межі лісокліматичних зон України, надається аналіз і прогноз поширення шкідників лісу, розроблено методику використання методів дистанційного зондування лісів (разом з НДПІ "Союз") для вирішення завдань лісовпорядкування та лісозахисту. Методика розрахунку та ув'язки площ виділів і кварталів у межах урочищ і виготовлення всього спектра тематичних лісовпорядкових картографічних матеріалів пройшли тестування в лісгоспах Харківської, Сумської, Луганської та Полтавської областей.

Можливості застосування передових технологій у лісовпорядкуванні, інвентаризації та моніторингу лісів досліджували також в рамках чесько-українського проекту "TechInLis (www.techinles.org.ua)". Використовували розробку чеського Інституту дослідження лісових екосистем (IFER) – польову ГІС Field-Map, яка поєднує сучасні електронні й лазерні вимірювальні прилади і програмне забезпечення, дає змогу максимально автоматизувати процедури вимірювань лісівничо-таксаційних та інших показників у лісі, забезпечує контроль повноти й достовірності інформації (І. Ф. Букша).

Селекційні об'єкти створюють з метою удосконалення та розширення лісонасінної бази, вивчення механізмів адаптації інтродуцентів, дослідження структури і стану генофондів деревинних рослин, рівня генетичної мінливості, генетичної зумовленості та успадкування кількісних і якісних ознак, перенесення й обміну генетичним матеріалом на внутрішньо- та між-

видовому рівнях (Р. Т. Волосянчук, О. С. Мажула, С. В. Лось, О. І. Кириченко, В. Г. Григор'єва, Н. Ю. Ви-соцька, Т. В. Орловська). Відібрано понад 500 генетичних резерватів, 3 тис. га плюсових насаджень і понад 4 тис. плюсових дерев 30 деревних порід; створено близько 1400 га клонових і 100 га – родинних лісонасінних плантацій. Понад 3 тис. потомств плюсових дерев проходять перевірку у випробних культурах. Розроблено лісонасінне районування для основних лісотвірних порід України; складено методику сорто-випробування та Програму сортовиведення лісових порід в Україні; внесено до державного реєстру сортів України 34 сорти лісових порід, 12 сортів фундука та 4 сорти горіха волоського [5, 13].

Вивчено внутрішньовидову мінливість сосни звичайної в географічних культурах із застосуванням таксаційних і цитологічних методів (Л. О. Торосова). Досліджено структуру деревостанів, особливості росту і стану кліматипів сосни звичайної в географічних культурах В. Д. Огієвського (Л. І. Терещенко, І. В. Золотих, Г. М. Ярошенко, В. П. Самодай).

Генетичне різноманіття автохтонних та інтродукованих лісових деревних видів широколистяних порід на популяційному та індивідуальному рівнях вивчають анатомо-морфологічними, фізіологічними, цитологічними та каріологічними методами.

Дослідження з біотехнології зосереджено в лабораторіях лісозахисту й селекції.

У лабораторії лісозахисту метою мікроклонального розмноження рослин є дослідження механізмів їх стійкості до збудників хвороб та до пошкодження комахами. Так, з'ясовано (Л. В. Полякова), що сіянці дуба, стійкі до ураження збудником борошнистої роси, відрізняються від уразливих рослин зниженим вмістом катехінів і підвищеним вмістом флавонолів. Доведено також, що стійкі сіянці достовірно відрізняли від уразливих зниженою ростовою активністю. Отримані дані свідчать, що виведені внаслідок селекції на продуктивність рослини можуть виявитися менш стійкими.

У лабораторії селекції метою робіт із мікроклонування є розмноження цінних видів або екземплярів рослин. Так, *in vitro* підтримують стабільні культури *Sorbus domestica*, *Larix decidua*, *Quercus robur*, розроблено протоколи успішного ризогенезу і переведення укорінених експлантів *Sorbus domestica* в нестерильні умови (І. В. Золотих).

Дослідження структури популяцій звірів і птахів – об'єктів полювання з урахуванням впливу абіотичних чинників, трофічних зв'язків є важливими для визначення умов зрівноваження між чисельністю мисливської фауни та обсягами доступних кормових угідь. Окремо увагу приділено дослідженню динаміки популяцій, живлення, міграційної поведінки реінтродукованих та інтродукованих мисливських тварин в Україні, проаналізовано зміни раціону живлення тварин-інтродуцентів і міграційної поведінки в нових місцях перебування (І. М. Шейгас).

У заплавах лісостепової та степової зон зосереджені, завдяки різноманіттю лісорослинних умов, найбільші ресурси мисливських видів птахів. Через заплави пролягають шляхи міграції багатьох видів, тут оселяються деякі види мисливської фауни. Результати вивчення залежності розподілу й чисельності мисливських видів птахів у заплавах від стану угідь і впливу господарської діяльності людини дадуть змогу

спланувати систему заходів з мисливського господарства, що буде базуватися на принципах невиснажливо-го використання ресурсів і враховувати ландшафтні аспекти розподілу і міграції окремих видів мисливської фауни. Першим кроком вирішення цих завдань є вдосконалення методики обліку гніздових популяцій водоплавних і водно-болотних птахів (М. В. Банік, Є. В. Скоробогатов).

Важливими науковими напрямками діяльності УкрНДЛПГА є лісорозведення, лісовідновлення та агролісомеліорація.

Дослідження присвячені вивченню природного та штучного лісовідновлення на зрубках і під наметом лісу в основних типах лісорослинних умов, розробленню технологій вирощування садивного матеріалу у відкритому та закритому ґрунті (зокрема з використанням стимуляторів росту рослин і суперабсорбентів) (В. В. Борисова, В. М. Угаров), реконструкції малоцінних і низькоповнотних насаджень лісокультурними методами, створенню плантаційних культур різного призначення. Удосконалюються технології вирощування садивного матеріалу і лісових культур із використанням нетрадиційних форм добрив (Ю. Є. Малюга).

Одним із нагальних питань є подолання наслідків пожеж у Нижньодніпровських лісах із мінімальним негативним впливом на навколишнє середовище. Так, вирубування дерев на суцільній площі, охопленій пожежею, може призвести до різких змін мікроклімату, сприятиме збільшенню рухомості піску, виникненню пилових бур, що є небезпечним для створюваних лісових культур, навколишніх полів і навіть населених пунктів. Залишені пасма дерев, уражених пожежею, певної ширини і на певних розрахованих відстанях між ними значно уповільнюють рух пісків, затримують сніг взимку, захищають створювані лісові культури від засипання піском, зберігають до певної міри вологу у ґрунті. Побоюватися поширення стовбурових шкідників у таких пасмах немає підстави, оскільки комахи, небезпечні для живих дерев, не розвиваються в сильно ослаблених, а до початку льоту соснових лубодів, який відбувається рано навесні, ці сосни ще більше висохнуть. Водночас заселення цих дерев комахами-руйнівниками деревини сприятиме розкладанню і швидшому поверненню органічної речовини у ґрунт.

Науковці УкрНДЛПГА підготували проект нової редакції "Настанови з ведення господарства в Нижньодніпровських лісах", де розглянуто питання створення постійної лісонасінної бази, вирощування садивного матеріалу, технології створення і вирощування лісових насаджень, їх захисту від комах і пожеж, санітарно-оздоровчі заходи тощо.

З огляду на потребу збільшення рівня лісистої України до оптимального рівня, забезпечення робіт із лісовідновлення й лісорозведення садивним матеріалом, великого значення набуває вдосконалення технологій тривалого зберігання насіння. Це може забезпечити також "перестраховий" запас насіння в роки з низьким плодоношенням, високою ураженістю насіння комахами, збудниками хвороб, несприятливими умовами навколишнього середовища в періоди дозрівання, збирання і зберігання насіння.

Повсякчас УкрНДЛПГА приділяє увагу питанням захисного лісорозведення. Так, було складено технічний проект Державної захисної лісової смуги Білгород-Дон, розроблено технологію залісення змитих зе-

мель Донбасу, систему меліоративних заходів із захисту від сільових потоків і повеней у Криму, створено захисні лісові насадження на крутосхилах із щільними геологічними породами, залісені відвали і кар'єри у Донбасі, центральній частині України та Поліссі в місцях добування відкритим способом бурого вугілля, марганцевої руди, ільменіту, вогнестійких глин, флюсової сировини [2, 4].

Досліджено позитивний вплив пожежозахисних смуг на врожайність сільськогосподарських культур, розраховано відповідні нормативи оптимальної пожежозахисної лісистої в окремих регіонах України, визначено асортимент порід для меліоративних насаджень і технології їх вирощування; економічну ефективність лісомеліоративних насаджень.

Одним із найважливіших завдань є інвентаризація захисних лісових насаджень різного цільового призначення, значна частина яких, унаслідок розпаювання земель і утворення нових господарських структур, знаходиться у межах земельних ділянок індивідуальних господарів, кооперативних організацій або інших землевласників. Беручи до уваги важливість підтримання впливу таких насаджень на агроєкосистеми навколишніх територій, треба розробити систему заходів щодо збереження, відтворення, збільшення до оптимального рівня площі цих насаджень, забезпечити збереження та підвищення захисної ефективності існуючих і створюваних лісових смуг на незрошуваних і поливних землях, а також вивчити можливості отримання за рахунок цього додаткової деревної маси.

Питанням, пов'язаним із створенням і вирощуванням захисних насаджень, присвячено декілька монографій науковців УкрНДЛПГА [2, 4].

Науковці УкрНДЛПГА співпрацюють із колегами з багатьох установ, зокрема Інституту географії (з питань використання ГІС-технологій для створення карти лісів як складової частини Національного Атласу України); Інституту ботаніки ім. М. Г. Холодного (з питань моніторингу та збереження лісового біорізноманіття); Національного ботанічного саду ім. М. М. Гришка (з питань лісового моніторингу); Інституту клітинної біології та генетичної інженерії (з питань генетики лісових порід); Інституту зоології ім. І. І. Шмальгаузена (з питань біорізноманіття тварин і динаміки популяцій комах); Інституту біоорганічної хімії та нафтохімії (з питань створення регуляторів росту рослин); Інституту мікробіології та вірусології ім. Д. К. Заболотного (з питань випробування полімерних мікробних препаратів для вирощування сіянців і саджанців лісових порід), з навчальними закладами – Національним аграрним університетом, Національним лісотехнічним університетом України, лісгосподарськими факультетами Харківського національного аграрного університету, Державного агроєкологічного університету (м. Житомир) та іншими.

УкрНДЛПГА з 1996 р. є членом Міжнародної спілки лісових дослідницьких організацій (IUFRO), а з 2000 – Європейського Інституту лісу (EFI). Науковці УкрНДЛПГА беруть участь у діяльності робочої групи "Методологія нагляду за лісовими комахами та хворобами у Центральній Європі", Постійної комісії з біологічного захисту лісу Східно-Палеарктичної секції Міжнародної організації з біологічного захисту рослин, у міжнародних проектах і програмах (вивчення лісових генетичних ресурсів – EUFORGEN, програми

моніторингу лісів – ICP Forests і FHM, вивчення та збереження пралісів Карпат – FORZA). Результати наукових досліджень і аналітичних висновків УкрНДЛП-ГА покладені в основу документів від України, підготовлених для ООН і міністерських конференцій із захисту лісів у Європі.

Чим більше ми вивчаємо ліси, тим більше виникає питань, які потрібно вирішувати. Серед них – регіональні й локальні питання, пов'язані з особливостями створення, вирощування й захисту лісів і захисних насаджень, а також – глобальні питання, пов'язані із антропогенним впливом на навколишнє середовище (техногенним впливом, рекреацією, лісогосподарською діяльністю), наслідками якого є зміни клімату, катастрофічне збіднення біорізноманіття, поширення карантинних видів шкідливих комах, збудників хвороб і бур'янів, зсув меж ареалів лісових порід, зниження їхньої стійкості. Виявлення причин і механізмів зазначених змін, прогнозування їх темпів, моделювання наслідків при різних сценаріях діяльності є завданням фундаментальної науки. Проте розроблення технологій реалізації оптимальних сценаріїв, відповідних нормативних документів (настанов, рекомендацій, правил і методик) є завданням прикладної науки. Поєднання елементів фундаментальних і прикладних досліджень у науковій діяльності УкрНДЛП-ГА дає змогу успішно вирішувати поставлені завдання.

ЛІТЕРАТУРА

1. Букша І. Ф., Пастернак В. П. Інвентаризація та моніторинг парникових газів у лісовому господарстві. – Х.: ХНАУ, 2005. – 125 с.
2. Гладун Г. Б., Лохматов Н. А. В. В. Докучаев и лесные мелиорации. – Х.: Новое слово, 2007. – 574 с.
3. Краснов В. П., Бондарук Г. В. Лісівнича наука: стан, координація, перспективи // Лісівництво та агролісомеліорація. – Х., 2001. – Вип. 99. – С. 3-13.
4. Лохматов Н. А., Гладун Г. Б. Лесные мелиорации в Украине: история, состояние, перспективы. – Х.: Новое слово, 2004. – 264 с.
5. Лісова типологія в Україні: сучасний стан, перспективи розвитку: матер. XI Погребняківських читань (10-12 жовтня 2007 р., м. Харків). – Х.: УкрНДЛП-ГА, 2007. – 254 с.
6. Мешкова В. Л. Історія і географія масових розмножень комах-хвоєлистогризів. – Харків: Майдан, 2002. – 244 с.
7. Мешкова В. Л. Лісова ентомологія в Україні: історія, здобутки й завдання // Радіоекологія лісів і лісове господарство Полісся України. – К.: Фітосоціоцентр, 2006. – С. 138-148.
8. Мигунова Е. С. Лесоводство и естественные науки (ботаника, география, почвоведение). – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2007. – 592 с.
9. Ткач В. П. Заплавні ліси України. – Харків: Право, 1999. – 368 с.
10. Ткач В. П., Бондарук Г. В. Сучасний стан і перспективи розвитку галузевої лісівничої науки // Лісівництво та агролісомеліорація. – Х., 2002. – Вип. 101. – С. 3-8.
11. Ткач В. П., Мешкова В. Л. УкрНДЛП-ГА-75 // Ліс, наука, суспільство: матер. міжнар. ювілейної наук. конф., присвяченої 75-річчю від дня заснування УкрНДЛП-ГА (30-31 березня 2005 р., м. Харків). – Харків: 2005. – С. 4-5.
12. Ткач В. П., Торосов А. С. Лісова політика України в контексті економічного захисту довкілля, реформування і сталого розвитку лісового господарства // Наукові праці : зб. наук. праць ЛАН України. – Львів: НУ "Львівська політехніка", 2005. – Вип. 4. – С. 14-21.
13. УкрНДЛП-ГА / За ред. В. П. Ткача, В. Л. Мешкової. – Х.: 2005. – 216 с.
14. Tkach V., Meshkova V. Role of science in solution of problems for sustainable development of forestry in Ukraine // Quo vadis, Forestry?: Proc. of conference (29-30 June 2006, FRI, Sekocin Stary). – Sekocin Stary, 2007. – 2007. – P. 479-485.

V. L. Meshkova

FUNDAMENTAL AND APPLIED RESEARCHES OF FORESTRY PROBLEMS

The main lines of fundamental and applied investigations of Ukrainian Research institute of Forestry and Forest melioration during the years from its foundation and now are characterized. The role of stationary researches of the Institute and its Research Network, the most important researches in the field of planting technology, silvicultural, forest ecosystems conservation in conditions of anthropogenic influence (technogenic pressure, recreation and forest management activity). Importance of geographical approach and taking into account the peculiarities of forest site conditions for forest science problems solutions.

УДК 581.52.55

А. К. МАЛИНОВСЬКИЙ¹

НЕСТАБІЛЬНІСТЬ І ПРОБЛЕМА ПРОГНОЗУВАННЯ РОЗВИТКУ БІОСИСТЕМ

Явища детермінованого хаосу, нелінійної динаміки і нестабільності, котрі описуються нелінійними диференціальними рівняннями, призвели до формування нового напрямку досліджень і дали змогу описати нові класи нестійких динамічних систем, поведінка яких є хаотичною. На цьому ґрунті обстоюються ідеї про те, що фундаментальними характеристиками живого і неживого є нестабільність, невірноваженість та нелінійність. Розглянуто засади досліджень поліваріантності розвитку, котрі ґрунтуються на нестабільності біосистем різного організаційного рівня.

Мета роботи – окреслити, в загальних рисах, проблему нестабільності та поліваріантності розвитку фітоценосистем, опираючись на пізнання в царині нелінійної динаміки та детермінованого хаосу.

Дослідження останніх років [5, 18, 11, 14 та ін.], пов'язані з прогнозуванням і так званим детермінованим хаосом, допомогли зрозуміти існування істотних, ймовірно нездоланих труднощів. Виявилось, що принципово не можна дати довготривалий прогноз поведінки для величезної кількості навіть порівняно простих механічних, фізичних, хімічних і біологічних систем. Непередбачуваність, неможливість прогнозування на великих часових відтинках є характерними для багатьох об'єктів, які вивчають екологія, економіка, соціологія, психологія тощо. Роботи з детермінованого хаосу показали, що парадоксальні властивості мають навіть об'єкти, які добре описує класична механіка. Головне, що було внесено у проблему прогнозів – новий напрям досліджень, який має назву нелінійна динаміка.

Нелінійність динаміки – важлива властивість всіх складних систем. У разі порушення будь-якого нестійкого режиму (всі біосистеми перебувають у стані відносної стійкості або нестійкої рівноваги), спочатку спостерігається посилення збурень у системі. Відхилення буде наростати до певного часу, поки в дію не вступить механізм нелінійного обмеження процесу наростання збурення. Нарощення амплітуди збурення не може розвиватись до безкінечності – через обмеженість енергетичних ресурсів системи це нарощування повинно припинитись або змінитись зменшенням амплітуди відхилень. Будь-який новий режим повинен мати кінцеву амплітуду, і керують цими процесами нелінійні закони, а властивості нелінійності системи безпосередньо залежать від її стану [1].

Нелінійна динаміка, попри існування вже відомих двох класів об'єктів – детермінованих, прогнозувати які можна будь-коли, і стохастичних, – де не може бути й мови про детермінований прогноз, а доводиться тільки оперувати статистичними характеристиками – середніми значеннями, дисперсіями, розподілом ймо-

вірностей тощо, виявила ще один клас об'єктів. Формально вони є детермінованими. Знаючи їхній поточний стан, можна спрогнозувати розвиток і стан системи на майбутнє. Водночас, прогнозувати їхню поведінку можна тільки на обмежені часові відтинки. Будь-яка мала неточність у визначенні початкового стану нарастає з часом, і з певного моменту можливість прогнозування втрачається. Такі системи, де можливості прогнозування виявились надзвичайно обмеженими, було відкрито в гідродинаміці, астрофізиці, фізиці плазми, геофізиці, екології та ін. [14].

Нестабільність динамічних процесів уможливило стрибкоподібний перехід системи в новий стан. Стрибок можна розглядати як її прискорену реакцію на збурення з метою компенсації, тільки система не повертається у старий стан, а переходить в новий, тобто розвиток через нестійкість забезпечує стійкість на вищому щаблі. Тут саму стійкість слід розуміти не як стійкість рівноважних структур, а як динамічну стійкість відкритих систем за рахунок самоорганізації. Еволюція, принаймні на видовому рівні, згідно з розробленою американськими дослідниками "концепцією переривистої рівноваги" [22, 23], у 95% випадків відбувається не безперервно, а стрибкоподібно. Вид може не змінюватись протягом мільйонів років, а потім, внаслідок швидкого нагромадження мутацій і відбору ряду поколінь, відбувається формування нового виду.

Нестабільність – нормальний стан системи, що характеризується неоднорідністю та різночасовістю кожного перебіжного у ній процесу та усіх змін загалом. Це форма взаємозв'язків та причинно-наслідкової зумовленості всіх явищ. Загалом, нестабільність (як філософська категорія, як світогляд) заперечує ідеологію детермінізму. Ставлення до нестабільності змінилось з 60-х років ХХ ст., коли детермінізм було визнано якщо не помилковою теорією, то принаймні такою, що потребує переосмислення. Нестабільність багато хто розглядає як структуротворчий елемент світобудови [14].

Усі існуючі системи у своїй структурі мають більш чи менш помітну впорядкованість. Чим більша

¹ Андрій Костянтинович МАЛИНОВСЬКИЙ – член-кореспондент ЛАН України, доктор сільськогосподарських наук, провідний науковий співробітник, Державний природознавчий музей НАН України, Україна, м. Львів. Тел.: (380-322) 72-89-17. E-mail: akn.museum@lviv.net

впорядкованість системи, тим далі вона віддаляється від врівноваженого стану. Неврівноважені системи, своєю чергою, рухаються в бік термодинамічної рівноваги – не отримуючи додаткової енергії, не можуть тривалий час зберігати свій стан. Якщо процеси однакові за обсягом, але протилежно спрямовані, то виникає динамічна рівновага [8]. Проте, чим більша невірноваженість систем, тим вони чутливіші та пластичніші, що, своєю чергою, розширює можливості розвитку. Тільки невірноважені системи здатні до флуктуації, розширення масштабів і набуття нових властивостей, підвищення чутливості до впливу зовнішніх чинників: з'являється перспектива – можливість формування нових, досконаліших форм організації.

Явище нестабільності добре ілюструють фізико-механічні моделі [13]. Якщо запустити всередину ввігнутої сфери кульку, то цілком зрозуміло, що після коливальних хаотичних рухів вона зупиниться у центрі, що й можна було передбачити. В іншому випадку, якщо сфера випукла, а кулька поміщена у її верхній точці, передбачити, в який бік вона почне рухатись, принципово неможливо. Така система нестабільна, і будь-яка флуктуація визначить напрям руху кульки. Модель можна ускладнити, задавши самій сфері коливальний момент. У першому випадку ситуація дещо зміниться: залежно від амплітуди коливань тривалість хаотичних рухів кульки зросте, проте вона все одно прагнучиме до крайньої нижньої точки і, з вщуханням коливальних рухів сфери, у ній і зупиниться. У другому випадку принципово все залишиться без змін. Провівши, з певними застереженнями, аналогію між сферою і природним середовищем, а коливальний момент аналогізуючи з флуктуаціями, можна дійти висновку про існування двох класів розвитку системи – прогнозованого (за природою – детермінованого) і непрогнозованого (стохастичного).

Непрогнозованість розвитку біосистем ускладнюється труднощами у виявленні прихованих коливальних і циклічних процесів, що зумовлено, насамперед, їхньою аперіодичністю – зміною фаз, амплітуди і періодів коливань у системі загалом або у її підсистемах, тобто у тимчасовій організації функцій. Тимчасовість організації функцій належить до фундаментальних властивостей систем, основу якої становлять комплекси стійких циклів, котрі відображають один з головних принципів організації живих систем, так званий принцип стійкої нерівноваги [2].

Стабільність фітоценоотичних систем на певних відтинках часу, очевидно, забезпечується тимчасовою організацією функцій, яка проявляється у постійних, різного спрямування і амплітуди коливаннях, які є обов'язковим атрибутом навіть для клімаксових угруповань. Стабільність основних параметрів будь-якої саморегульованої системи не виключає можливості змін, які стосуються її компонентів. Власне, такі зміни зворотного характеру сприяють збереженню цілісності системи взагалі або усталеного вектора й алгоритму її розвитку зокрема. Тобто в одних випадках флуктуації спрямовані на збереження умовно стабільного стану, в інших – на дотримання напряму та інтенсивності змін. Залежно від ефективності та дієвості механізмів саморегуляції, фітоценосистема набуває характерних ознак. Питання полягає у тому, як співвідносяться у процесі саморегуляції фітоценоотичної системи передбачувані та випадкові регулятори.

Спричинена зовнішніми умовами нестабільність призводить до зростання інтенсифікації дисипації, наслідком чого створюються умови виникнення нової нестабільності – в системі посилюється інтенсивність перебігу певних незворотних процесів, завдяки чому відхилення від стану рівноваги стає ще більшим. Це може означати, що є ймовірність існування нового класу флуктуацій, а їхній вплив на напрям розвитку системи не прогнозований.

Якщо внаслідок нестабільності інтенсивність дисипації знижувалась, то система прямувала до якогось зрівноваженого замкнутого стану, тобто стану, де припиняються будь-які флуктуації. Інтенсивність дисипації, тобто збільшення ентропії, можна пов'язати з інтенсивністю росту нових елементів-ознак у системі. Якщо флуктуації призводять до виникнення нових елементів, між якими (а також між ними і системою) не встигають утворюватись зв'язки, порушується організація системи, зростає її ентропія, вона стає структурно нестійкою. Таким чином, існування нестабільності можна розглядати як наслідок флуктуацій, які на початку були локалізовані в малій частині системи, а потім поширились і спричинили перехід до нового макроскопічного стану.

Поняття стійкості і порядку через флуктуації можна застосовувати до систем різної природи, при цьому вважають, що границі структурної стійкості не існує, нестійкість може виникати у будь-якій системі, а мутації, флуктуації і нові структурні елементи з'являються стохастично і формуються в єдину систему північними у певний момент детерміністичними принципами [14]. Власне ці властивості й забезпечують неперервність розвитку.

Важливою особливістю широкого класу процесів самоорганізації систем різної природи є втрата стійкості усталених і закритих структур та подальший перехід до стійких дисипативних структур. У точці зміни стійкості, внаслідок дивергенції (біфуркації), повинні виникнути щонайменше два напрями розвитку, які відповідають стійкому, близькому до зрівноваженого стану і дисипативній структурі. Теоретично можна припустити, що таких напрямів розвитку може бути більше ніж два.

Для дисипативних структур, якими є всі біологічні об'єкти, характерна стійкість, водночас структурна і функціональна. Еволюцію можна розглядати як проблему структурної стійкості, до того ж еволюція дисипативної структури визначається послідовністю подій [17, 6]. Перехід системи з нестійкого стану у стійкий, і навпаки, – це якісний стрибок у її розвитку, унаслідок якого вона стає організованою та впорядкованою.

Під розвитком загалом, як і під суцесією зокрема, розуміють поступовість переходів від неупорядкованості до порядку через нестійкість і у напрямку зростання складності. У невірноважених ситуаціях упорядкованість можлива тільки за наявності зовнішніх речовинно-енергетичних потоків, які утримують систему у стані, далекому від рівноваги. За відсутності таких потоків (для фітоценосистем – зменшення їхньої інтенсивності, перерозподілу) розвиваються дисипативні (у значенні розсіювання) руйнування системи, унаслідок чого система деградує у напрямку до врівноваженого стану. Взаємодія з середовищем створює потенційні можливості для її переходу до нестійкого

стану і формування нової, більш впорядкованої структури.

Нестабільність, що виникає в процесі розвитку, уможливорює стрибкоподібний перехід системи у новий стан. Такий різкий перехід слід розглядати як реакцію системи на збурення і перехід її в новий стан на вищому рівні, тобто розвиток відбувається через нестійкість. Тому стійкість слід розуміти не як стійкість зрівноважених структур, а як динамічну стійкість відкритих систем, що виникає за рахунок саморегуляції [26, 27].

Виходячи зі сказаного, можна припустити, що стійка система (абсолютно стійка система) не здатна до розвитку, бо вона пригнічує будь-які відхилення від свого гіперстійкого стану, і за будь-яких флуктуацій повертається у врівноважений стан. Для переходу в новий стан система повинна стати на певний час нестійкою. На протидію перманентна нестійкість унеможливорює закріплення адаптивних механізмів і властивостей, потрібних для виживання системи у цьому середовищі. Таким чином, хоч існують різні стійкі системи, розвиватись можуть тільки ті, котрі здатні виходити зі стійкого стану і тимчасово ставати нестійкими. Погодившись з таким уявленням про розвиток складних систем, можна виділити два параметри, що характеризують процес розвитку (сукцесію) – стійкість системи та міру її організованості.

Сукцесія, як частина єдиного цілісного процесу розвитку, є наслідком кооперативної взаємодії елементів системи і середовища. Дослідження окремих елементів в сукцесії передбачає виокремлення їх у вигляді систем та виділення зовнішнього середовища. Мірою організованості може бути ентропія у широкому розумінні цього терміна. Таким чином, насамперед, треба з'ясувати, в якому стані перебуває система – стійкому чи нестійкому, і як при цьому змінюється ентропія [8].

Автогенна сукцесія, як складник еволюційного розвитку, характеризується стійкістю системи та збільшенням ентропії – не тільки зростанням числа елементів, але й порушенням зв'язків. Порушення (або переформатування) зв'язків може призвести до змін структурно-функціональної організації, унеможливлення виконання певних функцій через дезорганізованість. Таким чином, посилення ентропії не завжди є ознакою підвищення стійкості.

Поблизу точок біфуркації (області дивергенції сукцесії) флуктуації можуть змінити траєкторію (напрямок) руху системи. Система може деградувати, змінити напрям розвитку або перейти на якісно новий рівень. Період зародження та формування нової сукцесійної стадії супроводжується втратою стійкості та збільшенням дисипації. У разі збереження певних умов у системі можуть виникнути впорядковані структури, внаслідок чого ентропія зменшується і система переходить в новий стійкий стан. На цьому завершується одна стадія і починається інша – розвиток нової системи.

Розвиток фітоценосистем – це послідовність сукцесійних стадій, що є аналогом траєкторії руху, характеризується чергуванням стійких областей, де переважають детерміністичні причинно-наслідкові закони, і нестійких областей поблизу точок дивергенції (біфуркації), де, залежно від ситуації, може бути декілька варіантів подальшого розвитку. Вибір одного з багатьох

варіантів розвитку, тобто поліваріантність, значною мірою залежить від випадкових флуктуацій, особливо в області дивергенції (біфуркації), тобто історію розвитку системи формує поєднання потрібного і випадкового.

Таким чином, сукцесія – нестійкий перехідний процес, випадкові події можуть істотно змінити її хід і вплинути на кінцевий результат. На початкових стадіях розвитку сукцесії спостерігається дивергенція (розходження траєкторій розвитку), яка підсилюється флуктуаціями, а на пізніх стадіях може спостерігатись конвергенція. Будь-яка нестійкість створює нові ніші в угрупованні, і навпаки, кожна незайнята ніша може породжувати нестійкість. У клімаксових угрупованнях ніші дуже ущільнені, їхні ємності наближаються до оптимальної ефективності використання ресурсів і підвищеної, але не абсолютної, стійкості. Тому сукцесію можна розглядати як процес переформатування екологічних ніш.

Будь-який фітоценоз структурований, а його структура визначається різноманітними градієнтами, що відображають зміну однорідності його властивостей у чотиримірному (четвертий вимір – час) просторі. Прикладом відносної структурованості середовища є поверхневі горизонти водойм, відносно однорідні для риб і, внаслідок наявності у фотичній зоні постійного світлового градієнта, неоднорідні для фітопланктонних організмів [12, 4]. Високий ступінь структурованості характерний ґрунтам. Локуси у ґрунті, що відповідають точкам простору ніш окремих видів, як правило, невеликі, що зумовлює відповідні розміри популяцій. Тому переважна більшість процесів у ґрунті є мікропроцесами, локалізованими мікрооднорідністю його структури.

Якщо взяти узагальнену схему дигресивно-демуційної сукцесії "ліс→післялісова лука→ліс", то, зрозуміло, і не виникає жодних вагань, що на місці вирубаного лісу виросте новий. Справа в іншому – який ліс, або точніше які саме варіанти лісу з потенційно можливих утворились, що зумовило формування саме такої структурної організації (екобіоморфологічної, популяційної і т. ін.), в чому полягають регуляторні механізми і як їх описати.

Як відомо, у розвитку сукцесійних систем формуються області біфуркації – коли кількість потенційно стійких станів більше одного. Отже, сукцесія може закінчитись в будь-якому з них, і наперед не можна передбачити, в якому саме. Всі угруповання, зокрема і клімаксові, зберігають вільні параметри, що зумовлено наявністю вільних екологічних ніш або частковою наповненістю зайнятих. Це забезпечує оптимальну відповідність угруповання умовам конкретного середовища.

Причинно-наслідкові ланцюги розвитку сукцесій загалом відповідають принципам транзитності і послідовності (Марківський ланцюг). Якщо стадія сукцесії А є причиною виникнення стадії В (В – наслідок А), і якщо, своєю чергою, стадія В є причиною стадії С, тоді стадія А є також причиною (першопричиною) стадії С. Тобто $A \rightarrow B$ та $B \rightarrow C$, тоді $A \rightarrow C$. Таким чином, утворюється причинно-наслідковий ряд, який, за потреби, можна розчленувати до простіших причинно-наслідкових ланцюгів: $A \rightarrow C$, тоді $A \rightarrow V_1$, $V_1 \rightarrow V_2, \dots, V_n \rightarrow C$. Тут і виникає проблема: чи причинно-наслідковий ланцюг розвитку сукцесії є безперервним, пос-

лідовним, чи здатний він ділитись безкінечно, і з якої стадії ($B_1, B_2, B_3, \dots$) може відбутись перехід на стадію C . Залежно від умов середовища, інтенсивності та спрямування дії як внутрішніх чинників (синергетичні механізми), так і зовнішніх – зміни умов середовища під дією різноманітних впливів, ймовірний перебіг подій відбувається за будь-яким сценарієм: $A \rightarrow C$, або $B_2 \rightarrow C$ і т. ін.

Причинно-наслідкові механізми, з огляду на останні відкриття в теорії детермінованого хаосу, потребують перегляду. Питання полягає і в тому, що слід розуміти під причиною і наслідком. Насамперед, під причиною можна розуміти стан динамічної системи (наприклад, сукцесійна стадія) у момент часу t_0 , а наслідком – її стан в наступний момент t_1 . Таку причинність називають зв'язком станів. Для динамічної системи стан в початковий момент t_0 і закон руху однозначно визначають її майбутній розвиток. У такому випадку одна і та ж причина дійсно приводить до одного і того ж наслідку. Але таке розуміння причинності нічим не відрізняється від поняття детерміністичного закону [14], а тому потрібне з'ясування таких найголовніших аспектів [12, 4, 24]:

- чи одночасні причина і наслідок? Чи вони розділені часовим інтервалом, тобто чи є ефект запізнення? Якщо причина і наслідок одночасні, або, принаймні, часово перекриваються, тоді як наслідок впливає на причину? Іншими словами, проблема зворотного зв'язку – вплив наслідку на причину;
- коли закінчується дія причини? Тобто якщо чинники, які зумовили наслідок, вже відсутні, а наслідок продовжує розвиватись? Насамперед, тут важлива сутність синергетичних механізмів: які процеси виникають в інтервалі між причиною і наслідком, якщо вони часово розділені?
- як описати однозначність/неоднозначність причинно-наслідкових зв'язків? Чи може одна причина мати один наслідок, чи одна причина може зумовити будь-який наслідок з багатьох потенційно можливих? Чи може один і той самий наслідок впливати з різних причин?
- проблема пов'язаності причини та умов. Чи може за певних обставин причина стати умовою, а умова причиною? Як встановити "критичну масу умов", за яких формується причина? Виходячи з концепції організаційної ролі хаотичних змін, можна припустити, що узгодженість взаємодій у фітоценотичних системах реалізується через комплекс випадкових і безсистемних імпульсів на організаційному, популяційному та ценотичному рівнях [9]. Такі випадкові зміни можна розглядати як флуктуації ознак або параметрів певної підсистеми з незначним відхиленням від середнього їхнього значення, які виявляють (або не виявляють) чіткі причинно-наслідкові зв'язки. Нестабільність можна розглядати як наслідок флуктуацій, які спочатку були локалізовані в малій частині системи, а потім поширились і привели до нового макроскопічного стану.

Флуктуації у фітоценотичних системах є хаотичними і у конкретний часовий проміжок можуть відрізнятися за спрямуванням, амплітудою та інтенсивністю. При цьому природа чинників – внутрішніх чи зовнішніх, які спричиняють ці зміни, не завжди дає змогу адекватно зрозуміти такі флуктуації. Вочевидь, характер цих змін визначається насамперед особливостями самої системи – складністю структури і зв'язків між компонентами.

Отже, флуктуації фітоценозів слід розглядати як неспрямовані, нелінійні, по-різному зорієнтовані або циклічні зміни рослинних угруповань протягом року або тривалішого часу, що завершуються поверненням до близького до первинного стану і є характерними як для серійних, так і для клімаксових систем. Важливим у цьому визначенні є поняття незворотності змін системи, що полягає у її поверненні до наближеного, але вже відмінного від попереднього стану.

Причини виникнення флуктуацій у системі можуть бути детерміновані змінами з року в рік або за річні періоди метеорологічних умов, гідрологічного режиму, антропогенного впливу тощо, а також внутрішніми чинниками, які закладені в самій системі. Ці чинники, кожен сам собою або сукупно, прямо або опосередковано, через зміни фітоценозу впливають на ґрунтові організми, які забезпечують мінералізацію відмерлих організмів рослин, спричиняють значні перепади чисельності фітофагів, паразитарних грибів та інших компонентів консортивного блоку, що, своєю чергою, може призвести до зворотного впливу – спричинення різноманітних флуктуацій у фітоценозі.

Найчастіше флуктуація є наслідком короткотривалих коливальних або циклічних змін параметрів середовища, спричинених дією зовнішніх чинників як природного, так і антропогенного походження. Вочевидь, можливі різні сценарії перебігу флуктуації угруповання: його склад і структура можуть залишатись незмінними, проникнення нових видів або період їхньої присутності в угрупованні нетривалий. В іншому разі відбуваються незначні зміни складу та структури угруповання, тобто флуктуаційні коливання не минають безслідно. Істотні структурні перебудови можливі внаслідок масштабних екологічних змін або антропогенного впливу.

Відкриття невірніважених структур сприяло пізнанню особливостей траєкторій. Виявилось, що траєкторії багатьох систем (напрями та інтенсивність розвитку сукцесій) нестабільні, це обмежує прогноз навіть на невеликі часові відтинки. Малі величини цих відтинків засвідчують, що колись траєкторія стане невизначеною, непрогнозованою. Окрім цього, інформація про структуру та функції елементів (підсистем) не дає змоги визначити функції об'єкта загалом. Знання поведінки об'єкта в якомусь певному часовому інтервалі не є підставою для точного передбачення його поведінки у будь-якому наступному інтервалі.

Тривкість або стійкість, як один з найважливіших параметрів будь-якої системи, визначає здатність системи зберігати себе у зміненому середовищі. Тому стійкість, у певному розумінні, можна вважати синонімом життєздатності, і її можна визначати за параметрами об'єму (масою речовини системи), продуктивністю (швидкістю самовідновлення речовини) системи та виробленістю структури. Функціональний режим будь-якої динамічної системи є стійким, якщо малі збурення вщухають з часом, прямуючи до нуля. Якщо такі малі відхилення від режиму функціонування системи нарастають, то він є нестійким.

Функціонування фітоценосистеми спрямоване на підтримання стійкості як її частин (або за рахунок частин), так і системи загалом, і здійснюється різноманітними механізмами: змінами співвідношень і зв'язків між елементами, регулюванням чисельності, нагромадженням та перерозподілом речовини й енергії тощо.

Концепція стійкості екосистем (фітоценосистем) передбачає такі постулати: різноманітність визначає стійкість; більша складність системи відповідає її більшій стійкості. Проте виразної залежності між складністю системи та її стійкістю немає. Складні системи можуть бути стійкими і нестійкими, точніше – перебувати у стійкому або нестійкому стані, так само як і прості системи [4, 24].

Відносність поняття стійкості очевидне. Як через зміну зовнішніх чинників, так і за своєю природою комплекси структурних і енергетичних циклів у фітоценотичних системах постійно перебувають у перехідному стані. Вони відображають адаптивну реакцію системи на зміну зовнішніх чинників, є фундаментальною ознакою живих систем загалом, специфічними, повсякчас змінними рушіями їхнього розвитку. Еволюційний аспект тимчасової організації біосистем зводиться до залежності між рівнем організації, складністю та особливостями перебігу циклічних процесів. Головним тут є координація взаємодії, ієрархічність структури, здатність системи збільшувати або зменшувати структурну цілісність під впливом навіть незначних збурень. Оцінка стійкості системи можлива за параметрами часової і просторової організації коливальних процесів.

Виникнення взаємовиключних типів поведінки в одній і тій самій динамічній системі виявилось несподіваним відкриттям. До цього вважали, що детермінованість і стохастичність властиві системам різної природи. Детермінованість пов'язували з системами з малим числом ступенів свободи, а засіб опису – з використанням диференціальних рівнянь, стохастичність – з системами з нескінченним числом ступенів свободи, передбачення – зі застосуванням апарату теорії ймовірностей. Грунтуючись на таких уявленнях, розвинулась синтетична теорія біологічної еволюції. Мінливості і дрейф генів характеризувались ймовірнісними рівняннями, зміну чисельності популяцій описували диференціальними рівняннями на кшталт рівнянь Вольтерра-Лотки, природний добір – диференціальними рівняннями Фішера [15, 10].

Популяційна екологія в описах процесів боротьби за існування, росту популяцій і чинників, які обмежують цей ріст, ґрунтується на засадах системного підходу, а в основу математичних моделей покладено динаміку Ферх'юльста (логістичні рівняння). Рівняння Ферх'юльста нелінійне, а де проявляється нелінійність, там безліч несподіваних, парадоксальних нових явищ.

Одне з найцікавіших, мало вивчених і важко пояснюваних явищ – квазіперіодичні зміни чисельності популяцій видів з високим коефіцієнтом розмноження і коротким життєвим циклом. Усі спроби пов'язати такі перепади з чинниками середовища зазнали невдач. Понад це, доведено [16, 17], що такі зміни можуть не бути пов'язані зі змінами середовища. Ці квазіперіодичні процеси спричинені нестійкістю рішень дискретного логістичного рівняння у сценарії переходу до хаосу шляхом подвоєння періоду.

Популяції одного і того ж виду у різних частинах ареалу, зазвичай, істотно різняться за типами поведінки, структурою тощо з огляду на відмінності у репродуктивній інтенсивності, швидкості нагромадження і розподілу фітомаси внаслідок неоднаковості екологічних умов. Для переходу до стохастичного режиму досить навіть надзвичайно малої зміни мальтузіанського

параметра, що виникає за відхилення середньорічної температури на 10, або вологості на 1-2 %. Тобто поліваріантність розвитку в різних частинах ареалу популяції може виникати за малих змін геофізичних показників. Важливим чинником виникнення таких режимів є також різні форми антропогенного втручання.

Кліматичні зміни (поступове нарощування амплітуди температур), довготривалі антропогенні впливи можуть змінювати питому швидкість розмноження або загибелі популяції, а також її динаміку. Зміна чисельності популяції, що перейшла за цими ж причинами в хаотичний режим, очевидно, повинна змінювати (принаймні частково) її генетичну структуру, а різке зменшення чисельності популяції – призводити до втрати тих чи інших генних алелей. Насамперед, йдеться про рідкісні алелі, які виникають шляхом генних і хромосомних мутацій. Оскільки зміни чисельності популяції регулярно повторюються – ймовірно, рідко виникають *позитивні* мутації. Тому популяції в середній частині ареалу і на його межах повинні відрізнятися за генетичною структурою. Загалом, це має сприяти їхній дивергенції і в кінцевому підсумку – формо- та видоутворенню, але не шляхом природного добору, а внаслідок випадкового дрейфу генів та подальшої генної фільтрації.

Висновки

Явище детермінованого хаосу в динамічних системах, які описують нелінійними диференціальними рівняннями, привело до формування нового напрямку досліджень і дало змогу описати нові класи нестійких динамічних систем, поведінка яких є хаотичною. Виявилось, що хаос притаманний майже всім нестійким системам. Розмаїття, нескінченна множина варіантів розвитку природних систем унеможливають точне передбачення результатів вибору і його контролювання. Спонтанна хаотичність притаманна різноманітним фізичним, хімічним, біологічним та соціальним системам. Проте кількість сценаріїв хаотизації обмежена. Що більше, деякі з них підпорядковані універсальним закономірностям, і не залежать від природи системи.

Унікальність біосистем полягає у їхній здатності до самоорганізації, тобто до спонтанного утворення складних впорядкованих структур, це зумовлює потребу нових методів дослідження. Це особливо актуально для регуляції процесів природного поновлення під час реконструкцій зруйнованих або істотно трансформованих екосистем, які треба здійснювати на введених з господарського користування територіях.

Врахування детермінованого хаосу в динаміці біосистем істотно ускладнює загальну картину розвитку, проте дає змогу виявити область випадкових процесів. Кількісне та якісне оцінювання цих явищ пов'язане з певними методологічними труднощами. Нестійкість того чи іншого явища чи процесу, періодичного або хаотичного руху не можна спостерігати візуально. Якщо якийсь рух системи стає нестійким, вона переходить в інший стан, і цей стан можна спостерегти і описати. Питання про реальність нестійких рухів навіть не ставиться: якщо рух став нестійким, то вважають, що він зник.

Хаотичність руху детермінованих систем спричинена нестійкістю – кожна, навіть найменша, зміна початкового стану може призвести до непередбачуваної великої зміни напрямку руху. Численні роботи із дос-

лідження нелінійної динаміки різноманітних систем показали, що, окрім нестійкості, хаотизація руху тісно пов'язана з такими особливостями нелінійних систем як мультистабільність та фрактальність.

Збільшення або зменшення чисельності популяції, структурні зміни біосистем, перерозподіли речовини і енергії, можуть бути спричинені переходом в інший динамічний режим. Об'єктивну оцінку можна отримати тільки внаслідок багатofакторного аналізу наслідків (зміни стійкості, зміни циклів, синхронізація трофних ланцюгів та ін.), тому нестійкість слід розглядати як один з найвагоміших чинників існування, змінності та розвитку біосистем.

ЛІТЕРАТУРА

1. Анищенко В. С. Детерминированный хаос // Соросовский образовательный журнал. – 1997. – № 6. – С. 70-76.
2. Бауэр Э. Теоретическая биология. – М.-Л.: ВИЭМ, 1935. – 206 с.
3. Берже П., Помо И., Видаль К. Порядок в хаосе. О детерминистическом подходе к турбулентности. – М.: Мир, 2000. – 368 с.
4. Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К. Экология. Особи, популяции и сообщества. – М.: Мир, 1989. – 477 с.
5. Глейк Дж. Хаос. Создание новой науки. – СПб.: Амфора, 2001. – 400 с.
6. Капица С. П., Курдюмов С. П., Малинецкий Г. Г. Синергетика и прогнозы будущего. – М.: Наука, 2001. – 228 с.
7. Князева Е. Н., Курдюмов С. П. Законы эволюции и самоорганизации сложных систем. – М.: Наука, 1994. – 238 с.
8. Лийв Э. Х. Инфодинамика. Обобщенная энтропия и не-гэнтропия. – Таллинн, 1998. – 200 с.
9. Малиновський А. К. Коливальні процеси у фітоцено-тичних системах // Наук. зап. держ. природозн. музею – 2006. – Т. 22. – С. 93-104.
10. Математические методы исследования сложных систем, процессов и структур // Сб. науч. трудов. – М.: МГОПУ, 2002. – Вып. 5. – 121 с.
11. Мун Ф. Хаотические колебания. – М.: Мир, 1990;
12. Одум Ю. Экология. – М.: Мир, 1986. – Т. 2. – 376 с.
13. Пригожин И. Философия неустойчивости // Вопросы философии. – 1991. – № 6. – С. 46-57.
14. Пригожин И., Стенгерс И. Время, хаос, квант. – М.: Изд. группа "Прогресс", 1994. – 342 с.
15. Ризниченко Г. Ю., Рубин А. Б. Математические модели биологических продукционных процессов. – М.: МГУ. – 1993. – 236 с.
16. Чудов С. В. Устойчивость видов и популяционная генетика хромосомного видообразования: Монография. – М.: МГУЛ, 2002. – 97 с.
17. Чудов С. В., Чудова Н. Г. Колебания численности популяций и хаос в динамических системах// Сб. науч. статей докторантов и аспирантов МГУЛ. – М.: Изд-во МГУЛ, 1999. – С. 58-63.
18. Шустер Г. Детерминированный хаос. – М.: Мир, 1988. – 240 с.
19. Эбелинг В., Энгель А., Файстель Р. Физика процессов эволюции – Едиториал УРСС. 2001- 328 с.
20. Эбелинг В., Файстель Р. Хаос и космос: синергетика эволюции. – Институт компьютерных технологий, 2005. – 236 с.
21. Chirikov B. V. Linear and nonlinear dynamical chaos // Lectures on the Intern. Summer School "Nonlinear Dynamics and Chaos". Ljubljana, Slovenia, 1994.
22. Eldredge N. The Great Debate at the High Table of Evolutionary Theory – New York: John Wiley & Sons, 1995. – 95 p.
23. Gould S. "The Episodic Nature of Evolutionary Change" in The Panda's Thumb. – New York: W. W. Norton & Company, 1980. – P. 179-185.
24. Stearns S. The evolution of life histories. – Oxford: Oxford Univ. Press, 1992. – 237 p.

A. K. Malynovskyj

INSTABILITY AND POLYALTERNATIVENESS OF BIOSYSTEMS DEVELOPMENT

The phenomenon of the determined chaos, nonlinear dynamics and instability are described by the nonlinear differential equations. It led to the formation of a new direction of researches and allowed to describe new classes of unstable dynamic systems which behaviour is chaotic. On this ground, the ideas that such fundamental characteristics of animate and inanimate nature as instability, unbalance and nonlinearity are being persisted. The principles and methods of polyalternative development researches, which are based on instability of biosystems of a different level of the organization, have been considered in the article.

УДК 502.3:061.1

І. А. ДУБОВІЧ¹

ОСОБЛИВОСТІ ГЕОПОЛІТИЧНОГО ТА СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОГО ТРАНСКОРДОННОГО СПІВРОБІТНИЦТВА УКРАЇНИ З ЄВРОПЕЙСЬКИМ СОЮЗОМ

Розглянуто актуальність дослідження міжнародних відносин і транскордонного співробітництва. Акцентовано увагу на специфіці співробітництва України з ЄС. Проаналізовано наслідки розширення ЄС для України.

Актуальні проблеми міжнародних відносин, а також транскордонного співробітництва слід розглядати у площині соціально-економічної географії, міжнародно-правових відносин, геополітики та регіональної економіки.

Для України вивчення діяльності Європейського Союзу (ЄС), його прикордонних територій набуває дедалі більшого значення, оскільки європейський вектор зовнішньої політики України, зокрема інтеграція до ЄС, лежать в основі її стратегічного курсу.

Для того, щоб краще зрозуміти специфіку співробітництва України з ЄС, спробуємо коротко проаналізувати ситуацію.

Зазначимо, що ЄС виник унаслідок послідовного злиття трьох європейських співтовариств: Європейського об'єднання вугілля і сталі, Європейського економічного співтовариства та Європейського співтовариства з атомної енергії (Євратом). ЄС створений на підставі договору, підписаного у Римі 25 березня 1957 р., між Бельгією, Люксембургом, Нідерландами, Німеччиною, Францією та Італією. Діяльність розпочав 1 січня 1958 р. З 1 січня 1973 р. до ЄС приєдналися Велика Британія, Данія та Ірландія; 1 січня 1981 р. – Греція, 1 січня 1986 р. – Іспанія і Португалія, 1 січня 1994 р. – Австрія, Швеція та Фінляндія, 1 травня 2004 р. – Естонія, Латвія, Литва, Мальта, Польща, Словенія, Словаччина, Угорщина, Чехія і грецька частина Кіпру, 1 січня 2007 р. – Румунія і Болгарія. Нині до ЄС входять 27 держав. Площа ЄС – 4 323 402 км² (41 % від площі Європи). Населення (2006) – 489,3 млн осіб. Основна мета створення ЄС: гармонійний розвиток економіки держав-членів; інтеграція економічної політики; підвищення рівня життя; тісніші зв'язки між державами-учасниками тощо. Головні напрями діяльності ЄС: спільна митна політика; ведення спільної уніфікованої документації щодо вантажних перевезень, руху окремих осіб, послуг і капіталу; здійснення спільної господарської та соціальної політики; забезпечення вільної конкуренції; уніфікація законодавства; спільна валютно-фінансова політика та ін. [3, с. 569-570]. У наш час ЄС з 27 державами-членами перетворився у "наддержаву", у найпотужнішу в світі

економічну регіональну організацію, яка за цілями, правовою структурою та політичною діяльністю не має аналогів.

Оскільки ЄС розширився на схід до кордонів України, то, відповідно, виникають питання геополітичних, соціальних, економічних та інших наслідків для нашої держави.

Україна межує з ЄС (Польща, Словаччина, Угорщина, Румунія) на заході. Довжина спільного державного кордону (Україна-ЄС) становить 1481,5 км (19,5 % державного кордону України) [3, с. 460-461].

Чинною соціальною, економічною, геополітичною та правовою основою відносин між Україною та ЄС є Угода про партнерство та співробітництво від 16 червня 1994 р. В цій Угоді передбачені геополітичні, міжнародно-правові, торговельні, економічні, гуманітарні та інші аспекти співпраці між Україною та ЄС.

У рамках Угоди про партнерство та співробітництво між Україною та ЄС укладено низку важливих домовленостей, зокрема, про торгівлю сталеливарними виробами від 15 червня 1997 р., про співробітництво у галузі ядерної безпеки від 23 липня 1999 р., про торгівлю текстильною продукцією від 18 грудня 2000 р. та ін.

Виконання Угоди між Україною та ЄС потребує від обох сторін значних і скоординованих зусиль, спрямованих на практичну реалізацію її положень. З огляду на це актуальним є вивчення досвіду договірних відносин ЄС з іншими державами, який Україна могла б використати для належного виконання згаданої вище Угоди.

Враховуючи те, що Угоду про партнерство та співробітництво підписано на період 1994-2008 роки, нині між Україною та ЄС ведуться переговори щодо подальшої співпраці та підписання нової Угоди.

Геополітичні, економічні, соціальні та інші діалоги між Україною та ЄС відбуваються у формі щорічних консультацій на найвищих рівнях (самітів Україна-ЄС); засідань Ради з питань співробітництва; регулярних консультацій на рівні міністрів тощо. Україна активно співпрацює з державами-членами ЄС та державами-кандидатами на членство в Євросоюз як на

¹ **Іон Андрійович ДУБОВІЧ** – кандидат географічних наук, спеціальність економічна та соціальна географія, спеціаліст міжнародного права (юрист міжнародник), доцент, Національний лісотехнічний університет України, Україна, м. Львів. Тел.: +38097-215-78-78. E-mail: ivdu@mail.ru
Представив член-кореспондент ЛАН України, доцент Ю. І. Грицюк, кандидат технічних наук.

двосторонньому, так і на багатосторонньому рівнях. Налагоджено діалог в рамках Постійної українсько-польської конференції з питань європейської інтеграції. Відбуваються консультації з цих питань з Угорщиною, Чехією, Литвою, Естонією та іншими державами [7].

Оскільки ЄС ставить високі вимоги в соціально-економічній та політико-правовій сферах до держав, які бажають інтегруватися до його структури, Україна найближчим часом не зможе стати повноправним членом цієї міжнародної організації. Тому сьогодні варто застосувати такі форми співпраці, які б допомогли приводити вітчизняну соціально-економічну та політико-правову системи у відповідність до європейських стандартів і сприяли б у майбутньому набуття Україною повноправного членства ЄС.

Важливим етапом європейської інтеграції України є розвиток транскордонного співробітництва на рівні областей та євро регіонів. У Європі налічується понад 150 євро регіонів та інших суб'єктів транскордонного співробітництва.

В Україні на її прикордонних територіях діє шість євро регіонів (Карпатський, Верхній Прут, Нижній Дунай, Дніпро, Буг і Слобожанщина).

За своєю суттю співпрацю прикордонних територій суміжних держав називають – транскордонне співробітництво. *Об'єктом дослідження* є прикордонні регіони. Вони являють собою певну географічну територію, яка адміністративно перебуває у складі двох або більше держав і характеризується певною однорідністю в одному або декількох аспектах.

Для ефективного транскордонного співробітництва вагоме значення має теоретико-методичне дослідження суміжних територій. У цьому напрямі розроблено теоретичне, методичне та практичне обґрунтування "географії прикордонних територій" (І. Дубовіч, 1999) та "транскордонної екологізації економіки" (І. Дубовіч, 2005) [5].

Використовуючи теоретичне, методичне та практичне обґрунтування "географії прикордонних територій" та "транскордонної екологізації економіки", спеціалісти (економгеографи, міжнародники, економісти та ін.) мають змогу об'єктивно вивчати природно-, історико-, політико-, еколого-, соціально- і економіко-географічні аспекти прилеглих до кордону територій, що створює цілісну картину їхнього розвитку (транскордонне співробітництво, міжнародні відносини тощо).

Отже, можна вважати, що концепція та науково-методичні розробки в Україні відповідають сучасним вимогам щодо втілення у практику транскордонного співробітництва.

Оскільки сприяння транскордонному співробітництву є одним із головних пріоритетів і цілей політики Європейського Союзу, вважаємо, що сьогодні в умовах перехідного політико-правового та соціально-економічного періоду українські науковці повинні вивчати і, відповідно, застосовувати європейський досвід розвитку прикордонних регіонів, що пов'язано із зовнішнім міжрегіональним співробітництвом та їхнім соціально-економічним значенням.

Нині транскордонне співробітництво розглядають не як окремі епізоди в певних напрямках, а через визначення ефективності цієї діяльності в усіх її сферах: політичній, економічній, екологічній, соціальній, культурно-освітній, комунікаційній та ін.

В Угоді про співробітництво між Україною та ЄС є окрема частина "транскордонні послуги між ЄС та Україною". Відповідно до неї, Сторони, які співпрацюють з метою розвитку ринкової економіки в Україні, зобов'язані вживати заходів для поступового збільшення обсягу послуг. Їх надають компанії ЄС та України, що створені на території сторін [1].

Як показує європейський досвід, вирівнювання економіки України, її областей до розвинених європейських регіонів полягає, насамперед, в активному транскордонному співробітництві.

В Україні основними суб'єктами, що здійснюють міжрегіональне транскордонне співробітництво, є обласні державні адміністрації і уряд Автономної Республіки Крим.

Враховуючи те, що Україна ратифікувала 106 Мадридську конвенцію і додатки до неї, районні держадміністрації та органи місцевого самоврядування також можуть налагоджувати міжнародні транскордонні відносини із відповідними органами територіального управління суміжних держав.

В ЄС основними суб'єктами, що розробляють проблеми транскордонного співробітництва, є Рада Європи, Комісія Європейського Союзу, Європейський інвестиційний банк та інші. Метою їхньої діяльності є проведення єдиної політики у транскордонному співробітництві з урахуванням загальноєвропейських інтересів. Для належного транскордонного співробітництва укладено і підписано міжнародні конвенції та угоди. Зокрема, діють такі міжнародні конвенції у сфері охорони довкілля: Конвенція про транскордонне забруднення повітря на великі віддалі, Конвенція про оцінку впливу на навколишнє середовище в транскордонному контексті, Конвенція про транскордонний вплив промислових аварій, Конвенція з охорони та використання транскордонних водотоків і міжнародних озер, Конвенція про комбіновані перевезення та угоди, які регулюють міжнародні відносини у цій сфері [6].

Отже, враховуючи те, що вступ деяких держав-сусідів (Польща, Словаччина, Угорщина, Румунія) в НАТО та їхня інтеграція в ЄС породжують низку нових проблем щодо усебічної співпраці України з цими державами, в наш час ключовим моментом для України є входження в європейські соціально-економічні структури, зокрема транскордонне співробітництво. Транскордонне співробітництво між Україною та ЄС є важливим засобом як соціально-економічного розвитку України, так і її інтеграції в європейський правопорядок. Прискорення соціально-економічного розвитку в Україні та набуття асоційованого членства з перспективою вступу до ЄС на засадах повноправного членства ґрунтується на транскордонному співробітництві.

Ефективне транскордонне співробітництво дає змогу вирішити низку проблем:

- збір та обмін інформацією про екологічний, економічний, соціальний, науковий і культурний потенціал прикордонних територій;
- обмін торговою та бізнесовою інформацією про підприємства, товариства, фірми та комерційні центри, що розміщені на прикордонній території;
- усебічний обмін інформаційним матеріалом, методичною літературою, передача досвіду та навчання персоналу для роботи у структурах, які задіяні в міжнародних зв'язках;
- розбудова, організаційне та технічне забезпечення функціонуючих прикордонно-пропускних пунктів;

- відкриття нових прикордонно-пропускних пунктів;
- покращення показників рівня та якості сервісу на пропускних пунктах, модернізація авто- та залізничних прикордонно-пропускних пунктів;
- створення сучасної комунікаційної системи та зв'язку, що необхідні для стандартизації та докорінної перебудови прикордонної інфраструктури;
- створення спільних підприємств;
- розвиток організаційно-адміністративних форм – вільних (спеціальних) економічних зон;
- реалізація спільних проектів щодо сертифікації товарів, гарантійно-страхової діяльності у сфері торгівлі;
- закладення міжнародного регіонального інвестиційно-кредитного банку;
- боротьба з економічною злочинністю;
- створення об'єднань фермерських господарств, структур їх взаємодопомоги;
- становлення дієвого і демократичного місцевого самоврядування на основі Світової та Європейської хартії;
- створення спільних природоохоронних проектів;
- співпраця у галузі міжнародного туризму тощо [1].

Усі згадані вище напрями та види діяльності повинні супроводжуватися і визначатися розвитком трансграничних наукових, суспільно-економічних та міжнародних взаємин. Тому на сучасному етапі більшого значення і актуальності набуває виявлення об'єктивної інформації про процеси, що відбуваються у зарубіжних регіонах, зокрема сусідніх держав ЄС.

Варто зазначити, що, відповідно до Програми інтеграції України до Європейського Союзу, затвердженої 14 вересня 2000 р., Україна повинна вживати заходів для зміцнення інституційної спроможності виконавчих органів влади щодо реалізації євроінтеграційної політики. Вона (Програма) має бути реалізована на основі щорічних планів дій і передбачень досягнення Україною у середньостроковій перспективі кооперативних критеріїв членства в ЄС.

З наведеного можна зробити такі висновки: розширення ЄС на схід (до кордонів України) дає змогу (відповідно до Угоди про партнерство і співробітництво між Україною та ЄС) успішно застосовувати трансграничне співробітництво, що сприятиме зміцненню європейських зв'язків і наближенню української політико-правової та соціально-економічної концепції до стандартів ЄС; на основі системного територіального дослідження, вірогідної інформації про зарубіжні регі-

они в Україні можна побудувати "європейську модель" подальшого гармонійного розвитку кожного регіону чи області окремо, згідно з їхніми природно-географічними та соціально-економічними умовами.

ЛІТЕРАТУРА

1. **Долішній М., Бєлєнький П.** Регіональні основи трансграничного співробітництва // Регіональна економіка, науково-практичний журнал. – Львів, 1996. – № 1-2. – С. 50-58.
2. **Дубовіч І.А.** Теоретико-методичні аспекти трансграничної географії як науково-дослідницького напрямку соціально-економічної географії // Теоретичні та методологічні проблеми суспільної географії : зб. наук. праць на пошану Заслуженого проф. Львівського НУ ім. Івана Франка Олега Шаблія. – Львів: Вид. центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2006. – С. 298-302.
3. **Дубовіч І.** Країнознавчий словник-довідник. – Вид. 5-е. – К.: Знання, 2008. – 839 с.
4. **Дубовіч І.** Сучасні проблеми трансграничного співробітництва // Економіка України в євроінтеграційних процесах. Науковий збірник. Спецвипуск 13 / За ред. проф. С.М. Панчишина. – Львів, 2004. – С. 106-112.
5. **Дубовіч І.** Теоретико-методичні та практичні аспекти екологізації трансграничних відносин // Екологізація економіки як інструмент сталого розвитку в умовах конкурентного середовища: матер. конф. – Львів, 2005. – С. 47-48.
6. **Малишко М.І.** Екологічне право України: Навч. посібник. – К., 2001. – С. 148-159.
7. **Микієвич М.** Міжнародно-правові аспекти співробітництва Європейського Союзу з третіми країнами. – Львів, 2001. – 200 с.
8. **Постанова Верховної Ради України** від 2 липня 1993 р. "Про основні напрями зовнішньої політики України" // Відомості Верховної Ради України – 1993. – № 37.

I. A. Dubovich

PECULIARITIES OF GEOPOLITICAL AND SOCIAL-ECONOMICAL TRANS-BOARDEN COOPERATION OF UKRAINE WITH EUROPEAN UNION:

The actuality of international relations and trans-boarden cooperation has been considered in the paper. The attention is given to peculiarities of EU cooperation with Ukraine. The EU enlargement consequences for Ukraine analyzed.

ВІДТВОРЕННЯ ТА ПОКРАЩЕННЯ ЛІСОВИХ РЕСУРСІВ

УДК 634.0.228:551.493

П. І. МОРОЗ¹

ЗАХИСНІ ЛІСОНАСАДЖЕННЯ В ВОДООХОРОННИХ ЗОНАХ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД УКРАЇНИ

Розглянуто екологічні наслідки антропогенного впливу на стан водних об'єктів в Україні. Охарактеризовано заходи заліснення водоохоронних зон.

На території України налічується понад 71 тис. річок і струмків загальною протяжністю 248 тис. км. У більшості з них внаслідок створення гребель стік урегульовано.

У межах України функціонує Дніпровський каскад з шести великих водосховищ, що мають сумарну площу водного плеса близько 7 тис. км², загальним об'ємом 44 км³ та корисним – 18 км³. Крім того, в Україні налічується 937 менших водосховищ на річках, кожне об'ємом понад 1 млн м³ і сумарною площею водного плеса 2524 км², загальним об'ємом – 8,04 км³, та корисним – 5,8 км³. Є також понад 26250 ставків з сумарною площею водної поверхні 2086 км² і загальним об'ємом близько 3 км³.

Усього в Україні ставки і водосховища займають площу 11730 км² з 57,8 км³ води. Корисний об'єм, використовуваний для регулювання їхнього стоку, становить 27,8 км³ і практично дорівнює стоку Дніпра у середній за водністю рік. Територіально поверхня ставків і водосховищ України становить приблизно 0,8 га/км², а разом з великими водосховищами Дніпра і Дністра – 2 га/км².

Майже всі вони практично не мають облаштованих водоохоронних зон з лісонасадженнями по узбережжях, внаслідок чого струмки та більшість малих і середніх річок замулено і забруднено настільки, що чимало з них взагалі зникли і значаться лише на топографічних картах.

Великої шкоди водним об'єктам в Україні заподіяно у роки, коли відбулося масове розпаювання земель колишніх колективних і державних господарств. Без урахування потреби виділення водоохоронних зон річок, ставків і водойм біля них було приватизовано найкращі землі для вирощування сільськогосподарських, особливо овочевих культур. Повсюдно відбувається приватизація pobережних територій, переважно до самого узбережжя. Це призведе до остаточного

замулення та зникнення вже занапащених водних артерій, катастрофічного наростання дефіциту придатної до вжитку питної води.

Нове життя водним об'єктам України може дати очищення річищ, виділення і облаштування водоохоронних зон. Для цього потрібна довгострокова державна програма оздоровлення річок і водойм. В Україні вже створено нормативно-правову природоохоронну базу для розроблення програми порятунку водних об'єктів, виключного права держави на володіння ними.

Згідно з Водним кодексом України, прийнятим 6 червня 1995 р., усі водні об'єкти поверхневих вод для покращення їх санітарного стану та підтримання в них сприятливого водного режиму й охорони від подальшого замулення, забруднення та засмічення повинні мати водоохоронні зони, заліснені та залужені травами, виділені водоохоронні смуги завширшки від 20 до 100 м між водним об'єктом і об'єктами господарської діяльності, враховуючи й забудову.

Згідно з Водним кодексом, Кабінет Міністрів України затвердив Порядок визначення розмірів і площ водоохоронних зон і режим ведення в них господарської діяльності, як на об'єктах природоохоронних територій. Тут заборонено застосовувати стійкі та сильнодіючі пестициди, закладати цвинтарі, скотомогильники, звалища, фільтраційні поля, скидати в них і на прилеглі балки, потічки й пониззя неочищені стічні води. Лише в окремих випадках на сухій заплаві у межах водоохоронної зони може бути дозволено добування піску і гравію.

Згідно зі статтею 88 Водного кодексу України, у межах водоохоронних зон прибережні захисні смуги встановлено по обидва береги річок та навколо водойм від урізу води шириною: для малих річок (протяжністю до 50 км), струмків і потічків, а також ставків площею до 3 га – 25 м; для середніх річок (довжиною до 100 км і більше), водосховищ на них і водойм,

¹ Петро Іванович МОРОЗ – дійсний член ЛАН України, доктор сільськогосподарських наук, професор, Уманський державний аграрний університет. Україна, м. Умань. Тел.: +38(04744) 3-43-79

а також ставків площею понад 3 га – 50 м; для великих річок, водосховищ на них та озер – 100 м. У цих межах, згідно з чинним законодавством, обмежено господарську діяльність.

Якщо крутизна схилів прилеглого узбережжя перевищує 3°, мінімальна ширина прибережної захисної смуги подвоюється. У межах населених пунктів прибережну захисну смугу встановлюють з урахуванням конкретних умов. Розміри і межі водоохоронних зон у певних місцях водних об'єктів визначено у проектах, складених на підставі нормативно-технічної документації.

Проекти водоохоронних зон розробляють на замовлення уповноважених організацій за узгодження з органами екобезпеки, земельних ресурсів, власниками і землекористувачами всіх форм власності на землю, затверджують їх відповідні місцеві органи державної виконавчої влади та виконкомом Рад.

Межі водоохоронних зон на місцевості встановлюють з урахуванням рельєфу, затоплення, підтоплення, інтенсивності берегоруйнування та конструкції інженерного захисту берега, беручи до уваги цільове призначення цих територій. Оскільки прилеглі до водних об'єктів ліси виконують водоохоронну функцію, межа водоохоронних зон у них незмінна; вона становить близько 1000 м у вже зростаючому лісі.

Внутрішня межа водоохоронної зони збігається з мінімальним рівнем води у водному об'єкті, а зовнішню визначають з урахуванням правобережної зони і потреби санітарної охорони джерел питного водопостачання та всіх відведених земель.

На практиці вимоги водного законодавства дуже часто порушуються. Всупереч Закону на берегах річок розташовують тваринницькі комплекси, птахоферми, що забруднюють воду гноївкою і пташиним послідом; розорюють землі до самого берега. Звичним стало миття на березі машин та іншої техніки. У багатьох населених пунктах береги річок продовжують захащувати сміттям та іншим непотребом. Все це згубно впливає на стан поверхневих вод річок, водойм і ставків, а отже, і на якість питної води. З урахуванням цього по узбережжях річок і водойм обов'язковими є водоохоронні зони та заходи щодо створення в їх межах водоохоронних лісонасаджень.

Залісненню насамперед повинні підлягати ярки і схили, що безпосередньо межують із заплавою. Якщо річка має круті еродовані береги, то вся площа водоохоронної зони в обов'язковому порядку повинна підлягати залісненню. Там, де береги помірно круті, половина прибережної смуги заліснюється, інша підлягає залуженню травами. На місцевості зі спокійним рельєфом, де річка має пологі береги, висаджують щонайменше 1–2 ряди дерев, решта площі прибережної смуги підлягає залуженню травами. У всіх випадках межа водоохоронної зони позначається на місцевості глибокою борозною, по якій висаджують куші.

Основна мета проведення комплексу водоохоронних заходів на прилеглій до водних об'єктів площі водозбору – це регулювання поверхневого стоку, його очищення від забруднювальних речовин і попередження ерозійних процесів, тут важливе місце відводиться захисним лісонасадженням різного призначення.

Специфіка лісгосподарських заходів у межах водоохоронних зон полягає в тому, що близько 70 % всіх видів захисних лісонасаджень становлять переважно

узбережні, прияружні та прибалкові лісосмуги, насадження у верхів'ях річок і кольмативні. Насамперед підлягають залісненню деревно-кущовими породами узбережні ділянки з виявом активних ерозійних процесів.

Захисні лісонасадження по узбережжю створюють з двох смуг – чагарникової та деревно-чагарникової. Чагарникова розміщується по схилу річища від меженного (літнього) рівня води в річці до брівки заплави. Деревно-чагарникова смуга (власне узбережна лісова) розміщується безпосередньо на прибережній частині заплави.

Узбережні насадження створюють переважно з деревних порід впереміш у рядах з кущами та одним зовнішнім чагарниковим рядом з протилежного від річки (ставка) боку. Там, де річка протікає по території населеного пункту, з прилеглими безпосередньо до берега присадибними ділянками, по узбережжю створюють алеїні насадження з 1-2 рядів дерев, а наявні пологі схили берегів підлягають залуженню на ширину 10–20 м.

Отже, для кращого виконання своїх захисних функцій водоохоронні насадження повинні мати ярусну структуру, куди б входила відповідна деревна, кущова і трав'яна рослинність. Деревна і кущова мають добре закріплювати ґрунт берегової частини водних об'єктів і прилеглих до них площ, а також бути стійкими до впливу паводків і льоду.

Під час проектування і створення водоохоронних насаджень беруть до уваги: рельєф, тип ґрунту й умови зволоження. Особливо важливе значення має закріплення берегів водних об'єктів, що прилягають до крутих еродованих схилів, які легко піддаються руйнуванню.

Найпоширеніші в таких насадженнях деревоподібні і кущові верби, здатні добре скріплювати кореневою системою ґрунт і поновлюватися. Деревоподібні верби мають потужну кореневу систему глибиною понад 3 м і більше, яка надійно захищає від руйнування береги річок, ставків, водойм і греблі від розмиву та руйнування.

Як свідчать результати наших досліджень, там, де земляні греблі ставків закріплені вербами ламкою та білою, вони успішно протистоять руйнуванню весняними повенями. Верболози, які зростають по узбережжю водних об'єктів, затримуючи і осаджуючи мулові часточки ґрунту, сприяють, на думку багатьох дослідників, щорічному нарощуванню берегів водних об'єктів десь на висоту до 2,5–3,0 см.

У науковій літературі чомусь побутує хибна точка зору, нібито насадження деревоподібних верб по земляних греблях ставків сприяє їх руйнуванню кореневою системою. Насправді це не так. Як показали дослідження, гребля руйнується лише в тому разі, коли зрубавши старі дерева, натомість не посадити нових, коріння яких, розростаючись, швидко заповнить ходи попередників. Густо пронизані потужною кореневою системою живих дерев деревоподібної верби земляні греблі надійно захищені від розмивів і руйнування.

Окрім деревоподібної верби, для закріплення берегів водних об'єктів у Лісостепу і на Поліссі широко застосовують вільхи чорну й сіру, які, маючи добре розвинену кореневу систему, теж успішно протистоять берегоруйнівним процесам.

З асортименту деревних і кущових порід у водоохоронних насадженнях по узбережжях водних об'єктів в Україні поширені: верби ламка і біла (вавілонська), тополі чорна, дельтоподібна, бальзамічна, біла, вільхи чорна і сіра, кущові верби, бузина чорна, смородина чорна, калина звичайна, тамарикс чотиричотинковий, маслинка вузьколиста.

На прилеглих до узбереж сухих схилах поширені: дуби звичайний, скельний, червоний, груша звичайна, клени гостролистий, польовий, татарський, клен-явір, а з кущів – маслинка вузьколиста, аморфа кущова, смородина золотиста, обліпіха крушиноподібна, бузина червона, жимолость татарська.

На еродованих крутосхилах і по ярках поширені: робінія звичайна, гледичія колюча, клен ясенolistий, груша звичайна, глоди колючий і криваво-червоний, а з кущів – бирючина звичайна, аморфа кущова, скумпія звичайна, терен колючий, шипшина коричнева, маслинка вузьколиста, обліпіха крушиноподібна.

Для закріплення та декорування схилів крутих обривистих берегів і ярків найкращою кущовою породою виявилася дереза звичайна.

Основним критерієм добору деревних і кущових порід для лісонасаджень по узбережжях є їхнє ставлення до ґрунтово-гідрологічних умов, особливо до вимокання, та меліоративні функції.

За стійкістю щодо вимокання основні деревні породи розміщують таким чином: верба біла, тополі чорна, канадська, біла, в'яз гладенький, вільхи сіра і чорна, дуби звичайний і червоний, ясен пенсильванський і ланцетний, липа дрібнолиста, клен гостролистий, береза поникла, робінія звичайна, сосна звичайна; кущі: кущові верби (триничинкова, руська, шелюга червона), аморфа кущова, смородина золотиста, свидина криваво-червона, обліпіха, крушина ламка, жимолость, маслинка вузьколиста, бруслина європейська.

На родючих дренованих ґрунтах лісонасадження по узбережжю створюють за участю дубів звичайного і червоного, клена гостролистого, модрина, ясена звичайного, липи дрібнолистої. На бідніших супіщаних ґрунтах висаджують сосну звичайну, березу пониклу, робінію звичайну.

З метою економії площі заплавлених земель ширину міжрядь у лісосуках по узбережжю приймають 1,5–2 м. Якщо головна порода – швидкорослі тополі, то їх висаджують через ряд з чагарниками. У вузьких лісосуках чагарники змішують через один з головною породою.

Створення біля водних об'єктів водоохоронних насаджень за участю дерев і кущів, водоохоронних насаджень, залуження окремих бережних ділянок трав'яною рослинністю дає змогу частково затримувати забруднений поверхневий стік і очищувати його від вод, що надходять з прилеглих полів, городів, тваринницьких ферм і інших угідь та об'єктів, які, завдяки вмісту біогенних речовин, а також азоту і фосфору, є хорошим живильним середовищем для травостоїв.

Висновки

Заліснення узбережжя водоохоронних зон річок, водойм і ставків повинно виконуватись переважно силами місцевих держлісгоспів, а залуження – за рахунок землекористувачів–водоспоживачів різних форм власності прилеглих угідь і земель. Узбережні захисні смуги водоохоронних зон, з якихось причин не зайняті лісонасадженнями, в обов'язковому порядку підлягають залуженню травами.

ЛІТЕРАТУРА

1. **Выращивание** систем защитных лесных насаждений в водоохранных зонах малых рек (рекомендации). – М.: Агропромиздат, 1988. – 24 с.
2. **Генсірук С. А.** Ліси України. – К.: Наук. думка, 1992. – 408 с.
3. **Генсірук С. А.** Сокровенне про ліс. – Львів: Рідна школа, 2001. – 62 с.
4. **Мороз П. І., Лук'янець В. Л., Косенко І. С.** Природа Черкащини. – Миколаїв: СІМАО, 1996. – 400 с.
5. **Мороз П. І., Косенко І. С.** Екологічні проблеми раціонального природокористування. – Львів: Престиж Інформ, 1999. – 282 с.
6. **Мороз П. І., Косенко І. С.** Екологічні основи природокористування. – Умань: УДАА, 2001. – 456 с.

P. I. Moroz

THE PROTECTIVE FORESTBELTS IN WATER PROTECTION ZONES OF SURFACE WATERS IN UKRAINE

This article deals with environmental consequences of antropogenous influence on condition water resource sources in Ukraine. The measures an watershed of forestation analyzed.

УДК 630*232.41: 630*176.322.6

М. М. ГУЗЬ¹, С. В. ЖМУРКО², І. В. ЖМУРКО³, Ю. Й. КАГАНЯК⁴

ЕКОЛОГО-ЛІСІВНИЧІ ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ ГЕОГРАФІЧНИХ КУЛЬТУР СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ПОЛІССЯ УКРАЇНИ

За результатами 40-річних спостережень виявлено особливості динаміки основних таксаційних показників штучних соснових насаджень різного географічного походження. Запропоновано ескіз місцевих таблиць ходу росту для виділених груп екотипів.

Ефективне використання потенціалу природних умов Західного Полісся України не можливе без підвищення стійкості, продуктивності та посилення захисних функцій штучних сосняків, які становлять значну частину лісового фонду регіону. Одним із перспективних напрямків досягнення цієї мети є використання якісного садивного матеріалу, вирощеного із районованого або сортового насіння з цінними спадковими ознаками, орієнтованими на специфіку кліматичних і ґрунтових умов території. У більшості випадків місцеві кліматичні ростуть краще, ніж іншорайонні, і ця закономірність посилюється у міру віддалення пунктів заготівлі насіння від району культивування, хоча спостерігаються й винятки.

Попередні наші дослідження [1-5] засвідчили, що навіть у борових умовах (А₂-С) представлені у 40-річних географічних культурах екотипи сосни звичайної характеризуються значними відмінностями за основними таксаційними показниками. Зокрема, величина середнього діаметра змінюється у межах від 10,4 см до 21,1 см, середня висота – 7,9...18,9 м, абсолютна повнота – 3,7...41,3 м³/га, запас від 20 до 372 м³/га, а густина – 310...2290 шт./га.

Тому метою досліджень є вивчення особливостей росту та продуктивності соснових насаджень Волинського Полісся, створених з насіння різного географічного походження, та складання ескізу таблиць перебігу їх росту. Для реалізації цієї мети ми дослідили динаміку основних таксаційних показників географічних лісових культур сосни звичайної 70 походжень упродовж 40-річного періоду на прикладі Ростанських та Буцинських (Замшанських) географо-кліматичних культур Волинського ОУЛІМГ.

Враховуючи те, що на ріст і продуктивність насаджень значний вплив має будова деревостану, ми проаналізували характеристики його структури для розподілів кількості дерев сосни за діаметром та висотою (середньоарифметичні висоту і діаметр, їх стан-

дартні відхилення, коефіцієнти варіації та точність досліду). Вірогідність істотної відмінності екотипів за основними структурними показниками встановлено за критерієм Стюдента (t-критерієм) з рівнем ймовірності 0,95 [6].

Враховуючи величину t-критерію для середніх висоти, діаметра та їх стандартних відхилень окремо взятих географічних варіантів, провінєнції згруповано у сім груп (табл. 1-2).

Група А охоплює ідентичні за структурою з контролем походження, в яких середні діаметри та висоти близькі до контролю (t-критерій не перевищував величини 1,96).

Група Б – екотипи, що характеризуються близькими середніми висотами, але статистично доведеними більшими середніми діаметрами, порівняно з контролем.

Група В – географічні варіанти з близькими середніми діаметрами, але статистично більшими середніми висотами, порівняно з контролем.

Група Г – екотипи з більшим, ніж на контролі середніми діаметром і висотою.

Група Д – це географічні варіанти з близькими середніми діаметрами, але статистично меншими середніми висотами, порівняно з контролем.

Група Е – екотипи, що характеризуються близькими середніми висотами, але статистично меншими середніми діаметрами, порівняно з контролем.

Група Є – провенієнції, які характеризуються достовірно меншими, ніж на контролі величинами середнього діаметру та висоти.

Для подальшого аналізу продуктивності кожної з виділених груп ми використали таку методику.

Моделювання середньої висоти деревостанів реалізовано через повний аналіз ходу росту середніх модельних дерев (за 5-річними класами віку) географічних варіантів відповідних груп з використанням редукційних чисел

¹ Микола Михайлович ГУЗЬ – дійсний член ЛАН України, доктор сільськогосподарських наук, професор, Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів. Тел. моб.: 8-050-31-52-312.

² Сергій Васильович ЖМУРКО – кандидат сільськогосподарських наук, асистент, Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів. Тел. моб.: 8-067-28-48-420

³ Ігор Васильович ЖМУРКО – колективний член ЛАН України, Шацький лісовий коледж ім. В.В. Сульки. Україна, с.м.т. Шацьк. Тел.: 8-(035-55)-2-05-31; моб. 8-067-50-96-163.

⁴ Юліан Йосипович КАГАНЯК – кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів. Тел. моб.: 8-067-58-74-266.

$$R_h = \frac{h_i}{h_o}, \quad (1)$$

де: R_h – відносна висота (редукційні числа); h_i – висота стовбура моделі i -го віку, м; h_o – базова висота стовбура, м.

Отримані відносні висоти вирівняно функцією

$$R_h = a + bA + cA^2 + dA^3, \quad (2)$$

де: a, b, c, d – коефіцієнти; A – вік дерева, років;

Тоді середня висота групи становитиме

$$H = \frac{R_{h_i}}{R_{h_o}} \cdot B, \quad (3)$$

де B – базова середня висота групи.

На наступному етапі встановлено залежність між середньою висотою та середнім збігом моделі

$$\frac{d}{h} = ah^{b+ch} \cdot e^{-d/h}, \quad (4)$$

де d/h – середній збіг моделі, см/м.

Середній діаметр групи у такому випадку становитиме

$$D = \frac{d}{h} \cdot H. \quad (5)$$

Залежність між об'ємом стовбура та висотою описується кривою

$$V = ah^{b+ch}, \quad (6)$$

де: V – об'єм стовбура моделі, m^3 ; a, b, c – коефіцієнти; h – висота стовбура моделі, м.

Табл. 1. Розподіл екотипів сосни звичайної у Ростанських географічних культурах на групи відносно величини середніх діаметра та висоти

Група	А	Б	В	Г	Д	Е	Є
Критерії для виділення	$D_i \approx D_k; H_i \approx H_k$	$D_i > D_k; H_i \approx H_k$	$D_i \approx D_k; H_i > H_k$	$D_i > D_k; H_i > H_k$	$D_i \approx D_k; H_i < H_k$	$D_i < D_k; H_i \approx H_k$	$D_i < D_k; H_i < H_k$
Походження	К. Волинська обл. ^у	1. Ленінградська обл. ^р	28. Донецька обл. ^у	3. Вологодська обл. ^р	25. Молдова	16. Алтайський край ^р	23. Вітебська обл. ^б
	21. Гродненська обл. ^б	4. Костромська обл. ^р	45. Володимирська обл. ^р	5. Тернопільська обл. ^у	26. Херсонська обл. ^у	64. Воронежська обл. ^р	27. Дніпропетровська обл. ^у
	22. Псковська обл. ^р	11. Марійська АР ^р		7. Вінницька обл. ^у	30. Ростовська обл. ^р		31. Пермська обл. (південніше 59° Пн.ш. ^р)
	29. Луганська обл. ^у	12. Татарська АР ^р		8. Черкаська обл. ^у	33. Челябінська обл., Гірська частина ^р		44. Смоленська обл. ^р
	34. Тюменська обл. ^р	13. Алтайський край (Приіртишя ^р)		10. Чуваська АР ^р			48. Архангельська обл. ^р
	49. АР Комі ^р			14. Новосибірська обл. ^р			52. Київська обл. ^у
	66. Мінська обл. ^б			17. Калінінградська обл. ^р			54. Орловська обл. ^р
				18. Естонія			56. Оренбурзька обл. ^р
				19. Латвія			61. Полтавська обл. ^у
				20. Литва			63. Харківська обл. ^у
Походження				32. Свердловська обл. ^р			65. Рязанська обл. ^р
				35. Львівська обл. ^у			71. Пензенська обл. ^р
				36. Рівненська обл. ^у			73. Амурська обл. ^р
				41. Кустанайська обл. ^р			
				42. Кокчетавська обл. ^р			
				43. Омська обл. ^р			
				46. Саратовська обл. ^р			
				47. Волгоградська обл. ^р			
				67. Ціліноградська обл. ^р			

Примітки: D_i – середній діаметр насадження окремого походження; D_k – середній діаметр насадження на контролі; H_i – середня висота насадження окремого походження; H_k – середня висота насадження на контролі; ^у – Україна; ^р – Росія; ^б – Білорусь; ^к – Казахстан.

Табл. 2. Розподіл екотипів сосни звичайної у Будицьких географічних культурах на групи відносно величини середніх діаметру та висоти

Група	А	Б	В	Г	Д	Е	Є
Критерії для виділення	$D_i \approx D_k; H_i \approx H_k$	$D_i > D_k; H_i \approx H_k$	$D_i \approx D_k; H_i > H_k$	$D_i > D_k; H_i > H_k$	$D_i \approx D_k; H_i < H_k$	$D_i < D_k; H_i \approx H_k$	$D_i < D_k; H_i < H_k$
Походження	К. Волинська обл. ^у	6. Хмельницька обл. ^у	5. Тернопільська обл. ^у	7. Вінницька обл. ^у	1. Ленінградська обл. ^р	18. Естонія	10. Чуваська АР ^р
	3. Вологодська обл. ^р	9. Куйбишевська обл. ^р	8. Черкаська обл. ^у	15. Алтайський край ^р	2. Карельська АР ^р		21. Гродненська обл. ^б
	4. Костромська обл. ^р	13. Удмуртська АР ^р	23. Вітебська обл. ^б	24. Мінська обл. ^б	16. Гірсько-Алтайська АР ^р		58. Іркутська обл. ^р
	11. Марійська АР ^р	17. Калінінградська обл.	49. АР Комі ^р	25. Молдова	22. Псковська обл. ^р		59. Бурятська АР ^р
	12. Татарська АР ^р	19. Латвія		26. Херсонська обл. ^у	54. Орловська обл. ^р		60. Чітинська обл. ^р
	27. Дніпропетровська обл. ^у	40. Дагестанська АР ^р		29. Луганська обл. ^у	65. Рязанська обл. ^р		
	42. Кокчетавська обл. ^к	53. Брянська обл. ^р		30. Ростовська обл. ^р			
	48. Архангельська обл. ^р			31. Пермська обл. ^р			
				34. Тюменська обл. ^р			
				35. Львівська обл. ^у			
				36. Рівненська обл. ^у			
				37. Житомирська обл. ^у			
Походження				41. Кустанайська обл. ^к			
				46. Саратовська обл. ^р			
				47. Волгоградська обл. ^р			
				50. Кіровська обл. ^р			
				52. Київська обл. ^у			
				55. Калузька обл. ^р			
				56. Оренбурзька обл. ^р			
				61. Полтавська обл. ^у			
				63. Харківська обл. ^у			
				64. Воронежська обл. ^р			
				66. Тамбовська обл. ^р			
				68. Карагандинська обл. ^к			

Залежність між видовим числом стовбура та висотою виражається через функцію

$$f = a + \frac{b}{h}, \quad (7)$$

де: f – видове число стовбура моделі; a , b – коефіцієнти; h – висота стовбура моделі, м.

Залежність між густотою насадження та середнім його діаметром у віці 10 років і більше ($A \geq 10$ років) описує крива типу

$$N = a + \frac{b}{D}, \quad (8)$$

де: N – густина насадження групи, шт./га; a , b , c – коефіцієнти; D – середній діаметр насадження на пробній площі, см.

З врахуванням того, що до десятирічного віку ($1 < A < 10$ років), коли ще не відбулося змикання лісових культур, густина не залежить від середнього діаметра, а регулюється іншими чинниками, зокрема віком, і ця залежність є прямолінійною

$$N = N_n + bA, \quad (9)$$

де: N – густина насадження групи, шт./га; N_n – початкова густина лісових культур; шт./га; A – вік лісових культур, років.

Запас насадження – це сума об'ємів усіх стовбурів або добуток середнього об'єму стовбура і кількості відповідних дерев

$$M = V \cdot N, \quad (10)$$

де: M – запас насадження групи, м³/га; N – густина насадження групи, шт./га; V – середній об'єм стовбура, м³.

Абсолютну повноту насадження розраховуємо за формулою

$$G = \frac{M}{H \cdot F}, \quad (11)$$

де: G – абсолютна повнота насадження у групі, м²/га; M – запас насадження у групі м³/га; H – середня висота насадження групи, шт./га; F – видове число стовбура групи, м³.

Запропонована система моделей (1-11) дає змогу оцінити особливості росту основних таксаційних показників груп екотипів лісових культур сосни звичайної.

Результати моделювання основних таксаційних показників географічних лісових культур сосни звичайної

Для кожної виділеної групи екотипів, відповідно до системи моделей (1-11), встановлено величину параметрів регресійних рівнянь. Величину коефіцієнтів регресії для відповідної висоти функції (2) подано у табл. 3, а для моделі середнього збігу – у табл. 4.

Табл. 3. Параметри відносної висоти*

Групи екотипів	Коефіцієнти регресії			
	a	b	c	d
A	<u>-0.00001</u> -0.00002	<u>0.0006</u> 0.00105	<u>0.02</u> 0.013	<u>-0.0594</u> -0.05
Б	<u>-0.00001</u> -0.0002	<u>0.0004</u> 0.001	<u>0.0302</u> 0.007	<u>-0.1566</u> -0.025
В	<u>-0.00001</u> -0.000008	<u>0.0004</u> 0.000195	<u>0.0269</u> 0.032	<u>-0.078</u> -0.111
Г	<u>-0.000016</u> -0.00002	<u>0.001</u> 0.00125	<u>0.0132</u> 0.01	<u>-0.056</u> -0.031
Д	<u>-0.00002</u> -0.00004	<u>0.0013</u> 0.00262	<u>0.0042</u> -0.012	<u>-0.0002</u> 0.038
Е	<u>-0.00001</u> -0.0000167	<u>0.0005</u> 0.0012	<u>0.0198</u> 0.002	<u>-0.0445</u> 0.011
Є	<u>-0.00002</u> -0.00002	<u>0.00135</u> 0.00095	<u>0.0025</u> -0.001	<u>-0.0192</u> -0.001

Примітка: * у чисельнику – Ростанські географічні культури, у знаменнику – Буцинські

Табл. 4. Величина параметрів функції середнього збігу*

Групи екотипів	Коефіцієнти регресії			
	a	b	c	d
A	<u>30.1412</u> 106,51	<u>-1.2761</u> -1,894	<u>0.00938</u> 0,0225	<u>5.84139</u> 7,461
Б	<u>9.6689</u> 174,705	<u>-0.8525</u> -2,1116	<u>0.0064</u> 0,02904	<u>3.3783</u> 8,23663
В	<u>70.747</u> 106,5083	<u>-1.783</u> -1,92858	<u>0.0216</u> 0,008563	<u>6.9056</u> 7,320886
Г	<u>108.189</u> 27,234	<u>-1.8374</u> -1,2863	<u>0.01916</u> 0,0135	<u>7.86507</u> 5,4752
Д	<u>14.4628</u> 103,962	<u>-1.02549</u> 1,9798	<u>0.0088</u> 0,0312	<u>4.98695</u> 6,65738
Е	<u>14.3216</u> 3,121702	<u>-1.343</u> -0,05557	<u>0.01908</u> -0,0261	<u>3.06447</u> 2,328079
Є	<u>9.9179</u> 18,206	<u>-0.8465</u> -1,3351	<u>0.0026</u> 0,021	<u>4.0215</u> 3,5708

Примітка: * у чисельнику – Ростанські географічні культури, у знаменнику – Буцинські

Параметри для моделі об'єму та видового числа стовбурів сосни, а також для густоти деревостану наведено у табл. 5.

Табл. 5. Параметри моделі видового числа й об'єму стовбурів сосни звичайної та густоти деревостану збігу*

Групи екотипів	Коефіцієнти регресії					
	видове число, f		об'єм, V			густина, N
	a	b	a	b	c	
A	<u>0.4710</u> 0.4962	<u>1.0336</u> 0.7722	<u>0.00061</u> 0.00139	<u>1.81028</u> 1.18962	<u>0.01177</u> 0.03514	8257,7343 9966,5128 -0.1258 -0.1444
Б	<u>0.4506</u> 0.4885	<u>1.153</u> 0.7984	<u>0.00112</u> 0.00093	<u>1.33986</u> 1.50857	<u>0.03156</u> 0.0284	
В	<u>0.4979</u> 0.5343	<u>1.0917</u> 0.1148	<u>0.00051</u> 0.00135	<u>1.80986</u> 1.1898	<u>0.01373</u> 0.0343	
Г	<u>0.4156</u> 0.4864	<u>1.5811</u> 0.9781	<u>0.00081</u> 0.00063	<u>1.65096</u> 1.75623	<u>0.01603</u> 0.01791	
Д	<u>0.4225</u> 0.4962	<u>1.3937</u> 0.7722	<u>0.00043</u> 0.00149	<u>1.80986</u> 1.18982	<u>0.01930</u> 0.04126	
Е	<u>0.5047</u> 0.4589	<u>1.0505</u> 1.0060	<u>0.00028</u> 0.00106	<u>1.80763</u> 1.50843	<u>0.01619</u> 0.02275	
Є	<u>0.4481</u> 0.5130	<u>1.3639</u> 1.0768	<u>0.0005</u> 0.0008	<u>1.80984</u> 1.50981	<u>0.01341</u> 0.02379	

Примітка: * у чисельнику Ростанські географічні культури, у знаменнику – Буцинські

Особливості росту географічних культур сосни звичайної для Буцинського лісництва подано у табл. 6, а для Ростанського – у табл. 7.

Теоретичні та фактичні дані є адекватними. Про це свідчить величина коефіцієнта детермінації, яка перебуває у межах 90-100 %.

У результаті табулювання системи моделей оцінки динаміки основних лісівничо-таксаційних показників (1-11) запропоновано ескіз місцевих таблиць ходу росту географічних культур сосни звичайної в умовах свіжого соснового бору за групами екотипів.

Запропоновані таблиці дають змогу оцінити особливості росту різних екотипів сосни звичайної в умовах свіжого соснового бору та вибрати найкращий варіант походження для майбутнього вирощування. У формалізованому вигляді в табл. 3 та 7 представлено аналіз динаміки основних таксаційних показників сосни за 40-річний період росту та розвитку. На основі зроблених узагальнень можна судити про можливість використання лісо насадного потенціалу та перспективи вирощування культур сосни звичайної різного походження на території Західного Полісся України.

Завдяки нашим дослідженням встановлено істотну відмінність у лісівничо-таксаційній характеристиці штучних соснових деревостанів, створених з місцевого та іншорайонного насіння. Значний перепад за потенційною та фактичною продуктивністю в однакових лісорослинних та кліматичних умовах різних географічних екотипів сосни звичайної пов'язаний насамперед зі широким географією заготовленого лісонасадного матеріалу, різного за генотипом.

Місцевий екотип сосни звичайної є найпродуктивніший серед представлених провенієнцій, про що свідчать вищі показники абсолютної повноти та запасу деревостану. При цьому варто зазначити, що деякі походження на окремо взятих об'єктах мають певну перевагу над аборигенною сосною, але це не є системним і може бути викликане неоднорідністю місць зростання варіанта, або розміщенням його у вогнищі кореневої губки.

Табл. 6. Ескіз таблиць росту географічних лісових культур сосни звичайної за групами екотипів для Бучинського лісництва ДП "Старовижівське ЛП"

Вік, років	Середні					Густота, шт./га	Абсолютна повнота, м ² /га	Запас, м ³ /га
	висота, м	діаметр, см	видове число	об'єм стовбура, м ³	збіг			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Група екотипів А								
5	0,6			0,0009		8000		7
10	2,4	2,1	0,833	0,0040	0,89	7395	14,9	30
15	4,6	6,3	0,661	0,0113	1,37	4143	15,5	47
20	6,9	8,6	0,603	0,0242	1,24	2995	17,3	72
25	9,3	10,3	0,577	0,0433	1,10	2369	19,1	103
30	11,4	11,7	0,564	0,0678	1,03	1927	20,3	131
35	13,1	13,0	0,556	0,0954	0,99	1622	21,2	155
40	14,3	13,8	0,550	0,1238	0,97	1448	22,8	179
Група екотипів Б								
5	0,6			0,0006		8000		5
10	2,3	1,7	0,860	0,0029	0,73	7874	11,5	23
15	4,5	6,3	0,660	0,0108	1,42	4102	15,0	44
20	6,8	9,0	0,597	0,0264	1,31	2845	18,4	75
25	9,3	10,9	0,569	0,0506	1,18	2167	20,8	110
30	11,5	12,7	0,555	0,0815	1,11	1676	21,5	137
35	13,2	14,4	0,547	0,1157	1,08	1336	21,3	154
40	14,4	15,5	0,542	0,1495	1,08	1141	21,9	171
Група екотипів В								
5	0,8			0,0012		8000		9
10	3,5	4,4	0,569	0,0064	1,27	5386	17,5	34
15	6,0	7,8	0,553	0,0164	1,29	3353	16,4	55
20	8,5	9,6	0,548	0,0325	1,12	2615	18,3	85
25	10,7	11,0	0,545	0,0549	1,02	2137	20,0	117
30	12,7	12,3	0,543	0,0820	0,97	1775	21,1	145
35	14,2	13,5	0,542	0,1114	0,95	1513	21,9	169
40	15,2	14,3	0,542	0,1407	0,94	1350	23,1	190
Група екотипів Г								
5	0,7			0,0005		8000		4
10	2,7	2,6	0,867	0,0034	0,99	6892	10,3	24
15	5,1	6,5	0,679	0,0127	1,28	4014	14,8	51
20	7,8	9,2	0,610	0,0320	1,19	2743	18,6	88
25	10,5	11,5	0,579	0,0622	1,09	2004	20,6	125
30	13,0	13,5	0,562	0,1021	1,04	1510	21,1	154
35	15,1	15,2	0,552	0,1490	1,00	1185	21,1	177
40	16,6	16,4	0,546	0,1980	0,99	997	21,8	197
Група екотипів Д								
5	0,4			0,0006		8000		5
10	1,4	0,6	1,055	0,0022	0,45	9109	13,4	20
15	3,2	4,7	0,738	0,0069	1,46	5194	15,2	36
20	5,4	7,6	0,637	0,0166	1,42	3419	16,6	57
25	7,7	9,5	0,594	0,0343	1,24	2621	19,7	90
30	9,8	11,2	0,574	0,0582	1,15	2063	21,4	120
35	11,4	12,7	0,565	0,0812	1,12	1685	21,3	137
40	12,2	13,4	0,560	0,0993	1,10	1519	22,1	151
Група екотипів Е								
5	0,4			0,0004		8000		3
10	1,9	1,196	2,0	0,0016	1,05	7584	5,5	12
15	4,0	0,781	5,2	0,0074	1,31	4792	11,5	36
20	6,5	0,672	7,1	0,0195	1,10	3693	16,6	72
25	9,0	0,629	8,8	0,0376	0,98	2903	19,2	109
30	11,3	0,608	10,5	0,0594	0,93	2291	19,7	136
35	13,1	0,597	11,9	0,0815	0,91	1881	19,6	153
40	14,0	0,590	12,6	0,1013	0,90	1708	20,9	173
Група екотипів Є								

1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	0,6			0,0006		8000		5
10	1,6	1,153	0,9	0,0019	0,60	8738	9,2	16
15	2,9	0,791	3,7	0,0061	1,24	5977	15,6	36
20	4,6	0,670	6,6	0,0132	1,42	3982	17,1	53
25	6,4	0,615	8,9	0,0232	1,40	2864	17,0	66
30	8,1	0,584	10,5	0,0362	1,30	2287	17,5	83
35	9,7	0,564	11,4	0,0523	1,18	2031	19,5	106
40	10,9	0,552	11,6	0,0697	1,07	1957	22,7	136

Табл. 7. Ескіз таблиць росту географічних лісових культур сосни звичайної за групами екотипів для Ростанського лісництва ДП "Шацьке УДЛГ"

Вік, років	Середні					Густота, шт./га	Абсолютна повнота, м ² /га	Запас, м ³ /га
	висота, м	діаметр, см	видове число	об'єм стовбура, м ³	збіг			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Група екотипів А								
5	0,8			0,0005		7755		4
10	2,9	3,2	0,820	0,0045	1,10	5511	10,3	25
15	5,3	6,4	0,660	0,0147	1,23	3672	15,5	54
20	7,7	9,3	0,600	0,0322	1,20	2576	18,0	83
25	10,1	11,4	0,570	0,0572	1,12	1967	19,5	113
30	12,5	12,9	0,552	0,0888	1,03	1633	21,0	145
35	14,6	13,8	0,541	0,1255	0,95	1459	23,2	183
40	16,0	14,1	0,535	0,1577	0,88	1397	25,7	220
Група екотипів Б								
5	0,8			0,0005		7755		4
10	2,9	3,2	0,820	0,0045	1,10	5511	10,3	25
15	5,3	6,4	0,660	0,0147	1,23	3672	15,5	54
20	7,7	9,3	0,600	0,0322	1,20	2576	18,0	83
25	10,1	11,4	0,570	0,0572	1,12	1967	19,5	113
30	12,5	12,9	0,552	0,0888	1,03	1633	21,0	145
35	14,6	13,8	0,541	0,1255	0,95	1459	23,2	183
40	16,0	14,1	0,535	0,1577	0,88	1397	25,7	220
Група екотипів В								
5	1,2					7755		6
10	4,1	5,0	0,771	0,0067	1,21	4402	9,2	30
15	7,2	7,5	0,651	0,0216	1,05	3207	14,8	69
20	10,1	9,8	0,605	0,0469	0,97	2400	18,4	113
25	12,9	11,9	0,582	0,0820	0,92	1857	20,3	152
30	15,4	13,6	0,569	0,1246	0,88	1496	21,3	186
35	17,3	14,9	0,561	0,1715	0,86	1268	22,3	217
40	18,5	15,6	0,557	0,2074	0,84	1158	23,3	240
Група екотипів Г								
5	0,7			0,0003		7755		2
10	3,4	3,5	1,000	0,0038	1,01	5319	5,8	20
15	6,6	8,7	0,701	0,0150	1,31	2770	9,0	42
20	9,9	11,8	0,600	0,0372	1,20	1866	11,7	69
25	12,9	13,9	0,554	0,0706	1,08	1430	14,1	101
30	15,4	15,4	0,529	0,1131	1,00	1189	16,5	134
35	17,1	16,2	0,514	0,1611	0,95	1080	19,8	174
40	17,5	16,1	0,506	0,2020	0,92	1088	24,8	220
Група екотипів Д								
5	0,8			0,0003		7755		1
10	2,4	1,8	0,733	0,0021	0,74	6614	5,7	2
15	4,5	4,8	0,622	0,0075	1,07	4502	10,1	14
20	7,0	7,6	0,569	0,0190	1,09	3177	13,9	34
25	9,5	9,9	0,541	0,0385	1,04	2389	17,0	60
30	11,9	11,7	0,524	0,0661	0,98	1902	19,6	92
35	13,9	13,0	0,515	0,1001	0,94	1607	22,2	126
40	15,0	13,7	0,733	0,1292	0,91	1476	24,7	161
Група екотипів Е								

1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	1,0			0,0003		7755		2
10	3,1	0,854	3,9	0,0022	1,26	5069	4,2	11
15	5,3	0,703	5,2	0,0067	0,97	4308	7,7	29
20	7,7	0,642	6,5	0,0146	0,84	3664	10,8	54
25	10,1	0,610	7,7	0,0266	0,76	3147	13,6	84
30	12,4	0,591	8,7	0,0430	0,71	2747	16,2	118
35	14,5	0,579	9,7	0,0640	0,67	2445	18,7	157
40	16,0	0,572	0,0838	0,64	2266		20,7	190
Група екотипів Є								
5	0,3			0,0001		7755		1
10	1,4	0,9	1,235	0,0014	0,62	7415	5,9	10
15	2,9	3,3	0,808	0,0060	1,12	5460	13,7	33
20	4,8	5,5	0,669	0,0157	1,14	4128	20,1	65
25	6,8	7,3	0,608	0,0308	1,07	3293	24,4	102
30	8,9	8,8	0,576	0,0505	0,99	2738	27,1	138
35	10,7	9,9	0,558	0,0731	0,93	2364	28,9	173
40	12,0	10,6	0,548	0,0920	0,89	2163	30,3	199

Більшість провенієнцій характеризуються близьким до контролю ростом за діаметром і висотою, або на різних об'єктах мають протилежний ефект росту. Утім, окремі географічні варіанти сосни звичайної характеризуються кращим ростом від місцевого. Екотипи з позитивним ефектом сформовані з лісонасінного матеріалу, взятого з наближених до місця апробації регіонів, котрі характеризуються подібними ґрунтово-кліматичними умовами до контролю, а також з насіння, завезеного з територій із різкоконтинентальним кліматом та гіршими ґрунтовими умовами. Так, вищі показники середнього діаметра і висоти властиві вінницькій, мінській, донецькій, львівській, рівненській, кустанайській, саратовській, волгоградській, незначне переважання (до 10 %), характерне тернопільській та тюменській сосні; лише середнього діаметра – черкаській, латвійській та луганській. Найменш пристосованим до природно-кліматичних умов Західного Полісся України виявилася амурська сосна, насадження якої на обох об'єктах загинули ще у ранньому віці внаслідок обмерзання.

Слабким ростом і низькою продуктивністю характеризуються географічні варіанти Баяно-Каркаралінського південносопкового, Приамурського, Приіртиського-Кулундинського, Саянського, Селенгінського, Південноуральського лісонасінних районів. Достовірно меншим ростом за діаметром і висотою відзначається сосна звичайна з Рязанської області, лише висотою – сосна дагестанського та архангельського походження.

Отримані результати свідчать, що окремі кліматичні екотипи сосни звичайної, які природно зростають на значній відстані від місць апробації, у суворих ґрунтово-кліматичних умовах місцезростання (кустанайський екотип), за нових, сприятливіших лісорослинних умов, можуть виявляти кращі ріст, продуктивність і стійкість до негативних чинників, ніж місцевий варіант.

Висновок

Підсумовуючи наголосимо, що для регіону Західного Полісся України найкращими українськими географо-кліматичними екотипами сосни звичайної є Західнополіський і Малополіський. Територія доцільної заготівлі насіння цієї породи об'єднує Поліський, Білоруський та Дніпровський-правобережний лісостеповий лісонасінні райони.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гузь М. М., Жмурко С. В., Жмурко І. В. Географічні культури сосни звичайної Ростанського лісництва ДП "Шацьке УДЛП"// Тези наукової конференції, присвяченої 85-річчю з дня народження Б. Ф. Остапенка. – Харків: Харківський НУ ім. В.В. Докучаєва, 2007. – С. 55-56.
2. Гузь М. М., Жмурко С. В., Жмурко І. В. Особенности роста географических экотипов сосны обыкновенной белорусского и прибалтийского происхождения в условиях Западного Полесья Украины// Рациональное использование и воспроизводство лесных ресурсов в системе устойчивого развития: материалы международной научно-практической конференции. – Гомель: Ин-т леса НАН Беларуси, 2007. – С. 49-52.
3. Гузь М. М., Жмурко С. В., Жмурко І. В. Особенности роста климатических экотипов сосны обыкновенной сибирского происхождения в условиях Западного Полесья Украины// Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений: матер. X междунар. научн. конф. – Красноярск: Сиб-ГТУ, 2007. – С. 17-21.
4. Гузь М. М., Жмурко С. В., Жмурко І. В. Продуктивність українських екотипів сосни звичайної у географічних лісових культурах Західного Полісся// Науковий вісник НАУ: Лісівництво декоративне садівництво. – К.: НАУ, 2007. – Вип. 113. – С. 66-75.
5. Гузь М. М., Жмурко С. В., Жмурко І. В., Каганяк Ю.І. Статистична оцінка лісівничо-таксаційних особливостей географічних культур сосни звичайної у ДП "Шацьке УДЛП"// Науковий вісник НЛТУ України: зб. наук.-техн. праць. – Львів: НЛТУ України. – 2007. – Вип. 17.7. – С. 11-16.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. (С основами статистической обработки результатов исследований). – Изд. 4-е, перераб. и доп. – М.: Колос, 1979. – 416 с.

*M. M. Guz', S. V. Zhmurko,
I. V. Zhmurko, Yu. Yo. Kahanyak*

ECOLOGICAL AND FORESTRY GROWTH PECULIARITIES OF SCOTS PINE PLANTATIONS WITHIN SITE CONDITIONS OF WEST POLISSIA OF UKRAINE

Based on 40 years observations peculiarities of tax indices dynamics of Scots pine plantations of different geographical origins are determined. Local yield table draft for certain groups of eco-types is suggested.

УДК 630*

Ю. І. ЧЕРНЕВИЙ¹

ОСОБЛИВОСТІ СТРУКТУРИ ЛІСОВОГО ПОКРИВУ НИЗЬКОГІРНОГО ЛАНДШАФТУ У БАСЕЙНІ РІЧКИ ДНІСТЕР

Проаналізовано структуру лісового покриву. Виявлено кореляційні зв'язки між складом деревостанів та найпоширенішими типами едафотопів. Виявлено, що у низькогірних едафічних умовах формуються змішані ліси з участю ялини, ялиці та бука.

Вступ. Низькогірні ландшафти в Українських Карпатах територіально переважають. У басейні р. Дністер вони характерні для зовнішньої та вододільної частин Карпатської гірської системи (рис). Низькогір'я представлене гірськими масивами, висота яких загалом не перевищує 1000 м н.р.м. Звичайно, окремі вершини можуть у низькогір'ї сягати більшої висоти, навіть 1200-1300 м н.р.м., проте вони не характерні для цього типу ландшафту. Морфологічними особливостями низькогірного ландшафту є домінування вирівняних пасем хребтів пологосхилих гірських масивів, які вкриті змішаними лісами. Гірські звори та долини річок неглибокі, у межах 100-300 м. Схили їх переважно пологісті, хоча подекуди бувають крутими [5].



Лісова рослинність поширена приблизно на 40 % території [1]. Решта – це населені пункти та агроугіддя. По долинах річок переважають агроугіддя, сінокоши, пасовища, орні землі. Проте в окремих місцях збереглися розладнані вільшини, здебільшого поростевого походження.

Низькогірні масиви сформовані переважно флішеви́ми відкладами віку крейди та палеогену, які представлені монотонними перешаруванням пісковиків та глинистих сланців: алевролітів та аргілітів. Поверхневі продукти їх вивітрювання зумовили формування здебільшого багатих вологих суглинистих бурих лісових ґрунтів [5].

Тутешній клімат характеризується річними сумами активних температур від 2000 до 2600 та опадів 800-1000 мм, а вегетаційний період триває 180-200 днів [5, 7]. Такі теплі та вологі агрокліматичні умови сприяють поширенню у низькогір'ї шпильково-широколистяних лісів з перевагою бука лісового, ялиці білої та супутніх їм порід (берези, граба, дуба звичайного, клена гостролистого, клена-явора, осики, сосни звичайної, ялини європейської, або смереки, а подекуди – й ясен звичайного, в'яза гірського, дуба скельного).

За сучасним геоботанічним районуванням, у межах низькогірних ландшафтів басейну р. Дністер виділяють округу букових карпатських лісів, зокрема підокруги – ялицево-букових та буково-ялицевих передкарпатських лісів та темнохвойно-букових привододільних лісів [2, 3]. Однак, згідно з лісівничим районуванням, ліси цієї території належать до лісгосподарських районів Зовнішніх Карпат з буковими та темнохвойно-буковими лісами, а також Стрийсько-Міжгірської верховини з буково-смерековими та ялицево-смереково-буковими лісами [1, 2]. Зрештою, окрім ялини європейської, ялиці, бука, у складі деревостанів поширені й інші породи, зокрема береза поникла, дуб звичайний, клен-явір, сосна звичайна, ясен тощо.

Незалежно від усталених поглядів, таким шпильково-широколистяним лісам з багатьма едифікаторами низькогір'я, на тлі загальної континуальності, відповідно до ландшафтної структури, властива чітка макро- і мезодискретність [7], котра виявляється у широкому спектрі типів лісу [2] та відповідних їм корінних, похідних та штучних деревостанів. Однак їх категоризація та територіальне виділення у межах низькогірних ландшафтів Карпат, на жаль, не мають належного наукового обґрунтування [1, 2]. За такої обставини ведення науково вмотивованого лісового господарства у цьому районі видається проблемним. Тому метою на-

¹ Юрій Іванович ЧЕРНЕВИЙ – член-кореспондент ЛАН України, кандидат сільськогосподарських наук, Прикарпатський лісгосподарський коледж, директор. Україна, Івано-Франківська обл. м. Болехів. Тел.: +38(03437) 3-46-68. E-mail: phlc@ukr.net
Представив дійсний член ЛАН України, професор П. Р. Третяк, доктор біологічних наук.

шого дослідження була спроба вперше проаналізувати кореляційні зв'язки, встановлені лісовпорядкуванням між структурою деревостанів та едафотопів.

1. Об'єкти, матеріали і методика дослідження

Дослідження структури лісового покриву було виконано у межах низькогір'я басейну р. Дністер (рис) на основі бази даних кафедри лісівництва Українського державного лісотехнічного університету, яка містить таксаційні матеріали подільнянського лісового фонду регіону станом на 1.01.2001 р.

До аналізу залучено землі державних підприємств лісового господарства, які загалом охоплюють площу 150519 га (табл. 1).

Дослідження базується не лише на характеристиках усіх лісових ділянок. До аналізів залучали, окрім усіх деревостанів загалом, також окремо, для порівняння, тільки деревостани природного походження, тобто оминали увагою площі лісових культур.

Табл. 1. Території державних землекористувачів* у межах низькогір'я в басейні р. Дністер, охоплені аналітичним дослідженням

Землекористувач та площа його земель, га	Залучено до аналізу	
	кількість ділянок	загальна площа, га
ДП Болахівський ЛГ – 30285	4492	13665
ДП Боринський ЛГ – 18368	3589	13426
ДП Брошнівський ЛГ – 30530	4737	18552
ДП Вигодський ЛГ – 59950	2368	9685
ДП Дрогобицький ЛГ – 30006	5087	14838
ДП Надвірнянський ЛГ – 49639	1620	4739
ДП Осмолодський ЛГ – 64367	1520	6470
ДП Самбірський ЛГ – 33983	2860	11324
НПП "Сколівські Бескиди" – 33983	1307	3598
ДП Сколівський ЛГ – 22881	2545	7014
ДП Славський ЛГ – 24641	2149	8202
ДП Солотвинський ЛГ – 31602	1767	6362
ДП Старосамбірський ЛГ – 31913	7840	25394
ДП Стрийський ЛГ – 35107	462	1258
ДП Турківський ЛГ – 18723	1373	5991
Разом – 506692	43716	150519

Примітка: * ДП ... ЛГ – Державне підприємство лісового господарства; НПП – Національний природний парк

Аналіз представництва лісотвірних порід у деревостанів ґрунтувався на розрахункових даних особливостей просторового поширення деревних видів за їхнім відносним кількісним показником (VP) на кожній площі [10]. Для цього площу кожної ділянки лісу (S), де трапляється певна порода, множили на відсоток її участі у складі деревостану (N) та його повноту (P). Далі суми цих добутків ділили на величину вкритої лісом загальної площі ($S_{\text{заг}}$), котру залучали до аналізу, і множили на 100, щоб отримати відносну частку, яка умовно припадає на кожну породу:

$$VP = \frac{\sum S \cdot N \cdot P}{S_{\text{заг}}} \cdot 100.$$

У випадках, коли у складі деревостанів були породи зі знаком "+", їм присвоювали значення 5 %. Звичайно, за такої умови отримуваний результат дещо завищений для малопоширених порід. Проте їх врахування не зайве, оскільки дає змогу також приблизно визначити і їхні відповідні кількісні характеристики.

Щоб отримати узагальнений склад, сумарні результати перераховували, привівноючи їх до 100 %.

2. Отримані результати

Узагальнений аналіз розподілу площ лісових земель за типами едафотопів у межах дослідженого району засвідчив значну перевагу вологих сугрудів та грудів (табл. 2) над іншими відмінами, поширеним спорадично.

Табл. 2. Едафотопна структура дослідженої частини земель низькогір'я у басейні р. Дністер

Типи гіршотопів	Типи трофотопів				Разом
	бори	субори	сугруди	груді	
Абсолютна площа, га					
свіжі		43	2499	857	3399
вологі	26	1103	80672	54438	136240
сирі		116	1134	438	1688
мокрі	22				22
Разом	49	1262	84305	55733	141349
Відносна площа, %					
свіжі		0,03	1,8	0,6	2,4
вологі	0,02	0,8	57,1	38,5	96,4
сирі		0,1	0,8	0,3	1,2
мокрі	0,02				0,02
Разом	0,03	0,9	59,6	39,4	100,0

Загалом у межах низькогір'я в басейні р. Дністер є деревостани смереки, ялиці та бука (табл. 3). Причому сукупно вони займають приблизно однакові відносні площі.

Серед деревостанів природного походження переважають букові (43%). Відповідно ялинові займають лише 21% площі. Проте, серед усіх деревостанів загалом їхня частка сягає майже 31%. Отже, на деревостани ялини європейської культурного походження припадає 10%. На приблизно четвертій частині дослідженої території вкритих лісом земель поширені ялицеві деревостани. На деревостани сосни звичайної та дуба звичайного припадає лише 4-5% загальної площі. Незначні площі, до 1%, займають деревостани граба, вільхи сірої та вільхи клейкої, а також берези пониклої. Щоправда, серед деревостанів природного походження частка березин вища – 1,4%. Трапляються також деревостани осики та стелюхи сосни гірської природного походження. Окрім згаданих порід, на незначних площах трапляються культури в'язу гірського, дуба скельного, дуба червоного, клена-явора, липи дрібнолистої, модрина європейської, псеудопуги Мензиса, сосни австрійської, сосни Веймута, сосни Банкса, черешні, ясена звичайного тощо.

Ліси низькогір'я зазнали тривалого лісокористування. Внаслідок інтенсивного вирубування у другій пол. XIX ст. та у сер. XX ст. [1, 4] їхня сучасна вікова структура порушена (табл. 4). Загалом переважають деревостани віком 30-70 років. Перспективне лісокористування у них вже і тепер можливе в обсязі до 1% площі на рік, за рахунок деревостанів віком понад 80 років. Серед смеречників переважають деревостани віком 21-60 років. На їхню частку припадає майже 61% площі. Вони сформувалися завдяки штучному і природному лісовідновленню у другій пол. XX ст. Перспективне лісокористування у них можливе лише в обмеженому обсязі, до 0,4% площі за рік, оскільки їхня частка за десятиліттями у віці понад 70 років не перевищує 5% (табл. 4).

Найбільша частка ялицевих деревостанів припадає на молодняки, у віці до 20 років, це майже 30%

площі. Проте на деревостани ялиці у віці 61-90 років припадає понад 27% площі. Тому перспективне лісокористування у них можна здійснювати з інтенсивністю вирубування до 0,8% площі за рік (табл. 4).

Майже 55% букових деревостанів мають вік 41-80 років (табл. 4). Тому щодо бука, якщо прийняти за вік рубання 80 років, можливе лісокористування з інтенсивністю 1% площі за рік.

Табл. 3. Розподіл деревостанів, поширених у межах низькогір'я в басейні р. Дністер, за типами едафотопів та панівними породами, %

Тип едафотопу	Кількість ділянок	Загальна площа, га	Ялина європейська	Ялиця біла	Бук лісовий	Сосна звичайна	Дуб звичайний	Гراب звичайний	Вільха сіра	Вільха клейка	Береза поникла
Всі деревостани загалом											
Свіжий субір	195	1103	0,64		0,07	0,05					0,01
Вологий субір	27	116	0,04			0,03					
Свіжий сугруд	651	2499	0,34	0,16	0,82	0,25	0,05	0,01			0,09
Вологий сугруд	19835	80672	22,2	15,2	12,4	4,0	1,69	0,07	0,20	0,03	0,55
Сирий сугруд	478	1134	0,34	0,05	0,02	0,08	0,05		0,20	0,05	
Свіжий груд	211	857	0,01	0,05	0,44	0,03	0,04				0,01
Вологий груд	11713	54438	7,2	10,8	15,3	0,5	2,9	0,22	0,04	0,02	0,23
Сирий груд	257	438	0,01	0,03	0,00		0,01		0,08	0,14	
Разом	33367	141257	30,8	26,3	29,1	5,0	4,7	0,30	0,53	0,24	0,89
Зокрема природного походження											
Свіжий субір	124	839	0,85		0,12						0,01
Вологий субір	9	47	0,04			0,01					0,01
Свіжий сугруд	404	1686	0,19	0,17	1,32	0,12	0,03	0,01	0,00	0,00	0,14
Вологий сугруд	10786	46898	16,4	14,7	18,3	3,2	1,5	0,09	0,33	0,05	0,90
Сирий сугруд	333	726	0,28	0,04	0,03	0,01	0,07		0,33	0,08	0,01
Свіжий груд	143	631	0,01	0,03	0,66	0,01	0,00		0,00		0,01
Вологий груд	6332	32989	3,3	9,4	22,9	0,11	2,39	0,36	0,06	0,01	0,36
Сирий груд	195	323	0,01	0,05	0,01		0,00	0,00	0,12	0,18	
Разом	18326	84139	21,0	24,4	43,3	3,4	4,0	0,47	0,85	0,33	1,44

Табл. 4. Вікова структура деревостанів за панівними породами, у межах низькогір'я в басейні р. Дністер, %

Класи віку, роки	Загалом	Ялина європейська	Ялиця біла	Бук лісовий	Сосна звичайна	Дуб звичайний	Гراب звичайний	Вільха сіра	Вільха клейка	Береза поникла
До 11	7,0	5,7	16,0	2,3	0,4	2,7	0,0	1,3	2,9	3,0
11 – 20	6,6	6,1	13,9	1,9	1,5	2,5	0,0	19,0	14,8	6,6
21 – 30	7,7	10,3	8,2	2,4	16,3	6,6	4,8	26,9	14,0	17,5
31 – 40	14,4	22,2	7,1	8,9	32,7	15,3	10,2	27,6	11,4	22,3
41 – 50	15,2	18,2	6,9	17,4	25,6	14,4	30,0	12,0	7,4	26,5
51 – 60	10,9	10,0	7,6	14,5	11,8	10,0	30,0	7,1	32,2	12,4
61 – 70	10,6	8,8	10,1	13,0	8,2	16,6	6,1	4,7	8,0	4,3
71 – 80	7,6	4,9	9,1	10,4	2,3	7,0	4,5	0,5	4,5	6,1
81 – 90	6,9	4,8	8,2	9,3	0,6	5,8	8,9	0,9	2,1	0,5
91 – 100	4,7	2,7	5,3	7,0	0,3	5,6	1,2	0,0	2,8	0,7
101 – 110	3,2	1,6	3,8	4,3	0,1	7,1	2,6	0,0	0,0	0,0
Більше 110	5,4	4,6	3,8	8,7	0,0	6,4	1,8	0,0	0,0	0,0

Серед деревостанів сосни звичайної, дуба звичайного та граба переважають насадження віком 30-60 (70) років. Про лісокористування у них не може бути й мови, оскільки на їхню частку загалом припадають невеликі відносні площі (див. табл. 3). Тому їх треба зберегти з метою охорони біорізноманіття. З цих міркувань особливої охорони потребують деревостани вільхи сірої та клейкої. Адже вони зосереджені на прирічкових терасах, де відбувається інтенсивне будівництво та агрокультурне освоєння. Унаслідок лісокористування у XX ст. зараз вони представлені переважно молодими деревостанами поростового походження.

Березові деревостани здебільшого сформувалися шляхом природного поновлення на зрубах. Більшість з них мають вік 31-60 років. Під їхнім наметом зосереджений чисельний різновіковий підріст головних порід, особливо ялиці та смереки. Тому звідси доцільно поступово усунути березу, щоби звільнити простір для росту згаданих порід. Зрештою, такі заходи і не обов'язкові, оскільки ялиця та смерека набувають у цей час

інтенсивного росту у висоту і поступово самі, потіснюючи березу, сформують верхній намет деревостану.

Аналіз складу деревостанів засвідчив, що загалом у межах низькогір'я в басейні р. Дністер поширені змішані шпильково-широколистяні ліси з перевагою смереки, ялиці та бука (табл. 5), проте їхнє представництво істотно залежить від едафотопних умов.

У свіжих суборах поширені деревостани з домінуванням ялини європейської та невеликою домішкою бука, сосни звичайної та берези. У вологих суборах ростуть смереково-соснові деревостани, з домішкою ялиці, берези та вільхи клейкої. У деревостанах природного походження панівною породою все ж виступає сосна звичайна, а домішка вільхи клейкої є трохи більшою (табл. 5). У свіжих сугрудах низькогір'я переважають ялицево-смерекові бучняки з домішкою сосни звичайної та берези. У вологих сугрудах – змішані деревостани з майже однаковою участю смереки, ялиці та бука і домішкою сосни звичайної, дуба звичайного та берези. У сирих сугрудах – смереки з вільхою сірою та домішкою бука, сосни, дуба, а також вільхи клейкої і берези.

Табл. 5. Усереднений склад деревостанів, поширених у межах низькогір'я басейну р. Дністер (за складовими породами, %)

Тип едафотопу	Кількість ділянок	Загальна площа, га	Ялина європейська	Ялиця біла	Бук лісовий	Сосна звичайна	Дуб звичайний	Граб звичайний	Вільха сіра	Вільха клейка	Береза поникла
Загалом											
Свіжий субір	195	1103	76,5	1,3	7,3	4,7	0,1				7,1
Вологий субір	27	116	39,0	5,7		43,3			0,4	2,0	7,3
Свіжий сугруд	651	2499	18,4	11,9	40,0	13,0	2,7	0,9	0,5	0,1	9,2
Вологий сугруд	19835	80672	37,2	22,2	21,9	7,6	2,4	0,4	0,7	0,1	3,5
Сирий сугруд	478	1134	35,1	6,8	4,4	9,3	5,6	0,8	22,4	5,2	5,7
Свіжий груд	211	857	3,4	8,1	59,0	5,3	5,6	3,9	0,6		6,3
Вологий груд	11713	54438	20,9	23,8	35,5	1,9	6,3	1,7	0,3	0,2	2,0
Сирий груд	257	438	3,0	9,2	2,3	0,3	3,8	1,4	26,1	36,6	1,9
Природного походження											
Свіжий субір	124	839	82,8	1,3	9,1	0,2	0,1				3,5
Вологий субір	9	47	49,9	6,9		28,4			1,0	4,9	6,2
Свіжий сугруд	404	1686	11,4	12,2	54,9	6,0	1,6	1,2	0,6	0,1	11,1
Вологий сугруд	10786	46898	30,5	24,7	30,0	6,3	2,1	0,5	0,9	0,2	3,1
Сирий сугруд	333	726	28,1	5,8	4,9	1,6	8,2	1,1	33,3	7,4	4,8
Свіжий груд	143	631	1,9	5,3	71,5	2,4	0,8	4,6	0,8		6,4
Вологий груд	6332	32989	11,5	24,1	50,1	0,7	5,3	2,2	0,3	0,1	1,6
Сирий груд	195	323	1,6	10,3	2,9	0,4	3,2	1,7	31,4	37,2	1,7
Загалом	33387	141349	30,6	22,2	27,3	5,5	3,9	0,9	0,8	0,3	3,1

У свіжих грудях переважають бучняки з домішкою ялиці, рідше смереки, сосни звичайної, дуба звичайного, граба та берези. У вологих грудях поширені смереково-ялицеві бучняки з домішкою дуба звичайного, граба, берези тощо. У сирих грудях – ялицеві вільшняки (вільхи сірої та вільхи клейкої) з невеликою домішкою дуба звичайного та інших порід (табл. 5).

Висновки. Структура лісового покриву низькогірних ландшафтів басейну річки Дністер виявляє чітку едафотопну зумовленість.

Найпоширенішими типами едафотопів є вологі сугруди і груди. У їхніх межах панують змішані ліси з участю смереки, ялиці і бука. Однак їхній склад істотно відрізняється:

- у вологих сугрудах переважають змішані деревостани з майже однаковою участю смереки, ялиці та бука і домішкою сосни і дуба звичайних та берези;
- у вологих грудях – ялиново-ялицеві бучняки з домішкою дуба звичайного, граба, берези.
- інші едафотопи мають обмежене поширення. Їм відповідають деревостани іншого складу:
- у свіжих суборах переважають смеречники з невеликою домішкою бука, сосни звичайної та берези;
- у вологих суборах – смереково-соснові деревостани з домішкою ялиці, берези та вільхи клейкої;
- у свіжих сугрудах – ялицево-смерекові бучняки з домішкою сосни звичайної та берези;
- у свіжих грудях – бучняки з домішкою ялиці, рідше смереки, сосни і дуба звичайних, граба та берези;
- у сирих сугрудах – смеречники з вільхою сірою та домішкою бука, сосни, дуба, вільхи клейкої і берези;
- у сирих грудях – ялицеві вільшняки (вільхи сірої та вільхи клейкої) з невеликою домішкою дуба звичайного.

Отримані результати мають узагальнений характер. Безперечно, конкретні лісові фітоценози здебільшого мають відмінну історію формування, яка зумовлена різноманітними антропогенними впливами та господарськими заходами, природними явищами (врожайні роки, інвазії шкідливих комах та захворювань лісу, пожежі, вітровали тощо).

Виходячи з таких міркувань, вважаємо, що під час проектування лісогосподарських заходів варто орієнтуватися на запропоновані типи деревостанів, які найчастіше формуються у відповідних типах едафотопів.

ЛІТЕРАТУРА

- Генсирук С. А., Нижник М. С., Копій Л. І. Ліси західного регіону України. – Львів, 1998. – 407 с.
- Герушинський З. Ю. Типологія лісів Українських Карпат. – Львів: Піраміда, 1996. – 208 с.
- Голубець М. А., Милкіна Л. И. Растительность// Украинские Карпаты. Природа. – К.: Наук. думка, 1988. – С. 51-63.
- Історія осмолодської пущі/ Бойчук І. І., Гайдукевич М. І., Парпан В. І. та ін./ За ред. П. Третяка та В. Парпана. – Львів: НТШ, 1998. – 145 с.
- Природа Івано-Франківської області/ За ред. проф. К. І. Геренчука. – Львів: Вища шк., 1973. – 160 с.
- Сабан Я. А. Экология горных лесов. – М.: Лесн. пром-сть, 1982. – 168 с.
- Третяк П. Р. Ландшафтная экология важнейших доминантных видов растительного покрова высокогорья Украинских Карпат// Бот. журн. – 1990, т. 75. – № 8. – С. 1109-1119.
- Третяк Платон. Природна гетерогенність лісового покриву карпатської частини басейну Дністра// Праці Наукового товариства ім. Шевченка. Том 12. Екологічний зб.: Екологічні проблеми Карпатського регіону. – Львів: Дослідно-вид-ий центр. – С. 214-232.

Yu. I. Chernevyy

STRUCTURAL FEATURES OF FOREST COVER OF LOW MOUNTAIN LANDSCAPES IN RIVER BASIN DNISTER

The structure of forest cover is analysed. It is found out cross-correlation connections between composition of foreststands and most widespread edaphotopic types of. It is discovered that in the most widespread edaphic terms the mixed forests are formed with participation a fir-tree, silver fir and beech.

Ю. М. ДЕБРИНЮК¹

ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ДЕРЕВИНИ ЯЛИНИ ЄВРОПЕЙСЬКОЇ ТА ЯЛИЦІ БІЛОЇ В ЛІСОВИХ КУЛЬТУРАХ ПРИКАРПАТТЯ

Вивчали фізичні властивості деревини (кількість шарів в 1 см, вміст пізньої деревини, вологість, щільність, водопоглинання, всихання, об'ємну пористість) *Picea abies* [L.] Karst. та *Abies alba* Mill. в молодих та середньовіковому насадженнях штучного походження. Встановлено деяку перевагу деревини ялини європейської за фізичними показниками. Деревина ялиці білої інтенсивніше поглинає вологу, ніж деревина ялини європейської.

Широке застосування смерекової деревини для промислових потреб зумовлено значним попитом на неї. Зокрема, висока її цінність для потреб целюлозно-паперової промисловості визначається нескладною переробкою, найменшим вмістом смол та кращими сортами отримуваної з неї целюлози і паперу [8].

Велике господарське значення мають фізичні властивості деревини цієї породи, які можуть змінюватися в певних діапазонах залежно від низки природних та лісвничих чинників [2, 6, 9-11, 13, 15 та ін.]. Особливо актуальним є дослідження фізичних властивостей деревини ялини європейської, або смереки, вирощеної в позаареальних умовах, зокрема – у Прикарпатті, де їй властиві інший ритм росту і розвитку порівняно з умовами ареалу з огляду на суттєві відмінності в ґрунтово-кліматичних умовах. Для дослідження

вибирались особини, які характеризують середнє за таксаційними показниками дерево в насадженні.

Ми досліджували також деревину ялиці білої, яка росте в тих самих умовах, що і смерека, але, на відміну від неї, тут є корінною породою.

Деревину смереки досліджували у трьох різних насадженнях на чотирьох-п'яти висотах стовбура (табл. 1). Аналіз фізичних властивостей деревини здійснювали у двох молодих насадженнях штучного походження подібної повноти, які ростуть в умовах вологої смереково-букової суяличини (3с, 2сс) та яличини (8с). Отримані результати засвідчують, що із поліпшенням типу лісорослинних умов зменшується кількість річних шарів в 1 см (на 6%), збільшується середня ширина річного шару (на 7%), зростає вміст пізньої деревини (на 13%).

Табл. 1. Фізичні властивості деревини ялини європейської в умовах Прикарпаття

№ пробної ділянки (ПД)	Кількість річних шарів в 1 см, шт.	Середня ширина річного шару, см	Вміст пізньої деревини, %	Вологість, %		Всихання, %			Коефіцієнт всихання			Щільність, кг/м³				Об'ємна пористість, %
				абсолютна	відносна	радіальна	тангентальна	об'ємна	радіальний	тангентальний	об'ємний	ρ _w	ρ _o	ρ _{баз}	ρ ₁₂	
Середні модельні дерева 1-3с та 2-3с; 34 р.; С ₃ -см-бкЯц; 650 м н.р.м.																
ПД-3с	3,4	0,30	21,6	-	-	3,3	6,1	9,3	0,11	0,20	0,31	495	436	400	565	71,5
Середні модельні дерева 1-8с та 2-8с; 36 р.; Д ₃ -см-бкЯц; 680 м н.р.м.																
ПД-8с	3,2	0,32	24,7	-	-	3,6	6,6	10,4	0,12	0,22	0,35	557	411	374	531	73,1
Середні модельні дерева 1-2сс та 2-2сс; 60 р.; С ₃ -см-бкЯц; 640 м н.р.м.																
ПД-2сс	6,0	0,18	26,5	-	-	3,5	5,8	9,7	0,12	0,20	0,32	869	497	433	842	67,6

У молодих насадженнях вищим вмістом пізньої деревини характеризується смерека із вологої яличини (на 13%), а найвищий вміст пізньої деревини виявлений у смереки в середньовіковому насадженні (на 7-19% порівняно з іншими модельними деревами).

Із збільшенням висоти стовбура кількість річних шарів в 1 см зменшується. У моделей 60-річного віку максимальну кількість річних шарів зафіксовано на висоті 5,0 м, після чого їхня кількість різко зменшується (рис. 1). Середня ж ширина річного шару всіх шести моделей закономірно зростає із збільшенням

висоти стовбура. Варто звернути увагу, що ширина річного шару в молодих смерекових культурах Прикарпаття та Західного Лісостепу є дуже подібною [5].

Вміст пізньої деревини у смереки із молодих насаджень зазвичай зростає із збільшенням висоти стовбура. Лише в моделей 60-річного віку (1-2сс і 2-2сс) цей показник є дуже значним на висоті 1-5 м, але із висотою стовбура спадає, причому на висоті 9 м він виявився нижчим серед всіх шести досліджених моделей (див. рис. 1).

У молодих насадженнях вищим вмістом пізньої деревини характеризується смерека із вологої яличини

¹ Юрій Михайлович ДЕБРИНЮК – дійсний член ЛАН України, академік-секретар ЛАН України, доктор сільськогосподарських наук, професор, Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів. Тел.: +38067-195-78-36. E-mail: debrynyuk@ukr.net

(на 13%), а найвищий вміст пізньої деревини виявлений у смереки в середньовіковому насадженні (на 7-19% порівняно з іншими модельними деревами).

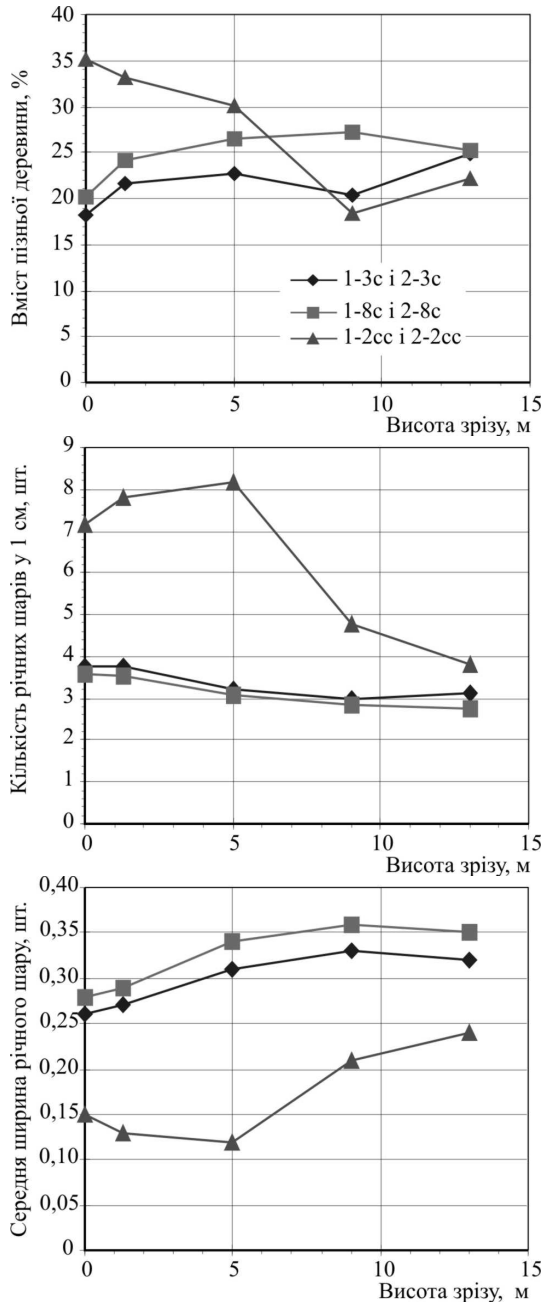


Рис. 1. Залежність між висотою зрізу та фізичними властивостями деревини модельних дерев ялини європейської на межі природного ареалу в умовах Прикарпаття

Радіальне всихання деревини в середньому в 1,7-1,8 раза менше від тангентального, причому найвищим відсотком всихання характеризуються моделі 1-8с і 2-8с із багатих типів лісорослинних умов (див. табл. 1). У молодих смеречниках відсоток всихання зростає до висоти 5 м, після чого знижується, в середньовіковому – він є досить подібним на всіх висотах стовбура (~10,5-11%), знижуючись на висоті 13,0 м. Показники об'ємного всихання деревини у всіх моделей підтверджують виявлені тенденції зміни показника всихання за висотою стовбура в радіальному і тангентальному напрямках. Вирахувані коефіцієнти всихання можуть бути використані для виробничих

потреб і повною мірою відображають тенденції зміни всихання в досліджуваних напрямках.

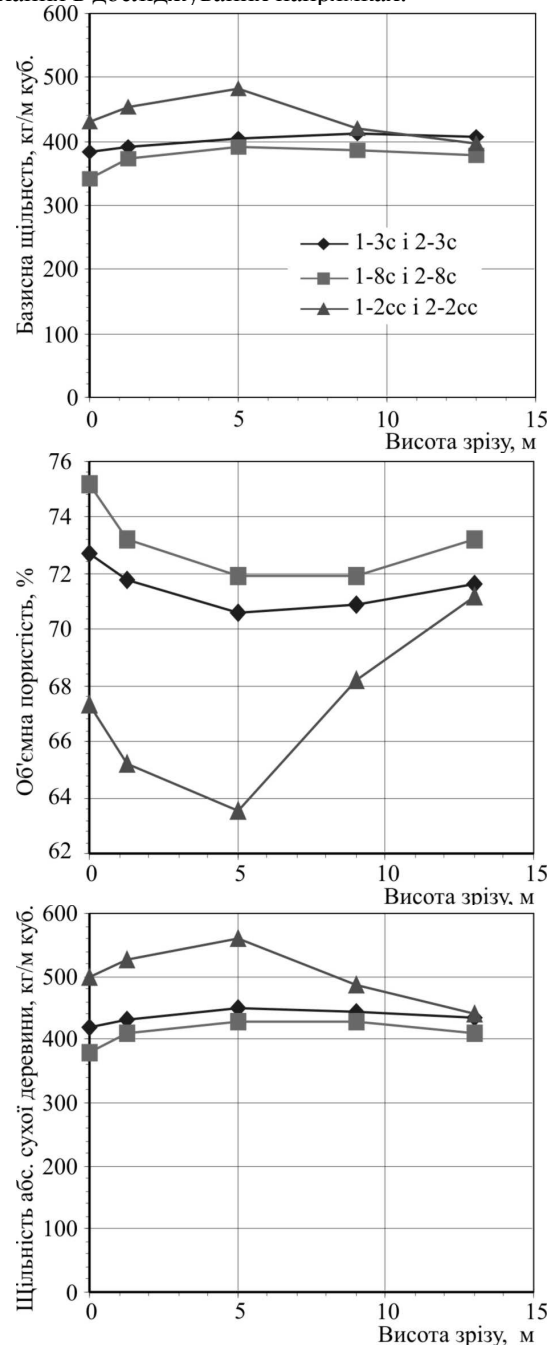


Рис. 2. Залежність між висотою зрізу та найважливішими фізичними властивостями деревини модельних дерев ялини європейської на межі природного ареалу в умовах Прикарпаття

Показники об'ємного всихання деревини смереки в умовах Прикарпаття та Західного Лісостепу є досить подібними [5].

Щільність деревини в абсолютно сухому стані в молодих культурах (моделі 1-3 с і 2-3 с, 1-8 с і 2-8 с) плавно зростає до висоти 5,0 м, після чого таким же чином знижується. Показник ρ_0 для цих моделей на різних висотах стовбура є досить подібним. Схожа тенденція зміни щільності деревини за висотою стовбура характерна і для моделей 1-2 сс і 2-2 сс з середньовікових культур, хоча ці показники є значно вищими (рис. 2). Такі ж зміни і у базисної щільності деревини досліджуваних моделей.

Варто зазначити, що в молодих насадженнях показники ρ_0 та $\rho_{\text{баз}}$ найвищими є в моделей 1-3 с і 2-3 с, які ростуть в сугрудових типах лісорослинних умов (на 6-8% порівняно зі смерекою в умовах D_3). У смереки із середньовікового насадження показники щільності деревини порівняно з моделями 1-3с та 2-3с є на 8-12% вищими (див. табл. 1).

За нашими даними [5], показники ρ_0 та $\rho_{\text{баз}}$ смерекової деревини в умовах Прикарпаття в середньому на 10-15% є вищими, ніж в умовах Західного Лісостепу.

Цікаво прослідкувати зміну показника об'ємної пористості деревини, прямо протилежну до зміни щільності деревини. Так, об'ємна пористість найбільша у дерев, які ростуть в умовах D_3 , а найменша – у моделей із середньовікового насадження. При цьому тенденція зміни показника об'ємної пористості деревини є подібною у всіх шести моделей: помітне спадання спостерігається до висоти 5,0 м, після чого відбувається незначне зростання. Однак, якщо в молодняках зміна показника об'ємної пористості відбувається плавно, то в моделей 1-2 сс і 2-2 сс – стрибкоподібно (див. рис. 2). У всіх модельних дерев найнижча пористість деревини зафіксована на висоті стовбура 5,0 м.

Таким чином, фізичні властивості деревини смереки, яка росте на межі природного ареалу, є досить високими і помітно вищими, ніж в позаареальних умовах. До того ж, якість деревини вища в середньовікових деревостанах, ніж у молодих.

Поряд з ялиною європейською, в умовах Прикарпаття ми вивчали фізичні властивості в цих умовах іншої цінної хвойної породи – ялиці білої. Ця порода

часто виступає компонентом не лише смерекових, але й модринових насаджень.

Деревина ялиці білої без'ядрова, м'яка, легка, блискуча, з добре вираженими річними кільцями і, завдяки своїй міцності, знаходить широке застосування. За якістю вона близька до деревини ялиці кавказької і має кращі фізико-механічні властивості, ніж деревина ялиці сибірської [12].

Порівнюючи властивості деревини смереки та ялиці білої, J.Sell [14] відзначав їхню подібність стосовно щільності, сорбції вологи і набухання, деформування та ін., водночас вказавши, що у ялиці значно сильніше, ніж у смереки виражені тріщинуватість, наявність у деревині чорних сучків, частіше спостерігається мокре ядро, вищі затрати на сушіння деревини. Деревину ялиці гірше склеювати та стругати, в неї поверхня не така гладка, як у смереки, а покрита "повстю". Однак смерекова деревина ялини через більший вміст смоли просочується гірше, ніж ялицева.

Так, у ялиці зі збільшенням висоти зрізу кількість річних шарів в 1 см зменшується, а ширина річного шару, відповідно, збільшується. Ці показники є досить подібними до таких у смереки. Найменшу ширину річного шару ми відзначили у моделей 1я-5 сс і 2 я-5 сс (табл. 2).

Як видно із рис. 3, річних шарів із збільшенням висоти зрізу у всіх моделей меншає, тоді як для середньої ширини річного шару характерна зворотна тенденція. Привертає увагу досить подібний характер зміни цих показників у досліджених модельних дерев із збільшенням висоти стовбура.

Табл. 2. Фізичні властивості деревини ялиці білої в умовах Прикарпаття

№ пробної ділянки (ПД)	Кількість річних шарів у 1 см, шт.	Середня ширина річного шару, см	Вміст пізньої деревини, %	Всихання, %			Коефіцієнт всихання			Щільність, кг/м³				Об'ємна пористість, %
				радіальне	тангентальне	об'ємне	радіальний	тангентальний	об'ємний	ρ _ω	ρ ₀	ρ _{баз}	ρ ₁₂	
Середні модельні дерева 1я-3с та 2я-3с; 34 р.; С ₃ -см-бкЯц; 650 м н.р.м.														
ПД-3с	3,2	0,33	18,8	3,0	5,4	8,3	0,10	0,18	0,27	656	345	312	624	77,5
Середні модельні дерева 1я-5с та 2я-5с; 38 р.; С ₃ -см-бкЯц; 720 м н.р.м.														
ПД-5с	3,1	0,33	23,9	3,8	5,5	9,3	0,13	0,20	0,31	636	351	316	605	77,1
Середні модельні дерева 1я-5сс та 2я-5сс; 32 р.; С ₃ -см-бкЯц; 680 м н.р.м.														
ПД-5сс	4,0	0,25	21,8	4,0	5,3	9,8	0,13	0,18	0,33	768	365	329	731	76,2

Вміст пізньої деревини у модельних дерев ялиці змінюється у відносно незначних межах, що зумовлено подібним віком насадження і типами лісорослинних умов. Однак, цей показник є дещо меншим, ніж у смереки – на 2-3% (див. табл. 1, 2). Тенденція його зміни із висотою у ялиці білої також виразніша: зі збільшенням висоти стовбура вміст пізньої деревини знижується, а найбільший її відсоток зафіксовано у нижній частині стовбура до висоти 5 м, цим вона відрізняється від смереки (див. рис. 1, 3).

Ці породи за всиханням деревини в радіальному і тангентальному напрямках відрізняються менше (в 1,3-1,8 раза). Якщо всихання в радіальному напрямку у них досить подібне, то тангентальне всихання у смереки дещо більше (в 1,1-1,3 раза). Як наслідок, об'ємне всихання деревини ялиці білої є теж трохи меншим. (див. табл. 1, 2). У науковій літературі також зазначено, що деревина ялиці має менший відсоток всихання (11,8%), смереки (15,2%) та бука (15%).

Зміна коефіцієнта всихання у всіх напрямках із збільшенням висоти стовбура підпорядковується тим самим тенденціям, що і зміна показників всихання деревини.

Показники щільності деревини ялиці в момент випробування (ρ_w) є порівняно високими і подібними на всіх досліджуваних висотах стовбура.

Щільність деревини ялиці білої в абсолютно сухому стані теж порівняно невисока (див. табл. 2) і поступається аналогічному показнику у смереки в 1,3-1,4 раза. Показник ρ_0 у ялиці є навіть меншим, ніж у смереки за межами природного ареалу [5]. Постає питання також за показниками $\rho_{\text{баз}}$ та ρ_{12} , однак має невелику перевагу над смерекою за показником щільності вологої деревини (в 1,1-1,3 раза).

На якість деревини ялиці білої істотно впливає тип лісорослинних умов [12]. Так, найбільшу щільність її деревини породи ми виявили саме в умовах свіжої суяличини (430 кг/м³), тоді як в умовах вологої яличини ці показники виявились набагато нижчими (355 кг/м³). На думку Б. І. Цирика [12], ця відмінність

зумовлена різним співвідношенням ранньої та пізньої деревини у особин, які ростуть в різних типах лісу.

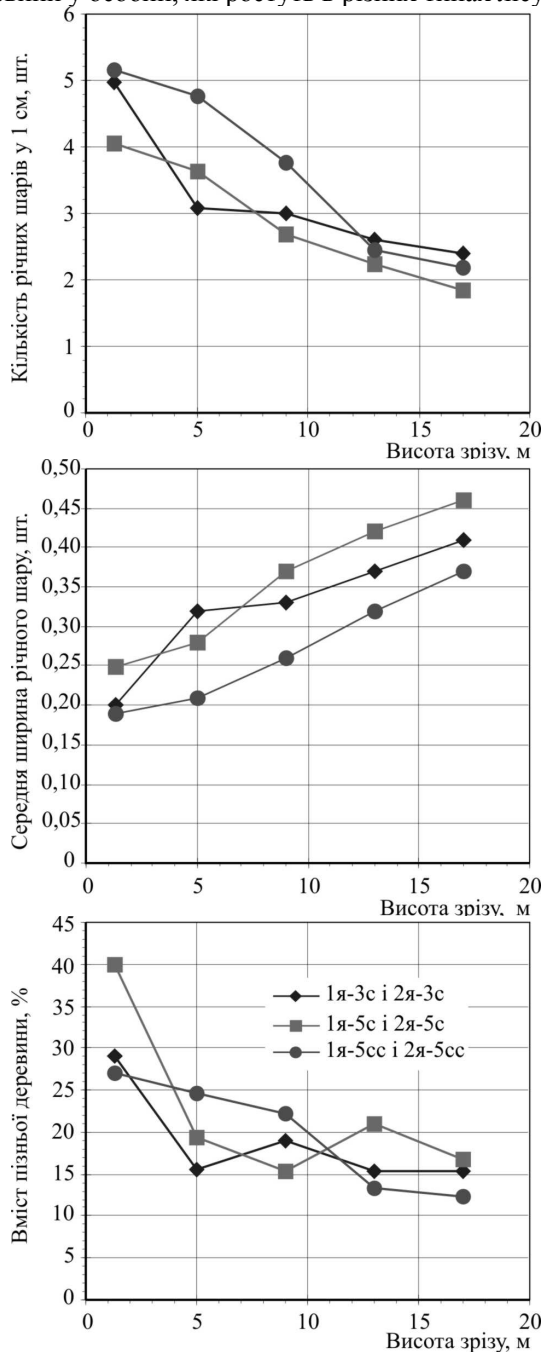


Рис. 3. Залежність між висотою зрізу та фізичними властивостями деревини модельних дерев ялиці білої в умовах Прикарпаття

Встановлені нами (див. табл. 2) значення щільності деревини в умовах С₃-см-бкЯц перебувають у межах 345-365 кг/м³ і є на порядок нижчими (на 15-20%) від даних цитованого вище автора. Наші дані є досить подібними до отриманих Б. І. Цибином, але в умовах вологої яличини. Вірогідно, менші показники щільності деревини, які отримали ми, можна пояснити молодим віком досліджуваних насаджень (32-38 років).

Щодо зміни якості деревини ялиці білої за висотою стовбура, то в усіх досліджених моделей вона найщільніша у нижній частині, до висоти 5 м, після чого до 17,0 м залишається досить подібною у всіх моделей (рис. 4). У смереки зміна щільності деревини з

висотою стовбура має дещо іншу тенденцію, – її показники покращуються до висоти 5 м, після чого щільність трохи знижується (див. рис. 2).

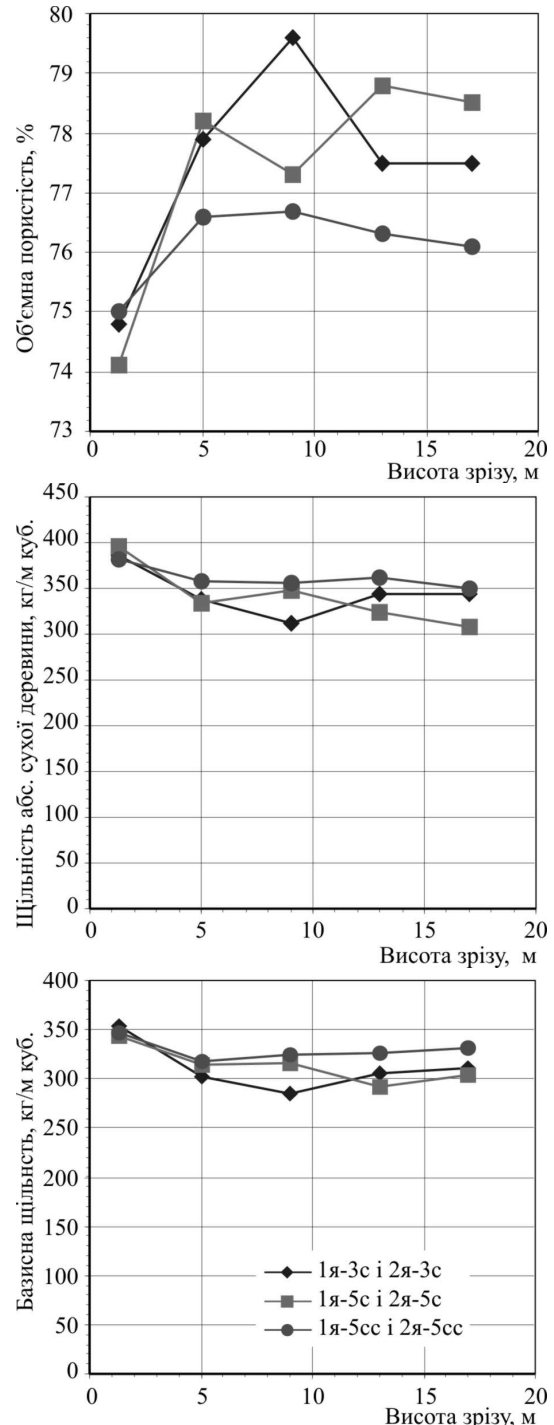


Рис. 4. Залежність між висотою зрізу та найважливішими фізичними властивостями деревини ялиці білої в умовах Прикарпаття

За існуючими даними [12], показники щільності деревини є відмінними у дерев, що ростуть в одному і тому ж насадженні, але мають різні класи росту; найвищими вони є у дерев нижчих (II, III) класів. Для своїх досліджень ми вибирали моделі, які характеризували середнє за таксаційними показниками дерево в деревостані. Це теж певною мірою виявило вплив на отримані дані зі щільності деревини ялиці білої.

Протилежним показником до щільності є пористість деревини, яка у ялиці є найнижчою в нижній час-

тині стовбура, досягає максимальних значень на висоті 5-9 м, дещо спадаючи із подальшим збільшенням висоти (див. рис. 4). Як видно із даних, наведених в табл. 2, середні значення об'ємної пористості деревини для досліджуваних моделей ялиці є досить подібними. Проте, ці показники в молодих насадженнях ялиці є помітно вищими, ніж у смереки (на 4-6%), що знову ж таки підтверджує дещо вищу щільність смерекової деревини.

Як і для смереки, між показниками щільності деревини та об'ємної пористості ялиці білої існує дуже тісний зворотний кореляційний зв'язок (табл. 3). Між показником ρ_0 та вмістом пізньої деревини і середньою шириною річного шару також існує дуже тісний зв'язок. Між цими показниками виявлено криволінійний зв'язок, що підтверджено значенням кореляційного відношення, тоді як коефіцієнт кореляції вказує на існування слабого прямолінійного зв'язку.

Табл. 3. Залежність між окремими показниками фізичних властивостей деревини ялиці білої у Прикарпатті

Показники	Прикарпаття		
	1я-3с і 2я-3с	1я-5с і 2я-5с	1я-5с і 2я-5с
ρ_0 та об'ємна пористість	-0,99*	-0,99	-0,99
ρ_0 та вміст пізньої деревини	0,702 /1,000**	0,868 /0,989	0,436 /0,987
ρ_0 та середня ширина річного шару	-0,637 /0,984**	-0,698 /0,884	-0,511 /0,936
Кількість річних шарів та середня ширина річного шару	-0,98*	-0,99	-0,99

Примітка: * коефіцієнт кореляції; ** коефіцієнт кореляції / кореляційне відношення

Кореляційне відношення між названими показниками фізичних властивостей деревини ялиці вказує на тісніший зв'язок, ніж це було встановлено між відповідними показниками для смереки в Прикарпатті в цих же типах лісорослинних умов.

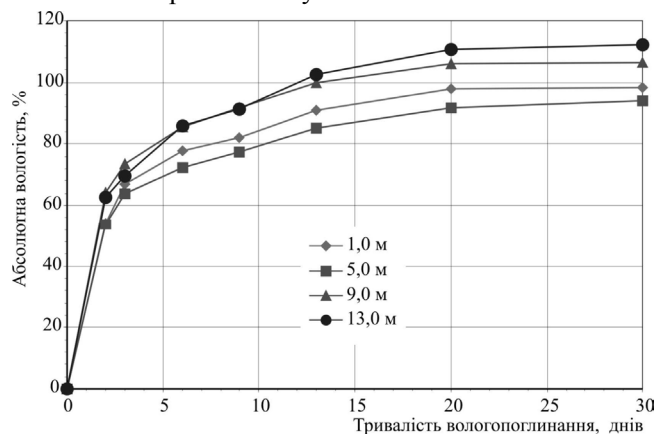


Рис. 5. Характер вологопоглинання деревини ялиці європейської на різних висотах стовбура: ПД-2сс; № 1-2сс; Старосамбірське л-во; тип лісу С3-см-бкЯц; 60 років; 10Ял + Яц, Бк

Важливим з практичної точки зору є вивчення характеру вологопоглинання деревини досліджуваних порід. Для цього ми використали понад 300 зразків деревини для кожної досліджуваної моделі, взятих на різних висотах стовбура. Зразки витримували над розчином $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ протягом 30 днів, тобто до пері-

оду, коли маса зразків цілком стабілізувалась [1]. Ми отримали дані, які відобразили у вигляді кривих, що характеризують поглинання води деревиною в часі (рис. 5, 6).

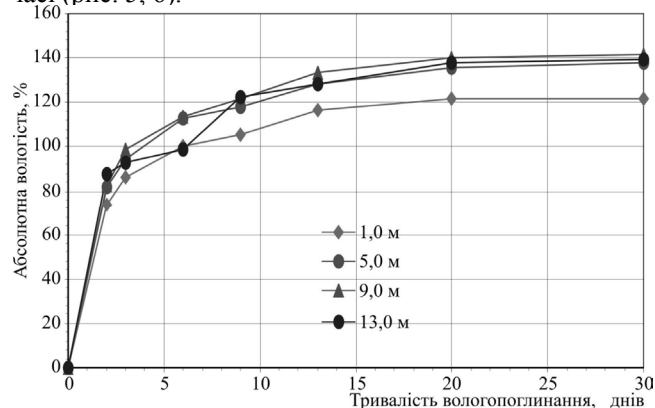


Рис. 6. Характер вологопоглинання деревини ялиці білої на різних висотах стовбура: ПД-5сс; № 1я-5сс; Старосамбірське л-во; тип лісу С3-см-бкЯц; 32 роки; 9Яц1Мде + Д, Бк

Для досліджуваних порід характер поглинання води деревиною, взятою на різних висотах стовбура, має свої особливості. Так, деревина смереки дуже активно поглинає вологу протягом перших трьох днів (близько 70%). Інтенсивне поглинання води відбувається приблизно до 13-ти днів, після чого процес пригальмовується, і після 20-ти днів деревина практично перестає поглинати вологу. Найменше насичується вологою деревина із нижньої частини стовбура (1,0; 5,0 м) – до 90-100%, тоді як деревина з верхньої (9,0; 13,0 м) має помітно вищу абсолютну вологість – 110-115%. Це пояснюється високою пористістю деревини смереки на цих висотах (рис. 5).

Дещо іншим характером вологопоглинання характеризується деревина ялиці білої, яку ми досліджували на прикладі моделі 1-5 сс на 4-х висотах стовбура (рис. 6). Так, протягом першого 2-3-денного терміну насичення деревини вологою відбувається на 85-95%, що значно вище, ніж у смереки, і особливо – модрина [3]. Активний період вологопоглинання триває ще до 13-ти днів, згодом процес сильно гальмується, і після 20-ти днів, деревина ялиці практично перестає поглинати вологу.

На відміну від деревини смереки та модрина в умовах Прикарпаття, деревина ялиці на кінець експерименту насичується вологою аж до 140%, за винятком деревини на висоті стовбура 1,0 м, де максимальне насичення вологою обмежується 122%. Вологість деревини з інших частин стовбура в цей час становила 138-141,4%. Основна причина інтенсивнішого поглинання води деревиною ялиці полягає у більшій об'ємній пористості (76,2%), ніж у смереки (67,6%) та модрина (61,4%).

Висновки

В одновікових смерекових деревостанах більша щільність деревини притаманна особинам з меншим середнім діаметром та більшою середньою висотою за умови, що ці дерева знаходяться в першому ярусі і формують основний намет деревостану.

Середня ширина річного шару смереки на межі природного ареалу – в умовах Прикарпаття практично така ж, як і в смереки Західного Лісостепу, що росте в густому деревостані.

За вмістом пізньої деревини, показниками щільності (ρ_0 , $\rho_{\text{баз}}$, ρ_{12}) деревина молодих насаджень ялиці

ЛІТЕРАТУРА

білої в умовах Прикарпаття поступається деревині ялини європейської, хоча остання в умовах вологих яличин і суяличин не є корінною породою. Цей висновок підтверджує доцільність обмеженого культивування смереки в ялицевих типах лісу в режимі плантаційних лісових культур, як джерело отримання значної маси деревини задовільної якості та у відносно короткі терміни.

В умовах Прикарпаття в подібних типах лісорослинних умов вміст пізньої деревини у ялиці є дещо нижчим порівняно зі смерекою. Зниження цього показника у ялиці з висотою помітніше.

За щільністю деревини в умовах вологих суяличин Прикарпаття ялиця біла поступається смереці, зберігаючи за собою лише незначну перевагу за показником щільності вологої деревини.

В обох порід зі збільшенням ширини річних шарів та покращенням росту дерев вміст пізньої деревини та її щільність різко знижуються.

Найменшим всиханням характеризується деревина ялиці білої. Однак, якщо воно у смереки лише трохи більше, ніж у ялиці, то у модрина та псевдоцуги – істотно більше [3, 4].

Процес поглинання деревиною вологи залежить від показника об'ємної пористості деревини: чим цей показник більший, тим інтенсивніше відбувається процес волого поглинання. У смереки та ялиці білої найслабше поглинає вологу деревина із нижньої частини стовбура, а найбільш інтенсивно – із верхньої.

Вологопоглинання деревини найінтенсивніше у верхній частині стовбура, де вміст пізньої деревини найменший. Поглинання вологи ранньою деревиною є значно інтенсивнішим, ніж пізньою, тому співвідношення *рання деревина / пізня деревина* теж значною мірою визначає інтенсивність поглинання деревиною вологи.

Через високу об'ємну пористість деревина ялиці білої насичується вологою більшою мірою, ніж смереки. За інтенсивністю вологопоглинання із досліджених порід можна укласти такий ряд в порядку зменшення поглинання вологи деревиною: ялиця біла, ялина європейська, псевдоцуга Мензиса, модрина європейська.

Деревина, взята з нижньої частини стовбура (3-13 м), характеризується досить подібним ступенем вологопоглинання. Тому ця деревина є найбільш придатною для господарських цілей, оскільки меншою мірою буде жолобитися і набрякати.

Для деревини досліджуваних нами хвойних порід, взятої на різних висотах стовбура, характерне дуже сильне поглинання вологи протягом перших 2-5-ти днів; активним вологопоглинанням залишається до 15-20-денного періоду. Після вказаного терміну процес стабілізується практично на одному рівні.

Зважаючи на низьку біотичну стійкість смереки в умовах Прикарпаття, доцільним є обмеження віку та обсягів її культивування в Прикарпатті, де вона є недовговічною, хоча, поряд з цим, виявляє ознаки швидкорослої породи, нагромаджуючи за відносно короткі терміни значні запаси стовбурної деревини задовільної якості. Важливе значення тут має також дотримання оптимальної густоти вирощуваних деревостанів за віковими періодами, її регулювання дає змогу спрямованого впливу на інтенсивність приросту дерев за діаметром.

1. Божок О. П., Вінтонів І. С. Деревинознавство з основами лісового товарознавства. – К.: НМК ВО, 1992. – 320 с.

2. Давлетшина Л.М. Исследования культур ели обыкновенной как прототипов целевых плантаций // Научн. тр. МЛТИ. – М., 1988. – Вып. 198. – С. 53-56.

3. Дебрийнюк Ю. М. Фізичні властивості деревини *Larix decidua* Mill. // Науковий вісник УкрДЛТУ: зб. наук.-техн. праць: Лісівницькі дослідження в Україні (VI Погребняківські читання). – Львів: УкрДЛТУ. – 2000. – Вип. 10.4. – С. 18-25.

4. Дебрийнюк Ю. М. Фізичні властивості деревини *Pseudotsuga Menziesii* Mirb. [Franco]. // Лісівництво та агролісомеліорація. – 2008. – Вип. 4. – С. 46-53.

5. Дебрийнюк Ю. М. Фізичні властивості деревини *Picea abies* [L.] Karst. // Міжвідомчий наук.-техн. зб.: Ліс. госп-во, ліс., папер. і деревооброб. пром-сть. – Львів: НЛТУ України, 2008. – Вип. 34. – С. 24-35. – Лісовий форум

6. Доценко А. П. Плантационное выращивание ели обыкновенной в Белоруссии // Лесное хозяйство. – 1981. – № 4. – С. 26-28.

7. Морозов Г. Ф. Избранные труды. – М.: Лесн. пром-сть, 1970. – Т.1. – 559 с.

8. Мошкалев А. Г., Поюровская Р. И. Выбор пород и обоснование возраста главной рубки в плантационных лесах // Лесной журнал. – 1986. – № 6. – С. 13-16.

9. Полубояринов О. И., Федоров Р. Б. Проблема качества древесины при плантационном лесовыращивании // Развитие лесного хозяйства в западных областях УССР за годы Советской власти: Тез. докл. респ. научн.-техн. конф. – Львов: ЛЛТИ, 1989. – С. 196-197.

10. Степанов Р. С. Влияние густоты посадки сосны на физико-механические свойства древесины // Доклады ТСХА: Биология и растениеводство. – М., 1961. – Вып. 72. – С. 239-245.

11. Тышкевич Г. Л. Еловые леса Советских Карпат. – М.: Изд-во АН СССР, 1962. – 175 с.

12. Цыбык Б. И. О свойствах древесины пихты европейской // Лесное хозяйство. – 1957. – №11. – С. 79.

13. Штукин С. С. Технология ускоренного выращивания сосны и ели в Белоруссии // Лесное хозяйство. – 1989. – № 12. – С. 28-31.

14. Sell J. Vergleich der praxisrelevanten Eigenschaften von Fichten- und Tannenholz // Schweiz. Z. Forstw., 1990. – № 11. S.883-891.

15. Senft J. F., Bendtsen B. A., Galligan W. L. Fast-grown trees make problem lumber. Weak wood // J.Forest. 1985. – № 8. P.477-482, 484.

Yu. M. Debrynyuk

PHYSICAL FEATURES OF NORWAY SPRUCE'S (WHITE DEAL) IN FOREST PLANTATIONS OF PRYKARPATTYA

The physical features of Norway spruce (Picea abies [L.] Karst.) and silver fir (Abies alba Mill.) wood (spheres number in 1 sm, content of late wood, humidity, density, water absorbtion, wood shrinkage, bulk porosity) in young and middle-aged stands of artificial origin were studied. Has been established a wood preference of spruce by physical features. Fir's wood more intensively absorbs moisture comparing to spruce's wood.

УДК 630.182:630.234

Ю. В. ПЛУГАТАР¹

СТРУКТУРА ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ ДУБОВИХ НАСАДЖЕНЬ ГІРСЬКОГО КРИМУ

Наведено результати багаторічних спостережень автора з вивчення будови дубових лісів Гірського Криму. Аналіз та обробка матеріалів В. І. Станкевича (1905 р.) і власних даних автора (1993-2005 рр.) дали змогу простежити динаміку структури і продуктивності дубових лісів Гірського Криму за столітній період. Доведено доцільність реконструктивних лісогосподарських заходів щодо формування високопродуктивних насінних біологічно стійких і довговічних дубових насаджень, збереження їхніх екологічних функцій і генетичного потенціалу.

Збереження і відтворення лісів, поліпшення їх екологічних функцій і використання генетичного потенціалу – основні проблеми лісівництва [1], основа Державної програми "Ліси України на 2002-2015 роки" (Київ, 2002, Постанова Кабінету Міністрів України від 29.04.2002 року № 581) і "Збереження біорізноманіття України, Друга національна доповідь" (Київ, 2003). Ця проблематика має свою специфіку у Криму, де лісові насадження не тільки виконують водорегулювальні, ґрунтозахисні, санітарно-гігієнічні функції, але й потерпають від рекреаційних навантажень [2, 4].

У Криму дубові насадження переважають і за площею, і за запасами деревини, але зараз вони представлені порослевими генераціями декількох поколінь. Тому дуже важливо простежити зміни їхніх таксаційних показників за багаторічний період і оцінити сучасний стан.



Рис. 1. Динаміка показників лісового фонду АР Крим за даними лісовпорядкування (1956–2002 рр.)

Зросте екологічне значення лісів зумовлює потребу формування високопродуктивних насінних біологічно стійких і довговічних насаджень, що актуально

для сучасного ведення лісового господарства, особливо для Гірського Криму [3]. Дубові насадження в Криму займають близько 140 тис. га, сосна – 42,5 тис. га, або 17%, бук – 34,0 тис. га, або 13,6%.

Вкрита лісом площа безупинно зростає порівняно з 1956 р., так само як і частка лісових культур (рис. 1). Водночас частка дубових насаджень зменшилась з 68 до 56%. Це відбувається за рахунок збільшення площ лісових культур сосни кримської в процесі реконструкції низькопродуктивних дубових насаджень. На рис. 1 представлено динаміку показників лісового фонду АР Крим за даними лісовпорядкування 1956-2002 рр.

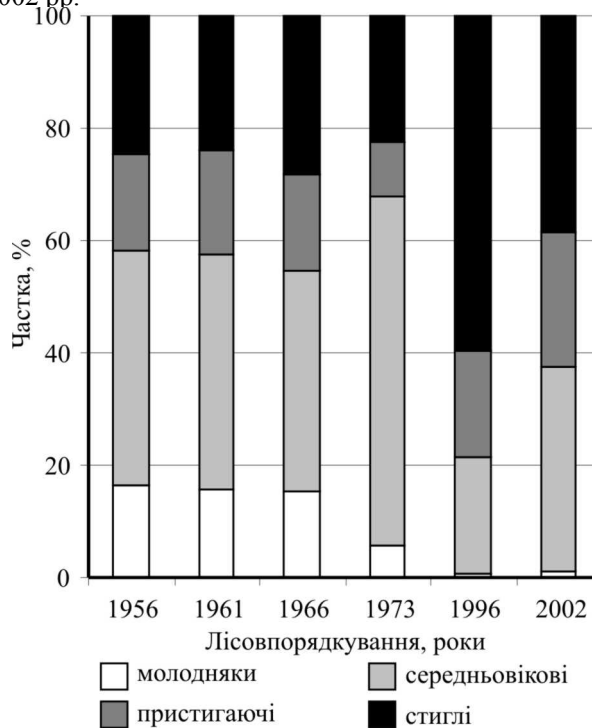


Рис. 2. Динаміка розподілу дубових насаджень АР Крим за групами віку (за даними лісовпорядкування 1956–2002 рр.)

¹ Юрій Володимирович ПЛУГАТАР – член-кореспондент ЛАН України, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, директор, Кримська гірсько-лісова науково-дослідна станція Українського науково-дослідного інституту лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г.М. Висоцького. Україна, Автономна республіка Крим, м. Алушта. Тел.: +38(06560) 5-81-17. E-mail: plugatar@ukr.net

Лісові насадження мають дуже низьку продуктивність – середній бонітет становить IV,5, середні зміни запасу на 1 га – 1,71 м³, середня повнота – 0,71, середній запас стиглих насаджень – 176 м³/га. Низькоповнотні насадження (з повнотою 0,3-0,6) займають досить велику площу, що становить 28,7% вкритих лісом земель.

На рис. 2 показано динаміку вікового складу дубових насаджень АР Крим. Як бачимо, частка молодняків дуба безупинно зменшувалася від 16,3% в 1956 р. практично до 0% у 1996 р. Завдяки зусиллям кримських лісівників надалі вдалося трохи поліпшити це становище.

Серед високостовбурних дубових насаджень переважають вікові періоди 41–50 років, серед низькостовбурних – 81–90 років (рис. 3).

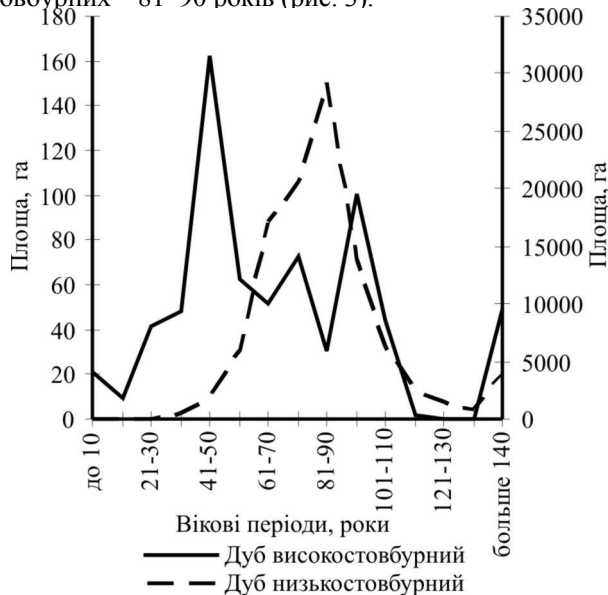


Рис. 3. Розподіл дубових насаджень АР Крим за віковими періодами (2002 р.)

Переважають насадження V і нижче класів бонітету, що займають 47,0% загальної площі дібров. Насадження II і вищих класів бонітету становлять незначну частину відсотка.

З розподілу основних лісотвірних порід АР Крим за повнотою бачимо, що як у високостовбурних, так і в низькостовбурних насадженнях дуба переважають ті, які мають повноту 0,5–0,7 (51,2%).

Селекційна оцінка пристигаючих і стиглих дубових насаджень Гірського Криму свідчить про значну перевагу мінусових насаджень дуба пухнастого та дуба скельного.

Виходячи з даних модельного господарства (Алуштинське ДЛГП) за результатами обліків 1963–2005 рр., ми розглянули розподіл площ дубових насаджень за віковими групами. Помітне значне зменшення площі високостовбурних дубових насаджень у районі досліджень. Якщо в 1963 р. значна кількість площі високостовбурних насаджень дуба була представлена молодняками, то у 2005 р. – здебільшого середньовіковими деревостанами.

Аналіз даних розподілу площ дубових насаджень модельного господарства за віковими групами свідчить певною мірою про загальний стан дубових насаджень Криму і підтверджує висновок про їх незадовільну вікову структуру.

Порівнюючи між собою таксаційні характеристики дуба поростевого та насінного походження (табл. 1), бачимо, що, за даними 1905 р., до 30 років насінні екземпляри за всіма показниками наздоганяють поростеві, а починаючи з 30-річного віку значно їх випереджають. Наприклад, до 70 років випередження за висотою досягає 47%, за діаметром – 11%, за запасами – 66%, за середнім приростом – 65%.

Табл. 1. Порівняльна характеристика ходу росту дуба скельного насінного та поростевого походження*

Вік, років	Висота, м		Діаметр, см	
	Поростеве	Насінне	Поростеве	Насінне
10	2,4 ^{±0,04}	1,6 ^{±0,02}	2,4 ^{±0,09}	1,7 ^{±0,07}
	4,1	1,8	2,0	0,8
20	4,9 ^{±0,01}	5,0 ^{±0,01}	5,1 ^{±0,02}	5,2 ^{±0,07}
	7,1	5,6	5,2	4,2
30	6,8 ^{±0,08}	8,3 ^{±0,05}	7,0 ^{±0,09}	8,4 ^{±0,12}
	8,9	9,2	7,6	7,5
40	9,6 ^{±0,08}	12,4 ^{±0,24}	9,7 ^{±0,05}	12,2 ^{±0,08}
	9,9	12,3	9,6	10,8
50	11,5 ^{±0,1}	14,5 ^{±0,1}	11,5 ^{±0,03}	14,7 ^{±0,1}
	11,1	14,9	12,1	13,0
60	12,5 ^{±0,05}	15,9 ^{±0,05}	13,0 ^{±0,08}	16,0 ^{±0,13}
	11,4	16,2	13,6	15,0
70	12,7 ^{±0,07}	16,9 ^{±0,09}	13,8 ^{±0,05}	17,1 ^{±0,15}
	12,2	17,9	15,1	16,7

Примітка: * у чисельнику – за даними наших досліджень, у знаменнику – дані В. І. Станкевича (1905 р.)

На рис. 4,5 представлено порівняльну характеристику росту дуба скельного за висотою і діаметром в 1905 р. (за даними досліджень В. І. Станкевича) і в 2005 р. (наші дослідження). Ріст насінних екземплярів дуба значно інтенсивніший, ніж поростевих як за висотою, так і за діаметром. Аналізуючи результати наших досліджень, бачимо, що інтенсивність росту поростевих екземплярів дуба скельного знизилася, тобто ми маємо справу з наступною поростевою генерацією дуба. Крім цього, насінні екземпляри наздоганяють за всіма параметрами поростеві до 20 років, а не до 30, як у роки досліджень В. І. Станкевича.

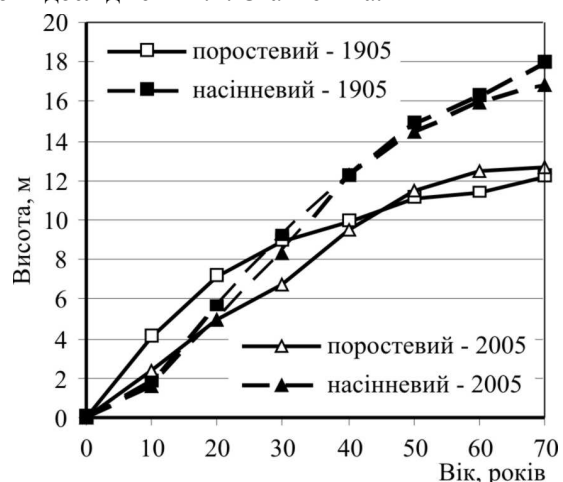


Рис. 4. Ріст дуба скельного за висотою (1905 р. – за даними В. І. Станкевича, 2005 р. – за нашими даними)

В. І. Станкевич, виходячи з висоти та діаметра поростевого дуба, спостерігав моделі першої та другої поростевих генерацій, для яких характерна вища продуктивність порівняно з деревами насінного походження.

Таким чином, загальні тенденції ходу росту дуба скельного збереглися, однак трохи змінився його характер. Генетичний потенціал насінних екземплярів дуба дає змогу формувати довговічніші та продуктивніші насадження.

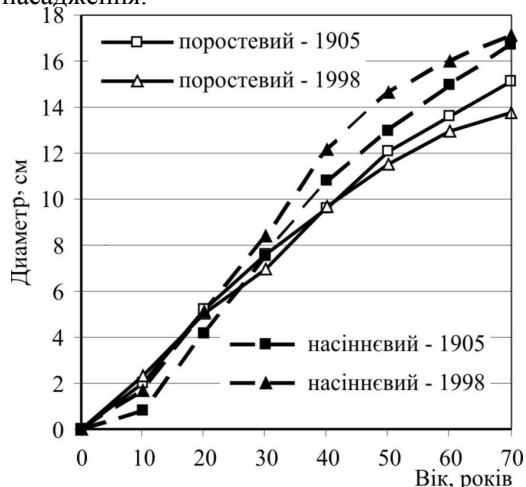


Рис. 5. Порівняльна характеристика росту дуба скельного за діаметром (АР Крим, 1905 р. – за даними В. І. Станкевича, 2005 р. – за нашим даними)

Поростеві дерева знизили темп росту, на нашу думку, через брак води і мінеральних речовин, тобто з фізіологічних, а не з генетичних причин.

Для аналізу динаміки таксаційних показників дуба скельного й дуба пухнастого в різних типах лісорослинних умов ми сформували повидільну базу даних щодо дубових насаджень.

Досліджували динаміку змін висоти, діаметра та запасів насаджень дуба пухнастого і дуба скельного залежно від віку в різних типах лісорослинних умов. На рис. 6 показано хід росту дуба пухнастого за запасами в різних лісорослинних умовах.

Табл. 2. Середні таксаційні показники 60-річних насаджень дуба в різних типах лісорослинних умов

Вид дуба	Тип лісорослинних умов	Висота, м	Діаметр, см	Запас, м ³ /га
Пухнастий	B ₀	6,5 ^{±0,43}	9,0 ^{±0,67}	30
	C ₀	5,5 ^{±0,34}	10,5 ^{±0,93}	21
	C ₁	7,5 ^{±0,54}	11,0 ^{±0,84}	45
Скельний	C ₀	7,0 ^{±0,48}	9,5 ^{±0,91}	36
	C ₁	9,5 ^{±0,73}	13,0 ^{±0,98}	80
	C ₂	12,5 ^{±0,96}	15,5 ^{±0,97}	120
	D ₂	17,0 ^{±0,94}	19,5 ^{±1,03}	215

Порівняльний аналіз середніх таксаційних показників дуба пухнастого в 60-річному віці в різних типах лісорослинних умов наведено в табл. 2.

Найменші значення середніх таксаційних показників дуба пухнастого відповідають умовам C₀, а найбільші – C₁ (див. табл. 2, рис. 6).

До того ж в умовах B₀ дуб пухнастий росте краще, ніж в умовах C₀. Різниця між середніми значеннями за висотою сягає тут 18%, за діаметром – 17%, за запасами – 43%. Якщо порівняти середні значення таксаційних показників для дуба пухнастого в умовах C₀ і C₁, то тут різниця становить: за висотою – 36%, за діаметром – 5%, за запасами – 11,4%.

Порівняльний аналіз середніх таксаційних показників дуба скельного в 60-річному віці в різних типах лісорослинних умов наведено в табл. 3.

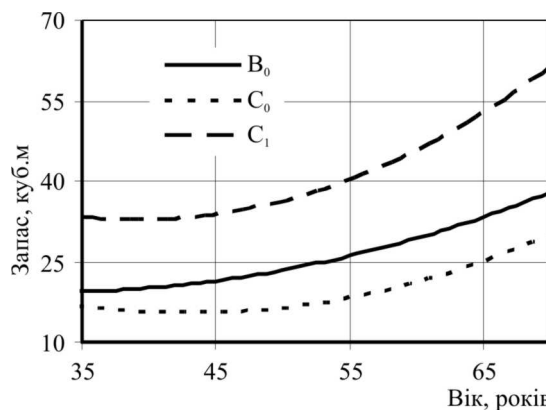


Рис. 6. Ріст дуба пухнастого за запасами в різних лісорослинних умовах

Табл. 3. Середні таксаційні показники насаджень дуба скельного 60-річного віку в різних типах лісорослинних умов

Тип лісорослинних умов	Висота, м	Діаметр, см	Запас, м ³ /га
C0(дуже суха судіброва)	7,0	9,5	36
C1(суха судіброва)	9,5	13,0	80
C2(свіжа судіброва)	12,5	15,5	120
D2(свіжа діброва)	17,0	19,5	215

З поліпшенням режиму вологості та багатства лісорослинних умов спостерігається збільшення всіх середніх таксаційних показників дуба скельного (див. табл. 3, рис. 7).

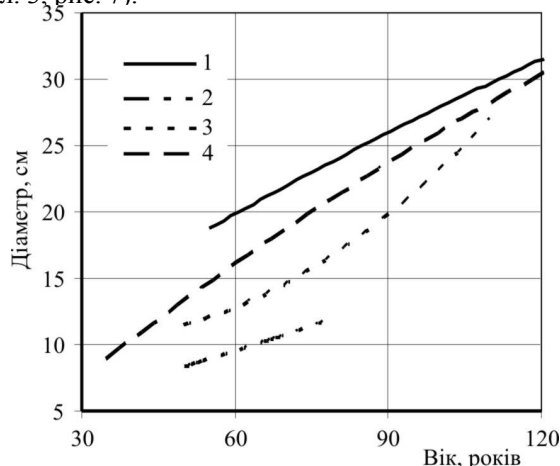


Рис. 7. Ріст дуба скельного за діаметром у різних лісорослинних умовах (1–D₂, 2–C₀, 3–C₁, 4–C₂)

Варто зазначити, що в умовах D₂ вікова структура дубових насаджень набагато ширша, ніж в умовах C₀–C₂, і становить ряд від 50 до 150 років. Для порівняння, вікова структура в умовах C₀ становить 50–80 років, в умовах C₁ – 30–110, у C₂ – 40–130 років.

Переважає частина дубових насаджень дуба скельного зростає в умовах C₁–C₂, досягаючи до 60-ти років висоти 9,5–12,5 м, діаметра –13,0–15,5 см, запасу – 80–120 м³/га.

Для детальнішої характеристики дубових насаджень Гірського Криму та визначення напрямку господарської діяльності було закладено спеціальні пробні площі в шести лісництвах (Алуштинському, Бахчисарайському, Жовтневому, Перевальненському, Судацькому і Терновському), що дає змогу охопити розмаїтість лісорослинних умов дубових насаджень у Гірському Криму.

У цих насадженнях ми проаналізували розподіл дерев дуба за діаметром. З'ясувалося, що тут насадження на пробних площах різновікові, а середній діаметр варіює від 10,2 см в Алуштинському лісництві до 19,6 см – у Бахчисарайському (табл. 4).

Табл. 4. Статистичні показники розподілу за діаметром дерев у дубових насадженнях на пробних площах в окремих лісництвах

Лісництво	Діаметр, см $M^{\pm m}$	Коефіцієнт асиметрії	Ексцес
Жовтневе	19,5 $^{\pm 1,7}$	-0,92	1,24
Терновское	19,1 $^{\pm 1,8}$	-0,56	-0,39
Алуштинське	10,2 $^{\pm 2,1}$	-0,28	-1,81
Перевальненське	13,9 $^{\pm 2,3}$	0,03	-1,79
Бахчисарайське	19,6 $^{\pm 2,2}$	0,21	1,17
Судацьке	15 $^{\pm 1,81}$	0,50	-0,51

Для графічного аналізу розподілу дерев на зазначених пробних площах, з огляду на розходження в діаметрі, вони були розподілені за природними ступенями товщини (рис. 8).

Для статистичного аналізу ми використали показники асиметрії та ексцесу. Як відомо, позитивна асиметрія свідчить про те, що розподіл зрушений у бік більших значень щодо нормального розподілу.

Аналіз даних на наших пробних площах показує, що тенденція діаметрів до зменшення порівняно з нормальним розподілом є на пробній площі в Жовтневому лісництві ($As=-0,92$), а у бік перевищення – у Судацькому ($As=0,5$). У Перевальненському лісництві розподіл майже симетричний (табл. 4, рис. 8).

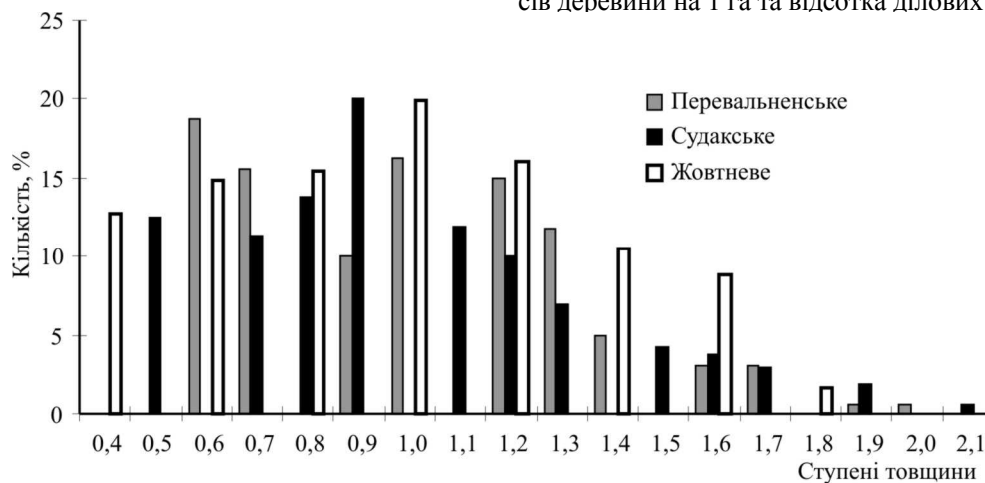


Рис. 8. Розподіл дерев дуба на пробних площах

Вікова структура лісового фонду дубових лісів Гірського Криму розбалансована. Незначна площа, зайнята молодняками й насінними насадженнями, свідчить про розірваність генезису, що може призвести до популяційного зубожіння лісів Гірського Криму.

В умовах Гірського Криму насінні екземпляри дуба як за висотою, так і за діаметром випереджають поростеві. Сповільнення росту поростевих екземплярів дуба скельного за період 1905–2005 рр. свідчить про наявність наступної поростевої генерації дуба. Насінні екземпляри наздоганяють за всіма параметрами поростеві до 20-річного віку.

Характер розподілу дерев за діаметром на всіх пробних площах свідчить про різновіковість, що характерно для природних насаджень. Значна кількість дерев з невеликим діаметром свідчить про наявність

Показник ексцесу характеризує згладженість (гостровершинність) розподілу порівняно з нормальним, до того ж позитивне його значення відповідає гостровершинному розподілу, а негативне – дещо згладженому.

Судячи з показника ексцесу, крива розподілу дерев за діаметром у Жовтневому ($Ex=1,24$) і Бахчисарайському ($Ex=1,17$) лісництвах є гостровершинною, а в Алуштинському ($Ex=-1,81$) і Перевальненському ($Ex=-1,79$) – найпологішою.

Характер розподілу дерев за діаметром на всіх пробних площах свідчить про різновіковість, що характерно для природних насаджень. Значна кількість дерев з невеликим діаметром свідчить про наявність природного зрідження деревостанів і неналежне застосування лісгосподарських заходів (доглядових рубань). Як бачимо, на південному макросхилі Кримських гір більшою мірою, ніж на інших пробних площах, дубові деревостани знизили продуктивність і потребують реконструктивних заходів, спрямованих на сприяння природному поновленню.

Таким чином, в АР Крим за період 1956–2002 рр. вкрита лісом площа безупинно зростала. Зниження частки дубових насаджень із 68 до 56%, відбулося, як ми вже зазначили, за рахунок збільшення площ лісових культур сосни кримської.

Загальний стан дубових насаджень у Гірському Криму незадовільний. Переважають низькобонітетні насадження вегетативного походження. За останні 100 років стан дубових деревостанів змінився у напрямку зменшення площі насінних насаджень, зниження запасів деревини на 1 га та відсотка ділових стовбурів.

природного зрідження деревостанів і неналежне застосування лісгосподарських заходів. На південному макросхилі Кримських гір більшою мірою, ніж на інших пробних площах, дубові деревостани знизили продуктивність.

Підвищення біологічної стійкості дібров є основою формування високоякісних довговічних і продуктивних деревостанів. Треба здійснювати заходи, що передбачають заміну зріджених поростевих насаджень на високостовбурні насінні, повернення дібровам сформованої в процесі еволюції структури та складу.

Досі немає певної стратегії щодо відтворення кримських дібров, до того ж ілюзію благополуччя створюють умови, у яких господарське втручання людини в життя лісу зведено до мінімуму.

ЛІТЕРАТУРА

1. **Леса Крыма** (прошлое, настоящее, будущее) / Поляков А. Ф., Милосердов Н. М., Агапонов Н. Н., Савич Е. И., Левчук О. И., Курпас С. В., Плугатарь Ю. В., Хромов А. Ф. – Симферополь: КрымПолиграфБумага, 2003. – 144 с.
2. **Плугатарь Ю. В.** Состояние дубового подроста и проблема обновления порослевых дубрав в Горном Крыму // Лесоводство и агролесомелиорация. – 2004. – Вып. 106. – С. 93–100.
3. **Плугатарь Ю. В.** Технология переформирования порослевых древостоев в семенные дубравы // Экосистемы Крыма, их оптимизация и охрана. – Симферополь: ТНУ, 2002. – Вып. 12. – С. 30–33.
4. **Плугатарь Ю. В.** Экономическая эффективность от рекреационного использования лесных ресурсов на примере Алуштинского ГЛХП // Лесоводство и агролесомелиорация. – 2003. – Вып. 104. – С. 125–128.
5. **Станкевич В. И.** Из лесов горного Крыма. – СПб, 1908. – 167 с.

U. V. Plugatar

STRUCTURE AND EFFICIENCY OF OAK PLANTINGS OF MOUNTAIN CRIMEA

In clause results of 13-years supervision of the author on studying a structure of oak woods of Mountain Crimea are resulted. The analysis and processing of materials of V.I.Stankevicha (1905) and own data of the author (1993-2005) has allowed to track dynamics of structure and efficiency of oak woods of Mountain Crimea for the centenary period. Necessity reconstructive actions on formation of highly productive seed biologically steady and durable oak plantings, preservation of their ecological functions and genetic potential is proved.

УДК 630*232:582.475.4

В. П. ШЛАПАК¹

ЗАПАСИ ПРОДУКТИВНОЇ ВОЛОГИ ВПРОДОВЖ ВЕГЕТАЦІЙНОГО ПЕРІОДУ В ЧЕРКАСЬКОМУ ТА ЧИГИРИНСЬКОМУ БОРАХ

Досліджено динаміку запасів продуктивної вологи, встановлено, що запаси вологи у ґрунті та сума атмосферних опадів в умовах борів та суборів є недостатніми для забезпечення фізіологічних потреб фітоценозів сосни звичайної та супутніх деревних і кущових видів.

Визначальними показниками лісорослинних умов будь-якої ділянки є механічний склад ґрунтів, вміст у них гумусу та поживних речовин, рельєф та водний режим ґрунтів – вологоємність, кількість опадів та глибина залягання підґрунтових вод. Рельєф, механічний склад ґрунтів та їхня родючість змінюються не так швидкоплинно, як водний режим. Останній залежить від багатьох чинників. Це, насамперед, кількість опадів як впродовж цілого року, так і в окремі періоди: осінньо-зимовий, весняний, вегетаційний; глибина залягання підґрунтових вод, а також рухома капілярна облямівка на їхній поверхні, рівень якої залежить від інтенсивності надходження вологи до водонепроникних шарів ґрунту після дощів і сніготалу.

Особливістю Черкаського і Чигиринського борів є строкатість ґрунтового покриву і низька вологоємність ґрунту. Ґрунти сухого і свіжого бору рано навесні зазвичай добре зволожені, але запаси продуктивної вологи в них унаслідок низької вологоємності невеликі і швидко витрачаються на транспірацію і випаровування. Подальший ріст і розвиток насаджень у таких умовах залежить переважно від атмосферних опадів, оскільки рівень підґрунтових вод знаходиться глибше 10 м, а самі ґрунти, через низьку вологоємність і водозатримну здатність, не можуть утримувати значні запаси вологи.

Різке зменшення річної суми опадів у Черкаському бору спостерігалось в 1986 і 1987 рр. [1]. За середньорічної суми опадів 553,9 мм, у 1986 р. випало 368,2 мм, а в 1987 р. – 449,0 мм. Динаміку запасів продуктивної вологи в метровому та півтораметровому шарах ґрунтів визначали у 36-річних культурах сосни на дерново-слабоопідзолених піщаних ґрунтах і 21-річних культурах сосни з домішкою липи, граба та інших порід на лісових супіщаних ґрунтах упродовж 1987 р. Вологість вперше визначили 30.03, удруге – 15.06 і втретє – 30.08.1987 р. Отримані дані наведено в табл. 1.

Як бачимо з табл. 1, станом на 30.03.1987 р. у півтораметровому шарі дернових борових слаборозвинених ґрунтів продуктивної вологи містилось 121,4 мм, що на 28% менше, ніж за польової вологоємності, у

дерново-слабоопідзолених піщаних та сірих, відповідно, – 156,9 мм і 33% та 159,4 мм і 47%. Це наслідок зменшення суми опадів за 1986 р. до 368,2 мм за норми 553,9 мм.

У період від 30.03 до 30.08.1987 року випало 253,4 мм опадів (норма 292,1 мм), що також негативно вплинуло на вміст продуктивної вологи у ґрунтах бору впродовж вегетації рослин. Наприклад, за час від першого до другого визначень рівень продуктивної вологи у півтораметровому шарі знизився до 54,8; 65,0 і 76,3 мм відповідно в дернових борових слаборозвинених, дерново-слабоопідзолених піщаних і сірих лісових супіщаних ґрунтах, а на останню дату визначення вологості ґрунтів у дернових борових слаборозвинених ґрунтах продуктивної вологи практично не було до глибини 1,5 м, у дерново-слабопідзолистих піщаних ґрунтах її не було у метровому шарі (15,6 мм), у півтораметровому (26,3 мм), що становить лише 10-11 % запасів польової вологоємності, а в сірих лісових супіщаних значно менше – 2-6 %.

Такий режим ґрунтів Черкаського бору в 1986 і 1987 рр. негативно позначився на інтенсивності росту та розвитку насаджень сосни, біологічній стійкості їх проти шкідників, хвороб і несприятливих чинників навколишнього середовища. Особливо зросла небезпека виникнення лісових пожеж у весняно-літній період.

Насадження Чигиринського бору [2], через легкий механічний склад ґрунтів, низьку їх вологоємність та водозатримну здатність і глибинний рівень залягання підґрунтових вод характеризуються досить жорстким режимом зволоження і постійно потерпають від нестачі продуктивної вологи у ґрунті. На підтвердження цього факту наведемо дані про особливості зволоження ґрунтів Чигиринського бору, представлених дерновими боровими слаборозвиненими дерново-слабоопідзоленими піщаними, рідше супіщаними ґрунтами та навіяними пісками.

Середньорічна сума опадів у Чигиринському районі становить 489 мм, фактична сума опадів в окремі роки знижується до 342-379 мм або зростає до 726-831 мм. Ще значніші відхилення суми опадів від середньорічних величин спостерігаються в окремі місяці. Мі-

¹ Володимир Петрович ШЛАПАК – дійсний член ЛАН України, доктор сільськогосподарських наук, професор, Дендрологічний парк "Софіївка" НАН України. Україна, м. Умань. Тел.: +38(04744) 34-319. E-mail: sofievka@ck.ukrtel.net

сячні суми опадів часто зменшуються чи збільшуються проти середньорічних величин у три і більше разів. Зменшення суми опадів у весняно-літні місяці призводить до пересихання верхніх шарів ґрунту до глибини проникнення кореневої системи рослин, а істотне збільшення суми опадів, особливо при зливовому характері дощів, не сприяє нагромадженню вологи у маловологоємних ґрунтах. Наприклад, метровий та півметровий шари дернових борово-слаборозвинених ґрунтів за польової вологоємності можуть утримувати вологи відповідно 54,2 і 79,2 мм, зокрема продуктив-

ної 38,2 і 57,3 мм. Метровий і півтораметровий шари дернових борових слаборозвинених ґрунтів за польової вологоємності містять вологи лише 28,7; 42,3 мм, зокрема продуктивної 24,2 і 36,5 мм. Ще менше вологи міститься в навіяних пісках.

Для спостережень за рівнем вологості ґрунтів у насадженнях Чигиринського бору ми обрали звичайний за сумою опадів 1994 р., коли сума опадів становила 474,9 мм за нормою 489 мм. Вологість ґрунтів визначали станом на 26.03, 10.06, 20.08, 28.09.1994 р.

Табл. 1. Динаміка запасів продуктивної вологи в ґрунтах Черкаського бору впродовж 1987 р., мм

Дата визначень	Дернові борові слаборозвинені ґрунти				Дерново-слабоопідзолені піщані ґрунти				Сірі лісові супіщані ґрунти			
	шар ґрунту, см				шар ґрунту, см				шар ґрунту, см			
	0-100		0-150		0-100		0-150		0-100		0-150	
	мм	%	мм	%	мм	%	мм	%	мм	%	мм	%
30.03.87	87,3	78	124,4	72	109,2	70	156,9	67	128,7	67	159,4	53
15.06.87	25,6	23	54,8	32	37,8	24	65,0	28	55,5	28	76,3	25
30.08.87	1,8	2	3,5	2	15,6	10	26,3	11	3,5	2	17,8	6

Табл. 2. Динаміка запасів продуктивної вологи в ґрунтах Чигиринського бору, мм

Дати визначень	Навіяні піски				Дерново-слабоопідзолені піщані ґрунти				Дерново-слабоопідзолені супіщані ґрунти			
	горизонти насичення, см											
	0-20	0-50	0-100	0-150	0-20	0-50	0-100	0-150	0-20	0-50	0-100	0-150
26.03	4,4	10,5	22,0	32,1	8,3	20,0	39,7	58,8	23,0	58,0	106,9	147,9
10.06	0	0,2	5,2	10,3	0,9	3,5	11,5	21,5	3,3	14,2	29,1	41,1
20.08	0	0	0,1	2,8	0,5	2,3	9,0	20,3	0,9	6,5	20,4	32,4
28.09	0	0,3	1,5	6,0	0,7	4,1	13,2	29,6	1,5	7,8	27,2	46,8

Як бачимо з табл. 2, станом на 26.03. 1994 р. всі ґрунти бору на глибині до 150 см були зволожені до польової вологоємності. Проте, якщо дерново-слабоопідзолені супіщані ґрунти в півтораметровому шарі містили продуктивної вологи 147,9 мм, то дерново-слабоопідзолені піщані – лише 58,8 мм, а навіяні піски – лише 32,1 мм.

Із суми опадів за листопад-грудень 1993 р. і січень-березень 1994 р. 153,8 мм внаслідок польової вологоємності у півтораметровому шарі навіяні піски не змогли утримати в собі більше ніж 120 мм вологи, а дерново-слабоопідзолені піщані ґрунти – 95 мм, тоді як півтораметровий шар дерново-слабоопідзолених супіщаних ґрунтів усі опади за зазначений осінньо-весняний період утримав.

Невеликі ранньовесняні запаси продуктивної вологи в навіяних пісках з урахуванням суми опадів у літній період дуже скоро були використані рослинами на транспірацію та фізичне випаровування, внаслідок чого в півтораметровому та метровому шарах ґрунту продуктивної вологи не було від 10.06 до 28.09.1994 р. У дерново-слабоопідзолистих піщаних ґрунтах у верхньому півметровому шарі запаси продуктивної вологи впродовж вегетаційного періоду перебували на рівні 2,3-4,1 мм, у метровому – 9,0-13,2 мм і тільки на глибині 100-150 см продуктивної вологи містилось менш-більш достатньо – 20,3-29,6 мм.

Продуктивної вологи в дерново-слабоопідзолених супіщаних ґрунтах бракувало лише у верхньому 20-сантиметровому шарі, менш відчутно – в півметровому шарі, однак на глибині 101-150 см запаси продуктивної вологи були задовільними впродовж усього періоду.

Беручи до уваги той факт, що в Черкаському борі борові та суборові трофотопи становлять відповідно 4,3 і 83,7% площі, дуже сухі і сухі гігротопи – 3,9 і свіжі – 95,0%, а в Чигиринському борі борові та суборові трофотопи становлять також 48,7 і 51,3% площі, дуже сухі та сухі гігротопи, відповідно, – 0,3 і 59,8% і свіжі – 37,6%, а також режим зволоження ґрунтів у роки зі значним зниженням річної суми опадів, можна стверджувати, що умови для формування лісових екосистем у Черкаському борі менш-більш задовільні, тоді як в Чигиринському вони є досить жорсткими. Такі відмінності позначаються на інтенсивності росту та розвитку лісових насаджень, їхній продуктивності та стійкості щодо шкідників, хвороб і несприятливих умов середовища. Це можна легко простежити, спостерігаючи особливості росту насаджень сосни у свіжих суборових трофотопіях борів. Наприклад, у Черкаському борі в умовах свіжого субору насадження сосни до 50-річного віку ростуть за I-A класом бонітету, потім за I, тоді як в Чигиринському в таких самих умовах місцезростання сосна до 75-річного віку росте за I класом бонітету, надалі – за II. При цьому усереднена висота сосни у 100-річному насадженні Черкаського бору становить 29,2 м, а Чигиринського – лише 25,0 м.

Лісові насадження з переважанням у складі дуба, липи, граба та інших листяних порід розташовані на сірих і чорноземних ґрунтах середньо- та важко-суглинкового механічного складу. Такі ґрунти характеризуються більш високим вмістом гумусу та кращими водно-фізичними властивостями, внаслідок чого зменшення річної суми опадів в окремі роки не так згубно позначається на рості і стані насаджень. Польова вологоємність сірих лісових і чорноземних ґрунтів досить висока і перебуває в межах 23-26%, а макси-

мальна гігроскопічність 6-8%. У разі високої польової вологості такі ґрунти в півтораметровому шарі здатні утримувати 400-450 мм вологи, зокрема продуктивної 250-275 мм.

У районах пристепових борів за період з жовтня до березня випадає в середньому 200 мм опадів. У разі високої польової вологості ґрунти під лісовими насадженнями листяних порід усю вологу, яка надійде на поверхню ґрунту в осінньо-зимовий та ранньовесняний періоди, здатні повністю утримати в півтораметровому шарі, а це, з врахуванням опадів у літні місяці, сприятиме покращенню вологісного режиму протягом вегетаційного періоду. Однак, якщо сума опадів в окремі місяці вегетаційного періоду різко зменшується, режим зволоження ґрунтів під лісовими насадженнями погіршиться. А дефіцит вологи буде більш відчутним у верхніх півметровому чи метровому шарах ґрунту. Це, звичайно, не спричинить критичних змін, проте негативно позначиться на стані самосіву, підросту, трав'яного покриву та кущів.

Висновки

Таким чином, для загального водоспоживання характерний брак вологи у ґрунті на початку досліджень, спричинений незначною кількістю опадів. Як бачимо, опади і запаси вологи у ґрунті не забезпечили

оптимальних умов для його зволоження впродовж вегетаційного періоду. Понад це, на кінець вегетації у ґрунті було дуже мало продуктивної вологи, внаслідок чого насадження сухих і свіжих гігروتів у борових, суборових, судібровних і дібровних типах умов місцезростання потерпали від їх нестачі.

ЛІТЕРАТУРА

1. **Гордієнко М. І., Шлапак В. П.** Пристепові бори України: Монографія. – Львів: Престиж Інформ, 1998. – С. 130-145.
2. **Шлапак В. П., Логівіненко І. І.** Чигиринський бір: Монографія. – Львів: Престиж Інформ, 1999. – С. 14-37.

V. P. Shlapak

THE PRODUCTIVE MOISTURE STOCKS DURING THE VEGETATION PERIOD IN CHYGYRYN AND CHERKASY PINE FORESTS

The dynamics of the productive moisture stock has been researched. The stocks of soil moisture and the sum of precipitations in pine forests and fairly infertile pine site type conditions are inadequate for maintaining the physiological needs of the Scots pine phytocoenoses and other accompanying shrubs.

І. І. БОЙЧУК¹, П. Р. ТРЕТЯК², Ю. І. ЧЕРНЕВИЙ³, А. І. САВЧИН⁴, Р. М. ЮХИМ⁵

ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ МОДЕЛЬНИХ ДЕРЕВ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ НА ОЛІГОТРОФНОМУ БОЛОТІ В ГІРТАНАХ

Висота дерев сосни обернено пропорційно до глибини болота. У періоди 1950-51, 1970-76 та 1991-92 років спостерігались синхронні максимуми поточних приростів дерев у висоту та за діаметром.

Вступ

Оліготрофні болота у Карпатах – доволі рідкісне явище [1, 5, 6, 9]. Розташовані вони вздовж річок по колишніх старицях, заповнених мулистим-торф'яним субстратом. Зазвичай на них поширені угруповання осок та сфагнових сосняки, які належать до рідкісних фітоценозів [5]. Тому більшість таких об'єктів залучено до мережі заповідних територій. Аналізуючи матеріали лісовпорядкування земель підприємств Державного комітету лісового господарства станом на 1 січня 2001р., ми з'ясували, що у гірській частині р. Дністер перезволожені сосняки віком понад 40 років займають лише 122 га (табл. 1). Як бачимо з наведених у таблиці матеріалів, здебільшого ці перезволожені землі відносять до сирих сугрудів, на що, очевидно, немає достатніх підстав, оскільки швидкість росту більшості соснових деревостанів, поширених у мокрих борах, а також у сирих суборах та сугрудах однакова – відповідає III бонітету. Щоправда, у сирих сугрудах швидкість росту більшості деревостанів сосни відповідає нормативам I та II бонітетів і навіть I^a та I^b. Дивно, що у всіх наведених типах едафотопів є деревостани, які ростуть за V^a бонітетом, а у сирих грудах – навіть за V^b. Отже, такий стан суперечить фундаментальному концептуальному положенню сучасної лісової типології про те, що "тип лісорослинних умов (едатоп, тип умов місцезростання, тип лісової ділянки, тип едафічних умов) – це сукупність покритих і непокритих лісом ділянок з подібними ґрунтово-гідрологічними умовами і які мають близький лісорослинний ефект" [3, ст. 37]. Як бачимо, дуже різна швидкість росту соснових деревостанів в умовах сирих суборів та сугрудів, яка варіює у діапазоні нормативів від V^a до I^a бонітету, засвідчує, що у цьому випадку продуктивність деревостанів не може слугувати однією з провідних ознак для визначення трофності умов місцезростання [2, ст. 12-13]. Звичайно, з таким твердженням важко погодитися. А тому можна передбачити, що у випадку деревостанів

сосни звичайної у горах на болотах маємо складнішу ситуацію, коли на ріст сосни звичайної істотно впливають інші чинники, дії яких ще не з'ясовано.

Тому *метою дослідження* було пізнання особливостей ходу росту модельних дерев сосни з таких деревостанів за умови різної глибини болота.

Табл. 1. Усереднені показники деревостанів з перевагою сосни звичайної віком понад 40 років, що ростуть на землях державних підприємств лісового господарства у гірській частині басейну р. Дністер (загальна площа 121,9 га)

Показники	Класи бонітетів							
	I ^b	I ^a	I	II	III	IV	V ^a	V ^b
Мокрі бори								
площа, га					8,9		12	
вік, роки					45		59	
висота, м					11		5	
діаметр, см					14		10	
Сирі субори								
площа, га		0,4			12	2	5	
вік, роки		42			72	72	52	
висота, м		20			17	12	5	
діаметр, см		24			34	16	6	
Сирі сугруди								
площа, га	9,7	6,1	17	26,7	19,4		0,4	2,3
вік, роки	44	49	46	48	50		64	104
висота, м	22	21	17	16	15		7	7
діаметр, см	30	25	20	19	17		10	12

Об'єкт дослідження. Гідрологічна пам'ятка природи "Болото Лютошара", площею 5 га, розташоване на лівому березі р. Лімниця на висоті 700 м н.р.м., що на території Осмолодського л-ва (кв. 6, діл. 20) Державного підприємства "Осмолодське лісове господарство". Болото займає заглибину колишньої стариці на другій прируслової терасі (рис. 1). Максимальна глибина болота сягає 4,2 м, а середня 1,5 – 2 м. Поверхня болота має помітну випуклу форму. Отже, завершаль-

¹ **Ігор Іванович БОЙЧУК** – член-кореспондент ЛАН України, кандидат сільськогосподарських наук, директор ДП "Осмолодське лісове господарство". Україна, с.м.т. Осмолода, Івано-Франківська обл. Тел.: (380-03474) 4-68-71. E-mail: osmoloda@rozh.if.ua

² **Платон Романович ТРЕТЯК** – віце-президент ЛАН України, доктор біологічних наук, професор, Державний природознавчий музей НАН України, завідувач відділу. Україна, м. Львів. Тел.: (380-0322) 72-89-17. E-mail: platon.tretyak@gmail.com

³ **Юрій Іванович ЧЕРНЕВИЙ** – член-кореспондент ЛАН України, кандидат сільськогосподарських наук, директор, Прикарпатський лісотехнічний коледж. Україна, Івано-Франківська обл., м. Болехів. Тел.: +38(03437) 3-46-68. E-mail: plhc@ukr.net

⁴ **Андрій Іванович САВЧИН** – інженер, Прикарпатський лісотехнічний коледж. Україна, Івано-Франківська обл., м. Болехів. Тел.: +38(03437) 3-46-68. E-mail: plhc@ukr.net

⁵ **Роман Михайлович ЮХИМ** – інженер, Прикарпатський лісотехнічний коледж. Україна, Івано-Франківська обл., м. Болехів. Тел.: +38(03437) 3-46-68. E-mail: plhc@ukr.net

ний етап його утворення відбувався за верховим типом, тобто шляхом наростання подушки мохів та на шарування їх відмерлої маси.

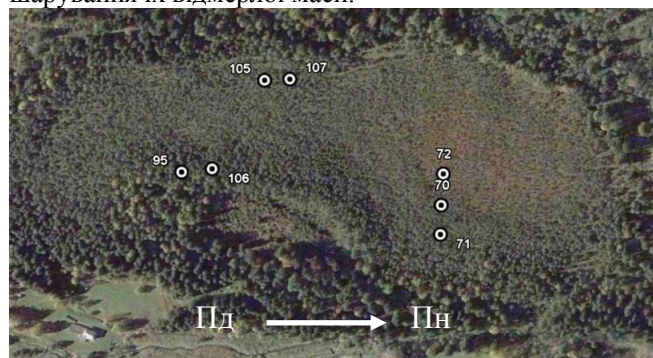


Рис. 1. Космічне зображення природного комплексу гідрологічної пам'ятки природи "Болото Лютошара" (вказано номери модельних дерев та місця їх відбору)

Рослинний покрив цього болотного природного комплексу – це острівний осередок сфагнового соснового лісу у перезволожених оліготрофних умовах. Такі рослинні угруповання відносять до формації *Pineto (sylvestris)-sphagneta oligotrophica*. Вони трапляються зрідка в межах прируслових терас на передгір'ї Карпат і в гірських долинах. Зазвичай представлені низькобонітетними сосняками на кислих мокрих та сирих торф'яно-болотних ґрунтах. Такі угруповання визнані рідкісними, а тому вони потребують охорони та моніторингового дослідження [5].

На болоті "Лютошара" висота дорослих особин сосни звичайної, здатних до генеративного розмноження, становить 1-10 м, а середній діаметр – 14 см. У складі підросту переважає сосна звичайна (до 2,5 тис. ос./га), зрідка трапляються молоді особини ялини звичайної і берези пониклої. Кущі відсутні.

Кущиковий покрив доволі рясний, у його складі переважають *Rhodococcum vitis-idaea* (L.) Avror., *Oxycoccus palustris* Pers., *Empetrum nigrum* L.

Трави трапляються фрагментарно, найчастіше – *Eriophorum vaginatum* L. та *Drosera rotundifolia* L.

Мохи утворюють майже суцільний покрив. У його складі найпоширенішими є *Sphagnum quinquefarium* (Lindb. ex Braithw.) Warnst., *Sphagnum magellanicum* Brid. *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt. та *Polytrichum formosum* Hedw. Локально домінує *Sphagnum russowii* Warnst. Рідше трапляються *Brachythecium rutabulum* (Hedw.) B., S. et G., *Dicranum scoparium* Hedw., *Sphagnum squarrosum* Crome, *Sphagnum girgensohnii* Russ., *Polytrichum juniperinum* Hedw. та інші.

1. Методика та матеріали дослідження

У межах болота закладено два взаємно перпендикулярні ряди облікових ділянок площею 20 м². Ділянки розташовані що десять метрів. На кожній ділянці визначали кількість дерев сосни звичайної, їх середній діаметр на висоті 1,3 м та висоту. Варто зазначити, що для деревець, висота яких не перевищувала 1,3 м, діаметр визначали на кореневій шийці. Окрім того, шляхом зондування пінетрометром визначали глибину болота. На основі цих даних побудовано графіки (рис. 2).

Всього було відібрано сім модельних дерев сосни звичайної у місцях, вказаних на космічному зображенні поверхні болота (див. рис. 1). Загальні дані про них наведено у табл. 2. У дослідженнях застосовували загальноприйняті у лісовій таксації методи аналізу ходу

росту стовбура дерева у висоту, за діаметром та об'ємом, а також визначення відповідних значень середнього та поточного приростів [4, 8].

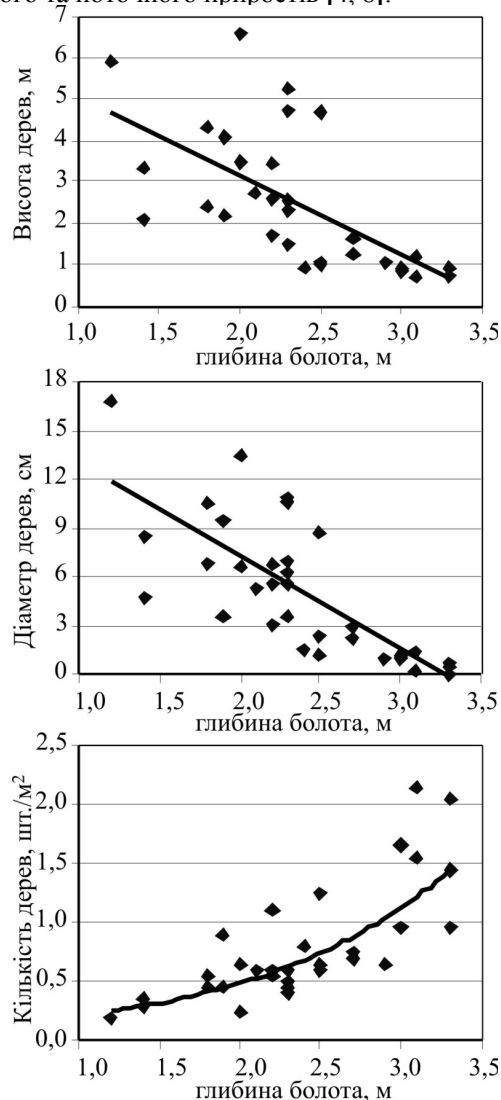


Рис. 2. Залежність середньої висоти, діаметра та кількості дерев на одиниці площі від глибини болота

Табл. 2. Загальні відомості про модельні дерева сосни звичайної

Номер модельного дерева*	Параметри стовбура			
	рік останнього приросту	вік, роки	діаметр на висоті 1,3 м, см	висота, м
70	2005	53	5,2	4,2
71	2005	98	11	10,65
72	2005	29	2,6	2,35
95	2006	68	29,4	21,4
105	2006	63	11,2	8
106	2006	75	23	19,2
107	2006	64	8,4	8,4

Примітка: * у колекції Прикарпатського лісгосподарського коледжу.

Для цього виконано поперечні зрізи стовбурів на кореневій шийці, висоті 1,0 м, 1,3 м і далі що 2-4 м у зручних для цього місцях, з обов'язковим зазначенням висоти кожного зрізу над кореневою шийкою. Об'єм стовбурів встановлювали за сумою об'ємів окремих відтинків стовбура (формула Смоляна), визначаючи

їх, як фігури зрізаного конуса, на основі даних про довжину відрізка стовбура та середні радіуси нижнього і верхнього зрізів [8]. Усі зрізи цих модельних дерев зберігаються у колекції Прикарпатського лісгосподарського коледжу (м. Болехів Івано-Франківської області).

2. Результати дослідження

Залежність середньої висоти, діаметра та кількості дерев на одиниці площі від глибини болота виявилася доволі помітною (див. рис. 2). На ділянках болота, де глибина його сягає трьох і більше метрів, висота особин сосни звичайної зазвичай сягає 1 м, а їх діаметр на кореневій шийці не перевищує 2 см. Водночас їхня чисельність становить у середньому 1,5 особ./м². Варто також зазначити, що окремі особини, маючи такі незначні розміри, шишконосять. За глибини болота 2 м висота дерев у середньому становить 3 м, діаметр на висоті 1,3 м – 7 см, а чисельність 0,5 особ./м². За глибини болота 1,5 м ці показники такі: середня висота – 4 м, діаметр 10-11 см, а чисельність 0,4 особ./м².

За глибини болотистого ґрунту потужністю 0,5 – 0,7 м у напрямі до краю болота висота соснового деревостану помітно зростає від 10 до 20 м (див. рис. 1).

Аналіз ходу росту модельних дерев у висоту показав, що загалом його швидкість у більшості дерев не перевищувала норми V бонітету (рис. 3). Наприклад, модельне дерево № 71 у віці 100 років ще не досягло висоти 11 м, маючи діаметр 11 см (див. табл. 2). На краю болота дерева росли значно краще: дерево № 95 у віці 68 років досягло висоти 21,4 м, а дерево № 106, вік якого виявився 75 років, досягло висоти 19,2 м.

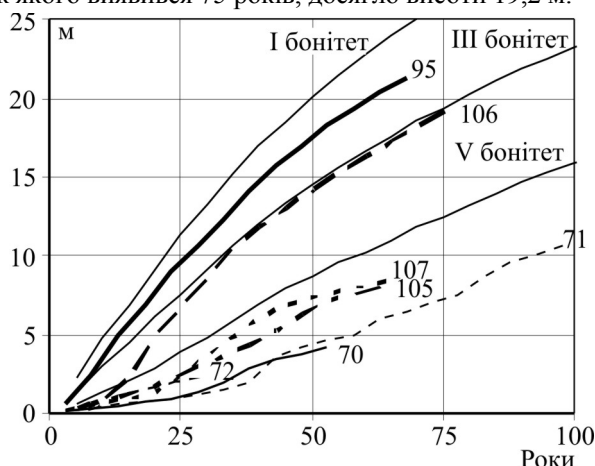


Рис. 3. Хід росту у висоту модельних дерев сосни звичайної (цифрами вказано їх номери, див. табл. 2)

Наведені матеріали переконують, що в умовах надмірного зволоження швидкість росту дерев сосни звичайної залежить від глибини болота. Найкраще вони ростуть за умови невеликої глибини, до 0,7 м, і, вочевидь, нестійкого рівня ґрунтових вод. Візуальні спостереження показали, що рівень води по всьому болоту може понижатися у посушливі періоди навіть до глибини 0,5 м.

Аналіз ходу росту за діаметром та за об'ємом виявив також значну різницю у його інтенсивності між окремими деревами (рис. 4 та 5).

Динаміці приростів у висоту та за діаметром модельних дерев сосни звичайної властивий різко осцилятивний характер (рис. 6 та 7). Його максимум спостерігається у віці дерев 15-40 років.

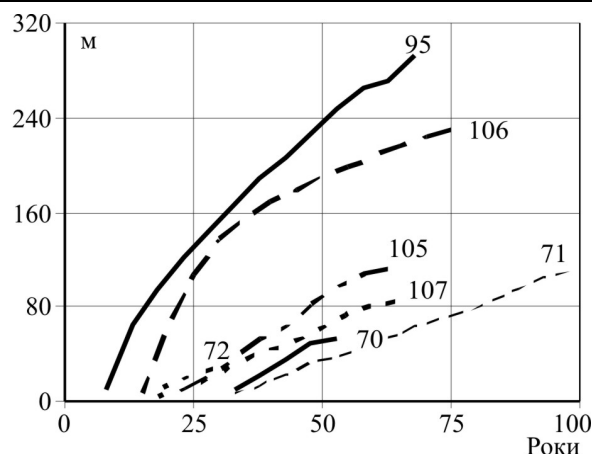


Рис. 4. Хід росту за діаметром модельних дерев сосни звичайної (цифрами вказано їх номери, див. табл. 3).

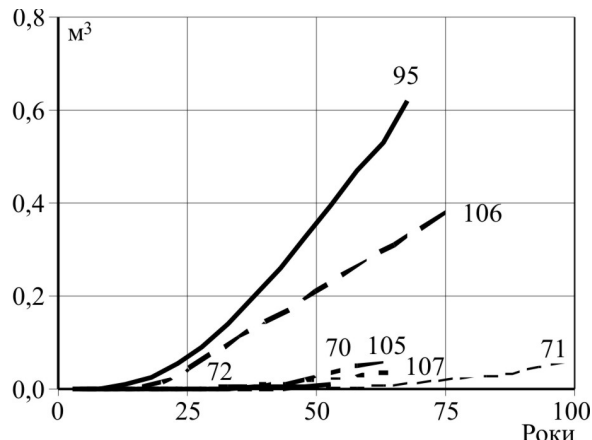


Рис. 5. Хід росту за об'ємом модельних дерев сосни звичайної (цифрами вказано їх номери, див. табл. 3).

Проте, варто звернути увагу на синхронність максимумів цих поточних приростів у часі. Зокрема, найстарші дерева № 71, 95 та 106 мали його у 1950-51 роках. Другий такий максимум було спостережено у 1970-76: модельне дерево № 71, 95, 105, 107, а третій – у 1991-92 роках: модельне дерево № 70, 72, 95, 105, 107. Тобто, такі максимуми спостерігалися періодично, що 20 років. Можливо, ці явища можна було б пояснити у зв'язку зі річною динамікою клімату. Однак таких наукових узагальнень стосовно регіону Карпат не маємо. Тому ми використали відповідні матеріали щодо сум опадів регіону Чехії, південно-східної Німеччини та південно-західної Польщі [10], які свідчать, що в періоди 1948-52, 1970-73 та 1990-93 рр. зафіксовано мінімальні суми річних опадів. Отож, на цій основі можна висловити припущення, що в ці періоди були тривалі посухи і рівень ґрунтових вод у нашому болоті міг бути найнижчим. А це, своєю чергою, покращувало газовий режим кореневих систем дерев сосни і, відповідно, зумовлювало їх інтенсивніший ріст.

Аналіз поточного приросту модельних дерев за об'ємом виявив загальну прогресивно зростаючу тенденцію.

Представлені матеріали є цікавими з лісогосподарських позицій для поглиблення пізнання формування деревостанів на перезволожених землях у річкових долинах. З практичної точки зору бачиться доцільним заліснення неглибоких прируслових боліт, яких чимало вздовж річок у Карпатах. Такі соснові деревостани на болотах відіграють важливу середовищесформувальну функцію.

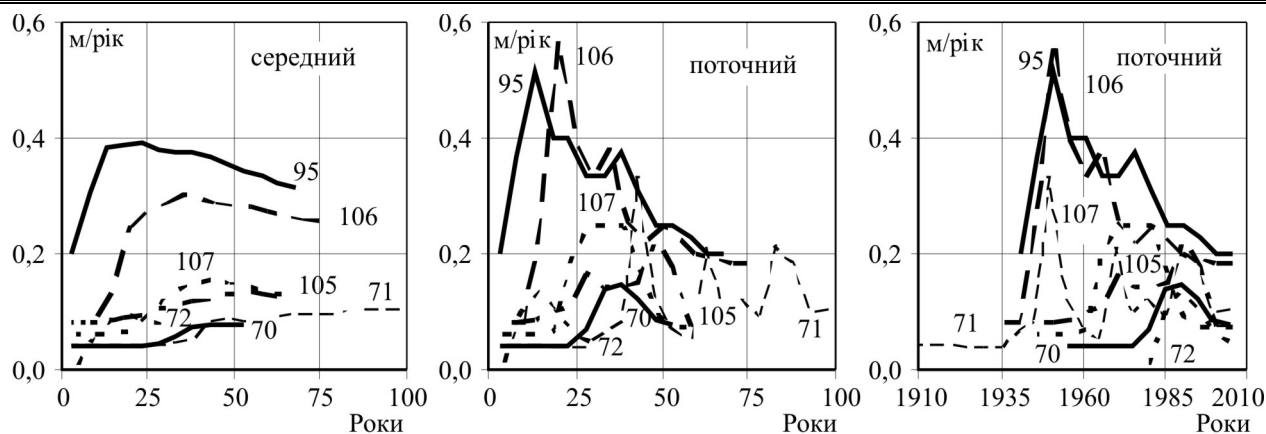


Рис. 6. Особливості приросту у висоту модельних дерев сосни звичайної (цифрами вказано їх номери, див. табл. 3)

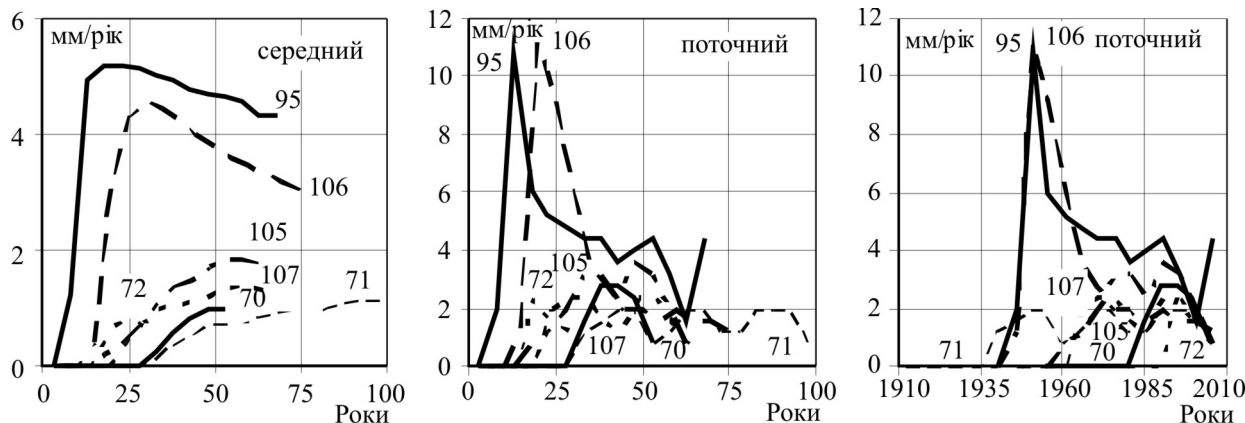


Рис. 7. Особливості приросту за діаметром модельних дерев сосни звичайної (цифрами вказано їх номери, див. табл. 1)

Подібні дослідження варто було б повторити через 20 років. Результати повторних досліджень та їх порівняння з попередніми можуть окреслити загальні тренди розвитку цих рідкісних угруповань і, можливо, локальні зміни клімату.

Висновки

Висота дерев сосни обернено пропорційна до глибина болота: за глибини 3 і більше метрів висота особин сосни звичайної зазвичай сягає 1 м, за глибини 2 м – висота дерев у середньому становить 3 м, за глибини 1,5 м – 4 м, за глибини болотистого ґрунту 0,5 м – 0,7 м висота соснового деревостану помітно зростає у напрямі до краю болота, від 10 до 20 м.

З інтервалом у 20 років, у періоди 1950–51, 1970–76 та 1991–92 рр., спостерігались синхронні максимуми поточних приростів дерев у висоту та за діаметром, що, можливо, було пов'язано з посушливими роками у Центральній Європі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Генсирук С. А., Нижник М. С., Копій Л. І. Ліси західного регіону України. – Львів, 1998. – 407 с.
2. Герушинський З. Ю. Определитель типов леса Украинских Карпат (Практические рекомендации). – Львов, 1988. – 164 с.
3. Герушинський З. Ю. Типологія лісів Українських Карпат. – Львів: Піраміда, 1996. – 208 с.
4. Горощко М. П., Хомяк П. Г. Лісова таксація. – Львів: УкрДЛТУ, 2000. – 132 с.
5. Зелена книга України. Ліси. – К.: Наук. думка, 2002. – 255 с.

6. Історія осмолодської пуші/ Бойчук І. І., Гайдукевич М. І., Парпан В. І. та ін./ За ред. П. Третьяка та В. Парпана. – Львів: НТШ, 1998. – 145 с.

7. Третьяк Платон. Природна гетерогенність лісового покриву карпатської частини басейну Дністра// Праці Наукового товариства ім. Шевченка, т. 12. Екологічний зб.: Екологічні проблеми Карпатського регіону. – Львів: НТШ, 2003. – С. 214–231.

8. Цурик Є. І. Таксація дерева та його частин. – Львів: НЛТУ України, 2006. – 328 с.

9. Черневий Ю. І. Структурно-типологічні особливості природного лісового покриву Придністровської височини на Передкарпатті// Наукові праці : зб. наук. праць ЛАН України. – Львів : Вид-во НУ "Львівська політехніка". – 2004. – Вип. 2. – С. 79–81.

10. Matyl Michał. Analiza danych opadowych. [Електрон. ресурс]. – Доступний з: http://www.fatcat.ftj.agh.edu.pl/~bater/Seminarki/Analiza_danych_opadowych.pdf.

I. I. Bojtschuk, P. R. Tretyak, Yu. I. Tchernevyy,
An. I. Savshyn, R. M. Yukhym

FEATURES OF GROWTH OF MODEL TREES OF PINE-TREE ORDINARY ON OLIGOTROFIC BOG IN GORGANIAN MTS.

The height of trees of pine-tree is back proportional to the depth of bog. In periods 1950–51, 1970–76 and 1991–92 there were synchronous maximums of current increases of trees in a height and after a diameter.

УДК 630*622+118

Л. І. КОПІЙ¹, І. В. ФІЗИК²

ПРИНЦИПИ ФОРМУВАННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ ЛІСИСТОСТІ В УМОВАХ ГОРБИСТИХ ЛАНДШАФТІВ ВОЛИНСЬКОЇ ВИСОЧИНИ

Проаналізовано причини винищення лісів і наслідки негативного антропогенного впливу на структуру земельних угідь в умовах Волинської височини. Обґрунтовано напрямки зменшення негативного впливу на екологічний стан навколишнього середовища регіону досліджень. Розраховано параметри поетапного збільшення лісистості північно-східної частини Волинської височини.

Територія Волинської височини, яка є складовою частиною лісостепової зони, віддавна інтенсивно використовувалась у сільськогосподарському виробництві. До XII–XIII ст. вона була майже всуціль вкрита лісовими насадженнями за участю сосни, дуба, ясеня, граба, липи, груші та інших деревних порід. Зменшення лісистості Волинської височини та лісостепової зони відбувалося в декілька етапів. Основні причини значного розвитку ерозійних процесів, яроутворення в межах цієї зони антропогенні. Серед найважливіших варто назвати такі: знищення лісів, нерегульований випас худоби, розорювання ерозійно небезпечних ділянок. Незначним зменшенням лісистості України і регіону досліджень характеризується період з XI по XVI ст., коли деревину використовували для будівництва житла, фортець, мостів та як паливо. У літописних матеріалах, історичних актах та інших літературних джерелах згадувалось про змиви ґрунту, яроутворення, прояви пилових буревіїв лише на безлісних ділянках. Ерозійні процеси були незначними і спостерігались на орних землях навколо населених пунктів. Лісів було багато і вони не належали окремим особам. Лісовими багатствами користувалися усі верстви населення. Конкретних відомостей про приватну власність на ліси не виявлено до кінця XIV ст. Право власності на ліси почало поширюватись з XV ст., з часів залучення до суспільного виробництва деревної продукції. Про це свідчать заповіді князів, документи монастирів, купчі грамоти тощо. Лісокористування стає прибутковою справою і власники лісів починають стягувати мито за право на в'їзд у ліс і рубання дерев [5]. У XVI ст. значно зросло зацікавлення до українських лісів з боку західноєвропейських ринків. В експорті чільне місце посідали тесаний і круглий будівельний ліс, клепка, попіл для виготовлення поташу, смола, дьоготь. Вивозили лісові товари переважно через порт Гданськ в Англію, Шотландію, Голландію, а попіл, крім того, у Францію [6]. Значне винищення лісів і утворення великих безлісних площ спричинилося виробництвом поташу. Воно в Україні наприкінці XVI та у

XVII ст. було поширеним промислом, особливо на Волині, Чернігівщині, Київщині та Поділлі [5]. Саме з цим періодом пов'язаний початок наступного етапу винищення лісів України. З різних літературних джерел відомо, що в 60-х роках XVI ст. в межах Волинської височини поташ виробляли неподалік м. Луцька, між річками Горинь і Случ, Горинь і Стир, охоплюючи великі лісові масиви. Наприкінці цього ж століття на поташ розроблялися ліси в районі Острога, Овруча по річці Тетерів. Поташ із хвойних порід був низькоякісним, тому основним осередком поташного виробництва стали райони поширення листяних лісів. У гонитві за придатними деревостанами вирубували і спалювали найцінніші твердолистяні ліси Чернігівщини, Київщини, Волині та Поділля.

Подальше винищення лісів збігається у часі з розвитком капіталістичного виробництва та запровадженням земельної реформи 1861 р. Для цього періоду характерним стає інтенсивне збільшення площі орних земель. До 1913 р. в деяких районах України площа орних земель сягнула 80 % [23]. Однією з причин, котра сприяла розвитку ерозійних процесів, було надмірне поширення просапних культур, соняшника та цукрового буряка, які займали великі площі на підвищеннях. Процес перетворення лісових площ у сільськогосподарські угіддя був характерним для центральної та північної частин Лісостепу та прилеглих до цього району широколистяних лісів Полісся. За цей період площа лісів України зменшилась майже на третину, а густонаселені території та найбільші промислові райони зnelісніли [24, 25]. Саме в цей період сформувалась думка про переваги державної власності на ліси. Ідею державного управління лісами обґрунтовували М.В. Шелгунов, А. К. Краузе, О.Ф. Рудзький та інші прогресивні представники лісівничої науки. Державна власність на ліси протидіє їх винищенню і перетворює це багатство з джерела наживи лісовласників і лісопромисловців на джерело добробуту всього народу. Вона відкриває широкі перспективи раці-

¹ Леонід Іванович КОПІЙ – дійсний член ЛАН України, доктор сільськогосподарських наук, професор, Національний лісотехнічний університет України, Україна, м. Львів. Тел.: + 38(067) 750-34-66. E-mail: kop.l@maik.ru

² Ігор Васильович ФІЗИК – кандидат сільськогосподарських наук, директор, ДП "Клеванський лісгосп". Україна, смт. Клевань, Рівненська область. Тел.: + 38(0362) 7-10-29.

онального використання та примноження лісових ресурсів, збереження їх корисних функцій [26].

Надалі значний негативний вплив на ліси був відзначений у період колективізації та розбудови соціалістичного устрою в Україні. У цей час вирубували ліси на значних площах, що сприяло посиленню негативних процесів. Одночасно з запровадженням колективної власності на землю формували великі сільськогосподарські лани, на яких можна було б застосовувати потужну сільськогосподарську техніку та концентрувати різноманітні господарські заходи, спрямовані на отримання небувалих урожаїв сільськогосподарських культур. З цією метою знищували різноманітні форми малої лісової рослинності (гаї, переліски, поодинокі дерева та чагарники), вирівнювали поверхню та контури полів, істотно збільшуючи їх площу. Значна площа полів, відсутність природних меж, низька лісистість сприяли інтенсивному прояву водної та вітрової ерозії ґрунтів, їх ущільненню, підкисленню, значному зменшенню вмісту в них органічних речовин, зниженню їх біологічної активності, що зумовило істотні зміни видового складу, чисельності флори та фауни в агроландшафтах.

Щоб зупинити подальше поглиблення цих процесів, потрібні нові неординарні рішення в боротьбі з ерозією. Споконвіку наші пращури боролись із змином ґрунту, яроутворенням, добре знали ґрунтозахисну роль лісу і трав, вміли застосовувати живі фільтри – греблі із деревинних рослин у вигляді тину, загати із живих вербових кілків. Вони будували складні гідротехнічні споруди. Наприклад, ще в XII ст. за часів Київської Русі майстер Петро Мінолег звів велику кам'яну стіну для боротьби з річковою ерозією, яка руйнувала береги Дніпра. Ця стіна була так вміло споруджена, що простояла три з половиною століття. Видатний російський агроном XVIII ст. Андрій Болотов для боротьби з ерозією застосовував багаторічні трави (задерніння) в поєднанні з гідротехнічними заходами. Успішні роботи щодо боротьби з ерозійними явищами виконано на початку XIX ст. в маєтках І. Я. Данилевського, В. Я. Ломиковського та В. П. Скаржинського. Зокрема, у маєтку І. Я. Данилевського сипкі піски по берегах Сіверського Дінця заліснювали шляхом висіву насіння сосни та берези. Використовуючи принципи нового типу деревопільного господарства, В. Я. Ломиковський створив у межах свого маєтку систему найрізноманітніших захисних лісових насаджень, що дало змогу не тільки послабити інтенсивність ерозійних процесів, а й сформувати в межах агроугідь оптимальний мікроклімат для отримання високих і стабільних врожаїв. Значний внесок у розвиток степового лісорозведення зробив В. П. Скаржинський, котрий опрацював нові прийоми степового лісорозведення, послуговуючись якими створив понад 400 га лісових насаджень в Степу. Тоді ж були опрацьовані методи бороздування та обвалування полів для затримання талих вод і дощових потоків. Основні принципи цих методів використовував В. В. Докучаєв під час опрацювання засад перетворення природи для отримання стійких урожаїв і боротьби з ерозією ґрунтів [5, 7, 8].

Істотному покращенню стану природного середовища сприяє зростання відсотка заліснення території. Внаслідок досліджень вітчизняних і зарубіжних вчених встановлено, що розвиток ерозійних процесів тісно пов'язаний з різким зменшенням лісистості. В Ук-

раїні передбачається здійснення відповідних заходів щодо комплексного і раціонального використання і охорони земельних, водних і лісових ресурсів. Особлива увага акцентується на необхідності підвищення родючості ґрунтів, забезпечення системи заходів боротьби з водною та вітровою ерозією. У цьому аспекті збільшення лісистості повинно стати засадничою метою екологічної політики держави, яка характеризується високим ступенем сільськогосподарської освоєності території (69,3 %) і наявністю значних площ (понад 16 млн га) еродованих земель [7, 10, 12, 15, 20]. Це позитивно позначиться як на підвищенні врожайності сільськогосподарських культур, зростанні родючості ґрунтів, так і на покращенні кліматичних, гідрологічних умов місцевості та допоможе послабити ерозійні процеси. Одночасно із зменшенням площі сільськогосподарських земель треба здійснювати заходи, спрямовані на збільшення лісистості території України, що дасть змогу посилити екологічну роль лісових насаджень, зменшить інтенсивність ерозійних процесів і істотно збільшить лісоресурсний потенціал нашої держави. Заходи щодо стабілізації екологічної ситуації в Україні повинні бути адекватними загальноприйнятим засадам екорозвитку, які були обґрунтовані на міжнародному форумі з проблем довкілля та розвитку в Ріо-де-Жанейро у 1992 р. та поглиблені у програмі діяльності на XXI ст. (Агенда – XXI століття).

Дослідження в межах Волинської височини здійснено за спеціально опрацьованою методикою, яка має комплексний характер і передбачає аналіз динаміки лісистості в межах досліджуваного регіону, вивчення лісівничих і таксаційних характеристик смугових і масивних лісових насаджень, дальності їх мікрокліматичного впливу на суміжні території, структури земельних угідь. Відповідно до вимог методики проаналізовано залежність інтенсивності ерозійних процесів від показників лісистості, сільськогосподарської освоєності, розораності сільгоспугідь, площі лук, пасовищ та багаторічних насаджень. Для визначення значущості окремих чинників у межах регіону досліджень, які істотно впливають на екологічний стан середовища і здатні посилити або послабити позитивну роль лісу, застосовували метод індексації. Запропонована бальна оцінка чинників сприяла розрахунку напруженості кожного з них на території регіону і дала змогу розрахувати потребу збільшення площі лісових насаджень для оптимізації лісистості в межах Волинської височини. На підставі цих розрахунків визначено потребу збільшення площі масивних і смугових лісових насаджень для посилення їх ґрунтозахисного, мікрокліматичного та водорегулювального впливу в межах регіону. Під час розрахунків потреб залісень було взято до уваги, що більшість сільськогосподарських угідь, які зазнали значного ерозійного впливу і потребують залісень, у минулому були вкриті лісами, тому заліснення треба планувати насамперед саме на цих територіях.

Відповідно до виконаних досліджень встановлено, що інтенсивність ерозійних процесів на території Волинської височини значною мірою залежить від ґрунтово-кліматичних умов та співвідношення земельних угідь. Як зазначено вище, під впливом активної господарської діяльності людини, яка супроводжувалась інтенсивним збільшенням площі сільськогосподарських угідь і різким зменшенням лісових земель,

значного прояву набули такі негативні процеси, як ерозія ґрунтів, повені, зсуви тощо. Варто зазначити, що в межах Волинської височини сільськогосподарські угіддя займають понад 66 %, значно менше тут зосереджено лісів – 16,9 %. Серед сільгоспугідь досліджуваного регіону найбільша площа ріллі – 80,8 %, набагато менше пасовищ – 9,7 % та сінокосів – 8,8 %, що сприяє деградації ландшафтів. Складний рельєф місцевості, чергування рівнинних територій з пагорбами заввишки до 340 м н.р.м., значне поширення сірих лісових ґрунтів з різним ступенем опідзоленості сприяють посиленню зазначених вище негативних процесів. Аналіз земельних ресурсів Волинської височини свідчить про те, що відсоток сільськогосподарських земель тут змінюється від 60,2 % у Дубнівському до 78,8 % в Гошанському районах [10, 12, 13].

Особливу роль у гармонізації співіснування людини і природи в умовах антропогенно трансформованих ландшафтів Волинської височини покликана відіграти система лісомеліоративних та інших господарських заходів, що передбачають істотне, науково обґрунтоване збільшення площі лісових насаджень різного типу (захисні лісові смуги, лісові куртини, гаї, переліски, лісові масиви), які б були рівномірно та раціонально розташовані на території височини і відповідали б не тільки задоволенню потреб усіх інших природокористувачів (сільське, водне, рекреаційне господарства та ін.), а й забезпечували б збереження та відтворення всіх природних ресурсів.

Фітомеліоративні лісові насадження в межах регіону досліджень розташовані нерівномірно, що спричинено надмірною перевагою в ландшафтах сільськогосподарських земель. Тому для формування оптимальних умов розвитку продуктивних сил і забезпечення високої продуктивності сільськогосподарського виробництва треба визначити, яка площа лісових насаджень у межах агроландшафту потрібна не тільки для повного захисту ґрунтів від ерозії, а й для стабільності екологічного стану навколишнього середовища. Поряд з удосконаленням сільськогосподарського виробництва важливе значення для оптимізації використання агроландшафтів має раціональний міжгалузевий розподіл території та запровадження оптимальних моделей землекористування [2-4].

Складний рельєф у межах Волинської височини зумовлює потребу формування на її території системи масивних і смугових лісових насаджень різного цільового призначення. Як зазначено вище, надмірна перевага у структурі ландшафтів регіону досліджень сільськогосподарських земель сприяє інтенсивному розвитку негативних процесів. З метою ослаблення їх негативного прояву передбачається створення системи фітомеліоративних насаджень на схилах різної крутизни та в заплавах рік (прируслові та полезахисні поперечні смуги, кольматуючі насадження, смуги навколо водоймищ). Визначальним у процесі створення відповідних захисних насаджень повинен бути водозбірний принцип. Здійснюючи заходи, спрямовані на оптимальне розташування фітомеліоративних насаджень, доцільно брати до уваги особливості рельєфу, ерозійну напруженість території, ерозійну піддатливість ґрунтів, суму та характер опадів, структуру угідь, лісистість, характер розміщення лісів та їх стан у межах елементарного водозбору [9, 14, 18].

Відповідно до залісеності водозбори поділяють на: добре залісені (75–100 % площі вкрито лісовими

насадженнями); відносно залісені (50–75 %); середньозалісені (25–50 %); малозалісені (5–25 %); практично безлісі (менше ніж 5 %). Згідно з прийнятою класифікацією, територія Волинської височини належить до малозалісеної та практично безлісої, що зумовлює нагальність лісогосподарських заходів, спрямованих на істотне збільшення лісистості. На підставі цього тут треба передбачити поступове ослаблення ерозійних процесів шляхом зменшення розораності сільгоспугідь, зменшення площі сільськогосподарських земель і збільшення лісистості агроландшафтів згідно з запропонованою моделлю оптимізації лісистості до 15 % та загальної лісистості з 16,7 до 25 %, що сприятиме збільшенню площі лісових насаджень різноманітного призначення на 112 тис. га в межах Волинської височини і, зокрема, на 65 тис. га у її північно-східній частині. Беручи до уваги, що в регіоні досліджень зосереджено понад 137 тис. га еродованих земель (32,4 тис. га з них дуже і надмірно еродовані), доцільно передбачити їх вилучення у резервний фонд земель, які потребують залісення та залуження. Більшість агроландшафтів північно-східної частини Волинської височини мають лісистість до 3 %, що недостатньо для забезпечення нормального їх функціонування. Доцільно збільшити їх лісистість до 15 % за рахунок еродованих і частково орних земель, що дасть змогу істотно покращити екологічний стан навколишнього середовища та сприятиме послабленню інтенсивності прояву негативних явищ. Такий захід потребує вилучення з сільськогосподарського користування для потреб залісення та залуження 32,4 тис. га дуже та надмірно еродованих сільськогосподарських земель. Водночас під час формування екологічно стабільних ландшафтів доцільно вилучити для цих потреб частину середньеродованих і слабоеродованих земель на площі 39,6 тис. га. Загальна площа земель у межах регіону досліджень, на яких планується здійснити заходи щодо залісення та залуження, за нашими розрахунками, сягає 72 тис. га. Залісення 65 тис. га земель дасть змогу збільшити загальну лісистість до 27 %, а лісистість агроландшафтів підвищити до 15 %. Частину цих земель треба відвести під залуження (близько 7 тис. га), що сприятиме зменшенню показника розораності сільгоспугідь. Для здійснення такого великомасштабного заходу треба залучити чимало коштів і матеріальних ресурсів, що є проблематичним у період економічної скрути, яку переживає наша держава. Тому виконання цього завдання треба здійснювати поступово протягом певного періоду. Наприклад, у період до 2010 р. доцільно здійснити залісення в межах агроугідь на площі 18 тис. га, використовуючи для цих потреб попередньо вилучені з сільськогосподарського користування дуже та надмірно еродовані землі, що дасть змогу збільшити лісистість агроугідь у межах північно-східної частини Волинської височини до 10 %, а загальну лісистість до 19,5 % і сприятиме зменшенню майже на 1 % площі земель, що піддаються ерозійному впливу. У період 2010-2025 рр. пропонується збільшити площу лісових земель на 21,4 тис. га за рахунок створення смугових і масивних лісових насаджень у межах агроландшафтів на площі 7,5 тис. га та розширення площі держлісфонду на 13,9 тис. га з метою регулювання вікової структури деревостанів. Цей захід дасть змогу підвищити лісистість агроландшафтів досліджуваного регіону до 12 %, загальну лі-

систість – до 23,2 % і сприятиме зменшенню площі земель, на яких відбуваються ерозійні процеси, на 4 %. У період заключного етапу розширення площі фітомеліоративних і масивних лісових насаджень досліджуваного регіону до 2040 р. на підставі виконаних розрахунків треба збільшити площу лісів на 24,1 тис. га: відповідно на 10,7 тис. га в агроландшафтах та на 13,4 тис. га в держлісфонді за рахунок заліснення середньота дуже еродованих земель. Збільшення площі лісових земель і зниження показників сільськогосподарської освоєності і розораності сільгоспугідь сприятиме не тільки підвищенню лісистості агроландшафтів до 15 %, загальної лісистості до 27,2 %, а й дасть змогу, відповідно до проведених розрахунків, додатково змен-

шити площу земель, що піддаються ерозії, на 4 % (таблиця). Варто зазначити, що всі лісові насадження в межах Волинської височини виконують різноманітні функції: генетичні, захисні, рекреаційні, сировинні.

Оцінюючи значення конкретного насадження, доцільно визначити його функціональну роль за цими чотирма критеріями і лише після цього визначити пріоритетний напрямок його використання. Для умов Волинської височини, як зазначено вище, пріоритетним напрямком господарського використання є лісо-аграрний тип. Відповідно до встановленого типу, перевага надається розвитку сільського господарства, оскільки для цього тут сформувались оптимальні умови (багаті ґрунти, достатня кількість вологи і тепла тощо).

Табл. 1. Пропоновані етапи збільшення лісистості північно-східної частини Волинської височини

Адміністративний район	Загальна площа, тис. га	Сільськогосподарські угіддя									Лісові насадження								
		1-й етап до 2010 р.			2-й етап до 2025 р.			3-й етап до 2040 р.			1-й етап до 2010 р.			2-й етап до 2025 р.			3-й етап до 2040 р.		
		Всього	Рілля	Всього	Рілля	Всього	Рілля	ДЛФ	Агроугіддя	Всього	Лісистість загальна, %	ДЛФ	Агроугіддя	Всього	Лісистість загальна, %	ДЛФ	Агроугіддя	Всього	Лісистість загальна, %
Гошанський	69,2	51,5	41,0	49,5	39,0	47,9	37,0	2,3	5,5	7,8	11,3	6,3	6,5	12,8	18,5	10,7	8,1	18,8	27,2
Дубнівський	122,6	69,7	53,0	68,3	51,0	66,1	49,0	21,9	7,3	29,2	23,8	22,9	8,7	31,6	25,8	24,9	10,9	35,8	29,2
Здолбунівський	66,1	40,0	33,0	40,0	32,0	39,2	31,0	7,8	4,0	11,8	17,9	10,9	4,8	15,7	23,8	11,9	6,0	17,9	27,0
Млинівський	132,3	93,8	87,0	91,8	85,0	88,8	83,0	8,7	9,8	18,5	14,0	12,7	11,8	24,5	18,5	15,7	14,8	30,5	23,1
Острозький	70,4	41,2	32,0	40,4	31,0	40,0	30,0	13,9	4,4	18,3	26,0	13,9	5,2	19,1	27,1	14,9	5,6	20,5	29,1
Рівненський	123,4	72,6	60,0	71,1	58,0	68,8	56,0	20,5	7,6	28,1	22,8	22,5	9,1	31,6	25,6	24,5	11,4	35,9	29,1
Разом	584,0	368,8	306,0	361,1	296,0	350,8	286,0	75,1	38,6	113,7	19,5	89,2	46,1	135,3	23,2	102,6	56,8	159,4	27,3

Проте лісове господарство тут повинно відігравати важливу роль у зв'язку з тим, що лісові насадження в умовах складного рельєфу височини покликані виконувати особливу фітомеліоративну функцію зі збереження ґрунтів від водної ерозії та формування оптимальних мікрокліматичних і біологічних умов для отримання високих врожаїв різноманітних сільськогосподарських культур. В умовах Волинської височини однією з найважливіших функцій, яку виконують лісові насадження, є захисна, хоча й інші мають теж важливе значення.

Висновки

Таким чином, пріоритетним завданням в умовах досліджуваного регіону повинно бути формування замкнутої системи фітомеліоративних насаджень, що передбачає вилучення з сільськогосподарського користування дуже та надмірно еродованих земель з подальшим їх залісненням і залуженням відповідно до виконаних розрахунків.

Надалі потрібно здійснити такі заходи:

- розчленувати значні безлісі сільськогосподарські території на поля площею не більше ніж 40–65 га, які повинні бути оконтурені лісовими смугами різноманітного призначення (вітроломні, ґрунтозахисні, водорегулювальні), а ширина такого сільськогосподарського поля, розташованого довгим боком перпендикулярно до пануючих вітрів та впоперек схилу, не має перевищувати 400–500 м, що відповідає межах мікрокліматичного впливу захисних лісових смуг в умовах височини;
- у пониженнях на території річкових долин та по берегах річок і невеликих струмків треба створити, відповідно до встановлених нормативів, ув'язану з іншими захисними смугами та масивними лісовими наса-

дженнями систему прируслових, полезахисних поперечних, кольматуючих смуг, при цьому тут варто передбачити створення садів, культурних пасовищ, сінокосів і посадок горіхоплодних чагарників;

- після завершення робіт з формування замкнутої системи фітомеліоративних лісових насаджень, що пов'язано з залісненням і залуженням земель, вилучених з сільськогосподарського користування, доцільно науково обґрунтувати та визначити межі регіонального природного парку в межах Волинської височини, що дасть змогу не тільки зберегти унікальну природу, найважливіші за своїми функціями лісові насадження, високопродуктивні сільськогосподарські угіддя, сприятиме зменшенню інтенсивності прояву негативних процесів, забезпечить збереження природних ресурсів, стабілізує екологічний стан навколишнього середовища, а й відчутно підвищить потенційні можливості розвитку лісового та сільськогосподарського виробництва в межах регіону.

ЛІТЕРАТУРА

- Арманд Д. Л. Наука о ландшафте. – М.: Мысль, 1975. – 288 с.
- Бодров В. А. Полезащитное лесоразведение. – К.: Урожай, 1974. – 134 с.
- Борщевский П. П., Данилишин Б. М. Пути обеспечения экологической и эрозийной безопасности агроландшафтов // Вісник аграрної науки. – 1992. – №1. – С. 76-81.
- Брагинская В. И. Подходы к разработке принципов моделирования, проектирования и оптимизация агроландшафта // Ландшафты Молдавии и их рациональное использование. – Кишинев: Штиинца, 1987. – С. 65-75.
- Генсірук С. А. Ліси України. – К.: Наук. думка, 1992. – 408 с.

6. Генсирук С. А., Бондар В. М. Лісові ресурси України, їх охорона і використання. – К.: Наук. думка, 1973. – 528 с.
7. Генсирук С. А., Нижник М. С., Копій Л. І. Ліси Західного регіону України. – Львів: Атлас, 1998. – 408 с.
8. Горейко В. А. Экологическое обоснование создания лесоаграрных комплексов в степной зоне Украины. – Днепропетровск: Пороги, 2000. – 315 с.
9. Калинин М. И. Методические рекомендации по определению энергетической структуры поверхностного стока на склонах. – М.: ВАСХНИЛ, 1987. – 32 с.
10. Копій Л. І. Теоретичні аспекти збільшення лісистості західного регіону України // Науковий вісник УкрДЛТУ: зб. наук.-техн. праць. – Львів: УкрДЛТУ. – 1996. – Вип. 5. – С. 126-131.
11. Копій Л. І. Основні аспекти регіональної програми збільшення лісистості західного регіону України // Науковий вісник УкрДЛТУ: зб. наук.-техн. праць. – Львів: УкрДЛТУ. – 1999. – Вип. 9.8. – С. 67-72.
12. Копій Л. І. Вплив структури земельних ресурсів західного регіону України на еродованість земель // Науковий вісник УкрДЛТУ: зб. наук.-техн. праць. – Львів: УкрДЛТУ. – 1999. – Вип. 9.12. – С. 74-79.
13. Копій Л. І., Фізик І. В. Оптимізація лісистості в агроландшафтах північно-східної частини Волинської височини. – Львів: Вид-во НТШ, 1999. – 141 с.
14. Кочуров Б. И. Устойчивость антропогенных ландшафтов и их оптимизация // Природопользование и охрана ландшафтов. – М.: МФГО, 1981. – С. 21-23.
15. Мельник А. С. К вопросу необходимой лесистости в условиях Западной Лесостепи // Лесное хозяйство, лесная, бумажная и деревообрабатывающая промышленность. – К.: Будівельник. – 1975. – С. 45-51.
16. Новаковский Л. Я., Добряк Д. С., Сизоненко А. И. Противоэрозионная организация территории. – К.: Наук. думка, 1990. – 125 с.
17. Пилипенко О. І. Оптимізація зональних, лісоаграрних екологічних систем // Лісовий журн. – 1994. – № 4. – С. 21-24.
18. Родоман Б. Б. Поляризация ландшафта как средство сохранения биосферы и рекреационных ресурсов // Ресурсы, среда, расселение. – М.: Наука. – 1974. – С. 150-162.
19. Соловій І. П. Формування оптимальної лісистості створенням лісових культур в агроландшафтах Західного Лісостепу: Атореф. дис....канд. с.-г. наук: 06.03.01. – Львів, 1992. – 18 с.
20. Харитонов Г. А. Водорегулирующая и противоэрозионная роль леса в условиях Лесостепи. – М.: Гослесбумиздат, 1963. – 255 с.
21. Forestry policies in Europe // FAO Forestry Paper. – 1988. – nr. 87. – S. 51-67.
22. Kwiecien R. Zalesnienie w krajach europejskich // Prace instytutu badawczego lesnictwa. – Warszawa: IBL, 1996. – № 27. – S. 115-123.
23. Gensirouk S., Kopyi L., Gorosko M. Perspektywe of ecological optimization of agricultural landscapes in Western region of Ukraine // Ekological management of landscape. – Warszawa, 1980. – P. 88-90.
24. Plotkowski L. Głowne przyczyny zmniejszania sie powierzchni lasow swiata // Postepy techniki w lesnictwie. – Warszawa: Swiat, 1994. – Nr. 55. – S. 7-13.
25. Smykala J. Zmiany lesistosci kraju po II wojnie swiatowej // Postepy techniki w lesnictwie. – Warszawa: Swiat, 1994. – Nr. 55. – S. 14-20.
26. Jakubowski G. Lesistosc a problemy ochrony srodowiska // Postepy techniki w lesnictwie. – Warszawa: Swiat, 1994. – Nr. 55. – S. 65-71.

L. I. Kopyi, I. V. Fizuk

PRINCIPLES OF FORMATION OPTIMAL FORESTS IN HILL LANDSCAPES OF VOLUN HIGH

We analyse causes of destroying forests and result of bad anthropology influence on land structure in condition of Volun high. We substantiate directions decreasing bad influence on ecological situation in environment this region. Calculated parametres of prominent forestry increasing in North-East part of Volun high.

УДК 630*228.81:630*9

В. В. ЛАВНИЙ¹, М. В. ЗАЯЦЬ²**ПРАЛІСИ ЗАКАРПАТТЯ – СВІТОВА ЦІННІСТЬ,
ЯКА ПОТРЕБУЄ ДЕРЖАВНОЇ ОХОРОНИ**

Обґрунтовано важливе суспільне значення пралісів Закарпаття. Букові праліси України і Словаччини занесено до списку Світової природної спадщини ЮНЕСКО. Також проаналізовано можливі загрози для збереження пралісів Українських Карпат, законодавчу базу України щодо їх охорони та наведено рекомендації щодо забезпечення охорони пралісових екосистем.

Упродовж десятиріч лісівники, охоронці природи, ботаніки та інші фахівці все більше уваги приділяють пралісам Закарпаття. Вперше звернув на них увагу і всебічно вивчив ще у 1930-х роках відомий чеський лісівник і ботанік Алоїз Златнік [9-12]. Він заклав низку стаціонарних пробних площ в букових, яворово-букових, ялицево-букових, смерекових і змішаних смереково-ялицево-букових пралісах на території теперішніх Великоберезнянського, Тячівського і Рахівського районів Закарпатської області та обґрунтував доцільність створення на їх базі мережі ботанічних резерватів.

У тих же роках з'явилася і стаття швейцарського лісівника Конрада Рота [8]. Але більш відомими в Європі вони стали лише завдяки екскурсії лісівників і науковців з Швейцарії, Австрії та Ліхтенштейну у праліси Східних Карпат у червні 1994 р. [5]. Тоді учасники були вражені, що у наш час в Центрі Європи ще збереглися праліси на досить значній площі. Тодішній директор Швейцарського федерального інституту досліджень лісу, снігу та ландшафтів проф. Маріо Броджі запропонував співпрацю колегам з Карпатського біосферного заповідника під керівництвом професора Федора Гамора. Цей заповідник Рада Європи у 1997 і 2002 рр. нагородила Європейським дипломом за значні досягнення у справі охорони природи.

За підтримки Швейцарського федерального інституту досліджень лісу, снігу та ландшафтів, у букових пралісах Карпатського біосферного заповідника було здійснено фундаментальні наукові дослідження та проведено Міжнародну наукову конференцію "Природні ліси помірної зони Європи – цінності та використання" (Мукачево, 2003), участь у якій узяли представники 26 країн [2, 3, 6, 7]. Крім цього, було видано українською та німецькою мовами популярну книгу "Праліси в центрі Європи. Путівник по лісах Карпатського біосферного заповідника" [1, 4]. Завдяки зусиллям науковців Карпатського біосферного заповідника, Ужанського національного природного парку та Зволєнського технічного університету зі Словаччини у червні 2007 р. в Новій Зеландії було одногосло-

принято рішення про внесення українсько-словацької номінації "Букові праліси Карпат" до переліку об'єктів Світової природної спадщини ЮНЕСКО. Згідно з нею, букові праліси займають площу 77971,6 га, складаються з десяти масивів і простягаються на 185 кілометрів від Чорногірського гірського масиву вздовж Полонинського хребта на захід до словацьких гір Буковске Верхи та Вігорлат. Шість масивів розташовані в Закарпатті – це Чорногірський, Мармороський, Кузій-Трибушанський, Свидовецький, Угольсько-Широколужанський та Ужоцько-Стужицький масиви, загальна площа яких становить 58386,8 га. Найбільшим і найвеличнішим з букових пралісів у всій Європі є Угольсько-Широколужанський праліс, що займає площу 8800 га [1].

Карпатські букові праліси – перший природний об'єкт України, що потрапив до списку Світової природної спадщини ЮНЕСКО, який налічує 191 об'єкт.

У чому ж цінність пралісів? Вони слугують еталоном біологічної стійкості і продуктивності деревостанів, носієм цінної генетичної інформації, найповніше виконують захисну, гідрологічну та кліматорегуляторну функції і є природною моделлю для сталого ведення лісового господарства. Для пралісів характерний високий рівень автентичності та цілісності, вони є надзвичайно важливими для збереження біорізноманіття (рис. 1, 2). Праліси є місцем існування багатьох ендемічних, рідкісних і зникаючих видів флори та фауни. Крім цього, вони мають надзвичайно важливе естетичне і рекреаційне значення.

Праліси для лісівників – це своєрідна лабораторія під відкритим небом. Саме там можна вивчати закономірності перебігу природних процесів розвитку деревостанів, їх динаміку та структурні особливості. Врахування цих аспектів допомагає виробникам уникати значних помилок під час ведення лісового господарства.

Провідні лісівники з Німеччини і Швейцарії під час огляду і ознайомлення з пралісами Українських Карпат отримують натхнення і стимул до ведення наближеного до природного лісівництва у своїх лісниц-

¹ **Василь Володимирович ЛАВНИЙ** – член-кореспондент Лісівничої академії наук України, кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри лісівництва, Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів. Тел.: +038097-9002297. E-mail: lavnyu@mail.lviv.ua

² **Марина Василівна ЗАЯЦЬ** – спеціаліст з лісовідновлення, Ужанський Національний природний парк, м. Великий Березний Закарпатської обл., аспірант Національного лісотехнічного університету України.

твах чи лісгоспах. Вони також привозять з собою студентів та практикантів, щоб ті вивчали цей скарб природи. Наближене до природного лісівництво дає змогу виробничникам цих країн досягати значних економічних прибутків за мінімальних затрат на лісогосподарські заходи.



Рис. 1. Змішаний праліс у Мармороському масиві Карпатського біосферного заповідника



Рис. 2. Буковий праліс в Угольському природоохоронному науково-дослідному відділенні (ПНДВ) Карпатського біосферного заповідника

Важливу роль у розвитку пралісів відіграють вітровали і буреломи. Тут вони мають перманентний прояв (рис. 3) і забезпечують різновіковість та східцеву структуру вертикальної будови деревостанів. Про частий прояв вітровалів дерев свідчить горбкувата поверхня ґрунту у пралісах. Переважно вітер вивертає чи ламає лише окремі дерева, але інколи трапляються су-

цільні вітровали на площі 1-2 га, як це було в Угольському масиві після урагану 23 березня 2007 р.



Рис. 3. Вітровал окремих дерев створює екологічні ніші для появи і зростання підросту (Угольське ПНДВ Карпатського біосферного заповідника)

У пралісах Українських Карпат відбувається добре природне поновлення різних деревних порід, а це забезпечує формування переважно різновікових деревостанів (рис. 4).

У сучасних ринкових умовах для пралісів Українських Карпат існує чимало можливих загроз – будівництво туристичних центрів і автомобільних доріг поблизу пралісів, пошкодження деревостанів внаслідок забруднення атмосферного повітря, зміна клімату можуть спричинити значне поширення шкідників або хвороб лісу (особливо реальна загроза масового поширення короїдів), зростає небезпека лісових пожеж, надмірне рекреаційне навантаження і випас овець можуть зумовити дигресію пралісових екосистем і призвести до зменшення видової різноманітності флори та фауни.



Рис. 4. Підріст бука під наметом материнського деревостану (Угольське ПНДВ Карпатського біосферного заповідника)

Ключову роль у покращенні екологічної та соціальної ситуації в Українських Карпатах і в охороні пралісів повинна відігравати державна політика. Певні кроки у цьому напрямку вже робляться. Так, 22.05.2003 р. у м. Києві представники урядів України, Румунії, Словаччини, Сербії і Чорногорії, Чехії, Поль-

щі та Угорщини підписали Рамкову конвенцію про охорону та сталий розвиток Карпат. Вона визнає, що Карпати є унікальним природним скарбом, важливим центром видового біорізноманіття, головним водозбором великих річок, середовищем існування та притулком для багатьох видів рослин і тварин, які перебувають під загрозою зникнення та найбільшою у Європі територією з незайманими лісами. Ця Конвенція передбачає основні засади сталого розвитку цього регіону.

Законодавчою базою для охорони пралісів України є і стаття 85 Лісового кодексу України, новою редакцією якого було затверджено Верховною Радою України 08.02.2006 р., а також закон "Про охорону навколишнього природного середовища" від 1991 р., де наголошено, що території та об'єкти природно-заповідного фонду України підлягають особливій державній охороні.

Варто враховувати і вимоги Бернської конвенції та Севільської стратегії ЮНЕСКО щодо біосферних резерватів, резолюції Міністерських конференцій щодо захисту лісів у Європі (Страсбург 1990, Гельсінкі 1993, Лісабон 1998, Відень 2003, Варшава 2007), особливо Н₁ і Н₂ – резолюції щодо охорони лісів і збереження біорізноманіття в Європі. На останній конференції, що відбулася у Варшаві 5-7 листопада 2007 р., наголошено на посиленні ролі лісів у пом'якшенні змін клімату, а також захисті якості та кількості водних ресурсів.

Збереження пралісів Українських Карпат є конкретним внеском України у виконання Всесвітової стратегії збереження біологічного та ландшафтного різноманіття (Софія, 23-25 жовтня 1995 р.), зокрема пункту 9.1 "Виділення територій, що забезпечують збереження усіх видів лісів у Європі, і встановлення конкретних пріоритетів відносно природоохоронних зусиль, спрямованих на забезпечення 100 %-вої охорони пралісів, які залишилися..." і пункту 9.2 "Збереження районів існування видів, що потребують великих незайманих лісових екосистем...".

У природоохоронному менеджменті пралісових екосистем необхідно враховувати і Гельсінську резолюцію (Н1) Міністерської конференції щодо захисту лісів Європи 1993 р., яка містить шість критеріїв ведення сталого лісового господарства:

- збереження і покращення стану лісових ресурсів та їх внесок до глобального кругообігу вуглецю;
- збереження здорового стану і вітальності лісових екосистем;
- збереження і підвищення продуктивних функцій лісів (деревна і недеревна продукція);
- збереження і покращення біологічної різноманітності в лісових екосистемах;
- збереження і покращення захисних функцій лісів (особливо щодо ґрунту і води);
- збереження інших соціально-економічних функцій лісів.

Праліси відіграють надзвичайно важливу роль для збереження біорізноманітності і це варто враховувати під час розроблення Національної стратегії збереження біорізноманіття в Україні.

Здійснюючи природоохоронний менеджмент пралісових екосистем в Українських Карпатах і вибираючи ефективну тактику стосунків з місцевим населенням, потрібно враховувати принципи мотивації поведінки людей, зокрема метод їх інформування та пере-

конування. При цьому варто формувати у них усвідомлення єдності людини і природи, розуміння сучасних екологічних і природоохоронних проблем, важливості пралісів та особистої відповідальності кожного громадянина за їх стан.

Невід'ємним складником діяльності у царині охорони та збереження пралісів має бути освітньо-виховна робота серед місцевого населення і туристів. Її слід спрямовувати на популяризацію знань про значення та природу пралісів і на підвищення екологічної освіченості та свідомості громадян. Напрямки і форми такої діяльності такі:

- звідомлення населення про роль, будову і поширення пралісів;
- доведення до його відома нормативно-правових документів щодо охорони пралісів;
- підготовка і розповсюдження друкованої продукції з цієї тематики;
- організація круглих столів, семінарів, виставок, інформування через засоби масової інформації та ін.

У майбутньому буде зростати вплив місцевих громадських організацій на підвищення рівня екологічної свідомості населення, а отже, посилюватиметься громадський контроль за рівнем ведення лісового господарства і природоохоронної роботи. Тому працівники Карпатського біосферного заповідника та інших природоохоронних установ значну увагу повинні приділяти інформуванню місцевого населення про напрямки, результати і соціальну спрямованість своєї роботи.

Варто також використати досвід ЄС щодо охорони пралісів. Спостерігається значна зацікавленість зарубіжних науковців щодо спільного вивчення українських пралісів. Збільшення потоку туристів і науковців сприяє усвідомленню цінності пралісів місцевими чиновниками, а отже, і їх охороні.

Праліси повинні стати осердям національної та європейської екомережі. Її формування має здійснюватися з дотриманням міжнародних вимог і Закону України "Про екологічну мережу України" від 2004 р.

У сучасних умовах антропогенного навантаження на ліси і глобальних змін клімату важливо зберегти праліси як осередки незайманої природи. Тому актуальним завданням є розроблення концептуальних засад щодо збереження пралісів. Для забезпечення охорони пралісових екосистем, на нашу думку, треба вжити низку заходів на регіональному, державному і міжнародному рівнях, зокрема:

- сформувати повідільну базу лісовпорядкувальних матеріалів про наявні праліси та здійснити їх аналіз;
- створити ГІС-карту поширення і меж пралісів;
- розробити національну програму збереження біорізноманіття України;
- підвищити заробітну плату працівникам Карпатського біосферного заповідника та інших природоохоронних установ, забезпечити їх спецодягом, транспортом та іншим обладнанням;
- покращити еколого-освітню діяльність серед місцевого населення – виступи у засобах масової інформації (радіо, телебачення), публікації в районних, обласних і центральних газетах, створення науково-популярних фільмів про праліси та ін.;
- налагодити тісну співпрацю з місцевими органами влади, громадськими і політичними організаціями для покращення менеджменту можливих конфліктів інтересів;

- поглибити просвітницьку діяльність з учнівською та студентською молоддю – виступи з лекціями і бесідами у школах та інших навчальних закладах, організації екскурсій у праліси та екологічних гуртків. Це допоможе сформувати відповідальне ставлення молоді до природоохоронних територій. Крім цього, діти можуть позитивно впливати і на екологічну свідомість своїх батьків;
- підняти на якісно новий рівень розвиток наукових досліджень і постійний моніторинг у пралісах з метою виявлення динамічних тенденцій у лісових екосистемах та впливу змін клімату на ріст і розвиток пралісів, зокрема – з допомогою міжнародних грантів та науково-дослідних проектів з метою використання отриманих даних у практичному лісівництві і навчальному процесі;
- налагодити обмін спеціалістами між природоохоронними та науковими установами як в Україні, так і за кордоном;
- для ознайомлення громадськості з найцікавішими в природоохоронному, естетичному і науковому аспектах ділянками пралісів організувати у них еколого-пізнавальні стежки. Тут можна проводити загальнопізнавальні і тематичні екскурсії – лісівничі, ботанічні, зоологічні, краєзнавчі тощо. Найцінніші ділянки пралісів повинні бути закриті для доступу відвідувачів, крім науковців та працівників природоохоронних установ;
- вдосконалити існуючу нормативно-законодавчу базу України щодо охорони пралісових екосистем;
- не допустити будівництва густої мережі автомобільних доріг і туристичних центрів поблизу наявних пралісів;
- подати заявку в ЄС на внесення пралісів Українських Карпат до пан-європейської екологічної мережі та мережі Натура-2000.

Звичайно, що все це неможливо зробити одночасно, тому слід визначитись із пріоритетами. Надійна охорона і захист пралісів потрібні, передусім, Україні. Усім нам треба піклуватись про те, щоби зберегти праліси для майбутніх поколінь.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бренділі У.-Б., Довганич Я. (Ред.). Праліси в Центрі Європи. Путівник по лісах Карпатського біосферного заповідника. – Бірменсдорф: Швейцарський федеральний ін-т досліджень лісу, снігу і ландшафтів (WSL). – Рахів: Карпатський біосферний заповідник (КБЗ), 2003. – 192 с.
2. Шпарик Ю.С. Мінливість структури букового пралісу Українських Карпат// Наук. вісник НАУ: Лісівництво. – К.: вид-во НАУ. – 2001. – Вип. 39. – С. 268-277.

3. Шпарик Ю.С. Структура букових пралісів Українських Карпат на основних стадіях їх сукцесії// Лісове госп-во, лісова і деревообр. пром-сть. – 2006. – Вип. 31. – С. 144-150.

4. Brändli U.-B., Dowhanysch, J. (red.) Urwälder im Zentrum Europas. Ein Naturführer durch das Karpaten-Biosphären-reservat in der Ukraine. – Birmensdorf, Eidgenössische Forschungsanstalt WSL; Rachiw, Karpaten-Biosphären-reservat. Bern, Stuttgart, Wien, Haupt Verlag, 2003. – 192 S.

5. Broggi M., Buffi R. Eindrücke von einer Reise in Buchen-Urwälder der Ostkarpaten (Polen und Ukraine)// Schweiz. Z. Forstwes. – 1995. – № 3. – S. 207-216.

6. Commarmot B., Hamor F. D. Natural Forests in the Temperate Zone of Europe – Values and Utilisation. – Birmensdorf: WSL, 2005. – 485 pp.

7. Parpan V., Shparyk Y., Parpan T. Virgin and natural forest in Ukraine: state, diversity and protection/ Proc. of Int. Conf. "Natural forest in the temperate Zone of Europe – Values and Utilisation" (Mukachevo, Ukraine, 2003). – Birmensdorf, WSL, 2005. – P. 21-29.

8. Roth C. Beobachtungen und Aufnahmen in Buchen-Urwäldern der Wald-Karpathen// Schweiz. Z. Forstwes. – 1932. – Jg. 83. – Nr. 1. – S. 1-13.

9. Zlatnik A. Studie o státních lesích na Podkarpatské Rusi. Díl první. Příspěvky k dějinám státních lesů a lesnictví na Podkarpatské Rusi// Sborník Výzk. Úst. Zeměděl. – Praha, 1934. – 109 S.

10. Zlatnik A. Lužanský prales" na Podkarpatské Rusi, největší československá pralesová rezervace// Krása Domova, 1936. – Bd. 28. – S. 110-118.

11. Zlatnik A. Lesní rezervace// Čsl. matice lesnická, 1938. – Bd. 23. – S. 118-125.

12. Zlatnik A. Prozkum přírodních lesů na Podkarpatské Rusi. Díl první: Vegetace a stanoviště rezervace Stužica, Javorník a Pop Ivan// Sborník Výzk. Úst. Zeměděl. Praha, 1938. – 644 S.

V. V. Lavnyy, M. V. Sayats

VIRGIN FORESTS OF TRANSCARPATHIANS – GLOBAL VALUE THAT NEEDS PUBLIC PROTECTION

This article substantiates the social importance of virgin Transcarpathian forests. The primeval beech forests of Slovakia and Ukraine are included in the World Nature Heritage List. Also it analyses possible threat for preservation of the Ukrainian Carpathians virgin forests, the legislative base of Ukraine in this field and gives recommendations for primeval forest ecosystems protection.

УДК 528.9:911.01

П. Р. ТРЕТЯК¹, М. В. ЧЕРНЯВСЬКИЙ², М. Б. ШПІЛЬЧАК³**ЗАПОВІДНИК "ГОРГАНИ" В СИСТЕМІ ЕКОЛОГІЧНОЇ МЕРЕЖІ
ІВАНО-ФРАНКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Розглянуто реальні можливості побудови цінного для Карпатського регіону екологічного коридору у басейні річки Бистриці Надвірнянської. З'ясовано, що його центральним ядром слугуватимуть природні комплекси Природного заповідника "Горгани", а допоміжними ядрами – інші цінні заповідні об'єкти. Цей екологічний коридор забезпечить обмін генетичним матеріалом природні комплекси Північного макросхилу Карпат, Передкарпаття та Рогатинського Опілля.

Вступ

У 1992 р. Конференція ООН з навколишнього середовища і розвитку в Ріо-де-Жанейро прийняла Конвенцію про біорізноманіття, як основу еволюції і функціонування систем біосфери і сталого забезпечення потреб населення Землі. Нею проголошено збереження не окремих ланок природи, а всіх систем біосфери в глобальному масштабі. У цьому ж році Рада Європи прийняла Конвенцію Європейської Екомережі (European Ecological Network) як ідею загальноєвропейської системи охорони природної спадщини Європи. Ідею Європейської екомережі, або "ЕЕСОНЕТ" (European Ecological Network – Європейська екологічна мережа) вперше було запропоновано колективом голландських дослідників у 1993 р. на конференції в Маастріхті, вона органічно увійшла у Всеєвропейську стратегію збереження біотичного і ландшафтного різноманіття, схвалену Конференцією міністрів охорони навколишнього середовища 55 європейських країн в Софії в жовтні 1995 р. До цих країн належить і Україна.

У процесі створення Всеєвропейської екологічної мережі вирішуватимуться такі завдання:

- збереження всього комплексу екосистем, середовищ існування видів і їх генетичного різноманіття, а також ландшафтів європейського значення;
- забезпечення належної "просторовості" природних середовищ для збереження видів;
- створення умов для розселення і міграції видів;
- забезпечення відновлення компонентів ключових екосистем, які зазнали руйнування;
- захист систем від потенційних негативних чинників.

В Україні цим питанням надають особливого значення, що відображено, зокрема, у концепції збереження біологічної різноманітності України (№ 439 від 12 травня 1997 р.) та інших правових актах природоохоронного спрямування [1-3, 5].

Виникнення ідеї створення національної та Всеєвропейської екологічних мереж було зумовлене пот-

ребом вийти за вузькі межі заповідних територій та забезпечити збереження природного середовища і ландшафтів на усьому просторі та за умов будь-якої діяльності людини. Формування екологічної мережі означає перехід до побудови складної, багатофункціональної системи, яка б у найширшому територіальному вимірі забезпечувала вирішення проблем охорони біорізноманіття [1].

Особливе значення у справі побудови екомережі на Європейському та національному рівнях має "Рамкова конвенція про охорону та сталий розвиток Карпат (Карпатська конвенція)", прийнята у травні 2003 р. Крім України, конвенцію підписали Польща, Румунія, Сербія та Чорногорія, Словаччина, Угорщина та Чехія [6]. У Карпатській конвенції розроблено стратегію, що визначає основні напрями і шляхи виконання її програмних завдань, серед яких головне – зберегти та відновити унікальні природні комплекси Карпат, котрі мають природоохоронне, естетичне, наукове, освітнє та оздоровче значення.

Стратегія передбачає організацію скоординованої діяльності сторін Карпатської конвенції та формування збалансованої екологічної політики і розроблення програм просторового планування, спрямованих на охорону та сталий розвиток Карпат. Зокрема, буде сформовано Карпатську екомережу в рамках національної екомережі як частину Всеєвропейської екомережі. Розроблятимуться заходи щодо біо- та екобезпеки Карпат, екологічно збалансованого та інтегрованого управління водними, лісовими та земельними ресурсами.

На першому етапі реалізації Стратегії розвитку карпатського регіону (2007-2012 рр.) запроваджуватиметься екологічно збалансований підхід до збереження і невиснажливого використання біологічного та ландшафтного різноманіття регіону. Вдосконалюватиметься управління земельними, водними ресурсами, річковими басейнами, сільським та лісовим господарством, транспортом, туризмом та плануванням інфра-

¹ Платон Романович ТРЕТЯК – віце-президент ЛАН України, доктор біологічних наук, професор, Державний природознавчий музей НАН України, завідувач відділу. Україна, м. Львів. Тел.: (+380322) 72-89-17. E-mail: platon.tretyak@gmail.com.

² Микола Васильович ЧЕРНЯВСЬКИЙ – член-кореспондент ЛАН України, канд. с-г. наук, доцент, Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів. E-mail: tschern@mail.lviv.ua

³ Мирон Богданович ШПІЛЬЧАК – канд. сільськогосподарських наук, природний заповідник "Горгани", заступник директора. Україна. E-mail: gorgany@nadvima.com.ua

структури. Поліпшиться правове забезпечення використання біорізноманіття з метою приведення його у відповідність до міжнародних вимог.

На другому етапі (2013-2020 pp.) буде забезпечено державний і громадський контроль за виконанням вимог Карпатської конвенції. Впроваджуватиметься механізм управління карпатською екомережею та її компонентами.

Мінприроди України разом із зацікавленими центральними органами виконавчої влади має розробити та подати Урядові узгоджений план заходів щодо реалізації Стратегії. За здійсненням заходів Стратегії здійснюватиметься постійний моніторинг і контроль.

Реалізація Стратегії дасть змогу уникнути безповоротної втрати частини біо- та ландшафтного різноманіття. Це забезпечить підтримку екологічної рівноваги на території Карпат, впровадить у практику господарювання елементи екологічно безпечного збалансованого використання природних ресурсів.

Україна все ще перебуває на першій стадії формування національної екомережі. Вона є єдиною державою на всьому пострадянському просторі, а можливо і в Європі, яка має законодавчу базу для створення екомережі [2, 3, 7]. Вже розроблені деякі наукові та методологічні основи створення екомережі та перспективні плани різного ступеня її деталізації. Проте досі ще відсутній повний перспективний перелік конкретних територій екомережі, її структури і чи не найголовніше, – правове забезпечення організації та функціонування її структурних елементів.

1. Екомережа Івано-Франківської області

Івано-Франківська область, як прикордонна, відіграє ключову роль для інтеграції національної екомережі до Всесвітової екомережі через створення міждержавних природоохоронних територій.

Табл. 1. Мережа природно-заповідних територій та об'єктів Івано-Франківської області (станом на 1.01.2003 р.)

Категорії заповідних об'єктів	Кількість	Площа, га
Природний заповідник "Торгани"	1	5 344,2
Національні природні парки:		
– "Карпатський"	2	50 300,0
– "Гуцульщина"		32 274,0
Регіональні ландшафтні парки	4	46 602,0
Заказники	51	44 990,8
Пам'ятки природи, зокрема:		
– загальнодержавного значення	181	1 251,7
– місцевого значення	13	431,3
Дендрологічні парки, зокрема:		
– загальнодержавного значення	168	820,3
– місцевого значення	5	149,1
Парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва, зокрема:		
– загальнодержавного значення	3	142,0
– місцевого значення	2	7,1
Парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва, зокрема:		
– загальнодержавного значення	8	84,8
– місцевого значення	1	7,0
Заповідні урочища	7	77,8
Заповідні урочища	186	5 544,6
Разом	437	186541,2

Проблема формування регіональної екологічної мережі та оптимізації ландшафтів для Івано-Франківської області особливо актуальна, оскільки внаслідок антропогенного впливу значно порушено генетична цілісність, висотна диференціація і структурно-функціональна організація природних ландшафтів, які

функціонували раніше як саморегульовані системи з високим порогом стійкості. Природними і напівприродними угрупованнями (ліси, сіножаті, пасовища, водно-болотні угіддя) в області зайнято в середньому 63 % території. Однак у рівнинних ландшафтах цей показник значно нижчий – 20-35 %, у передгірських – 35-40 %. Екологічну небезпеку становить зменшення лісистості території у гірських ландшафтах до 50-60 %, у передгірських – до 30-45 %, у рівнинних – до 8-17 %. Унаслідок інтенсивного використання лісів змінився ценотичний склад лісових екосистем, збільшились у 2,5 рази площі похідних смеречників через зменшення площ ялищевих, букових і дубових лісів. Порушено вікову структуру деревостанів – переважають молодняки і середньовікові насадження (81 %).

В Івано-Франківській області нараховується 464 об'єкти природно-заповідного фонду загальною площею близько 195,9 тис. га, з них загальнодержавного значення – 30 об'єктів загальною площею 108,7 тис. га, місцевого значення – 434 об'єкти площею 87,2 тис. га. Природно-заповідні об'єкти займають 14 % території області, це другий показник в Україні. Розподіл мережі природно-заповідних територій та об'єктів Івано-Франківської області станом на 2003 р., за Приходьком, 2004 [8], наводимо у табл. 1.

Проте наявна в області мережа природно-заповідних територій – це лише певна частина наявного біологічного і ландшафтного різноманіття на різних рівнях системно-структурної організації і не охоплює належно всі типи ландшафтів, не формує цілісної системи – екологічного каркасу, який забезпечує стійкість ландшафтних систем, збереження біологічного і ландшафтного різноманіття [8] (табл. 2).

Табл. 2. Розподіл природно-заповідних територій та об'єктів Івано-Франківської області (станом на 1.01.2003 р.)

Фізико-географічні області (підобласті)	Природно-заповідні території та об'єкти			
	кількість, шт.	% від загальної кількості	площа	
			га	відносна, %
Рівнинні ландшафти				
Рогатинське Опілля	14	3,2	8595,7	4,6
Прут- Дністерська	79	18,1	20129,5	10,8
Разом	93	21,3	28725,2	15,4
Передгірські ландшафти				
Передкарпаття	84	19,3	19418,7	10,4
Гірські ландшафти				
Скибові Карпати	207	47,4	65 496,7	35,1
Покутсько- Буковинська	1	0,2	50000,0	26,8
Вододільно- Верховинська	36	8,2	13824,9	7,4
Полонинсько- Чорногірська	15	3,4	1832,7	1
Рахівсько- Чивчинська	1	0,2	7243,0	3,9
Разом	260	59,4	138397,3	74,2
Загалом в області	437	100	186541,2	100

Загалом така мережа об'єктів та територій природно-заповідного фонду є за ландшафтною та ценотичною репрезентативністю, категоріальною та територі-

альною структурою, чи не найкращою в Українських Карпатах та й у західних областях України [9-12]. Проте існуючі диспропорції у територіальній структурі зобов'язують до розбудови екомережі, насамперед, у тих фізико-географічних областях, де відносна площа заповідних територій є найнижчою.

На Івано-Франківщині регіональну екологічну мережу на території області створюють згідно з "Програмою формування регіональної екологічної мережі в Івано-Франківській області на 2001-2010 рр." Метою програми є формування цілісної системи, яка б забезпечувала збереження біологічного і ландшафтного різноманіття природних екосистем, видів і популяцій рослин і тварин та середовищ їхнього існування, а також природних шляхів їхнього поширення і міграції. Її основою є наведені вище об'єкти та території природно-заповідних територій – це лише певна частина біологічного і ландшафтного різноманіття на різних рівнях системно-структурної організації, вона не охоплює охороною всі типи ландшафтів, не формує цілісної системи – екологічного каркасу, який забезпечує стійкість ландшафтних систем, збереження біологічного і ландшафтного різноманіття (див. табл. 2). Екологічна мережа потребує виділення та правового забезпечення функціонування інших структурних елементів екомережі – сполучних коридорів, буферних зон та відновних територій.

Чи не найціннішою частиною екомережі є її природні заповідники. В Івано-Франківській області – це **Природний заповідник "Горгани"**. Його створено 12 вересня 1996 р. Загальна площа 5344 га. Крім цього, навколишня охоронна зона займає площу 3852,8 га.

Природний заповідник "Горгани" охоплює природні комплекси в межах висоти 740-1756 м н.р.м. Це пояси широколистяних лісів, хвойних лісів, і субальпійського криволісся, що, відповідно, розміщені у трьох кліматичних зонах – прохолодній, помірно-холодній і холодній. Лісова рослинність займає 86,5 % загальної площі заповідника, а природні деревостани представлені 67,5 % його площі. Унікальність природних комплексів зумовлена тим, що велика частина території збережена в незайманому стані [13].

Горгани займають центральну частину Українських Карпат і важкодоступні через дуже круті схили і кам'янисті розсипи. Заповідник охоплює схили гір від 710 м. н.р.м. аж до хребтів: Довбушанка (1754,6 м н.р.м.), Медвежик (1736 м), Полєнський (1693,6 м), Пікун (1651 м), Козі Горган (1616), Скалки Верхні (1596,8 м), Скалки Нижні (1300 м н.р.м.). Для них характерні круті асиметричні схили й гострі гребені гір; на вершинах – кам'яні осипища (місцева назва "горгани").

Четвертинні, неогенові, палеогенові та верхньокрейдяні відклади становлять геологічну, а алювіально-делювіальні суглинки, глини, супіски – літологічну будову Горган. Гірська частина заповідника складена карпатським флішем з конгломератів, пісковиків, глинистих і мергелевих сланців крейдового і четвертинних періодів.

Рельєф території заповідника відрізняється значною крутизною кам'янистих схилів різної експозиції, важкодоступними вершинами. Всі горганські хребти мають круті північно-східні і пологі південно-західні схили.

Грунтоутворення відбувається здебільшого за буроземним типом, як наслідок, утворюються бурі гірсько-лісові ґрунти (буроземи – Braunerde). Ґрунтовий покрив представлений 8 типами ґрунтів і 68 їх різновидами. Переважають опідзолені і неопідзолені бурі гірсько-лісові ґрунти. Менш поширені гірсько-лучні, гірсько-підзолисті, дернові і дерново-буроземні ґрунти.

Головні водні артерії – Бистриця Надвірнянська, Довжинець, Зелениця, Джурджинець та близько 30 малих струмків. Струмки короткі, але щільність гідрографічної мережі порівняно велика (0,2 км/км – 1,5 км/км). Русла річок і струмків кам'янисті, вкриті галькою і валунами. Швидкість течії 1-2 м/с, під час повені збільшується. Води прісні, слабо мінералізовані, переважно карбонатно-кальцієві.

Потоки і річки населяють безхребетні тварини – гіллястовуси (Cladocera), веслоноги (Copepoda), циклопоїди (Cyclopoida), бокоплавці (Amphipoda), личинки одноденок (Ephemeroptera), волохокрильців (Trichoptera), які входять до раціону 12 видів риб, серед котрих поширені голянь (Phoxinus phoxinus), форель струмкова (Salmo t. trutta m. fario), хариус (Thymallus thymallus). Амфібій у заповіднику 9 видів. Озерця, калюжі – оселища кумки жовточеревої (Bombina variegata), карпатського (Triturus montandoni) і альпійського тритонів (Triturus alpestris), трапляється також реліктова саламандра плямиста (Salamandra salamandra). На берегах потоків і річок типові щур водяний (Arvicola amphibius), рясоніжка мала (Neomys anomalus milleni), водяна полівка мала (Arvicola sherman), видра річкова (Lutra lutra).

На нижніх терасах вздовж русел річок і потічків фрагментарно трапляються фітоценози вільхи сірої (Alnus incana), у трав'яному покриві – Petasites albus, Filipendula ulmaria, Equisetum palustre, Caltha palustris, Cardamine impatiens.

Найбільші масиви заповідника займають ліси з переважанням смереки (*Picea abies* (L.) Karst. – 89,1 %, потім сосни гірської (*Pinus mughus* Scop.) – 7,3 %, сосни кедрової європейської (*Pinus cembra* L.) – 1,8 %, ялиці білої (*Abies alba* Mill), бука лісового (*Fagus sylvatica* L.) і інших порід – 1,8 % покритої лісом площі [2, 5].

У заповіднику відзначено ліси чітко чергуються за висотними позначками, залежно від кліматичних і ґрунтово-гідрологічних умов. Сіровільхові деревостани трапляються на нижніх терасах уздовж р. Бистриці Надвірнянської і її притоки Джурджинець, смереково-букові і смереково-ялицево-букові за участю явора (*Acer pseudoplatanus* L.) домінують до висоти 980-990 м н.р.м. Буково-ялицево-смерекові ліси переважають у межах 990-1250 м н.р.м., чисті смерекові – у високогір'ї (до 1500 м н.р.м.). Кедрово-смерекові ліси формуються на південних експозиціях в урочищах "Садки" і "Новобудова", починаючи з висоти 965 м і доходять на південно-західному схилі р. Довбушанки до 1630 м н.р.м. На території заповідника деревостани за участю кедрової займають 380 га. Різновікові смереково-кедрові ліси за участю беріз *Betula pendula* Roth. і *B. pubescens* Ehrh. переважно поширені на висотах 1040-1500 м н.р.м. Гірсько-соснове і зеленівільхове криволісся утворюють окремі масиви субальпійських і альпійських чагарникових угруповань біля вершин гір і хребтів. Вище від смуги сосни гірської розташовані кам'янисті розсипи, зайняті рідкісною мохово-лишайниковою рослинністю.

Біорізноманітність у поясі мішаних буково-ялицево-смерекових лісів найвища. Пояс чистих смерекових і кедрово-смерекових лісів займає проміжне становище. У субальпійському поясі гірсько-соснового криволісся видове і популяційне різноманіття найбідніше.

Типологічна розмаїтість лісів заповідника значна – 17 різних типів. Вона є своєрідним стандартом і еталоном, а типи лісорослинних умов – резерватом природно-територіальних комплексів Українських Карпат. У Горганах краще, ніж будь-де в Українських Карпатах, збереглися праліси, що відрізняються високою стійкістю і стабільністю [3-5]. У розвитку пралісів виділено сім фаз розвитку. Для буково-ялицево-смерекових, ялицево-букових і ялицевих, смереково-ялицево-букових пралісів вікові етапи тривають 350-400 років (максимальний запас деревини – 930 м³/га), чистих букових – 230-260 років (696 м³/га), а кедрово-смерекових – близько 300 років (414 м³/га). Праліси – за винятком смерекових і смереково-кедрових – триярусні, їм властива складна вікова, вертикальна і горизонтальна структура.

Праліси – достатньо великі лісові екосистеми (угруповання), які виникли і розвиваються природним шляхом під впливом лише природних стихій та явищ і пройшли повний цикл розвитку без будь-якого втручання людини, місцезростання, видова, вікова і просторова структура яких відзначається колись і тепер виключно чинниками навколишнього середовища. У розвитку пралісів виділено сім фаз розвитку (рис. 1). Їм притаманні специфічна вікова, породна і просторова структура деревостанів. Значна мозаїчність, коли на малій площі можна натрапити на дерева різної товщини і висоти, наявність великих, товстих дерев, як і значна частка мертвих стовбурів і відпаду є характерними ознаками пралісів. У пралісах дерева ростуть до своєї природної вікової межі.



Рис. 1. Фази розвитку пралісу

У верхніх частинах гірських хребтів поширені масиви стелюхів гірської сосни (*Pinus mugo* Турга). Тут, а також на вершинах гір і частково на схилах поширені і пустельні природні комплекси кам'янистих розсіпів. Розрізняють два типи кам'янистих розсіпів – первинні, які утворилися під час льодовикового періоду і вторинні, які виникли внаслідок діяльності людини, вітровалів, пожеж. Відсутність деревної рослинності на таких ділянках сприяє розвитку ерозії, виникненню селевих потоків, повеней.

Фітоценотичну різноманітність рослинного покриву заповідника "Горгани" узагальнено [13] і наведено у табл. 3.

Табл. 3. Синтаксономічна структура рослинного покриву Природного заповідника "Горгани"

Тип рослинності	Кількість синтаксонів	Частина фітоценофонду %
Лісова рослинність	13	30,2
Субальпійські чагарники і чагарнички	7	16,3
Субальпійське високотрав'я	9	20,9
Луги і пасовища	8	18,6
Прибережно-водна рослинність	2	4,7
Синантропна рослинність	4	9,3
Всього	43	100

Раритетна флора заповідника налічує 69 видів судинних рослин, що становить 17,1 % раритетної компоненти Українських Карпат і 63 % – району Горган. Найрідкісніші види: *Orchis mascula*, *Orchis militaris*, *Listera ovata*, *Coeloglossum viride*, *Lunaria rediviva*. З реліктів трапляються: *Botrychium multifidum*, *Matteucia struthiopteris*, *Blechnum spicant*, *Huperzia selago*, *Daphne mezereum*. Серед ендемічних видів – *Leucanthemum rotundifolia*, *Tozzia carpatica*, *Centauera marmarosiensis*, *Centauera carpatica*, *Dianthus carpaticus*, *Viola declinata* та інші.

Одноманітність і бідність флори заповідника "Горгани" – характерна риса Горганського флористичного району загалом. Тут виявлено 30 видів судинних рослин, які занесені до Червоної книги України, 21 вид належить до ендеміків [14]. Це, зокрема: *Astrantia major*, *Arnica montana*, *Leucogum vernalis*, *Huperzia selago*, *Gymnadenia conopsea*, *Centauera carpatica*, *Neottia nidus-avis*, *Oxyccus microcarpus*, *Listera ovata*, *Orchis mascula*, *Orchis militaris*, *Lilium martagon*, *Lunaria rediviva*, *Platanthera bifolia*, *Dactylorhiza maculata*, *Dactylorhiza majalis*, *Dactylorhiza Fuchsii*, *Lycopodium annotinum*, *Pinus cembra*, *Trautsteinera globosa*, *Crocus heuffelianus*, *Coeloglossum viride*, *Galanthus nivalis* і ін.

Крім того, ендемічними видами є: *Aconitum firmum*, *A. variegatum*, *Atragene alpina*, *Carduus bicolorifolius*, *C. marmarosiensis*, *Coeloglossum viride*, *Dianthus carpaticus*, *Doronicum carpaticum*, *Gentianella amarella*, *G. lingulata*, *Melampyrum herbichii*, *Phyteuma tetramerum*, *Symphytum cordatum*, *Tozzia carpatica*.

Рослинні угруповання відкритих місцезростань, зважаючи на випасання колись худоби, здебільшого перебувають на різних стадіях дигресії. Тільки сінокози і деякі трав'янисті ценози, недоступні для худоби, характеризуються флористичною різноманітністю і участю в їхній структурі рідкісних видів рослин. Тому встановлення режиму абсолютної заповідності в таких місцях недоцільне і вимагає періодичного викошування травостою або строгого регламентованого випасання.

Горганський масив має специфічний комплекс бореально-тайгових і гірських видів хребетних, яких зареєстровано на суміжних територіях. У заповіднику і на довколишніх територіях з 177 видів хребетних (птахи – 106, ссавці – 43, риби – 12, земноводні – 9, плазуни – 6, круглороті – 1) 25 занесені до Червоної книги України (круглороті – 1, риб – 1, земноводних – 3, плазунів – 1, птахів – 8 і ссавців – 11). Кількість видів, які перебувають під охороною міжнародних списків (МСОП, Європейський червоний список, Бернська конвенція), більша.

Двадцять чотири види фауни занесено до Червоної книги України [2]. Ендемічні карпатські види: *Triturus montandoni*, *Tetrao urogalus*, *Strix uralensis macroura* і деякі інші. Види Червоної книги: *Sorex alpinus*,

Neomys anomalus, *Arvicola scherman*, *Chionomys nivalis*, *Ursus arctos*, *Mustela erminea*, *Mustela lutreola*, *Meles meles*, *Lutra lutra* і ін.

2. Перспектива розбудови екомережі на суміжних з Природним заповідником територіях

У басейні річки Бистриці по сусідству з природним заповідником "Горгани" Надвірнянської залишилися за межами заповідника цілий ряд унікальних природних комплексів з особливим тваринним та рослинним світом. З них найбільший за площею в Українських Карпатах резерват сосни звичайної реліктової – **Бредулецький державний заказник** (110 га), а також чимало **осередків сосни кедрової європейської** в Зеленському та Бистрицькому лісництвах ДП "Надвірнянське лісове господарство". Крім цього, є також цінні еталонні деревостани бука лісового біля верхньої межі лісу, які не представлені у заповіднику, та багато інших цінних об'єктів, які вимагають відповідного охоронного статусу, об'єднання з заповідником у єдиний екологічний коридор "Басейн Бистриці Надвірнянської".

Окрім заказника загальнодержавного значення "Бредулецький", особливо вартісним є **Ботанічний заказник загальнодержавного значення "Таупишірківський"** (431 га), який є резерватом сосни кедрової європейської і знаходиться в Бистрицькому лісництві ДП "Надвірнянське лісове господарство". Це – суцільний лісовий масив кедриново-смерекових пралісів, які ростуть у горганському високогір'ї (1200-1500 м н.р.м.) на бідних малопотужних кам'янистих ґрунтах ямненського пісковику. Зсуви рухомих кам'янистих розсіпів та верхня межа лісу вкриті криволіссям сосни гірської (*Pinus mugo*) і у притоках потоків – душекії зеленої (*Duschekia viridis*). У державних заповідних урочищах "Салатрук" площею 204 га, "Таупишірка" площею 33,1 га і "Рафайловець" площею 138 га цього ж лісництва, які межують із природним заказником "Таупишірківським" з північного і південного боків, яскраво простежується зміна порід від соснового криволісся і смереково-кедринилових лісів до ялицево-буково-смерекових лісів.

Особливої уваги заслуговує **Дендрологічний парк "Високогірний"**, площа якого становить 124 га, хоч і не є місцем зростання реліктових сосен. Він є унікальним полігоном для апробації широкого асортименту деревних інтродуцентів помірного клімату Землі в умовах високогір'я Горган.

Висновок

У басейні річки Бистриці Надвірнянської є реальні можливості створення цінного для Карпатського регіону, з огляду на охоплення біорізноманіття, регіонального екологічного коридору. Його ядром слугуватимуть природні комплекси Природного заповідника "Горгани", а допоміжними осередками інші цінні заповідні об'єкти. Цей екологічний коридор забезпечить можливість обміну генетичним матеріалом природні комплекси Північного макросхилу Карпат, Передкарпаття то Рогатинського Опілля, осердям тут має бути Національний природний парк "Галицький".

ЛІТЕРАТУРА

1. Петрова Л.М., Третяк П.Р. Проблеми охорони біорізноманіття на лісових територіях екологічної мережі// Лісівнича

академія наук України: Наукові праці. – Львів: Вид-во НУ "Львівська політехніка", 2005. – С. 119-123.

2. Закон України "Про екологічну мережу України" від 24.06.2004. № 1864-IV// Законодавство України про екологію. – К.: КНТ, 2005. – С. 53-64.

3. Закон України "Про Загальнодержавну програму формування національної екологічної мережі України на 2000-2015 рр.". 21 вересня 2000 р. N 1989-III// Урядовий кур'єр "Орієнтир". – 8 листоп., 2000, № 207. – С. 3-16.

4. Зелена книга України. Ліси. – К.: Наук. думка, 2002. – 255 с.

5. Конвенція о биологическом разнообразии. UNEP/CBD /SBSTTA/11/1. Биоразнообразия лесов: рассмотрение вопросов, возникающих в связи с осуществлением пункта 19 решения vi/22. [Електрон. ресурс]. – Доступний з: <http://www.biodiv.org>.

6. Рамкова конвенція про охорону та сталий розвиток Карпат// Постанова КМ N 2033 (2033-2003-п) від 26.12.2003) – Закон України. [Електрон. ресурс]. – Доступний з: <http://www.uazakon.com/document/fpart93/idx93487.htm>

7. Про схвалення Стратегії виконання Рамкової конвенції про охорону та сталий розвиток Карпат// Кабінет міністрів України: Розпорядження від 16 січня 2007 р. № 11-р. – Київ.. [Електрон. ресурс]. – Доступний з: <http://www.uazakon.com/document/fpart03/idx03530.htm>

8. Приходько М. Регіональна екологічна мережа як чинник оптимізації ландшафтів Івано-Франківської області// Вісник Львів. ун-ту: Серія географічна. – Львів: ЛНУ ім. Івана Франка. – 2004, вип. 30. – С. 266-273. [Електрон. ресурс]. – Доступний з: http://www.franko.lviv.ua/faculty/geography/6Lok_res/1Publik/Period/visn/30/Prykhodko-m.doc.

9. Петрова Лілія, Третяк Платон. Природно-заповідний фонд Українських Карпат// Праці Наукового товариства ім. Шевченка. Екологічний зб.: Екологічні проблеми Карпатського регіону. – Львів: НТШ. – 2003, т. 12. – С. 246-254.

10. Стойко С., Петрова Л. Репрезентативність природно-заповідного фонду на Львівщині та шляхи створення його оптимальної мережі// Праці НТШ. Екологічний зб., т. 7. – Львів, 2001. – С. 210-220.

11. Стойко С.М. Система охорони природи у верхів'ї басейну Дністра. – Львів, 2004. – 56 с.

12. Structure of a diversity of phytocenotic communities of forest reserve objects of Western Ukraine by Liliya Petrova and Platon Tretyak. [Електрон. ресурс]. – Доступний з: <http://www.geocities.com/ntshnowu/>

13. Природний заповідник "Горгани"/ Відп. ред. Соломаха В.А. – К.: Фітосоціоцентр, 2006. – 400 с.

14. Чернявський М.В., Шпільчак М.Б. Природний заповідник "Горгани". – Івано-Франківськ: Фоліант, 2007. – 32 с.

P. R. Tretyak, M. V. Chernyavskiy, M. B. Shpil'chak

NATURAL PRESERVE "GORGANY" IN ECOLOGICAL NETWORK SYSTEM OF IVANO-FRANKIVSK AREA

There are the real possibilities of construction of valuable for the Carpathians region ecological corridor in a river of Bystryci Nadvirnyanskoy basin. Him the natural complexes of the Natural preserve of "Gorgany" will serve as a central kernel and by auxiliary kernels are other valuable protected objects. This ecological corridor will be provided by possibility of exchange genetic material natural complexes of the North macro slope of Carpathians, Pre-Carpathian Hills and Rogatyn Opillya province.

УДК 582.772:631.525:634.942:635.977

В. Ф. СОБЧЕНКО¹ПОТЕНЦІЙНА ТА СИТУАТИВНА СТІЙКІСТЬ РОСЛИН
ДО НИЗЬКИХ ТЕМПЕРАТУР ЗИМІВЛІ

Визначено класи індексів ушкодження однорічних пагонів різних деревинних рослин низькими температурами залежно від рівня потенційної та ситуативної стійкості. Встановлено, що досліджений матеріал має досить високі показники морозостійкості та зимостійкості, причому кількість рослин із ситуативною стійкістю (зимостійкістю) децю переважає над кількістю із потенційною стійкістю (морозостійкістю).

Вступ

Наукові пошуки в царині акліматизації та інтродукції нових рослин завжди були актуальними для розширення видового та формового різноманіття ботаничних колекцій у парках та дендраріях [1, 3, 4, 18, 20, 27]. В Україні велику роботу в цьому напрямі досліджень виконує Микола Арсенович Кохно самостійно [6, 7, 13, 15] та спільно з дослідниками [8, 10]. Особливо успішним було вивчення кленового різноманіття [11, 12]. Тому на сьогодні фонд інтродукованих рослин України нараховує 3206 таксонів, 1665 видів, 32 різновиди та 547 форм і сортів дерев та кущів, що у 6 разів більше від числа природної дендрофлори України (402 види) [5]. Понад дві третини інтродуцентів зростає в лісостеповій зоні України, де зосереджено також дві третини інтродукційних осередків [16].

У флорах світу є понад 70 тис. видів деревинних рослин, з яких майже 47 тис. зосереджено у тропіках і субтропіках. У помірній зоні обох півкуль зосереджено понад 23 тис. видів, зокрема близько 16 тис. кущів, кущиків та напівкущиків. Отже, залишається близько 8 тис. видів дерев та кущів, які становлять інтерес для лісо- та дендрокультури. Якщо відняти вже згадані 3206 таксонів, то залишається коло 5 тис. видів так званого інтродукційного резерву, тобто потенційно придатних для акліматизації в Україні дерев та кущів [9, 22].

Н. Базилевська та А. Мауринь наголошували, що у процесі роботи з інтродукції деревинних рослин доцільно розвивати два напрями: пошукову інтродукцію нових цінних видів на типологічному рівні та інтенсивну інтродукцію на рівні екотипів, популяцій і форм тих видів, які вже позитивно апробовані [2, 17]. Але для інтродукції деревинних рослин в помірній зоні велике значення має міра їх теплолюбності і здатність витримувати значні перепади температури повітря. Тому успіх інтродукції тут залежить від вибору для неї таких рослин, які здатні витримувати тривалий час низьку температуру повітря (нижче -20 °C) і її перепади взимку. Тому класифікація деревинних рослин за

цими ознаками має велике практичне значення [14, 21]. Успішність акліматизації також визначається і стійкістю до низьких температур, нових форм гібридів та сортів деревинних рослин, отриманих у процесі інтродукції з насіння [19].

Під час розширення та збагачення колекційного фонду Національного дендропарку "Софіївка" ми отримали чимало селективного матеріалу, частину якого досліджуємо на стійкість до низьких температур зимового періоду вегетації [23-25].

Метою цієї роботи стало визначення потенційної та ситуативної стійкості до низьких температур автохтонних та інтродукованих видів і нових селективних матеріалів роду Клен – *Acer* L. та деяких інших деревних порід.

Об'єктами досліджень були такі варіанти рослинних матеріалів: 4001 – *Acer platanoides* "Serotinum" Sobch. (nova) – Клен платановий "пізній"; 4002 – *A. platanoides* "Prae-coepissum" Sobch. (nova) – Клен платановий "ранній"; 4003 – *A. pseudoplatanus* "Purpureum" Loud. – Клен-явір "пурпуровий"; 4004 – *A. laetum* C. A. Mey. – Клен світлий, 4-річні сіянці; 4005 – *A. cissifolium* (Siebold et Zucc.) K. Koch – Клен цицусолистий, 4-річні сіянці; 4006 – *A. platanoides* "Tenuifolium" Sobch. (nova) – Клен платановий "тонколистий"; 4007 – *A. pseudoplatanus* "Erythrocarpa" Carr. – Клен-явір "червоноплодий"; 4008 – *A. campestre* "Hederofilum" Sobch. (nova) – Клен польовий "плющолостий"; 4009 – *A. ginnala* "Yeldum" Sobch. (nova) – Клен Гіннала "урожайний"; 4010 – *A. ginnala* "Lanatacarpum" Sobch. (nova) – Клен Гіннала "шерстистоплодий"; 4011 – *A. tataricum* "Rubriviolum" – Клен татарський "червонофіалковий"; 4012 – *A. campestre* L. (Standart) – Клен польовий (Стандартний, тобто типова для виду рослина); 4013 – *A. platanoides* L. (Standart) – Клен платановий (гостролистий) (стандартний, тобто типова для виду рослина); 4014 – *A. pseudoplatanus* "Atropurpureum" Spaeth. – Клен несправжньо-платановий (явір) "сильно-пурпуровий"; 4015 – *A. platanoides* "Schvedlerii" (K. Koch.) Schwer. – Клен платановий гостролистий "Шведлера"; 4016 – *Ulmus scabra* "Pendula" – В'яз шка-

¹ Володимир Федорович СОБЧЕНКО – кандидат сільськогосподарських наук. Національний дендрологічний парк "Софіївка", НДІ НАН України. Україна, м. Умань. Тел.: (047-44) 3-63-19. Факс: (047-44) 3-72-94. E-mail: sofievka@ck.ukrtel.net

Представив дійсний член ЛАН України, професор В. П. Шлапак, доктор сільськогосподарських наук.

рубкий "плакучий", 5-річні щепи; 4017 – *Ulmus japonicum* – В'яз японський, 5-річна щепка; 4018 – *A. campestre* "Pentalobum" Sobch. (nova) – Клен польовий "п'ятилопатевий"; 4019 – *Alnus subcordata* C. A. Mey. – Вільха майжесерцелиста; 4020 – *A. ginnala* "Rubrafolium" Sobch. (nova) – Клен Гіннала "червонолистий"; 4021 – *A. velutinum* "Nanum" Sobch. (nova) – Клен оксамитовий "низький", 5-річна рослина; 4022 – *A. velutinum* "Giganteum" Sobch. (nova) – Клен оксамитовий "гігантський", 5-річна рослина; 4023 – *A. saccharinum* "Flaveoflorum" Sobch. (nova) – Клен сріблястий "жовтокувітковий"; 4024 – *A. saccharinum* "Roseoflorum" Sobch. (nova) – Клен сріблястий "рожевокувітковий"; 4025 – *A. saccharinum* "Immaturum" Sobch. (nova) – Клен сріблястий "ранній"; 4026 – *A. saccharinum* "Rubraflorum" Sobch. (nova) – Клен сріблястий "червоноквітковий".

Методика. Визначення потенційної та ситуативної стійкості дослідного матеріалу Національного дендропарку "Софіївка" до низьких температур зимівлі здійснено в лабораторії фізіології Інституту садівництва УААН за методикою М. А. Соловйової [25] і запропонованою нами вперше класифікацією упорядкованих індексів пошкодження дослідженого рослинного матеріалу низькими температурами.

Аналізуючи показники пошкодженості рослинного матеріалу низькими температурами за методикою М. А. Соловйової (1982) ми запропонували ввести додатковий індекс стійкості рослин до низьких температур, який математично обчислюється за такою формулою: $C = 100 - Y$, де C – індекс стійкості до низьких температур; Y – індекс морозного пошкодження; 100 – коефіцієнт переведення.

Так, до 1-го класу морозостійкості (потенційної стійкості до низьких температур) ми пропонуємо відносити рослини, які мають 90-100 одиниць стійкості. Тобто, у них індекс морозного пошкодження низькими температурами після примусового охолодження в лабораторних умовах однорічних приростів та бруньок досягає рівня 0...10 одиниць, за методикою М. А. Соловйової, 1982.

До 1-го класу зимостійкості (ситуативної стійкості до низьких температур) ми пропонуємо відносити рослини, які мають 90-100 одиниць стійкості. Тобто, у таких рослин індекс морозного пошкодження низькими температурами природних умов зимівлі однорічних приростів та бруньок досягає рівня 0...10 одиниць, за методикою М. А. Соловйової, 1982.

До 2-го класу морозостійкості належать рослини, які мають 80-90 одиниць стійкості, тобто індекс морозного пошкодження низькими температурами після примусового охолодження в лабораторних умовах однорічних приростів та бруньок досягає рівня 10...20 одиниць.

До 2-го класу зимостійкості ми віднесли рослини, які мають 80-90 одиниць стійкості, тобто індекс морозного пошкодження низькими температурами природних умов зимівлі однорічних приростів та бруньок досягає рівня 10...20 одиниць.

До 3-го класу морозостійкості ми віднесли рослини, які мають 70-80 одиниць стійкості, тобто індекс морозного пошкодження низькими температурами після примусового охолодження в лабораторних умовах однорічних приростів та бруньок досягає рівня 20...30 одиниць.

До 3-го класу зимостійкості належать рослини, які мають 70-80 одиниць стійкості, тобто індекс морозного пошкодження низькими температурами природних умов зимівлі однорічних приростів та бруньок досягає рівня 20...30 одиниць.

До 4-го класу морозостійкості ми віднесли рослини, які мають 60-70 одиниць стійкості, тобто індекс морозного пошкодження низькими температурами після примусового охолодження в лабораторних умовах однорічних приростів та бруньок досягає рівня 30...40 одиниць.

До 4-го класу зимостійкості належать рослини, які мають 60-70 одиниць стійкості, тобто індекс морозного пошкодження низькими температурами природних умов зимівлі однорічних приростів та бруньок досягає рівня 30...40 одиниць.

До 5-го класу морозостійкості ми віднесли рослини, які мають 50-60 одиниць стійкості, тобто індекс морозного пошкодження низькими температурами після примусового охолодження в лабораторних умовах однорічних приростів та бруньок досягає рівня 40...50 одиниць.

До 5-го класу зимостійкості належать рослини, які мають 50-60 одиниць стійкості, тобто індекс морозного пошкодження низькими температурами природних умов зимівлі однорічних приростів та бруньок досягає рівня 40...50 одиниць.

До 6-го класу морозостійкості ми віднесли рослини, які мають 40-50 одиниць стійкості, тобто індекс морозного пошкодження низькими температурами після примусового охолодження в лабораторних умовах однорічних приростів та бруньок досягає рівня 50...60 одиниць.

До 6-го класу зимостійкості належать рослини, які мають 40-50 одиниць стійкості, тобто індекс морозного пошкодження низькими температурами природних умов зимівлі однорічних приростів та бруньок досягає рівня 50...60 одиниць.

До 7-го класу морозостійкості належать рослини, які мають 30-40 одиниць стійкості, тобто індекс морозного пошкодження низькими температурами після примусового охолодження в лабораторних умовах однорічних приростів та бруньок досягає рівня 60...70 одиниць.

До 7-го класу зимостійкості належать рослини, які мають 30-40 одиниць стійкості, тобто індекс морозного пошкодження низькими температурами природних умов зимівлі однорічних приростів та бруньок досягає рівня 60...70 одиниць.

До 8-го класу морозостійкості ми віднесли рослини, які мають 20-30 одиниць стійкості, тобто індекс морозного пошкодження низькими температурами після примусового охолодження в лабораторних умовах однорічних приростів та бруньок досягає рівня 70...80 одиниць.

До 8-го класу зимостійкості належать рослини, які мають 20-30 одиниць стійкості, тобто індекс морозного пошкодження низькими температурами природних умов зимівлі однорічних приростів та бруньок досягає рівня 70...80 одиниць.

До 9-го класу морозостійкості належать рослини, які мають 10-20 одиниць стійкості, тобто індекс морозного пошкодження низькими температурами після примусового охолодження в лабораторних умовах од-

норічних приростів та бруньок досягає рівня 80...90 одиниць.

До 9-го класу зимостійкості належать рослини, які мають 10-20 одиниць стійкості, тобто індекс морозного пошкодження низькими температурами природних умов зимівлі однорічних приростів та бруньок досягає рівня 80...90 одиниць.

До 10-го класу морозостійкості належать рослини, які мають 90-100 одиниць стійкості, тобто індекс морозного пошкодження низькими температурами після примусового охолодження в лабораторних умовах однорічних приростів та бруньок досягає рівня 0...10 одиниць.

До 10-го класу зимостійкості належать рослини, які мають 90-100 одиниць стійкості, тобто індекс морозного пошкодження низькими температурами природних умов зимівлі однорічних приростів та бруньок досягає рівня 0...10 одиниць.

Результати та їх опрацювання

Опосередковані результати оцінки морозних пошкоджень видів, форм та нових сортів кленів і інших автохтонних та інтродукованих рослин в середині та кінці зими, тобто зимостійкості, або ситуативної (для даного періоду) стійкості подано в табл. 1.

Табл. 1. Ситуативна стійкість однорічних пагонів рослин до низьких температур зимівлі (зимостійкість)

Частина рослини		Термін дослідження	
		08 січня	24 березня
Верх пагона	Кора х 6	8,5	7,1
	Камбій х 8	1,2	12,8
	Деревина х 4	0,9	10,6
	Серцевина х 2	0,7	7,1
	Всього	5,0	37,6
Середина пагона	Кора х 6	1,4	14,0
	Камбій х 8	0,6	5,4
	Деревина х 4	0,4	4,0
	Серцевина х 2	0,3	2,8
	Всього	2,6	26,2
Зріз через бруньку	Кора х 6	1,2	8,5
	Камбій х 8	1,1	7,0
	Деревина х 4	0,8	5,2
	Серцевина х 2	0,6	3,6
	Брунька х 20	1,5	11,5
Всього		4,7	24,3
Середній показник пошкодження		4,1	35,7

За даними наших спостережень, в середньому по досліді живці рослин в середині та кінці зими потерпали від низьких температур, відповідно: кора – 3,70-9,87; камбій – 0,97-8,40; деревина – 0,70-6,60; серцевина – 0,53-4,50. Верх пагона – 1,3-9,4; середина пагона – 0,7-6,6; брунька – 1,2-6,1. Ці показники чітко характеризують ситуативну стійкість, тобто – зимостійкість дослідного матеріалу, яка різко спадає з настанням весняного періоду вимушеного спокою. Індекс пошкодження однорічних пагонів рослин в цей період у 6,83 раза вищий, ніж у період глибокого спокою.

Результати ж опосередкованої оцінки морозних ушкоджень видів, форм та нових сортів досліджених рослин за різних температур проморожування в лабораторних умовах, які характеризують потенційну (за певної температури) морозостійкість подано в табл. 2.

Отже, в середньому по досліді (табл. 2.) однорічні живці автохтонних та інтродукованих деревинних

рослин уражуються низькими температурами після примусового проморожування, відповідно: кора – 4,4; камбій – 3,6; деревина – 2,7; серцевина – 2,1. Верх пагона – 3,55; середина пагона – 2,40; брунька – 4,30.

Табл. 2. Потенційна стійкість однорічних пагонів дослідного матеріалу рослин до низьких температур (морозостійкість)

Частина рослини		Режим примусового проморожування				
		-15 °C	-20 °C	-25 °C	-35 °C	М
Верх пагона	Кора х 3	1,4	2,6	3,5	6,3	3,5
	Камбій х 4	0,9	3,3	3,9	11,0	4,8
	Деревина х 2	0,5	2,3	3,1	9,2	3,8
	Серце вина х 1	0,5	1,6	2,8	6,4	2,8
	Всього	0,8	9,8	13,4	32,9	14,2
Середина пагона	Кора х 3	1,0	3,8	4,7	13,0	5,6
	Камбій х 4	0,4	1,7	1,7	3,6	1,9
	Деревина х 2	0,2	0,9	1,2	2,6	1,2
	Серце вина х 1	0,1	0,7	1,3	2,3	1,1
	Всього	0,4	7,1	8,9	21,5	9,5
Зріз через бруньку	Кора х 3	0,8	3,4	3,5	8,3	4,0
	Камбій х 4	0,9	3,5	3,2	8,6	4,1
	Деревина х 2	0,5	2,2	2,3	6,8	3,0
	Серце вина х 1	0,4	1,5	2,1	5,2	2,3
	Брунька х 10	1,1	4,0	8,9	17,0	7,8
Всього		0,7	10,6	28,8	28,9	17,2
Середній показник пошкодження		0,6	2,4	3,2	30,5	9,2

Під час аналізу дослідних даних постала потреба в упорядкуванні показників індексів ушкодження низькими температурами та визначення рівня стійкості дослідженого рослинного матеріалу до низьких температур. Для цього ми ввели графу стійкості, яка математично вираховується з графі пошкодження за такою формулою: $C = 100 - Y$, де C – індекс стійкості до низьких температур; Y – індекс морозного ушкодження за методикою Соловйової, 1982; 100 – коефіцієнт переведення. Показники упорядкованих індексів записано в табл. 3.

За показниками ушкодження рослин низькими температурами, визначеними за методикою Соловйової, 1982, та за допомогою запропонованої нами класифікації упорядкованих індексів стійкості рослин до низьких температур зимівлі, було розділено дослідну групу матеріалу на 10 класів, характеристику яких разом з рослинами, котрі до них належать, подаємо нижче.

1-й клас: морозостійкість рослин (потенційна стійкість до низьких температур після примусового охолодження в лабораторних умовах) у 90 – 100 одиниць (індекс морозного ушкодження однорічних приростів низькими температурами з рівнем в 0...10 одиниць за Соловйовою, 1982): 4003 – 93,5; зимостійкість рослин (стійкість рослин до кліматичних польових умов зимівлі, тобто ситуативна стійкість до низьких температур) у 90 – 100 одиниць (індекс морозного ушкодження однорічних приростів природними умовами зимівлі з рівнем у 0...10 одиниць за Соловйовою, 1982): 4003 – 93,2; 4004 – 94,0; 4026 – 91,6.

2-й клас: морозостійкість рослин у 80 – 90 одиниць (10...20 – за Соловйовою): 4001 – 86,2; 4005 – 85,1; 4007 – 84,2; 4014 – 82,9; 4021 – 89,1; зимостійкість рослин у 80 – 90 одиниць (10...20 – за Соловйовою): 4005 – 85,5; 4006 – 82,2; 4007 – 84,5; 4013 – 83,7; 4014 – 89,5; 4022 – 86,2.

3-й клас: морозостійкість рослин у 70 – 80 одиниць (20...30 – за Соловйовою): 4006 – 79,5; 4011 – 79,1; 4013 – 75,1; 4015 – 70,8; 4018 – 73,1; 4022 – 79,6; 4023 – 72,9; зимостійкість рослин у 70 – 80 одиниць (20...30 – за Соловйовою): 4001 – 76,8; 4002 – 71,6; 4009 – 70,9; 4011 – 72,5; 4012 – 74,3; 4015 – 74,4; 4021 – 72,3; 4024 – 75,0.

Табл. 3. Характеристика впливу низьких температур на однорічні прирости деревинних рослин

№ з/п	Рослинний матеріал	Індекси ушкодження низькими температурами	Індекси стійкості до низьких температур
4001	Клен платановий "пізній"	8,3	91,7
4002	Клен платановий "ранній"	18,4	81,6
4003	Клен-явір "пурпуровий"	3,0	97,0
4004	Клен світлий	12,9	87,1
4005	Клен цицусолистий	5,8	94,2
4006	Клен платановий "тонколистий"	9,7	90,3
4007	Клен Клен-явір "червоноплодий"	7,1	92,9
4008	Клен польовий "плющолістий"	32,0	68,0
4009	Клен Гіннала "урожайний"	13,1	86,9
4010	Клен Гіннала "малоквітучий"	18,8	81,2
4011	Клен татарський "шерстистоплодий"	9,4	90,6
4012	Клен польовий	19,8	80,2
4013	Клен платановий	11,3	88,7
4014	Клен-явір "сильнопурпуровий"	5,5	94,5
4015	Клен платановий гостролистий "Шведлера"	17,3	82,7
4016	В'яз шкарубкий "плакучий"	25,9	74,1
4017	В'яз японський	23,7	76,3
4018	Клен польовий "п'ятилопатекий"	18,0	82,0
4019	Вільха майжесерцелиста	42,6	57,4
4020	Клен Гіннала "червонолистий"	22,3	77,7
4021	Клен оксамитовий "низький"	8,9	91,1
4022	Клен оксамитовий "гігантський"	8,0	92,0
4023	Клен сріблястий "жовтооквітковий"	12,0	88,0
4024	Клен сріблястий "рожевоквітковий"	11,2	88,8
4025	Клен сріблястий "ранній"	15,6	84,4
4026	Клен сріблястий "червоноквітковий"	9,7	90,3
В середньому по досліді		15,1	84,9

4-й клас: морозостійкість рослин у 60 – 70 одиниць (30...40 – за Соловйовою): 4002 – 67,4; 4004 – 65,0; 4009 – 69,0; 4010 – 65,0; 4012 – 69,5; 4024 – 65,5; 4025 – 68,7; зимостійкість у 60 – 70 одиниць (30...40 – за Соловйовою): 4017 – 64,1.

5-й клас: морозостійкість рослин у 50 – 60 одиниць (40...50 – за Соловйовою): 4016 – 56,6; 4017 – 52,7; 4026 – 59,0; зимостійкість рослин у 50 – 60 одиниць (40...50 – за Соловйовою): 4010 – 58,0; 4018 – 55,3; 4020 – 53,3; 4023 – 57,6.

6-й клас: морозостійкість в 40 – 50 одиниць (50...60 – за Соловйовою): 4008 – 43,8; 4020 – 45,6; зимостійкість рослин в 40 – 50 одиниць (50...60 – за Соловйовою): 4008 – 45,1; 4025 – 48,4.

7-й клас: морозостійкість рослин у 30 – 40 одиниць (60...70 – за Соловйовою): Не визначено в лабораторних умовах після примусового охолодження

низькими температурами до мінус 35°C. Зимостійкість у 30 – 40 одиниць (60...70 – за Соловйовою): 4019 – 34,1.

8-й клас: морозостійкість рослин у 20 – 30 одиниць (70...80 – за Соловйовою): 4019 – 28,9. Зимостійкість рослин у 20 – 30 одиниць (70...80 – за Соловйовою): 4016 – 28,2.

9-й клас: морозостійкість рослин в 10 – 20 одиниць (80...90 – за Соловйовою): не визначено в лабораторних умовах після примусового охолодження низькими температурами до мінус 35°C. Зимостійкість рослин в 10 – 20 одиниць (80...90 – за Соловйовою): не визначено в умовах зимівлі.

10-й клас: морозостійкість рослин 0 – 10 одиниць (90...100 – за Соловйовою): не визначено в лабораторних умовах після примусового охолодження низькими температурами до мінус 35°C.

Зимостійкість рослин 0 – 10 одиниць (90...100 – за Соловйовою): не визначено в умовах зимівлі.

За цією класифікацією було побудовано діаграму (рис. 1). Діаграма засвідчує, що рослинний матеріал, поданий на дослідження стійкості до низьких температур, має досить високі показники морозостійкості та зимостійкості. Основна маса, 73 відсотки рослин, належить до перших чотирьох класів стійкості, тобто рівень ушкодження їх низькими температурами не перевищує 40 індексованих одиниць, і, відповідно, рівень стійкості лежить у межах від 60 одиниць і вище, досягаючи найкращих показників, коли ураження низькими температурами не спостережено ні в тканинах однорічного приросту, ні в його бруньках.

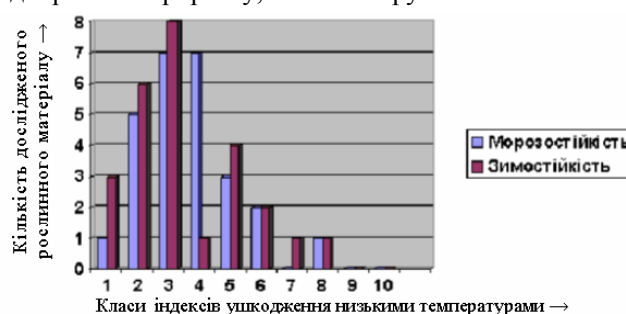


Рис. 1. Діаграма кількісних показників рослинного матеріалу за класами індексів ушкодження низькими температурами залежно від рівня морозо- та зимостійкості

На рис. 1 видно, що кількість дослідних матеріалів із ситуативною стійкістю (зимостійкістю) дещо переважає над кількістю рослин із потенційною стійкістю (морозостійкістю).

Три найвищі класи індексів стійкості до низьких температур займають представники роду Клен – A. L. Це здебільшого автохтонні рослини самосівного походження. Інтродуковані ж представники, такі, як клен цукристий, Гіннала, світлий, оксамитовий, цицусолистий та їхні форми і культивари мають ідентичні характеристики в досліді, навіть у деяких випадках і кращі, ніж у місцевих екземплярів. Це, зокрема, клен світлий (4004 – A. laetum), у якого однорічні пагони 4-річних сіянців мають в середньому рівень стійкості 94,0 індексованих одиниць, та клен цукристий (сріблястий) "червоноквітковий" (4026 – A. saccharinum "Rubrafolium" Sobch.) з рівнем стійкості у 91,6 одиниць.

Висновки

За методикою М. А. Соловйової [25] досліджено рівень стійкості до низьких температур автохтонних та інтродукованих видів і визначених нами нових форм та отриманих селектованих сортів і гібридів кленового різноманіття і деяких інших деревинних рослин.

Визначено, що у досліджених об'єктів потенційна стійкість різних тканин однорічного пагона до низьких температур після примусового проморожування, тобто морозостійкість, така: кора пошкоджується більше ніж камбій у 1,35 раза, камбій пошкоджується більше, ніж деревина у 1,63 раза, деревина пошкоджується більше за серцевину у 1,86 раза, а серцевина пошкоджується у 4,08 раза менше, ніж кора. Відповідно, верх пагона (термінальна частина) уражується в 3,41 раза більше ніж середня (медіальна) частина однорічного приросту, а тканини бруньки і брунька – у 1,52 раза сильніше за верхівку пагона.

Визначено, що у досліджених об'єктів ситуативна стійкість до низьких температур, тобто зимостійкість на початку зими, в період глибокого спокою у 6,83 раза вища, ніж навесні (у період вимушеного спокою). Так, кора у однорічних пагонів пошкоджується у 7,68 раза сильніше, камбій – у 14,06, деревина – у 11,95, а серцевина – у 8,08 раза. Відповідно, верх пагона (термінальна частина) уражується в 12,8 раза більше навесні ніж узимку, середня (медіальна) частина однорічного приросту – в 11,24 раза, а тканини бруньки і сама брунька – у 8,34 раза сильніше під час вимушеного спокою, ніж у період спокою глибокого.

На основі показників ушкодження рослин низькими температурами, визначених за методикою М.А. Соловйової [25], ми вперше запропонували ввести індекс стійкості до низьких температур.

За показниками індексів ушкодження та стійкості дослідного матеріалу ми також вперше запропонували класифікацію зимостійкості та морозостійкості рослинного матеріалу, яка охоплює 10 класів стійкості до низьких температур з амплітудою у 10 індексованих одиниць пошкодження однорічних пагонів низькими температурами.

Встановлено, що три перших класи індексів найвищої стійкості до низьких температур займають автохтони та інтродуценти роду Клен – *Acer L.* платанової, несправжньо-платанової, татарської, польової груп та кленів світлого, диссусолистого і татарського. Нижчу морозостійкість та зимостійкість на рівні 5-го і 6-го класів мають клени групи цукристого, особливо фенологічно рання форма за №4025 та плющоліста форма клена польового за №4008.

Найнижчий рівень зимо- і морозостійкості відзначено у теплолюбних вільхи майжесерцелистої – *Alnus subcordata* С.А. Мей. та в'яза шкарубкого плакучої форми – *Ulmus scabra* "Pendula". Плакучу форму в'яза шкарубкого було інтродуковано методом трансплантації живців, отриманих з Польщі у 2000 р. Однорічні прирости цих рослин мають 7-й та 8-й клас індексованої стійкості з рівнем у 28,2...34,1 одиниці, або, відповідно, рівень індексів морозного пошкодження у них досягав майже 80 одиниць, за методикою Соловйової, 1982.

ЛІТЕРАТУРА

1. Антонюк Н. Є. Інтродукція рослин лісів рівнинної частини України // Інтродукція на Україні корисних рослин природної флори СРСР. – К.: Наук. думка, 1972. – С. 6-39.

2. Базилевская Н. А., Мауринь А. М. Інтродукція рослин: Теорії і практичні прийоми. – Рига: Изд. Латв. ун – та, 1984. – 91 с.

3. Бекетов А. Н. Акклиматизация растений // Тр. Вольного эконо. общ-ва. – СПб., 1886. Т. 1. – С. 15-128.

4. Вехов Н. К. Методы интродукции и акклиматизации древесных растений // Интродукция растений и зеленое строительство. – М.-Л.: Изд. АН СССР, Труды бот ин-та им. В. Л. Комарова, 1957. Сер. VI. – Вып. 5. – С. 93-106.

5. Кохно М. А. Про теоретичні основи інтродукції рослин в Україні // Наукові доповіді з інтродукції та акліматизації рослин на сесії ботанічних садів України 25 березня 1994 р.

6. Кохно М. А. Районування території України для інтродукції кленів // Інтродукція та акліматизація рослин. – К.: Наук. думка. 1966. – С. 80-91.

7. Кохно М. А. Цифровий палітомічний ключ для визначення інтродукованих на Україні видів клена по зимуючих пагонах // Інтродукція деяких екзотів і політомічний метод їх визначення (Матер. теоретичної конф., 1968 р.). – К.: Наук. думка. 1969. – С. 29-33.

8. Кохно М. А., Дорошенко О. К., Чуприна П. Я. Інтродуковані дерева та кущі лівобережних частин Полісся та Лісостепу України. – Інтродукція та акліматизація рослин на Україні, 1975. – Вып. 7. – С. 27-41.

9. Кохно М. А., Кузнецов С. І. Про концепцію мобілізації світових дендрологічних ресурсів для інтродукції в Україні // Інтродукція і зелене будівництво: зб. наук. праць. – Біла Церква: Мустанг, 2000. – С. 83-89

10. Кохно М. А., Шиман Л. М., Денчик В. П. Сезонний розвиток інтродукованих в умовах Києва видів клена // Інтродукція та акліматизація рослин на Україні. – К.: Наук. думка, 1968. – Вып. 3. – С. 183-190.

11. Кохно Н. А. Інтродукція видів клена на Україні // Бюлл. ГБС, 1967. – Вып. 65. – С. 23-29.

12. Кохно Н. А. Итоги и теоретические основы интродукции на Украине видов рода *A. L.* / Автореф. дис.... докт. с.-х. наук. – К., 1970. – 28 с.

13. Кохно Н. А. Об оценке успешности интродукции древесных растений // Интродукция древесных растений и озеленение городов Украины. – К.: Наук. думка, 1963. – С. 3-7.

14. Кохно Н. А. Эколого-географическая классификация видов клена для интродукции на Украине // Интродукция растений и зеленое строительство. – К.: Наук. думка, 1973. – С. 86-88.

15. Кохно Н. А. Эколого-географическая оценка района интродукции как этап прогнозирования ее успешности // Всесоюз. конф. по теорет. основам интродукции растений. – М.: Наука, 1983. – С. 37-39.

16. Кохно Н. А., Курдюк А. М. Теоретические основы и опыт интродукции древесных растений в Украине. – К.: Наук. думка, 1994. – 186 с.

17. Лапин П. И., Калущкий К. К., Калущкая О. Н. Интродукция лесных пород. – М.: Лесн. пром-сть, 1979. – 224 с.

18. Логтинов В. Б. Интродукционное обогащение видового состава лесных культур (На примере Правобережной Лесостепи Украины): Дис... д-ра биол. наук в форме научного доклада. 06.08.01. – К., 1989. – 48 с.

19. Лыпа А. Л. Некоторые данные из истории акклиматизации растений и ступенчатая акклиматизация // Интродукция растений и зеленое строительство. – М.-Л.: Изд. АН СССР, Труды бот ин-та им. В. Л. Комарова, 1957. Сер. VI. – Вып. 5. – С. 131-137.

20. Лыпа А. Л. Ступенчатая акклиматизация растений или метод географических ступеней // Тез. совещ. по теории и методам акклим. растений. – М.-Л., 1953. – С. 121-123.

21. Малеев В. П. Теоретические основы акклиматизации. – М.: Сельхозгиз, 1933. – 168 с

22. Собченко В. Ф. Інтродукція клена величавого (*Acer velutinum* Boiss.) в дендропарку "Софіївка" НАН України // На-

уковий вісник Чернівецького ун-ту. Біологія: зб. наук. праць. – Чернівці: Рута, 2002. – Вип. 145. – С. 150-153.

23. Собченко В. Ф. Клен цукристий (сріблястий) *Acer saccharinum* L. (*Acer dasycarpum* Ehrh.) та його різноманіття в розвитку квіткових бруньок // Матер. сесії Ради ботанічних садів України та міжнар. наук. конф., присвяченої 45-річчю Запорізького міського дитячого ботанічного саду 9-12 вересня 2003 року: "Роль ботанічних садів та дендропарків в науково-просвітницькій діяльності та інтродукції рослин". – Запоріжжя, 2003. – С. 106-111.

24. Собченко В. Ф. Клен оксамитовий (*Acer velutinum* Boiss.) та його форми у ландшафтному будівництві // Будівництво та реконструкція ботанічних садів і дендропарків в Україні / Матер. наук. конф. 23-26 травня. – Сімферополь: Изд-во "ДиАйПи", 2006. – С. 201-205.

25. Соловьева М. А. Методы определения зимостойкости плодовых культур (Метод. пособ.). – Л.: Гидрометеиздат, 1982. – 36 с.

V. F. Sobchenko

POTENTIAL AND SITUATIVE RESISTANCE OF PLANTS TO THE LOW TEMPERATURES OF WINTER TIME

The classes of damage indexes for one-year escapes of different arboreal plants by the low temperatures depending on the level of potential and situation resistance. It is set, that the experimental material has enough high indexes of frost-resistance and winter-proof, thus, the quantity of plants with the situation firmness (by the winter-proof) a little prevails above the quantity with the potential firmness (by the frost-resistance).

УДК 630* 165.44: 161.443.6

М. М. ГУЗЬ¹, Р. М. ГРЕЧАНИК², В. Ф. ГЕВАЛ³

ОСОБЛИВОСТІ РОЗМНОЖЕННЯ IN VITRO ГІРКОКАШТАНА ЗВИЧАЙНОГО

Представлено результати досліджень мікроклонування гіркокаштана звичайного в лабораторії лісової генетики (НЛТУ України, м. Львів). Як експлантанти використали насінини, апікальні та латеральні бруньки сіянців. Антисептики та режими стерилізації підбирали експериментально для кожного типу експлантантів окремо. Морфогенез ініціювали на середовищі Р-24 з відповідним набором мінеральних компонентів, вітамінів та регуляторів росту. Окреслено перспективні напрямки подальших досліджень.

Вступ

Гіркокаштан звичайний – цінна лісова та декоративна деревна порода, яка набуває все більшого промислового застосування. Але ресурси цього виду надзвичайно обмежені і не відтворюються в таких обсягах, як цього потребує лісівнича практика. Проблема відтворення ускладнюється і тим, що плодоношення за останні роки надзвичайно погіршилося у зв'язку з пандемією мінуючої молі, а вегетаційне розмноження не досить ефективне. Тому потрібно розробити цілком новий підхід до вирішення проблеми розмноження гіркокаштана.

На нашу думку, одним із можливих шляхів вирішення цієї проблеми є застосування методу культури тканин. Метод культури тканин – це спосіб розмноження тканин як рослинного, так і тваринного походження у штучному середовищі за умов цілковитої стерильності. Завдяки спеціально підбраному складу живильного середовища і, особливо, застосуванню специфічних гормонів росту ми можемо впливати на морфогенез і хід розвитку рослин, ступінь намноження [1]. Але у гіркокаштана перебіг цих процесів досить специфічний і мало вивчений [3].

Тому метою нашої роботи було опрацювання методик і виконання експериментальних досліджень з мікроклонування гіркокаштана звичайного, яке має низку переваг над іншими методами розмноження: отриманий садивний матеріал генетично ідентичний вихідній рослині; розмноження цінних клонів рослин здійснюють на невеликих площах, з меншими затратами електроенергії і праці; істотно скорочуються терміни розмноження цінних клонів, що важливо для багаторічних деревних рослин, особливо – цільових господарсько-цінних генетично трансформованих форм: стійких до дії мутагенів, з високою резистентністю до несприятливих стресових чинників, хвороб і шкідників, із підвищеною енергетикою росту й розвитку, обміну речовин тощо; отримують велику кількість веге-

тативного потомства рослин, що важко розмножуються у звичайних умовах; є можливість розмноження сіянців без виведення їх із ювенільної фази; є можливість довготермінового зберігання (кріозбереження) пробіркових рослин за низьких температур, що дасть змогу створити "банк" цінних форм рослин; отримують оздоровлений матеріал від заражених нематодами, бактеріями і вірусами рослин; значно зростають коефіцієнти розмноження, що за розрахунками досягають 10^5 - 10^6 клонів за рік, тоді як традиційно за цей самий термін від однієї рослини одержують 5-100 шт.; отримують шлях до покращення та селекції згаданих клонів (експериментальний мутагенез та розхимерювання); є можливість вивчення індивідуальної генетики культур, що розмножуються насінням; є можливість розроблення технології масового і безперервного одержання "штучного" насіння; є можливість створювати штучні сорти тощо.

Матеріали і методи

Джерелом експлантантів були насінини та молоді пагони з бічними і верхівковими бруньками. У процесі роботи найбільш вдалим виявився вибір бруньок як експлантантів. Під ламінаром з бруньок вичленували покривні лусочки і вичленували меристемний купол розміром близько 2 мм. Термінальні бруньки звільняли від молодих листочків, а з латеральних бруньок молоді листочки не видаляли. З ендосперму насінин вичленували зародки.

В експерименті випробовували декілька варіантів стерилізації експлантантів. Але спершу сегменти промивали у проточній воді з додаванням детергенту, потім по чергово занурювали їх в дезінфікувальні розчини гіпохлориту кальцію, перекису водню, фундазолу, етилового спирту, "Білизни", а після закінчення стерилізації промивали стерильною дистильованою водою.

Інструменти (скальпелі, пінцети) і посуд (чашки Петрі, мірні склянки, колби, пробірки) стерилізували за температури 180 °С 30-60 хв. Дистильовану воду

¹ Микола Михайлович ГУЗЬ – дійсний член ЛАН України, доктор сільськогосподарських наук, професор, Національний лісотехнічний університет України, Україна, м. Львів. Тел. моб.: 8-050-31-52-312.

² Руслан Мар'янович ГРЕЧАНИК – кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Національний лісотехнічний університет України, Україна, м. Львів. Тел. моб.: 8-067-255-2882. E-mail: rugrech@gmail.com

³ Володимир Федорович ГЕВАЛ – інженер лісового господарства, здобувач кафедри лісових культур і лісової селекції, Національний лісотехнічний університет України, Україна, м. Львів. Тел. моб.: +38-067-352-27-95.

стерилізували в автоклаві за температури 120 °C і тиску 1,0-1,2 атм.

З метою визначення найоптимальнішого середовища з точки зору найбільшої відповідності до умов органогенезу і росту гіркокаштана в наших дослідах ми використовували живильні середовища, які характеризувалися різними співвідношеннями мікро- і макроелементів. Культури вирощували на таких середовищах: модифіковане середовище MS-1, середовище Р-24 для листяних деревних порід (табл. 1).

Табл. 1. Склад основних живильних середовищ

Компоненти	MS-1, мг/л	Компоненти	Р-24, мг/л
<i>Макроелементи</i>		<i>Макроелементи</i>	
KNO ₃	1900	KNO ₃	253
NH ₄ NO ₃	1650	Ca (NO ₃) ₂ × 4H ₂ O	661
CaCl ₂ × 2H ₂ O	440	K ₂ SO ₄	436
MgSO ₄ × 7H ₂ O	370	KH ₂ PO ₄	408
KH ₂ PO ₄	170	Mg (NO ₃) ₂ × 6H ₂ O	192
<i>Органічні речовини</i>		NH ₄ H ₂ PO ₄	144
Міоїнозитол	100	<i>Органічні речовини</i>	
Тіамін-HCl	0,1	Міоїнозитол	100
Нікотинова к-та	0,5	Тіамін-HCl	0,1
Піридоксин-HCl	0,5	Нікотинова к-та	0,5
Гліцин	2,0	Піридоксин-HCl	0,5
<i>Мікроелементи</i>		Аргінін-HCl	500
H ₃ BO ₃	6,2	<i>Мікроелементи</i>	
MnSO ₄ × H ₂ O	22,3	NaCl	5,8
ZnSO ₄ × 7H ₂ O	8,6	H ₃ BO ₃	7,44
KI	0,75	MnSO ₄ × H ₂ O	3,38
Na ₂ MoO ₄ × 2H ₂ O	0,25	ZnSO ₄ × 7H ₂ O	11,5
CuSO ₄ × 5H ₂ O	0,25	KI	0,6
CoCl ₂ × 6H ₂ O	0,02	Na ₂ MoO ₄ × 2H ₂ O	0,0425
<i>Носії заліза</i>		CuSO ₄ × 5H ₂ O	2,5
Na ₂ EDTA × H ₂ O	37,3	CoCl ₂ × 6H ₂ O	0,05
FeSO ₄ × 7H ₂ O	27,8	NiCl ₂ × 6H ₂ O	0,0476
		<i>Носії заліза</i>	
		Na ₂ EDTA × H ₂ O	42,35
		FeSO ₄ × 7H ₂ O	27,8
Оптимальне pH=5,7		Оптимальне pH=5,75	

З метою вивчення дії різних регуляторів росту ми проаналізували дію БАП* (6-бензиламінопурину), НОК** (нафтилоцтової кислоти), ІМК*** (індолілмасляної кислоти) та кінетин у різних концентраціях і поєднаннях на процеси морфогенезу пагонів і ризогенезу.

Результати досліджень

Підбір експлантантів. Джерелом експлантантів були насіння гіркокаштана звичайного та молоді пагони з бічними і верхівковими бруньками 2-3-місячних та 1-2-річних сіянців. Використання сегментів і цілих зародків насіння та бруньок 1-2 річних сіянців гіркокаштана виявилось неефективним з огляду на сильну зараженість їх епіфітною мікрофлорою (98 % експлантантів загинули). У процесі роботи найбільш вдалими виявився вибір в ролі експлантантів бруньок 2-3-місячних сіянців, вирощених з насіння в умовах лабораторії (рослини менше заражені фітопатогенними орга-

нізмами, ніж у природних умовах) за тьмяного освітлення (у тканинах не утворюються феноли, які пригнічують ріст висаджених на середовище експлантантів).

Стерилізація. Важливим і складним моментом в клональному мікророзмноженні є одержання стерильного вихідного матеріалу, тому що поверхневі тканини органів рослин заражені епіфітними бактеріями, грибами та їх спорами. Правильний вибір стерилізувальної речовини полягає в тому, щоб нейтралізувати епіфітну мікрофлору і не пошкодити тканину рослини. Крім цього, дезінфікувальна речовина повинна добре змиватися і не проникати у тканину рослини. Тому режим стерилізації треба підбирати експериментально для кожної рослини і для кожного органу окремо.

Послідовність підбору концентрації стерилізувальних агентів і тривалість стерилізації для експлантантів гіркокаштана звичайного представлено у табл. 2.

Табл. 2. Підбір концентрації дезінфікувальних агентів, послідовності і тривалості стерилізації експлантантів

Етапи	Діюче середовище	Тривалість оброблення
Варіант 1		
Промивання	проточна вода з детергентом	2,5 год.
Оброблення	96 % етанол	5...7 сек.
Оброблення	0,5 % фундазол	30 хв.
Оброблення	1 % AgNO ₃	20 хв.
Промивання	стерильна дистильована H ₂ O	триразове
Варіант 2		
Промивання	проточна вода з детергентом	2,5 год.
Оброблення	70 % етанол	3...5 сек.
Оброблення	0,5 % фундазол	30 хв.
Оброблення	10 % H ₂ O ₂	10 хв.
Промивання	стерильна дистильована H ₂ O	триразове
Варіант 3		
Промивання	проточна вода з детергентом	2,5 год.
Оброблення	33 % "Білизна" (NaClO ₃)	15 хв.
Оброблення	70 % етанол	3...5 сек.
Оброблення	0,4 % AgNO ₃	20 хв.
Промивання	стерильна дистильована H ₂ O	триразове
Варіант 4		
Промивання	проточна вода з детергентом	2,5 год.
Оброблення	0,5 % фундазол	30 хв.
Оброблення	10 % H ₂ O ₂	10 хв.
Промивання	стерильна дистильована H ₂ O	триразове
Варіант 5		
Промивання	проточна вода з детергентом	2,5 год.
Оброблення	0,5 % фундазол	30 хв.
Оброблення	7 % Ca(ClO) ₂	20 хв.
Промивання	стерильна дистильована H ₂ O	триразове

Примітка: після кожного оброблення окремим дезінфікувальним агентом експлантанти 3-5 разів промивали дистильованою водою.

Результати, отримані внаслідок випробування різних методів стерилізації експлантантів гіркокаштана звичайного, представлено в табл. 3.

Найкращих результатів було досягнуто внаслідок застосування такої послідовності оброблення експлантантів:

- промивання у проточній воді з додаванням детергенту – 2,5 год.;
- промивання у дистильованій воді 3-5 разів;
- оброблення 33 % "Білизною" (NaClO₃) – 15 хв.;
- промивання в дистильованій воді 3-5 разів;

* – цитокінін, що є відносно досить активним, найдешевшим і єдиним, який можна автоклавувати. З цієї причини він є одним з найбільш вживаних, особливо в умовах комерційного мікророзмноження, де витрати і зручність в роботі ставляться на перше місце.

** – часто використовують, як ауксини, тому що вони більш стабільні за відношенням до світла і температури та їх дія подібна до дії ІОК (основний природний ауксин).

*** – значно повільніше розкладається автоклавуванням чи світлом, ніж ІОК.

- оброблення 70 % етиловим спиртом (C_2H_5OH) – 3...5 с;
- промивання в дистильованій воді 3-5 разів;
- оброблення 0,4 % нітратом срібла ($AgNO_3$) – 20 хв.;
- 3-разове промивання у стерильній дистильованій воді.

Табл. 3. Підбір методів стерилізації для експлантантів гіркокаштана звичайного

Висаджування	Варіант 1	Варіант 2	Варіант 3	Варіант 4	Варіант 5
	15 шт.	15 шт.	15 шт.	15 шт.	15 шт.
Чистих через 7 днів	13 (0,05) (почорніння)	7 (0,03)	11 (0,04)	7 (0,03)	2 (0,01)
Чистих через 14 днів	9 (0,04) (почорніння)	– (0,00)	11 (0,04)	– (0,00)	– (0,00)
Чистих через 21 день	9 (0,04) (почорніння)	– (0,00)	11 (0,04)	– (0,00)	– (0,00)

Примітка: у дужках вказана відносна частота виходу стерильного матеріалу.

Тільки така послідовна дезінфекція дає змогу отримати досить високу частку стерильного матеріалу. Застосування нітрату срібла в концентрації 0,4 % виправдане як з погляду економії цього досить цінного реактиву, так і тому, що у вищих концентраціях він спричинює опіки і некроз тканин. Використання для стерилізації експлантантів гіркокаштана звичайного розчинів гіпохлориту кальцію, фундазолу, перекису водню та антибіотиків було неефективним.

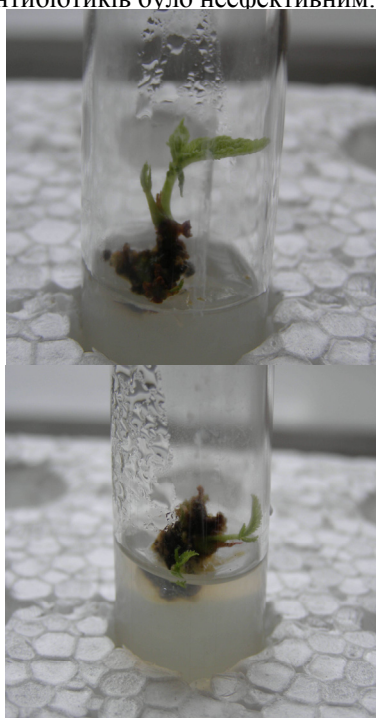


Рис. 1. Морфогенез гіркокаштана звичайного in vitro

Ініціація в умовах *in vitro*. Експлантанти були ізолювані зі стерильного матеріалу та перенесені в пробірки, в яких вже було середовище Р-24 та модифіковане середовище MS-1, з відповідним набором мінеральних компонентів та вітамінів, 50 мг/л Na-Fe-EDTA, 2 % сахарози та 0,8 % агар-агару. Як регулятор росту використовували БАП і кінетин у концентраціях

від 0,2 до 1,0 мг/л. На середовищі Р-24 спостерігали ініціацію морфогенезу (рис. 1). Через 4-6 тижнів після ініціації пагони потрібно поділити на верхівки пагонів та сегменти вузлів і надалі використовувати для пасажування щочотири тижні на базовому середовищі Р-24 з додаванням 0,2-1,0 мг/л БАП і кінетину.

Висновки

Наведені вище результати експериментальних досліджень мікроклонального розмноження гіркокаштана звичайного засвідчили їх достатню ефективність. Найкращого результату було досягнуто внаслідок використання як експлантантів апікальних і латеральних бруньок двомісячних сіянців. Підібрано оптимальний режим стерилізації експлантантів, який є недорогим і дає високий відсоток виходу стерильних рослин. Оптимальним середовищем для ініціації морфогенезу було середовище Р-24 з відповідним набором мінеральних компонентів та вітамінів, 50 мг/л Na-Fe-EDTA, 2 % сахарози та 0,8 % агар-агару.

У майбутньому потребує подальшого вивчення кількісне та якісне різноманіття гіркокаштана звичайного з метою проведення генетико-селекційної роботи з декоративними формами. Дослідження поліморфізму за всіма ознаками треба здійснювати на основі методів порівняльної генетики. Ми запланували здійснення фенологічних, морфолого-анатомічних, фізіолого-біохімічних досліджень, гібридизації та каріологічний аналіз цих деревних рослин. Зокрема, з метою отримання цінного селекційного матеріалу і мутантних форм із господарсько-цінними ознаками потрібно вивчити вплив хімічних і фізичних мутагенних чинників на процес мікроклонального розмноження.

ЛІТЕРАТУРА

1. **Биотехнология растений:** культура клетки. – М.: Агропромиздат, 1989. – 280 с.
2. **Калинин Ф.Л., Кушнир Г.П., Сарнацкая В.В.** Технология микроклонального размножения растений. – К.: Наук. думка, 1992. – 267 с.
3. **Chalupa V.** In vitro propagation of Larix, Picea, Pinus, Quercus, Fagus and other species using adenine-type cytokinins and thidiazuron// Commun Inst. For Czech. – 1985. – 14. – P. 65-90.

M. M. Guz, R. M. Hretchanyk, V. F. Heval

PECULIARITIES OF REPRODUCTION IN VITRO OF HORSE CHESTNUT EUROPEAN

The results of researches of microclonic propagation of horse chestnut European are presented ordinary in the laboratory of forest genetics (NUFWT of Ukraine, L'viv). In quality explantants utilized pip, upper (apical) and side (bosom or lateral) buds of seedlings. Antiseptics and modes of sterilization picked up experimentally for each to the type of explantants separately. Initiating a morphogeny on the environment of P-24 with the proper set of mineral components, vitamins and regulators of growth. The perspective directions of investigation are projected.

УДК 581. 527.7

М. І. СОРОКА¹

ГЕНЕТИЧНІ ТИПИ СОСНОВО-БУКОВИХ ЛІСІВ УКРАЇНСЬКОГО РОЗТОЧЧЯ

Унаслідок вивчення сосново-букових лісів Українського Розточчя еколого-флористичним методом Браун-Бланке встановлено, що в регіоні сформувалося їх шість генетичних типів. Вони належать до п'ятьох асоціацій двох класів рослинності – класу широколистяних лісів *QUERCO-FAGETEA Br.-Bl. et Vlieg. 1937* та класу хвойних лісів *VACCINIO-PICEETEA Br.-Bl. 1939*. Здійснено фітоценотичний та екологічний аналізи виявлених асоціацій і встановлено, що лише один тип сосново-букових лісів формується природним способом. Ще один є наслідком вибіркового рубань у широколистянолісових ценозах. Усі інші формуються як природні чи штучні регенераційні стадії на вирубках букових лісів.

Розточчя є унікальним природним регіоном, у сучасних рисах флори та рослинності якого відобразилися епохальні події геологічної та ботанічної історії Середньої Європи. Морський та суходільний періоди розвитку регіону, дольодовикові, міжстадіальні та польодовикові міграції видів, значні перепади висот (до 200 м), суми опадів, які спричинюють сезонний від'ємний гідрологічний баланс, та мозаїчність ґрунтового вкриття зумовили формування тут дуже оригінальних флори та рослинності. На території Розточчя історично сформувалися природні комплекси, характерні для сусідніх регіонів – Карпат, Полісся та Поділля. Із 1342 видів судинних рослин Українського Розточчя 88 занесено до Червоної книги України, 27 видів – до Червоної книги Польщі, 140 видів підлягають цілковитій охороні на території Польщі, 228 видів судинних рослин потребують охорони на території української частини регіону, шість видів занесено до Бернської конвенції. За найновішими класифікаційними схемами рослинності Європи, які базуються на методі Й. Браун-Бланке, фітоценози Українського Розточчя належать до 146 асоціацій 19 класів рослинності. Двадцять одна асоціація презентує природні лісові фітоценози регіону.

Лісова рослинність займає 51,7% площі Українського Розточчя [5] і, незважаючи на високий ступінь видозміни ландшафтів, ще зберігає свої характерні риси. Природні лістяні деревостани в регіоні належать асоціаціям із класів *ALNETEA GLUTINOSAE Br.-Bl. et Tx. 1943* та *QUERCO-FAGETEA Br.-Bl. et Vlieg. 1937*. У первинному ландшафті Розточчя вони були панівним типом рослинності, проте в останні століття їх замінили похідні ліси, розорані землі та луки. На Українському Розточчі інтенсивне лісове господарство ведеться понад два століття, а тому сьогодні на території регіону важко відрізнити природні ліси від лісокультурних посадок часів австро-угорської та польської окупації, оскільки тоді у багатьох випадках дерева висаджували не рядовим способом, а біогрупа-

ми, тому з віком межі цих ділянок у природі практично стерлися. Цей момент істотно ускладнює процес вивчення лісових фітоценозів регіону та вимагає детального діагностування кожного ценозу із застосуванням відповідних методик. Як показали багаторічні дослідження на Розточчі, еколого-флористична школа Браун-Бланке [12] дає найвлучніше означення природного фітоценозу і допомагає з'ясувати не тільки його сучасні риси, а й походження та ступінь антропогенної трансформації. Застосування методики цієї школи, поряд із традиційними лісівничими способами досліджень, дало змогу ідентифікувати більшість лісових фітоценозів та укласти систему їх діагностичних ознак, серед яких найвагомішим є видовий склад та кількісні і якісні показники компонентів ценозу на тлі їх екологічних параметрів.

Букові ліси Розточчя, як і чорновільхові, є тими рідкісними в Середній Європі ценозами, які мають природне походження, відзначаються високим ступенем саморегуляції та відтворення і дуже рідко поступаються місцем похідним деревостанам. У разі повного знищення деревного ярусу букові ліси на Розточчі завжди відновлюються у природних місцях зростання. Навіть за високої культури лісового господарства та лісокультурного господарювання штучно створених букових, як і чорновільхових, лісів на Розточчі не виявлено. Бучини є одним із найцікавіших елементів природної рослинності Розточчя ще й з огляду на їх екстразональність на рівнині, складну історію формування та специфічний флористичний склад, у якому переважають рідкісні для регіону монтанні види. У синтаксономічному відношенні букові ліси Розточчя належать до чотирьох асоціацій та одного угруповання союзу *Fagion sylvaticae R. Tx. et Diem. 1936*, порядку *Fagetalia sylvaticae Pawl. in Pawl., Sokol. et Wall. 1928* класу мезо- та евтрофних широколистяних лісів *QUERCO-FAGETEA Br.-Bl. et Vlieg. 1937*. Такі ліси характеризуються поліваріантністю, викликаного як географічними, так і екологічними чинниками. Се-

¹ Мирослава Іванівна СОРОКА – кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів. Тел.: +38050-920-20-85. E-mail: myroslava_soroka@yahoo.com

Представив дійсний член ЛАН України, професор Ю. М. Дебринок, доктор сільськогосподарських наук.

ред них можна виділити три групи: бідні ацидофільні бучини, багаті рівнинні підтипи бучин та реліктові термофільні бучини з участю рослин родини зозулинцевих (*ORCHIDACEAE* Juss.).

Територією регіону проходить південно-східна межа природного ареалу *Fagus sylvatica* L., а до складу букових лісів входить багато погранично та диз'юнктивно-ареальних видів. Зокрема, на Розточчі проходить північно-східна межа поширення *Abies alba* Mill., північна – *Alnus incana* (L.) Moench та *Picea abies* (L.) Karst. (карпатського фрагменту). Для багатьох видів, які зростають у бучинах, межа поширення проходить по сусідніх регіонах, а тому на Розточчі вони зростають часом в екстремальних умовах. На території Польщі проходить північно-західна межа ареалу *Aconitum moldavicum* Hacq. і *Aposeris foetida* (L.) Less. На сусідньому Поліссі проходить північна межа поширення *Geranium phaeum* L. та *Hedera helix* L. Загалом у флористичному складі букових лісів Українського Розточчя відзначено 267 видів вищих судинних рослин (19,9 % від загальної кількості видів судинних рослин регіону).

Особливу увагу вчених завжди привертала сосново-букові ліси Розточчя як оригінальні рослинні комплекси, які утворилися в місці перекриття ареалів сосни та бука [2, 5, 6]. Оскільки на Розточчі проходить межа поширення бука, а також східна межа середньоевропейських соснових лісів та західна межа східноєвропейських, різниця між ними проявляється у їх флористичному складі [7]. Поширення сосни у регіоні можливе завдяки її невибагливості, вона може заселяти найбідніші місцезростання, уникаючи конкуренції з листяними породами і людиною, займаючи площі, не придатні для сільського господарства. Спільною рисою місць формування лісів з участю сосни є кислі ґрунти, утворення яких пов'язане із процесами вилугування. На таких ґрунтах швидко поселяються ацидофільні види, а опад сосни, що дуже повільно розкладається, з часом утворює досить потужний шар, який постійно підтримує кислотність субстрату і, одночасно, склад фітоценозів. Зрозуміло, що природні букові ліси не відповідають екологічним вимогам сосни, крім цього, вона не може конкурувати щодо віолентності із листяними породами в місцях їх природного зростання. Саме тому генезис сосново-букових лісів Розточчя є однією із найбільших загадок для вчених, які доклали чимало зусиль для її розв'язання. Одним із найдетальніших досліджень цієї групи лісів на класичних засадах лісівництва є праця О.І. Бутейко [2].

Проаналізувавши фітоценотичні описи лісів з участю бука лісового та сосни звичайної, зроблені на основі методу Й. Браун-Бланке, ми дійшли висновку, що під назвами "соснові суббучини" та "сосново-букові ліси Розточчя" криються, як мінімум, фітоценози шістьох абсолютно різних за флористичним складом та синтаксономічною приналежністю генетичних типів. Крім того, у багатьох випадках такі ліси мають антропогенне походження або формуються під впливом антропогенних чинників. Ділянки таких деревостанів завжди потребують індивідуального фітоценологічного і флористичного аналізів і далеко не завжди вдається зрозуміти їх походження. Вести мову про природні сосново-букові ліси можна в багатьох випадках, вирізняючи їх як варіанти певних природних асо-

ціацій, якщо при цьому зберігаються діагностичні ознаки цих асоціацій.

До сосново-букових лісів Розточчя, сформованих природним шляхом і без найменшого втручання людини, можна віднести лише дуже рідкісні на території регіону, до того ж сформовані на невеликих площах і в дуже специфічних екологічних умовах фітоценози "кислих бучин", які належать до асоціації *Luzulo pilosae-Fagetum* W. Mat. et A. Mat. 1973 та її поширеного варіанта *Luzulo pilosae-Fagetum* var. *Picea abies* (фото 1). Ці фітоценози всюди в Європі займають ґрунти польодовикового походження на моренових відкладах. Формуються вони на інших експозиціях схилів, ніж ценози решти синтаксонів букових лісів і займають виразно бідніші місцезростання. Як правило, це нижні та середні частини схилів північної та північно-західної експозицій з кислими ґрунтами та виходами пісковиків, які мають високий відсоток кремнієвих сполук. Флористично – це найбідніший тип ацидофільних бучин із тотальним домінуванням бука лісового, які формуються у свіжих та вологих типах лісу на бідних кислих ґрунтах і утворені ацидофільними та мезофільними видами. У таких ґрунтово-кліматичних умовах букові ліси на Розточчі формуються дуже рідко, характерні вони лише для Карпат. Власне на Розточчі вони мають можливість формуватися завдяки горбистому рельєфу, який вносить елементи вертикальної диференціації у формування рослинності, постгляціальної структури ґрунтів із підстиляючою мореною, вилугуванню карбонатів із таких ґрунтів в умовах прохолодного та вологого клімату, що призводить до підвищення їхньої кислотності.



Фото 1. Фітоценози сосново-букових лісів першого генетичного типу, які формуються із ацидофільних бучин асоціації *Luzulo pilosae-Fagetum* W. Mat. et A. Mat. 1973 var. *Picea abies* (околиці села Фійна).

Фото М. Сороки

Від інших фітоценозів букових лісів *Luzulo pilosae-Fagetum* відрізняється великою кількістю видів, характерних для хвойних лісів. Водночас тут менше видів, характерних для листяних лісів. У певному розумінні *Luzulo pilosae-Fagetum* є проміжною асоціацією між бучинами, змішаними лісами та ацидофільними дібровами. Варіантами цієї асоціації і виступають деякі ділянки славнозвісних соснових суббучин Розточчя [2]. Едифікатором та домінантом деревних ярусів тут є *Fagus sylvatica*. Постійно виступає також *Picea abies*, місце якої в певних локалітетах і займає

Pinus sylvestris L. Складається враження, що сосна є екологічним та географічним вікаріантом смереки у фітоценозах цієї асоціації. Майже оліготрофні ґрунтові умови дають змогу їй утриматися у складі ценозу та виграти конкуренцію з дубом, грабом та смерекою. Деревний ярус поділяється на дві-три верстви. Чагарниковий, як правило, слабо розвинений. Трав'яне вкриття мозаїчне або зовсім відсутнє, зате мохи утворюють тут густі куртини або навіть суцільне вкриття, що для інших асоціацій букових лісів не характерне. Всього в таких лісах зафіксовано 43 види, асоціація ж діагностується за наявністю бореальних видів, характерним серед яких є *Luzula pilosa* (L.) Willd. Характерними рисами сосново-букових лісів такого типу є поновлення сосни на галявинах та просіках, що не спостерігається більше в жодних лісах з участю сосни і бука, та надзвичайно бідне трав'яне вкриття, утворене бореальними видами *Luzula pilosa*, *Vaccinium myrtillus* L., *Convallaria majalis* L., *Trientalis europaea* L. З мохів постійними видами є *Dicranum scoparium* Hedw. та *Polytrichum commune* Hedw., які теж характерні для хвойних лісів. У таких лісах трапляються рідкісні для регіону види *Blechnum spicant* (L.) Roth, *Lycopodium annotinum* L., *L. clavatum* L.

Другий генетичний тип сосново-букових лісів найпоширеніший в регіоні, особливо на території Равського Розточчя, де дуже відчутний вплив польських бореальних рослинних комплексів. Формується він у місцях суцільного вирубування природних букових лісів, які належать асоціаціям *Dentario glandulosae-Fagetum* W. Mat. 1964 et Guzikowa et Kornaś 1969 або *Carici pilosae-Fagetum* Moor 1952 em. Hartm. et Jahn 1967. Перша асоціація об'єднує фітоценози класичної бучини "карпатського" типу, які займають найвищі та середні частини південно-західних макросхилів Розточчя на дерново-підзолистих та карбонатних ґрунтах із виходами вапняків та пісковиків і формуються, переважно, на крутих схилах. У таких місцях часто відбувається природне самозаростання вирубаних ділянок сосною, з часом появляється природне поновлення бука під наметом сосни (фото 2).



Фото 2. Початковий етап формування сосново-букових фітоценозів другого генетичного типу шляхом самозаростання сосни в місцях вирубаних лісів асоціації *Dentario glandulosae-Fagetum* W. Mat. 1964 et Guzikowa et Kornaś 1969 (Околиці с. Дубровиця). Фото М. Сороки

Бук не переростає сосну внаслідок цілком природних причин, і з часом тут формуються оригінальні ліси, у першому ярусі яких домінує сосна, а в другому – бук. У таких умовах сосна програє своїм конкурентам і, насамперед, буку, саме тому не поновлюється під наметом лісу. Деревостан формується складним, з кількох ярусів, в першому домінує сосна, у всіх інших – *Fagus sylvatica*. Зімкненість насаджень, зазвичай, висока, тому чагарниковий ярус не формується. Розвиток трав'яного вкриття залежить від освітленості. Максимальне проективне вкриття трав тут є навесні та на початку літа. Згодом ділянки таких фітоценозів є майже мертвопокривними. Характерним для них є також слабо розвинений моховий ярус. У таких ценозах зафіксовано 83 види. До характерних видів асоціації належать *Dentaria glandulosa* Waldst. et Kit., *Polystichum aculeatum* (L.) Roth, *Symphytum cordatum* Waldst. et Kit. ex Willd., високими кількісними характеристиками і частотою трапляння відзначаються *Asarum europaeum* L., *Galeobdolon luteum* Huds., *Galium odoratum* (L.) Scop., *Sanicula europaea* L., *Viola reichenbachiana* Jord. ex Boreau. Менші відсотки вкриття та високу частоту трапляння мають *Hepatica nobilis* Mill., *Apose-ris foetida*, *Polygonatum multiflorum* (L.) All. Присутність сосни часто є причиною появи мозаїчних куртин ацидофільних видів *Vaccinium myrtillus*, *Convallaria majalis*, *Trientalis europaea*, які формуються у безпосередній близькості до стовбурів сосни. Регіональною розточанською особливістю таких фітоценозів можна назвати присутність *Dryopteris austriaca* (Jacq.) Woy-nar ex Schinz et Thell., *Aconitum moldavicum* Hacq., *Arum maculatum* L. З мохів найчастіше трапляється *At-richum undulatum* (Hedw.) P. Beauv., який утворює куртини на узбіччях лісових доріг. У таких лісах зростають рідкісні для регіону види *Aconitum variegatum* L., *Aquilegia vulgaris* L., *Asplenium viride* Huds., *Daphne mezereum* L., *Hedera helix* L., *Huperzia selago* (L.) Bernh. ex Schrank et Mart., *Neottia nidus-avis* (L.) Rich., *Polypodium vulgare* L., *Polystichum aculeatum*, *Vinca minor* L. (фото 3).



Фото 3. Сосново-букові фітоценози другого генетичного типу, які формуються як природна регенераційна стадія асоціації *Dentario glandulosae-Fagetum* W. Mat. 1964 et Guzikowa et Kornaś 1969 (Околиці с. Середкевичі). Фото М. Сороки

У схилових ценозах асоціації *Dentario glandulosae-Fagetum* сосна у першому ярусі доживає до великого віку і починає потерпати від вітровалів досить

пізно. Тому на Розточчі можна побачити і великовікові ділянки таких лісів. Фітоценози другої асоціації, *Carici pilosae-Fagetum*, практично завжди займають вершинні вирівняні плато, на схилах вони поступаються місцем іншим фітоценозам букових лісів. Ґрунти тут з неглибоким шаром гумусу та уламками карбонатних та кремнієвих порід. Структура букових лісів цієї асоціації у дорослому віці є спрощеною внаслідок зникнення чагарників і переходу насадження до просторової організації, характерної для клімаксових бучин. Якщо у першому ярусі молодих бучин зберігається сосна, то у великовікових насадженнях її вже немає. Після самозаростання сосни і відновлення бука сосна дуже швидко випадає з таких фітоценозів, переважно, через вітровали, оскільки профіль ґрунту тут є неглибоким, трофність його висока, що негативно позначається на механічних властивостях деревини. У таких ценозах зафіксовано 26 видів, синтаксон вирізняє характерний довгокореневищний вид *Carex pilosa* Scop., який завжди займає великі площі в таких лісах, що і зумовлює бідність видового складу трав'яного ярусу. Із чагарників постійно трапляються *Sambucus nigra* L., *S. racemosa* L., *Euonymus verrucosa* Scop., серед трав – *Actaea spicata* L., *Sanicula europaea*, *Viola reichenbachiana*, *Mercurialis perennis* L., *Galeobdolon luteum*. Характерною ознакою таких фітоценозів є наявність багатьох видів родини зозулинцевих, які найчастіше трапляються в молодих лісах із галявинами та вікнами – *Cephalanthera damasonium* (Mill.) Druce, *Corallorhiza trifida* Chatel., *Epipactis helleborine* (L.) Crantz, *Listera ovata* (L.) R. Br., *Neottia nidus-avis* (L.) Rich. До характерних рис сосново-букових ценозів другого типу, які формуються внаслідок суцільних рубань бучин і їх подальшої регенерації під наметом сосни, яка поселилася природно, належать: цілкова відсутність поновлення сосни, навіть на галявинах та просіках, адже умови середовища тут сприяють поновленню бука, який швидко формує регенераційну фазу, затінивши нижні яруси фітоценозу. Примітним є і набір видів трав'яного вкриття, у якому, на відміну від соснових бучин першого типу, домінують види букової світи неморальнолісового флороцено типу. Бореальні види, які супроводжують сосну, появляються на короткий період і зникають із формуванням букових ярусів.



Фото 4. Сосново-букові фітоценози третього генетичного типу, сформовані рядовою посадкою сосни в місцях асоціації *Dentario glandulosae-Fagetum* W. Mat. 1964 et Guzikowa et Kornaś 1969 (Природний заповідник "Розточчя", ур. Гострий горб).

Фото І. Хоміна

Третій тип сосново-букових лісів на Розточчі формується за тих самих умов, і в місцях тих же асоціацій букових лісів, що і попередній, але на вирубках, засаджених чистими або змішаними культурами сосни. Таке масове впровадження соснових культур у місця природного зростання бука було дуже поширене у післявоєнні роки, коли швидкокоросла сосна була пріоритетною породою лісового господарства. Тому зараз на Розточчі дуже багато таких лісів відповідного віку. Найбільші площі їх на Равському та Янівському Розточчі, зокрема в районі сіл Верещиця, Фійна, Дубровиця. Добре помітно такі деревостани також на території заповідника "Розточчя". Формування сосново-букових лісів саме таким шляхом підтверджено також у дослідженнях Ю.М. Дебринюка [5]. Подальший розвиток таких лісів відбувається за схемою, описаною вище. Вирізати саме цей тип сосново-букових лісів на Розточчі найпростіше, оскільки в них завжди видно чіткі ряди сосни, навіть при досяганні деревами великого віку. Інколи в таких деревостанах трапляється також дуб, який висаджували разом із сосною (фото 4).

Четвертий тип сосново-букових, а інколи і сосново-буково-дубових лісів має виразні антропогенні риси і формується з фітоценозів цілком іншої лісової асоціації – *Tilio cordatae-Carpinetum betuli* Tracz. 1962, яка належить союзу *Carpinion betuli* Issl. 1931 em. Oberd. 1953 порядку *Fagetalia sylvaticae* Pawl. in Pawl., Sokol. et Wall. 1928 класу *QUERCO-FAGETEA* Br.-Bl. et Vlieg. 1937. Це найпоширеніший у регіоні тип широколистяного лісу, який є завершальним, гомеостатичним у сукцесійному ряді лісової рослинності регіону, і формується в нижніх частинах пагорбів на дерново-підзолистих, сірих лісових, часто вилугуваних, ґрунтах. З огляду на його поліморфність, варто виокремити декілька його варіантів, серед них і оригінальний, дуже характерний для Українського Розточчя – *Tilio cordatae-Carpinetum betuli* var. *Fagus sylvatica*. Типова асоціація *Tilio cordatae-Carpinetum betuli* найчастіше формується без участі бука, його поява в таких лісах спостерігається лише на південному сході Польщі та в Україні. Структура таких фітоценозів завжди складна з огляду на багатовидовий склад і різний вік дерев, які їх утворюють. У них одночасно зростають *Carpinus betulus* L., *Tilia cordata* Mill., *Fagus sylvatica*, *Quercus robur* L., *Pinus sylvestris*, *Acer pseudoplatanus* L., *Cerasus avium* (L.) Moench. Діагностують фітоценози саме цієї асоціації *Cruciata glabra* (L.) Ehrend., *Euonymus verrucosa*, *Galium intermedium* Schult., *Ranunculus cassubicus* L. Фоновими видами трав'яного ярусу є *Anemone nemorosa* L., *Galium odoratum*, *Asarum europaea*, *Hepatica nobilis*, *Majanthemum bifolium* (L.) F.W. Schmidt, *Oxalis acetosella* L. Вибірковими рубаннями з таких лісів часто вибирали липу, дуб та черешню, зокрема в районі традиційного різьбярського промислу та меблевого виробництва. Одночасно вирубували і граб. Це і призвело до формування збідненого варіанта сосново-букових чи сосново-буково-дубових лісів. Їх завжди можна вирізнити за порушеною структурою деревних ярусів, відсутністю надійного підросту бука та сосни, дуже збідненого трав'яного вкриття, часто без характерних видів. У більшості ценозів унаслідок значного прорубування та збільшення освітленості нижніх ярусів поселяється *Rubus hirtus* Waldst. et Kit., а інколи – і синантропні види трав. Усього в таких лісах виявлено 63 види, проте

в місцях, пройдених вибірковими рубаннями, рівень видового насичення ценозів різко зменшується. На більшій території регіону із фітоценозів цієї асоціації сформувалися сосново-букові чи з домішкою дуба і граба ліси, трав'яний ярус яких надзвичайно бідний, що вказує на антропогенно трансформовані ділянки природних середньоевропейських широколистяних лісів. До характерних рис сосново-букових ценозів цього типу належать: відсутність поновлення сосни, зокрема на галявинах та просіках; наявність видів трав'яного вкриття, серед яких домінують типові неморальні види, характерні для більшості широколистяних лісів. Видів букової світи тут немає взагалі, незважаючи на присутність бука (фото 5).



Фото 5. Сосново-букові фітоценози четвертого генетичного типу формуються із лісів асоціації *Tilio cordatae-Carpinetum betuli* Tracz. 1962 var. *Fagus sylvatica* шляхом вибіркового рубань (Околиці с. Верещиця).
Фото А. Рицар

На Розточчі виявлено також сосново-букові або сосново-буково-дубові ліси п'ятого типу, утворені на місці *Tilio cordatae-Carpinetum betuli* var. *Fagus sylvatica* шляхом висаджування лісових культур сосни чи сосни з дубом після суцільного вирубування деревостану. У таких місцях поновлення сосни природним шляхом практично ніколи не відбувається внаслідок формування на таких вирубках фітоценозів асоціацій *Rubetum idaei* Pass. 1982 та *Rubro-Calamagrostidetum epigei* Fijałkowski 1978 із класу *EPILOBIETEA ANGUSTIFOLII* R. Tx. et Prsg. 1950, які сформовані агресивними довгочореновищними видами і досить швидко переходять у чагарникову стадію. Після природного поновлення бука та подальших вибіркового рубань теж можна спостерігати утворення фітоценозів сосново-букових, часто з домішками дуба та граба, лісів. Їх легко вирізнити в природі не тільки за характерними для *Tilio cordatae-Carpinetum betuli* видами трав'яного вкриття та чагарників, а й за чіткими рядами дуба чи сосни, яка тут теж є лише у першому ярусі.

Дуже рідко на території Українського Розточчя можна спостерігати явище формування ще одного, шостого генетичного типу лісів із участю сосни та бука. Воно пов'язане із трансформацією рідкісних у регіоні природних фітоценозів змішаних лісів із асоціації *Quercus roboris-Pinetum* (W. Mat. 1981) J. Mat. 1988, які належать до союзу *Dicrano-Pinion* Libb. 1933 порядку *Cladonio-Vaccinietalia* Kiell.-Lund 1967 класу хвойних та змішаних лісів *VACCINIO-PICEETEA* Br.-Bl. 1939. Фітоценози змішаних лісів формуються

на підзолистих супіщаних ґрунтах невисокої родючості у суборових типах, не виказуючи жодної прив'язаності до форм рельєфу. Деякі дослідники цього синтаксону вважають, що він займає місця, в яких не росте *Fagus sylvatica*. Проте з території Розточчя відомі варіанти цієї асоціації зі сталою природною домішкою бука, виділені в субасоціацію *Quercus roboris-Pinetum fagetosum* (W. Mat. 1981) J. Mat. 1988. Більшість типових для цієї асоціації ділянок на Українському Розточчі займають тепер деревостани, які піддалися тій чи іншій видозміні, найчастіше – це штучні насадження з переважанням сосни або деревостани, охоплені в минулому вибірковими рубаннями. На багатьох ділянках у підрослі з'явився бук унаслідок регенерації природного фітоценозу або евтрофізації умов місцезростання штучно введеними деревними породами. Проте бідні умови ґрунтового живлення не дають змогу буку піднятися до верхніх деревних ярусів та перейняти домінантне становище. І, навіть після вибіркового рубань, насадження із сосни та бука тут ніколи не має вигляду справжніх сосново-букових чи буково-соснових лісів, оскільки бук не досягає відповідних якісних характеристик і залишається у третьому ярусі, а в трав'яному ярусі переважають види соснових лісів. Проте номінально все-таки формується фітоценоз із участю сосни та бука (фото 6).



Фото 6. Фітоценози шостого генетичного типу з участю сосни і бука з асоціації *Quercus roboris-Pinetum fagetosum* (W. Mat. 1981) J. Mat. 1988 (околиці села Брюховичі).
Фото А. Рицар

Підсумовуючи все сказане, наголосимо, що на Українському Розточчі під час вивчення рослинності більшість дослідників застосовували методи доміантної школи, а також класичні лісівничі та таксаційні методики. Результати цих пошуків часто не проливали світла саме на генезис лісових асоціацій і давали підстави для тривалих дискусій про походження багатьох фітоценозів, зокрема, сосново-букових та сосново-буково-дубових лісів, деяких асоціацій дубових лісів та вільшин, деревний та трав'яний яруси яких не зовсім відповідають один одному. Оскільки критерії виділення асоціацій у природі є надзвичайно різними, то різ-

ними є і способи та методи їх досліджень і, як наслідок, суб'єктивне надання переваг одній із ознак фітоценозів. Проте визначальними рисами будь-якого ценозу залишаються все-таки видовий склад та кількісні і якісні характеристики видів, які його формують. Тому метод Й. Браун-Бланке, надаючи флористичному складу фітоценозу вирішальне значення, дає змогу з достатньою часткою достовірності ідентифікувати ценози та визначати їхні генотипи. Як виявилось в процесі аналізу зібраних фітоценотичних матеріалів, формування сосново-букових лісів, поряд із природним перебігом, може бути спровоковане людською діяльністю. Це доводять результати досліджень фітоценозів з участю сосни та бука на основі методу Й. Браун-Бланке. Виявилось, що такі ценози на Розточчі можуть бути щонайменше шести генетичних типів, лише один з яких формується в абсолютно природний спосіб – це варіант асоціації *Luzulo pilosae-Fagetum* W. Mat. et A. Mat. 1973. Ще один – внаслідок вибіркового рубань у складних широколистяно-лісових ценозах асоціації *Tilio cordatae-Carpinetum betuli* var. *Fagus sylvatica*. Всі інші формуються як регенераційні стадії бучин або змішаних лісів у місцях природного зростання бука.

ЛІТЕРАТУРА

1. Алехин В.В. Растительность СССР в основных зонах. – М.: Сов. наука, 1951. – 512 с.
2. Бутейко А.И. Сосново-буковые леса запада УССР: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Львов, 1975. – 28 с.
3. Горошко М.П., Миклуш С.И. Островное местонахождение пихты белой на Украинском Расточье/ Изучение и охрана заповедных объектов. – Алма-Ата: Кайнар, 1984. – С. 99-100.
4. Данилків І.С., Лобачевська О.В., Мамчур З.І., Сорока М.І. Мохоподібні Українського Розточчя. – Львів: І-нт екології Карпат, Препринт, 2002. – 318 с.
5. Дебринок Ю. Лісокультурне районування Західного Лісостепу України. – Львів: Камула, 2003. – 247 с.
6. Лісівницькі дослідження на Розточчі. – Львів: Камула, 1972. – 312 с.
7. Растительность европейской части СССР. – Л.: Наука, 1980. – 429 с.
8. Сорока М.І. Синтаксономія рослинності природного заповідника "Розточчя"/ Праці Наукового товариства ім. Т. Г. Шевченка: Екологічний зб. – Львів, 1999, т. III. – С. 105-113.
9. Сорока М.І. Синтаксономія рослинності Українського Розточчя/ Наук. вісник УкрДЛТУ: зб. наук.-техн. праць. – Львів: УкрДЛТУ. – 1998. – Вип. 7. – С. 37-41.
10. Сорока М.І. Флора судинних рослин Українського Розточчя. – Львів, 2002. – 154 с.
11. Шеляг-Сосонко Ю.Р. Європейська широколистянолісова область/ Геоботаничне районування УРСР. – К.: Наук. думка, 1977. – С. 44-73; 131-138.
12. Braun-Blanquet J. Pflanzensoziologie, Grundzüge der Vegetationskunde. – Wien-New York: Springer, 1964. – 3 Aufl. – 865 s.
13. Buraczynski J. Roztocze. – Lublin: Wyd-wo UMCS, 1997. – 189 s.
14. Matuszkiewicz W. Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski. – Warszawa: PWN, 2001. – 536 p.
15. Matuszkiewicz W., Matuszkiewicz J.M. Przegląd fitosocjologiczny zbiorowisk leśnych Polski (Synteza)/ Phytocenosis. – 1996. – 8. – № 5. – 79 s.
16. Matuszkiewicz W., Polakowska M. Materiały do fitosocjologicznej systematyki borów mieszanych w Polsce/ Acta Soc. Bot. Poloniae. – 1995. – 24. – № 2. – S. 65-74.
17. Scamoni A., Passarge H. Einführung in die praktische Vegetationskunde. – Jena: G. Fischer Verlag, 1963. – 236 S.
18. Soroka M. Flora Roztocza Ukrainieckiego/ Roztoczanskie Spotkania. Wykłady otwarte w Ośrodku Edukacyjno – Muzealnym Roztoczańskiego Parku Narodowego. – Zwierzyniec, 2005. – Tom IV. – S. 227-237.
19. Święs F., Soroka M. Aquatic plants and rush-plants of the upper Vereshitsa river valley in the region of Lvov Roztocze/ Annales UMCS. – 2000 – Vol. LV. – Sectio C, Biologia. – S. 73-105.

M. I. Soroka

GENETIC TYPES OF PINE-BEECH FORESTS OF UKRAINIAN ROZTOCHIA

As a result of studding of pine-beech forests of Ukrainian Roztochia, by means of the eco-floristic procedure known as method Braun-Blanquet, it was found out that such forests have formed 6 genetic types in this region. They belong to 5 associations of two classes of vegetation – a broad-leaf forests class *QUERCO-FAGETEA Br.-Bl. et Vlieg. 1937* and of a coniferous forests class *VACCINIO-PICEETEA Br.-Bl. 1939*. Fitocoenosis and ecological analyses of detected associations were made and it was found out that the single type of pine-beech forests is developing in natural way. The other one is the result of selective cuttings in broad-leaf forests coenosis. The rest are developing as natural or artificial regeneration stage on the glades of beech forests.

ОХОРОНА ПРИРОДИ ТА РАЦІОНАЛЬНЕ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

УДК 630.28

В. П. ГАЛУШКА¹, П. Р. ТРЕТЯК²

ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ШАХТАРСЬКОГО КРАЮ

Нагромадження відпрацьованих гірських порід у териконах та просідання земної поверхні над шахтними полями зумовлюють деградацію природного середовища. Для його відновлення потрібно у зонах просідання нагромаджувати малопотужні площинні відвали відпрацьованої гірської породи. Такі пласти відходів варто перекривати шаром піску та суглинку і потім на цій поверхні висаджувати лісові культури.

Вступ

Ще у 1912 р. російський геолог М. М. Тетяев на основі детального аналізу стратиграфії осадових відкладів і тектонічних структур Європейської частини Росії і Східної частини Польщі передбачив наявність покладів кам'яного вугілля на Волині [1]. Пізніше ця гіпотеза одержала аргументоване підтвердження: у 1931 р. біля міста Острог геолог Я. Самсонович виявив гальку кам'яновугільних порід. Масштабна геологічна розвідка, зорієнтована на пошук вугілля, розпочалася після Другої світової війни, оскільки для промислового розвитку західного регіону України були потрібні розвинена енергетична база та відповідні паливні ресурси. Бурінням були охоплені не тільки Львівська область, але і західні райони Волинської області УРСР та Білорусії. І вже у липні 1947 р. Володимир-Волинська геологорозвідувальна партія цього тресту "Львіввуглерозвідка" виявила на території Волинської області промислові поклади вугілля.

Загалом у межах Львівсько-Волинського кам'яновугільного басейну виявлено 4 родовища: Нововолинське, Забузьке, Межиріцьке і Сокальське. Балансові запаси вугілля – близько 970 млн т. Всього виявлено близько 70 вугільних пластів. Глибина залягання їх 300–1200 м. Пласти вугілля здебільшого простої будови, але є і складні, з двох-трьох пачок. Потужність пластів різна, від 2,4 до 1 м, а то й менше. Промислове значення мають лише 12 пластів, потужністю понад 0,6 м, що залягають на глибині від 315 м до 535 м.

Поверх вугільних пластів залягає товща юрських, крейдових та лесових відкладів, які представлені піс-

ковиками, агілітами, вапняками, акумулятивними суглинками тощо.

Львівсько-Волинський вугільний басейн охоплює площу близько 10 тис. км² у межах у Львівської і Волинської областей України, а також Люблінського воєводства Польщі.

Будівництво гірничодобувного комплексу розпочалося у 50-х роках минулого століття. На будівництво вугільних шахт приїздили люди звідусіль, зокрема шахтарі з Донбасу. Поблизу шахт будували міста та робітничі селища. Чисельність населення швидко зростала. Уже в 1960 р. лише у Червонограді проживало 20 тис. осіб, а у 1985 р. – до 83 тис. осіб.

До складу Державного підприємства "Львіввугілля" входить 10 шахт, які видобувають енергетичне вугілля. Тут працюють 12 тис. осіб. Загальний фактичний видобуток вугілля у 2003 р. становив 2374 тис. т. [5]. Щоправда, віднедавна масштаби видобутку вугілля скоротилися, проте все ж залишаються значними. Наприклад, лише з самої шахти "Великомостівська", яка розпочала роботу ще у 1958 р. і мала проектну потужність 450 тис. т на рік, у 2003 р. було добуто 206 тис. т вугілля. Ця шахта працює вже 60 років. Тож, разом за ці роки з неї добуто приблизно 20 млн т вугілля, та ще й чимало супутньої гірської породи. Зрозуміло, що шахтне поле тут мусить бути особливо велике за площею. Воно розкрито двома вертикальними стволами глибиною 499 і 473 м, оскільки шахта розробляє два пласти. Лави оснащені сучасними високопродуктивними видобувними спеціальними комплексами та автоматизованими комбайнами [10].

¹ Василь Павлович ГАЛУШКА – член-кореспондент ЛАН України, кандидат сільськогосподарських наук, директор державного підприємства "Жовківське лісове господарство". Україна, м. Жовква, Львівська обл. Тел.: (+3803252) 61837. E-mail: zhovkvalisgosp@ukrpost.net

² Платон Романович ТРЕТЯК – віце-президент ЛАН України, доктор біологічних наук, професор, Державний природознавчий музей НАН України, завідувач відділу. Україна, м. Львів. Тел.: (+380322) 72-89-17. E-mail: platon.tretyak@gmail.com.

1. Техногенні екологічні наслідки

Тривалий масштабний видобуток вугілля призводить до утворення підземних порожнин, нагромадження відвалів гірської породи – териконів, різноманітних хвостосховищ тощо. Все це зумовило негативні техногенні зміни у навколишньому середовищі [7], серед яких особливо загрозливими є:

- нагромадження пухких і нестійких техногенних відкладів гірської породи, яка містить агресивні хімічні субстанції (див. кольорові світліни на третій сторінці палітурки);
- втрата значних площ природних та агрокультурних екосистем, які відіграють вагомий локальний екологічно-стабілізуючий функцію;
- просідання земної поверхні та її затоплення (див. кольорові світліни на третій сторінці палітурки);
- зміна балансу ґрунтових вод і виснаження водоносних горизонтів;
- порушення природної циркуляції вод та їх забруднення;
- забруднення атмосфери;
- зміни мікроклімату.

Усі ці явища негативно впливають на здоров'я населення. Зокрема, спостерігаються масові ураження силікозом, а також гіпоплазія зубів і патологія скелету у дітей [6].

Таких відвалів гірських порід, що виникли внаслідок видобутку вугілля у Львівській обл. – понад 100 млн м³. Вони займають площу понад 270 га землі [5]. Частка перегорілої частини у загальній кількості видобутої за всі роки експлуатації гірничих підприємств породи становить лише 25-30% [5, 8].

Як видно з космічного зображення високої роздільної спроможності¹, нагромадження техногенних відкладів гірської породи можуть мати форму площинних відвалів і конусоподібних териконів. Терикон (фр. Terri – відвал породи, фр. Conique – конічний) – штучний насип з порожніх порід, видобутих шляхом підземного розроблення родовищ вугілля й інших корисних копалин.

Усередині териконів шахт і гірничозбагачувальних фабрик нерідко відбувається перебіг різних процесів техногенного пірометаморфізму:

- згорання вугілля у зонах з окислювальним режимом випалювання та піроліз вугілля у зоні відновного випалення за температури 800–1000°C;
- реакції дегідратації шаруватих силікатів, унаслідок чого випаровується велика кількість води;
- видалення F, Cl на початкових етапах горіння відвалу за температури 600–700°C;
- розклад карбонатів з видаленням CO й CO² й утворенням періклаза, вапна і феритів за температури 600–800°C;
- локальне плавлення з утворенням осклованих клінкерів і базитових паралав за температури 1000–1250°C.

Ці процеси призводять до радикальної зміни фазового складу маси гірських порід відвалів. Перегораючи гірські породи териконів стають крихкими, виникає реальна небезпека обвалів. Тому терикони здебільшого перебувають у небезпечному, нестабільному стані. Наприклад, подібна катастрофа відбулася 21 жовтня 1966 р. у селищі гірників Аберфан, що у Нижньо-

му Уельсі. Тоді осунувся терикон шахти № 7. Було знищено 20 будинків і загинуло багато людей [11].

Окрім наведених явищ просідання земної поверхні, у районах дислокації гірничодобувних виробничих комплексів відбуваються й інші небезпечні геодинамічні процеси [4], спричинені надмірними навантаженнями териконів, хвостовідстійників масивних інженерних споруд тощо.

Залишки вугілля у териконах самозагораються і димлять. Окрім отруйних випарів, формуються і небезпечні стоки забрудненої різноманітними хімічними сполуками води.

Тому у межах Львівсько-Волинського гірничо-видобувного комплексу особливо загрозливою є проблема забруднення атмосферного повітря викидами сірчистого ангідриду, що є причиною випадання опісля кислотних дощів. Значну частину у валових викидах шкідливих речовин в атмосферне повітря становлять також тверді речовини, що є відходами видобутку вугілля: вугільний пил; зола тощо. Згідно з формою статистичної звітності 2ТП "Повітря", загальна кількість викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря підприємствами ДП "Львіввугілля" впродовж трьох останніх років перебуває у межах 6,3-7,1 тис. т на рік, зокрема за інгредієнтами: двоокис сірки 3,9-4,1 тис. т; двоокис азоту 0,7-0,9 тис. т; окис вуглецю 1,0-1,2 тис. т; тверді речовини 0,7-0,9 тис. т [8].

Підземні порожнини шахтних полів з часом обвалюються і земна кора та поверхня поступово локально просідає, затоплюється ґрунтовими водами. Це наочно ілюструють великомасштабні космічні зображення та світліни на третій сторінці палітурки. Це призводить до втрати земель сільськогосподарського призначення, житлових масивів та лісового фонду.

Процес затоплення лісових земель відбувається поступово. На першому етапі опускання земної поверхні веде до зміни гідрологічного режиму ділянок: на місці вологих гігروتопів формуються сирі, а потім мокрі. На другому етапі починається відмирання деревної рослинності і триває затоплення земель. Останніми роками навіть спостерігається розселення бобрів, які підгризають і валять дерева. На останньому етапі формуються неглибокі водойми, заповнені водами, які забруднені відходами гірничої промисловості.

2. Перспективи подальшої техногенної деградації ландшафту

Наростаючі потреби в енергетичних ресурсах зумовлюють потребу подальшого видобутку вугілля для підтримання діяльності господарсько-промислового комплексу західних областей України. Отже, є підстави вважати, що підземні шахтні поля будуть і надалі розширюватися у межах зон залягання перспективних для розробки пластів вугілля. Це призведе і до розширення площ зон просідання та затоплення земної поверхні. Цей процес може охопити до 10 тис. км² у межах у Львівської та Волинської областей України [5]. Значна частина цієї площі буде затоплена забрудненими водами, а решта – заболочена або тривалий час протягом року підтоплена. Таким чином, ця колись родюча земля стане непридатною для господарського використання та життя людей. Це ж стосується і лісових ресурсів. Вони будуть деградувати.

На перспективу майбутні зони техногенної деградації земель можуть бути визначені відповідно до пла-

¹ Отримано з джерела Google Планета Земля: безплатна версія - www.earth.google.com

нів розробляння покладів вугілля. Тож, очевидно, варто поблизу таких територій відселяти людей і переорієнтовувати господарську інфраструктуру, не кажучи вже про масштабні відшкодування екологічних збитків землекористувачам та землевласникам.

З метою відстеження та прогнозування змін рельєфу і пов'язаної з цим деградації ландшафту потрібно здійснювати комплексний геодинамічний та екологічний моніторинг [7].

3. Досвід оптимізації навколишнього середовища гірничопромислових районів

Небажані зміни навколишнього природного середовища та небезпечні екологічні ситуації перебувають під постійним контролем підрозділів Міністерства вугільної промисловості, Міністерства охорони навколишнього природного середовища, Міністерства з питань надзвичайних ситуацій, Міністерства охорони здоров'я, місцевих адміністрацій тощо. Тривалий час здійснюються і практичні заходи: гасіння териконів, їх виположування, розбирання породи погаслих териконів для потреб будівництва, заліснення техногенно порушених земель, очищення стічних вод тощо. Зрозуміло, що певний позитивний екологічний ефект такі господарські заходи дають, однак радикально не вирішують проблеми. Існують проекти завантаження відпрацьованих гірських порід назад у шахти з метою заповнення ними техногенних порожнин. Проте і такі методи, які потребують спеціальних технологій, далекі від реалізації, а окрім цього, навряд чи можуть повністю запобігти просіданню земної поверхні.

Фітомеліоративні заходи оптимізації середовища техногенно змінених земель виробничих комплексів вугільної промисловості здійснюються уже впродовж кількох десятиліть. І тепер їхні схили, особливо з північного боку, вкриті деревно-чагарниковою рослинністю, про що наочно свідчать великомасштабні космічні зображення териконів (див. третю сторінку палітурки). Технологія рекультивації териконів така: початково пагорб терикону роблять пологішим, далі терасують схили і покривають тераси шаром глини і ґрунту, створюють систему стоку опадів. Потім висаджують рослини, які можуть прижитися в цих умовах: наприклад, акацію, березу, шипшину або бирючину тощо. Через десяток років з токсичного шахтного відвалу виходить зелений пагорб, який може стати парком або навіть елементом національної екологічної мережі [2, 3]. Проте не можна просто узяти і засадити той або інший шахтний відвал деревами, оскільки в ньому відбувається процес горіння. Наразі гасінням та озелененням териконів, а також очищенням стічних вод заопікуються самі вугільні підприємства. Проте, внаслідок спеціальних меліоративних заходів, заселення териконів рослинністю відбувається і природним шляхом. У комплексі ці питання вивчала У.Б. Башуцька [1]. Дослідниця виявила, що у рослинному покриві териконів представлено 271 вид вищих судинних рослин із 190 родів та 59 родин, 45 порядків, 7 класів, 5 відділів. Десять провідних родин охоплюють 182 види, що становить 67 % від загальної множини флористичних елементів досліджуваної території. Це, насамперед, представники родин Fabaceae, Rosaceae, Lamiaceae, Brassicaceae, Caryophyllaceae. Значна присутність термофільних видів, що закономірно для ділянок із теплотворним субстратом.

Розвиток рослинного покриву дегазованих ландшафтів гірничопромислового району відбувається в специфічних лісорослинних умовах породних відвалів.

Шахтні породи та насипні шари рекультиваційних ґрунтосумішей разом формують специфічні типи едафотопів. Насамперед, за гранулометричним складом це крупноуламкові щєбеністі субстрати. Навіть у випадку значного вмісту насипних ґрунтосумішей вони представлені супісками піщано-супіщанистими і суглинками, легкими грубопилюватими та легкосуглинковими. Загальні фізичні властивості (щільність твердої фази субстрату, щільність будови субстрату, загальна шпаруватість, аерація та ступінь аерації) неперегорілих і перегорілих шахтних порід та насипних ґрунтосумішей є близькими до оптимальних значень, що характерні для суглинистих і глинистих ґрунтів. Але показники їх польової вологості є дуже низькими, що зумовлює лімітуючий вплив зволоження на розвиток рослинності. Крім цього, солі і токсичні сполуки, що входять до складу порід, а також низький вміст гумусових речовин уповільнюють процеси природного заростання [1].

Для териконів характерними є також особливі мікрокліматичні умови. На рекультивованих і нерекультивованих відвалах найбільше прогріваються південні схили: температура поверхні субстрату може сягати 50-60 °С. Причому, найменше прогріваються північні схили (до 40–50 °С). Відповідно, на схилах північних експозицій більше ґрунтової вологи. Це зумовлює поселення на північних схилах більшої кількості мезофільних рослин, а на південних – ксерофільних [1].



Рис. 1. Природне поновлення дуба звичайного та сосни звичайної на оголених субстратах териконів

Такі теоретичні узагальнення підтверджують великомасштабні космічні зображення териконів (див. світлини на третій сторінці палітурки). Як бачимо, на північних схилах терикону і у нижніх частинах східних схилів сформувалися зімкнені деревостани берези пониклої. На оголених субстратах териконів та серед березових угруповань трапляється самосів та підріст крім берези, ще й верби козячої, глоду, горобини, дуба звичайного, калини, осики, сосни звичайної, тополі, черемхи, а також чагарникових верб тощо (рис. 1). У складі піонерних травистих угруповань виявлено чимало представників таких видів: *Geum urbanum* L., *Agrimonia eupatoria* L., *Calamagrostis villosa* (Chaix.) J. F. Gmel., *Carex sylvatica* Huds., *Chamaerion angustifolium* (L.) Holub, *Circaea lutetiana* L., *Dryopteris austriaca* (Jacq.) Woyнар ex Schinz et Thell., *Dryopteris filix-mas* (L.), *Epilobium roseum* Schreb., *Fragaria vesca* L., *Galinsoga parviflora* Cav., *Hieracium sylvularum* Jord. ex Boreau, *Humulus lupulus* L., *Impatiens noli-tangere* L., *Luzula campestris* (L.) DC., *Milium effusum* L., *Senecio vulgaris* L., *Solanum dulcamara* L., *Solidago canadensis* L., *Tanacetum vulgare* L. тощо. Таким чином, наведені матеріали свідчать, що природні процеси скеровані на формування травистого та деревно-чагарникового рослинного покриву на териконах. І це є підставою для оптимістичного бачення шляхів виходу з небезпечної техногенної ситуації.

Подібні заходи з меліорації териконів широко практикуються і на Донбасі. Звичайно, що заліснення сприяє закріпленню схилів териконів і запобігає вітровій ерозії їх поверхні, а також корисне з точки зору очищення повітря. Проте найбільшою вадою такої меліорації териконів є небезпека їх осушення, а також посилення інфільтрації в ґрунтові води шкідливих хімічних речовин. Власне через це передбачається з часом ліквідація териконів. Адже вони мають певне сировинне значення для хімічної промисловості. Окрім цього, є перспективи використання відпрацьованих гірських порід у будівництві шляхів, інженерних споруд тощо.

4. Радикальні шляхи подолання техногенних екологічних наслідків

Сучасне природоохоронне законодавство передбачає залучення техногенно деєастованих земель до національної екологічної мережі з метою їх відновлення до стану, наближеного до природного [2, 3]. Однак запобігти деградаційним процесам в ландшафтах, де розташовані гірничовидобувні виробничі комплекси, поки що не видається можливим. Окрім меліорації та заліснення промислових відвалів, залишається невирішеною проблема просідання земної поверхні, що викликає заболочення агроугідь, лісів, підтоплення населених пунктів тощо. Неабияку небезпеку на перспективу становить забруднення ґрунтових вод інфільтратом териконів та хвостосховищ. Отож, з огляду на завдання розбудови національної екомережі, залучення таких територій до її складу потребує комплексного концептуального опрацювання шляхів відновлення їх природного середовища.

Насамперед, потрібен прогноз масштабів розвитку деградаційних процесів, пов'язаних з просіданням земної поверхні. Він може бути здійснений на основі

аналізу просторового розміщення шахтних полів минулого, сучасного та майбутнього видобутку вугілля.

Такий прогноз повинен зобов'язати вугільні підприємства вилучити ці землі від актуальних землекористувачів і відшкодувати їм збитки. Запобігти просіданню поверхні на вилучених землях не вдасться. Тому доцільно було б відмовитися від нагромадження високих териконів і відпрацьовану гірську породу вивозити на ці заболочені ділянки. Отож, нагромаджуючи площинні відвали висотою 4–5 м, можна у перспективі отримати незатоплені рівні поверхні придатні для подальшої меліорації. Окрім цього, у таких малопотужних, у нижній частині насичених водою нагромадженнях гірської породи не буде відбуватися горіння. А у майбутньому меншою буде небезпека забруднення ґрунтових вод інфільтратом небезпечних хімічних сполук. Адже промивання ґрунтових вод у териконах відбувається по всій їх товщі під гравітаційним тиском.

Вирівняні поверхні площинних відвалів у зонах опускання земної поверхні пізніше потрібно вкрити шаром піску чи суглинку з метою ізолювання їх від прямого контакту з атмосферним повітрям та створення покращених едафічних умов для формування рослинного покриву. Окрім сподівання на активні природні відновні процеси рослинного покриву, слід застосувати спеціальні фітомеліоративні заходи. Доцільним бачиться створення лісових культур сосни звичайної та дуба. Корисним був би і підсів насіння берези. Ці роботи могли б виконувати лісгосподарські підприємства.

Лише за умови здійснення таких заходів можливе відновлення наближеного до природного стану деєастованих гірничо-видобувної промисловості ландшафтів та залучення їх до національної екологічної мережі як відновлюваних територій.

Висновки

До головних техногенно-екологічних проблем районів зосередження вугледобувної промисловості належать нагромадження відпрацьованих гірських порід у териконах та просідання земної поверхні над шахтними полями. Вони зумовлюють, як наслідок, заболочення земель, загибель лісових масивів, забруднення вод і повітря небезпечними інгредієнтами.

Радикальним шляхом відновлення техногенно деєастованих ландшафтів бачиться нагромадження у зонах просідання землі малопотужних площинних відвалів відпрацьованої гірської породи. Такі пласти відходів гірничої промисловості треба перекривати шаром піску та суглинку і потім на цій поверхні висаджувати лісові культури.

ЛІТЕРАТУРА

1. Башуцька У.Б. Антропогенно-природні сукцесії рослинності деєастованих ландшафтів Червоноградського гірничо-промислового району : Автореф. дис.... канд. с.-г. наук: Укр. держ. лісотехн. ун-т. – Л., 2004. – 17 с.
2. Закон України "Про загальнодержавну програму формування національної екологічної мережі України на 2000–2015" роки". (21 вересня 2000 р. № 1989-III) // Урядовий кур'єр. № 207. 8 листопада 2000 р. – С. 3–16.

3. Закон України "Про екологічну мережу України" від 24.06. 2004. № 1864-IV // Законодавство України про екологію. – К.: КНТ, 2005. – С. 53-64.

4. Кузьмин Ю.О. Современная геодинамика и оценка геодинамического риска при недропользовании // М.: Агентство Экономических Новостей, 1999, 220 с.

5. Львівсько-Волинський вугільний басейн. [Електрон. ресурс]. – Доступний з: <http://www.uk.wikipedia.org/wiki>

6. Подання уповноваженого Верховної Ради України з прав людини "Про вжиття Міністерством охорони здоров'я України заходів у зв'язку із захворюваністю дітей у Червоноградському гірничо-промисловому регіоні Львівської області на гіпоплазію зубів і патологію кісток скелету" /Н.Карпачова, 31.01.2001 р. [Електрон. ресурс]. – Доступний з: http://www.om-budsman.kiev.ua/p_01_5-10.htm

7. Про вдосконалення структури екологічної служби Міністерства вугільної промисловості України // Міністерство вугільної промисловості України (Мінвуглепром) Наказ № 88 від 08.02.2006, станом на 26 березня 2007 року. [Електрон. ресурс]. – Доступний з: <http://www.uapravo.net/data/base12/ukr12545.htm> – 20k

8. Сокальський р-н. [Електрон. ресурс]. – Доступний з: <http://www.sokal-adm.lviv.ua/ekologija.htm>

9. Терикон. [Електрон. ресурс]. – Доступний з: <http://www.uk.wikipedia.org/wiki>

10. Шахта "Великомостівська". Гірничий енциклопедичний словник, т. 3. / За ред. В. С. Білецького. – Донецьк: Східний видавничий дім, 2004. – 752 с.

11. Aberfan disaster. [Електрон. ресурс]. – Доступний з: <http://www.nationmaster.com/encyclopedia/Aberfan>

V. P. Halushka, P. R. Tretyak

IS ECOLOGICAL PROBLEMS OF MINER'S EDGE

Piling up of exhaust breeds in waste banks and lowering of earthly surface above the mine fields predetermine degradation of natural environment. For its renewal it is necessary in the areas of lowering to accumulate the low-powered flat dumps of rocks. Such layers of wastes must be recovered the layer of sand and loam and then on this surface to plant forest cultures.

УДК 502.13:65.012.32

Л. І. МАКСИМІВ¹, О. А. ПОТАЙ²

СУТНІСТЬ, ФУНКЦІЇ, ЗАВДАННЯ І НОРМАТИВНО-ПРАВОВЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ

Розглянуто сутність, функції, завдання і принципи екологічного менеджменту промислових підприємств, а також основні етапи становлення і розвитку екологічного менеджменту, уточнено термінологічний апарат з питань екологічного менеджменту, з'ясованої відмінності між екологічним управлінням і екологічним менеджментом, проаналізовано нормативно-правове забезпечення екологічного менеджменту.

Екологічний менеджмент – сучасна галузь науки, становлення якої розпочалося наприкінці ХХ ст. і відбувається під впливом різних напрямків наукового знання та практичного досвіду вирішення економічних, соціальних і природоохоронних завдань. Екологічний менеджмент вже зараз є повноправною галуззю наукових знань і водночас окремою навчальною дисципліною, яка синтезує знання та досягнення економіки, менеджменту, екології, права та інших наук (рис. 1).

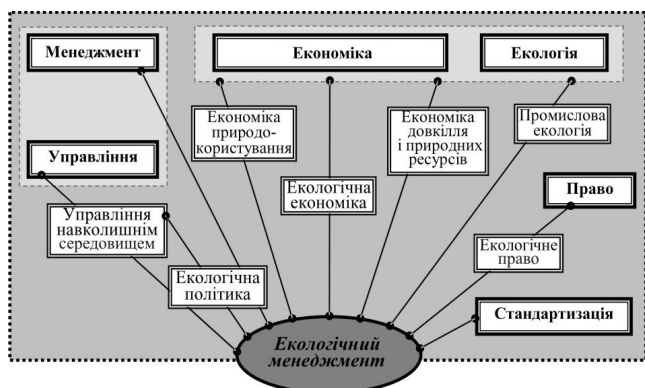


Рис. 1. Взаємозв'язок екологічного менеджменту з іншими науками

Передумовою виникнення цього альтернативного вчення було наполягання міжнародної громадськості та наукової спільноти на потребі пошуку нового напрямку економічного розвитку, який не лише обмежував би промислові потужності, а й забезпечував можливості природних екосистем нейтралізувати негативні наслідки антропогенної діяльності.

За останнє сторіччя підходи до вирішення екологічних проблем значно змінились. До процесу виробництва поступово почали висуватися дедалі жорсткіші природоохоронні вимоги, які зобов'язували підприємства шукати й використовувати у своїй діяльності управлінські й інженерно-технічні новації. Відповідно до цих змін, виділяють три основні етапи розвитку екологічного менеджменту [13] (табл. 1).

Табл. 1. Етапи розвитку екологічного менеджменту у розвинених країнах * [1]

Аспект	I етап До 1970 р.	II етап 1970-1990 рр.	III етап З 1990 р.
Ставлення до охорони довкілля	Окремі законодавчі акти щодо регулювання викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря і водойми	Введення суворіших законодавчих вимог. Підприємства прагнуть дотримуватись цих вимог	Комплексний підхід до розв'язання екологічних проблем. Підприємства виказують прагнення досягти вищого рівня охорони довкілля, аніж того вимагає законодавство
Філософія управління	Стан довкілля – це не проблема	Екологічні питання вирішуються підходом "кінця труби" (end-of-pipe) (контролюванням забруднення)	Попереджувальні (превентивні) заходи системи екологічного менеджменту (підхід "початку труби")
Організація	Природоохоронні питання вимагають незначних організаційних ресурсів	Природоохоронні питання розглядає лише відділ охорони довкілля відокремлено від процесу виробництва	Екологічні аспекти становлять невід'ємну частину системи виробництва. З метою підвищення екологічної ефективності діяльності підприємств впроваджуються системи екологічного менеджменту
Витрати	Незначне вкладення капіталу	Кошти витрачають лише на задоволення вимог природоохоронного законодавства	Екологічні питання набувають стратегічного значення для ведення бізнесу

Примітка: *англ. "end-of-pipe technology"

Перший етап розвитку екологічного менеджменту був реактивним, зосередженим лише на виконанні

¹ Людмила Іванівна МАКСИМІВ – член-кореспондент ЛАН України, кандидат економічних наук, директор Інституту екологічної економіки Національного лісотехнічного університету України, м. Львів. Тел.: +38-067-390-83-76. E-mail: maksymivl@ukr.net

² Оксана Анатоліївна ПОТАЙ – магістр економіки довкілля і природних ресурсів, аспірант кафедри екологічної економіки, Національний лісотехнічний університет України, м. Львів. Тел.: +38-032-297-03-88. E-mail: ksana_lv@mail.ru

обов'язкових законодавчих вимог, а довготерміновий стратегічний підхід не використовувався. Застосування підходів і принципів екологічного менеджменту на промислових підприємствах пов'язували з додатковими накладними витратами, переважно акцентуючи на боротьбі з уже спричиненим забрудненням. Компанії залагоджували екологічні проблеми в міру їх виникнення.

Другий етап розвитку екологічного менеджменту на підприємствах характеризувався обмеженим стратегічним підходом, відповідно до якого витрати, пов'язані з використанням екологічного менеджменту, розглядалися як неминучі довгострокові витрати, насамперед задля уникнення майбутніх зобов'язань. Підприємства і надалі орієнтувалися на формальне дотримання вимог природоохоронного законодавства.

Третій етап розвитку екологічного менеджменту розпочався нещодавно, переважно у розвинених країнах, однак і країни, що розвиваються, роблять активні кроки в цьому напрямку.

Характерними рисами сучасного етапу розвитку екологічного менеджменту є:

- визнання факту, що екологічний менеджмент є невід'ємним складником стратегічної лінії поведінки і розвитку компанії в довгостроковій перспективі;
- використання екологічного менеджменту розглядають як цілком виправдані виробничі витрати;
- зорієнтованість корпорацій під час розв'язання екологічних проблем на якість продукції, інтереси суспільства і потреби споживачів, що вимагає використання цілісного підходу до обліку екологічних витрат на рівні компанії;
- вимога до промислових підприємств неухильно дотримуватися екологічних принципів і видобувати ефективну систему екологічного менеджменту.

Завдяки посиленню вимог екологічного законодавства і активному запровадженню превентивних природоохоронних заходів багатьом країнам вдалося досягти значних успіхів у розв'язанні екологічних проблем. Суспільство і виробники продукції змінили своє ставлення до довкілля й екологічні питання почали відігравати вагомий роль у процесі прийняття рішень. Поруч із підвищенням вимог до якості продукції на міжнародних ринках, зокрема європейському, невинно суворішають й вимоги до екологічних характеристик товарів і послуг, а також до виробничих процесів.

Зміни, які відбулися в галузі екологічного менеджменту впродовж останніх десятиріч, цілком відповідають закономірностям розвитку суспільства загалом. Виділяють декілька сучасних тенденцій, які спричинилися до якісного нового сприйняття природоохоронних питань виробниками [10]:

- споживачі почали ставитися до вибору товарів більш свідомо і відповідально з погляду екології точки зору (зважаючи на те, що рівень екологічної свідомості споживачів від країни до країни різний, то й природоохоронна діяльність підприємств цих країн має свої особливості);
- у багатьох країнах сьогодні істотно розширилося поняття екологічної відповідальності. Якщо раніше вона була обов'язком лише підприємств, які безпосередньо забруднювали довкілля, то сьогодні до цієї категорії відносять також страхові компанії і банки, які обслуговують підприємства, і навіть потенційних покупців. Зважаючи на те, що страхові компанії не зацікавлені виплачувати величезні суми на відшко-

дування екологічних збитків, а банки, своєю чергою, почали дуже прискіпливо ставитися до фінансування проектів із невизначеними екологічними наслідками, промисловці дедалі частіше змушені більше уваги приділяти екологічному менеджменту;

- останніми роками акцент природоохоронної діяльності зміщується із самого забруднення на джерела, що його спричиняють. До таких джерел іноді зараховують і товари. Це – перехід від політики охорони природи "на кінці труби" (*end-of-pipe*) до більш системних і превентивних заходів стосовно забруднення – методології "початку труби";
- існує ще одна потужна сила, здатна впливати на політику підприємств: постачальники, корпоративні клієнти (організації), підприємства-партнери і конкуренти та інші зацікавлені сторони (стейк-холдери). Відомі випадки, коли компанії втрачали ділові контакти лише через те, що їх екологічні стандарти або показники були нижчими, ніж у їхніх партнерів.

Усі зазначені тенденції стимулювали активізацію зусиль керівників підприємств до приведення своєї діяльності у відповідність з новими стандартами і прискореного переходу від первинного рівня організації екологічного менеджменту до більш скоординованого, краще продуманого, тобто такого, що стане визначальним у загальній системі менеджменту підприємства.

Україна переймає досвід провідних зарубіжних підприємств щодо запровадження нових інструментів охорони довкілля, визначальну роль серед яких відіграє екологічний менеджмент. Тут спостерігаються певні відмінності у сприйнятті екологічного менеджменту, порівняно з країнами Західної Європи: у нашому суспільстві ще остаточно не сформоване розуміння нагальності вирішення екологічних проблем.

В Україні домінує державна система управління охороною довкілля. Держава фактично "монополізувала" екологічну відповідальність, що призвело до послаблення відповідальності природокористувачів – суб'єктів господарювання і власників землі, основних засобів. Є певні суперечності між масштабами зміни власності (приватизації) і збереженням, домінуванням адміністративної відповідальності за екологічну шкоду. Цей визначальний чинник стримує процес формування національної системи екологічного управління відповідно до сучасних вимог [8].

Процес ідентифікації національної та європейської систем екологічного управління стримується також неготовністю (психологічною, професійною) державних інституцій та окремих посадових осіб ухвалювати стратегічні рішення в контексті міжнародних, зокрема, європейських природоохоронних ініціатив, небажання усвідомити глибину екологічних проблем і вживати відповідних заходів для їх розв'язання. Це, своєю чергою, вимагає відповідної оцінки і поліпшення компетенції управлінського персоналу.

Поняття екологічного менеджменту для вітчизняної науки не є цілком новим. Теоретичним і прикладним дослідженням у цій сфері приділяється багато уваги. Такі проблеми як введення принципів сталого розвитку, становлення ринкових економічних інструментів екологічного управління, реалізація екологічного менеджменту в Україні тощо були висвітлені провідними вітчизняними спеціалістами в галузі економіки природокористування. Незважаючи на це, досі не існує єдиного загальноприйнятого тлумачення сутності екологічного менеджменту, зокрема, як зазнача-

ють Ю. Лисенко і А. Садеков у [3], багато авторів повністю відмовляються від точного визначення, роблячи наголос на описі окремих вихідних позицій та заходів щодо екологізації системи управління. Сьогодні у літературі можна зустріти такі терміни як "екологічний менеджмент" [1-4, 6], "корпоративний екологічний менеджмент" [9], "менеджмент довкілля підприємств" [5], "екологічне управління" [3, 7] та ін. Всі перелічені терміни використовуються для позначення управління еколого-економічними процесами або на різних організаційних рівнях (макро- (держава), мезо- (регіон), мікрорівень (організація)) або лише на рівні організації. Плутанину також вносить використання у державних стандартах серії ДСТУ ISO 14000 (нормативній основі екологічного менеджменту в Україні) таких термінів як "управління навколишнім середовищем" та "екологічне керування".

Традиційним для України є поняття управління навколишнім середовищем, управління охороною навколишнього природного середовища або ж екологічне управління, якими оперує державна система охорони довкілля і яке широко використовується в нормативно-правових актах, наукових публікаціях та інших джерелах. Тому після появи у вітчизняній науці поняття "екологічний менеджмент" виникли певні непорозуміння щодо розмежування цих двох термінів – їх часто вживають як синоніми, нехтуючи притаманною їм внутрішньою несумісністю. Нижче спробуємо розмежувати ці поняття і дати їм адекватне тлумачення.

З огляду на сучасний розвиток промисловості і стан природних екосистем, управління у сфері цих взаємовідносин вже давно стало нагальним та обов'язковим у багатьох країнах світу. Управління в галузі охорони довкілля стосовно підприємства може бути двох форм:

- **зовнішнє**, яке здійснюється органами державної влади і громадськими організаціями і спрямовується на забезпечення дотримання вимог природоохоронного законодавства України (державне і громадське екологічне управління);
- **внутрішнє** – ініційоване підприємством і спрямоване на досягнення відповідності екологічної діяльності вимогам державних структур, економічних партнерів і споживачів з урахуванням власних потреб і можливостей та з метою забезпечення довгострокового розвитку виробництва (корпоративне екологічне управління).

Зовнішнє управління і є управлінням навколишнім середовищем (екологічним управлінням, управлінням охороною навколишнього природного середовища). Щодо внутрішнього управління, то в цьому випадку краще вживати термін екологічний менеджмент.

Метою управління навколишнім середовищем відповідно до екологічного законодавства України, є:

- реалізація екологічного законодавства;
- контроль за додержанням вимог екологічної безпеки;
- забезпечення ефективних і комплексних природоохоронних заходів, раціонального використання природних ресурсів;
- досягнення узгодженості дій державних і громадських органів у галузі охорони навколишнього природного середовища.

Управління навколишнім середовищем – це державне управління охороною, використанням і відтворенням довкілля, спрямоване на розв'язання повного комплексу проблем, пов'язаних з екологічними проце-

сами як об'єктом управління. Загалом управління навколишнім середовищем забезпечує виконання норм і вимог, які обмежують шкідливий вплив виробничих процесів і продукції на довкілля, та раціональне використання природних ресурсів, котре сприяє їх відновленню і відтворенню. Для цього здійснюють екологічний моніторинг, контроль і прогнозування, екологічну експертизу програм і проектів, поширюють екологічну інформацію і здійснюють іншу виконавчо-розпорядчу діяльність.

На противагу управлінням навколишнім середовищем екологічний менеджмент, будучи спрямованим на досягнення еколого-економічної ефективності виробництва та керуючись природоохоронним законодавством, здійснюється винятково економічними суб'єктами. Це не лише діяльність, зумовлена потребою забезпечення законодавчої відповідності виробництва, простимульована державним екологічним управлінням, державною екологічною політикою та використанням відповідних економічних інструментів ринкового регулювання. Це, перш за все, внутрішньо вмотивована, ініціативна, добровільна і результативна у своїй основі діяльність, яка залежить від особистої зацікавленості керівництва підприємства і всього персоналу в її кінцевих результатах. Ця діяльність визначається рівнем кваліфікації, екологічної свідомості й досвідом усього персоналу підприємства. Екологічний менеджмент спрямовується на досягнення екологічних цілей і завдань, розроблених самим економічним суб'єктом з урахуванням специфічних чинників діяльності виробництва.

До характерних рис екологічного менеджменту належать:

- перевага результатів менеджменту над процесами їхнього досягнення;
- усебічне врахування негативних результатів;
- активність, пошук нових можливостей і шляхів, творчий підхід;
- практична неможливість і непотрібність імітування та фальсифікації ефективної діяльності.

Ефективний екологічний менеджмент забезпечує підприємству кредит довіри у відносинах з усіма зацікавленими в його діяльності сторонами, в чому вбачається головна перевага екологічного менеджменту порівняно з традиційним формальним управлінням навколишнім середовищем [2, 5, 6, 11, 12, 14, 15]. Порівняльну характеристику екологічного менеджменту та екологічного управління подано в табл. 2.

Принциповою відмінністю екологічного менеджменту від управління навколишнім середовищем є його спрямованість на постійне покращення екологічних та економічних характеристик виробничої діяльності – на еколого-економічну ефективність виробництва. Еколого-економічна ефективність екологічного менеджменту – такий результат організації охорони довкілля на підприємстві, який дає змогу здійснювати виробничі процеси та випускати продукцію з найменшим негативним впливом на довкілля й досягненням додаткового економічного ефекту.

Підсумовуючи викладене, зазначимо, що термінологічні непорозуміння виникають не лише у трактуванні поняття *екологічний менеджмент*, але і з взаємопов'язаним поняттям системи екологічного менеджменту, прийнятим і затвердженим на міжнародному рівні у стандартах Міжнародної організації зі стандартизації (ISO). В українському перекладі та від-

повідних національних стандартах це поняття спершу отримало назву "система управління навколишнім середовищем", що вважаємо недоречним з огляду на наведені вище принципи відмінності між базовими поняттями – *екологічним менеджментом* і *управлінням навколишнім середовищем*. (У переглянутих відповідних українських стандартах термін "управління навколишнім середовищем" замінений терміном "екологічне управління").

Табл. 2. Порівняльна характеристика екологічного менеджменту й екологічного управління

Аспект порівняння	Екологічний менеджмент	Екологічне управління
Суб'єкт діяльності	Виключно економічні суб'єкти (переважно промислові підприємства)	Органи державної влади й економічні суб'єкти
Об'єкт діяльності	Екологічні аспекти виробничих процесів на локальному організаційному рівні	Екологічні процеси в організаціях виробничого і невиробничого спрямування на різних організаційних рівнях (національному, регіональному, місцевому, локальному)
Мотивація	Внутрішньо вмотивована, ініціативна діяльність	Зовнішньо вмотивована діяльність
Обов'язковість	Добровільна діяльність	Обов'язкова діяльність
Основні принципи	Екологічна ефективність	Законодавча відповідність
Орієнтація	Ринкова орієнтація	Орієнтація на централізоване управління
Риси діяльності	Активність, творчість, пошук нових можливостей і підходів. Неможливість і недоцільність фальсифікації результатів. Використання негативних результатів для покращення діяльності	Заформалізованість, консервативність, обмеженість. Потенційна фальсифікація результатів діяльності. Приховування або ігнорування негативних результатів.

Пропонуємо надалі вживати термін *екологічний менеджмент* для означення внутрішньої екологічної свідомої організації природоохоронної діяльності підприємства, а поняття *система екологічного менеджменту* трактувати як основний добровільний інструмент екологічного менеджменту, що сприятиме кращому розумінню економічними суб'єктами міжнародних вимог і настроїв у галузі підприємництва та охорони довкілля. На сучасному етапі розвитку суспільства використання підходів екологічного менеджменту є важливим для подолання еколого-економічних суперечностей економічного зростання. Кожне підприємство зрештою приходять до усвідомлення потреби екологічної модернізації не лише виробничого обладнання і технологічних процесів, а й методів і принципів управління виробництвом. Зміна виробничо-господарської поведінки неминуча з огляду на погіршення екологічної ситуації, підвищення вимог суспільства і міжнародної спільноти до якості господарювання та потреби забезпечити подальший розвиток виробництва. Предметом екологічного менеджменту є процес управління сучасним виробництвом, яке забез-

печує суміщення ефективності виробничої діяльності з охороною довкілля і раціональним використанням природних ресурсів. Пошук оптимального поєднання економічних, екологічних та соціальних аспектів функціонування об'єктів господарювання, на яке спрямовується екологічний менеджмент, здатен наблизити підприємство до сталості. Відтак сутністю механізму екологічного менеджменту є постійне вдосконалення процесу функціонування підприємства на засадах сталого розвитку, який передбачає поєднання економічної ефективності, екологічної цілісності та соціальної справедливості. Управлінський вплив при цьому спрямовується на постійне оцінювання і покращення екологічних аспектів (характеристик) виробничого процесу з метою досягнення бажаного стану охорони довкілля, ефективного використання ресурсів, відповідності законодавчим та іншим вимогам, тісній взаємодії з економічними партнерами, державою, суспільством.

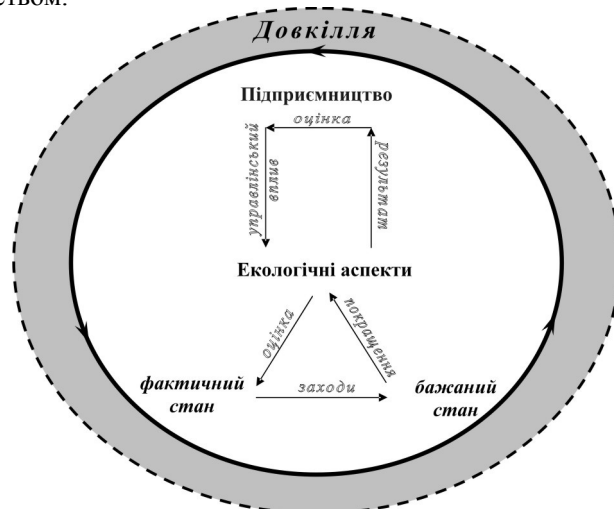


Рис. 2. Механізм управлінського впливу екологічного менеджменту

Екологічний менеджмент – сукупність принципів, форм, методів, прийомів і засобів управління виробництвом та виробничим персоналом підприємства з метою досягнення економічної ефективності виробництва, екологічної цілісності та соціальної справедливості у контексті вимог сталого розвитку.

Відповідно до наведеного механізму екологічний менеджмент можна визначити як комплекс заходів, які охоплюють управління ресурсами, виробничими процесами та продукцією і спрямовані на зменшення негативних впливів виробничої діяльності на довкілля й підвищення ефективності роботи підприємства.

Основними функціями екологічного менеджменту є:

1. Аналітична функція – оцінка та аналіз екологічних впливів, взаємодій та еколого-економічних наслідків виробничо-господарської діяльності з метою визначення поточного (еколого-економічного) стану об'єкта господарювання.

2. Функція прогнозування – розробка пропозицій і рекомендацій щодо підвищення еколого-економічної ефективності підприємства з урахуванням динаміки зовнішніх процесів з метою забезпечення сталого розвитку виробництва і суспільства.

3. Функція планування – визначення основних принципів і напрямів покращення екологічних характеристик виробничого процесу і розвитку виробництва

з урахуванням наявних аналітичних і прогностичних даних.

4. Управлінська функція – методологія прийняття екологічно-виважених рішень та їх координування.

5. Організаційна функція – налагодження природоохоронної діяльності та організаційних відносин між різними підрозділами для досягнення запланованих екологічних показників діяльності.

6. Інтеграційна функція – інтегрування екологічних вимог і принципів діяльності в усі етапи і ланки менеджменту підприємства.

7. Функція внутрішнього контролю – постійна самооцінка відповідності діяльності встановленим зовнішнім і внутрішнім екологічним вимогам та налагодження для цього системи екологічного обліку, екоконтролінгу і внутрішнього екологічного аудиту.

8. Інформаційна функція – внутрішнє і зовнішнє поширення екологічної інформації з метою підвищення рівня екологічної освіченості і свідомості персоналу та формування екологічного іміджу підприємства.

9. Мотиваційна функція – розробка і використання стимулів і заохочень для ефективної взаємодії суб'єктів спільної діяльності з метою дотримання ними екологічних вимог.

До завдань екологічного менеджменту віднесемо:

- удосконалення природоохоронної діяльності завдяки застосуванню альтернативних управлінських заходів і впливів;

- контроль і попередження негативних впливів на довкілля та дотримання вимог екологічної безпеки суб'єктами господарювання;
- формування нового типу свідомості й екологічної культури, зокрема усвідомлення виробниками екологічних вимог, а споживачами – екологічних прав;
- пошук методів і засобів покращення технології виробництва;
- забезпечення оптимального еколого-економічного розвитку підприємств.

Правову основу екологічного менеджменту становить складний комплекс національних і міжнародних документів, які регулюють діяльність у сфері підприємництва та охорони довкілля з метою виконання таких трьох основних завдань:

- охорона і збереження довкілля та підтримання на належному рівні його якості (води, повітря, земельних ресурсів);
- охорона здоров'я працівників підприємств і місцевого населення;
- регулювання процесу споживання/використання ресурсів.

Відповідно до перелічених напрямків сформувався складний комплекс національного і міжнародного нормативно-правового забезпечення екологічного менеджменту: законів, конвенцій, стандартів, рекомендацій, резолюцій і принципів виробничого саморегулювання (табл. 3).

Табл. 3. Нормативно-правове забезпечення екологічного менеджменту

Категорія	Тип	Функції	Приклади
Національний рівень			
1. Основні закони і правила			
Загальні	Закони, постанови, розпорядження, укази тощо	– визначають компетенцію; – наділяють повноваженнями; – обмежують поле діяльності; – визначають напрями виробничої та природоохоронної діяльності.	– Конституція України; – Постанова ВРУ "Про основні напрями державної політики України у галузі охорони довкілля, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки"; – Закон про підприємництво; – Закон про стандартизацію тощо
Спеціальні	Природоохоронне законодавство і закони безпосередньо в галузі екологічного менеджменту	– регулюють відносини у галузі використання, охорони і відтворення ресурсів і умов довкілля; – визначають мінімальні екологічні вимоги до діяльності підприємства; – забезпечують основу для практичної реалізації екологічного менеджменту тощо	– Закон про охорону навколишнього природного середовища; – Закон про екологічну експертизу; – Земельний кодекс; – Лісовий кодекс; – Закон про екологічний аудит тощо
2. Правила і норми виробничої діяльності			
Обов'язкові	Угоди, дозволи, статистичні звіти	– регулюють відносини із державними органами та економічними партнерами; – встановлюють допустимий рівень впливу підприємства на довкілля; – забезпечують статистичною інформацією про екологічний вплив підприємства, продукції і послуг.	– дозвіл на спеціальне водокористування; – № 2-ТП (повітря) (річна) "Звіт про охорону атмосферного повітря" тощо
	Стандарти якості довкілля		– нормативи ГДВ43, ГДК44, ГДС45
Добровільні	стандарти у сфері екологічного менеджменту	– забезпечують методикою формування і розвитку систем екологічного менеджменту; – систематизують екологічну діяльність підприємства; – регулюють відносини з зацікавленими сторонами, громадськістю;	– ДСТУ ISO 14001:2006; – ДСТУ ISO 14015:2005; – ДСТУ ISO 14020:2003; – ДСТУ ISO 14031:2004; – ДСТУ ISO 14040:2004; – ДСТУ ISO 14050-2004 тощо
	стандарти у суміжних галузях		

⁴³ ГДВ – гранично допустимий викид

⁴⁴ ГДК – гранично-допустима концентрація

⁴⁵ ГДС – гранично-допустимий скид

	них сферах (менеджменту якості)	– забезпечують інструментарієм для прийняття екологічно доцільних та економічно зважених рішень.	– ДСТУ ISO 9001-2001 тощо
3. Внутрішньофірмові правила та норми			
Обов'язкові	– для працівників підприємства	– визначають вимоги до кваліфікації, освіченості та морально-етичних якостей працівників; – розподіляють обов'язки, повноваження і відповідальність; – заохочують до екологічно-свідомої діяльності.	– екологічна політика; – правила поведінки; – посадові інструкції; – внутрішні процедури (визначення екологічних аспектів, проведення внутрішнього аудиту і т.д.); – екологічна звітність (статистична); – установчі документи тощо
	– для відвідувачів підприємства	– регламентують поведінку відвідувачів підприємства	– правила поведінки на території підприємства.
Добровільні	– для працівників підприємства	– інформують про результати діяльності в галузі екологічного менеджменту підприємства й екологічну ефективність підприємства; – підвищують рівень екологічної поінформованості й освіченості.	– екологічна звітність; – екологічна політика.
	– для відвідувачів підприємства		
Міжнародний рівень			
Стандарти	– у сфері екологічного менеджменту	– визначають єдині правила і вимоги щодо побудови систем менеджменту; – забезпечують міжнародну узгодженість і співпрацю.	– ISO 14001:2004; – EMAS:2001; – ISO 19011:2002 тощо
	– у суміжних сферах (менеджменту якості, охорони праці, соціальної відповідальності тощо)		– ISO 9001:2000; – ISO 10015:1999; – OHSAS 18001:1999; – SA 8001-2001 тощо
Угоди, конвенції, протоколи, стратегії тощо		– регулюють міжнародні аспекти природоохоронної та підприємницької діяльності; – формують міжнародні торгово-економічні відносини та ринок екологічних товарів і послуг; – сприяють підвищенню рівня екологічної свідомості та культури.	– Порядок денний на XXI століття (Агенда-21); – Хартія Міжнародної Торгової Палати про принципи екологічного менеджменту; – Киотський протокол зі зміни клімату; – Організація Конвенція; – Рамкова Конвенція про захист довкілля та сталий (збалансований) розвиток у Карпатському регіоні; – Протокол про стратегічну екологічну оцінку тощо.

Основою вітчизняного механізму нормативно-правового регулювання відносин у сфері екологічного менеджменту є міжнародні стандарти екологічного менеджменту та природоохоронне законодавство України, зокрема Закон "Про охорону навколишнього природного середовища", а також розроблені відповідно до нього земельне, водне, лісове законодавство, законодавство про надра, про охорону атмосферного повітря, про охорону і використання рослинного і тваринного світу, про відходи та інше спеціальне законодавство. Окремо можна виділити ратифіковані міжнародні угоди у сфері екологічного співробітництва та забезпечення сталого розвитку. Так, на міжнародному рівні виділяють три основні типи екологічних угод:

- угоди про транскордонне забруднення (наприклад, Договір 1979 р. про тривале транскордонне забруднення повітря і його Гельсінський протокол 1989 р., які передбачали 30 % – не скорочення до 1993 р. рівня сірководневих емісій);
- угоди про використання і збереження ресурсів, розподілені між декількома країнами одного регіону (наприклад, Регіональна морська конвенція ЮНЕП, Рамкова Конвенція про захист довкілля та сталий (збалансований) розвиток у Карпатському регіоні);
- конвенції про використання світових ресурсів, таких як океани, атмосфера, космос (наприклад, Монреальський протокол про зменшення виробництва хлорфторвуглеводнів і тетрафторетилових полімерів, які знищують стратосферний озон).

У багатьох країнах обов'язковим складником екологічного законодавства є специфічні економічні інструменти. Їхня мета – знеохотити виробників до здійснення шкідливої або ресурсомісткої діяльності, переводячи її в економічно не вигідну категорію. Найпоширенішими є цінні інструменти, субсидії, кредитні системи і торгові дозволи, а також засоби примусу, такі як збори та штрафи. Сюди належать такі види діяльності як ліцензування, екологічний аудит, страхування. В Україні цими інструментами оперують у рамках державної екологічної політики та державної системи управління навколишнім середовищем.

Ефективність екологічного менеджменту підприємства досягається лише за умови активної підтримки з боку вищого керівництва й участі всього персоналу у налагодженні екологічно свідомої і відповідальної діяльності. Виходячи з цього, принципи екологічного менеджменту промислового підприємства можна диференціювати за двома основними категоріями:

управління виробництвом:

- постійний моніторинг виробничого процесу;
- превентивність дій і заходів;
- постійне вдосконалення виробництва;
- комплексний підхід;
- цілеспрямованість;
- послідовність у досягненні мети.

управління персоналом:

- професіоналізм;
- постійне вдосконалення професійних навичок;
- екологічна культура і свідомість;

- персональна відповідальність;
- стимулювання і заохочення.

Екологічний менеджмент можна запровадити практично як на будь-якому промисловому підприємстві, так і у сфері послуг. Його використовують як великі, так і середні та малі підприємства. Наприклад, системи екологічного менеджменту функціонують на хімічних заводах, підприємствах роздрібної торгівлі, в туристичних фірмах, комунальному господарстві тощо.

Особливістю впровадження і використання систем екологічного менеджменту на підприємствах лісового сектора економіки є потреба брати до уваги якість сировини, яка використовуватиметься у виробничому процесі. Для цього підприємствам доцільно під час відбору лісосировинних ресурсів звертати увагу насамперед на сертифіковані ліси, менеджмент яких здійснюється відповідно до принципів сталого розвитку (за схемою Лісової Наглядової Ради FSC чи іншою).

ЛІТЕРАТУРА

1. Белмане И., Далхаммар К. Системы экологического менеджмента: Практическое пособие по внедрению СЭМ в соответствии с требованиями международного Стандарта ИСО 14001. – Лунд: МИИЭЭ, 2002. – 196 с.
2. Галушкіна Т.П. Экономические инструменты экологического менеджмента (теория и практика) – Одесса: Ин-т проблем рынка и экономико-экологических исследований НАН Украины, 2000. – 280 с.
3. Лисенко Ю., Садеков А. Екологічний підхід до управління підприємством: проблеми і перспективи// Економіка України. – 2003. – № 5. – С. 33-40.
4. Лукьянихин В.А., Петрушенко Н.Н. Экологический менеджмент: принципы и методы: Монография// Под научн. ред. В.А. Лукьянихина. – Сумы: ИТД "Университетская книга", 2004. – 408 с.
5. Максимів Л.І., Загвойська Л.Д., Матвеев М.Е. Економіка довкілля і природних ресурсів. – Львів: Афіша, 2002. – С. 53-59.
6. Максимів Л.І. Екологічний менеджмент в системі корпоративного управління// Тези доповідей науково-практичної конференції "Розвиток корпоративного управління і глобальному середовищі". – Тернопіль: ТОВ "Поліграфіст", 2004. – С. 84-87.
7. Монт О., Племис А., Дуркин М. Экологическое управление и более чистое производство. – Лунд: МИИЭЭ, 2002.
8. Національна екологічна політика України: стратегічні оцінки і рекомендації/ Стратегічний документ під заг. ред. В. Шевчука, В. Кухаря, Ю. Щербака, В. Толкачова. – К., 2007. – 57 с.
9. Пахомова Н., Эндрес А., Рихтер К. Экологический менеджмент. – СПб.: Питер, 2003. – 544 с.
10. Штраль Дж., Соргаард М., Лорентцен Б. Экологический менеджмент (экологическое управление) предприятием/ Устойчивое промышленное производство. Книга 5. Ред. Джозеф Штраль. – Лунд: МИИЭЭ. – С. 28-37.
11. Dyckhoff H. Umweltmanagement. Berlin, Heidelberg, New York, 2000.
12. Hopfenbeck W., Jasch C., Jasch A. Lexikon des Umweltmanagements. – Landsberg/ Lech: Verl. Moderne Industrie, 1996. – 521 S.
13. North, K. Environmental business management: An introduction (second edition). – Geneva, International Labour Office, 1997. – 205 p.
14. Weiss P., Bentlage J. Environmental Management Systems and Certification. – Uppsala, 2006. – 254 p.
15. Zukunftsfähige Unternehmen. Wege zur nachhaltigen Wirtschaftsweise von Unternehmen (Hrsg. von BUND und UnternehmenGruen. – Muenchen: oekom. Gesellschaft fuer oeko logische Kommunikation, 2002. – S. 241.

L. I. Maksymiv, O. A. Potay

ESSENCE, FUNCTIONS, TASKS, AND LEGISLATIVE SUPPORT FOR AN ENTERPRISE ENVIRONMENTAL MANAGEMENT

The essence, functions, tasks, and principles of the environmental management for industrial enterprises have been presented in the paper. The main stages of environmental management establishment and development at the international level are described. The terminology used in the field of environmental management discussed. In particular the difference between the "environmental governance" and "environmental management" clarified. The legal system to support the practical implementation of environmental management analyzed in the paper also.

УДК 520.33:630

І. П. СОЛОВІЙ¹

ТРАНСФОРМАЦІЯ ПАРАДИГМИ ЛІСОВОЇ ПОЛІТИКИ ЯК ВІДПОВІДЬ НА ГЛОБАЛЬНІ ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ ВИКЛИКИ СУСПІЛЬНОГО РОЗВИТКУ

Лісова політика як наука і як форма практичної діяльності у сфері державного управління постала перед викликами глобального характеру, на які треба адекватно та оперативного реагувати. Сьогодні вона не повною мірою відповідає цим вимогам. У роботі здійснено аналіз екологічних і економічних передумов трансформації наукової парадигми лісової політики та визначено основні орієнтири її розвитку.

Вступ

Сучасна лісова політика перебуває під все потужнішим впливом глобальних викликів, які постали перед людством. Це насамперед – кліматичні зміни, втрати біорізноманітності, широкомасштабне знеліснення, виснаження земельних ресурсів, забруднення довкілля, дефіцит енергоресурсів.

У звіті ООН "Millennium Ecosystem Assessment" зроблено висновок про те, що за останні сорок років внаслідок антропогенної діяльності деградувало близько 60 % від послуг, які надають людині екосистеми – основа існування і розвитку цивілізації. За даними Intergovernmental Panel on Climate Change, зміни у землекористуванні, насамперед знеліснення, від 1850 р. дотепер спричинили третину викидів газів парникового ефекту, а, за підрахунками World Resources Institute, нинішнє знеліснення планети становить понад 20 % від внеску різних чинників у баланс викидів газів парникового ефекту, що загострює дефіцит у здатності планети до нагромадження вуглецю в живих системах.

Роль лісів у процесі відтворення глобального балансу була висвітлена під час важливих міжнародних форумів, які наголошували на екологічних, економічних та соціальних проблемах управління лісами на міжнародному, національному та місцевому рівнях. Завдяки політичному тиску традиційна лісоресурсна політика змінюється на лісову, спрямовану на досягнення сталого лісового господарства.

Проблема сталого розвитку лісового сектора набуватиме все більшої ваги у найближчі десятиліття. Лісова політика України вимагає адекватного реагування на глобалізаційні процеси, тенденції міжнародної і європейської екологічної та лісової політики і трансформаційні процеси в економіці країни. Інституційно-законодавче будівництво у лісовому секторі повинно сформувати таку систему інструментів лісової політики, яка була б спроможною відповісти на ці виклики сучасності. Виконання цього завдання має базуватись на наукових парадигмах, які обґрунтовують

взаємозв'язки лісової політики із іншими науковими дисциплінами.

1. Політика неолібералізму як джерело кризи глобальної системи управління лісами

Теоретично державна політика мусила б забезпечувати баланс суспільних інтересів щодо збереження лісів, їх використання і відтворення. Однак у реальному житті неможливо зрозуміти, що відбувається з лісами і людьми, які від них залежать, без розгляду ширшої картини політичної і економічної реальності – від з'ясування причин лісових конфліктів на місцевому рівні до аналізу процесів глобалізації ринку, потоків капіталів і технологій, тенденцій до зростання соціальної нерівності.

Неолібералізм, домінуюча ідеологія сьогодення, насамперед, спирається на індивідуалізм і вважає, що найважливішим мірилом загальносуспільного блага є можливість осіб і компаній керуватись власними інтересами в ринкових відносинах. Замість широкого застосування у державній політиці інструментів контролю та витрачання держбюджетних коштів на підтримку соціальних і екологічних стандартів, і, як наслідок, збору високих податків, пропонують ввести добровільні кодекси поведінки представників приватного сектора. На думку неолібералістів, державна власність є не виправдано витратною для економіки, а приватна набагато ефективнішою. Отож вважається, що фінансові та підприємницькі інтереси вимагають зменшення витрат на соціальні програми, зниження податків та приватизації державної власності. І хоч неолібералізм виступає за зменшення ролі державного управління, але не за послаблення самої держави – державна влада потрібна неолібералізму для поширення максимально ліберальної форми ринкових порядків на нові регіони світу. У розширенні приватизації зацікавлені, насамперед, високорозвинені держави, оскільки вона позбавляє багатьох економічних зобов'язань, водночас обіцяючи вищу економічну ефективність.

Керуючись неоліберальним підходом, багато урядів розвинених країн і представники бізнесу, пов'яза-

¹ Ігор Павлович СОЛОВІЙ – кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів. Тел.: (380322) 2392778. E-mail: soloviy@yahoo.co.uk

Представив дійсний член ЛАН України, професор Ю. М. Дебринюк, доктор сільськогосподарських наук.

ного із лісовими ресурсами, наполягають на збільшенні частки приватного сектора в тропічних лісах, аргументуючи це твердження тим, що приватизація приведе до покращення менеджменту лісів. Проте багато країн, що розвиваються, висловили свою незгоду щодо передання лісових ресурсів у власність приватному сектору. Головною причиною цього є правила міжнародної торгівлі та інвестування – під час приватизації іноземні компанії мають таке ж право на придбання лісів, як і вітчизняні. Продаж державних лісів буде на користь корпораціям та фінансовим секторам тих країн, які керують міжнародними фінансовими капіталами і не вигідний країнам з великою лісосировинною базою, але з погано розвиненим корпоративним та фінансовим секторами. Окремі країни, таким чином, можуть втратити свої ліси на користь іноземних приватних інвесторів, що для урядів цих країн, які вважають ліс їхнім невід'ємним національним ресурсом, вкрай небажано. Проте, навіть за небажання передачі власності на ліси приватному сектору, багато країн готові передати права на користування лісами приватним компаніям. Поширеною процедурою надання прав на користування є концесія, що дає змогу заготовляти в державних лісах узгоджений обсяг деревини. У багатьох країнах концесії вже призвели до розвитку злочинної корупції, коли підкуплені політики та урядовці видавали концесії тільки певним компаніям і неодноразово ігнорували лісове законодавство та умови, зазначені в контрактах.

У Програмі країн Великої вісімки щодо лісів її учасники заохочуються до пошуку шляхів просування приватного інвестування в менеджмент сталого лісового господарства. Зауважимо, однак, що найбільші світові корпорації у сфері лісової промисловості, які здійснюють лісозаготівлю, представляють саме країни Великої вісімки. Сім з десяти найбільших світових лісопромислових та паперових корпорацій належать до країн Великої вісімки, якщо виходити з сумарних щорічних прибутків. Якщо ж виходити з обсягів щорічного споживання деревини, то шість з десяти деревообробних компаній належать до цих країн. Решта компаній із десяти найбільших є потужними приватними лісовими підприємствами зі скандинавських країн.

За даними таких природоохоронних організацій як Forest Trends та Center for International Forest Law, за останні роки в 16 країнах 396 мільйонів гектарів лісів державної власності (23 %), були передані приватним власникам шляхом надання концесій. Тож, якщо більшість лісів номінально й перебуває в державній власності, чи управління ними здійснюють національні уряди, насправді можливість управління ресурсами належить приватному сектору, до того ж, насамперед, зарубіжному.

Проблеми нелегальних лісозаготівель є однією з основних причин деградації лісів у південно-східній частині Азії, Центральній Африці та Латинській Америці. За відсутності системи сталого управління лісами багато корпорацій активно використовують лісові ресурси всіма можливими способами. Лібералізація фінансових потоків між країнами є ще одним невід'ємним атрибутом глобальної економіки неолібералізму, що дає змогу деяким компаніям відмивати гроші, зароблені нелегальною лісозаготівлею.

Приватна форма власності на ліси, безперечно, має низку переваг, однак надмірно високий рівень

приватизації лісів та їх інтеграції у ринкові відносини буде означати те, що, маючи великі можливості щодо управління лісовим господарством, корпорації отримають надвисокі прибутки за кращий попит на деревину певних лісових порід.

Такі організації, як Friends of Earth і Earth International, доводять, що приватизація послаблює демократичний механізм контролю над лісами держави та громадськості. Екологічні організації Global Forest Coalition і Censat Agua Viva вважають, що приватизація лісів відображає меркантильне ставлення до природи – цінність лісів обмежують їх комерційною вартістю, і збереження лісового покриву визначається тільки цією вартістю. Приватизація зменшує можливості доступу до лісів місцевих громад, задовольняючи насамперед претензії ринків на негайні фінансові прибутки. Ринкові механізми схильні реалізувати лише ті приватні лісові товари, котрі мають монетарну вартість, вони не можуть охопити повну вартість лісів, тож пропагують редукаціоналістичне, тобто обмежене бачення ролі лісів.

2. Нові виміри парадигми лісової політики

Упродовж останніх десятиліть суспільне бачення ролі лісів, їх використання та охорони радикально змінилось. Ліси більше не розглядають як просто джерело отримання деревини, а як комплексні екосистеми, що підтримують саме існування життя на планеті та забезпечують широкий спектр різної продукції, екологічних і соціально-культурних послуг. Суспільство визнало, що ліси можуть зробити істотний внесок у подолання бідності, розвиток сільських територій, збереження біорізноманітності та стійкості екосистем. Ці принципово нові погляди на роль лісів зародились внаслідок зростаючого суспільного тиску, спрямованого на досягнення якомога справедлившого соціально-економічного розвитку без створення загрози локальному і глобальному довкіллю у довготерміновій перспективі, беручи до уваги добробут нинішнього і майбутнього поколінь.

Сучасне бачення ролі лісової політики у вирішенні глобальних завдань суспільного розвитку викристалізувалось внаслідок еволюції підходів державних структур, приватного сектора, широких суспільних верств і міжнародної спільноти в цілому до вирішення світових еколого-економічних проблем, що відбулась впродовж останніх десятиліть.

Домінуючі наукові теорії у цій царині набули розвитку також на початку 1960-х років. Панівне парадигмальне уявлення, що домінувало впродовж століть і згідно з яким передбачалось, що "за допомогою науки ми можемо стати господарями і володарями природи" [2], не справилось і не дало відповіді на ті проблеми, які постали перед науковою громадськістю та суспільством загалом.

Видатний бельгійський вчений, фізико-хімік російського походження Ілля Пригожин дійшов висновку, що старі концепції віджили і не дають правомірних відповідей на складні питання розвитку і довкілля. Пригожин писав, що "лісові екосистеми більше хаотичні, ніж лінійні, більше сповнені сюрпризів, аніж передбачувани" [9]. Давнє переконання, що людина впливає на природу без зворотного взаємного впливу, перестало сприйматись як істинне. Натомість у суспільній свідомості стала утверджуватись система нових припущень, теорій і переконань, які сукупно, згідно з визначенням Куна, становлять наукову парадигму.

Табл. 1. Тенденції суспільного розвитку та їхні наслідки для лісової політики

Роки	Тенденції розвитку	Підходи до вирішення проблем	Наслідки для лісової політики
1960-ті	Економічна відсталість	Модернізація	Лісопромислове господарство як механізм економічного розвитку
1970-ті	Енергетична криза та знеліснення	Задоволення базових ресурсних потреб	Відновлення лісів і заліснення з метою відвернення паливної кризи
1980-ті	Екологічна криза	Сталий розвиток	Національні лісові плани та соціально-спрямовані лісогосподарські проекти
1990-ті	Стурбованість проблемами охорони довкілля на міжнародному рівні	Вільна торгівля, партнерство між державою і населенням	Міжнародні пошуки шляхів впровадження концепції менеджменту сталого лісового господарства
2000-ті	Глобалізація із зростаючою нерівністю	Глобалізація із новими транснаціональними ініціативами, переосмисленням ролі держави, зростанням обмежень ринкових відносин, зростанням формального оформлення місцевого самонадління	Позитивні підходи: - об'єктивність і відповідальність; - держава як помічник і партнер приватного сектора; - плата за послуги екосистем; - співпраця між урядом, населенням та приватним сектором

Термін "парадигма" у філософію науки уперше запровадив позитивіст Г. Бергман, однак справжній пріоритет у його використанні і поширенні належить таки Куну. У книзі "Структура наукових революцій" (1962) цей автор говорить про можливість виділення двох основних аспектів парадигми: епістемічного й соціального [6]. У епістемічному плані парадигма – це сукупність фундаментальних знань, цінностей, переконань і технічних прийомів, що виступають як зразок наукової діяльності, у соціальному парадигма характеризується тим, що її поділяє конкретне наукове співтовариство, яке визначає її цілісність і границі.

Існування парадигми, на думку Куна, пов'язане з періодами нормальної науки, у рамках яких вони виконують проєктивно-програмувальну і селективно-заборонну функції. Зміну парадигми здійснюють за допомогою наукових революцій, що пов'язано з переходом наукового співтовариства на нову систему світогляду й цінностей [6].

У сучасній філософії науки поняття парадигма (грец. *paradeigma* – приклад, зразок) означає систему теоретичних, методологічних і аксіологічних засад, які взяті за зразок розв'язування наукових задач і які поділяють всі члени наукового співтовариства. Згідно з Фітсджером Капра (цитата за [1]), зміна парадигм – це "кардинальні зміни в осмисленні, сприйнятті і цінностях, що формують особливе бачення реальності".

У сучасному суспільстві всебічні наукові дебати привели до зародження парадигми сталого розвитку – розвитку, що прагне задовольнити потреби нинішнього покоління, не ставлячи під загрозу здатність майбутніх поколінь задовольнити їхні власні потреби.

Глобальна стурбованість станом лісів була зумовлена поширенням наукової інформації про критичний стан планетарного довкілля та масову бідність, від якої страждають мільярди людей. Неурядові громадські організації та ЗМІ відіграли важливу роль у поширенні в суспільстві інформації про кричущу прогресування процесів знеліснення і деградації лісових екосистем, виявлене багатьма науковими дослідженнями. Впродовж останніх сорока років планета втратила близько пів мільярда гектарів лісів, за той самий час споживання лісової продукції зросло майже на 50 % [3]. Це істотно вплинуло на зниження рівня біорізноманітності, порушення природних циклів і глобальні зміни клімату, несправедливий розподіл матеріальних благ у суспільстві і зростання соціально-економічних проблем сільських територій. Критика загальноприйнятих уявлень про суспільний розвиток набула широкого суспільного розголосу. Застаріле сприйняття витіснила нова концепція сталого розвитку лісів: "Лісові ресурси і лісові землі повинні бути об'єктом сталого менеджменту, щоб задовольнити соціальні, економічні, екологічні і духовні потреби нинішнього і майбутнього поколінь" [10]. Отож, нове суспільне сприйняття лісів було вибудоване на кореляції між справедливим соціально-економічним розвитком і сталим використанням, відтворенням і охороною природних ресурсів. Унаслідок тиску цієї нової суспільної парадигми на політиків впродовж останніх двадцяти п'яти років вони були змушені на міжнародному та національних рівнях поспішливо приймати угоди, плани, програми, плани дій, щоби реагувати на ці нагальні проблеми.

Низка чинників зіграла роль рушіїв у зміні суспільної парадигми проблем лісів [4, 7, 8]:

1) пришвидшений науковий прогрес і технологічний розвиток, зокрема у сфері інформатики, зробили можливим цілісне, глобальне бачення комплексних природних процесів та їх взаємопов'язаності, зародження багатограннішого ландшафтного підходу у науках про землекористування;

2) впродовж останніх десятиліть стали очевидними значні зміни, зумовлені зростанням чисельності населення і його міграцією із сільських районів у міські центри. Інтенсифікація процесів урбанізації і зміни у віковій структурі людського суспільства зумовили зміни стилю життя, цінностей, відносин, сприйняття світу. Це спричинило глибоку перебудову в суспільному сприйнятті ролі та функцій лісів;

3) для понад 350 млн людей, котрі живуть безпосередньо в лісах чи поряд із ними, ліси – надзвичайно важливий чинник виживання і отримання прибутків, а коло 60 млн людей є цілковито залежними від лісових ресурсів. Більшість із них – це дуже бідна частина населення. Саме тому на рівні ООН шляхом досягнення консенсусу було прийнято документ "Завдання розвитку тисячоліття", спрямований на подолання екстремальної бідності та голоду і досягнення інших важливих соціальних завдань розвитку людства;

4) інша проблема – це несправедливий розподіл потоку вигід лісів і лісозаготівель. Отримання доходів, пов'язаних із лісами, відіграє важливу роль для різних груп населення – домашніх господарств, громад, малих,

середніх та великих за масштабами діяльності підприємств, державних структур, громадських організацій, груп, які здійснюють природоохоронну і рекреаційну діяльність. Для 1,6 млрд людей у світі ліси є важливим засобом існування" [11]. Виникнення загроз лісів, як засобу існування та соціально-культурного чинника в багатьох частинах світу, вимагає докорінних змін;

5) масштабні втрати соціальних, екологічних та економічних вигід, зумовлені недопустимо високим рівнем розвитку процесів знеліснення та деградації лісів, роблять очевидною потребу нагальної і докорінної перебудови політики щодо лісового сектора і методів ведення лісового господарства;

6) глобалізація – процес, у рамках якого особистості, компанії, суспільні інституції та урядові структури стають все більш взаємозалежними внаслідок пришвидшення прогресу інновацій в інформатизації, роботизації, технологічному розвитку. Глобалізація є важливим рушієм зародження транснаціональних корпорацій, швидких потоків капіталів, лібералізації торгівлі, концентрації досліджень, наукових та технологічних інновацій у кількох розвинених країнах. Гострі дебати щодо соціального та екологічного відображення цих процесів посилюють суспільну стурбованість. Твердження про те, що процеси глобалізації поглибили соціальну нерівність між багатими та бідними, між окремими країнами є дещо контроверсійним, однак очевидно, що ці процеси не сприяють припиненню, чи хоча б пом'якшенню зростаючого соціального диспаритету;

7) зросла потреба в отриманні продукції з лісів, в яких здійснюється менеджмент сталого лісового господарства, що є наслідком осмислення нових суспільних цінностей, які вимагають нових підходів до лісів і нової лісової політики.

Постмодернізм, як соціальна теорія, котра істотно вплинула на лісову політику, в економічній діяльності проявляється в переході від звичних форм власності до комплексного їх поєднання та виникнення нових категорій, від традиційної детерміністичної науки – до системи багатоцільових знань, від визнання лише державних інтересів – до поєднання інтересів різних суспільних груп.

Сьогоднішні ліси, які називають постіндустріальними, у багатьох країнах відіграють уже зовсім іншу роль порівняно із тією, яка була визначальною декілька десятиліть тому. Змінились не тільки суспільне сприйняття ролі лісів, але й підходи до управління ними. На зміну механістичному (тобто технократичному, позбавленому розуміння сутності природних процесів) підходу прийшов так званий органічний підхід, який передбачає узгодження господарських рішень із законами функціонування екосистем [5]. На зміну редуціоналізму, тобто схильності до максимально спрощеного прагматичного розуміння, прийшов голістичний підхід, який передбачає всеохопне і водночас цілісне врахування широкого комплексу різноманітних функцій лісів.

У багатьох країнах зростають потреби суспільства в соціальних і екологічних вигодах від лісів, що створює суспільний тиск на урядові структури і в цілому, і, зокрема, на відомства та підприємства, відповідальні за ведення лісового господарства. У минулому державні структури, відповідальні за лісовий сектор, розглядали себе як ключову (або й єдину) фігуру щодо багатьох аспектів використання лісів – як основного гравця на лісopolітичній арені, менеджера, власника, судді й інструктора. Зростаючий тиск громадськості

примушує уряди зосереджуватись на двох останніх ролях, в той час, коли приватний сектор і громадянське суспільство переймають на себе інші функції.

Впродовж двох останніх десятиліть XX століття відбулась зміна парадигм екологічної і лісової політики: спершу від політики, базованої на державній власності і державному регулюванні, до підходів, базованих на ринковій економіці, а пізніше від них – до підходів, базованих на інтересах громад і концепції сталого розвитку. До того ж, ці парадигми не витіснили одна одну, а радше навпаки – привели до утворення кумулятивного ефекту, який передбачає поєднання різноманітності політичних і управлінських альтернатив – командно-контрольних, саморегулювальних і стимулювальних, спроможних інтегруватися відповідно до політичного контексту.

Висновки

Нам випало жити у часи глибинних змін – керуючись термінологією екологічної економіки, можемо сказати – у часи переходу від порожнього (незаповненого) світу до наповненого. Це – перехід від світу багатого на природні ресурси до світу обмежень, від легкого доступу до землі, води, повітря, лісів – до світу зі стрімко наростаючою конкуренцією за усі ці первинні для людини (і не тільки для неї, а й усього живого на планеті) блага. Цей перехід відбувається в екстраординарному темпі, що відповідає темпам економічного та демографічного зростання. Експансія людської цивілізації пов'язана з систематичним, і, значною мірою, незворотним біотичним збідненням, а значить, у майбутньому, – й економічним зубожінням.

Виклики, перед якими постало людство, є глобальними, а управління такими природними ресурсами, як ліси, зосереджене більшою мірою на локальному рівні. Існує нагальна потреба визначити і оцінити незнані раніше глобальні проблеми лісів та лісового господарства, потенційні світові потреби в лісових ресурсах та передбачити, якою повинна стати на усіх рівнях управління політика щодо лісів у перенаселеному світі.

Будь-яке серйозне передбачення щодо майбутнього лісової політики мусить брати до уваги новітні технології, які радикально змінюють ставлення до лісових екосистем. У низці країн біотехнологічні дослідження генетичної інженерії уже активно впроваджуються у лісовирощування, що викликає неоднозначну суспільну реакцію. Існують прогнози, що невдовзі, завдяки досягненням біоінженерії, ми отримуватимемо деревне волокно із іншою структурою, аніж у дерев і не в природних лісових умовах. Однак, незважаючи на це, напевно завжди існуватиме потреба у природній деревині, неповторність якої неможливо відтворити штучним шляхом.

Потенційні суспільні виробничі потреби в лісах для отримання деревної продукції, целюлози, енергії, відчуження земель для сільського господарства, забудови, доріг та інших потреб перевищують глобальні можливості лісових екосистем, та конкурують водночас з екологічними послугами лісів, а тому мусять бути обмежені частковим сегментом від загальної площі лісів на глобальному, регіональному та місцевому рівнях.

Стрімке розширення площ промислових комерційних плантацій у світі зближує лісове господарство

із сучасним індустріальним сільським господарством, надаючи йому невластивих раніше антропогенних рис. Загострення енергетичних проблем особливо стимулюватиме створення нових біоенергетичних плантацій, а кліматичні зміни розширять їх ареал. Комерційні потреби в деревині, що перевищують можливості лісових екосистем, можуть бути забезпечені за рахунок плантаційного лісовирощування без подальшого вторгнення людини у ліси природного походження. Однак плантаційне лісовирощування не повинно витіснити традиційне лісове господарство, орієнтоване на збереження біорізноманітності шляхом відтворення корінних типів лісу.

Незважаючи на те, що лісовласники та практики у сфері лісового господарства в усьому світі нарікають на недосконалість та надмірну зарегульованість лісового законодавства, варто очікувати урізноманітнення і посилення регуляторних норм у майбутньому, а не їх послаблення. Тиск глобалізації зумовить все більшу уніфікацію лісового законодавства та посилення впливу екологічних стандартів. З іншого боку, входження міжнародних лісопромислових компаній на національні ринки загострить конкуренцію за лісові ресурси та екологічні конфлікти. Саме тому існує потреба вже сьогодні визначити життєво важливі функції лісів на глобальному та локальному рівнях та скласти і запровадити відповідні плани сталого землекористування, які б забезпечували належний рівень безпеки для існування людства на планеті.

ЛІТЕРАТУРА

1. **Bromley P.S.** Shifting Paradigms. The dynamics of Environmental Reform. 2005. [Електрон. ресурс]. – Доступний з: <http://www.ideocommunications.ca/paradigm2.html#paradigm>.
2. **Descartes Rene.** Discourse on Method. Vol. XXXIV. The Harvard Classics. New York: P.F. Collier & Son, 1909 -14; Bartleby.com, 2001. [Електрон. ресурс]. – Доступний з: <http://www.bartleby.com/34/1/>.
3. **FAO 2001.** Global Forest Resources Assessment 2001. Main report. FAO Forestry Paper 140. Rome, 2001 479 p.
4. **Forests in the Global Balance** – Changing Paradigms. G. Mery, R. Alfaro, M. Kanninen, M. Lobovikov. (eds.). IUFRO World Series Volume 17. – Helsinki: IUFRO, 2005. – 318 p.
5. **Kennedy J.J., Dombeck M.P., Koch N.E.:** Values, beliefs and management of Public Forests in the Western world at the close to the twentieth century. – *Unasylva* 192. Vol.49, 1998, pp.16 26.
6. **Kuhn T.S.** The Structure of Scientific Revolution. Chicago, IL: The University of Chicago Press, 1962 –180 P.
7. **Maini J.** The World Forests: Evolving Perspectives, Policies and Practices // Söderlund M, Pottinger A. (Eds.). Rio +8 – Policy, Practice and Progress towards Sustainable Management. – Oxford, UK: Commonwealth Forestry Association. – 2001.
8. **Mather A.** South-North Challenges in Global Forestry // M. Palo and H. Vanhanen (eds.) World Forests from Deforestation to Transition. Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2000. – P. 25 35.
9. **Prigogine I., Stengers I.** Order Out of Chaos. Man's New Dialogue with Nature. London: Heinemann. – 349 p.
10. **UNCED** (United Nations Commission on Environment and Development). Annex 3 (Agenda 21). New York, UN. – 1992.
11. **World Bank.** Forest and Forestry. Forest Policy and Strategy. [Електрон. ресурс]. – Доступний з: <http://www.In-web18.worldbank.org/ESSD/essdtext.nsf>

I. P. Soloviy

FOREST POLICY PARADIGM TRANSFORMATION AS AN ANSWER ON GLOBAL ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC CHALLENGES OF SOCIETAL DEVELOPMENT

Forest policy as a science and practical course of actions meets the global challenges. Under the current situation it is not corresponding fully to these demands. Forest policy should find the adequate, timely and efficient solutions both for theoretical and practical dimensions of problems. The analysis of the environmental and economic preconditions for the forest policy scientific paradigm transformation as well as the pathways of its development has been done in the paper.

НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ГАЛУЗІ

УДК 630.3.001.12/18

Н. І. БИБЛЮК¹, А. А. БОЙКО², Б. Т. ПЕРЕТЯТКО³

ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА МОДЕЛЬ ПАКЕТА СТОВБУРІВ ЯК ОБ'ЄКТА ТРАНСПОРТУВАННЯ

Наведено підсумки аналітико-експериментального визначення фізико-механічних характеристик пакета стовбурів, методи математичного моделювання і розрахунку параметрів його вільних коливань.

1. Фізико-механічні характеристики пакета стовбурів

Густина та модулі пружності стовбурової деревини. Модулі пружності деревини стовбурів на згин і кручення формуються під впливом багатьох факторів, які не піддаються точному обліку й аналізу. Пряме їх визначення за методами деревинознавства (на чистих зразках малих розмірів) без урахування деформацій реального стовбура з властивими йому дефектами, вологістю, розмірами тощо може призвести до істотних помилок. Тому значення модулів пружності треба отримувати для реальних стовбурів без порушення їх цілісності.

Методика визначення модуля пружності стовбурової деревини на згин без порушення цілісності стовбура базується на вимірах кривини його прогину як балки змінного поперечного перерізу на двох шарнірних опорах, якими стовбур умовно поділено на прогінну та консольну частини [4]. Рівняння пружної лінії n -го елемента стовбура можна подати у такому вигляді:

$$\frac{d^2 z}{dx^2} = \frac{M(x)}{E(x)J(x)}, \quad (1)$$

де: $d^2 z/dx^2$ – кривина прогину у перерізі x елемента стовбура; $M(x)$, $E(x)$ й $J(x) = \pi D^4(x)/64$ – згинальний момент, модуль пружності та момент інерції поперечного перерізу елемента стовбура під час прогину; $D(x)$ – діаметр поперечного перерізу стовбура.

Розв'язувати рівняння (1) доцільно кінцево-різницею методом, який дає змогу досить просто і точно вирішити поставлену задачу. Для трьох довільних точок пружної лінії, які розміщуються з інтервалом Δx уздовж стовбура (рис. 1, а, б), рівняння прогинів z у кінцевих різницях можна подати у такому вигляді:

- для прогінної частини

$$z_{n+1} = -z_{n-1} + 2z_n + \frac{\Delta x^2}{12} \left[\frac{M_{n-1}}{E_{n-1}J_{n-1}} + \frac{10M_n}{E_n J_n} + \frac{M_{n+1}}{E_{n+1}J_{n+1}} \right];$$

- для консольної частини

$$z_{n+1} = z_{n-1} + 2\Delta x z_{n-1} + \frac{2\Delta x^2}{3} \left[\frac{M_{n-1}}{E_{n-1}J_{n-1}} + 2 \frac{M_n}{E_n J_n} \right]. \quad (2)$$

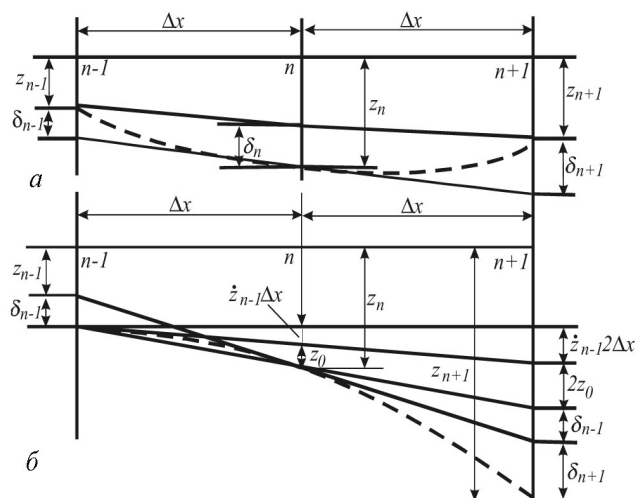


Рис. 1. Схеми пружних переміщень ділянки стовбура довжиною Δx : а – прогин у прогінній частині, б – згин у консольній частині; суцільна лінія – вісь вимірювальної рейки, штрихова – крива згину стовбура

Беручи до уваги, що для прогінної частини (рис. 1, а)

$$z_{n-1} + z_{n+1} = 2(z_n - \delta_n), \text{ а } 2\delta_n = \delta_{n-1} + \delta_{n+1},$$

і, взявши модуль пружності на ділянці стовбура довжиною $2\Delta x$ постійним зі значенням E_n , після певних перетворень отримаємо вираз для визначення модуля пружності елемента стовбура

¹ **Нестор Іванович БИБЛЮК** – дійсний член ЛАН України, доктор технічних наук, професор, Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів. Тел.: +38(032) 233-96-69. E-mail: klmd@forest.lviv.ua

² **Анатолій Антонович БОЙКО** – інженер, Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів. Тел.: +38(032) 237-79-86. E-mail: klmd@forest.lviv.ua

³ **Богдан Теодорович ПЕРЕТЯТКО** – кандидат технічних наук, директор, ТзОВ "Мета". Україна, м. Львів. Тел.: +38(0322) 63-39-98. E-mail: metameta@ukr.net

$$E_n = \frac{\Delta x^2}{12(\delta_{n-1} + \delta_{n+1})} \left[\frac{M_{n-1}}{J_{n-1}} + \frac{10M_n}{J_n} + \frac{M_{n+1}}{J_{n+1}} \right], \quad (3)$$

де δ_{n-1} і δ_{n+1} – зміщення перерізів $n-1$ і $n+1$ елемента стовбура відносно перерізу n .

Для консольної частини стовбура (рис. 1, б) можна записати

$$z_n = z_{n-1} + \Delta x \dot{z}_{n-1} + z_0$$

та $z_{n+1} = z_{n-1} + 2\Delta x \dot{z}_{n-1} + 2z_0 + \delta_{n-1} + \delta_{n+1}$,

де $\dot{z}_{n-1}$ – тангенс кута нахилу дотичної до зігнутої осі елемента стовбура у перерізі $n-1$.

Подавши рівняння для z_n у вигляді:

$$z_n = z_{n-1} + \Delta x \dot{z}_{n-1} + \frac{\Delta x^2}{6} \left[\frac{M_{n-1}}{E_{n-1}J_{n-1}} + \frac{2M_{n-0.5}}{E_{n-0.5}J_{n-0.5}} \right], \quad (4)$$

і, розв'язавши спільно рівняння (2) і (4), отримаємо вираз для визначення модуля пружності елемента стовбура у консольній частині:

$$E_n = \frac{\Delta x^2}{3(\delta_{n-1} + \delta_{n+1})} \left[\frac{M_{n-1}}{J_{n-1}} + 4 \frac{M_n}{J_n} - 2 \frac{M_{n-0.5}}{J_{n-0.5}} \right]. \quad (5)$$

За незначної зміни відношення M/J на ділянці $2\Delta x$, що часто трапляється, розрахункові вирази (3) і (5) після перетворень можна записати таким чином:

$$E_n = \frac{\Delta x^2 M_n}{(\delta_{n-1} + \delta_{n+1}) J_n}. \quad (6)$$

Похибка формули (6) залежить від збігу стовбурів і збільшується до вершини. Коли збіг становить до 5 см на 1 м довжини стовбура, то відносна похибка обчислення модуля пружності не перевищує 6...7 %.

Метод визначення модуля пружності деревини стовбура на кручення розробляють на підставі припущення, що модулі пружності в радіальній і тангентальній площинах відрізняються мало, і деревину стовбурів можна подати як поперечно-ізотропний матеріал [9].

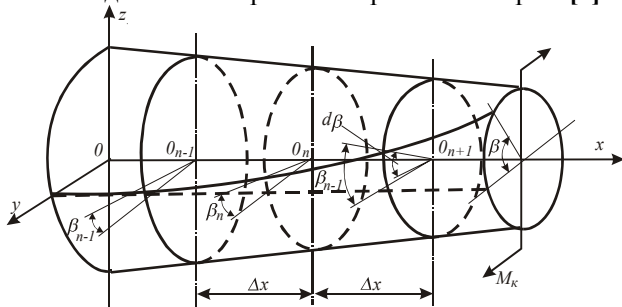


Рис. 2. Схема пружних переміщень ділянки стовбура $2\Delta x$ під час кручення

Розглядаючи стовбур як брус змінного поперечного перерізу, жорстко закріплений одним кінцем і навантаженого крутним моментом M_k (рис. 2), та припускаючи, що переміщення перерізу стовбура малі і для нього справедливий принцип незалежності дії сил і гіпотеза плоских перерізів, запишемо рівняння пружних переміщень n -го елемента стовбура на кручення у такому вигляді:

$$\frac{d\beta}{dx} = \frac{M_k}{G(x)J_p(x)}, \quad (7)$$

де $G(x)$ й $J_p(x) = \pi D^4(x)/32$ – модуль пружності та момент інерції поперечного перерізу елемента стовбура під час кручення.

Кут відносного зміщення двох крайніх перерізів елемента стовбура, розміщених з інтервалом $2\Delta x$ вздовж нього, відповідно до формули Сімпсона, подано у такому вигляді:

$$\beta_{n+1} - \beta_{n-1} = \frac{M_k \Delta x}{3} \left[\frac{1}{G_{n-1}J_{p(n-1)}} + \frac{4}{G_n J_{pn}} + \frac{1}{G_{n+1}J_{p(n+1)}} \right]. \quad (8)$$

Припустивши, що на ділянці $2\Delta x$ модуль пружності $G(x)$ змінюється незначно, з рівняння (8) отримаємо вираз для обчислення модуля пружності n -го перерізу стовбура під час кручення:

$$G_n = \frac{M_k \Delta x}{3(\beta_{n+1} - \beta_{n-1})} \left[\frac{1}{J_{p(n-1)}} + \frac{4}{J_{pn}} + \frac{1}{J_{p(n+1)}} \right]. \quad (9)$$

Таким чином, вимірявши зміщення δ й β у перерізах $n-1$ та $n+1$ і визначивши M , J й J_p у перерізах $n-1$, n й $n+1$, можна отримати деякі усереднені для інтервалу $2\Delta x$ значення модулів пружності E і G стовбура без порушення його цілісності. Задовільна точність апроксимації рівнянь (1) і (7) буде забезпечена, якщо крок інтегрування Δx не перевищує 10 % довжини стовбура. З використанням викладеного підходу виконано виміри модулів пружності деревини стовбура смереки на стенді, який описано нижче.

Закономірність зміни густини і модулів пружності вздовж стовбурів завдовжки 24-26 м і діаметром на висоті грудей 24-32 см, зрубаних у чистому смерековому деревостані 1а класу бонітету III класу віку, встановлено за допомогою чисел Чебишева у вигляді кореляційних рівнянь:

$$\begin{aligned} \rho(x/L) &= \rho_{сеп}(0,887 + 0,223 \cdot x/L); \\ E(x/L) &= E_{сеп}(1,127 - 0,248 \cdot x/L); \\ G(x/L) &= G_{сеп}(1,118 - 0,241 \cdot x/L); \\ \mu(x/L) &= E/G = \mu_{сеп} = \text{const}. \end{aligned} \quad (10)$$

Середні значення густини $\rho_{сеп} = 728$ кг/м³, середня похибка кореляційного рівняння – 0,8 %, модулів пружності на згин $E_{сеп} = 12,1$ ГПа (2,1 %) і кручення $G_{сеп} = 367,7$ МПа (1,1 %), $\mu_{сеп} = 27,2$ (1,7 %).

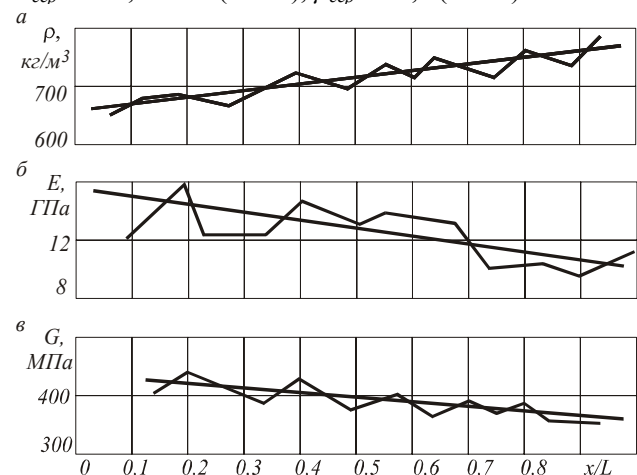


Рис. 3. Зміна густини (а) та модулів пружності на згин (б) і кручення (в) уздовж стовбура

Як бачимо з наведених даних (рис. 3), зміна характеристик уздовж стовбура досить істотна. Наприклад, зі зміною відносної довжини x/L стовбура від 0,1 до 0,9 густина деревини збільшується на 136 кг/м³ або на 20 % від середнього значення (для деяких стовбурів на 40 %), зменшуються модуль пружності на

згин на 3,2 ГПа (24 %) та модуль пружності на кручення – на 90 МПа (22 %). Середнє значення модуля пружності деревини свіжозрубаних стовбурів відрізняється від рекомендованого у деревинознавстві у 1,2-1,5 рази.

Для тонких стовбурів смереки, заготовлюваних під час доглядового рубання, довжиною 11-13 м і діаметром на висоті грудей 11-12 см, 1 класу віку

$$\begin{aligned} \rho(x/L) &= \rho_{сер}(0,97 + 0,07 \cdot x/L); \\ E(x/L) &= E_{сер}(1,58 - 1,53 \cdot x/L). \end{aligned} \quad (11)$$

Середнє значення густини деревини тонких стовбурів на 7 % більше, а модуля на згин на 22 % менше, ніж для великих стовбурів. Зміна густини деревини вздовж тонких стовбурів у 4 рази менша, а модуля пружності на згин у 6 разів більша, ніж для великих, що свідчить про істотну різницю між характеристиками стовбурів різних класів віку.

Коефіцієнти жорсткості пакета стовбурів. Пакет стовбурів відрізняється від багатоярусної балки без зв'язків передусім тим, що несе навантаження тільки власної ваги. Крім цього, між окремими стовбурами під час їх згинання виникають значні сили тертя, оскільки стовбури мають нерівну поверхню і як правило перевозяться з корою.

Складні балки без зв'язків створюють значно менший опір поперечному згинові через відсутність зсувів по поверхнях дотику окремих балок. Нарешті, стовбури, навантажені на рухомий склад, мають непостійний переріз і тому гнучкіші, ніж балки постійного поперечного перерізу.

Професор Б. Гастев [10] свого часу запропонував виражати момент інерції поперечного перерізу пакета стовбурів за допомогою коефіцієнта жорсткості ψ через момент інерції поперечного перерізу того ж самого, але монолітного пакета стовбурів, тобто такого, що має абсолютну жорсткість зв'язки і працює як єдине ціле. Беручи до уваги, що моменти інерції поперечного перерізу обернено пропорційні прогинам, можна записати

$$\frac{J_{\Pi}}{J_M} = \frac{f_M}{f_{\Pi}},$$

звідки $J_{\Pi} = J_M(f_M/f_{\Pi}) = \psi J_M$, де J_{Π} – дійсний момент інерції поперечного перерізу пакета стовбурів, см⁴;

$J_{\Pi} = \sum_{i=1}^m (J_i + a^2 S_i)$ – момент інерції поперечного перерізу монолітного пакета стовбурів, см⁴ (для жорстких зв'язків); $J_i = \pi d^4/64$ – екваторіальний момент інерції поперечного перерізу i -го стовбура, см⁴ (за відсутності зв'язків і тертя); n – кількість стовбурів; a – відстань від центра ваги перерізу стовбура до нейтральної осі пакета, см; $S_i = \pi d^2/4$ – площа поперечного перерізу i -го стовбура, см²; d – діаметр стовбура, см; f_{Π} – дійсний максимальний прогин пакета стовбурів, см; f_M – максимальний прогин монолітного пакета стовбурів, см.

Дійсний момент інерції прямокутного поперечного перерізу пакета стовбурів можна визначити також за формулами, запропонованими З. Цофіним для пакета стовбурів, укладених відземками:

- в різні боки

$$J_{\Pi} = \psi \frac{V_{\Pi}^3}{4,3L^3b^2}; \quad (11)$$

- в один бік

$$J_{\Pi} = \psi \frac{(q_0 - kx)^3}{4,3b^3\gamma^3}, \quad (12)$$

де b – ширина пакета стовбурів.

Проведені Б. Гастевим експериментальні дослідження коефіцієнта жорсткості пакета стовбурів дали змогу встановити головні фактори, які впливають на його величину, і отримати простий математичний вираз для його визначення:

$$\psi = 0,5832 \cdot r - 2,019, \quad (13)$$

де r – кількість рядів у пакеті стовбурів.

Як бачимо з наведеної формули, значення коефіцієнта ψ зменшується зі збільшенням кількості рядів у пакеті стовбурів. Коефіцієнт ψ у разі збільшення кількості рядів від 3 до 7 зменшується з 0,06 до 0,01.

Коефіцієнт жорсткості поперечного перерізу стовбурів пакета ψ можна трактувати як суму двох складників. Перший складник є відношенням суми екваторіальних моментів інерції окремих стовбурів у пакеті J_i до моменту інерції пакета як моноліту J_M , друга – визначається силами тертя між стовбурами. З. Цофін з'ясував, що сили тертя між стовбурами збільшують момент інерції деревини приблизно на третину, що дало змогу йому вивести таку формулу для визначення дійсного моменту інерції пакета стовбурів:

$$J_{\Pi} = (1,29 + 1,36) \sum_{i=1}^m J_i.$$

Тут екваторіальні моменти інерції стовбурів J_i відповідають тому перерізові, для якого розраховується дійсний момент інерції пакета J_{Π} . Наведену формулу можна використовувати для визначення моменту інерції пакета з будь-якою формою поперечного перерізу.

У виразі формули (12) значення коефіцієнта ψ відповідає його усередненому значенню вздовж пакета. Ми запропонували методику визначення коефіцієнтів жорсткості пакета деревини як для згину, так і для кручення з урахуванням зміни цих коефіцієнтів уздовж пакета.

В основу запропонованого методу визначення коефіцієнтів жорсткості пакета покладено уявлення про пакет стовбурів як балку змінного поперечного перерізу, для якої рівняння пружних переміщень n -го перерізу пакета можна подати у такому вигляді:

- для згину

$$\frac{d^2x}{dx^2} = \frac{M(x)}{E(x)J_{\Pi}(x)\psi(x)}; \quad (13)$$

- для кручення

$$\frac{d^2\beta}{dx^2} = \frac{M(x)}{G(x)J_{p\Pi}(x)\psi_{\kappa}(x)}, \quad (14)$$

де $\psi(x)$ і $\psi_{\kappa}(x)$ – коефіцієнти жорсткості для згину і кручення, змінні вздовж елемента пакета стовбурів:

$$J_{\Pi} = \sum_{i=1}^m J_i(x), \quad J_{p\Pi} = \sum_{i=1}^m J_{pi}(x), \quad i = \overline{1, m}.$$

Добутки величин $E(x)$ $J_{\Pi}(x)$ $\psi(x)$ і $G(x)$ $J_{p\Pi}$ $\psi_{\kappa}(x)$ називають жорсткістю поперечного перерізу пакета стовбурів з абсцисою x відповідно для згину і кручення.

Тут під коефіцієнтом жорсткості розуміємо відношення дійсного моменту інерції поперечного перерізу пакета стовбурів до суми екваторіальних моментів інерції окремих стовбурів у пакеті. Момент інерції будь-якого перерізу вздовж стовбура можна знайти через момент інерції перерізу на висоті грудей J_m за емпіричною формулою, отриманою Б. Гастевим (для стовбурів хвойних порід в інтервалі $d_m = 20-50$ см):

$$J_i(x) = (4,38 \cdot x^{-0,1} - 3,24) \cdot J_m.$$

Припустивши, що M , E , G , ψ і ψ_k сталі на ділянці пакета стовбурів довжиною $2\Delta x$, і застосувавши для розв'язання рівнянь (13) і (14) кінцево-різницький метод, після певних перетворень (аналогічних виведенню залежності для модулів пружності E_n і G_n) отримаємо вирази для визначення коефіцієнтів жорсткості n -го перерізу пакета стовбурів:

- для згину

$$\psi_n = \frac{\Delta x^2 M_n}{(\delta_{n-1} + \delta_{n+1}) E_n J_{\Pi n}}; \quad (15)$$

- для кручення

$$\psi_{kn} = \frac{M_k \Delta x}{3(\beta_{n+1} - \beta_{n-1}) G_n} \left[\frac{1}{J_{p\Pi(n-1)}} + \frac{4}{J_{p\Pi n}} + \frac{1}{J_{p\Pi(n+1)}} \right]. \quad (16)$$

Розрахунок коефіцієнтів жорсткості $\psi(x)$ і $\psi_k(x)$ пакета стовбурів з використанням рівнянь (15) і (16) зводиться, за відомих E_n , G_n , $J_{\Pi n}$ і $J_{p\Pi n}$, до експериментального визначення кривини пружної лінії осі пакета стовбурів під час згину і кутових зміщень площин елемента пакета під час кручення. Як бачимо з кривих, зображених на рис. 4, а, б, коефіцієнт жорсткості значно змінюється вздовж пакета, зростаючи до найбільшого значення над проміжною опорою і наближаючись до одиниці у верхній частині.

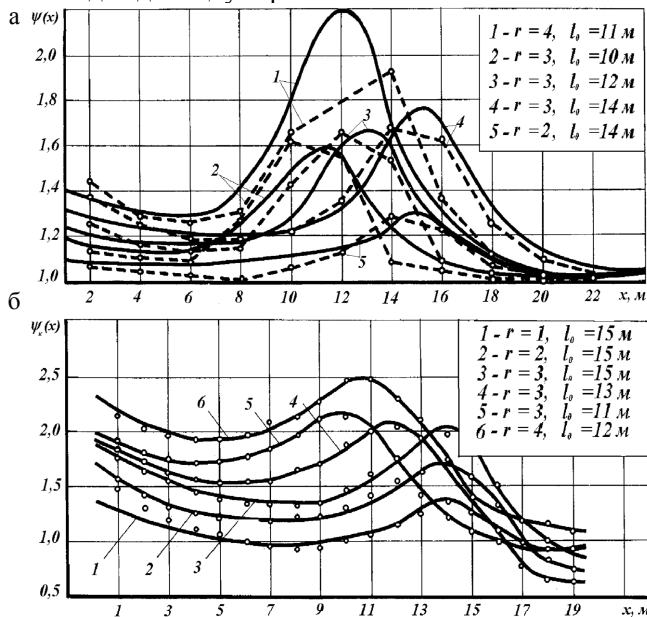


Рис. 4. Залежності коефіцієнтів жорсткості під час згинання (а) і кручення (б) від довжини пакета стовбурів: $\circ$ – усереднені експериментальні значення; – – – апроксимувальні криві

Отримані значення коефіцієнта жорсткості залежно від відносної довжини пакета x/L , кількості рядів r і відстані від відземкової площини до проміжної опори $R = l_0 + 1$ апроксимовано виразами вигляду:

- для згину

$$\psi(x) = 1 + (\psi_{сер} - 1) \times$$

$$\times \left\{ 1 + \frac{x}{L} + (5.75 - 0.17R - 0.3r) \exp(-0.122(x - R)^2) \right\}; \quad (17)$$

- для кручення

$$\psi_k(x) = \psi_{kсер} \left\{ 1 - 0.5 \frac{x}{L} + z_1 \times \exp \left(z_2 (R - x)^2 \left(x^2 \left(1 - \frac{c}{R} \right) + (x - 1) \frac{L}{R} \right) \right) \right\}; \quad (18)$$

$$z_1 = \left(0.5 - 0.00273r + 0.104 \frac{R}{L} + 0.076 \frac{Rr}{L} \right);$$

$$z_2 = 0.0038 \frac{R}{L} - 0.0034;$$

де $\psi_{сер}$ і $\psi_{kсер}$ – усереднені за довжиною значення коефіцієнтів жорсткості пакета стовбурів для згину і кручення; c – відстань від відземкової площини до центра ваги пакета.

Середня (максимальна) похибка формул становить відповідно 3 (13) і 5 (18) відсотків.

Динамічні характеристики пакета стовбурів.

Середні значення модулів пружності деревини на згин і кручення можна визначити за допомогою запропонованого Б. Біликом і Б. Перетятком аналітико-експериментального методу, який базується на розрахунку однієї з низьких (наприклад, головної) частот пакета стовбурів. У рівняння частот (35) і (37) підставляють приблизні значення модулів пружності E_p та G_p і визначають значення головних частот ω_p , що не відповідають дійсності. Оскільки квадрати власних частот коливань пакета прямо пропорційні величині модулів пружності, то шукані значення останніх можна встановити за визначеними експериментальним шляхом дійсними значеннями власних частот ω на підставі формули:

$$E_{сер}(G_{сер}) = E_p(G_p) \omega^2 / \omega_p^2.$$

Цей метод визначення середніх значень модулів пружності, порівняно зі статичним, відрізняється меншою трудомісткістю вимірів і більшою точністю.

Усереднені значення коефіцієнта жорсткості пакета стовбурів, що входять у вирази (17) і (18), можна визначити через частоти головних коливань пакета та окремих стовбурів [7]. Залежність для визначення коефіцієнта жорсткості отримаємо, виходячи з таких передумов. Припустивши, що вплив пружного опору у пакеті на його частоти коливань неістотний, подамо диференціальні рівняння вільних коливань пакета під час згинання і кручення у такому вигляді:

$$E(x)J(x)\psi(x) \frac{d^4 z}{dx^2} - m(x) \frac{d^2 z}{dt^2} = 0; \quad (19)$$

$$G(x)J_p(x)\psi_k(x) \frac{d^2 \beta}{dx^2} - m(x)(\rho_x^2 + h_x^2) \frac{d^2 \beta}{dt^2} = 0, \quad (20)$$

де $m(x)$ – маса деревини в поперечному перерізі пакета стовбурів з абсцисою x ; $m(x) = S(x)\rho(x)$; $S(x)$ – площа поперечного перерізу пакета стовбурів з абсцисою x ; $\rho(x)$ – густина поперечного перерізу пакета з абсцисою x ; ρ_x – радіус інерції перерізу пакета з абсцисою x ; h_x – відстань від осі пакета до осі крену у перерізі з абсцисою x .

Площа поперечного перерізу пакета стовбурів з абсцисою x визначається за такою формулою:

$$S(x) = \sum_{i=1}^m \frac{\pi d^2(x)}{4},$$

де m – кількість стовбурів у пакеті.

Візьмемо розв'язки рівнянь (19) і (20) такими:

$$z(x, t) = \sum_{k=1}^{\infty} z_k \Phi_k(t); \quad \beta(x, t) = \sum_{k=1}^{\infty} \beta_k \Phi_k(t).$$

Взявши до уваги, що $\Phi_k(t) = \omega_k^2 \Phi_k(t)$, після підставлення взятих рішень у вихідні рівняння (19) і (20) і скорочення однойменних доданків, отримаємо рівняння k -ої головної форми:

- для згину

$$E(x)J(x)\psi(x) \frac{d^4 z}{dx^2} - m(x) z_k \omega_k^2 = 0; \quad (21)$$

- для кручення

$$G(x)J_p(x)\psi_k(x) \frac{d^4 \beta}{dx^2} - m(x) (\rho_x^2 + h_x^2) \beta_k \omega_k^2 = 0, \quad (22)$$

де ω_k – власна частота, яка відповідає k -й головній формі коливань пакета.

Взявши жорсткість для згину та кручення і масу пакета стовбурів сталими вздовж елемента пакета зі значеннями відповідно $EJ\psi$, $GJ_p\psi_k$ і m_x , внаслідок розв'язання рівнянь (21) і (22) отримаємо:

- для згину

$$\omega^2 = \frac{EJ\psi z_k^{IV}}{m_x z_k}; \quad (23)$$

- для кручення

$$\omega_k^2 = \frac{EJ_p \psi_k \beta_k^{II}}{m_x (\rho_x^2 + h_x^2) \beta_k}. \quad (24)$$

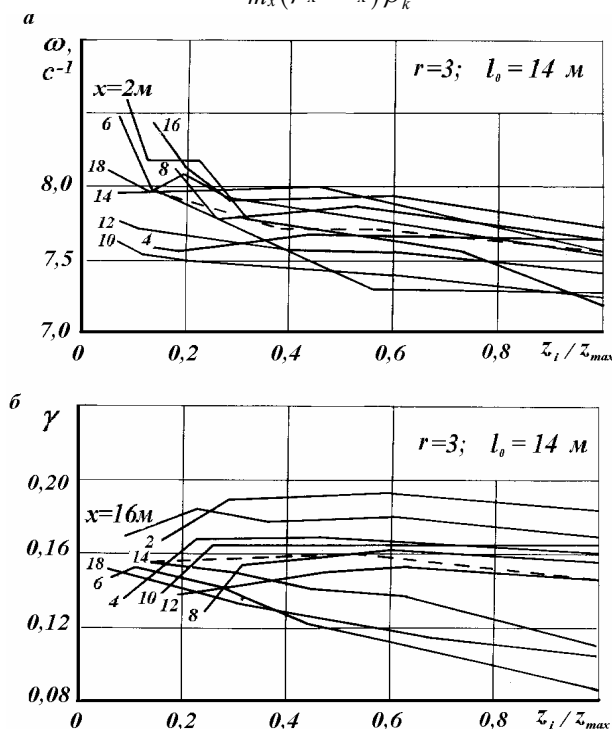


Рис. 5. Залежність головної частоти (а) і коефіцієнта непружного опору (б) пакета стовбурів від відношення z_i/z_{max} для різних перерізів пакета x (--- усереднені криві)

Якщо зібрати пакет з однакових стовбурів, то за припущення, що відношення амплітуд (форм) i -го стовбура і пакета збігаються, отримаємо таке рівняння для визначення середніх значень коефіцієнтів жорсткості:

$$\psi_{сер}(\psi_{сер}) = \frac{\omega_k^2}{\omega_{ki}^2} \quad (25)$$

Коефіцієнт непружного опору пакета стовбурів визначається через відношення амплітуд коливань на початку та у кінці k -го циклу за загальноприйнятою формулою

$$\gamma = \frac{1}{\pi} \ln \frac{z_k}{z_{k-1}}.$$

Аналізуючи залежності параметрів вільних коливань від відносної амплітуди z_k/z_{max} для різних перерізів пакета, кількості рядів і відстаней між кониками (рис. 5), бачимо, що власні частоти та коефіцієнти непружного опору пакета неістотно змінюються зі зміною амплітуди коливань, що дає змогу користуватися у розрахунку коливань лісотransпортних систем середньоарифметичними значеннями коефіцієнтів жорсткості та непружного опору пакета стовбурів.

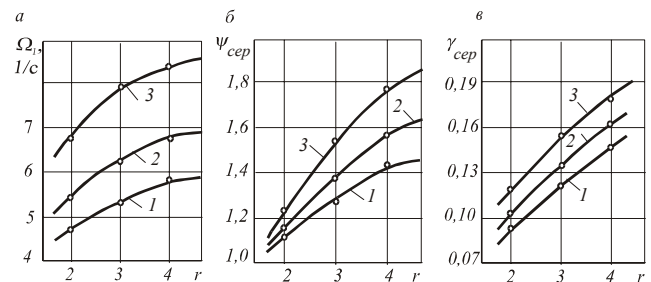


Рис. 6. Залежність головної частоти (а), коефіцієнтів жорсткості (б) і непружного опору (в) пакета стовбурів від кількості рядів у пакеті для різних відстаней між кониками: 1 – $l_0 = 10$ м; 2 – $l_0 = 12$ м; 3 – $l_0 = 14$ м (○ – експериментальні точки)

Отримані нами значення головної частоти, коефіцієнтів жорсткості та непружного опору у функції кількості рядів пакета стовбурів для різних відстаней між кониками (рис. 6) з достатньою точністю апроксимовано виразами такого вигляду:

- для згину

$$\omega = 8,34 - 1,4l_0 + 1,17r + 0,076l_0^2 - 0,21r^2 + 0,06l_0r;$$

$$\psi_{сер} = 1,702 - 0,1983l_0 + 0,159r + 0,00625l_0^2 - 0,0573r^2 + 0,0339l_0r;$$

$$\gamma = 0,2363 - 0,03917l_0 + 0,03388r + 0,001681l_0^2 - 0,004025r^2 + 0,001663l_0r; \quad (26)$$

- для кручення

$$\psi_{ксер} = 0,878 + 0,277r - 0,0017R - 0,0033Rr;$$

$$\gamma_k = 0,3860 - 0,0209l_0 + 0,0165r - 0,2224lg\theta + 0,0134l_0lg\theta, \quad (27)$$

де $\theta = (\beta_{c2} - \beta_{c1})/l_0$ – відносний кут закручування пакета; β_{c2} і β_{c1} – кути повороту перерізів пакета над рухомою і нерухомою опорами.

Середня (максимальна) похибка формул (26) й (27) становить відповідно 3 (7) і 5 (13) відсотків.

Експериментальне визначення деформацій і параметрів коливань стовбурів. Спеціальний експериментальний стенд, призначений для визначення параметрів як окремих стовбурів, так і пакетів з них, було створено на кафедрі транспорту лісу ЛЛІТІ (рис. 7). Його виконано у вигляді двох масивних опор (нерухомої 1 і рухомої 2) з установленими на них кониками.

На конику нерухомої опори 1 розміщено вал, який, обертаючись довкола своєї осі, забезпечує вільне поздовжнє переміщення відземкової частини стовбура (пакета) під час згинання. Як рухому опору використано двовісний розпуск зі знятими колесами, який за до-

помогою ручної лебідки може переміщатися по рейках. Стовбур (пакет) згинається натяжним пристроєм (рис. 7, а), який складається з лебідки 4 та поліспасти 5. Прикладене зусилля реєструється динамометром розтягу 6. Натяжний пристрій розміщується на відстані до 2 м від вимірювального пристрою для зменшення впливу поперечної сили на згин елемента стовбура.

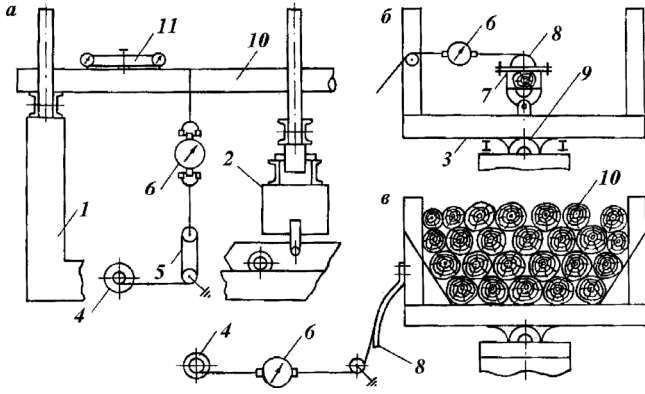


Рис. 7. Будова експериментального стенду для визначення характеристик деревних стовбурів і пакетів

Для закручування (рис. 7, б, в) стовбур (пакет) закріплюється на опорах спеціальними затискачами (кониками). Затискач на нерухомій опорі утримує стовбур (пакет) від повертання у вертикальній поперечній площині та забезпечує його вільне кутове переміщення в горизонтальній площині. Затискач 7 (коник 3), що закріплює стовбур (пакет) на рухомій опорі, забезпечує його вільне повертання у вертикальній поперечній площині навколо складу 9. Закручування стовбура (пакета) здійснюється ручною лебідкою через поліспаст і важіль спеціального профілю 8, який забезпечує постійну величину крутного моменту для різних кутів повороту затискача (коника). Зусилля, що створює момент закручування, прикладається у площині проміжної опори і реєструється динамометром розтягу 6.

Кривина пружної лінії стовбура вимірюється за допомогою спеціальної рейки ІІ завдовжки 1 м з закріпленими на її кінцях індикаторами годинникового типу. Для вимірювання кривини пружної лінії рейка своєю середньою частиною жорстко кріпиться до стовбура в точці, яка відповідає перерізу n , а індикатори своїми рухомими штифтами спираються на стовбур у точках, що відповідають перерізам $n-1$ і $n+1$.

Кривину пружної лінії осі пакета можна визначити як середнє арифметичне з вимірюваних значень кривини пружної лінії стовбурів, які розміщені у крайньому лівому та правому рядах пакета посередині його висоти. Кутові зміщення площин пакета встановлюють за кутовими зміщеннями стовбура, розміщеного посередині нижнього ряду.

Кутові зміщення перерізів елемента стовбура вимірюються за допомогою спеціальних кутомірів з ціною поділки 10. Діаметри поперечних перерізів визначаються за периметром стовбура, який вимірюється гнучкою стрічкою.

Вільні коливання збуджуються шляхом виведення стовбура (пакета) з положення рівноваги ручною лебідкою та відпусканням його через розрив спеціально виготовлених кілець. Кільця закріплюються через кожні 2 м вздовж стовбура.

Головні (вимушені) коливання пакета збуджуються його розгойдуванням за вершини стовбурів. Розгойдування припиняється у разі виникнення усталених резонансних коливань пакета, що відповідають першій (головній) власній частоті коливальної системи. Після зняття зовнішньої дії пакет здійснює вільні коливання з головною частотою.

Параметри коливань вимірюються за допомогою давачів відносних переміщень, розміщених уздовж стовбура (пакета) через кожні 2 м з метою встановлення характеру зміни кривих вільних коливань уздовж стовбура. Крім давачів відносних переміщень, у найхарактерніших точках уздовж стовбура (пакета) встановлюються акселерометри і давачі кутових швидкостей для виявлення високочастотних складників вільних коливань. Запис вимірюваних параметрів ведеться на світлочутливих стрічках шлейфових осцилографів або магнітних носіях з подальшим машинним опрацюванням вислідів.

2. Алгоритмічний метод розрахунку коливань пакета стовбурів

Розрахункова схема і рівняння просторових коливань пакета. Для розрахунку коливань окремих стовбурів і пакетів деревини змінного перерізу доцільно подати їх у вигляді ступінчастого стержня [2], розподілена маса і жорсткість якого змінюються стрибком на переходах від однієї ділянки до іншої (рис. 8, а).

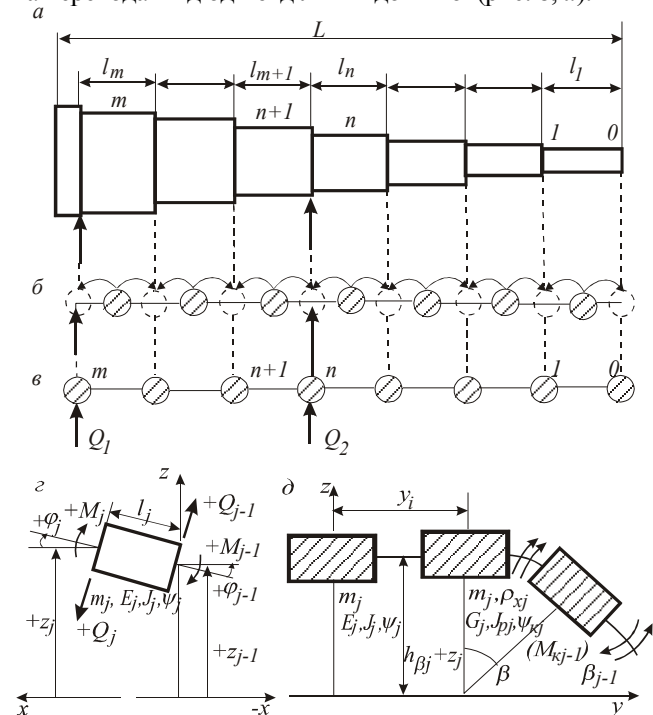


Рис. 8. Розрахункові схеми пакета стовбурів: а – у вигляді ступінчастого стержня, б і в – зі зосередженими масами, г – напрям силових і геометричних величин для j -ї ділянки стержня під час згинання, д – те ж саме під час кручення

Розглянемо коливання ділянки стержня постійного перерізу з рівномірно розподіленою масою, припускаючи, що:

- у недеформованому стані пружна вісь стержня прямолінійна і збігається з лінією центрів ваги його поперечних перерізів;

- відхилення точок осі стрижня під час коливань відбуваються в одній площині та є "малими", а відповідні сили, що виникають, залишаються в межах пропорційності;
- довжина стрижня значно перевищує поперечні розміри і можна знехтувати впливом перерізуювальної сили та інерції кручення розподіленої маси;
- сила непружного опору пропорційна до пружної відновлювальної сили і зміщена за фазою від неї на кут $\pi/2$ (гіпотеза Є. Сорокіна);
- напрями силових і геометричних величин відповідають поданим на рис. 8, з, д.

За таких допущень диференціальні рівняння вільних коливань ділянки стрижня мають такий вигляд:

- лінійні коливання у вертикальній поздовжній площині

$$E_j J_{\psi j} (1 + i \gamma_j) \frac{d^4 z}{dx^4} + m_{xj} \frac{d^2 z}{dx^2} = 0; \quad (28)$$

- лінійні коливання у горизонтальній площині

$$E_j J_{\psi' j} (1 + i \gamma' j) \frac{d^4 y}{dx^4} + m_{xj} \frac{d^2 (y(h\beta_j + z)\beta)}{dt^2} = 0; \quad (29)$$

- кутові коливання у вертикальній поперечній площині

$$G_j J_{\psi j} (1 + i \gamma_j) \frac{d^2 \beta}{dx^2} - m_{xj} \rho_{xj}^2 \frac{d^2 \beta}{dt^2} - m_{xj} J (h\beta_j + z) \frac{d^2 (y(h\beta_j + z)\beta)}{dt^2} = 0; \quad (30)$$

де: z і y – лінійні переміщення певної точки осі стрижня з абсцисою x у вертикальній поздовжній і горизонтальній площинах; β – кутове переміщення певного перерізу стрижня з абсцисою x у вертикальній поперечній площині; E_j і G_j – модулі пружності j -ої ділянки стрижня для згину та кручення; J_j і $J_{\psi j}$ – моменти інерції поперечного перерізу j -ої ділянки стрижня для згину та кручення; m_{xj} – маса одиниці довжини j -ої ділянки стрижня; $m_{xj} = S_j \rho_j$; ρ_j – густина деревини j -ої ділянки стрижня; ρ_{xj} – радіус інерції j -го перерізу відносно осі x ; h_{xj} – відстань від осі j -ої ділянки до осі крену; $\psi_j(\psi' j)$ і ψ_{kj} – коефіцієнти жорсткості j -ої ділянки стрижня для згину у вертикальній (горизонтальній) площині та кручення; $\gamma_j(\gamma' j)$ і γ_{kj} – коефіцієнти непружного опору j -ої ділянки стрижня для згину у вертикальній (горизонтальній) площині та кручення.

Коливання транспортного засобу в горизонтальній площині, яке вивчають з метою оцінювання його стійкості та керованості, здебільшого розглядають у русі по рівній опорній поверхні, для якої кутових коливань, зумовлених впливом поперечного мікропрофілю, нема. А кутові коливання у вертикальній поперечній площині, що формують навантажувальні режими ходової частини транспортних ланок, розглядають, звичайно, окремо від лінійних коливань у горизонтальній і вертикальній поздовжній площинах. У цьому випадку рівняння (28) і (29), які описують лінійні вертикальні та горизонтальні коливання ділянки стрижня (пакета), ідентичні та відрізняються тільки значеннями коефіцієнтів ψ і γ , а рівняння (29) і (30), які описують лінійні горизонтальні та кутові поперечні коливання ділянки стрижня, стають незв'язаними між собою. Тому надалі вважатимемо, що всі розв'язки, отримані під час вивчення коливань пакета у вертикальній поздовжній площині, так само стосуються і його коливань у горизонтальній площині.

Перетворимо рівняння (28) з двома змінними x і t у рівняння з однією змінною. Для цього, записавши

поперечне переміщення деякого перерізу стрижня з абсцисою x у такому вигляді:

$$z = z(x) \cdot \sin \omega t,$$

де ω – кутова частота, отримаємо диференціальне рівняння коливань

$$\frac{d^4 z}{dx^4} - \frac{\lambda_j^4 z}{l_j^4} = 0, \text{ де } \frac{\lambda_j^4 z}{l_j^4} = \frac{m_{xj} \omega^2}{E_j J_{\psi j}}.$$

Для розв'язання наведеного рівняння особливо ефективно застосувати метод початкових параметрів у матричній формі. В остаточному вигляді цей метод формує розгорнені рівняння частот і форм, що дає змогу використати його для знаходження всіх власних частот і відносних амплітуд коливань. За допомогою введення відповідних масштабів для довжин і жорсткостей легко виконати розрахунки, особливо з використанням обчислювальних машин, оскільки ітеративна природа методу початкових параметрів особливо пристосована до програмування.

Здійснимо наближену заміну ділянки стрижня з розподіленою масою невагомою ділянкою з зосередженою масою $m_j = m_{xj} l_j$, розміщеною в j -му перерізі. Для цього на кожній ділянці стрижня розподілену масу заміняємо зосередженою, яка зводиться до центра ваги ділянки (рис. 8, б). Потім зосереджені маси ділянок можна звести за принципом важеля до границь ділянок, що призводить до простішої динамічної системи з однаковими довжинами ділянок і меншим числом ступенів вільності (рис. 8, в).

Розглянемо ділянку стрижня між j -м і $j-1$ -м перерізами (рахуючи ліворуч), що складається з безмасового відрізка стрижня довжиною l_j , жорсткості $E_j J_{\psi j}$ і зосередженої маси m_j (рис. 8, з). Позначимо параметри у перерізі j через z_j, ϕ_j, M_j, Q_j , у перерізі $j-1$ – через $z_{j-1}, \phi_{j-1}, M_{j-1}, Q_{j-1}$. Внаслідок наявності точкової маси m_j у коливаннях стрижня амплітудне значення поперечної сили у перерізі j переносить кінцевий розрив на величину $m_j \omega^2 z_j$. Вирахувавши за правилом диференціювання за параметром послідовно першу, другу та третю похідні від z_j , прийдемо до основних рівнянь методу початкових параметрів:

$$z_j = z_{j-1} + \phi_{j-1} l_j + M_{j-1} \frac{l_j}{2E_j J_{\psi j}} + Q_{j-1} \frac{l_j}{6E_j J_{\psi j}};$$

$$\phi_j = \phi_{j-1} + M_{j-1} \frac{l_j}{E_j J_{\psi j}} + Q_{j-1} \frac{l_j}{E_j J_{\psi j}};$$

$$M_j = M_{j-1} + Q_{j-1} l_j; \quad Q_j = Q_{j-1} + m_j \omega^2 z_j.$$

Знаки окремих членів у наведених формулах ставляться відповідно до взятих напрямків осей координат, прогинів, кута повороту, згинального моменту та поперечної сили (рис. 8, з). Підставивши в четверте рівняння замість z_j його вираз із першого, отримаємо рівняння, в якому параметри у перерізі j виражені через параметри у перерізі $j-1$.

Співвідношення між початковими параметрами та їх значеннями в будь-якому перерізі стрижня можна подати у вигляді добутку певної квадратної матриці на матрицю-стовпець. Беручи до уваги правило множення матриць, останні співвідношення можна записати

$$Z_j = \frac{T_j}{Z_{j-1}}, \quad (31)$$

де Z_j і Z_{j-1} – матриці-стовпці параметрів у j -му та $j-1$ -му перерізах стрижня,

$$Z_j = \begin{vmatrix} z_j \\ \varphi_j l \\ \frac{M_j l^2}{EJ\psi} \\ \frac{Q_j l^3}{EJ\psi} \end{vmatrix}, \quad Z_{j-1} = \begin{vmatrix} z_{j-1} \\ \varphi_{j-1} l \\ \frac{M_{j-1} l^2}{EJ\psi} \\ \frac{Q_{j-1} l^3}{EJ\psi} \end{vmatrix};$$

матриця j -ої ділянки, замкнена між $j-1$ -м і j -м перерізами T_j – перехідна,

$$T_j = \begin{vmatrix} 1 & b_j & \frac{b_j^2}{2\alpha_j} & \frac{b_j^3}{6\alpha_j} \\ 0 & 1 & \frac{b_j}{\alpha_j} & \frac{b_j^2}{2\alpha_j} \\ 0 & 0 & 1 & b_j \\ \nu_j & \nu_j b_j & \frac{\nu_j b_j^2}{2\alpha_j} & \frac{\nu_j b_j^3}{6\alpha_j + 1} \end{vmatrix};$$

де: $b_j = l_j/l$; $\alpha_j = (1 + i\gamma_j)E_p J_j \psi_j/(EJ\psi)$; $\nu_j = m_j \omega^2 l^3/(EJ\psi)$; $EJ\psi$ і l – довільно вибрані зручні значення жорсткості та довжини, вводяться в рівняння (31) для досягнення однакової розмірності.

Рівняння (31) дає змогу перетворити параметри напруженого та деформованого стану у початковому перерізі j -ої ділянки у параметри перерізу кінця ділянки стрижня для згину у вертикальній поздовжній площині.

Залежність між параметрами на кінцях ділянки з розподіленою масою для кручення у вертикальній поперечній площині (рис. 8, д) виражається рівнянням

$$\theta_j = L_j \theta_{j-1}, \quad (32)$$

де θ_{j-1} і θ_j – матриці-стовпці параметрів в $j-1$ -му і j -му перерізах стержня,

$$\theta_j = \begin{vmatrix} \beta_j \\ \frac{M_{kj} l}{GJ_p \psi_k} \end{vmatrix}; \quad \theta_{j-1} = \begin{vmatrix} \beta_{j-1} \\ \frac{M_{k(j-1)} l}{GJ_p \psi_k} \end{vmatrix};$$

β_{j-1} і $M_{k(j-1)}$ – амплітуди кута закручування та крутного моменту в $j-1$ -му перерізі; β_j і M_{kj} – ті самі амплітуди в j -му перерізі; L_j – перехідна матриця ділянки,

$$L_j = \begin{vmatrix} 1 & \frac{b_j}{\alpha_{kj}} \\ e_j & -\frac{e_j b_j}{\alpha_{kj} + 1} \end{vmatrix}; \quad e_j = m_j \frac{(\rho_{kj}^2 + h_{\beta j}^2) \omega^2 + gh_{\beta j}}{GJ_p \psi_k}.$$

Структура алгоритму розрахунку параметрів коливань пакета стовбурів – це багаторазово повторюваний цикл алгоритмічних операцій, що відповідають переходові від однієї ділянки до іншої, і має такий вигляд:

- згинні коливання пакета стовбурів на двох шарнірних опорах

$$\begin{aligned} Z_m &= T_m \dots T_n Z_n + D_1; \\ Z_n &= T_n \dots T_1 T_0 Z_0 + D_2; \end{aligned} \quad (33)$$

- крутильні коливання пакета стовбурів з жорстко закріпленим (у відземковому перерізі) кінцем і проміжною опорою

$$\begin{aligned} \theta_m &= L_m \dots L_{n+1} \theta_n + D_{\kappa 1}; \\ \theta_n &= L_n \dots L_1 L_0 \theta_0 + D_{\kappa 2}, \end{aligned} \quad (34)$$

де Z_m , Z_n і Z_0 , θ_m , θ_n і θ_0 – матриці-стовпці параметрів в m -му, n -му і нульовому (кінець вершинної частини) перерізах пакета стовбурів;

$$Z_0 = \begin{vmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{vmatrix} z_0 + \begin{vmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{vmatrix} \varphi_0 l; \quad \theta_0 = \begin{vmatrix} 1 \\ 0 \end{vmatrix} \beta_0;$$

D_1 і D_2 , $D_{\kappa 1}$ і $D_{\kappa 2}$ – матриці реакцій опор, що здійснюють перетворення параметрів перерізу безпосередньо справа у параметри перерізу безпосередньо зліва від перерізу опори;

$$D_1 = \begin{vmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ \frac{Q_1 l^3}{EJ\psi} \end{vmatrix}; \quad D_2 = \begin{vmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ \frac{Q_2 l^3}{EJ\psi} \end{vmatrix}; \quad D_{\kappa 1} = \begin{vmatrix} 0 \\ \frac{M_{\kappa 1} l}{GJ_p \psi_k} \end{vmatrix}; \quad D_{\kappa 2} = \begin{vmatrix} 0 \\ \frac{M_{\kappa 2} l}{GJ_p \psi_k} \end{vmatrix},$$

Q_1 , Q_2 , $M_{\kappa 1}$, $M_{\kappa 2}$ – поперечні сили та крутні моменти в опорних перерізах пакета стовбурів.

Викладений алгоритмічний метод розрахунку коливань пакета стовбурів доцільно застосовувати в аналізі вільних коливань пакета деревини змінного поперечного перерізу з метою виявлення впливу його характеристик на параметри коливань і обґрунтування розрахункової моделі [3]. Метод можна успішно використати також для розгляду спільних коливань пакета стовбурів і транспортних ланок під дією гармонійних і випадкових збурень.

Виведемо рівняння для розрахунку частот і форм вільних коливань пакета стовбурів у навантаженому стані. Для цього подамо вирази (33) для матриць Z_m і Z_n у такому вигляді:

$$\begin{aligned} Z_m &= \begin{vmatrix} 0 \\ \varphi_m l \\ 0 \\ 0 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} a_{1m} \\ a_{2m} \\ a_{3m} \\ a_{4m} \end{vmatrix} z_0 + \begin{vmatrix} b_{1m} \\ b_{2m} \\ b_{3m} \\ b_{4m} \end{vmatrix} \varphi_0 l + \begin{vmatrix} c_{1m} \\ c_{2m} \\ c_{3m} \\ c_{4m} \end{vmatrix} d_2 + \begin{vmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ d_1 \end{vmatrix}; \\ Z_n &= \begin{vmatrix} 0 \\ \varphi_n l \\ 0 \\ 0 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} a_{1n} \\ a_{2n} \\ a_{3n} \\ a_{4n} \end{vmatrix} z_0 + \begin{vmatrix} b_{1n} \\ b_{2n} \\ b_{3n} \\ b_{4n} \end{vmatrix} \varphi_0 l + \begin{vmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ d_2 \end{vmatrix}, \end{aligned} \quad (34)$$

де a , b , c з індексами – елементи матриць-стовпців, отримані внаслідок перемноження матриць відповідно до плану (33);

$$d_1 = \frac{Q_1 l^3}{EJ\psi}; \quad d_2 = \frac{Q_2 l^3}{EJ\psi}.$$

Із матричних рівнянь (34) виділяємо три однорідні алгебричні рівняння з трьома невідомими, внаслідок розв'язання яких отримаємо частотне рівняння у такому вигляді:

$(a_{3m} c_{1m} - a_{1m} c_{3m}) \cdot b_{1m} - (b_{3m} c_{1m} - b_{1m} c_{3m}) \cdot a_{1m} = 0$ і вираз для визначення відносних амплітуд (форм) за умови $z_0 = 1$

$$z_j = \frac{(a_{1j} b_{1n} - a_{1n} b_{1j}) c_{1m} - (a_{1m} b_{1n} - a_{1n} b_{1m}) c_{1j}}{a_{1n} b_{1n}}. \quad (35)$$

Вирази для матриць θ_m і θ_n

$$\theta_m = \frac{0}{GJ_p \psi_k} = \frac{P_{lm}}{P_{lm}} \beta_0 + \frac{q_{lm}}{q_{lm}} d_{k2} + \frac{0}{d_{k1}};$$

$$\theta_n = \frac{0}{GJ_p \psi_k} = \frac{P_{ln}}{P_{ln}} \beta_0 + \frac{0}{d_{k1}}, \quad (36)$$

де p, q з індексами – елементи матриць-стовпців, отримані перемноженням перехідних матриць відповідно до плану (34);

$$d_{k1} = \frac{M_{kl}}{GJ_p \psi_k}; \quad d_{k2} = \frac{M_{k2l}}{GJ_p \psi_k}.$$

З матричних рівнянь (36), взявши $M_{k2} = Q_{cp} h_{\beta 2} \beta_0$, де Q_{cp} – вага пакета стовбурів, що припадає на коник розпуску, отримаємо вирази для визначення власних частот і форм (для $\beta_0 = 1$) у такому вигляді:

$$p_{lm} + \frac{q_{lm} p_{lm} Q_{cp} h_{\beta 2} l}{GJ_p \psi_k} = 0; \quad \beta_j = p_{lj} + \frac{q_{lj} p_{lm} Q_{cp} h_{\beta 2} l}{GJ_p \psi_k}. \quad (37)$$

Розглядаючи лінійні коливання в горизонтальній площині разом з кутовими коливаннями у вертикальній поперечній площині, рівняння (29) і (30) можна подати у такому вигляді:

$$Y_j = F_j P_j Y_{j-1},$$

де Y_j – матриця параметрів у j -му перерізі стрижня,

$$Y_j = \begin{pmatrix} y_j \\ \gamma_j l \\ M_j l^3 / (EJ \psi') \\ Q_j l^3 / (EJ \psi') \\ \beta_j \\ M_{kj} l / (GJ_p \psi_k) \end{pmatrix};$$

- перехідна матриця жорсткості j -ої ділянки

$$F_j = \begin{pmatrix} 1 & b_j & b_j^2 / 2\alpha'_j & b_j^3 / 2\alpha'_j & 0 & 0 \\ 0 & 1 & b_j / \alpha'_j & b_j^2 / 2\alpha'_j & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & b_j & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & b_j / \alpha_{kj} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix};$$

- матриця зосередженої маси j -ої ділянки

$$P_j = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ v_j & 0 & 0 & l_j & u_j & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ \chi_j & 0 & 0 & 0 & -e_j & 1 \end{pmatrix};$$

$$\alpha'_j = (1 + i\gamma_j) E_j J_j \psi_j / (EJ \psi); \quad v_j = m_j \omega^2 l^3 / (EJ \psi);$$

$$u_j = m_j h_{\beta j} \omega^2 l^3 / (EJ \psi_j); \quad \chi_j = m_j \omega^2 l / (GJ_p \psi_k);$$

$$e_j = m_j [(\rho_{\psi j}^2 + h_{\beta j}^2) \omega^2 + g h_{\beta j} l] / (GJ_p \psi_k).$$

Алгоритм розрахунку згинно-крутильних коливань пакета стовбурів має такий вигляд:

$$Y_m = F_m P_m \dots F_{n+1} P_{n+1} Y_n + D_{3k1};$$

$$Y_n = F_n P_n \dots F_1 P_1 F_0 Y_0 + D_{3k2},$$

де Y_m, Y_n і Y_0 – матриці-стовпці параметрів у m -му, n -му і нульовому перерізах пакета стовбурів; D_{3k1} і D_{3k2} –

матриці реакцій опор. Вирази для них, а також рівняння для розрахунку частот і форм аналогічні виразам (31)–(34).

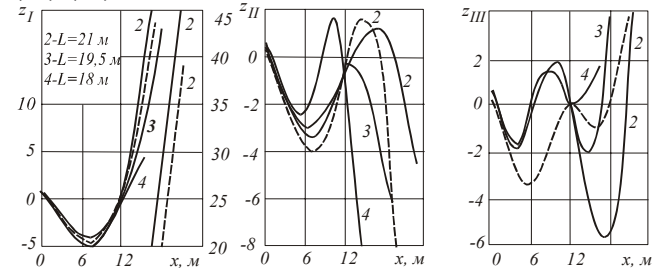


Рис. 9. Власні форми коливань пакета стовбурів:
суцільна лінія – розрахункові криві для $E = \text{const}$,
штриховані криві для $E = \text{const}, \rho = \text{const}$, $\circ$ – експериментальні точки; градації правої шкали належать до кривих 2

На рис. 9 показано відносні амплітуди (форми) вільних поперечних коливань стовбура, вираховані за виразом (33). Зі зміною довжини стовбура L у реальних межах (від 23 до 12 м) його частоти збільшуються у 1,5–3,0 рази, а характер їх залежності від відстані між кониками, як і форми коливань, особливо для вищих частот (див. рис. 9) істотно змінюються. Якщо нехтувати зміною щільності деревини та особливо модуля деформації вздовж стовбура, то значення параметрів власних коливань можуть відрізнятися від реальних у 1,5–2,0 і більше разів, а якщо нехтувати зміною коефіцієнта жорсткості за довжиною, то у 1,1–1,5 рази [5].

Таким чином, у розрахунках коливань як окремих стовбурів, так і пакетів значення фізико-механічних характеристик деревини треба брати за результатами їх заміру для реальних стовбурів, без порушення цілісності останніх, беручи до уваги не тільки породу дерев та основні таксаційні характеристики, але й закони їх зміни за довжиною.

Внаслідок експериментальних випробувань на описаному вище стенді та аналітичних досліджень вільних згинних коливань стовбурів і пакетів з використанням наведених розрахункових виразів установлено, що для розрахунку коливань пакета в навантаженому стані потрібно розділити його щонайменше на шість-вісім однакових ділянок, у напівнавантаженому – на три-чотири ділянки. Подаючи пакет стовбурів дискретною моделлю, кількість зосереджених мас потрібно брати щонайменше чотири-п'ять (з них дві-три пружно підвішені) для пакета стовбурів у навантаженому стані і три-чотири (з них одна-дві пружно підвішені) для пакета довгих сортиментів і пакета стовбурів (дерев), транспортованого у напівнавантаженому стані [1].

3. Методика розрахунку параметрів дискретної моделі пакета стовбурів

Під час дослідження спільних коливань пакета стовбурів і транспортних ланок як динамічних систем, поданих у вигляді математичних моделей з зосередженими параметрами, виникає потреба у визначенні дискретних параметрів пакета стовбурів. Для визначення величини і розміщення дискретних мас, якими умовно замінюється розподілена маса пакета стовбурів, доцільно використовувати аналітичні залежності, що дає змогу легко алгоритмізувати і запрограмувати розв'язок задачі [6]. Для виведення таких залежностей пода-

мо рівняння, отримані з умови однаковості кінетичних енергій системи з розподіленими параметрами (див. рис. 8) і її дискретної моделі (рис. 10), що забезпечують їх динамічну еквівалентність, у такому вигляді:

$$\sum_{j=1}^N m_j U_{jk}^2 = \sum_{x=1}^N m(x) U_{xk}^2 \Delta x; \quad (38)$$

$$\sum_{j=1}^N m_j U_{jk} = \sum_{x=1}^N m(x) U_{xk} \Delta x; \quad (39)$$

$$\sum_{j=1}^N m_j U_{jk} s_j = \sum_{x=1}^N m(x) U_{xk} x \Delta x. \quad (40)$$

З динаміки твердого тіла відомо, що динамічна відповідність дискретної і розподіленої моделей забезпечується у разі дотримання таких умов:

$$\sum_{j=1}^N m_j v_j + m_1 v_{c1} + m_2 v_{c2} = 0; \quad (41)$$

$$\sum_{j=1}^N m_j v_j^2 + m_1 v_{c1}^2 + m_2 v_{c2}^2 = m_c \rho_{yx}^2; \quad (42)$$

$$\sum_{j=1}^N m_j + m_1 + m_2 = m_c. \quad (43)$$

Тут m_j – пружно підвішена j -та зосереджена маса дискретної моделі пакета стовбурів ($j = 1, n$); m_{k1} і m_{k2} – зосереджені маси дискретної моделі пакета стовбурів, зведені до передньої і задньої опор; U_{jk} – амплітуда пружних коливань j -ої маси дискретної моделі пакета стовбурів для k -ої форми ($k = 1, 2, \dots, N$); s_j – відстань від відземкового перерізу до j -ої маси дискретної моделі пакета стовбурів; $m(x)$ – маса поперечного перерізу пакета стовбурів у перерізі x ; U_{xk} – амплітуда пружних коливань пакета стовбурів у перерізі x для k -ої форми; x – відстань від відземкового перерізу; $x = 1, 2, \dots, K$; Δx – крок інтегрування; v_j – відстань від j -ої маси до центру ваги пакета, $v_j = \varepsilon - s_j$; v_{k1} і v_{k2} – відстань від мас m_{k1} і m_{k2} до центра ваги пакета, $v_{k1} = \varepsilon - a$; $v_{k2} = l_0(\varepsilon - a)$; m_c і ρ_{yc} – маса та радіус інерції пакета стовбурів відносно поперечної осі, що проходить через його центр ваги. Для пакета, поданого у вигляді ступінчастого стрижня, замість маси $m(x)$ береться маса одиниці довжини j -ої ділянки m_{xj} , або, наближено, зосереджена маса $m_j = m_{xj} l_j$, l_j – довжина j -ої ділянки стрижня.

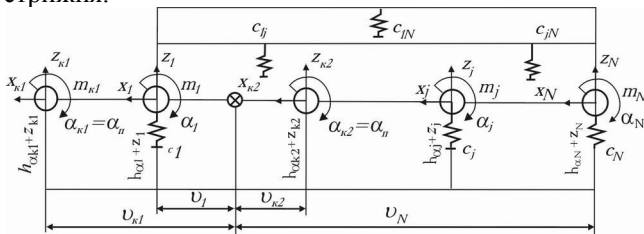


Рис. 10. Модель, яка описує коливання пакета стовбурів у вертикальній поздовжній площині

Кількість рівнянь (38)-(40) відповідає кількості форм коливань, що розглядаються, котрі, своєю чергою, дорівнюють кількості зосереджених мас, якими замінюють розподілену масу пакета стовбурів. Система рівнянь (38)-(43) неоднорідна. Кількість рівнянь на $j+1$ перевищує кількість невідомих. Оскільки рівняння (38)-(40) достатньою мірою визначають величину та розміщення пружно підвішених мас m_j , а розміщення зосереджених мас m_{k1} і m_{k2} відомо (во-

ни зведені до опор), то можна вибрати такий план розв'язання задачі:

- з рівнянь (39) і (40) шляхом виключення мас m_j визначити значення відстаней s_j ;
- за заданими s_j встановити значення амплітуд U_{jk} і, підставляючи їх у рівняння (38), визначити величини мас m_j ;
- з рівнянь (41) і (42) за заданими m_j визначити маси m_{k1} і m_{k2} , зведені до опор;
- точність моделювання встановити за допомогою виразу (43).

Позначивши праві частини рівнянь (38) для I , II і III форм відповідно через b_1, b_2, b_3 , рівнянь (39) – через A, B і C , а рівняння (40) – через D, E і F , і виконавши певні перетворення з рівняннями (38)-(43) відповідно до поданого вище плану, отримаємо вирази для визначення величини і розміщення дискретних мас пакета стовбурів.

Для моделювання розподіленої маси пакета стовбурів трьома дискретними масами

$$s_1 = D/A; m_1 = b_1/U_1^2; \quad (44)$$

- чотирма дискретними масами

$$s_1 = (E - DU_{22}/U_{21})/(B - AU_{22}/U_{21});$$

$$s_2 = (E - DU_{12}/U_{11})/(B - AU_{12}/U_{11});$$

$$m_1 = (b_2 U_{21}^2 - b_1 U_{22}^2)/(U_{12}^2 U_{21}^2 - U_{11}^2 U_{22}^2);$$

$$m_2 = (b_2 U_{21}^2 - b_1 U_{12}^2)/(U_{11}^2 U_{22}^2 - U_{12}^2 U_{21}^2); \quad (45)$$

- п'ятьма дискретними масами

$$s_1 = [(F - DU_2^{31})(U_3^{21} - U_2^{21}) - (E - DU_2^{21})(U_3^{31} - U_2^{31})]/$$

$$[(C - AU_2^{31})(U_3^{21} - U_2^{21})(B - AU_2^{21})(U_3^{31} - U_2^{31})];$$

$$s_2 = [(F - DU_1^{31})(U_3^{21} - U_1^{21}) - (E - DU_1^{21})(U_3^{31} - U_1^{31})]/$$

$$[(C - AU_1^{31})(U_3^{21} - U_1^{21})(B - AU_1^{21})(U_3^{31} - U_1^{31})];$$

$$s_3 = [(F - DU_1^{31})(U_2^{21} - U_1^{21}) - (E - DU_1^{21})(U_2^{31} - U_1^{31})]/$$

$$[(C - AU_1^{31})(U_2^{21} - U_1^{21})(B - AU_1^{21})(U_2^{31} - U_1^{31})];$$

$$U_1^{21} = U_{12}/U_{11}; U_1^{31} = U_{13}/U_{11};$$

$$U_2^{21} = U_{22}/U_{21}; U_2^{31} = U_{23}/U_{21};$$

$$U_3^{21} = U_{32}/U_{31}; U_3^{31} = U_{33}/U_{31};$$

$$m_1 = d_1/d; m_2 = d_2/d; m_3 = d_3/d;$$

$$d_1 = b_1 c_1 + b_2 (U_{31}^2 U_{32}^2 - U_{33}^2 U_{21}^2) + b_3 (U_{21}^2 U_{32}^2 - U_{22}^2 U_{31}^2);$$

$$d_2 = b_1 c_2 + b_2 (U_{11}^2 U_{33}^2 - U_{13}^2 U_{31}^2) + b_3 (U_{31}^2 U_{12}^2 - U_{32}^2 U_{11}^2);$$

$$d_3 = b_1 c_3 + b_2 (U_{21}^2 U_{13}^2 - U_{23}^2 U_{11}^2) + b_3 (U_{11}^2 U_{22}^2 - U_{12}^2 U_{21}^2);$$

$$d = c_1 U_{11}^2 + c_2 U_{21}^2 + c_3 U_{31}^2; c_1 = U_{22}^2 U_{33}^2 - U_{32}^2 U_{23}^2;$$

$$c_2 = U_{32}^2 U_{13}^2 - U_{12}^2 U_{33}^2; c_3 = U_{12}^2 U_{23}^2 - U_{22}^2 U_{13}^2. \quad (46)$$

У наведених виразах значення s_j визначаємо методом ітерацій. Для всіх розглянутих випадків маси, зведені до опор, розраховуємо за формулами

$$m_{k1} = m_c \rho_{yc}^2 - \sum_{j=1}^N m_j v_j (v_j - v_{k1}) / v_{k1} (v_{k1} - v_{k2});$$

$$m_{k2} = m_c \rho_{yc}^2 - \sum_{j=1}^N m_j v_j (v_j - v_{k2}) / v_{k2} (v_{k2} - v_{k1}). \quad (47)$$

Алгоритм визначення величини та розміщення дискретних мас пакета стовбурів, орієнтований на застосування комп'ютера, показано на рис. 11.

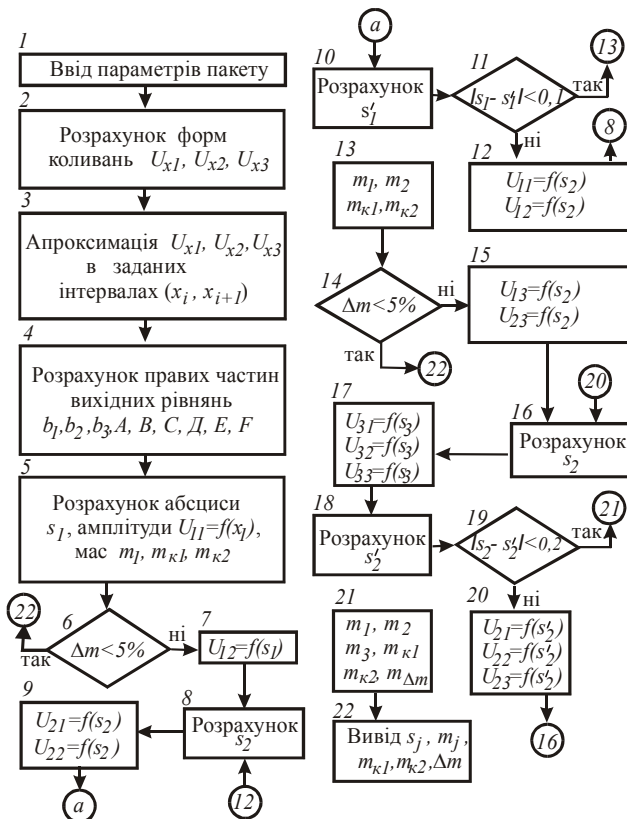


Рис. 11. Алгоритм розрахунку величини та розміщення дискретних мас пакета стовбурів

З використанням цієї методики автори разом з І. Мирецьким виконали розрахунки величини та розміщення дискретних мас для пакетів з великих і тонких стовбурів, а також напівстовбурів смереки. Результати дискретизації подано на рис. 12.

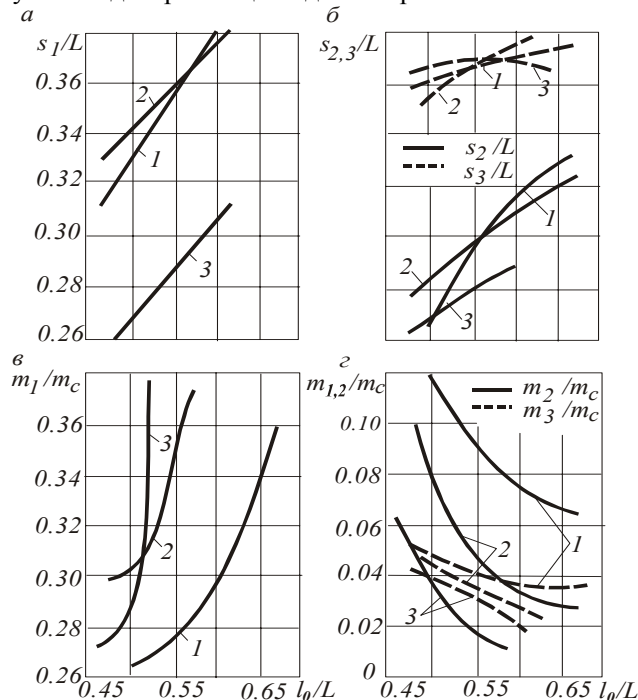


Рис. 12. Залежність абсциси (а і б) і величини (в і г) дискретних мас від відстані між опорами: 1 – великі; 2 – тонкі стовбури; 3 – сортименти

Унаслідок аналізу отриманих даних встановлено, що кількість, величина та розміщення дискретних мас

істотно залежать від відстані між кониками l_0 . У всіх розглянутих випадках зі зменшенням l_0 різко зростає похибка дискретизації, що зумовлює потребу заміни пакета більшою кількістю дискретних мас для забезпечення потрібної точності розрахунку.

Наприклад, з точністю до 5 % можна моделювати за чотиримасовим варіантом пакет стовбурів для відношення $l_0/L \geq 0,54$ і напівстовбурів для $l_0/L \geq 0,63$, а за п'ятимасовим варіантом – відповідно для $l_0/L \geq 0,51$ і 0,55. З точністю до 12 % можна замінити трьома масами пакет напівстовбурів для $l_0/L \geq 0,63$, чотирма масами – пакет стовбурів для $l_0/L \geq 0,51$ і напівстовбурів для $l_0/L \geq 0,55$, п'ятьма масами пакет стовбурів для $l_0/L \geq 0,48$. Реальний діапазон зміни відношення l_0/L становить для стовбурів 0,48-0,57 і напівстовбурів 0,55-0,71.

Значення коефіцієнтів жорсткості пакета, поданого у вигляді дискретних мас, можна визначити, виходячи з таких міркувань. Для утримання системи у стані рівноваги, що визначається ненульовими значеннями узагальнених координат z_j , до системи, потрібно прикласти узагальнені сили P_j , які дорівнюють

$$P_j = \sum c_{jv} z_v, \quad (j = \overline{1, n}, v = \overline{1, N}), \quad (48)$$

де c_{jv} – коефіцієнти жорсткості.

Оскільки визначник цього рівняння ненульовий, то його можна розв'язати відносно координат z_j

$$z_j = \sum \alpha_{jv} P_v,$$

де α_{jv} – коефіцієнти впливу.

Якщо значення z_j обнулити, за винятком координати z_v , якій надамо значення 1, і підставити вираз (48) у вираз (49), то отримаємо N систем із N рівнянь, розв'язуючи які визначимо значення коефіцієнтів жорсткості c_{jv} для дискретної моделі в місцях зведення зосереджених мас:

- для тримасового варіанта

$$c_{11} = 1/\alpha_{11}; \quad (50)$$

- для чотиримасового варіанта

$$c_{11} = \alpha_{22}/\Delta; c_{12} = -\alpha_{12}/\Delta; c_{21} = \alpha_{21}/\Delta; c_{22} = \alpha_{11}/\Delta; \Delta = \alpha_{11} \alpha_{22} - \alpha_{12} \alpha_{21}; \quad (51)$$

- для п'ятимасового варіанта

$$c_{11} = (\alpha_{22} \alpha_{33} - \alpha_{23} \alpha_{32})/\Delta; c_{23} = (\alpha_{13} \alpha_{21} - \alpha_{23} \alpha_{11})/\Delta; c_{12} = (\alpha_{13} \alpha_{32} - \alpha_{12} \alpha_{33})/\Delta; c_{33} = (\alpha_{11} \alpha_{22} - \alpha_{12} \alpha_{21})/\Delta; c_{13} = (\alpha_{12} \alpha_{23} - \alpha_{13} \alpha_{22})/\Delta; c_{31} = (\alpha_{21} \alpha_{32} - \alpha_{31} \alpha_{22})/\Delta; c_{22} = (\alpha_{11} \alpha_{33} - \alpha_{13} \alpha_{31})/\Delta; c_{23} = (\alpha_{12} \alpha_{31} - \alpha_{32} \alpha_{11})/\Delta; c_{21} = (\alpha_{23} \alpha_{31} - \alpha_{21} \alpha_{33})/\Delta;$$

$$\Delta = \alpha_{11} \alpha_{22} \alpha_{33} + \alpha_{13} \alpha_{21} \alpha_{32} + \alpha_{12} \alpha_{23} \alpha_{31} - \alpha_{13} \alpha_{22} \alpha_{31} - \alpha_{12} \alpha_{21} \alpha_{33} - \alpha_{11} \alpha_{23} \alpha_{32}. \quad (52)$$

Коефіцієнти впливу α_{jv} , які входять у вирази (50)–(52), визначають зміну координат z_j від дії одиничної узагальненої сили $P_k = 1$, що відповідає координаті z_v . Вони обчислюються шляхом використання методів будівельної механіки за відомими значеннями $EJ\psi(x)$.

Для пакета стовбурів, поданого у вигляді балки на двох шарнірних опорах, коефіцієнти впливу відповідають принципу взаємних переміщень, тобто $\alpha_{jv} = \alpha_{vj}$, а значить, і коефіцієнти жорсткості $c_{jv} = c_{vj}$.

Описаний метод дискретизації пакета дає змогу здійснити заміну пакета з розподіленими характеристиками їхніми дискретними значеннями за мінімальною потребою для забезпечення заданої точності розрахунку кількості дискретних мас.

Висновки

Виконані теоретичні й експериментальні дослідження дали змогу виявити головні особливості та характеристики специфічного вантажу, який перевозить рухомий склад лісовозних доріг, і послужили підставою для створення просторових моделей "оператор-дорога-транспортні ланки-пакет деревини", призначених для розрахунку показників експлуатаційних властивостей лісотransпортних засобів [8].

ЛІТЕРАТУРА

1. Библюк Н. И., Перетятко Б. Т. Экспериментальное исследование собственных частот хлыста как предмета транспортирования // Лесное хозяйство, лесн., бум. и деревообр. пром-сть: респ. межвед. науч.-техн. сб. – К.: Будівельник, 1974. – Вып. 3. – С. 64-69.
2. Библюк Н. И. Применение матричного метода начальных параметров для расчета колебаний лесовозного автопоезда // Лесной журнал. – 1977. – № 3. – С. 42-47.
3. Библюк Н. И. Исследование свободных колебаний пакета хлыстов переменного поперечного сечения // Лесной журнал. – 1981. – № 5. – С. 41-45.
4. Библюк Н. И., Витлицкий В. И., Бойко А. А., Перетятко Б. Т., Мирецкий И. Л. Определение модуля упругости хлыстов при изгибе хлыстов без нарушения их целостности // Лесной журнал. – 1981. – № 6. – С. 45-50.
5. Библюк Н. И., Перетятко Б. Т. О сходимости результатов теоретических и экспериментальных исследований изгибаемых колебаний хлыстов // Лесной журнал. – 1983. – № 5. – С. 38-42.
6. Библюк Н. И. Метод расчета величины и размещения дискретных масс пакета хлыстов // Лесной журнал. – 1984. – № 3. – С. 35-39.
7. Библюк Н. И., Бойко А. А., Мирецкий И. Л., Стирнинский О. А. О динамических характеристиках пакета хлыстов как предмета транспортирования // Лесной журнал. – 1985. – № 6. – С. 31-35.
8. Библюк Н. И. Моделирование просторовых колебаний лісотransпортного засобу // Наукові праці : зб. наук. праць ЛАН України. – 2003. – Вип. 2. – С. 123-131.
9. Бойко А. А., Библюк Н. И., Мирецкий И. Л. Определение модуля упругости хлыстов при кручении // Лесной журнал. – 1981. – № 5. – С. 59-63.
10. Гастев Б. Г., Мельников В. И. Основы динамики лесовозного подвижного состава. – М.: Лесн. пром-сть, 1967. – 220 с.

N. I. Byblyuk, A. A. Boyko, B. T. Peretyatko

DESCRIPTIONS AND MODEL OF TRUNKS PACKAGE AS TRANSPORTING OBJECT

The results of analytical experimental determination of physical mechanical descriptions for trunks package, and methods of mathematical description and parameters calculation of its free vibrations are presented in the paper.

УДК 674.8-41

П. А. БЕХТА¹

ДЕРЕВИННО-СОЛОМ'ЯНІ ПЛИТИ: ПРОБЛЕМИ І МОЖЛИВОСТІ

Подано огляд проблем і можливостей виготовлення деревинно-солом'яних плит. Розглянуто запаси соломи, її властивості, чинники, які перешкоджають використанню цієї сировини для деревинних плит, переваги соломи як сировини для деревинних плит.

Вступ

Попит на деревинні композити (зокрема, плити) у світі щорічно збільшується приблизно на 4%. Поряд з високою технічною та економічною ефективністю їх застосування у різних галузях, інтенсифікації цього виробництва сприяє наявність значної сировинної бази. У багатьох країнах світу для їх виготовлення традиційною сировиною була і залишається деревина.

Поза сумнівом, попит на деревину та деревинні композити значно зростатиме в майбутньому. Найпереконливішим аргументом є демографічна ситуація – населення планети збільшується приблизно на 90 млн осіб кожного року. Щорічно людство використовує понад 3,5 млрд. т деревини, тобто на одну особу припадає близько 0,7 т. Отже, для забезпечити темпів використання деревини на теперішньому рівні, її необхідно заготовляти понад 60 млн т щороку.

Швидкі темпи споживання призведуть до знеліснення та порушення природних екосистем. Щороку приблизно 27 видів флори зникають у тропічних лісах [22]. Із втратами лісу нерозривно пов'язана загроза глобального потепління. Ліси продукують кисень, забезпечують природне середовище для існування половини видів флори і фауни, регулюють клімат і виконують ґрунто- та водозахисну функцію. Зріла лісова екосистема розвивається багато сотень років. Це складна система взаємодії рослин, тварин і комах, які неможливо відтворити у разі їх зникнення [22].

За неутішними прогнозами ФАО, лісистість землі скоротиться до 0,47 га на людину у 2010 р. порівняно з 1,17 га в 1960 р. Темпи глобального вирубування лісів і їхній вплив на довкілля змушує виробників деревинних плит вести пошук альтернативної сировини. Особливо це стосується країн, які не мають достатніх запасів деревини. України з лісистістю 15,6%, це також стосується. Порівняно з середньоєвропейськими показниками, ми маємо один із найнижчих рівнів лісозабезпечення. На одного мешканця України припадає лише 0,18 га лісу [5].

Тому треба мати на увазі, що для виготовлення деревинних плит придатна й рослинна сировина. Насамперед, це лігноцелюлоза сільськогосподарського виробництва (рослинні волокна або агроволокна):

льону, коноплі, джуту, кенафу та інших культур, стебла бавовника, солома, виноградна лоза, кострець льону й коноплі, багаса (жом цукрової тростини), відходи насіння бавовника, рисове і соняшникове лущиння тощо. Не можна оминати увагою очерет та інші дикорослі рослини.

Рослинні волокна, залежно від того, в якій частині вони формуються, класифікують на стеблові, листові та насінні [12, 29, 31]. Розрізняють лубові та ядрові стеблові агроволокна. Щільність рослинних волокон приблизно однакова і становить 1450-1500 кг/м³ [12, 31]. Лубові волокна – найжорсткіші та відносно найміцніші; жорсткість листових волокон приблизно наполовину вища, ніж лубових; насінні волокна мають найменшу міцність [12, 30, 31].

З агроволокон виготовляють геотекстильні та пакувальні вироби, фільтри, сорбенти [29, 31]. Завдяки личкуванню стружкових плит волокнами льону істотно підвищується міцність та покращуються інші їхні властивості [13]. Використання джутового волокна як наповнювача-підсилювача полієфіру дає змогу отримати високоміцний композитний полімерний матеріал [9]. Полімери, наповнені різними рослинними часточками (кількістю 50% від маси абсолютно сухих часточок), мають кращі механічні властивості, ніж початкові полімери [10, 30].

Досліджено [1, 2, 4, 6-8, 10, 11], що плити на основі сільськогосподарських відходів можна використовувати як конструкційний матеріал у будівництві. У табл. 1 наведено фізико-механічні властивості плит на основі рослинної сировини і карбамідо-формальдегідних смол.

Використання дешевшої, недефіцитної агросировини потребує менше енергетичних затрат. Зокрема, використання кострецю і насінних відходів значно спрощує технологічний процес, оскільки вдається уникнути таких операцій як подрібнення і сушіння.

За останні роки активізувалися дослідження щодо застосування термопластичних полімерів для виготовлення деревинних плит на основі вторинної агросировини; такі композити мають певні екологічні й технологічні переваги над матеріалами на основі терморективних полімерів. Зокрема, створено матеріали, які містять кострець льону і 25% термопластичного в'язівника [10].

¹ Павло Антонович БЕХТА – дійсний член ЛАН України, доктор технічних наук, професор, Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів. Тел.: +38(032) 238-44-99. Факс: +38(032) 237-89-05. E-mail: bekhta@forest.lviv.ua

Табл. 1. Фізико-механічні властивості плит на основі рослинної сировини

Показник	Вид сировини				
	виноградна лоза ¹⁾ [2]	трос-тина оче-рету [7]	кост-рець льону [8]	соняш-никове лущ-пиння [11]	стебла бавов-ника [6]
Щільність, кг/м ³	700-740	600	550-700	650	500-990
Границя міцності, МПа:					
при статичному згині	17,0	9,0	14,5-18	13-17	15,2-17
при розтягу перпендикулярно до площини	0,37	0,14	0,28	–	0,3
Набрякання за товщиною за 24 год., %	19,4	12,7	20-25	22	6,4-26,3
Водопоглинання за 24 год., %	67,4	78	-	-	22,5-81

1) до стружки виноградної лози додавали близько 25% деревної стружки.

Виготовлення плит можливе на основі коноплі і каустичного магнєзиту (неорганічного в'язівника) [4]. Для виготовлення плит із кострецю коноплі як в'язівник також використовують суспензію водного розчину суміші алюмохромфосфатного клею і карбаміду [3]. Вміст кострецю коноплі у цих плитах становить 80% за сухою масою компонентів. Клейкі речовини на основі як каустичного магнєзиту, так і металофосфатного клею виконують воднораз функції антипірену і клею. Це значно спрощує технологію виготовлення плит, позаяк зникає потреба вводити спеціальні смоли для надання матеріалові міцності.

Виготовляти деревинні плити можна без застосування в'язівника, використовуючи клейкі речовини самого наповнювача. Зокрема, отримано плити задовільної міцності з подрібненої рисової соломи, попередньо обробленої водяною парою та аміаком і пресованої за температури 170-180 °C і тиску 7 МПа [1].

З різних відходів переробки однорічних сільськогосподарських рослин чинним вимогам до сировини для плитного виробництва найкраще відповідають виноградна лоза, тростина очерету, кострець льону і коноплі. За готовністю до використання найпридатніші для виготовлення плит кострець льону і коноплі. З успіхом можна використовувати злакову солому та насінневі відходи бавовника, рисове і соняшникове лущпиння. Стебла бавовника, після їх подрібнення, також придатні для виготовлення плит. Одна тонна стебел бавовника замінює близько 2 тис. м³ ділової деревини [3].

Злакова солома – відходи сільського господарства. Солома – це сухі стебла, які залишаються після обмолоту дозрілого насіння. Хімічний склад і властивості соломи залежать від виду рослин, клімату та ґрунту, способів збирання і обмолоту, термінів зберігання й інших чинників. Характерна особливість соломи всіх культур – високий вміст целюлози. На цій підставі її можна вважати найперспективнішою рослинною сировиною. У США, після багаси, злакову солому вважають другим найпридатнішим сільськогосподарським волокном для виготовлення деревинних композитів [31].

Серед безлічі рослинних волокон запаси злакової соломи найбільші в Україні. Наприклад, у 2000 р. було отримано близько 24,6 млн т соломи.

За останні роки в багатьох країнах пшенична солома стала головною недеревинною сировиною, яку використовують для виготовлення деревинних плит. З економічних і екологічних міркувань використання цієї сировини допоможе запобігти знелісненню та надати виробникам змогу виробляти деревинні плити, навіть якщо деревина стане дефіцитною.

Проблемі використання соломи для деревинних композитів, зокрема й плит, за останні 20 років присвячено багато досліджень [14-40], зокрема здійснених і на кафедрі хімічної технології переробки деревини Національного лісотехнічного університету України.

Узагальнивши результати цих численних досліджень, спробуємо відповісти на такі питання: чи є пшенична солома надійним матеріалом для виготовлення деревинних плит?; які запаси такої сировини?; аргументи "за" і "проти" використання соломи для виготовлення деревинних плит?

Запаси соломи. Солома з хлібних злаків, як сировина, що щороку відновлюється, є доступною у великих об'ємах у багатьох кліматичних зонах. У країнах Європейського Союзу (ЄС) щорічно заготовляють коло 140 млн т соломи, з яких тільки незначну частку (2-3%) використовує промисловість. Через екологічні обмеження солому заборонено спалювати в багатьох країнах ЄС [16].

За приблизними оцінками, у 1991 р. у світі нагромадилося 1145 млн т злакової і лляної соломи, а традиційного джерела сировини – деревини – 1750 млн т. В Україні в 1990 р. було заготовлено близько 47,4 млн т соломи, зокрема: 23,5 млн т пшеничної, 1,2 млн т житньої, 10,0 млн т ячмінної, 1,4 млн т вівсяної і т.д.

Найпридатнішою сировиною для виготовлення стружкових плит є житня солома, трохи гіршою – пшенична і найгіршою – ячмінна [24].

Властивості соломи. Хімічний склад соломи відмінний від деревини (табл. 2). Порівняно з деревиною пшенична солома містить більше геміцелюлози, золи, двоокису кремнію і воску, але менше целюлози і лігніну [22, 28].

Табл. 2. Вміст (%) головних компонентів пшеничної та рисової соломи порівняно з деревиною ялини [22, 28]

Матеріал	Віск	Геміцелюлоза	Целюлоза	Лігнін	Зола	Кремнезем
Пшенична солома	1,65	34,03	38,09	14,13	6,38	3,19
Рисова солома	3,72	35,50	39,63	13,92	12,51	9,68
Дереви́на ялини	1,47	23,40	54,09	30,15	0,24	-

Пшенична солома морфологічно складніша і не така однорідна, як деревина. Солома містить відносно більше елементів клітин [22].

Низька насипна щільність порівняно з деревинною стружкою. Насипна щільність промислових деревинних частинок становить 124 кг/м³, а солом'яних – 44 кг/м³, тобто, практично втричі менше. Внаслідок цього під час гарячого пресування ступінь ущільнення соломи більший, ніж деревини [16]. Окрім цього, це накладає обмеження не тільки на економічний радіус збирання і постачання соломи, але і на розміри подрібнених частинок.

Менші розміри волокон, порівняно з деревними волокнами. Довжина клітин соломи наближається до

довжини клітин деревини твердолистяних порід і у 2-3 рази менша від довжини клітин деревини хвойних порід [28]. Солом'яні частинки гідрофобніші, ніж деревинні, хоча криві гігроскопічної рівноваги соломи схожі на аналогічні криві для деревини [21].

Міцнісні властивості стебел пшеничної соломи набагато нижчі, ніж подрібненої деревини. Наприклад, міцність на розривання пшеничної соломи становить 9-38 МПа, ялини – 139 МПа і бука – 180 МПа, а модуль пружності, відповідно, – 1,6-3,4, 13,7 і 11,6 ГПа [28]. Солом'яні частинки довші, тонші та вужчі, ніж деревинні [16, 20, 27, 33]. Тому відношення довжини до товщини є в 5-7 разів більше порівняно з відповідним значенням для деревинних частинок; як наслідок, поліпшується міцність на згинання плит з соломи. Встановлено [14], що пшенична солома повинна бути однорідна за розмірами і вологістю і, окрім цього, якомога тонша (з метою мінімізації впливу воску), щоб забезпечити оптимальну липкість.

Чинники, які не сприяють використанню соломи як сировини для деревинних плит. Хімічний склад соломи, особливо високий вміст золи, негативно впливає на використання соломи як початкового матеріалу для виготовлення плит [22].

Високий вміст золи і кремнезему у соломі (див. табл. 2) вимагає великих затрат енергії у процесі її перероблення, а також пришиває спрацювання робочих елементів подрібнювального обладнання. Віск у соломі не розосереджений у всій її масі, як у деревині, а знаходиться практично на поверхні стебла. Наявність такого антиадгезійного шару перешкоджає змочуванню поверхні частинок і погіршує склеювання [26].

Солома – побічний, а не цільовий продукт сільськогосподарського виробництва. Отже, дбаючи про максимальний урожай зерна, виробник мало переймається її якістю. Окрім цього, об'єми заготовлюваної соломи залежать від погодних умов, для цієї сировини характерна сезонність збирання, транспортування і зберігання. Наприклад, холод і опади сприяють утворенню великого обсягу соломи [15].

Транспортування соломи на відстань понад 50 км є економічно невиправданим [14]. Враховуючи її низьку насипну щільність, соломі пакують тюками або скрученими рулонами.

Вища здатність соломи пластифікуватися, порівняно з деревиною, під час гарячого пресування плит [25]. Це можна пояснити відмінностями між цими матеріалами, включаючи як морфологічну будову, так і хімічний склад [31]. Своєю чергою, це вимагає технологічного коректування параметрів пресування з метою уникнення проблем, пов'язаних зі зміною щільності за поперечним перетином солом'яних плит. Мова йде про такі параметри, як температура і тиск пресування [25]. З іншого боку, у зв'язку зі збільшенням тривалості пресування, рекомендовано використовувати потужніші преси [20, 34].

Звичайні карбамідо-формальдегідні смоли не надаються для отримання з соломи стружкових плит з потрібними властивостями. Часткова заміна деревини солом'яною в плитах, склеєних карбамідо-формальдегідною смолою, разюче погіршує їх основні властивості [16]. Однак, використовуючи модифіковані карбамідо-формальдегідні смоли, можна досягнути задовільної якості склеювання [27]. Ізоціанатні клеї – найефективніші під час виготовлення солом'яних плит [18]. На противагу карбамідо-формальдегідним і ізоціанатним

клеям, інші клеї, такі як поліестер [38] і гіпс [36], використовують для різних типів солом'яних плит. Тривають дослідження, спрямовані на поліпшення адгезії соломи зі смолами, які були б дешевшими, ніж ізоціанатні. Запропоновано різні методи хімічної обробки поверхні частинок соломи. Розпочато роботи, пов'язані з модифікуванням традиційних клеїв для деревини в напрямку підвищення їх прилипання до соломи [26].

Переваги соломи як сировини для деревинних плит. Середня ринкова ціна соломи в декілька разів менша, ніж деревини. У країнах ЄС за період з 1990 до 1995 рр. середня ринкова ціна за тону злакової соломи становила 54,80\$, деревини евкаліпту – 124,60\$ і деревини тополі – 203,90\$ [22]. Менші кошти використано на подрібнювальне і сушильне обладнання [14, 19].

Щорічне поновлення сировини. Солом'яні або стружкові плити з домішкою соломи на основі ізоціанатних клеїв за міцністю на згинання і гігроскопічними властивостями перевершують звичайні стружкові плити. Наприклад, солом'яні плити, порівняно з традиційними OSB плитами, мають такі переваги: приблизно однакову міцність на згинання, кращу і гладшу поверхню [16].

У рамках спільного європейського проекту запропоновано технологію [22] виготовлення стружкових і волокнистих плит зі 100%-ним вмістом соломи на основі карбамідо-формальдегідних клеїв. Запропонована технологія (рекомендується для невеликих заводів з продуктивністю до 300 м³/день) передбачає хімікотермомеханічне оброблення сировини, яка дає змогу надалі застосовувати низький тиск і низьку температуру пресування (від 40 до 100 °C). Окрім цього, вартість плит MDF з соломи, виготовлених за запропонованою технологією, на 10-20% нижча ніж аналогічних плит з деревини, отриманих за традиційною технологією.

Літературні джерела стверджують, що за останнє десятиріччя у світі введено в дію понад 30 технологічних ліній для виготовлення деревинних плит з соломи. Однак потрібно зазначити, що деякі заводи після 1-2-х років роботи були закриті. Зокрема, повідомлялося [35], що в кінці 1998 р. у США і Канаді було введено (або планувалося вводити) в дію вісім заводів з виготовлення плит із соломи. Однак вже у 2002 р. сім з них було закрито. Пояснюється така невтішна (для прихильників використання соломи як сировини) картина певним спадом у будівництві, який призвів до надлишку деревинних плит на ринку. Своєю чергою, це призвело до зниження ринкових цін на деревинні будівельні плити. Внаслідок таких змін на ринку солом'яні плити за ціною не змогли конкурувати з традиційними деревинними.

Варто зазначити також, що, якщо спочатку заводи з виготовлення плит із використанням соломи будували здебільшого в Канаді і США, то за останні роки один за одним стали до ладу підприємства з виготовлення стружкових плит або плит MDF з використанням пшеничної і рисової соломи, а також багаси і бавовника в Китаї, Індії, Пакистані, Таїланді.

Висновки. Резюмуючи, можемо констатувати, що використання соломи як сировини для деревинних плит з екологічної точки зору є великим досягненням. Зважаючи на те, що ціни на деревину й надалі зростають, можна стверджувати, що в недалекому майбутньому солома стане повноцінною сировиною у плитному виробництві.

ЛІТЕРАТУРА

1. А.с. 656868 СССР МКИ В 29 J 5/00. Способ получения плит из растительного сырья // З. Э. Клуге и др. Заявлено 10.06.75; Оpubл. 15.04.79. Бюл. №14.
2. Баум М. Ю., Новак Н. П. Изготовление стружечных плит из виноградной лозы // Плиты и фанера. – М.: ВНИПИЭЛеспром. – 1974. – № 10. – С. 9-10.
3. Бехта П. А. Технологія деревинних композитних матеріалів. – Київ: Основа, 2003. – 336с.
4. Волчанова М. Н., Леонов А. А., Фаренюк А. М., Грунина Н. В. Плиты на минеральном вяжущем с использованием костры // Плиты и фанера. – М.: ВНИПИЭЛеспром. – 1983. – № 4. – С. 16.
5. Генсірук С. А. Ліс – проблема державна і світова // Наукові праці : зб. наук. праць ЛАН України. – Львів, 2002. – №1. – С.22-26.
6. Гончаров Н. А., Курдюмова В. М. Плиты из стеблей хлопчатника // Плиты и фанера. – М.: ВНИПИЭЛеспром. – 1981. – № 3. – С. 14-15.
7. Демидов Ю. М., Чесновицкая М. Л. Изготовление плит из тростника // Плиты и фанера. – М.: ВНИПИЭЛеспром. – 1974. – № 8. – С. 13.
8. Караськов Г. И., Сизова Е. М. Плиты из костры // Плиты и фанера. – М.: ВНИПИЭЛеспром. – 1980. – № 4. – С. 14-15.
9. Москатов К. А. Пластики из растений // Пластические массы. – 1984. – № 10. – С. 32-35.
10. Свириденко А. И. и др. Экологически чистые композиционные материалы на основе вторичных растительных ресурсов и термопластичных полимеров// Ресурсосберегающие технологии в лесном хозяйстве, лесной и деревообрабатывающей промышленности: матер. докладов Междунар. научно-техн. конф. – Минск: БГТУ, 1999. – С. 340-342.
11. Филонов А. А. Исследование возможности замены древесного сырья в производстве древесностружечных плит подсолнечной лузгой: Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. – Воронеж, 1970.
12. Энциклопедия полимеров. Т.1 – Москва: Советская энциклопедия, 1972.
13. Barbu M., Tröger F. Flaxfibre reinforced particleboard. Proceedings of the Symposium Wood Modification, Poznan, 1995. – P. 137-148.
14. Dalen H., Shorma T. The manufacture of particleboard from wheat straw. In: Proceedings of the 30th Washington State University International Particleboard Composite/Materials Symposium. Pullman, Washington, 1996. – P. 191-196.
15. Fossay C. Producers perspective. Straw to Gold Symposium. Winnipeg, Manitoba, 1995.
16. Grigoriou A. Straw-wood composites bonded with various adhesive systems. Wood Science and Technology, 2000, 34: 355-365.
17. Hague J.R.B. Biomass as feed-stocks for the forest products industry. Aspects of Appl. Biol, 1997, 49: 455-464.
18. Heller W. Die Herstellung von Spanplatten aus unkonventionellen Rohstoffen. Holz als Roh- und Werkstoff, 1980, 38: 393-396.
19. Heslop G. Compak: Ten Years of Experience with Commercial Straw Particleboard Production. In: Proceedings of the 31th Washington State University International Particleboard Composite/Materials Symposium. Pullman, Washington, 1997. – P. 109-113.
20. Hesch R. Stroh als Rohstoff für Platten. Holz-Zbl., 1979, 3: 22, 13: 196.
21. Kozakiewicz P., Nicewicz D. Hygroscopische Eigenschaften von Stroh. Ann. Warsaw Agric. Univ. – SGGW, For. and Wood Technol., 2001, 51: 41-44.
22. Markessini E., Roffael E., Rigal L. Panels from annual plant fibers bonded with urea-formaldehyde resins. In: Proceedings 31th International Particleboard/Composite Materials Symposium, Pullman, 1997. – P. 147-160.
23. Möller F., Böttcher P. Naturstoffsandwich: ein leichter Werkstoff aus nachwachsenden Rohstoffen. Holz-Zbl., 1995, 34: 573, 576.
24. Nicewicz D., Pawlicki J., Starecki A., Sosińska K., Zado A. Ocena przydatności krajowych gatunków słom zbożowych do wytwarzania płyt wiórowych. In: Technologia Drewna. XIV Konferencja Naukowa Wzdyiału Technologii Drewna SGGW. Warszawa, 2000. – P. 185-192.
25. Pawlicki J., Nicewicz D., Sosińska K., Zado A. Straw-wood boards. Ann. Warsaw Agric. Univ. – SGGW, For. and Wood Technol., 2001: 152-155.
26. Pease D.A. Resin advances support strawboard development. Wood Technology, 1998, No.3. – P. 32-34.
27. Rexen F. Stroh als Rohstoffmaterial für Spanplatten. Holz Zentralbl. 1975, 101, Nr. 34:471-472.
28. Robson D., Hague J. The properties of straw fibers. In: Straw – a valuable raw material, 1993.
29. Rowell R. M. A new generation of composite materials from agro-based fiber. Proceedings of the 3d international conference on frontiers of polymers and advanced materials, Kuala Lumpur, 1995. – P. 659-665.
30. Rowell R.M., Sanadi A.R., Caulfield D.F., Jacobson R.E. Utilization of natural fibers in plastic composites: problems and opportunities. Lignocellulosic-plastics composites, Leão A.L., Carvalho F.X., Frollini E., 1997 – P. 23-51.
31. Rowell R.M., Young R.A., Rowell J.K. Paper and Composites from Agro-Based Resources. CRC Lewis Publishers, Boca Raton, New York, Tokyo, 1997, 464 p.
32. Russel W.C. The straw resource: A new fiber basket? In: Proceedings of the 30th Washington State University International Particleboard Composite/Materials Symposium. Pullman, Washington, 1996. – P. 183-190.
33. Sauter S.L. Developing composites from wheat straw. In: Proceedings of the 30th Washington State University International Particleboard Composite/Materials Symposium. Pullman, Washington, 1996. – P. 197-214.
34. Spelter H. Capacity, production, and manufacture of wood-based panels in the United States and Canada. General technical report FPL-GTR-90. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. Forest Products Laboratory, 1996. – P. 17.
35. Straw and other annual fibers searching for a future. Panelboard Highlights, 2002 (2): 12-17.
36. Thole V., Weiss D. Eignung von Einjahrespflanzen als Zuschlagstoffe für Gipsspanplatten. Holz als Roh- und Werkstoff, 1992, 50: 241-252.
37. Tröger F., Plinke G. Beitrag zur Herstellung PMDI-verleimter Spanplatten mit verschiedenen Strohanteilen. Holz als Roh- und Werkstoff. 1988, 46: 389-395.
38. White N.M., Ansell M.P. Straw-reinforced polyester composites. Journal Mat. Sci. 1983, 18: 1549-1556.
39. Youngquist J.A., Spelter H., English B.E., Chow S. Agricultural fibers in composition panels. In: Proceedings of the 27th Washington State University International Particleboard Composite/Materials Symposium. Pullman, Washington, 1993. – P. 133-152.
40. Zucaro J., Reen R. The second forest: filling the wood source gap while creating the environmental performance board of the 21st century. In: Proceedings of the 29th Washington State University International Particleboard Composite/Materials Symposium. Pullman, Washington, 1995. – P. 225-230.

P. A. Bekhta

WOOD-STRAW COMPOSITES:
PROBLEMS AND OPPORTUNITIES

This paper presents a review of problems and opportunities of wood-straw composites. Stocks of straw; properties of straw; factors which hinder to use of straw as raw material for wood composites; advantages of straw as raw material for wood composites are discussed.

УДК 674.09

Ю. І. ГРИЦЮК¹, С. І. ЯЦИШИН⁵¹

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ВИДУ ВИПИЛЯНИХ ПИЛОМАТЕРІАЛІВ ВНАСЛІДОК РОЗКРОЮ КОЛОД ХВОЙНИХ ПОРІД РОЗВАЛЬНО-СЕГМЕНТНИМ СПОСОБОМ

Розроблено методику обчислення значення кутів радіальності пиломатеріалів у будь-якій точці впродовж ширин їх торців внаслідок розкрою колод хвойних порід розвальню-сегментним способом, яка відрізняється від наявних тим, що у ній враховано еліптичність поперечного перерізу колоди упродовж усієї її довжини. Розроблено спосіб обчислення ширин конкретних дощок, у яких мінімальний кут радіальності буде не менше заданого (нормативного) значення. Запропоновано новий спосіб обчислення значення кута радіальності пиломатеріалів, який відрізняється від наявного тим, що є показником інтегральним – середнім чи усередненим значенням, а не диференціальним, тобто точковим.

1. Актуальність роботи

За видом випилювання пиломатеріали хвойних порід поділяють на радіальні, напіврадіальні (напівтангентальні) та тангентальні [6, ст. 3], різниця між якими полягає тільки у їх властивостях. Наприклад, радіальні пиломатеріали мають високі резонансні властивості та малу здатність до короблення, тоді як тангентальні – через декоративну текстуру переважно призначені для оздоблення поверхонь. Позаяк різні споживачі використовують пиломатеріали тільки певних видів, то основне завдання лісопильного виробництва полягає у підвищенні їх об'ємного виходу з одиниці розкроюваного матеріалу. В умовах дефіциту деревини та зростання обсягів її використання це питання є актуальним, має важливе як науково-технічне, так і народногосподарське значення.

Питання визначення виду випиляних пиломатеріалів внаслідок розкрою колод різних порід будь-яким способом розглядали багато науковців. Зокрема, у роботі [4, ст. 38] наведено методику вимірювання кута радіальності пиломатеріалів посередині товщини та ширини торця дошки, яка стосується колод різних порід. Окрім цього, у роботі [2] розглянуто особливості методики визначення виду пиломатеріалів, отриманих внаслідок розкрою колод хвойних порід розвальню способом. Автори цієї роботи запропонували нові способи визначення радіальності пиломатеріалів, зокрема, за заданою часткою радіальності, а також за кутом між дотичною до річних кілець на середині товщини внутрішньої крайки відземкового торця та пластю пиломатеріалу. У роботі [2] наведено чималу бібліографію наукових досліджень, які стосуються цього питання.

Однак основним недоробком у цих роботах є те, що для колод будь-яких порід у поперечному перерізі впродовж усієї їх довжини як допущення приймається коло, а не еліпс. Водночас, як зазначено у роботі [7], за

результатами статистичного оброблення замірів у двох напрямках діаметрів дерев сосни звичайної ($d_{1.3}$) усереднені значення коефіцієнтів еліптичності (k^e) їх поперечного перерізу мають такий розподіл: від 1.0 до 1.05 – 64.82 %; 1.05-1.10 – 19.58 %; 1.10-1.15 – 9.75 %; більше 1.15 – 5.85 %. Якщо ж узяти до уваги обставину, згідно з якою для виготовлення цілком радіальних чи тангентальних пиломатеріалів переважно використовують колоди великих діаметрів ($d^* \geq 32$ см), то усереднені значення коефіцієнтів еліптичності їх поперечного перерізу мають такий розподіл: від 1.0 до 1.05 – 47.56 %; 1.05-1.10 – 27.18 %; 1.10-1.15 – 14.84 %; понад 1.15 – 10.41 %. Як бачимо, значна частка дерев сосни звичайної має підвищену еліптичність їх поперечного перерізу.

Таким чином, метою цієї роботи є розроблення методики визначення виду випиляних пиломатеріалів, отриманих внаслідок розкрою колод хвойних порід розвальню-сегментним способом. Для кожної з частин колоди – розвальню та сегментних, з яких випилюють відповідно необрізні та односторонні обрізні пиломатеріали, наведемо відповідні розрахункові схеми, математичні формулювання та конкретні результати розрахунку. У цій методиці на відміну від прийнятого традиційного допущення, згідно з яким у поперечному перерізі будь-якої колоди упродовж її довжини є коло, розглянемо загальний випадок, коли еліпс – одна з найпоширеніших геометричних фігур його формоутворення. Розгляд цього питання має важливе значення для розроблення практичних рекомендацій виробництву щодо прогнозування об'ємного виходу того чи іншого виду пиломатеріалів.

2. Методика визначення виду випиляних пиломатеріалів

У процесі виведення відповідних математичних співвідношень ми прийняли такі основні допущення,

¹ Юрій Іванович ГРИЦЮК – член-кореспондент ЛАН України, кандидат технічних наук, доцент кафедри обчислювальної техніки і моделювання технологічних процесів, Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів. Тел.: +38067-944-11-15. E-mail: nauk.visnyk@gmail.com

⁵¹ Світлана Іванівна ЯЦИШИН – аспірант кафедри обчислювальної техніки і моделювання технологічних процесів, Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів. Тел.: +38097-470-31-16. E-mail: nauk.visnyk@gmail.com

які стосуються теоретичних положень процесу розрахунку схем розкрою колод хвойних порід на пиломатеріали [3, ст. 195]: у поперечному перерізі будь-якої колоди впродовж усієї її довжини є еліпс; пластів пропилів є паралельними координатним осям відносно верхнього торця колоди; немає горизонтального і вертикального зміщення верхнього торця колоди відносно відповідних осей координат схеми розкрою; вісь довжини колоди є паралельною відповідній осі системи координат.

2.1. Розрахункові схеми розкрою колоди на пиломатеріали розвальню-сегментним способом

Поділ пиломатеріалів за видом випилювання залежить від розміщення їх пластів відносно річних кілець. Наприклад, у радіальних пиломатеріалів пластів мають бути розміщені паралельно радіусам річних кілець, або перпендикулярно дотичним до них. Якщо ж пластів розміщено паралельно дотичним до річних кілець, або перпендикулярно їх радіусам, то такі пиломатеріали є тангентальними. З роботи [4] відомо, що

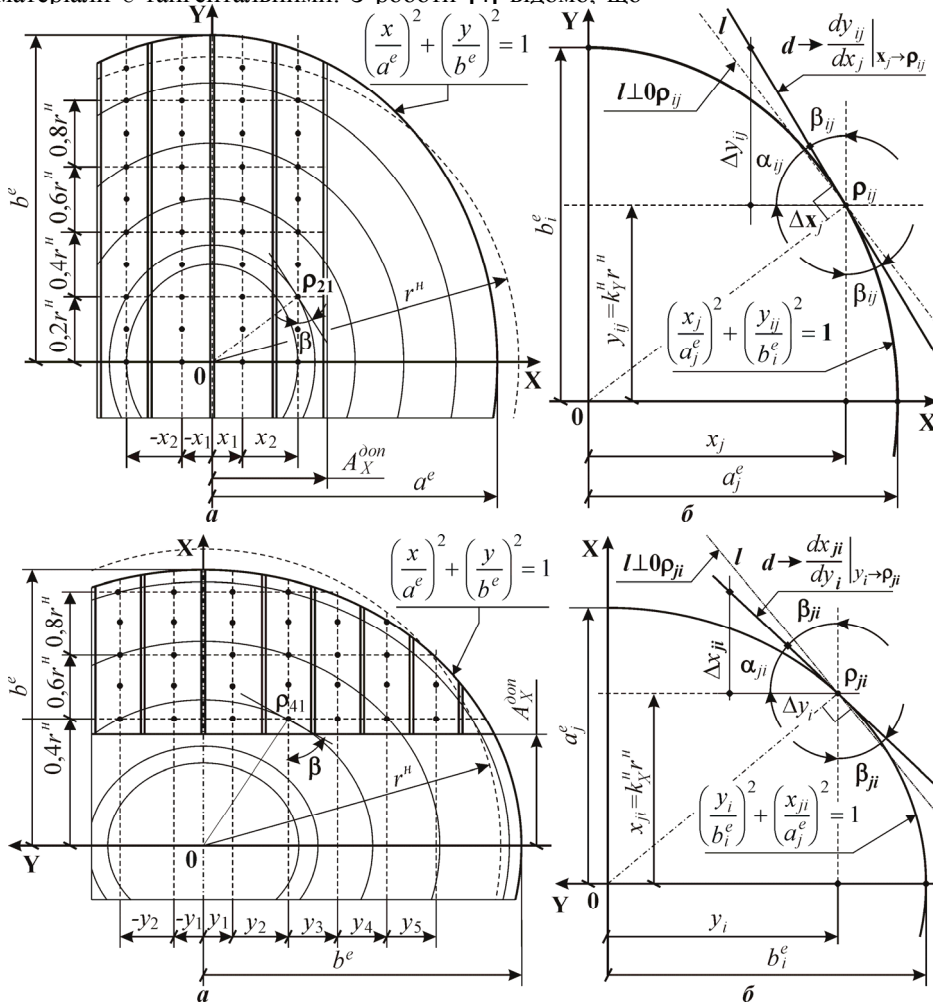


Рис. 1. Розрахункова схема для визначення виду пиломатеріалів, випиляних з розвальної частини колоди: **a** – загальний вигляд схеми розкрою; **б** – обчислення значення кута β між дотичною до річного кільця та прямою, паралельною пластам дошки

Рис. 2. Розрахункова схема для визначення виду пиломатеріалів, випиляних із сегментних частин колоди: **a** – загальний вигляд схеми розкрою; **б** – обчислення значення кута β між дотичною до річного кільця та прямою, паралельною пластам дошки

Для виконання відповідних розрахунків за твірну зовнішнього контура поперечного перерізу колоди упродовж усієї її довжини ми прийняли еліпс, який загалом описується таким канонічним рівнянням

$$\left(\frac{x}{a^e}\right)^2 + \left(\frac{y}{b^e}\right)^2 = 1, \quad (1)$$

де: b^e , a^e – відповідно горизонтальна і вертикальна півосі еліпса; x , y – поточні значення відповідних координат. Цю особливість зовнішнього контура поперечного перерізу колоди використаємо в усіх подальших

розрахунках. Зрозуміло, замість еліпса можна підставити будь-яку іншу криву, наприклад, описану квадратичними чи кубічними сплайнами [5], а методика обчислення значення кута радіальності залишиться аналогічною.

Необрізні дошки, отримані внаслідок розкрою колод хвойних порід розвальню-сегментним способом, представимо у вигляді рис. 1, а однобічно обрізні дошки – у вигляді рис. 2. На цих рисунках також наведено позначення відповідних функцій, які описують прийняті нами допущення. З урахуванням цих функцій та відповідних позначень методика визначення виду пиломатеріалів, випиляних відповідно з розвальної та сегментних частин колоди, зводиться до обчислення у певному місці значення кута β між дотичною до річного кільця та прямою, паралельною пластам дошки.

Під час виконання проектних чи перевірних розрахунків переважно задають номінальний діаметр верхнього торця колоди (d^n) і коефіцієнт еліптичності ($k^e = b^e/a^e$) її поперечного перерізу, значення якого може змінюватися у межах від 0.85 до 1.15. Хоча, за да-

ними багатьох дослідників [7], для колод хвойних порід така еліптичність є не критичною, проте, для наочності, саме ці значення ми використаємо у подальших наших розрахунках. Отже, якщо задано номінальний діаметр колоди і коефіцієнт її еліптичності, то значення горизонтальної та вертикальної півосей еліпса визначають за такими формулами:

$$a^e = d^n / 2 \cdot k_x; \quad b^e = d^n / 2 \cdot k_y, \quad (2)$$

де $k_y = \frac{2 \cdot k^e}{1 + k^e}$ і $k_x = 2 - k_y$ – перетворювальні коефіцієнти по осях координат.

Наприклад, якщо задано $d^n = 440$ мм і $k^e = 1.15$, то $a^e = 204.65$ мм, а $b^e = 235.35$ мм. Водночас, якщо $k^e = 0.85$, то $a^e = 237.84$ мм, а $b^e = 202.16$ мм, а це дещо відрізняється від попереднього результату (а мало б збігатися).

2.2. Визначення виду необрізних пиломатеріалів, випиляних з розвальної частини колоди

Як ми уже зазначили, радіальність випиляних пиломатеріалів визначається шляхом вимірювання кута між дотичною до річних кілець та прямою, яку проводять посередині товщини та ширини торця дошки паралельно її пластям. Однак такий підхід, як показано у роботі [2], є доволі примітивним, позаяк не враховує зміни значень кута β впродовж ширини торця дошки. Особливо це стосується розвальної частини колоди, бо отримані з неї необрізні пиломатеріали переважно є змішаного випилювання. Автори цієї роботи також довели, що значення кута β змінюється від середини ширини дошки до зовнішньої її крайки впродовж усієї ширини від 0° до 90° . Спробуємо перевірити достовірність цього твердження стосовно колод хвойних порід, у поперечному перерізі яких є еліпс з різними коефіцієнтами еліптичності.

Виходячи з того, що ми виконуємо не натурні експерименти, а тільки розробляємо теоретичне підґрунтя до їх виконання, то для обчислення значення кута радіальності пиломатеріалів у будь-якій точці посередині їх торців, випиляних з розвальної частини колоди, уважно розглянемо рис. 1, а. Оскільки у будь-якому поперечному перерізі колоди її річне кільце – це не що інше як зменшена твірна зовнішнього його контура, то у загальному випадку будь-яке річне кільце (рис. 1, б) можна описати канонічним рівнянням еліпса

$$\left(\frac{x_j}{a_j^e}\right)^2 + \left(\frac{y_{ij}}{b_i^e}\right)^2 = 1, \quad i \in m_{Y,j}^p; \quad j \in n_X^p, \quad (3)$$

де: a_j^e , b_i^e – відповідно j -та горизонтальна та i -та вертикальна півосі річного кільця; x_j , y_{ij} – конкретні значення координат точки ρ_{ij} , у якій обчислюють значення кута радіальності дошки; $m_{Y,j}^p$, n_X^p – кількість розрахункових точок відповідно по осях координат OX і OY , які стосуються розвальної частини колоди.

З рис. 1, б видно, що значення горизонтальної півосі річного кільця з урахуванням (3) можна обчислити за такою формулою, мм

$$a_j^e = \pm \frac{x_j}{\sqrt{1 - \left(\frac{y_{ij}}{b_i^e}\right)^2}}, \quad i \in m_{Y,j}^p; \quad j \in n_X^p. \quad (4)$$

Оскільки $b_i^e = a_j^e \cdot k^e$, то, підставивши його у (4), отримаємо, мм

$$a_j^e = \pm \sqrt{x_j^2 + \left(\frac{y_{ij}}{k^e}\right)^2}, \quad i \in m_{Y,j}^p; \quad j \in n_X^p. \quad (5)$$

Зв'язок між i -тим значенням вертикальної координати y_{ij} у точці ρ_{ij} , для якої обчислюють значення кута радіальності дошки та параметрами річного кільця (3), має такий вигляд

$$y_{ij} = \pm b_i^e \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{x_j}{a_j^e}\right)^2}, \quad i \in m_{Y,j}^p; \quad j \in n_X^p. \quad (6)$$

З рис. 1, б також видно, що пряма $d \neq l$, тобто вона є не що інше, як дотична до поверхні річного кільця поперечного перерізу колоди у точці ρ_{ij} , тобто значення $tg \alpha_{ij} = \Delta y_{ij} / \Delta x_j$ у цій точці, або похідна dy_{ij} / dx_j у ній, яку з урахуванням (6) можна визначити за такою формулою

$$\left. \frac{dy_{ij}}{dx_j} \right|_{x_j \rightarrow \rho_{ij}} = - \frac{b_i^e}{(a_j^e)^2} \cdot \frac{x_j}{\sqrt{1 - \left(\frac{x_j}{a_j^e}\right)^2}}, \quad i \in m_{Y,j}^p; \quad j \in n_X^p. \quad (7)$$

Підставивши у вираз (7) замість b_i^e значення $a_j^e \cdot k^e$, отримаємо

$$\left. \frac{dy_{ij}}{dx_j} \right|_{x_j \rightarrow \rho_{ij}} = - \frac{k^e}{a_j^e} \cdot \frac{x_j}{\sqrt{1 - \left(\frac{x_j}{a_j^e}\right)^2}}, \quad i \in m_{Y,j}^p; \quad j \in n_X^p. \quad (8)$$

Тепер, маючи значення похідної у точці ρ_{ij} , можна обчислити значення кута між дотичною до річного кільця та прямою, проведеною через цю точку паралельно пластям дошки, за такою формулою, град.

$$\beta_{ij} = 90^\circ - \left| \arctg \left(\left. \frac{dy_{ij}}{dx_j} \right|_{x_j \rightarrow \rho_{ij}} \right) \right| \cdot \frac{180^\circ}{\pi}, \quad i \in m_{Y,j}^p; \quad j \in n_X^p. \quad (9)$$

Розглянемо конкретний приклад.

Приклад 1. Діаметр верхнього торця колоди становить $d^n = 440$ мм. Колоду розпилюють розвальню-сегментним способом на радіальні пиломатеріали, товщина яких становить 40 і 32 мм, товщина пропилу – 2.8 мм. Потрібно обчислити значення кутів радіальності для торців кожної дошки у точках, які знаходяться на прямих, проведених посередині їх товщини впродовж ширини з кроком $\Delta d^n = 0.1 \cdot d^n / 2$.

У табл. 1 і відповідних графіках (рис. 3) відображено результати обчислення значень кутів радіальності у різних точках посередині торців необрізних дощок, випиляних з розвальної частини колоди, для різних значень коефіцієнта еліптичності колоди. У цій таблиці фіксовані значення координат точок ρ_{ij} по осі абсцис становлять:

$x_1 = (1.4 + 43.4) / 2 = 22.4$ мм; $x_2 = (46.2 + 79.8) / 2 = 63.0$ мм,
де: $1.4 = 0 + 2.8 / 2$ мм; $43.4 = 1.4 + 40.0 + 2.0$ мм;
 $46.2 = 43.4 + 2.8$ мм; $79.8 = 46.2 + 32.0 + 1.6$ мм.

Табл. 1. Результати обчислення значень кутів радіальності у різних точках посередині торців необрізних дощок, випиляних з розвальної частини колоди: $r^H=220$ мм; $a^e=204.65$ мм; $b^e=235.35$ мм

Значення по осі ординат:		Значення кутів β_{ij} за різних значень координат точок ρ_{ij} по осі абсцис, град.											
		$x_2 = -63,0$ мм			$x_1 = -22,4$ мм			$x_1 = 22,4$ мм			$x_2 = 63,0$ мм		
частка	$y, \text{мм}$	$k^e=1,15$	$k^e=1,00$	$k^e=0,85$	$k^e=1,15$	$k^e=1,00$	$k^e=0,85$	$k^e=1,15$	$k^e=1,00$	$k^e=0,85$	$k^e=1,15$	$k^e=1,00$	$k^e=0,85$
-1,0· r^H	-220,0	69,26	---	---	82,33	0	---	-82,33	---	---	-69,26	---	---
-0,9· r^H	-198,0	67,18	72,35	---	81,49	83,55	85,33	-81,49	-83,55	-85,33	-67,18	-72,35	---
-0,8· r^H	-176,0	64,67	70,30	75,50	80,45	82,75	84,75	-80,45	-82,75	-84,75	-64,67	-70,30	-75,50
-0,7· r^H	-154,0	61,59	67,75	73,53	79,11	81,72	84,00	-79,11	-81,72	-84,00	-61,59	-67,75	-73,53
-0,6· r^H	-132,0	57,74	64,49	70,97	77,35	80,37	83,01	-77,35	-80,37	-83,01	-57,74	-64,49	-70,97
-0,5· r^H	-110,0	52,86	60,20	67,52	74,93	78,49	81,63	-74,93	-78,49	-81,63	-52,86	-60,20	-67,52
-0,4· r^H	-88,0	46,57	54,40	62,65	71,39	75,72	79,58	-71,39	-75,72	-79,58	-46,57	-54,40	-62,65
-0,3· r^H	-66,0	38,38	46,33	55,41	65,83	71,25	76,22	-65,83	-71,25	-76,22	-38,38	-46,33	-55,41
-0,2· r^H	-44,0	27,84	34,93	44,03	56,05	63,02	69,81	-56,05	-63,02	-69,81	-27,84	-34,93	-44,03
-0,1· r^H	-22,0	14,79	19,25	25,80	36,60	44,48	53,66	-36,60	-44,48	-53,66	-14,79	-19,25	-25,80
0,0· r^H	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,1· r^H	22,0	-14,79	-19,25	-25,80	-36,60	-44,48	-53,66	36,60	44,48	53,66	14,79	19,25	25,80
0,2· r^H	44,0	-27,84	-34,93	-44,03	-56,05	-63,02	-69,81	56,05	63,02	69,81	27,84	34,93	44,03
0,3· r^H	66,0	-38,38	-46,33	-55,41	-65,83	-71,25	-76,22	65,83	71,25	76,22	38,38	46,33	55,41
0,4· r^H	88,0	-46,57	-54,40	-62,65	-71,39	-75,72	-79,58	71,39	75,72	79,58	46,57	54,40	62,65
0,5· r^H	110,0	-52,86	-60,20	-67,52	-74,93	-78,49	-81,63	74,93	78,49	81,63	52,86	60,20	67,52
0,6· r^H	132,0	-57,74	-64,49	-70,97	-77,35	-80,37	-83,01	77,35	80,37	83,01	57,74	64,49	70,97
0,7· r^H	154,0	-61,59	-67,75	-73,53	-79,11	-81,72	-84,00	79,11	81,72	84,00	61,59	67,75	73,53
0,8· r^H	176,0	-64,67	-70,30	-75,50	-80,45	-82,75	-84,75	80,45	82,75	84,75	64,67	70,30	75,50
0,9· r^H	198,0	-67,18	-72,35	---	-81,49	-83,55	-85,33	81,49	83,55	85,33	67,18	72,35	---
1,0· r^H	220,0	-69,26	---	---	-82,33	---	---	82,33	---	---	69,26	---	---
$y_{\max}, \text{мм}$		223,92	210,79	194,94	233,93	218,86	201,26	233,93	218,86	201,26	223,92	210,79	194,94

Примітка: згідно з (1) [1]: $\beta_{22} = \arctg(44,0/63,0) \cdot 180^\circ/\pi = 34,93^\circ$; $\beta_{51} = \arctg(110,0/22,4) \cdot 180^\circ/\pi = 78,49^\circ$.

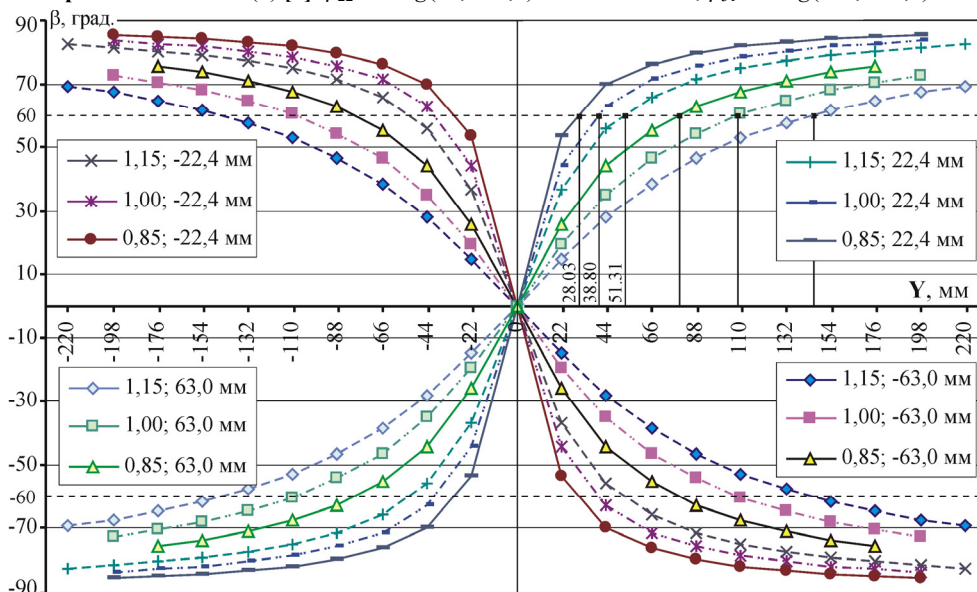


Рис. 3. Графічне подання значень кутів радіальності у різних точках посередині торців необрізних дощок, випиляних з розвальної частини колоди за різних значень коефіцієнта її еліптичності

Проаналізувавши зміну значень даних у цій таблиці та поведінку відповідних графіків, можна зробити такі попередні висновки:

- розроблено математичну модель для обчислення значень кутів радіальності у різних точках посередині торців необрізних пиломатеріалів, випиляних з розвальної частини колоди, яка враховує еліптичність її поперечного перерізу;
- абсолютні значення кутів радіальності у необрізних пиломатеріалах, випиляних з розвальної частини колоди, є меншими для діаметрів колод, еліптичність яких $k^e > 1$, і більшими – при $k^e < 1$;

- для колод хвойних порід, у поперечному перерізі яких є еліпс з різним коефіцієнтом еліптичності, кут між дотичною до річного кільця та прямою, яка проходить на середині товщини дошки, змінюється від її середини впродовж усієї ширини від 0° до 90° за експоненціальною залежністю з різним ступенем кривизни

$$\beta = 90^\circ - a \cdot e^{-b \cdot y + c \cdot k^e}, \text{ град.}$$

де a , b , c – відповідні емпіричні коефіцієнти.

У руслі цих міркувань, можна було б стверджувати, що, позаяк необрізні пиломатеріали, отримані з розвальної частини колоди, належать до змішаного виду випилювання,

робити висновок про їх радіальність немає сенсу. Якщо б необрізні пиломатеріали розрізати на однобічно обрізні дошки певних ширин, то їх вже можна розділити на різні види. Однак такий хід думок є хибним, бо тут спостерігаються деякі цікаві закономірності зміни значень кута радіальності пиломатеріалів, які не зауважили автори роботи [2]. Для цього дещо уважніше проаналізуємо дані у наведеній вище таблиці, зокрема зміну значень кутів радіальності для дошки товщиною 40 мм при $x_1 = 22,4$ мм (рис. 3).

На відстані $0.2 \cdot r''$, тобто 44.0 мм від центра торця колоди при $k^e = 1.00$ значення кута $\beta_{21} = 63.02^\circ$ з подальшим зростанням до 83.55° . Це значення є дещо меншим ($\beta_{21} = 56.05^\circ$) при $k^e = 1.15$ і дещо більшим ($\beta_{21} = 69.81^\circ$) при $k^e = 0.85$. Якщо з цієї першої необрізної дошки вирізати серцевину, ширина якої має бути не більшою від її товщини, то отримані вже однобічно обрізні дошки можна було б назвати цілковито радіальними пиломатеріалами, а не змішаного випилювання, як це зазначено у роботі [2].

Якщо ж уважно проаналізувати зміну значень кутів радіальності для другої дошки (рис. 3, б), тобто товщиною 32 мм, то при $x_2 = 63.0$ мм на відстані $0.5 \cdot r''$ (що становить 110.0 мм) від центра торця колоди при $k^e = 1.00$, значення кута $\beta_{52} = 60.20^\circ$ з подальшим зростанням до 72.35° . Це значення є меншим ($\beta_{52} = 52.86^\circ$) при $k^e = 1.15$ і більшим ($\beta_{52} = 67.52^\circ$) при $k^e = 0.85$. Як бачимо, тут робити висновок про повну радіальність другої дошки насправді передчасно. Проте напрошується запитання: для чого ж другу дошку випилювати з розвальної частини колоди, тобто паралельно попередній дошці? Доцільніше було б її розвернути перпендикулярно до першої дошки і випилити першою, але вже із сегментної частини колоди. У цьому випадку цю однобічно обрізну дошку, як і попередню, можна назвати цілковито радіальним пиломатеріалом.

Тепер наступну, тобто третю, дошку треба випилити перпендикулярно попередній, тобто паралельно першій дошці, але вже з секторної частини колоди. Потім четверту дошку треба випилювати перпендикулярно третій або паралельно другій і т.д. Зрозуміло, чим далі від центра, тим значення кута радіальності випиляних пиломатеріалів буде поступово зменшуватися. Таким чином, таке вертикально-горизонтально-вертикальне розміщення ширин дошок є не чим іншим, як розвально-сегментно-кутовою схемою розкрою. Однак, щоб підтвердити гіпотезу про те, що за такою схемою розкрою можна отримати більший об'ємний вихід радіальних пиломатеріалів, треба, насамперед, розробити методику обчислення значень кутів радіальності пиломатеріалів, випиляних із сегментних частин колоди на однобічно обрізні дошки, а вже потім розробити методику обчислення значень кутів радіальності пиломатеріалів для розвально-сегментно-кутової схеми розкрою.

Стосовно способу визначення конкретної ширини дошки, про яку згадувалося вище, то тут потрібно виходити з таких міркувань. Якщо, наприклад, для j -ої дошки задано певне мінімальне значення кута радіальності $\beta_{ij}^{\min}$, то, маючи (9), можна обчислити значення y_{ij} координати точки r_{ij} , кут радіальності у якій буде дорівнювати заданому, за допомогою такого співвідношення

$$90^\circ - \left| \arctg \left(\frac{dy_{ij}}{dx_j} \right) \right| \cdot \frac{180^\circ}{\pi} = \beta_{ij}^{\min}.$$

Приклад 2. Нехай для 1-ої дошки при $x_1 = 22.4$ мм задано мінімальний кут радіальності $\beta_{i1}^{\min} = 60.0^\circ$. Потрібно обчислити значення y_{i1} координати точки r_{i1} , кут радіальності у якій буде дорівнювати заданому при різних коефіцієнтах еліптичності поперечного перерізу колоди, а також відповідні ширини однобічно обрізних дошок.

Шукане значення y_{i1} координати точки r_{i1} , у якій значення кута радіальності буде дорівнювати задано-

му, можна визначити за допомогою наведеного вище нелінійного рівняння. Для його розв'язання необхідно використати числові методи [1], які у своєму розв'язку не потребують використання похідних, наприклад метод дихотомії, метод з використанням послідовності чисел Фібоначчі, метод золотого перерізу та ін.

Внаслідок розв'язання цього нелінійного рівняння з'ясовано, що при заданому мінімальному значенні кута радіальності $\beta_{i1}^{\min} = 60.0^\circ$ і $k^e = 1.15$ шукане значення $y_{i1} = 51.31$ мм, при $k^e = 1.0$ значення $y_{i1} = 38.80$ мм, а при $k^e = 0.85$ значення $y_{i1} = 28.03$ мм (рис. 3). Аналогічно можна виконати розрахунки і для 2-ої дошки при $x_2 = 63.0$ мм (рис. 3).

Тепер, маючи конкретні значення y_{i1} та обчисливши за формулою (6) половину ширини необрізної дошки, можна визначити ширину однобічно обрізної дошки, для якої усі значення кутів радіальності будуть більшими від 60° . Зрозуміло, чим менша еліптичність поперечного перерізу колоди, тим менше значення y_{i1} координати точки r_{i1} , мінімальний кут радіальності у якій дорівнюватиме заданому і тим ширшими будуть однобічно обрізні дошки.

З цього твердження напрошується така гіпотеза. На нашу думку, наведена у роботі [4] методика вимірювання кута радіальності є не зовсім правильною, бо його значення визначають тільки у одній точці, тобто воно є диференціальним показником. Здійснювати замір кута радіальності тільки у одній точці не можна ще й тому, що його значення, як показано на рис. 3, впродовж ширини дошки змінюється не рівномірно, а за експоненціальною залежністю.

Ми вважаємо, що значення кута радіальності доцільно обчислювати як інтегральний показник. Тобто впродовж ширини дошки, нехай на середині її товщини, потрібно вибрати декілька точок з певним рівномірним кроком (наприклад, через 10 мм, якщо ширина дошки до 100 мм, і через 20 мм – більше 100 мм), починаючи від центра колоди чи з обрізної кромки. У цих точках треба обчислити відповідні значення кутів радіальності та знайти середнє їх значення. Якщо ж використати нерівномірні кроки (цього мають бути відповідні пояснення), то – усереднене значення кута радіальності. Вважаємо, що такий інтегральний показник більш адекватно мав би відображати вид випилюваного пиломатеріалу.

2.3. Визначення виду однобічно обрізних пиломатеріалів, випиляних з сегментних частин колоди

Для обчислення значення кута радіальності у будь-якій точці посередині торця пиломатеріалів, випиляних із сегментних частин колоди, уважно розглянемо рис. 2, а. Як і для розвальної частини колоди, так і для сегментних частин річне кільце будь-якого її поперечного перерізу (рис. 2, б) у загальному випадку можна описати канонічним рівнянням еліпса

$$\left(\frac{y_i}{b_i^e} \right)^2 + \left(\frac{x_{ji}}{a_j^e} \right)^2 = 1, \quad j \in n_{X,i}^c; i \in m_Y^c, \quad (10)$$

де: b_i^e , a_j^e – відповідно i -та горизонтальна та j -та вертикальна півосі річного кільця; y_i , x_{ji} – конкретні значення координат точки r_{ji} , у якій обчислюють значення кута радіальності дошки; m_Y^c , $n_{X,i}^c$ – кількість розрахункових точок відповідно по осях координат OY і OX , які стосуються сегментних частин колоди.

З рис. 2, б видно, що значення горизонтальної піво-сі річного кільця з урахуванням (10) можна обчислити за такою формулою, мм

$$b_i^e = \pm \frac{y_i}{\sqrt{1 - \left(\frac{x_{ji}}{a_j^e}\right)^2}}, j \in n_{X,i}^c; i \in m_Y^c. \quad (11)$$

Оскільки $a_j^e = b_i^e / k^e$, то, підставивши його у (11) отримаємо, мм

$$b_i^e = \pm \sqrt{(k^e \cdot x_{ji})^2 + y_i^2}, j \in n_{X,i}^c; i \in m_Y^c. \quad (12)$$

Зв'язок між j -тим значенням вертикальної координати x_{ji} у точці ρ_{ji} , для якої обчислюється значення кута радіальності дошки, та параметрами річного кільця (10), має такий вигляд

$$x_{ji} = \pm a_j^e \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{y_i}{b_i^e}\right)^2}, j \in n_{X,i}^c; i \in m_Y^c. \quad (13)$$

З рис. 2, б видно, що пряма $d \neq l$ є дотичною до поверхні річного кільця поперечного перерізу колоди у точці ρ_{ji} , тобто є похідною dx_{ji}/dy_i у ній, її з урахуванням (13), можна визначити за такою формулою

$$\left. \frac{dx_{ji}}{dy_i} \right|_{y_i \rightarrow \rho_{ji}} = - \frac{a_j^e}{(b_i^e)^2} \cdot \frac{y_i}{\sqrt{1 - \left(\frac{y_i}{b_i^e}\right)^2}}, j \in n_{X,i}^c; i \in m_Y^c. \quad (14)$$

Підставивши у вираз (14) замість a_j^e значення b_i^e / k^e , отримаємо

$$\left. \frac{dx_{ji}}{dy_i} \right|_{y_i \rightarrow \rho_{ji}} = - \frac{1}{k^e \cdot b_i^e} \cdot \frac{y_i}{\sqrt{1 - \left(\frac{y_i}{b_i^e}\right)^2}}, j \in n_{X,i}^c; i \in m_Y^c. \quad (15)$$

Тепер, маючи значення похідної у точці ρ_{ji} , можна обчислити значення кута між дотичною до річного

кільця та прямою, проведеною через цю точку та паралельно пластям дошки, за такою формулою, град.

$$\beta_{ij} = 90^\circ - \left| \arctg \left(\frac{dx_{ij}}{dy_i} \right) \right| \cdot \frac{180^\circ}{\pi}, j \in n_{X,i}^c; i \in m_Y^c. \quad (16)$$

Розглянемо конкретний приклад.

Приклад 3. Діаметр верхнього торця колоди становить $d'' = 440$ мм. Колоду розпилюють розвальню-сегментним способом на радіальні пиломатеріали, товщина яких становить 40 і 32 мм, товщина пропилу – 2.8 мм. Треба обчислити значення кутів радіальності для торців кожної дошки у точках, які знаходяться на прямих, проведених посередині їх товщини впродовж ширини з кроком $\Delta d'' = 0.1 \cdot r''$.

У табл. 2, 3 і 4, а також на відповідних графіках (див. рис. 4) відображено результати обчислення значень кутів радіальності у різних точках посередині торців однобічно обрізаних дошок, випиляних із сегментних частин колоди, для різних значень коефіцієнта еліптичності.

Проаналізувавши зміну значень даних у цих таблицях та поведінку відповідних графіків, можна зробити такі попередні висновки:

- розроблено математичну модель для обчислення значень кутів радіальності у різних точках посередині торців однобічно обрізаних пиломатеріалів, випиляних із сегментних частин колоди, яка враховує еліптичність її поперечного перерізу;
- абсолютні значення кутів радіальності у однобічно обрізаних пиломатеріалах, випиляних із сегментних частин колоди, є більшими для діаметрів колод, еліптичність яких $k^e > 1$, і меншими – при $k^e < 1$;
- для колод хвойних порід, у поперечному перерізі яких є еліпс з різним коефіцієнтом еліптичності, кут між дотичною до річного кільця та прямою, яка проходить на середині товщини дошки, змінюється від внутрішньої до зовнішньої її крайки вздовж усієї ширини від 40° до 90° за експоненціальною залежністю з різним ступенем кривизни.

Табл. 2. Результати обчислення значень кутів радіальності у різних точках посередині торців однобічно обрізаних дошок, випиляних із сегментних частин колоди: $r''=220$ мм; $k^e=1.15$; $a^e=204.65$ мм; $b^e=235.35$ мм; $A_Y^{don}=82.60$ мм

Значення по осі ординат	Значення кутів β_{ij} при різних значеннях координат точок ρ_{ji} по осі ординат, град.											
	$-y_6$, мм	$-y_5$, мм	$-y_4$, мм	$-y_3$, мм	$-y_2$, мм	$-y_1$, мм	y_1 , мм	y_2 , мм	y_3 , мм	y_4 , мм	y_5 , мм	y_6 , мм
частка x_j , мм	-208,60	-172,20	-135,80	-99,40	-63,0	-22,4	22,4	63,0	99,40	135,80	172,20	208,6
-1,0· r''	-220,0	---	---	---	69,26	82,33	-82,33	-69,26	---	---	---	---
-0,9· r''	-198,0	---	---	56,42	67,18	81,49	-81,49	-67,18	-56,42	---	---	---
-0,8· r''	-176,0	---	44,42	53,24	64,67	80,45	-80,45	-64,67	-53,24	-44,42	---	---
-0,7· r''	-154,0	---	40,61	49,52	61,59	79,11	-79,11	-61,59	-49,52	-40,61	---	---
-0,6· r''	-132,0	---	36,32	45,12	57,74	77,35	-77,35	-57,74	-45,12	-36,32	---	---
-0,5· r''	-110,0	---	25,78	31,49	39,92	52,86	-52,86	-39,92	-31,49	-25,78	---	---
-0,4· r''	-88,0	---	21,13	26,10	33,80	46,57	-46,57	-33,80	-26,10	-21,13	---	---
-0,3· r''	-66,0	---	16,16	20,18	26,66	38,38	-38,38	-26,66	-20,18	-16,16	---	---
-0,2· r''	-44,0	---	10,94	13,77	18,51	27,84	-27,84	-18,51	-13,77	-10,94	---	---
-0,1· r''	-22,0	---	5,52	6,98	9,50	14,79	-14,79	-9,50	-6,98	-5,52	---	---
0,0· r''	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,1· r''	22,0	---	-5,52	-6,98	-9,50	-14,79	14,79	9,50	6,98	5,52	---	---
0,2· r''	44,0	---	-10,94	-13,77	-18,51	-27,84	27,84	18,51	13,77	10,94	---	---
0,3· r''	66,0	---	-16,16	-20,18	-26,66	-38,38	38,38	26,66	20,18	16,16	---	---
0,4· r''	88,0	---	-21,13	-26,10	-33,80	-46,57	46,57	33,80	26,10	21,13	---	---
0,5· r''	110,0	---	-25,78	-31,49	-39,92	-52,86	52,86	39,92	31,49	25,78	---	---
0,6· r''	132,0	---	-36,32	-45,12	-57,74	-77,35	77,35	57,74	45,12	36,32	---	---
0,7· r''	154,0	---	-40,61	-49,52	-61,59	-79,11	79,11	61,59	49,52	40,61	---	---
0,8· r''	176,0	---	-44,42	-53,24	-64,67	-80,45	80,45	64,67	53,24	44,42	---	---
0,9· r''	198,0	---	---	-56,42	-67,18	-81,49	81,49	67,18	56,42	---	---	---
1,0· r''	220,0	---	---	---	-69,26	-82,33	82,33	69,26	---	---	---	---
x_{max} , мм	---	-127,17	-176,07	-205,72	-223,92	-233,93	233,93	223,92	205,72	176,07	127,17	---

Табл. 3. Результати обчислення значень кутів радіальності у різних точках посередині торців однобічно обрізних дощок, випиляних із сегментних частин колоди: $r^H=220$ мм; $k^e=1.00$; $a^e=204.65$ мм; $b^e=235.35$ мм; $A_y^{don}=82.60$ мм

Значення по осі ординат		Значення кутів β_{ij} при різних значеннях координат точок ρ_{ij} по осі ординат, град.											
частка	x_{ij} , мм	$-y_{6i}$, мм	$-y_{5i}$, мм	$-y_{4i}$, мм	$-y_{3i}$, мм	$-y_{2i}$, мм	$-y_{1i}$, мм	y_{1i} , мм	y_{2i} , мм	y_{3i} , мм	y_{4i} , мм	y_{5i} , мм	y_{6i} , мм
		-208,60	-172,20	-135,80	-99,40	-63,0	-22,4	22,4	63,0	99,40	135,80	172,20	208,6
-1,0· r^H	-220,0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
-0,9· r^H	-198,0	---	---	---	---	72,35	83,55	-83,55	-72,35	---	---	---	---
-0,8· r^H	-176,0	---	---	---	60,54	70,30	82,75	-82,75	-70,30	-60,54	---	---	---
-0,7· r^H	-154,0	---	---	48,59	57,16	67,75	81,72	-81,72	-67,75	-57,16	-48,59	---	---
-0,6· r^H	-132,0	---	37,47	44,19	53,02	64,49	80,37	-80,37	-64,49	-53,02	-44,19	-37,47	---
-0,5· r^H	-110,0	---	32,57	39,01	47,90	60,20	78,49	-78,49	-60,20	-47,90	-39,01	-32,57	---
-0,4· r^H	-88,0	---	27,07	32,94	41,52	54,40	75,72	-75,72	-54,40	-41,52	-32,94	-27,07	---
-0,3· r^H	-66,0	17,56	20,97	25,92	33,58	46,33	71,25	-71,25	-46,33	-33,58	-25,92	-20,97	-17,56
-0,2· r^H	-44,0	11,91	14,33	17,95	23,88	34,93	63,02	-63,02	-34,93	-23,88	-17,95	-14,33	-11,91
-0,1· r^H	-22,0	6,02	7,28	9,20	12,48	19,25	44,48	-44,48	-19,25	-12,48	-9,20	-7,28	-6,02
0,0· r^H	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,1· r^H	22,0	-6,02	-7,28	-9,20	-12,48	-19,25	-44,48	44,48	19,25	12,48	9,20	7,28	6,02
0,2· r^H	44,0	-11,91	-14,33	-17,95	-23,88	-34,93	-63,02	63,02	34,93	23,88	17,95	14,33	11,91
0,3· r^H	66,0	-17,56	-20,97	-25,92	-33,58	-46,33	-71,25	71,25	46,33	33,58	25,92	20,97	17,56
0,4· r^H	88,0	---	-27,07	-32,94	-41,52	-54,40	-75,72	75,72	54,40	41,52	32,94	27,07	---
0,5· r^H	110,0	---	-32,57	-39,01	-47,90	-60,20	-78,49	78,49	60,20	47,90	39,01	32,57	---
0,6· r^H	132,0	---	-37,47	-44,19	-53,02	-64,49	-80,37	80,37	64,49	53,02	44,19	37,47	---
0,7· r^H	154,0	---	---	-48,59	-57,16	-67,75	-81,72	81,72	67,75	57,16	48,59	---	---
0,8· r^H	176,0	---	---	---	-60,54	-70,30	-82,75	82,75	70,30	60,54	---	---	---
0,9· r^H	198,0	---	---	---	---	-72,35	-83,55	83,55	72,35	---	---	---	---
1,0· r^H	220,0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
x_{max} , мм		-69,90	-136,92	-173,08	-196,26	-210,79	-218,86	218,86	210,79	196,26	173,08	136,92	69,90

Примітка: згідно з (1) [1]: $\beta_{52} = \arctg(110,0/63,0) \cdot 180^\circ/\pi = 60,20^\circ$; $\beta_{83} = \arctg(176,0/99,4) \cdot 180^\circ/\pi = 60,54^\circ$.

Табл. 4. Результати обчислення значень кутів радіальності у різних точках посередині торців однобічно обрізних дощок, випиляних із сегментних частин колоди: $r^H=220$ мм; $k^e=0.85$; $a^e=204.65$ мм; $b^e=235.35$ мм; $A_y^{don}=82.60$ мм

Значення по осі ординат		Значення кутів β_{ij} при різних значеннях координат точок ρ_{ij} по осі ординат, град.											
частка	x_{ij} , мм	$-y_{6i}$, мм	$-y_{5i}$, мм	$-y_{4i}$, мм	$-y_{3i}$, мм	$-y_{2i}$, мм	$-y_{1i}$, мм	y_{1i} , мм	y_{2i} , мм	y_{3i} , мм	y_{4i} , мм	y_{5i} , мм	y_{6i} , мм
		-208,60	-172,20	-135,80	-99,40	-63,0	-22,4	22,4	63,0	99,40	135,80	172,20	208,6
-1,0· r^H	-220,0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
-0,9· r^H	-198,0	---	---	---	---	---	85,33	-85,33	---	---	---	---	---
-0,8· r^H	-176,0	---	---	---	67,80	75,50	84,75	-84,75	-75,50	-67,80	---	---	---
-0,7· r^H	-154,0	---	---	57,50	65,00	73,53	84,00	-84,00	-73,53	-65,00	-57,50	---	---
-0,6· r^H	-132,0	---	46,69	53,38	61,45	70,97	83,01	-83,01	-70,97	-61,45	-53,38	-46,69	---
-0,5· r^H	-110,0	---	41,48	48,27	56,86	67,52	81,63	-81,63	-67,52	-56,86	-48,27	-41,48	---
-0,4· r^H	-88,0	30,28	35,27	41,89	50,78	62,65	79,58	-79,58	-62,65	-50,78	-41,89	-35,27	-30,28
-0,3· r^H	-66,0	23,65	27,95	33,93	42,58	55,41	76,22	-76,22	-55,41	-42,58	-33,93	-27,95	-23,65
-0,2· r^H	-44,0	16,27	19,48	24,15	31,49	44,03	69,81	-69,81	-44,03	-31,49	-24,15	-19,48	-16,27
-0,1· r^H	-22,0	8,30	10,03	12,64	17,03	25,80	53,66	-53,66	-25,80	-17,03	-12,64	-10,03	-8,30
0,0· r^H	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,1· r^H	22,0	-8,30	-10,03	-12,64	-17,03	-25,80	-53,66	53,66	25,80	17,03	12,64	10,03	8,30
0,2· r^H	44,0	-16,27	-19,48	-24,15	-31,49	-44,03	-69,81	69,81	44,03	31,49	24,15	19,48	16,27
0,3· r^H	66,0	-23,65	-27,95	-33,93	-42,58	-55,41	-76,22	76,22	55,41	42,58	33,93	27,95	23,65
0,4· r^H	88,0	-30,28	-35,27	-41,89	-50,78	-62,65	-79,58	79,58	62,65	50,78	41,89	35,27	30,28
0,5· r^H	110,0	---	-41,48	-48,27	-56,86	-67,52	-81,63	81,63	67,52	56,86	48,27	41,48	---
0,6· r^H	132,0	---	-46,69	-53,38	-61,45	-70,97	-83,01	83,01	70,97	61,45	53,38	46,69	---
0,7· r^H	154,0	---	---	-57,50	-65,00	-73,53	-84,00	84,00	73,53	65,00	57,50	---	---
0,8· r^H	176,0	---	---	---	-67,80	-75,50	-84,75	84,75	75,50	67,80	---	---	---
0,9· r^H	198,0	---	---	---	---	---	-85,33	85,33	---	---	---	---	---
1,0· r^H	220,0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
x_{max} , мм		-97,11	-139,45	-165,97	-183,66	-194,94	-201,26	201,26	194,94	183,66	165,97	139,45	97,11

Висновки

1. Розроблено методику визначення виду випиляних пиломатеріалів внаслідок розкрою колод хвойних порід розвальню-сегментним способом. Основна її відмінність від наявних полягає в тому, що базується на таких теоретичних положеннях процесу розрахунку

схем розкрою: у поперечному перерізі будь-якої колоди впродовж усієї її довжини є еліпс; пластів пропилов є паралельними координатним осям відносно верхнього торця колоди; немає горизонтального і вертикального зміщення верхнього торця колоди відносно відповідних осей координат схеми розкрою; вісь довжини колоди є паралельною відповідній осі системи координат.

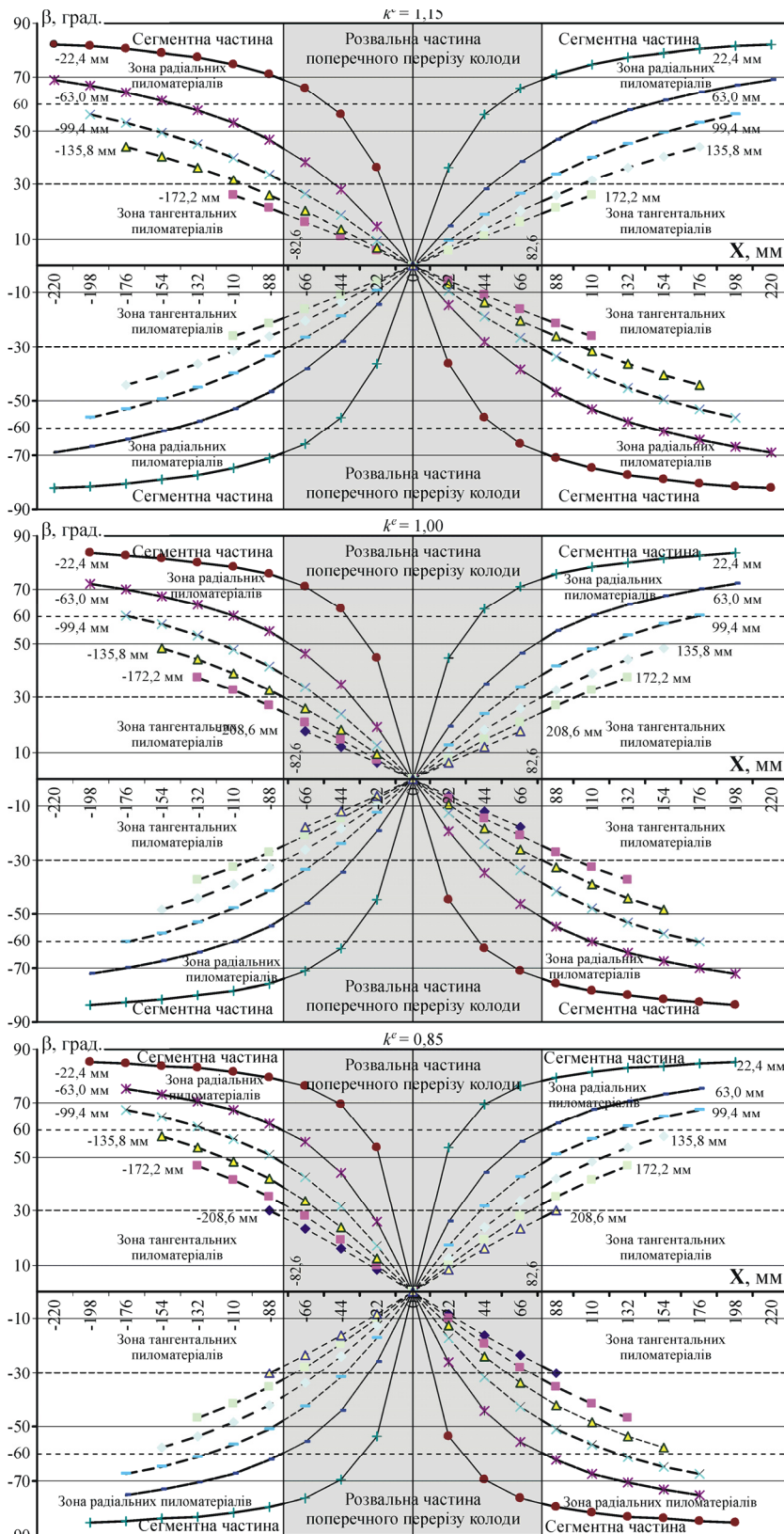


Рис. 4. Графічне подання значень кутів радіальності/тангентальності у різних точках посередині торців однобічних обрізаних дошок, випиляних із сегментних частин колоди при різних значеннях коефіцієнта її еліптичності

2. Розроблений спосіб обчислення ширини конкретної дошки, у якій мінімальне значення кута радіальності буде не менше заданого (нормативного), дає змогу для будь-якого пиломатеріалу, випиляного з до-

вільного місця розвальної чи сегментної частини колоди, з достатньою точністю встановити його вид, а також обчислити інтегральне значення кута радіальності.

3. Запропоновано новий спосіб обчислення значення кута радіальності пиломатеріалів, який відрізняється від наявного тим, що є показником інтегральним – середнім чи усередненим значенням, а не диференціальним, тобто точковим. Основна причина його появи полягає в тому, що значення кутів радіальності впродовж ширини дошки змінюються не рівномірно, а за експоненціальною залежністю з різним кутом кривизни. Інтегральний показник більш адекватно відображає вид випиляного пиломатеріалу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бронштейн И. Н., Семендяев К. А. Справочник по математике для инженеров и учащихся вузов. – 13-е изд., испр. – М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986. – 544 с.
2. Миськів Є. М., Масвський В. О., Максимів В. М. Особливості методики визначення виду розпилювання пиломатеріалів // Науковий вісник НЛТУ України: зб. наук.-техн. праць. – Львів: НЛТУУ. – 2007. – Вип. 17.3. – С. 116-121.
3. Пижурич А. А., Розенблит М. С. Исследование процессов деревообработки. – М.: Лесн. пром-сть, 1984. – 232 с.
4. Справочник по лесопилению/ Варфоломеев Ю. А., Дружинин И. С., Дьячков В. П. и др./ Под ред. А. М. Копейкина. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Экология, 1991. – 496 с.
5. Яковлев М. К. Совершенствование учёта и раскроя круглых лесоматериалов на основе метода индивидуальных моделей: Автореф. дисс. ... канд. техн. наук: 05.21.05/ Белор. гос. технол. ун-тет. – Минск, 1995. – 19 с.
6. ДСТУ EN 844-3:2004 Лісоматеріали круглі та пиломатеріали. Терміни та визначення понять. Частина 3. Загальні поняття щодо пиломатеріалів. (EN 844-3:1995, IDT). – 12 с.
7. Генсірук С. А., Нижник М. С., Копій Л. І. Ліси західного регіону України. – Львів: УкрДІТУ, 1998. – 407 с.

Yu. I. Gryciuk, Sv. I. Yacyshyn

METHOD OF DETERMINATION OF TYPE OF CUT OUTING SAW-TIMBERS AS A RESULT OF WILL CUT OUT LOGS OF CONIFEROUS BREEDS BY A OPEN-SEGMENT METHOD

The method of calculation of value of corners of radialness of saw-timbers is offered in any point during width of their butt ends as a result of will cut out logs of coniferous breeds by a open-segment method, which differs from present that in it it is taken into account elliptic cross-section of log during all of its length.

УДК 634.0.81

Б. П. ПОБЕРЕЙКО¹

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛОПЕРЕНОСЕННЯ ВСЕРЕДИНИ ТА НА МЕЖІ НЕРУЙНІВНОЇ ОБЛАСТІ ДЕФОРМУВАННЯ ДЕРЕВИНИ

Отримано рівняння руху та теплоперенесення для деформованої деревини зі змінним вологовмістом. Показано, що процеси перенесення тепла у висушуваних пиломатеріалах є залежними від полів деформацій. Зокрема, виявлено, що у випадку усебічного тиску процеси перенесення тепла всередині матеріалу сповільнюються, а у випадку усебічного розтягу – пришвидшуються.

Вступ

Тепломасообмінні, релаксаційно-деформівні та міцнісні процеси у висушуваній деревині є взаємозв'язаними та взаємообумовленими [1-4]. Взаємозв'язок різних, на перший погляд, за фізичною природою явищ зумовлений складними перетвореннями різних форм руху матерії всередині деревини, зокрема, теплової у механічну та навпаки. Істотним є те, що в усіх цих перетвореннях змінюється лише якість, а кількість, яку називають енергією, залишається сталою. Тому опис процесів теплоперенесення у деформованій деревині зі змінним вологовмістом повинен ґрунтуватися на законі збереження енергії. Підтвердженням цього є існуючі моделі визначення аналогічних процесів у недеформованій деревині, які отримали експериментальне підтвердження. Але, обмін енергією між різними складовими та частинами твердого тіла є залежним від роботи сил, які діють у його середовищі. У зв'язку з цим для застосування закону збереження енергії потрібно проаналізувати та визначити ці сили.

1. Закон збереження кількості руху: виведення рівняння руху

В умовах гідротермічної обробки деформативність деревини визначається різними за фізичною природою силами деформування. Результуюча цих сил $\vec{F}$, згідно з другим законом Ньютона, прямопропорційна швидкості деформування матеріалу [5]:

$$\vec{F} = \int_{V(\tau)} \rho \frac{d\vec{v}}{d\tau} dV(\tau), \quad (1)$$

З іншого боку, сила $\vec{F}$ дорівнює алгебраїчній сумі об'ємних гравітаційних $\vec{F}_v$ (сил земного тяжіння), поверхневих $\vec{F}_s$ та реактивних $\vec{F}_m$ сил, тобто

$$\vec{F} = \vec{F}_v + \vec{F}_s + \vec{F}_m. \quad (2)$$

Об'ємні сили – це сили дальньої дії. У нашому випадку це сили тяжіння. Вони прямопропорційні масі

матеріалу [5], і їх можна подати у вигляді інтеграла за об'ємом розглядуваного тіла

$$\vec{F}_v = \int_{V(\tau)} \vec{f}_v \rho dV(\tau), \quad (3)$$

де $\vec{f}_v$ – питома об'ємна сила (сила, віднесена до одиниці маси речовини), яка характеризує масові сили у суцільному середовищі.

Поверхневі сили – це сили, дія яких на певний об'єм суцільного середовища здійснюється через матеріальні точки поверхні, яка обмежує цей об'єм. Це сили контактної взаємодії сусідніх об'ємів матеріалу вздовж поверхні їх дотику [5]. Вони є результатом сил молекулярної взаємодії. Однією із причин їх виникнення у висушуваних гігроскопічних матеріалах, до класу яких належить, зокрема, деревина, є нерівномірний розподіл полів температури і вологи [1, 3]. Ці сили є прямопропорційними величині площі контакту елементів взаємодії, вони залежать від орієнтації цієї площі, а не від значень величин об'ємів елементів. Їхні значення та напрям визначаються інтегралом по поверхні

$$\vec{F}_s = \oint_{S(\tau)} \vec{\sigma}_n dS(\tau), \quad (4)$$

де $\vec{\sigma}_n$ – напруження, які діють на елемент поверхні dS з одиничним вектором нормалі $\vec{n}$.

Реактивні сили $\vec{F}_m$ зумовлені масообмінними процесами. Для їх визначення та обґрунтування причин виникнення розглянемо висушувану деревину у вигляді сукупності матеріальних точок (частинок) з нескінченно малою масою $\rho \Delta V$. Тоді, оскільки, у цьому випадку, маса деревини з часом зменшується, то доцільно припустити, що кожна частинка за одиницю часу виділяє певну кількість вологи масою

$$\Delta m_{\text{вог}} = q \Delta V, \quad (5)$$

де $q(\tau) = \lim_{\Delta V \rightarrow 0} \frac{1}{\Delta V} \frac{d\rho \Delta V}{d\tau}$. (6)

У підсумку, згідно з законом збереження кількості руху [6], імпульс матеріальної точки суцільного се-

¹ Богдан Петрович ПОБЕРЕЙКО – кандидат технічних наук, доцент кафедри обчислювальної техніки і моделювання технологічних процесів, Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів. Тел.: +38032-226-03-14. E-mail: nauk.visnyk@gmail.com
Представив член-кореспондент ЛАН України, доцент Ю. І. Грицюк, кандидат технічних наук.

редовища деревини за одиницю часу зміниться на величину, яка визначається за формулою

$$\vec{P}_m^{dV} = q(\vec{v}_{\text{вол}} - \vec{v})\Delta V, \quad (7)$$

де $\vec{v}_{\text{вол}}$ – швидкість руху вологи. Дійсно, нехай $\vec{v}_{\text{ог}}$ та $\vec{v}$ – швидкість руху частинки до та після виділення вологи. Тоді, за законом збереження імпульсу, імпульс частинки $\rho\Delta V\vec{v}_{\text{ог}}$ до виділення вологи дорівнює сумі імпульсів частинки $(\rho\Delta V - q\Delta V)\vec{v}$ та вологи $q\vec{v}_{\text{вол}}\Delta V$ після їх розділення, тобто

$$q\vec{v}_{\text{вол}}\Delta V + (\rho\Delta V - q\Delta V)\vec{v} = \rho\Delta V\vec{v}_{\text{ог}}. \quad (8)$$

$$\text{Звідси, } \rho\Delta V\vec{v}_{\text{ог}} - \rho\Delta V\vec{v} = q(\vec{v}_{\text{вол}} - \vec{v})\Delta V. \quad (9)$$

Права частина рівності (8) є різницею імпульсів матеріальної частинки до та після виділення вологи. Отже, замінивши її на $\vec{P}_m^{dV}$, отримаємо формулу (7), що і потрібно було довести.

Таким чином, формула для визначення складової швидкості зміни кількості руху для тіл зі змінною масою, зумовленої процесами масоперенесення має вигляд

$$\vec{P}_m = \int_{V(\tau)} q(\vec{v}_{\text{вол}} - \vec{v})dV(\tau)dV. \quad (10)$$

Але, за другим законом Ньютона, $\vec{F}_m = \vec{P}_m$, тому

$$\vec{F}_m = \int_{V(\tau)} q(\vec{v}_{\text{вол}} - \vec{v})dV(\tau). \quad (11)$$

Отже, з врахуванням формул (2)-(4) та (11), другий закон Ньютона (1) запишеться у вигляді

$$\int_{V(\tau)} \rho \frac{d\vec{v}}{d\tau} dV(\tau) = \int_{V(\tau)} q(\vec{v}_{\text{вол}} - \vec{v})dV(\tau) + \int_{V(\tau)} \rho \vec{f} dV(\tau) + \oint_{S(\tau)} \vec{\sigma}_n dS(\tau). \quad (12)$$

Подамо цей закон у локальній формі запису, записавши останній доданок у його правій частині у вигляді інтеграла за об'ємом. Для цього розглянемо елементарний тетраедр (рис. 1), довжини ребер якого дорівнюють Δx_1 , Δx_2 та Δx_3 .

Через $\Delta S_1 = \Delta x_2 \Delta x_3$, $\Delta S_2 = \Delta x_1 \Delta x_3$, $\Delta S_3 = \Delta x_1 \Delta x_2$ позначимо площі граней тетраедра, які є перпендикулярними до базисних векторів просторової системи координат деформованого тіла, а через $\vec{\Delta S} = |\vec{\Delta S}| \vec{n}$ – вектор площі четвертої грані ABC. Окрім цього, припустимо, що вектор $\vec{n}$ орієнтовано на зовні, так що між $\vec{\Delta S}$ та ΔS_k існує зв'язок

$$|\vec{\Delta S}| \vec{n} = \Delta S_1 \vec{i}_1 + \Delta S_2 \vec{i}_2 + \Delta S_3 \vec{i}_3. \quad (13)$$

Тоді рівняння руху центра мас виділеного тетраедра масою Δm та об'ємом ΔV запишеться у вигляді

$$\Delta m \frac{d\vec{v}_c}{d\tau} = \vec{f} \Delta m + \vec{\sigma}_n \Delta S_n + \vec{\sigma}_{-1} \Delta S_1 + \vec{\sigma}_{-2} \Delta S_2 + \vec{\sigma}_{-3} \Delta S_3, \quad (14)$$

де $\vec{v}_c$ – швидкість руху центра мас тетраедра; $\vec{\sigma}_{-k} = -\vec{\sigma}_k$ – напруження на площадці з нормаллю $(-\vec{i}_k)$. Однак, $\Delta S_k = n_k \Delta S$, а $\Delta m = \rho \Delta V$, де n_k – проекція вектора $\vec{n}$ на k -ту координатну вісь. Звідси, підставивши ΔS_k та Δm у (14), отримаємо

$$\left(\rho \frac{d\vec{v}_c}{d\tau} - \rho \vec{f} \right) \Delta V = \left(\vec{\sigma}_n - \sum_{k=1}^3 n_k \vec{\sigma}_k \right) \Delta S. \quad (15)$$

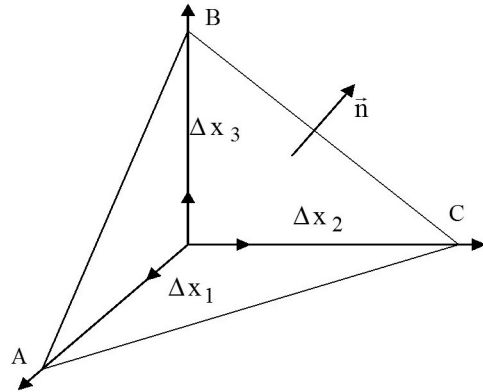


Рис. 1. Довільно орієнтований елемент поверхні у матеріалі

Розділивши отриманий результат на ΔS та здійснивши граничний перехід (спрямувавши ΔV до нуля), встановлюємо

$$\vec{\sigma}_n = \sum_{k=1}^3 n_k \vec{\sigma}_k. \quad (16)$$

Звідси, на основі теореми Гауса-Остроградського [7]

$$\oint_S \vec{\sigma}_n dS = \oint_S \sum_{k=1}^3 \vec{\sigma}_k n_k dS = \sum_{k=1}^3 \oint_S \vec{\sigma}_k dS_k = \sum_{k=1}^3 \int_V \frac{\partial \vec{\sigma}_k}{\partial x_k} dV, \quad (17)$$

Таким чином, з врахуванням (17), рівняння (12) можна подати у вигляді

$$\int_{V(\tau)} \rho \frac{d\vec{v}}{d\tau} dV(\tau) = \int_{V(\tau)} q(\vec{v}_{\text{вол}} - \vec{v})dV(\tau) + \int_{V(\tau)} \rho \vec{f} dV(\tau) + \sum_{k=1}^3 \int_V \frac{\partial \vec{\sigma}_k}{\partial x_k} dV. \quad (18)$$

або у локальній формі запису

$$\rho \frac{d\vec{v}}{d\tau} = q(\vec{v}_{\text{вол}} - \vec{v}) + \rho \vec{f} + \sum_{k=1}^3 \frac{\partial \vec{\sigma}_k}{\partial x_k}. \quad (19)$$

Аналіз отриманого рівняння руху засвідчує, що у випадку двокомпонентних суцільних середовищ особливості їх деформативності є залежними від різниці швидкостей переміщення кожної компоненти: швидкості руху речовини сухого матеріалу $\vec{v}$ та швидкості переміщення вологи $\vec{v}_{\text{вол}}$. Чим більшим є абсолютне значення різниці цих швидкостей, тим більше ці особливості себе виявляють. Виявлена закономірність – очевидна. Вона обґрунтовується залежністю густини потоку вологи від відносної швидкості її переміщення [5]

$$\vec{j}_{\text{вол}} = \rho_{\text{вол}} (\vec{v}_{\text{вол}} - \vec{v}), \quad (20)$$

Дійсно, із (20) витікає, що чим більшим є абсолютне значення векторної величини $\vec{v}_{\text{вол}} - \vec{v}$, тим більше значення густини потоку вологи. Але, з огляду на рівняння нерозривності потоку вологи [8], зростання абсолютних значень величини $\vec{j}_{\text{вол}}$ є однією з основних причин прискорення масообмінних процесів між матеріалом і навколишнім середовищем, що і необхідно було показати. Окрім цього, зазначимо, що величина $\vec{v}_{\text{вол}} - \vec{v}$ визначає не лише інтенсивність протікання цих процесів, але і напрям їхню спрямованість. Для $\vec{v}_{\text{вол}} - \vec{v} > 0$ масообмін відбуватиметься у напрямі "ма-

теріал – навколишнє середовище", а у випадку виконання умови $\vec{v}_{\text{гол}} - \vec{v} < 0$ – у напрямі "навколишнє середовище – висушуваний матеріал". Якщо $\vec{v}_{\text{гол}} - \vec{v} = \vec{0}$, то масообмін між матеріалом і навколишнім середовищем взагалі відсутній, а рівняння руху (19) у цьому частковому випадку зведеться до відомого рівняння руху для матеріалів сталої маси

$$\rho \frac{d\vec{v}}{d\tau} = \rho \vec{f} + \sum_{k=1}^3 \frac{\partial \vec{\sigma}_k}{\partial x_k}. \quad (21)$$

Для подальших перетворень (19) із (20) знайдемо відносну швидкість руху зв'язаної вологи $\vec{v}_{\text{гол}} - \vec{v}$ та підставимо отриманий результат у (19). Тоді матимемо

$$\rho \frac{d\vec{v}}{d\tau} = \frac{q}{\rho_{\text{гол}}} \vec{j}_{\text{гол}} + \rho \vec{f} + \sum_{k=1}^3 \frac{\partial \vec{\sigma}_k}{\partial x_k}. \quad (22)$$

Невідому величину q визначимо із (6). Для цього перетворимо праву частину цього співвідношення, скориставшись правилами диференціювання [9] та формулою зв'язку для елементарних об'ємів деформованого та недеформованого тіла [8]. Внаслідок цих перетворень отримаємо

$$\lim_{\Delta V \rightarrow 0} \frac{1}{\Delta V} \frac{d\rho \Delta V}{d\tau} = \frac{d\rho}{d\tau} + \rho \lim_{\Delta V \rightarrow 0} \frac{1}{J \Delta V(\tau_0)} \frac{dJ \Delta V(\tau_0)}{d\tau}. \quad (23)$$

Оскільки початковий об'єм матеріалу не залежить від часу деформування, тобто $\Delta V(\tau_0) = \text{const}$, то внісши $\frac{1}{\Delta V(\tau_0)}$ під знак похідної із (20), отримаємо

$$q = \frac{d\rho}{d\tau} + \frac{\rho}{J} \frac{dJ}{d\tau}, \quad (24)$$

або, з врахуванням результатів [8], отримаємо:

$$q = \frac{d\rho}{d\tau} + \rho \text{div} \vec{v} = -\text{div} \vec{j}_{\text{гол}}. \quad (25)$$

Отже, рівняння руху для гігроскопічних матеріалів змінної маси та об'єму у векторній формі запису має вигляд

$$\rho \frac{d\vec{v}}{d\tau} = -\frac{\text{div} \vec{j}_{\text{гол}}}{\rho_{\text{гол}}} \vec{j}_{\text{гол}} + \rho \vec{f} + \sum_{k=1}^3 \frac{\partial \vec{\sigma}_k}{\partial x_k}. \quad (26)$$

2. Закон збереження енергії: перший закон термодинаміки

Згідно із законом збереження енергії, першим принципом термодинаміки [5, 6], швидкість зміни густини повної енергії $E_{\text{повн}}$ матеріалу дорівнює сумі потужностей зовнішніх сил N і кількості тепла Q , отриманої тілом за одиницю часу:

$$\frac{d}{d\tau} E_{\text{повн}} = N + Q. \quad (27)$$

Повна енергія є адитивною функцією стану матеріалу. Її значення дорівнює алгебраїчній сумі значень кінетичної та внутрішньої енергій.

Кінетична енергія K матеріальної точки є прямопропорційною квадрату швидкості її руху. У випадку суцільних середовищ вона визначається за формулою [5]

$$K = \int_{V(\tau)} \frac{1}{2} \rho v^2 dV(\tau). \quad (28)$$

Внутрішня енергія E є функцією стану системи (матеріалу). У більшості випадків вона є адитивною величиною, тому можна припустити, що

$$E = \int_{V(\tau)} \rho e dV(\tau), \quad (29)$$

де e – питома внутрішня енергія (енергія, віднесена до одиниці маси).

Кількість теплоти Q , яку отримує (віддає) деревина в умовах гідротермічної обробки, визначається кондуктивним Q_1 та конвективним Q_2 складниками перенесення тепла, а також складником Q_3 , зумовленим фазовими перетвореннями вологи з рідкого у газоподібний стани [2].

Складник Q_1 можна описувати законом теплопровідності Фур'є, який у інтегральній формі запису має вигляд [2]

$$Q_1 = \oint_{S(\tau)} \lambda \text{grad} T d\vec{S}(\tau), \quad (30)$$

де λ – коефіцієнт теплопровідності деревини.

Конвективний складник Q_2 , зумовлений процесами вологоперенесення. За даними досліджень [2], він визначається за формулою

$$Q_2 = - \oint_{S(\tau)} h \vec{j}_{\text{гол}} d\vec{S}(\tau), \quad (31)$$

де h – питома ентальпія вологої деревини. Знак "-" у (31) вказує на те що в умовах гідротермічної обробки перенесення тепла у вигляді вологи здійснюється в напрямі матеріал–навколишнє середовище.

Складник Q_3 прямопропорційний швидкості зміни вологовмісту матеріалу. Він описується співвідношенням [2]

$$Q_3 = \int_{V(\tau)} \delta \rho \gamma \frac{\partial U}{\partial \tau} dV(\tau), \quad (32)$$

де δ – коефіцієнт фазового переходу для вологої деревини; γ – питома теплота випаровування (питома теплота фазового переходу вологи з рідкого у газоподібний стан).

Потужність зовнішніх сил N дорівнює сумі робіт, виконаних за одиницю часу поверхневими силами [9]

$$E_s = \oint_{S(\tau)} \vec{\sigma}_n \vec{v} dS(\tau), \quad (33)$$

об'ємними силами [5]

$$E_v = \int_{V(\tau)} \rho \vec{f} \vec{v} dV(\tau), \quad (34)$$

та реактивними силами

$$E_m = \int_{V(\tau)} \left\{ q(\vec{v}_{\text{гол}} \vec{v}) - \frac{1}{2} (\vec{v} \vec{v}) \right\} dV(\tau). \quad (35)$$

Формулу (35) виведено на основі рівняння динаміки матеріальної точки з масою $\rho \Delta V$

$$\vec{F}_m^{dV} = \rho \Delta V \frac{d\vec{v}}{d\tau}, \quad (36)$$

де символом $\vec{F}_m^{dV}$ позначено реактивний складник сил деформування матеріалу. Для обґрунтування цього твердження знайдемо елементарну роботу δA , виконану силою $\vec{F}_m^{dV}$. Для цього векторну величину $\vec{F}_m^{dV}$ скалярно помножимо на відповідне елементарне переміщення $d\vec{r}$. У результаті отримаємо

$$\delta A = \vec{F}_m^{dV} d\vec{r} = \rho \Delta V \frac{d\vec{v}}{d\tau} d\vec{r}. \quad (37)$$

Перетворимо це рівняння, скориставшись очевидними тотожностями та визначеннями:

- значення скалярного добутку $\frac{d\vec{v}}{d\tau} d\vec{r}$ тотожно дорівнює значенню скалярного добутку векторних величин $\frac{d\vec{r}}{d\tau}$ і $d\vec{v}$, тобто

$$\frac{d\vec{v}}{d\tau} d\vec{r} = \frac{d\vec{r}}{d\tau} d\vec{v}. \quad (38)$$

- похідна $d\vec{r}/d\tau$ є визначенням миттєвої швидкості руху матеріальної точки

$$\frac{d\vec{r}}{d\tau} = \vec{v}. \quad (39)$$

Тоді, (36) перепишеться у вигляді

$$\vec{F}_m^{dV} d\vec{r} = \rho \Delta V \vec{v} d\vec{v}. \quad (40)$$

Величина $\rho \Delta V \vec{v}$ характеризує імпульс матеріальної точки. Згідно з (9) вона є залежною від різниці швидкостей $\vec{v}$ і $\vec{v}_{\text{гол}}$, а її значення тотожно дорівнює значенню виразу $q(\vec{v}_{\text{гол}} - \vec{v}) \Delta V$, тому

$$\vec{F}_m^{dV} d\vec{r} = q(\vec{v}_{\text{гол}} - \vec{v}) d\vec{v}. \quad (41)$$

Скалярний добуток $(\vec{v}_{\text{гол}} - \vec{v}) d\vec{v}$ дорівнює нескінченно малій зміні різниці скалярних добутків $(\vec{v}_{\text{гол}} \vec{v})$ та $(\vec{v} \vec{v})/2$, тобто

$$(\vec{v}_{\text{гол}} - \vec{v}) d\vec{v} = d \left\{ (\vec{v}_{\text{гол}} \vec{v}) - \frac{1}{2} (\vec{v} \vec{v}) \right\}. \quad (42)$$

Звідси, підставивши (42) у (41), отримаємо

$$\delta A = \vec{F}_m^{dV} d\vec{r} = d \left(q(\vec{v}_{\text{гол}} \vec{v}) - \left(\frac{1}{2} q(\vec{v} \vec{v}) \right) \right). \quad (43)$$

Аналіз отриманої формули свідчить, що елементарна робота, яку виконують реактивні сили над матеріальною точкою змінної маси, не залежить від форми траєкторії її руху. Вона визначається значеннями скалярних добутків $(\vec{v}_{\text{гол}} \vec{v})$ і $(\vec{v} \vec{v})/2$ до та після виділення (поглинання) вологи матеріальною точкою. Тому, враховуючи, що до виділення вологи значення величин $\vec{v}_{\text{гол}}$ та $\vec{v}$ дорівнюють нулевим, робота $\vec{F}_m^{dV} d\vec{r}$, виконана за одиницю часу реактивними силами $\vec{F}_m^{dV}$, дорівнює значенню виразу $q(\vec{v}_{\text{гол}} \vec{v}) - q(\vec{v} \vec{v})/2$. Таким чином, потужність реактивних сил, віднесена до одиничного об'єму деформованого матеріалу, визначають за формулою (35), що і треба було довести.

Підставимо (28)-(35) у (27), тоді закон збереження енергії (27) для деформованої деревини зі змінним вологовмістом запишеться у вигляді

$$\begin{aligned} & \frac{d}{d\tau} \int_{V(\tau)} \left(\frac{1}{2} \rho v^2 + \rho e \right) dV(\tau) = \\ & = \int_{V(\tau)} \left(\rho \vec{f} \vec{v} + q(\vec{v}_{\text{гол}} \vec{v}) - \frac{\vec{v} \vec{v}}{2} + \delta \rho \gamma \frac{\partial U}{\partial \tau} \right) dV(\tau) + \\ & + \oint_{S(\tau)} (\vec{\sigma}_n \vec{v}) dS(\tau) + \oint_{S(\tau)} (\lambda \text{grad} T - \vec{h}_{\text{гол}}) dS(\tau). \end{aligned} \quad (44)$$

Подано отримане рівняння у локальній формі запису. Для цього перетворимо його обидві частини. У правій частині інтеграли по поверхні замінимо на інтеграли по об'єму:

$$\oint_{S(\tau)} (\lambda \text{grad} T + \vec{h}_{\text{гол}}) dS(\tau) = \int_V \text{div}(\lambda \text{grad} T - \vec{h}_{\text{гол}}) dV; \quad (45)$$

$$\oint_{S(\tau)} \vec{\sigma}_n \vec{v} dS(\tau) = \oint_S \sum_{k=1}^3 \vec{\sigma}_k \vec{v} n_k dS(\tau) = \oint_S \sum_{k=1}^3 \vec{\sigma}_k \vec{v} dS_k = \int_V \sum_{k=1}^3 \frac{\partial \vec{\sigma}_k \vec{v}}{\partial x_k} dV. \quad (46)$$

Для перетворення лівої частини рівняння (44) скористаємося співвідношенням [8]

$$\begin{aligned} & \frac{d}{d\tau} \int_V \rho(x_k, \tau) dV = \\ & = \int_{V(\tau)} \frac{\partial \rho(x_k, \tau)}{\partial \tau} dV + \int_{V(\tau)} \rho(x_k, \tau) \text{div} \vec{v} dV \end{aligned} \quad (47)$$

Замінімо у ньому скалярну величину $\rho(x_k, \tau)$ на підінтегральний вираз $\frac{1}{2} \rho v^2 + \rho e$, тоді матимемо

$$\begin{aligned} & \frac{d}{d\tau} \int_{V(\tau)} \rho \left(\frac{v^2}{2} + e \right) dV(\tau) = \\ & = \int_{V(\tau)} \left\{ \left(\frac{v^2}{2} + e \right) \left(\frac{\partial \rho}{\partial \tau} + \rho \text{div} \vec{v} \right) + \rho \frac{\partial e}{\partial \tau} + \rho \vec{v} \frac{\partial \vec{v}}{\partial \tau} \right\} dV(\tau) \end{aligned} \quad (48)$$

Підставимо (46)-(45) у (44), тоді, врахувавши формулу (25) отримаємо

$$\begin{aligned} & \left(\frac{v^2}{2} + e \right) q + \rho \frac{\partial e}{\partial \tau} + \rho \vec{v} \frac{\partial \vec{v}}{\partial \tau} + \frac{1}{2} q(\vec{v} \vec{v}) = q \vec{v}_{\text{гол}} \vec{v} + \\ & + \rho \vec{f} \vec{v} + \sum_{k=1}^3 \frac{\partial \vec{\sigma}_k \vec{v}}{\partial x_k} + \text{div}(\lambda \text{grad} T - \vec{h}_{\text{гол}}) + \delta \rho \gamma \frac{\partial U}{\partial \tau}. \end{aligned} \quad (49)$$

Звідси

$$\begin{aligned} & \rho \frac{\partial e}{\partial \tau} + qe + q \vec{v}(\vec{v} - \vec{v}_{\text{гол}}) + \rho \vec{v} \frac{\partial \vec{v}}{\partial \tau} = \rho \vec{f} \vec{v} + \\ & + \sum_{k=1}^3 \vec{v} \frac{\partial \vec{\sigma}_k}{\partial x_k} + \sum_{k=1}^3 \vec{\sigma}_k \frac{\partial \vec{v}}{\partial x_k} + \text{div}(\lambda \text{grad} T - \vec{h}_{\text{гол}}) + \delta \rho \gamma \frac{\partial U}{\partial \tau}. \end{aligned} \quad (50)$$

Перенесемо два перших доданки правої частини рівняння (50) у ліву частину та згрупуємо доданки з множником $\vec{v}$. У результаті отримаємо

$$\begin{aligned} & \rho \frac{\partial e}{\partial \tau} + qe + \vec{v} \left(\rho \frac{\partial \vec{v}}{\partial \tau} + q(\vec{v} - \vec{v}_{\text{гол}}) - \rho \vec{f} - \sum_{k=1}^3 \frac{\partial \vec{\sigma}_k}{\partial x_k} \right) = \\ & = \sum_{k=1}^3 \vec{\sigma}_k \frac{\partial \vec{v}}{\partial x_k} + \text{div}(\lambda \text{grad} T - \vec{h}_{\text{гол}}) + \delta \rho \gamma \frac{\partial U}{\partial \tau}. \end{aligned} \quad (51)$$

За другим законом динаміки руху суцільного (19), третій доданок лівої частини отриманої рівності дорівнює нулевим. Отже, закон збереження енергії (27) для деформованих матеріалів зі змінним вологовмістом у диференціальній формі запису має вигляд

$$\rho \frac{\partial e}{\partial \tau} + qe = \sum_{k=1}^3 \vec{\sigma}_k \frac{\partial \vec{v}}{\partial x_k} + \text{div}(\lambda \text{grad} T - \vec{h}_{\text{гол}}) + \delta \rho \gamma \frac{\partial U}{\partial \tau}. \quad (52)$$

Або, оскільки за визначенням [10]

$$\sum_{k=1}^3 \vec{\sigma}_k \frac{\partial \vec{v}}{\partial x_k} = \sum_{k=1}^3 \sum_{j=1}^3 \sigma_{kj} \frac{\partial v_j}{\partial x_k}, \quad (53)$$

то

$$\rho \frac{\partial e}{\partial \tau} + qe = \sum_{k=1}^3 \sum_{j=1}^3 \sigma_{kj} \frac{\partial v_j}{\partial x_k} + \text{div}(\lambda \text{grad} T - \vec{h}_{\text{гол}}) + \delta \rho \gamma \frac{\partial U}{\partial \tau}. \quad (54)$$

3. Виведення рівняння теплоперенесення для деформованих в умовах сталого тиску в'язкопружних матеріалів

В умовах конвективного вологовидалення зміна тиску агента сушіння є не значною [2]. Цей процес вважатимемо ізобарним. Зміна термодинамічного ста-

ну висушуваного матеріалу у цьому випадку визначається так званою функцією стану – ентальпією [2]. Тому для виведення рівняння теплоперенесення доцільно питому внутрішню енергію e у законі збереження енергії (54) виразити через питому ентальпію h . Для цього у (54) замінимо тензор напружень σ_{kj} на суму [11]

$$\sigma_{kj} = \sigma_{kj}^{np} + \sigma_{kj}^{\partial}, \quad (55)$$

де σ_{kj}^{np} і σ_{kj}^{∂} – пружний та дисипативний складники напружень σ_{kj} відповідно. Тоді, оскільки за даними роботи [11]

$$\frac{\partial \varepsilon_{jk}}{\partial \tau} = v_{jk} = \frac{\partial v_j}{\partial x_k} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial v_j}{\partial x_k} + \frac{\partial v_k}{\partial x_j} \right), \quad (56)$$

$$\rho \left(\frac{\partial e}{\partial \tau} - \frac{1}{\rho} \sum_{j=1}^3 \sum_{i=1}^3 \sigma_{ij}^{np} \frac{\partial \varepsilon_{ij}}{\partial \tau} \right) + qe =$$

то

$$= \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 \sigma_{ij}^{\partial} \frac{\partial \varepsilon_{ij}}{\partial \tau} + \text{div}(\lambda \text{grad} T - h \vec{j}_{\text{гол}}) + \delta \rho \gamma \frac{\partial U}{\partial \tau} \quad (57)$$

Але, за визначенням [12], другий множник першого доданка у лівій частині отриманого рівняння є визначенням швидкості зміни питомої ентальпії

$$h = e - \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 \frac{\sigma_{ij}^{np} \varepsilon_{ij}}{\rho}, \quad (58)$$

тому з врахуванням зазначеного

$$\rho \frac{\partial h}{\partial \tau} + qh + q \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 \frac{\sigma_{ij}^{np} \varepsilon_{ij}}{\rho} = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 \sigma_{ij}^{\partial} \frac{\partial \varepsilon_{ij}}{\partial \tau} +$$

$$+ \text{div}(\lambda \text{grad} T) - \text{div}(h \vec{j}_{\text{гол}}) + \delta \rho \gamma \frac{\partial U}{\partial \tau} \quad (59)$$

Для подальшого спрощення цього рівняння використаємо рівність

$$\text{div} h \vec{j}_{\text{гол}} = -qh + (\vec{j}_{\text{гол}} \text{grad} h), \quad (60)$$

яка є результатом підстановки співвідношення (25) у тотожність

$$\text{div} h \vec{j}_{\text{гол}} = h \text{div} \vec{j}_{\text{гол}} + (\vec{j}_{\text{гол}} \text{grad} h). \quad (61)$$

Тоді, з огляду на формули (60) та (24), рівняння (59) переписується у вигляді

$$\rho \frac{\partial h}{\partial \tau} + \frac{1}{\rho} \left(\frac{\partial \rho}{\partial \tau} + \frac{\rho}{J} \frac{\partial J}{\partial \tau} \right) \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 \sigma_{ij}^{np} \varepsilon_{ij} =$$

$$= \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 \sigma_{ij}^{\partial} \frac{\partial \varepsilon_{ij}}{\partial \tau} + \text{div}(\lambda \text{grad} T) - (\vec{j}_{\text{гол}} \text{grad} h) + \delta \rho \gamma \frac{\partial U}{\partial \tau}. \quad (62)$$

Значення другого доданка у лівій частині (59) дорівнює нулю. Дійсно, оскільки, за даними роботи [8], густина деформованого матеріалу є обернено пропорційна якобіану градієнтів руху з коефіцієнтом пропорційності, значення якого дорівнює густині $\rho_{н.м.}$ матеріалу у недеформованому стані ($J=1$), тобто

$$\rho = \frac{\rho_{н.м.}}{J}, \quad (63)$$

$$\text{то} \quad \frac{1}{\rho} \left(\frac{\partial \rho}{\partial \tau} + \frac{\rho}{J} \frac{\partial J}{\partial \tau} \right) = 0. \quad (64)$$

$$\text{Отже,} \quad \frac{1}{\rho} \left(\frac{\partial \rho}{\partial \tau} + \frac{\rho}{J} \frac{\partial J}{\partial \tau} \right) \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 \sigma_{ij}^{np} \varepsilon_{ij} = 0, \quad (65)$$

що і необхідно було показати.

Таким чином, математична модель закону збереження енергії (54) для висушуваних в умовах сталого тиску в'язкопружних матеріалів має вигляд

$$\rho \frac{\partial h}{\partial \tau} = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 \sigma_{ij}^{\partial} \frac{\partial \varepsilon_{ij}}{\partial \tau} + \text{div}(\lambda \text{grad} T) - (\vec{j}_{\text{гол}} \text{grad} h) + \delta \rho \gamma \frac{\partial U}{\partial \tau}. \quad (66)$$

Отриману модель покладемо в основу виведення рівняння теплоперенесення. Для його отримання виразимо величину h через термодинамічну температуру T . Для цього скористаємося результатами досліджень [2], автори яких встановили, що у випадку ізобарних процесів відношення приросту питомої ентальпії Δh до приросту абсолютної температури у граничному випадку ($\Delta T \rightarrow 0$) є сталою величиною. Це відношення є визначенням питомої теплоємності матеріалу (деєривини) за сталого тиску

$$\left(\frac{\partial h}{\partial T} \right)_{P=\text{const}} = C_p, \quad (67)$$

де C_p – питома теплоємність матеріалу за сталого тиску. Тому, оскільки

$$\frac{\partial h}{\partial \tau} = \frac{\partial h}{\partial T} \frac{\partial T}{\partial \tau}; \quad (68)$$

$$\text{grad} h = \frac{\partial h}{\partial T} \text{grad} T, \quad (69)$$

то на підставі зазначених формул (67)-(69) рівняння (66) запишеться у вигляді

$$\rho C_p \frac{\partial T}{\partial \tau} = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 \sigma_{ij}^{\partial} \frac{\partial \varepsilon_{ij}}{\partial \tau} + \text{div}(\lambda \text{grad} T) -$$

$$- C_p (\vec{j}_{\text{гол}} \text{grad} T) + \delta \rho \gamma \frac{\partial U}{\partial \tau} \quad (70)$$

Помножимо це рівняння на якобіан градієнтів руху точок суцільного середовища J . Як результат, з огляду на формулу (63), отримаємо математичну модель для визначення процесів перенесення тепла у деформованих в'язко-пружних матеріалах

$$\rho_{н.м.} C_p \frac{\partial T}{\partial \tau} = J \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 \sigma_{ij}^{\partial} \frac{\partial \varepsilon_{ij}}{\partial \tau} +$$

$$+ J \left(\text{div}(\lambda \text{grad} T) - C_p (\vec{j}_{\text{гол}} \text{grad} T) + \delta \rho \gamma \frac{\partial U}{\partial \tau} \right) \quad (71)$$

Проаналізуємо отриману модель. Для цього розглянемо часткові випадки.

Випадок 1. Якобіан градієнтів руху точок суцільного середовища дорівнює одиниці, а значення компонентів в'язкого складника σ_{ij}^{∂} тензора напружень σ_{ij} – нулеві. У цьому випадку з огляду на формулу (63), об'єм матеріалу є сталим, значення теплоємності C_p дорівнює значенню теплоємності C_v при сталому об'єму, а рівняння (71) зводиться до рівняння теплоперенесення А. В. Ликова

$$\rho_{н.м.} C_v \frac{\partial T}{\partial \tau} = \text{div}(\lambda \text{grad} T) - C_v (\vec{j}_{\text{гол}} \text{grad} T) + \delta \rho \gamma \frac{\partial U}{\partial \tau}. \quad (72)$$

Отже, модель А. В. Ликова описує закономірності перенесення тепла зазвичай у недеформованих та малостисливих абсолютно пружних твердих тілах. Вона є частковим випадком моделі (71), що є хорошим підтвердженням достовірності рівняння (71).

Випадок 2. Значення компонентів в'язкого складника σ_{ij}^{∂} тензора напружень σ_{ij} дорівнюють нулеві, а значення величини J є відмінними від одиниці. У

цьому випадку процеси теплоперенесення описуються рівняннями

$$\rho_{н.м.} C_p \frac{\partial T}{\partial \tau} = J \left(\operatorname{div}(\lambda \operatorname{grad} T) - C_p (\vec{j}_{вол} \operatorname{grad} T) + \delta \rho \gamma \frac{\partial U}{\partial \tau} \right). \quad (73)$$

Це рівняння, з одного боку, є частковим випадком моделі (71), а з іншого своєрідним узагальненням рівняння теплоперенесення А. В. Ликова. Порівняно із моделлю (72), воно ширше відображає основні чинники впливу на закономірності розвитку температурних полів у гігроскопічних пружних тілах зі змінним вологовмістом. Зокрема, з порівняльного аналізу рівнянь (72) та (73) витікає що швидкість зміни температури у висушуваних пиломатеріалах є залежною не лише від градієнтів температури та швидкості зміни вологи, але і від їх напружено-деформівного стану. Значення цієї величини для деформованих пружних матеріалів у J разів більше, ніж для недеформованих. Понад це, оскільки значення величини J є залежним від способу деформування, то швидкість протікання процесів теплоперенесення є залежною від характеру дії полів напружень. З огляду на формули (72) та (73), рівномірно-розподілені поля напружень усебічного розтягу ($J > 1$) пришвидшують розвиток цих процесів, а поля напружень усебічного стиску ($J < 1$) – сповільнюють. Виявлений вплив полів напружень на рух тепла у деформованих пружних матеріалах зі змінним вологовмістом є очевидним. Він обґрунтовується зміною площі контактної поверхні взаємодії елементарного об'єму матеріалу з навколишнім середовищем. Чим більше значення об'єму деформованого матеріалу, тим більшою є площа його поверхні, а чим більша ця площа, тим швидше нагрівається або охолоджується матеріал. Отже, модель (73) адекватно відображає реальні процеси теплоперенесення у деформованих пружних тілах зі змінним вологовмістом та однорідним напружено-деформівним станом.

Висновки

Проаналізовані випадки та їх фізична інтерпретація, а також аналіз робіт [1, 8] дають змогу зробити важливі для технології гідротермічної обробки деревини висновки:

1) одним із основних чинників впливу на процеси теплоперенесення у висушуваній деревині є розвиток пружних полів напружень в їх об'ємі;

2) вплив пружних полів напружень на процеси теплоперенесення у різних частинах об'єму висушуваного пиломатеріалу конвективним способом є різним. У поверхневих шарах матеріалу він пришвидшує протікання цих процесів, а у внутрішніх, навпаки, – сповільнює.

На завершення та для проведення подальших досліджень зазначимо, що у випадку деревини, висушуваної конвективним способом, не всі чинники, які визначають закономірності протікання процесів перенесення тепла, є значущими, зокрема, незначним є вплив складника $C_p (\vec{j}_{вол} \operatorname{grad} T)$. Для більшості порід дереви-

ни абсолютні значення цього складника у будь-який момент часу вологовидалення є меншими за всі інші складники на порядок [2]. У цьому випадку цим складником можна знехтувати.

Отже, рівняння теплоперенесення для деревини, висушуваної конвективним способом, має вигляд

$$\rho_{н.м.} C_p \frac{\partial T}{\partial \tau} \approx J \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 \sigma_{ij}^0 \frac{\partial \varepsilon_{ij}}{\partial \tau} + J \left(\operatorname{div}(\lambda \operatorname{grad} T) + \delta \rho \gamma \frac{\partial U}{\partial \tau} \right). \quad (74)$$

ЛІТЕРАТУРА

1. Соколовський Я.І. Деформативність деревини й деревностружкових плит зі змінними потенціалами тепломасоперенесення: Автореф. дис.... д-ра техн. наук: 05.05.07 – Машини та процеси лісівничого комплексу. – Львів, 2001. – 36 с.
2. Лыков А. В. Теория сушки. – М.: Энергия, 1968. – 472 с.
3. Поберейко Б. П. Ідентифікація напружено-деформівного стану деревини із змінним вологовмістом: Автореф. дис.... канд. тех. наук: 05.05.07 – Машини та процеси лісівничого комплексу. – 16 с.
4. Серговский П.С., Расев А.И. Гидротермическая обработка и консервирование древесины: Учеб. для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Лесн. пром-сть, 1987. – 360 с.
5. Петров Н., Бранков Й. Современные проблемы термодинамики. – М.: Мир, 1986. – 243 С.
6. Мултановский В. В. Курс теоретической физики. – М.: Просвещение, 1988. – 304 с.
7. Сеньків М.Т. Векторний і тензорний аналіз: Текст лекцій. – Львів: Ред.-вид. відділ Львів. ун-ту, 1990. – 146 с.
8. Поберейко Б. П., Соколовський Я.І. Дослідження процесів вологоперенесення всередині та на межі неруйнівної області деформування деревини // Науковий вісник НЛТУ України: зб. наук.-техн. праць. – Львів: НЛТУ України. – 2006. – Вип. 16.6. – С. 82-90.
9. Шкіль М. І. та ін. Вища математика: Підручник: У 3-ох кн.: Кн. І. Аналітична геометрія з елементами алгебри. Вступ до математичного аналізу. – К.: Либідь, 1994. – 280 с.
10. Седов Л. И. Механика сплошной среды, т. II. – М.: Наука, 1973. – 584 с.
11. Ландау Л.Д., Лифшиц Е. М. Теоретическая физика. В 10-ти т, т. VII. Теория упругости: Учеб. пос. – 4-е изд. – М.: Наука, 1987. – 248 с.

B. P. Pobereyko

RESEARCH OF HEAT TRANSFERENCE PROCESSES INSIDE AND ON BOARDER OF UNPESTRUCTIVE AREA OF WOOD DEFORMATION

The equalization of movement and heat transference for deformed wood with moisture as variable have been described. It is shown that the processes of heat transfer in saw timber under drying are dependent upon the fields of deformations. It is estimated that in the case of comprehensive compression the process of transferring heat into material is slowed. In case of comprehensive tension the processes are accelerated.

УДК 630.*36(100)

Б. В. БЛИК¹, М. М. БОРИС²

МОДЕЛЮВАННЯ РОЗГОНУ ТА АНАЛІЗ ПАЛИВНОЇ ЕКОНОМІЧНОСТІ КОЛІСНОГО ТРАКТОРА З ГІДРОПІДТИСКНИМИ МУФТАМИ У КОРОБЦІ ПЕРЕДАЧ

Подано висліди математичного моделювання розгону з місця та динамічних процесів у трансмісії колісного трельовального трактора. Отримано залежності тягово-швидкісних показників і паливної економічності від передатних чисел агрегатів трансмісії. Обґрунтовано раціональні значення передатних чисел роздавальної коробки та рейсового навантаження лісового трактора.

Тракторні трансмісії з фрикційними муфтами у ступінчастих коробках передач дають змогу перемикаати передачі під час розгону без зупинки, що сприяє збільшенню середньої швидкості, продуктивності та паливної економічності трактора. Механізми вмикання передач у коробках таких трансмісій обладнані фрикційними гідропідтискними муфтами, які забезпечують мінімально коротке розривання силового потоку та скорочення тривалості перемикаання передач до 0,3–0,8 с [2, 3]. Під час дослідження динамічних навантажень трансмісії лісового трактора Т-157 на кафедрі лісових машин і гідраліки НЛТУ України [1], перед нами постала проблема математичного описання процесу формування моменту на вихідному валі коробки з фрикційними муфтами.

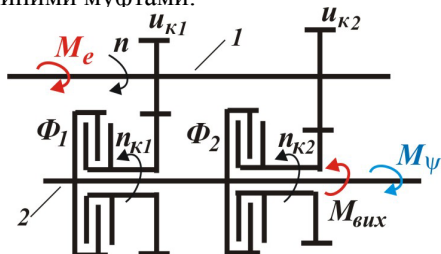


Рис. 1. Фрагмент кінематичної схеми коробки передач:

1, 2 – первинний і вторинний валів; Φ_1, Φ_2 і u_{k1}, u_{k2} – фрикціїони вмикання і передатні числа відповідно першої та другої передач; n – частота обертання первинного вала; n_{k1} і n_{k2} – частоти обертання вторинного вала, що відповідають передатним числам u_{k1} і u_{k2} ; M_e і M_{ψ} – зведені до вала двигуна крутні моменти відповідно на первинному і вторинному валах коробки передач; M_{ψ} – зведений момент опору рухові трактора

Для аналізу залежності моментів тертя фрикційнів гідропідтискних муфт та характеру зміни моменту на вихідному (вторинному) валі коробки розглянемо фрагмент кінематичної схеми коробки, що відповідає фрикціонам і шестірням першої та другої передач (рис. 1). Позначимо моменти тертя фрикційнів вмикання передач $M_{\Phi 1}$ і $M_{\Phi 2}$. Під час руху трактора на

першій передачі фрикціон Φ_1 увімкнений і його момент тертя є максимальним, тобто $M_{\Phi 1} = M_{\Phi 1 \max}$. Коли вмикають другу передачу, то, залежно від часу t (змінюється від 0 до $t_{\text{пер}}$), момент $M_{\Phi 1}$ зменшується, а момент тертя фрикціона $M_{\Phi 2}$ зростає за лінійним законом зі швидкістю dM_{Φ} , тобто

$$\begin{cases} M_{\Phi 1} = M_{\Phi 1 \max} - dM_{\Phi} \cdot t; \\ M_{\Phi 2} = dM_{\Phi} \cdot t. \end{cases} \quad (1)$$

Якщо момент фрикціона першої передачі $M_{\Phi 1}$ більший ніж $M_{\Phi 2}$, то буксують диски фрикціона Φ_2 , а вихідний вал коробки передач обертається з частотою n_{k1} . Тоді момент $M_{\Phi 1}$ затрачується на створення моменту $M_{\text{вих}}$ на вихідному валі та долаання тертя у фрикціоні Φ_2 , ведучі диски якого обертаються з частотою n_{k2} і гальмують вихідний вал. Тоді момент двигуна M_e передається на вихідний вал через шестірні першої передачі. Коли $M_{\Phi 1} < M_{\Phi 2}$, то почне буксувати фрикціон Φ_1 і момент двигуна передаватиметься шестірнями другої передачі. Зведений момент $M_{\text{вих}}$ дорівнюватиме моменту двигуна M_e за умови, що різниця моментів тертя фрикційнів перевищуватиме M_e . Тому зведений момент на вихідному валі коробки передач можна описати як функцію

$$M_{\text{вих}} = \begin{cases} M_e, & \text{якщо } (M_{\Phi} \neq 0) \wedge (M_{\Phi} > M_e); \\ M_{\Phi}, & \text{якщо } (M_{\Phi} \neq 0) \wedge (M_{\Phi} < M_e). \end{cases} \quad (2)$$

де $M_{\Phi} = M_{\Phi 1} - M_{\Phi 2}$.

Момент $M_{\text{вих}}$ змінюватиметься за залежністю, зображеною на рис. 2. Протягом близько 0,1 с момент на вихідному валі є меншим ніж момент двигуна – він спадає до нуля і знову зростає до M_e (прийнято, що $M_e = 200 \text{ Н} \cdot \text{м}$). Власне на вітці зростання $M_{\text{вих}}$ вмикається друга передача.

Для оцінки динамічних процесів під час розгону колісного трактора ми прийняли розрахункову модель трансмісії, зображену на рис. 3. Вона враховує пружні властивості та демпфування механічної трансмісії та наявність муфти зчеплення та коробки, вмикання передач якої здійснюється фрикційними гідропідтискними муфтами.

¹ Богдан Васильович БЛИК – член-кореспондент ЛАН України, кандидат технічних наук, професор, Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів. Тел.: +38(032) 233-96-69. E-mail: borysmm@ukr.net

² Микола Михайлович БОРИС – кандидат технічних наук, доцент, Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів. Тел.: +38(032) 233-96-69. E-mail: borysmm@ukr.net

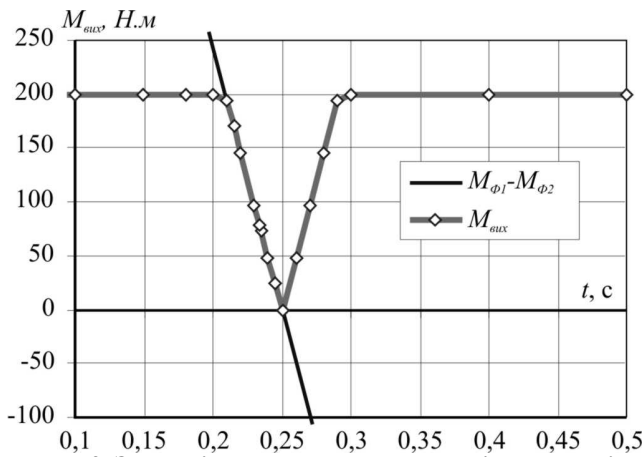


Рис. 2. Залежність моменту $M_{вих}$ на вихідному валі коробки під час перемикання передач (тривалість перемикання передач $t_{пер} = 0,5$ с)

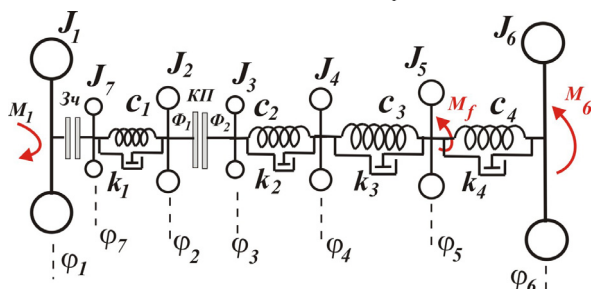


Рис. 3. Схема зведеної розрахункової моделі крутильних коливань трансмісії колісного трактора 4×4 з перемиканням передач гідропідтисковими муфтами

На схемі прийнято такі позначення: $J_1, J_2, J_3, J_4, J_5, J_6$ і J_7 – зведені моменти інерції обертових мас відповідно двигуна, коробки передач, роздавальної коробки, головних передач переднього та заднього ведучих мостів, колісних редукторів і коліс ведучих мостів, обертової маси, що моделює поступальну масу трактора та обертових мас зчеплення; c_1, c_2, c_3 і c_4 – коефіцієнти крутильної жорсткості валів коробки передач, карданних передач, півосей переднього та заднього ведучих мостів, шин ведучих коліс; k_1, k_2, k_3 і k_4 – коефіцієнти в'язкого опору коробки передач, карданних передач, головних передач, шин ведучих коліс; 3μ – дискова муфта зчеплення; Φ_1 і Φ_2 – фрикціїони вимикання попередньої та вмикання наступної передачі коробки; M_1, M_f і M_6 – крутний момент двигуна, сумарний момент опору коченню і момент опору рухові трактора.

Складаючи рівняння крутильних коливань трансмісії вказаного типу, треба виділити п'ять етапів розгону трактора з перемиканням передач на ходу:

1) вмикання зчеплення під час зрушення трактора з місця на першій передачі (маси J_1 і J_7 обертаються окремо);

2) розгін на першій передачі при увімкненому зчепленні (маси J_1 і J_7 обертаються разом);

3) вмикання другої передачі (та наступних) за допомогою вимикання фрикціїона Φ_1 і вмикання Φ_2 . Коли $M_{\Phi 1} > M_{\Phi 2}$ і буксує фрикціїон Φ_2 , а силовий потік передається парою шестерень першої передачі ($M_{вих} = var$, маси J_2 і J_3 обертаються окремо);

4) продовжує вмикатися фрикціїон Φ_2 і буксує фрикціїон Φ_1 , тому силовий потік передається парою шестерень наступної передачі ($M_{вих} = var$ ($M_{\Phi 1} < M_{\Phi 2}$), маси J_2 і J_3 обертаються окремо);

5) фрикціїон Φ_2 увімкнений повністю і відбувається розгін на увімкненій наступній передачі ($M_{вих} = M_e$, маси J_2 і J_3 обертаються разом).

Кожен з етапів розгону описується окремою системою диференціальних рівнянь і математичних співвідношень, залежно від кількості обертових мас розрахункової моделі та процесів, що тоді протікають. Для прикладу, наведемо систему рівнянь, які відповідають етапові 2, тобто початкові вмикання другої передачі (або наступних), коли буксують фрикціїони Φ_1 і Φ_2 :

$$\left. \begin{aligned} (J_1 + J_7) \ddot{\varphi}_1 + k_1 (\dot{\varphi}_1 - \dot{\varphi}_2) - c_1 (\varphi_1 - \varphi_2) &= M_1; \\ J_2 \ddot{\varphi}_2 + k_1 (\dot{\varphi}_1 - \dot{\varphi}_2) + c_1 (\varphi_1 - \varphi_2) &= M_{вих}; \\ J_3 \ddot{\varphi}_3 + k_2 (\dot{\varphi}_3 - \dot{\varphi}_4) + c_2 (\varphi_3 - \varphi_4) &= M_{вих}; \\ J_4 \ddot{\varphi}_4 + k_3 (\dot{\varphi}_4 - \dot{\varphi}_5) + c_3 (\varphi_4 - \varphi_5) - \\ - k_2 (\dot{\varphi}_3 - \dot{\varphi}_4) - c_2 (\varphi_3 - \varphi_4) &= 0; \\ J_5 \ddot{\varphi}_5 + k_4 (\dot{\varphi}_5 - \dot{\varphi}_6) + c_4 (\varphi_5 - \varphi_6) - \\ - k_3 (\dot{\varphi}_4 - \dot{\varphi}_5) - c_3 (\varphi_4 - \varphi_5) &= -M_f; \\ J_6 \ddot{\varphi}_6 - k_4 (\dot{\varphi}_5 - \dot{\varphi}_6) - c_4 (\varphi_5 - \varphi_6) &= -M_6; \\ \dot{\varphi}_7 &= \dot{\varphi}_1; \\ \dot{\varphi}_7 &= \dot{\varphi}_1. \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

На підставі отриманих систем рівнянь та низки допоміжних залежностей ми розробили алгоритм, який дав змогу створити у середовищі Delphi 6 комп'ютерну програму. У програмі передбачено процедури, які обчислюють зведені коефіцієнти жорсткості, в'язкого опору, зведені моменти інерції та значення інших допоміжних величин, а також процедури числового інтегрування цих рівнянь. Після виконаних розрахунків програма видає на дисплеї графіки зміни моментів, частот обертання вала двигуна і вихідного вала коробки передач, швидкості руху трактора та увімкнені передачі, а також числові значення досліджуваних величин.

За результатами розрахунку отримано залежності показників тягово-швидкісних властивостей і паливної економічності під час розгону трактора Т-157 від параметрів трансмісії (рис. 4).

Як видно із графіків, для трактора з вантажем при $u_{рк} < 3$ різко збільшується час розгону t_p і середня годинна витрата пального $G_{зод\ сер}$. Оскільки трактор Т-157 має три значення передатних чисел роздавальної коробки ($u_{ркл} = 4,832$; $u_{ркII} = 2,182$ і $u_{ркIII} = 0,892$), то доцільно передатне число другого діапазону змінити на $u_{ркII} = 3,1$. Це приведе до істотного зростання середньої швидкості трактора та поліпшить його паливну економічність.

Тривалість розгону для $u_{рк} = 3$ і середня годинна витрата пального значно менше залежать від рейсового навантаження m_Q , тому з позиції паливної економічності і динамічності бажано його збільшити до 7000 кг.

Розроблена математична модель дає змогу досліджувати вплив вагових і геометричних параметрів, потужності двигуна та передатних чисел трансмісії трактора з фрикційними муфтами перемикання передач на його динамічність, швидкісні властивості та паливну економічність.

Урахування пружних, дисипативних та інерційних властивостей трансмісії трактора максимально наближає теоретичні розрахунки до реальних. Це дає підставу стверджувати, що розроблена програма і от-

римані результати можуть бути використані на стадії проектування колісних тракторів.

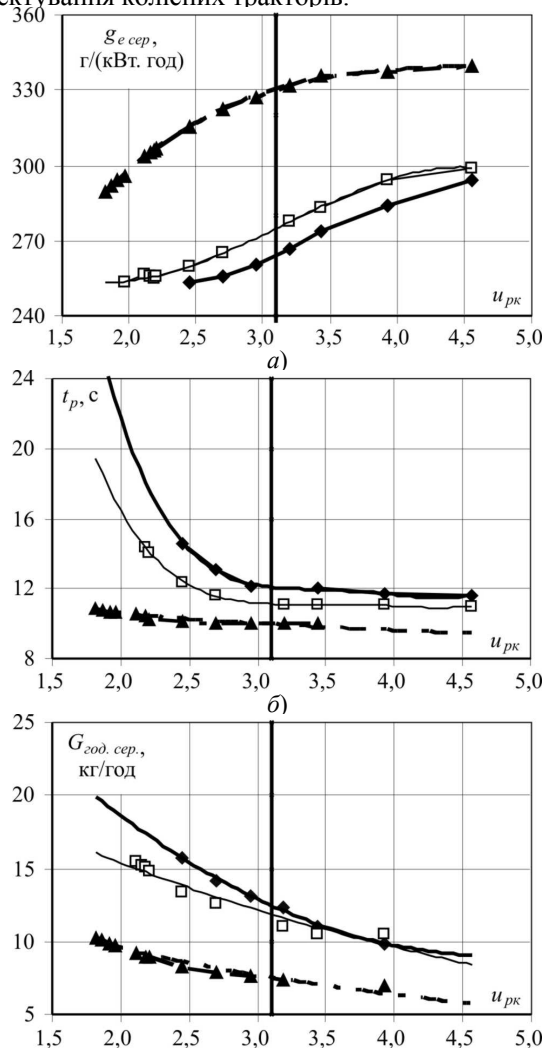


Рис. 4. Залежність часу t_p розгону з місця трактора до теоретично можливої швидкості руху на вищій четвертій передачі (а), середньої за час розгону годинної витрати пального $G_{\text{сод.сер}}$ (б) і середньої питомої витрати $g_{e\text{сер}}$ (в) від передатного числа роздавальної коробки u_{pk} та рейсового навантаження m_Q ($\blacktriangle$ – 0; $\square$ – 5200 кг; $\blacklozenge$ – 7000 кг)

ЛІТЕРАТУРА

1. Білик Б. В., Борис М. М., Кусий А. Г. Вплив передатних чисел на динамічні навантаження у трансмісії колісного лісового трактора // Науковий вісник НЛТУ України: зб. наук.-техн. праць. – Львів: НЛТУ України. – 2007. – Вип. 17.8. – С. 127-132.
2. Головчук А. Ф. Експлуатація та ремонт сільськогосподарської техніки: Підручник: У 3-х кн./ А. Ф. Головчук, В. Ф. Орлов, О. П. Строков; За ред. А. Ф. Головчука. – К.: Грамота, 2003. – Кн.1: Трактори. – 336 с.
3. Тракторы: Теория/ Под общ. ред. В. В. Гуськова. – М.: Машиностроение, 1988. – 376 с.

B. V. Bilyk, M. M. Borys

MODELLING THE ACCELERATION AND AN ANALYSIS OF FUEL EFFICIENCY OF WHEEL SKIDDING TRACTOR WITH HYDROPRESSING MUFFS IN THE DRIVE BOX

The results of mathematical modelling for the dispersal from the stand point and dynamic processes in the transmission of a wheel skidding tractor is presented. The dependences of trailing link and speed indication and fuel efficiency from variable gear ration was estimated. The rational significances of the variable gear ration of transmission and route work loading of a forestry tractor.

СТОРІНКИ ПАМ'ЯТІ

УДК 630*

О. М. ДАНИЛОВА¹, Г. Т. КРИНИЦЬКИЙ²

АНАТОЛІЙ ЙОСИПОВИЧ ШВИДЕНКО

Описано життєвий шлях та проаналізовано науковий доробок доктора сільськогосподарських наук, професора А.Й. Швиденка. Окреслено коло його наукових зацікавлень та висвітлено особистий внесок у лісівничу науку.

27 лютого 2005 р. на вісімдесят другому році життя обірвався земний шлях видатного українського вченого, лісівника, доктора сільськогосподарських наук, професора, Дійсного члена Лісівничої академії наук України Анатолія Йосиповича Швиденка.

Поважність, скромна величавість, доброзичлива і лагідна посмішка – це далеко не повний перелік тих позитивів, що асоціюються з іменем Анатолія Йосиповича Швиденка – корифея лісівничої справи на Буковині. Він пройшов складний і тернистий шлях боротьби за кращу долю свого народу та збереження лісів – зелених легень планети.

Анатолій Йосипович народився 25 березня 1924 р. у с. Нова Гребля на Київщині (тепер Жашківський район Черкаської області). Батько – Йосип Сергійович усе життя вчителював, завідував початковою школою, навчав дітей 1-4 класів рідної мови, арифметиці, природознавству, а особливо – красномислу у різних школах Уманського повіту. Мати – Євдокія Антонівна домогосподарка. У сім'ї, окрім Анатолія Йосиповича, було ще восьмеро дітей, тому весь тягар домашнього господарства і виховання дітей лягав на її плечі.

Перші шкільні роки Анатолія Йосиповича припали на важкі роки голодомору, а саме – на 1932 р. У початковій школі на хуторі Червона зірка він провчився чотири роки, 5-6-й класи закінчив в Уманській Першій зразковій середній школі ім. Пушкіна, проживаючи у

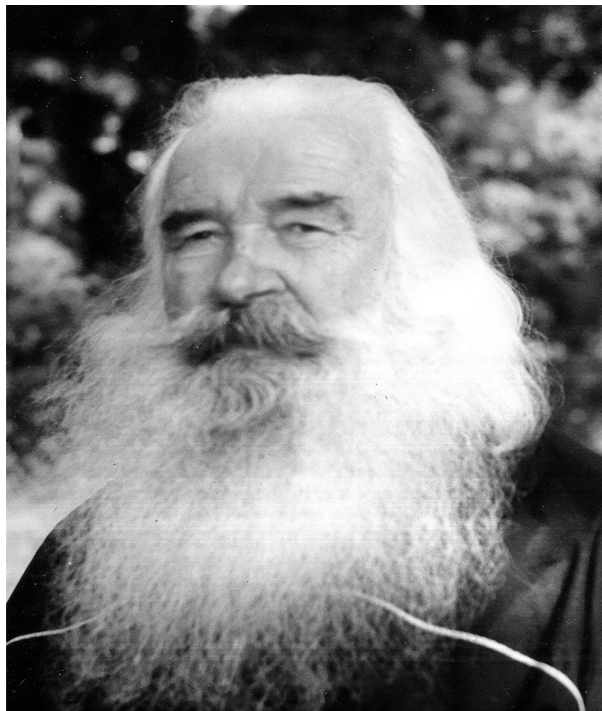
близьких родичів. А завершував неповну середню освіту (7-й клас) у семирічній школі рідного села Нова Гребля, до якого від хутора щоденно доводилось долати по 6 км в один бік.

Покоління Анатолія Йосиповича дорослішало

швидко, і тому, щоб не обтяжувати батьків, у 1939 р. він вступив до Чугуєво-Бабчанського лісного технікуму, що на Харківщині. Так закінчилось його степове дитинство і розпочалась лісова дорослість.

Після початку війни і наближення ворога до Харкова технікум було евакуйовано до м. Бузулук Оренбурзької області, де навесні 1942 р. Анатолій і закінчив навчання. Після розподілу кілька місяців пропрацював в одному з лісництв Уфимського республіканського управління лісоохорони та лісонасаджень Башкирії.

Досягнувши призовного віку, 20 серпня 1942 р. отримав повістку і потрапив до евакуйованого Севастопольського училища зенітної артилерії. Після завершення військової підготовки у званні лейтенанта прибув на Центральний фронт у діючу 13-ту армію. Службу розпочав командиром взводу 975 артполку, а 15 травня 1943 р. дев'ятнадцятирічного юнака призначили командиром кулеметної роти. 5 липня 1943 р. розпочалась чи не найбільша і найкривавіша битва Другої світової війни на Курській дузі, в якій кулеметна рота Анатолія Швиденка протягом місяця билась з ворогом не на життя, а на смерть.



¹ Ольга Миколаївна ДАНИЛОВА – доцент, кандидат сільськогосподарських наук, Чернівецький державний університет. Україна, м. Чернівці.

² Григорій Томкович КРИНИЦЬКИЙ – дійсний член ЛАН України, доктор біологічних наук, професор, Заслужений діяч науки і техніки України, Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів. Тел.: +38067-340-70-48. E-mail: lanu@forest.lviv.ua

Після здобуття Орла і Севська до листопада з боями пройшов усю Україну за "маршрутом" Рильськ – Путивль – Конотоп – Мена – Березна – Чернігів – форсування Дніпра й битва за Київ – Народичі – Коростень – Новоград-Волинський. Із січня 1944 р. продовження наступу: Здолбунів – Рівне – Дубно – Броди – Радивилів – Рава-Руська – Яворів – форсування Вісли і важкі бої на Сандомирському плацдармі, за які нагороджений орденом Червоного Прапора. Захищаючи плацдарм, Анатолій Йосипович був важко поранений і з контузією два місяці пролежав у госпіталі. Після одужання у грудні 1944 р. доля закинула його у 60-ту армію, яка визволяла Краків, Освенцім, Ратибор, Опаву. Кінець війни застав його у Празі у званні бойового капітана окремої кулеметної роти.

Окрім ордену Червоного Прапора, Анатолій Йосипович був нагороджений орденами Червоної зірки, Великої Вітчизняної війни, бойовими медалями "За звільнення Праги" "За перемогу у Великій Вітчизняній війні", 16-ма іншими медалями, пам'ятними ювілейними нагородами та відзнаками.

Демобілізувавшись у квітні 1946 р., А.Й. Швиденко повернувся додому – до селища Маньківка, куди зселили усіх хуторян, а оскільки відчував потяг до лісівничої науки, невдовзі вступив до Київського лісогосподарського інституту. Після закінчення навчання у 1950 р. 26-річний молодий спеціаліст за розподілом потрапив до Балтського лісгоспу на Одещині. Тут він зустрів свою долю – майбутню дружину Раїсу Михайлівну, з якою й одружився 22 жовтня 1950 р. Наприкінці 1951 р. перевівся на посаду старшого лісничого до Чернівецького лісгоспу. Обдарований фахівець добре проявив себе у роботі, тому наприкінці 1953 р., всупереч бажанню, директивною обкомом компартії його було призначено директором Вижицького лісгоспу. Там він пропрацював до червня 1954 р. і з власної ініціативи повернувся на попередню посаду. В обкомі партії це розцінили як надмірну скромність, а тому через місяць 30-річного А.Й. Швиденка призначили начальником обласного управління лісів. На цій посаді він пропрацював до 1959 р.

Паралельно Анатолій Йосипович розпочав наукову діяльність. У 1958 р. з'явилась його перша наукова публікація. У цьому ж році він вступає до стаціонарної аспірантури Українського науково-дослідного інституту лісового господарства та агролісомеліорації у Харкові. Однак через втручання недоброзичливців з партійних органів Чернівецької області розпочати навчання в ній (за "антипартійну поведінку") так і не зміг.

Тривалий час Анатолій Йосипович вагався, перш ніж зробити вибір між адміністративною і науковою діяльністю, аж поки у 1959 р. під час реорганізації системи лісового господарства не перейшов працювати до Чернівецького державного університету, де став науковим співробітником. Проте влада не відпускала фахівця, і з жовтня 1959 р. його призначають директором Чудейського лісгоспу. Через три місяці А.Й. Швиденко повертається до новоутвореного тресту "Чернівціліс" на посаду старшого інженера відділу лісового господарства, де пропрацював до 1962 р.. Всі ці роки, незважаючи на неодноразові погрози, він наполегливо виступав проти тотальних суцільних рубань у Карпатах.

У 1962 р. Анатолій Йосипович вдруге вступив до аспірантури Українського науково-дослідного інституту лісового господарства у Харкові, але вже на заоч-

не відділення, і продовжив роботу над кандидатською дисертацією. Того ж року Анатолій Йосипович за власним бажанням залишає трест і переходить на кафедру фізичної географії Чернівецького держуніверситету, де бере активну участь у розробленні методики і виконанні лісотипологічних та ґрунтових досліджень у Хотинському держлісгоспі. Дослідження такого типу були новачками і надалі стали класичними.

У січні 1967 р. А.Й. Швиденко успішно захистив кандидатську дисертацію "Ялицеві ліси Буковини та їх відновлення" і невдовзі очолив Буковинський опорний пункт Карпатської філії УкрНДІ лісового господарства та агролісомеліорації.

У 1969 р. професор М.М. Горшенін запропонував Анатолію Йосиповичу стати доцентом Львівського лісотехнічного інституту. Тут він викладав до 1981 р. і розпочав роботу над докторською дисертацією. З 1981 до 1986 рр. А.Й. Швиденко працює у Білоцерківському сільськогосподарському інституті на посаді доцента кафедри землеробства.

Друге повернення до Львівського ЛТІ на запрошення ректорату відбулось у 1986 р. Тут він обійняв посади доцента (чверть ставки) і водночас старшого наукового співробітника, заступника директора природного заповідника "Розточчя", що у Яворівському районі Львівщини. А.Й. Швиденко був одним з тих, хто рішуче і безкомпромісно виступив проти незаконних рубань у заповіднику. Непоступливість бунтівного доцента далазнаки: скориставшись ситуаційною нагодою, за місяць до захисту докторської дисертації "Біоекологічні основи відновлення ялицевих лісів Карпат", його у 1989 р. відправляють на пенсію. Незважаючи на це, дисертацію він захистив вчасно й успішно.

У 1991 р. Анатолія Йосиповича запрошують працювати до Чернівецького державного університету на кафедру економічної географії. Саме тут він отримав давно заслужене вчене звання професора, активізував наукову роботу, взяв активну участь у створенні нової для факультету спеціальності "Менеджмент природоохоронної діяльності".

З 1999 р. професор Швиденко викладає ще й на кафедрі "Екологія та право" Чернівецького факультету національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут", є членом Державних експертних комісій із захисту бакалаврських і дипломних робіт. Для студентів кафедри він читає лекції з основних дисциплін лісівничо-екологічного циклу – лісівництва, дендрології, охорони та збереження лісових екосистем, екологічного лісівництва.

Анатолій Йосипович був людиною надзвичайної працьовитості. Його робочий день міг тривати по 20 годин на добу. При цьому він вдало поєднував навчальну, наукову, організаційну та громадську роботи. Моральне задоволення від праці із ним отримували завжди працьовиті співробітники, і непереливки було тим, хто лінувався і хитрував.

Анатолій Йосипович – теоретик і практик лісівництва, корифей сучасної лісівничої науки, а його наукові та методичні видання з лісівництва, лісознавства, лісової екології, лісового природокористування, лісової пірології є невичерпною криницею знань для прийдешніх поколінь. Його вірними супутниками завжди були творчі ідеї, які він вдало реалізовував у житті, надихаючи ними аспірантів, студентів, товаришів.

Спектр наукових інтересів Анатолія Йосиповича був різноманітним. Він приклався до впровадження у практику ведення лісового господарства принципів лісової типології. В його наукових працях багато уваги приділено організації лісового господарства на лісотипологічній основі. Професор Швиденко постійно наголошував, що для раціонального використання типів лісу лісівник має досконало знати біоекологію деревних видів, значення лісових ресурсів для людини. Ці ідеї він розвивав у таких наукових публікаціях, як "Сприяння природному поновленню лісу" (2003), "Географія типів лісу України" (2003), "Сучасна лісівничо-екологічна типологія" (2000), "Лісівничо-екологічна типологія – наукова основа підвищення продуктивності лісів" (2000). Анатолій Йосипович на основі аналізу й узагальнень типологічних досліджень Б.Ф. Остапенка, З.Ю. Герушинського та інших колег створив карту макрокомплексів типів лісу України.

Один із наукових напрямів його досліджень – вивчення природи лісів Карпат (особливо, Буковини, де Анатолій Йосипович працював тривалий час у структурах лісового господарства), Поділля. Він детально вивчав природу ялиці, бука, горіхів чорного і грецького, сосен Веймута і кримської, ясена, береки тощо. Найбільше його цікавили ялицеві та букові ліси. Він доповнив вчення про біоекологічні особливості згаданих деревних видів, особливості їх відновлення та обґрунтував доцільність впровадження у виробництво результатів своїх досліджень. Він – автор понад 50-ти монографічних видань, серед яких монографії "Культура бука в Чернівецькій області" (1964 р.), "Ялиця біла на Буковині" (1967 р.), "Горіх волосський в карпатських лісах" (1970 р.), "Культура горіха чорного" (1978 р.), "Формування яворових лісостанів" (1998 р.), "Берека в лісах України" (2000), "Сосна Веймутова у Східній Європі" та численних статей.

Висновки цих досліджень, зокрема методи насіннево-лісосічних рубань у яличниках, методи відновлення ялиці білої на вузьких лісосіках, доглядові рубання в насадженнях горіха чорного, культивування бука, горіха чорного, ялиці, береки, явора втілені у практику ведення лісового господарства України.

Творчим, науковим доробком Анатолія Йосиповича є методики моніторингу життєвості лісотвірних видів (1986), моніторингу деревної продуктивності лісостанів (2004), розрахунку лісосіки доглядових рубань (1968), методи вирощування ялицевих лісостанів. Вони здобули визнання у наукових колах як методологічна основа прикладних досліджень.

Розроблена Анатолієм Йосиповичем методика моніторингу лісотвірних видів дає змогу на основі регулярних спостережень відстежувати стан лісостанів різних лісотвірних порід за динамікою, стійкістю, структурою, генезисом і, як наслідок, своєчасно реагувати на регрес лісорослинних видів, протидіяти йому. Організація такого моніторингу спрямована на поліпшення ведення лісового господарства і забезпечення раціонального використання лісових ресурсів.

Запропонована А.Й. Швиденком методика моніторингу деревної продуктивності лісостанів є одним із заходів реального підвищення продуктивності українських лісів. На думку А.Й. Швиденка, саме постійне стеження за динамікою кількісних і якісних показників лісового фонду лісництва, безперервний контроль за їх ходом є запорукою своєчасних рішень, спрямованих на підвищення продуктивності. Аналіз продуктив-

ності дає змогу виявити успіхи, досягнення, екологічні й економічні прорахунки та помилки у лісгосподарській діяльності, своєчасно усунути їх.

Анатолій Йосипович був активним проповідником багатогалузевого комплексного господарювання на лісовій ниві. Він детально обґрунтував концепцію лісового природокористування, опрацював та теоретично доповнив сутність і складники лісового природокористування, наголошуючи, що в умовах загострення екологічної кризи в лісодефіцитній Україні кожен клаптик лісових земель повинен використовуватися з якомога більшою еколого-економічною віддачею. Цій проблемі присвячені такі його праці, як "Лісокористування в Україні", (2002), "Недеревні ресурси лісу" (2002), "Складові лісового природокористування" (1997), "Щодо концепції лісового природокористування" (1996).

Анатолій Йосипович – автор і співавтор понад 130 наукових і навчально-методичних праць, серед яких 20 підручників і навчальних посібників: "Лесоводство" (1977), "Лесная пирология" (1981), "Лесоводство и лесомелиорация" (1989), "Екологічні основи природокористування" (1995), "Лісівництво" (1995), "Методи формування лісостанів" (1996), "Дерева і чагарники України" (1999), "Лісознавство" (2001), "Лісівництво" (2004), "Дендрологія" (2003), "Ліси та лісівництво в Україні" (2002), "Атмосферне середовище Землі" (2002), "Лісокористування в Україні" (2002), "Недеревні ресурси лісу" (2002), "Рубання і поновлення лісу – синоніми" (2002), "Лісова дендрологія", "Сонячна радіація в атмосфері і на земній поверхні" (2003), "Сприяння природному поновленню" (2003), "Волога біосфери" (2003) та ін. Анатолій Йосипович – автор історико-лісівничого нариса "Лицарі українського лісу" (2003), в якому наведено інформацію про вагомий внесок в лісгосподарську справу всіх, вартих цього почесного звання, Лісівників України.

Його підручники з лісівництва, лісової пірології, лісознавства і лісомеліорації отримали світове визнання і високо оцінені в Росії, Чехії, Словаччині, Польщі, Швеції. Вони написані не тільки на основі великої кількості літературних джерел, а, насамперед, на основі власного виробничого та наукового досвіду.

Анатолій Йосипович був шанованою у наукових колах людиною, – членом спеціалізованих учених рад із захисту дисертацій у Національному аграрному університеті, Українському державному лісотехнічному університеті, Чернівецькому національному університеті імені Юрія Федьковича. До його слухних порад завжди дослуховувалися аспіранти, здобувачі, докторанти.

27 лютого 2005 р. серцевий напад обірвав життя Анатолія Йосиповича – Лісівника за покликанням, Науковця і Фахівця високого гатунку. Хай земля йому буде пухом.

O. M. Danylova, G. T. Krynyckij

**ANATOLIY YOSYPOVYCH
SHVYDENKO**

A vital way is described and scientific reserve of doctor of agricultural sciences, professor A.Y. is analysed. Shvidenko. Outlined near him the scientific personal interests and the personal payment is reflected in lisivnichu science.

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 і резюме) 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; 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, науковий ступінь та вчене звання, 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 редактора "Word" з використанням шрифту 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 алфавітом, 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 символічних 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 символічних 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

Науковий збірник
Лісівничої академії наук України

"Наукові праці"
Випуск 5
2007 р.

Науковий редактор: *д-р біол. наук П. Р. Третяк*

Комп'ютерне макетування: *канд. техн. наук Ю. І. Грицюк*

Дизайн обкладинки: *У.Б. Келеман*

Здано у видавництво 25.03.2008. Підписано до друку 28.03.2008.
Формат 60 × 84/8. Папір офсетний. Друк різнограф.
Умовн. друк. арк. 17,91. Обл.-вид. арк. 18,15. Наклад 300 прим.
Зам. №

Видавництво Національного університету "Львівська політехніка"
Реєстраційне свідоцтво серії ДК № 751 від 27.12.2001 р.

Поліграфічний центр
Видавництва Національного університету "Львівська політехніка"
Вул. Ф. Колесси, 2, Львів, 79000