

**Національний лісотехнічний університет України
Лісівнича академія наук України**



НАУКОВІ ПРАЦІ

ЛІСІВНИЧОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ

Збірник наукових праць

Випуск 6

Започатковано у 2001 р.

**Львів
РВВ НЛТУ України
2008**

Наукові праці Лісівничої академії наук України : збірник наукових праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2008. – Вип. 6. – 204 с.

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

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

Рекомендовано до друку Вченою радою НЛТУ України та Президією ЛАН України (протокол №7 від 27.11.2008 р.).

Редакційна колегія:

професор Михайло Голубець,	д-р біол. наук;
професор Михайло Гордієнко,	д-р біол. наук;
професор Григорій Криницький,	д-р біол. наук (заступник голови редакційної колегії);
професор Степан Стойко,	д-р біол. наук;
професор Володимир Заїка,	д-р біол. наук;
професор Платон Третяк,	д-р біол. наук;
професор Ярослав Коваль,	д-р екон. наук;
професор Володимир Поляков,	д-р екон. наук;
професор Григорій Шевченко,	д-р екон. наук;
професор Ігор Синякевич,	д-р екон. наук (заступник голови редакційної колегії);
професор Юрій Туниця,	д-р екон. наук (голова редакційної колегії);
професор Євген Мішенін,	д-р екон. наук;
професор Володимир Гойчук,	д-р с.-г. наук;
професор Микола Гузь,	д-р с.-г. наук;
ст. наук. співроб. Андрій Малиновський,	д-р с.-г. наук;
професор Юрій Дебринюк,	д-р с.-г. наук;
професор Володимир Кучерявий,	д-р с.-г. наук;
професор Віктор Ткач,	д-р с.-г. наук;
професор Павло Бехта,	д-р техн. наук;
професор Нестор Библюк,	д-р техн. наук;
професор Володимир Голубець,	д-р техн. наук;
професор Микола Кірик,	д-р техн. наук (заступник голови редакційної колегії);
професор Георгій Іноземцев,	д-р техн. наук;
професор Ярослав Соколовський,	д-р техн. наук.

Науковий редактор: *Юрій ДЕБРИНЮК*

Літературний редактор: *Володимир ДУДОК*

Технічне забезпечення видання: *Юрій ГРИЦЮК*

Відповідальний секретар: *Богдана ДЕБРИНЮК*

Адреса редакційно-видавничого відділу:

Національний лісотехнічний університет України

вул. Генерала Чупринки, 103/54

м. Львів, Україна, 79057

Тел.: +38067-944-11-15, E-mail: nauk.visnyk@gmail.com

www.lanu.lviv.ua

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	7
НАУКОВІ ЗДОБУТКИ.....	9
<i>С. М. Стойко, О. І. Шаблій, І. П. Ковальчук, Л. І. Коній</i> ДВОТОМНА УКРАЇНСЬКА ЕНЦИКЛОПЕДІЯ ЛІСІВНИЦТВА.....	9
<i>В. М. Максимів, І. Р. Кенс</i> СЛОВО ПРО ВЧИТЕЛЯ.....	13
АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ СЬОГОДЕННЯ.....	14
<i>В. І. Парпан, В. С. Олійник</i> ПАВОДКОРЕГУЛЮВАЛЬНЕ ЗНАЧЕННЯ ГІРСЬКИХ ЛІСІВ КАРПАТ ТА ШЛЯХИ ЇХ ОПТИМІЗАЦІЇ.....	14
<i>О. І. Фурдичко</i> КОНЦЕПЦІЯ УПРАВЛІННЯ АГРОЛАНДШАФТАМИ ЯК ОСНОВА СТАБІЛЬНОГО РОЗВИТКУ АГРОСФЕРИ.....	19
<i>В. Л. Коржов</i> ЗНАЧЕННЯ БІОМАСИ ДЕРЕВ У ПРОЦЕСІ ОПТИМІЗАЦІЇ ЕНЕРГЕТИЧНОГО БАЛАНСУ УКРАЇНИ.....	23
<i>В. Г. Кияк, В. М. Білонога, А. К. Малиновський</i> ПОШИРЕННЯ І ПОПУЛЯЦІЙНА СТРУКТУРА РІДКІСНИХ ВИДІВ РОСЛИН МІЖНАРОДНИХ ЧЕРВОНИХ СПИСКІВ В УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТАХ.....	29
<i>І. А. Дубовіч</i> ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ТА ПРАКТИЧНІ ЗАСАДИ ГЛОБАЛЬНОЇ ЕКОЛОГІЗАЦІЇ ЕКОНОМІКИ	36
<i>В. І. Блонська, Г. Р. Кісь</i> МЕТОДОЛОГІЯ УПРАВЛІННЯ ЕКОНОМІЧНОЮ ЕФЕКТИВНІСТЮ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТОРГОВЕЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА.....	42
<i>О. А. Кійко</i> ПРОГНОЗУВАННЯ РОЗВИТКУ ГАЛУЗЕЙ ЛІСОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ УКРАЇНИ	49
<i>Я. В. Коваль</i> КАТАСТРОФІЧНІ ПАВОДКИ В КАРПАТАХ І НАПРЯМКИ ЗАПОБІГАННЯ ЇМ.....	53
КАТАСТРОФІЧНІ ПОВЕНІ В КАРПАТСЬКОМУ РЕГІОНІ: ПРИЧИНИ ВИНИКНЕННЯ І ЗАХОДИ ЩОДО ЇХ ПОПЕРЕДЖЕННЯ	57
УХВАЛА РОЗШИРЕНОГО ЗАСІДАННЯ ПРЕЗИДІЇ ЛІСІВНИЧОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ З ПИТАННЯ "ВОДОРЕГУЛЯТИВНА РОЛЬ ЛІСІВ КАРПАТ І КАТАСТРОФІЧНІ ПОВЕНІ"	60
ВІДТВОРЕННЯ ТА ПОКРАЩЕННЯ ЛІСОВИХ РЕСУРСІВ.....	62
<i>І. Ф. Калущкий</i> ЛІСОВІ БЮЦЕНОЗИ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ, ПРОБЛЕМИ ЇХ ЗБЕРЕЖЕННЯ ТА СТАЛОГО РОЗВИТКУ	62
<i>В. П. Рябчук, Л. С. Осадчук</i> ЛІСІВНИЧІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ СМОЛОПРОДУКТИВНОСТІ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ.....	69
<i>Ю. М. Дебринюк</i> ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ГРУПУВАННЯ ДЕРЕВ ДУБА ЗВИЧАЙНОГО ЗА РОСТОМ, ЯКІСТЮ ТА ЖИТТЄВИМ СТАНОМ У ОДНОВІКОВИХ ШТУЧНИХ ЛІСОВИХ НАСАДЖЕННЯХ	73
<i>М. М. Гузь, Р. М. Гречаник</i> ПОЛІМОРФІЗМ ТА СЕЛЕКЦІЯ ГОРІХА ГРЕЦЬКОГО.....	83

<i>В. О. Крамарець, Г. Т. Криницький</i> ПРИРОДНЕ ПОНОВЛЕННЯ В ЯЛИНОВИХ ЛІСОСТАНАХ ЗАПОВІДНОГО УРОЧИЩА "МАКІВКА"	87
<i>В. Г. Мазепа, Ю. С. Веремчук</i> РЕПРОДУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ СОСНОВИХ НАСАДЖЕНЬ МАЛОГО ПОЛІССЯ В УМОВАХ ХРОНІЧНОГО ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРИ	91
<i>М. І. Сорока</i> ХВОЙНІ ТА ЗМІШАНІ ЛІСИ (КЛАС VACCINIO-PICEETEA BR.-BL. 1939) ТА ПЕРЕДУМОВИ ЇХ ПРИРОДНОГО ФОРМУВАННЯ НА РОЗТОЧЧІ.....	94
<i>А. А. Строчинський, В. В. Миронюк</i> МЕТОДИЧНЕ ТА НОРМАТИВНО-ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ ОБЛІКУ ДЕРЕВНОГО ЗАПАСУ ЗЕЛЕНИХ НАСАДЖЕНЬ В УМОВАХ МІСЬКОЇ ЗАБУДОВИ.....	102
<i>Я. Д. Фучило</i> ПЛАНТАЦІЙНЕ ЛІСОВИРОЩУВАННЯ В УКРАЇНІ: ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ	107
<i>В. П. Шлапак, С. С. Пукас</i> SOFORA JAPONICA L. У ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ ТА СТЕПУ УКРАЇНИ	111
ЕКОЛОГІЯ ДОВКІЛЛЯ ТА РАЦІОНАЛЬНЕ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ.....	117
<i>Н. І. Библюк, І. П. Ковальчук, О. С. Мачуга</i> НЕБЕЗПЕЧНІ СТИХІЙНІ ЯВИЩА В КАРПАТАХ: ПРИЧИНИ ВИНИКНЕННЯ ТА ШЛЯХИ ЇХ МІНІМІЗАЦІЇ.....	117
<i>В. П. Краснов</i> РАДІОЕКОЛОГІЯ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ З ЛІСОЗНАВСТВА ТА ЛІСІВНИЦТВА	134
<i>П. С. Гнатів</i> ДИНАМІКА БІОТИЧНОГО РІЗНОМАНІТТЯ ТА СУЧАСНІ ЗАГРОЗИ ДОВКІЛЛЮ: УКРАЇНА І СВІТОВИЙ ДОСВІД.....	140
<i>Л. І. Максимів, М. Е. Матвеев, Р. В. Кошля</i> АНАЛІЗ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ПРОДУКЦІЇ ЯК ІНСТРУМЕНТ ЕКОЛОГІЧНОГО АУДИТУ СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТУ ДОВКІЛЛЯ ДЕРЕВООБРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ.....	145
<i>А. Ф. Поляков, Ю. В. Плугатарь, А. Г. Рудь</i> ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ ГОРНЫХ ЛЕСОВ КРЫМА	161
<i>І. П. Соловій</i> ЕКОНОМІЧНІ ІНСТРУМЕНТИ ЛІСОВОЇ ПОЛІТИКИ, ОРІЄНТОВАНОЇ НА ДОСЯГНЕННЯ СТАЛОСТІ ЛІСОВОГО ГОСПОДАРСТВА: СИСТЕМАТИЗАЦІЯ ТА ОЦІНКА	168
НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ГАЛУЗІ	174
<i>П. А. Бехта, Г. Є. Біць</i> МОДИФІКУВАННЯ ФЕНОЛОФОРМАЛЬДЕГІДНИХ СМОЛ АЛЮМОМІСТКИМИ РЕЧОВИНАМИ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ФАНЕРИ	174
<i>Б. В. Білик</i> ВПЛИВ ПООДИНОКИХ НЕРІВНОСТЕЙ ДОРОГИ НА ДИНАМІЧНІ НАВАНТАЖЕННЯ ТРАНСМІСІЇ ЛІСОВОЗНОГО АВТОМОБІЛЯ.....	178
<i>Ю. І. Грицюк</i> КОМБІНАТОРНІ МЕТОДИ ГЕНЕРУВАННЯ ДОПУСТИМИХ КАРТ РОЗКРОЮ ПЛИТНИХ ДЕРЕВНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ЗАГОТОВКИ	182
<i>О. І. Думанський, Ю. М. Дебринюк</i> ДИФЕРЕНЦІЙНІ МОДЕЛІ У ЗАДАЧАХ ЛІСОВОГО ГОСПОДАРСТВА	191
<i>М. П. Мартинців, І. В. Бичинюк, Б. В. Сологуб</i> ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ НЕСНИХ КАНАТІВ ПІДВІСНИХ БАГАТОПРОГІННИХ ЛІСОТРАНСПОРТНИХ УСТАНОВОК.....	197
СТОРІНКИ ПАМ'ЯТІ	201
Дмитро Лук'янович ДУДЮК (12.06.1934–15.03.2008)	201
ДО УВАГИ АВТОРІВ	203

CONTENTS

FOREWORD	7
SCIENTIFIC ACHIEVEMENTS	8
<i>S. M. Stoyko, O.I. Shablii, I. P. Koval'chuk, L. I. Kopiy</i> THE UKRAINIAN FORESTRY ENCYCLOPEDIA IN TWO VOLUMES	8
<i>V. M. Maksymiv, I. R. Kens</i> THE WORD ABOUT TEACHER	11
ACTUAL PROBLEMS OF CONTEMPORANEITY	12
<i>V. I. Parpan, V. S. Olijnyk</i> ROLE OF THE MOUNTAIN FORESTS IN THE FLOODS' ADJUSTMENT AND MEANS FOR ITS OPTIMIZATION	12
<i>O. I. Furdychko</i> A CONCEPT OF AGRO-LANDSCAPE MANAGEMENT AS A BASIS OF THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF AGRICULTURE	16
<i>V. L. Korzhov</i> THE ROLE OF WOODEN BIOMASS FOR THE ENERGY BALANCE OPTIMIZATION IN UKRAINE	20
<i>V. H. Kyiak, V. M. Bilonoha, A. K. Malynovsky</i> DISTRIBUTION AND POPULATION STRUCTURE OF RARE PLANT OF THE INTERNATIONAL RED LISTS IN UKRAINIAN CARPATHIANS	25
<i>I. A. Dubovych</i> THEORETICAL, METODOLOGICAL AND PRACTICAL PRINCIPLES OF THE GLOBAL ECONOMY DEVELOPMENT	31
<i>V. I. Blonska, G. R. Kis'</i> METHODOLOGY OF ECONOMIC EFFICIENCY MANAGEMENT FOR COMMERCIAL ENTERPRISE FUNCTIONING	36
<i>O. A. Kiyko</i> PROGNOSIS OF DEVELOPMENT OF SOME SUBINDUSTRIES OF FOREST SECTOR OF UKRAINE	43
<i>Ya. V. Koval</i> CATASTROPHIC FLOODS IN CARPATHIANS AND DIRECTIONS OF THEIR PREVENTION.....	47
CATASTROPHIC FLOODS IN THE CARPATHIAN REGION: CAUSES AND MEASURES TOWARDS PREVENTION.....	51
RESOLUTION OF THE MEETING (WITH EXTENDED PUBLIC PARTICIPATION) OF PRESIDIUM OF THE ACADEMY OF FORESTRY SCIENCES OF UKRAINE.....	53
REPRODUCTION AND IMPROVEMENT OF FOREST RESOURCES	55
<i>I. F. Kalutsky</i> THE FOREST BIOCEANOSIS OF THE UKRAINIAN CARPATHIAN MOUNTAINS, THE PROBLEMS OF THEIR CONSERVATION AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT	55
<i>V. P. Ryabchuk, L. S. Osadchuk</i> SILVICULTURAL AND TECHNOLOGICAL METHODS FOR THE PINE-TREE RESIN PRODUCTIVITY INCREASING.....	61
<i>Yu. M. Debrynyuk</i> THEORETICAL AND METHODOLOGICAL BASES OF OAK TREES GROUPING AFTER GROWTH, QUALITY AND VITALITY OF FOREST PLANTATIONS	65
<i>M. M. Guz, R. M. Hrethanyk</i> SELECTION AND VARIETY OF EUROPEAN WALNUT FORMS (WALNUT PERSIAN, WALNUT TURKISH).....	74

V. O. Kramarets, G. T. Krynyckij	
NATURAL FOREST REGENERATION IN SPRUCE STANDS OF THE PROTECTED NATURAL AREA "MAKIVKA"	78
V. G. Mazepa, Yu. S. Veremchuk	
THE REPRODUCTIVE PECULIARITIES OF SMALL POLISSYA PINE STANDS GROWING IN THE STRONG AIR POLLUTION CONDITIONS.....	82
M. I. Soroka	
CONIFEROUS AND MIXED-CONIFEROUS FORESTS (CLASS OF VACCINIO-PICEETEA BR.-BL. 1939) AND PRE-CONDITIONS FOR THEIR NATURAL FORMING IN ROZTOCHIA	85
A. A. Storchynskij, V. V. Myroniuk	
METHODOLOGICAL SUPPORT AND NORMATIVE-REFERENCE DATA FOR TREE STANDING VOLUME ASSESSMENT IN URBAN AREA	92
Ya. D. Fuchylo	
THE FOREST PLANTATIONS IN UKRAINE: PERSPECTIVES OF DEVELOPMENT.....	97
V. P. Shlapak, S. S. Pukas	
SOPHORA JAPONICA L. IN RIGHT-BANK FOREST-STEPPE AND STEPPE ECO-ZONES OF UKRAINE.....	100
ECOLOGY OF ENVIRONMENT AND RATIONAL MANAGEMENT.....	105
N. I. Byblyuk, I. P. Kovalchuk, O. S. Machuga	
DANGEROUS NATURAL DISASTERS IN THE CARPATHIANS: THE REASONS AND THE WAYS OF THEIR MINIMIZATION.....	105
V. P. Krasnov	
RADIOECOLOGY OF FOREST ECOSYSTEMS IN THE KNOWLEDGE SYSTEM OF FOREST SCIENCE AND PRACTICAL FORESTRY FIELD	120
P. S. Hnativ	
DYNAMICS OF BIODIVERSITY AND ACTUAL THREATS TO THE ENVIRONMENT: UKRAINE AND WORLD EXPERIENCE.....	125
L. I. Maksimiv, M. E. Matveev, R. V. Koshla	
ANALYSIS OF LIFE CYCLE OF PRODUCTS AS INSTRUMENT OF ECOLOGICAL AUDIT OF SYSTEMS OF ECOLOGICAL MANAGEMENT OF WOODWORKING ENTERPRISES..	129
A. F. Polyakov, Yu. V. Plugatar', A. G. Rud'	
ECOLOGICAL ROLE OF THE MOUNTAINOUS FORESTS OF CRIMEA.....	143
I. P. Soloviy	
ECONOMIC INSTRUMENTS OF THE FOREST POLICY TOWARDS SUSTAINABLE FORESTRY: SYSTEMATIZATION AND EVALUATION	149
NEW TECHNOLOGIES OF BRANCH	155
P. A. Bekhta, G. Ye. Bits	
MODIFICATION OF PHENOL-FORMALDEHYDE RESINS BY ALUMINIUM CONTAINING COMPOUNDS.....	155
B. V. Bilyk	
INFLUENCING OF SINGLE INEQUALITIES OF ROAD ON DYNAMIC LOADING OF TRANSMISSION OF TIMBER TRANSPORTING TRACK	159
Yu. I. Grycyuk	
THE COMBINATORY METHODS OF GENERATING OF POSSIBLE MAPS CUTTING OUT PLATEN WOODEN MATERIALS ON PURVEYANCES.....	162
O. I. Dumanskyj, Yu. M. Debrynuik	
DIFFERENTIAL MODELS IN PROBLEMS OF FORESTRY	170
M. P. Martynciv, I. V. Bychynyuk, B. V. Solohub	
CHARACTERISTICS OF WORK FOR BEARING CABLES OF MULTYSECTION TIMBER TRANSPORTING CABLEWAYS.....	175
PAGES OF MEMORY.....	178
DMYTRO LUKYANOVYCH DUDYUK (12.06.1934–15.03.2008)	178
TO ATENTION OF AUTHORS	179

ПЕРЕДМОВА

Ліс – національне, стратегічне багатство країни. Це твердження вже стало аксіомою і сумніву не викликає. Його значення важко переоцінити. Ліс дійсно має величезне екологічне, економічне і соціальне значення. Для більшості з нас ліс, у першу чергу, виступає як джерело деревини. Парадоксально, але чим швидше розвивається наука і техніка, чим інтенсивніше проходить прогрес, тим ширше використовується людиною деревина і її похідні. За теперішнього часу з деревини отримують близько 20 тисяч різних матеріалів і виробів.

Але не тільки деревиною цінні ліси. Вони, як прямо, так і опосередковано, виступають надійним джерелом харчування всезростаючої кількості людей. Різні види лісових плодів, горіхів, ягід, грибів, а також соки лісових дерев, м'ясо і хутро диких тварин, мед диких бджіл, риба з лісових озер і річок та виробів з них широко використовується в раціоні населення. Одночасно ліси виступають кормовою базою свійських тварин, середовищем заготівлі технічної і лікарської сировини. За даними науковців, у лісі нараховується близько 12 тисяч видів лікарських трав.

Важко переоцінити також рекреаційне, санітарно-гігієнічне, курортно-бальнеологічне значення лісів. Навіть двотижневий відпочинок у лісовій місцевості значно (до 1,5 раза) підвищує продуктивність праці.

Ліси – важливий компонент біосфери. Вони мають величезне, до цього часу по-справжньому не оцінене середовищевісне значення: кліматорегульовальне, гідрологічне, ґрунтозахисне, атмосферостабілізаційне та інше. Ліси виступають джерелом кисню, значною мірою регулюють кисневовуглецевий баланс повітря, збагачують його фітонцидами і позитивними іонами. Ліси скріплюють схили, зупиняють перенесення сипучих пісків, оберігають ріки від обміління, зупиняють ерозію ґрунтів, снігові лавини, селеві потоки, ослаблюють наводнення і повені, рятує поля від засух.

Значення лісу в житті людей на планеті настільки велике, що питання його збереження, раціонального використання, збільшення лісистості завжди були в центрі уваги не тільки лісівників, але і широкої громадськості. Слід зауважити, що в Україні найбільш резонансним питанням є рубка лісу. Рубати чи не рубати? Іноді навіть так гостро і прямо ставиться питання. Особливо воно загострюється у період дії стихійних руйнівних явищ: повеней, сходження снігових лавин, вітровалів, буреломів, каменепадів, сповзання з великих схилів значних ділянок ґрунту тощо.

Звичайно, рубати треба. І не тільки тому що країні, населенню, кожній людині потрібна деревина і вироби з неї. Проводити рубки потрібно і з метою вирощування високопродуктивних, біологічно стійких, якісних за складом та структурою деревостанів, і з метою оздоровлення деревостанів, і з

метою збереження охорони та раціонального використання цінного генофонду окремих популяцій деревних порід та заміни похідних деревостанів на корінні. Більше того, професійно проведені рубки не погіршують, а покращують санітарно-гігієнічне, водорегульовальне, ґрунтозахисне, кліматорегульовальне, рекреаційне значення лісових масивів. Зокрема, старі перестиглі деревостани, які знаходяться у стадії розладнання і поступового відмирання, різко знижують своє середовищевісне значення.

Однак проводити лісозаготівлі потрібно так, щоб не знижувати рівень виконання лісом екологічних і соціальних функцій. Особливо це важливо для гірських районів, де саме ліси виступають основою підтримання екологічного балансу у природі.

Загалом тенденції розвитку екологічної ситуації на планеті, винятково важлива загальносуспільне значення лісів у розвитку економіки, захисті природного життєвого середовища, оздоровленні населення, проходженні глобальних змін клімату на Землі та реалізації принципу сталого розвитку зумовлюють необхідність ведення лісового господарства на екологічних засадах.

Водночас такий підхід до лісогосподарювання вимагає здійснення низки важливих економічних, соціальних і правових заходів, зміни стратегії користування лісом. В Україні необхідно розробити нову модель лісового господарства і лісокористування, яка б об'єднувала економічні, соціальні й екологічні цілі господарювання. У ній слід передбачити збільшення лісистості території, підвищення біологічної стійкості і продуктивності насаджень, збалансування вікової структури лісів, уточнення віку рубок головного користування згідно з принципами господарювання за цільовими програмами, ефективне використання лісостанів, виключених з головного користування, збільшення обсягів заготівлі деревини з одночасним збереженням захисних функцій лісів, раціональне використання деревини та регулювання її експорту в інші країни на ринкових засадах.

Викладеним вище актуальним питанням збереження і раціонального використання лісу як чинника екологічної стабільності та високої економічної і соціальної значимості і присвячується шостий випуск "Наукових праць" Лісівничої академії наук України та Національного лісотехнічного університету України.

Григорій КРИНИЦЬКИЙ¹ – заступник
голови редакційної колегії,
Перший віце-президент ЛАН України,
д-р біол. наук, професор

¹ 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

НАУКОВІ ЗДОБУТКИ

УДК 630*

С. М. СТОЙКО¹, О. І. ШАБЛИЙ², І. П. КОВАЛЬЧУК³, Л. І. КОПІЙ⁴

ДВОТОМНА УКРАЇНСЬКА ЕНЦИКЛОПЕДІЯ ЛІСІВНИЦТВА⁵

Висвітлено історію та концептуальні засади фундаментальної Української енциклопедії лісівництва, яка є першим вітчизняним фаховим універсальним виданням. Матеріали енциклопедії ґрунтуються на сучасних досягненнях лісівничої, екологічної та географічної наук і надають читачеві широку та всебічну інформацію про неоціненне значення лісу в житті людини, про його водоохоронно-захисні, санітарно-гігієнічні та гідро-кліматичні функції, про раціональне використання й охорону природних ресурсів (лісових, земельних і водних), кількісні та якісні характеристики лісового фонду України. У виданні узагальнено результати теоретичних і прикладних лісівничих, екологічних і географічних досліджень у нашій державі, які відображають багатство і різноманіття природи, сучасний рівень антропогенного впливу на неї і напрями раціонального природокористування.

У 2007 році побачив світ другий – завершальний том фундаментальної Української енциклопедії лісівництва (УЕЛ)⁴, яка є першим вітчизняним фаховим універсальним виданням. Вона містить близько 3 тис. термінологічних статей, кольорові та чорно-білі текстові ілюстрації, мапи, схеми, таблиці. Концепція видання ґрунтується на сучасних досягненнях лісівничої, екологічної та географічної наук і надає читачеві широку та всебічну інформацію про неоціненне значення лісу в житті людини, про його водоохоронно-захисні, санітарно-гігієнічні та гідро-кліматичні функції, про раціональне використання й охорону природних ресурсів (лісових, земельних і водних), кількісні та якісні характеристики лісового фонду України.

В енциклопедії викладено біологічні основи росту і формування лісів, засадничі постулати лісознавства та лісівництва, раціонального використання та відновлення лісостанів, особливості головних лісоутворювальних порід. Висвітлено проблемні питання лісівництва, лісової типології, таксації та лісовпорядкування, генетики і селекції, лісового насінництва, вирощування лісових культур, захисного лісовирощування, механізації лісгосподарських і лісозаготівельних робіт, економіки й організації

лісового господарства. Особливу увагу приділено питанням охорони природи, раціонального природокористування, лісівничо-екологічній характеристиці цінних лісових масивів, заповідників, заказників, пам'яток природи, лікарських рослин.

Окремі статті присвячено лісівничому та лісоекологічному вихованню молоді, прищепленню любові до рідної природи, національної культури, Української держави. Узагальнено результати теоретичних і прикладних лісівничих, екологічних і географічних досліджень у нашій державі, які відображають багатство і різноманіття природи, сучасний рівень антропогенного впливу на неї і напрями раціонального природокористування.

Двотомна УЕЛ є фундаментальною працею, в якій творчо використано 50-річні наукові напрацювання головного редактора УЕЛ академіка, лауреата Державної премії України в галузі науки і техніки, лауреата міжнародної премії IUFRO, професора С. Генсірука, які опубліковано у його 30 монографіях та 500 наукових статтях. У енциклопедичних статтях:

1) обґрунтовано наукові засади комплексного лісгосподарського районування як фундаменту

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 **Олег Іванович ШАБЛИЙ** – дійсний член Екологічної академії наук України, доктор географічних наук, професор, завідувач кафедри економічної і соціальної географії Львівського національного університету імені Івана Франка. Україна, м. Львів. Тел.: (380-322)-70-74-30. E-mail: ecoinst@instecoc.cscd.lviv.ua

³ **Іван Платонович КОВАЛЬЧУК** – дійсний член Екологічної академії наук України, доктор географічних наук, професор, завідувач кафедри конструктивної географії і картографії Львівського національного університету імені Івана Франка. Україна, м. Львів. Тел.: (380-322)-70-74-30. E-mail: ecoinst@instecoc.cscd.lviv.ua

⁴ **Леонід Іванович КОПІЙ** – дійсний член ЛАН України, доктор сільськогосподарських наук, професор, Національний лісотехнічний університету України. Україна, м. Львів. Тел.: + 38(067) 750-34-66. E-mail: kop.l@maik.ru

⁵ Українська енциклопедія лісівництва. У двох томах / за ред. засл. діяча науки і техніки України, дійсного члена НТШ, проф. С. А. Генсірука. – Львів, 1999. – Т. 1. – 464 с.; 2007. – Т. 2. – 470 с.

- забезпечення раціонального ведення лісового господарства, охорони та відтворення лісів;
- 2) простежено тенденції змін лісистості території від доісторичних часів до сьогодення; ці дані становлять великий інтерес як наукова база для забезпечення лісовідновлювальних робіт з урахуванням ландшафтно-географічних умов;
- 3) описано закономірності лісовідновлювальних процесів у дубових, букових і смерекових лісах Українських Карпат як основи розширеного відтворення гірських лісів;
- 4) визначено параметри екологічно оптимальної лісистості усіх регіонів України;
- 5) обґрунтовано комплекс заходів, спрямованих на оптимізацію лісочористування, забезпечення природного відновлення головних порід дерев та вирощування біологічно стійких і високопродуктивних лісів;
- 6) створено наукові засади лісомеліорації агроландшафтів, формування єдиної системи (екомережі) природоохоронних територій.

Численні монографії С. Генсірука та підготовлені ним до УЕЛ 800 основних статей і 110 біографічних нарисів про видатних науковців-лісівників можуть слугувати науково-методичним підґрунтям розвитку лісознавства, лісівництва, регіонального природокористування, конструктивної географії та геоекології і використовуватися викладачами та студентами лісівничого, географічного, біологічного й екологічного профілю як навчальні посібники. Загальні лісівничі питання (300 назв) підготували провідні науковці спеціальних кафедр. Питання екології, охорони природи, рослинного світу (200 статей) підготували відомі науковці зі Львова, Києва, Харкова.



УЕЛ, перший том якої (1222 статті) вийшов у світ 1999 р., високо оцінила наукова громадськість України, зокрема академіки Б. Патон, В. Панасюк, О. Романів, А. Шпак, Д. Гродзинський, І. Дзюба та ін.

Другий том УЕЛ, опублікований 2008 р. містить 1220 статей (термінів), 650 кольорових і чорно-білих текстових ілюстрацій, 20 карт і схем, а також 60 таблиці.

Головну науково-редакційну функцію в роботі над виданням УЕЛ ще у 1990 р. взяла на себе Лабораторія проблем природокористування Національного лісотехнічного університету України, а в ній – науковий керівник, доктор сільськогосподарських наук, професор С. Генсірук. Будучи головним редактором, він віддав справі видання УЕЛ 16 років напруженої, самовідданої і безоплатної праці. Саме його зусиллями забезпечено високий науковий рівень УЕЛ. С. Генсірук сформував концепцію і підготував реєстр термінів енциклопедії, а також весь картографічний матеріал за лісорослинними умовами та фотографії об'єктів лісів (60), кольорові текстові ілюстрації, мапи і картосхеми (20), таблиці (50); зумів залучити до роботи над нею провідних фахівців лісівничої науки і практики України.

Після смерті старшого редактора Т. Кляцького 1996 р. професор С. Генсірук власноруч редагував статті першого тому, а з 1999 по 2006 рр. – другого тому УЕЛ. Він став фундатором, головою і головним редактором редакційної колегії й майже все навантаження щодо підготовки рукопису цієї об'ємної праці взяв на себе. До роботи над другим томом УЕЛ С. Генсірука надихало і те, що у серпні 2000 р. Міжнародна спілка лісових науково-дослідних організацій світу (IUFRO) за десять фундаментальних монографій нагородила його Золотою медаллю і Дипломом лауреата IUFRO, визнавши цим самим його досягнення в царині лісівничих та екологічних наук не лише в Україні, але й у світі.

Редакційна колегія висловила глибоку подяку головному редактору С. Генсіруку за його сумлінну багаторічну працю з написання великої кількості основних статей та патріотичну відданість справі збереження українських лісів від нищення їх тоталітарним режимом. Одночасно редакційна колегія висловила подяку колективу авторів за їх сумлінну працю при написанні статей до двотомної УЕЛ.

УЕЛ має стати настільною книгою працівників лісового господарства, науковців, викладачів і студентів вищих освітніх закладів та широкого читачького загалу. Вагомість цієї оригінальної енциклопедії для збереження екологічного, лісоресурсного та економічного потенціалу України є незаперечною. Варто сподіватися, що УЕЛ слугуватиме відродженню лісів, підвищенню їх продуктивності та біологічної стійкості, оптимізації лісочористування та охорони довкілля, прислужиться екологічному вихованню і збагаченню знань, збільшенню лісистості України хоча б до 20 %, поглибленню самосвідомості сучасного та прийдешніх поколінь українців.

На жаль, державні чиновники ані приватні підприємства не виділили на видання енциклопедії жодної гривні. Оскільки не було жодних джерел фінансування УЕЛ, професор С. Генсірук половину поліграфічних витрат покрити своїми преміями – Державною премією України в галузі науки і техніки та Міжнародною премією IUFRO. Потім він, як головний редактор енциклопедії, звернувся з

проханням до всіх обласних управлінь лісового господарства України хоча б викупили I і II томи УЕЛ.

Тож перший том УЕЛ було викуплено ще 1999 р. Найбільшу допомогу у цьому надавали лісівники Львівської області. На підтримку видання УЕЛ англійський Інститут Макалей (м. Абердеген) викупив 40 примірників, закрите акціонерне товариство "Оболонь" з Києва замовило для свого колективу 30 примірників енциклопедії.

Редакційна колегія висловила подяку НАН України, науковому товариству імені Шевченка, Державному комітету лісового господарства України, особисто начальнику Львівського обласного управління лісового господарства А. Дейнеці за посильне сприяння у виданні УЕЛ.

S. M. Stoyko, I. P. Koval'chuk, L. I. Koriy

THE UKRAINIAN FORESTRY ENCYCLOPEDIA IN TWO VOLUMES

The history and features of the editing process of fundamental Ukrainian encyclopedia of forestry, which is the first national professional universal edition in this field, is presented in the paper. The content of encyclopedia is based on modern achievements of natural sciences (forest, geographic and other sciences). It offer to readers wide and comprehensive information about the multifunctional role of a forest in human life, it's role in water protection, climate regulation, sanitary-hygienic, and hydrological functions, about the sustainable management and protection of natural resources (forest, land and water), statistics data about forest fund of Ukraine and characteristics of its state. In an encyclopedia it is generalized the results of theoretical and applied silvicultural, ecological and geographical studies in Ukraine, which represent the diversity of natural resources, current state of anthropogenic influences on ecosystems and landscapes, and ways of sustainable management of natural resources.



**Адміністративно-навчальний корпус Національного лісотехнічного університету України, м. Львів
(фото Ю.І. Грицюка)**

УДК 630:502

В. М. МАКСИМІВ¹, І. Р. КЕНС²

СЛОВО ПРО ВЧИТЕЛЯ

Описано життєвий та науково-педагогічний шлях Дмитра Лук'яновича Дудюка – видатного вченого і педагога, доктора технічних наук, професора, Заслуженого діяча науки і техніки України, дійсного члена та віце-президента Лісівничої академії наук України, завідувача кафедри автоматизації виробничих процесів, електротехніки і теплотехніки НЛТУ України, багаторічного проректора з наукової роботи університету.

Сімнадцятого березня 2008 р. співробітники Національного лісотехнічного університету України, науковці, педагоги, котрих виховав професор Дмитро Лук'янович Дудюк, а також друзі і колеги попрощалися з ним назавжди. Після тривалої хвороби відійшов у вічність видатний вчений і педагог, доктор технічних наук, професор, Заслужений діяч науки і техніки України, дійсний член та віце-президент Лісівничої академії наук України, завідувач кафедри автоматизації виробничих процесів, електротехніки і теплотехніки НЛТУ України, багаторічний проректор з наукової роботи нашого університету.

Дмитро Лук'янович народився 12 червня 1934 р. в с. Оришківці (Тернопільська область). У 1953 р. завершив середню освіту у м. Ланівці Тернопільської області, а вищу – у 1958 р. у Львівському політехнічному інституті, отримавши кваліфікацію інженера-електрика.

Пропрацювавши сім років на виробництві, з вересня 1965 р. Дмитро Лук'янович Дудюк обіймав посади асистента, старшого викладача, доцента, професора, а також заступника декана і проректора з наукової роботи (1983-1994 рр.) у Львівському лісотехнічному інституті. З вересня 1994 р. – постійний завідувач кафедри автоматизації виробничих процесів, електротехніки і теплотехніки Українського державного лісотехнічного університету.

У 1970 р. Д.Л. Дудюк захистив кандидатську дисертацію на тему: "Оптимізація штабелювальнорозвантажувальних процесів на складах лісопромислових підприємств", а в 1991 р. – докторську "Ефективні параметри і компонування технологічних ліній виробництва й оброблення круглих лісоматеріалів". У листопаді 1993 р. був обраний дійсним членом та віце-президентом Лісівничої академії наук України.

Наукову діяльність професор Д.Л. Дудюк зосереджував на таких важливих для теорії й практики напрямках, як методи та засоби автоматизації виробничих процесів лісового комплексу, теорія автоматичних ліній, оптимізація їх параметрів, структури і компонування. Його наукові досягнення та

практичні напрацювання викладено у п'яти монографіях та понад 300 наукових і науково-методичних працях; видано шість навчальних посібників, за якими навчаються студенти нашого університету й споріднених вищих навчальних закладів України та близького зарубіжжя.

Професор Д.Л. Дудюк сформував наукову школу з оцінки ефективності та структурно-параметричної оптимізації недетермінованих автоматизованих виробничих систем, яка має значний науковий та практичний доробок. Під його керівництвом захищено десять кандидатських та дві докторські дисертації. На основі набутих знань і досвіду в галузі теорії автоматизованих виробничих систем Дмитро Лук'янович започаткував викладання дисциплін "Моделювання й оптимізація систем керування", "Основи теорії автоматичних ліній".

Як член спеціалізованих вчених рад із захисту докторських і кандидатських дисертацій, експерт Вищої атестаційної комісії України, Він брав активну участь в атестації науково-педагогічних кадрів вищої кваліфікації. Працював у складі редколегій декількох наукових журналів і головним редактором Наукового вісника Національного лісотехнічного університету України.

За плідну науково-педагогічну діяльність та особистий внесок у підготовку висококваліфікованих фахівців Указом Президента в 1995 р. йому присвоєно почесне звання "Заслужений діяч науки і техніки України". Нагороджено медаллю "Ветеран праці", Почесними грамотами профспілок, Міністерства освіти і науки, Державних виставок досягнень народного господарства.

Змістом життя Дмитра Лук'яновича була наукова і педагогічна діяльність. Він неодноразово доводив, що життя в Україні можна і треба змінити, наполегливо та системно надаючи освіту наступним поколінням і виховуючи молодих науковців – патріотів України.

Ми завжди зі вдячністю будемо пам'ятати Дмитра Лук'яновича як доброзичливого вчителя, людяного вихователя-християнина та визначного новатора на ниві освіти і науки.

¹ Володимир Михайлович МАКСИМІВ – дійсний член ЛАН України, доктор технічних наук, професор, декан технологічного факультету, Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів. Тел.: +38067-749-26-09. E-mail: lanu@forest.lviv.ua

² Ігор Романович КЕНС – кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри автоматизації виробничих процесів, електротехніки і теплотехніки, Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів. Тел.: +38050-676-03-42. E-mail: lanu@forest.lviv.ua

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ СЬОГОДЕННЯ

УДК 630*116(23)

В. І. ПАРПАН¹, В. С. ОЛІЙНИК²

ПАВОДКОРЕГУЛЮВАЛЬНЕ ЗНАЧЕННЯ ГІРСЬКИХ ЛІСІВ КАРПАТ ТА ШЛЯХИ ЇХ ОПТИМІЗАЦІЇ

Проаналізовано чинники формування паводків, структуру лісів та їх водорегулювальне значення в Українських Карпатах. Подано пропозиції щодо посилення захисних властивостей лісів. Для запобігання катастрофічним паводкам розроблено комплекс заходів, які конче треба реалізувати найближчим часом.

Ключові слова: опади, паводки, лісистість, рубання головного користування.

Ліси Карпат – складник природно-ресурсного потенціалу держави, джерело деревини, харчових і кормових ресурсів. Завдяки природно-захисним функціям карпатські ліси є важливим чинником економічної, соціальної і екологічної безпеки. Гірські ліси в регіоні займають площу 1,43 млн га, а лісистість гірської частини Карпат досягає 59 %.

Незалежно від орографічної будови, гірські лісові масиви сприятливо впливають на регулювання водного балансу, випадання опадів, затримання снігу, зменшення поверхневого стоку, переводячи його у ґрунтовий, запобігають замуленню водоймищ продуктами ерозії, поліпшують якість води. Рослинний покрив шляхом фізичного випаровування і транспірації повертає в атмосферу величезні маси вологи, яку повітря переносить на сусідні рівнинні території. Незважаючи на це, на ріках Карпат систематично формуються паводки, які час від часу набувають катастрофічного характеру. Типовим, наприклад, був зливовий паводок у липні 2008 р.

Спробуємо відповісти на питання: які чинники спричиняються до частих паводків на карпатських річках і переростання їх дедалі частіше у катастрофічні повені? Що потрібно зробити для мінімізації руйнівної сили стихії?

Матеріали та методи досліджень

З метою з'ясування катастрофічності повеней у гірсько-лісових умовах регіону проаналізовано: природні і антропогенні чинники виникнення паводків; залежність динаміки лісового покриву від антропогенної діяльності; водорегулювальну здатність лісу та її зміни під впливом рубань головного користування, а також гідрометеорологічні умови

формування липневої стихії. Як вихідні дані використано статистичні матеріали обліку лісового покриву регіону, результати 50-річних лісогидрологічних експериментальних досліджень на стаціонарах УкрНДІгріліс "Хрипелів" – у ялинових лісах, та "Свалява" – в букових, а також дані обласних гідрометеорологічних центрів про кількість опадів та рівні води на карпатських річках.

Результати та їх обговорення

Причини виникнення паводків. У засобах масової інформації з'являються звинувачення – мовляв виникнення катастрофічних повеней у Карпатському регіоні пов'язано з надмірним вирубуванням гірських лісів. Такі думки є помилковими, оскільки базуються лише на припущеннях і не враховують висновків наукових експертів з водорегулювального значення лісів, ігнорують комплексний підхід та перебільшують вплив одного з чинників. Аналізуючи причини повеней у Німеччині, Швейцарії, Польщі, Чехії, Італії, Франції, Словаччині й Україні, науковці різних європейських держав і дві українські урядові комісії, які в 1998 і 2001 рр. вивчали причини виникнення повеней у Закарпатті, зійшлися на тому, що ці явища мають водночас як природний, так і антропогенний характер (Ромашенко, Савчук, 2002). Із основних природних причин виділяють глобальні та регіональні, а із антропогенних – нерациональну господарську діяльність у минулому (що спричинила зменшення лісистості, зміну вікової і просторової структури лісового покриву), організаційно-технологічні аспекти, стан інженерно-технічної інфраструктури і рівень екологічної культури.

¹ Василь Іванович ПАРПАН – дійсний член ЛАН України, доктор біологічних наук, професор, директор, Український науково-дослідний інститут гірського лісівництва ім. П.С. Пастернака. Україна, м. Івано-Франківськ. Тел.: +38 (03422)2-52-16. E-mail: girlis@ukrpack.net

² Василь Степанович ОЛІЙНИК – кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, професор Прикарпатського національного університету ім. Василя Стефаника.

До природних глобальних причин належить повторюваність паводків, яка підпорядкована певним закономірностям. Вони проявляються в чергуванні періодів пониженої та підвищеної водності. Паводки повторюються у періоди підвищеної водності територій та загальної геофізичної активності. Саме такий період розпочався у 90-ті роки минулого століття і триває досі.

Серед природних причин основна та, що Українські Карпати належать до зливонебезпечних регіонів України. Тут є завжди загроза виникнення катастрофічних паводків через значну кількість опадів, гірський рельєф, щербистість і потужність ґрунтів, густу мережу річок. Так, за рівнем густоти річкової мережі Івано-Франківська область посідає в межах України друге місце після Закарпатської. По території області протікає 8321 річка, загальною довжиною 15656 км. Басейн р. Дністер формують 4763 річки (9106 км), а басейн р. Прута – 3558 річок (6550 км). Близькі гідрографічні показники характерні для Львівщини та Чернівецьчини. Розгалужена річкова мережа в Карпатах вказує на постійну потенційну загрозу виникнення тут паводків. Так, від 1955 р. на Івано-Франківщині зареєстровано 64 паводки і повені (особливо руйнівними було шість катастрофічних повеней (в 1941, 1969, 1970, 1974, 2001 та 2008 рр.). У Закарпатті руйнівними за 100 років було 12 повеней (в 1882, 1887, 1902, 1912, 1925, 1941, 1947, 1970, 1978, 1980, 1998, 2001 роках).

До антропогенних чинників, які порушили природне функціонування та активізували повені в горах, належить невинна трансформація рослинного покриву Карпат. Вона почалася ще в X-XI ст., посилювалася наприкінці XVIII і початку XIX ст. (з розвитком гутництва, залізничного транспорту, сільського господарства і деревообробної промисловості). Все це призвело до зменшення лісостості у горах в середньому до рівня 59 %, у передгір'ях – 15-20 % та зниження верхньої межі лісу на 150-200 м.

Починаючи із 1949 р. до 60-х років тривало безсистемне (у 2-3 рази понад норму) рубання лісу та грубе порушення технології лісозаготівель. З 90-х років до сьогодні надмірного вирубування немає. Тепер ліс рубують у межах науково обґрунтованої норми – розрахункової лісосіки. Понад це, впродовж останніх 15 років лісосіка у Карпатському регіоні не освоюється на 10-15 % (рис. 1). В цілому інтенсивність лісокористування становить близько 50 % річного приросту деревини. В інших країнах Європи, з якими часто порівнюють Україну (Австрія, Німеччина, Угорщина, Швейцарія, Швеція та ін.), цей показник досягає 75-85 % річного приросту деревини. Ці дані свідчать про низький, порівняно з країнами Європи, рівень експлуатації лісів Карпат.

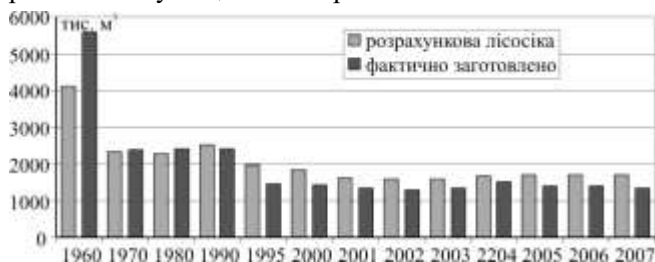


Рис. 1. Об'єми використання річної лісосіки в Карпатському регіоні

Надмірний обсяг рубань головного користування в минулому разом з "ялиноманією" призвели до вікової і видової структури деревостанів, що вплинуло на виконання лісами захисних функцій. У сучасному лісовому покриві Карпат на молодняки першого класу віку припадає 8 % площі, другого класу – 24 %, а на старші вікові групи – 62 %. У розрізі панівних порід розподіл площі лісів за віковими групами наведено на рис. 2. У 2,3 раза збільшилась площа ялиників за рахунок зменшення ялицевих, букових і дубових лісів (Голубець, 1978). Чисті ялинові деревостани мають на 20-30 % меншу водозатримну спроможність порівняно із змішаними.

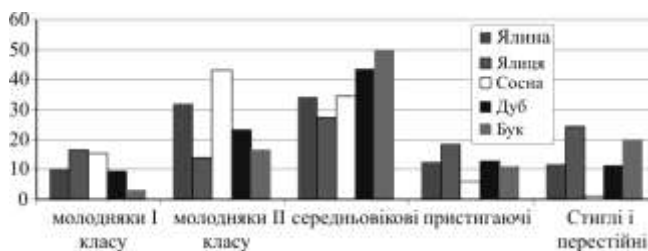


Рис. 2. Розподіл площі гірських лісів Карпат за групами віку і породами

З метою покращення гідрологічної ситуації у гірських лісах Держкомлісгосп України планово збільшує частку поступових і вибіркового рубань, натомість площа суцільних рубань – зменшується. У 2005-2007 рр. поступові та вибірково рубання від площі розрахункової лісосіки становили 53-57 % (рис. 3), зокрема у Закарпатській області – 62-66 %; Івано-Франківській – 44; Львівській – 34-43, Чернівецькій – 73-77 %.

Лісовідновлення на зрубках відбувається природним шляхом та створенням лісових культур. За останні роки обсяги відтворення лісостанів перевищують площу зрубів до 10 % (рис. 4).

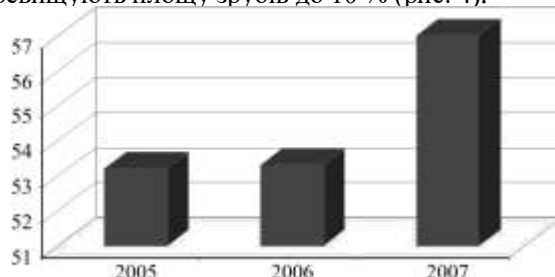


Рис. 3. Частка лісових площ, охоплених поступовими та вибірково рубаннями в Карпатському регіоні

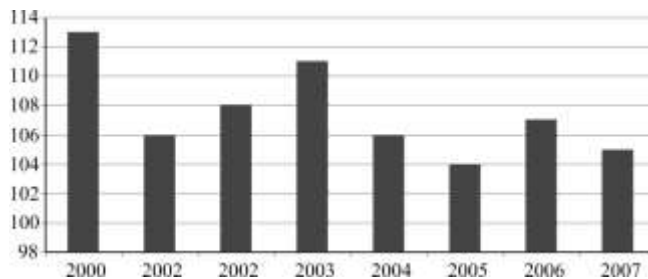
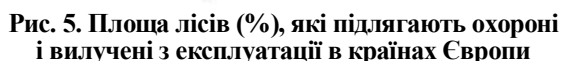


Рис. 4. Частка заліснених площі у Карпатському регіоні, порівняно з площею зрубів



Bar chart showing the percentage of different types of damage (pohlogi, spadnisti, strimki, дуже strimki) for three types of wood (Dvoester, Prut, Sapet). The Y-axis represents the percentage from 0 to 60. The X-axis lists the types of damage. The legend indicates: Dvoester (light gray), Prut (medium gray), and Sapet (dark gray).

Тип пошкодження	Dvoester (%)	Prut (%)	Sapet (%)
пологи	12	6	9
спадністі	46	42	45
стрімкі	40	50	44
дуже стрімкі	2	1	2

Визначальне значення мають крутість схилів, стан ґрунтового покриву, ступінь його зволоження перед зливонебезпечним періодом і сезон року (весна, літо, осінь). У гірській частині басейнів основних річок північного мегасхилу Карпат переважають спадисті (11-20°) – близько 42 % і стрімкі (21-30° або 21-35°) схили – 46 % від лісових площ, що сприяє формуванню паводків (рис. 6).

За даними 50-річних стаціонарних експериментальних досліджень Українського науково-дослідного інституту гірського лісівництва, деревостани в горах, за певних сприятливих для водорегулювання умов, здатні до чотирьох разів зменшити піки паводків, порівняно з безлісною місцевістю. Але водорегулювальна спроможність лісу має певну межу. Для стиглих букових деревостанів такою межею є добова кількість опадів 175 мм, а за інтенсивних злив – 100 мм, для ялинових деревостанів відповідно 100 і 80 мм. Перевищення цих показників спричинює катастрофічні повені навіть там, де лісистість водозбірних стовідсоткова і в лісі не зайняті господарським втручанням (Парпан, Олійник, 2001).

На водорегулювальні і ґрунтозахисні властивості лісу по-різному впливають системи рубань головного користування (Чубатий, 1984; Калущкий, Олійник, 2007). Багаторічні експериментальні дослідження на елементарних водозборах "Свялява" і "Хрипелів" засвідчують, що з усіх лісгосподарських заходів найбільше змінюють режим стоку води суцільні рубання. Під їхнім впливом об'єм схилового стоку в букових лісах зростає на 60-140 %, а в ялинових – в 1,6 рази більше, ніж у букових. Внаслідок поступових рубань зміни режиму стоку води у два рази менші порівняно із суцільними рубаннями. Після вибіркового рубань зміни режиму поверхневого стоку є незначними. Експерименти показали, що за умови зниження лісопокритої площі водозборів рубаннями із 100 до 65-70 %, об'єми паводків та їх схиловий складник змінюються неістотно, а зменшення частки лісистості водозбору нижче 65 % призводить до збільшення об'єму схилового стоку.

Водорегулювальна здатність екосистем, порушених внаслідок поступових та, особливо, суцільних рубань, відновлюється впродовж тривалого часу. У поясі букових лісів під час формування нового покоління лісу повноцінна зарегульованість схилових стоку настає на 25-30-му році, а в поясі ялинових цей процес затягується майже до 40 років.

До додаткових локальних дестабілізувальних причин, які підсилюють роль метеорологічних і геоморфологічних чинників належать технології лісосічних робіт, способи трелювання деревини (Калуцький, Олійник, 2007). Внаслідок тракторного трелювання деревини у гірських лісах об'єми експлуатаційної ерозії ґрунту пересічно становлять 350 м³/га. За умови застосування повітряних способів трелювання об'єм ерозійних процесів становить 50 м³/га. Крім цього, додатковими дестабілізувальними чинниками є організаційно-технологічні аспекти рубань головного користування (площа лісосік, терміни примикання), стан інженерно-технічної споруд в лісах і рівень екологічної культури.

Виконання лісом водорегулювальних функцій під час катастрофічних злив. Основною причиною катастрофічного паводку, який стався 22-27 липня

2008 р. в шести західних областях України і, особливо на Передкарпатті, були надмірна кількість опадів і накладання піків паводків, які підсилювались антропогенними чинниками. За даними обласних гідрометеорологічних центрів, 22-27 липня 2008 р. у Карпатському регіоні сума опадів місцями сягала до трьохмісячних норм. У Львівській області вона сягає 65-177 мм, а місцями 195-344 мм, або 72-275 % місячної норми. В Івано-Франківській – відповідно 161-351 мм або 155-240 %; в Чернівецькій – 228-298 мм або більше як 200 % і в Закарпатській – 165 мм або 125 %. Окрім цього, лісові масиви у передпаводковий період були насичені вологою. За спостереженнями на стаціонарі "Хрипелів" Інституту гірського лісівництва, 15-20 липня випало 69,4 мм опадів, що становило близько 48 % місячної норми. Перед паводком екосистема ялинового лісу була на 86 % насичена вологою. Наступні зливи 22-27 липня, сумарною величиною 312 мм (2,1 раз більше від місячної норми), сформували сильний паводок. Витрати на схиловий стік становили до 80-90 % атмосферної вологи. У цій ситуації спроможність лісу щодо зменшення паводкового стоку була зведена до мінімуму. Попереднє зволоження та надмірні зливи опадів 22-27 липня у 3-5 разів перевищили потенційну водорегулювально-захисну спроможність лісу.

Загалом, катастрофічні паводки виникли в умовах високої лісистості гірських водозборів річок Дністра, Пруту і Сирету (65-70 %) та за наявності в лісовому покриві деревостанів з високою водорегулювальною здатністю (близько 70 % лісових площ). Незважаючи на це, надмірна кількість опадів спричинила у басейнах цих річок катастрофічну повінь.

Висновки та пропозиції

Формування паводку в липні 2008 р. зумовлено надмірними опадами 22-27 липня, які за об'ємом перевищили зливи 1969 р. у Передкарпатті і 2001 р. у Закарпатті. Повені охопили як гірську, так і передгірну території. За метеорологічної ситуації, яка склалася під час паводку (попереднє перезволоження і подальші екстремальні опади), лісовий покрив північно-східного мегасхилю Карпат, навіть за високої лісистості в гірських умовах (65-70 %) не мав змоги запобігти стихії. На початку її розвитку він поглинув близько 20-40 мм опадів, а основна їх маса (80-90 %) сформувала паводковий стік. Він призвів до катастрофічного затоплення передгірної та рівнинної частин Передкарпаття, знищення майна громадян та комунікаційно-шляхової інфраструктури. Антропогенна діяльність є неосновним чинником виникнення катастрофічної повені 22-27 липня на Передкарпатті, а лише додатковим дестабілізуючим чинником.

Для запобігання формуванню катастрофічних паводків і їх руйнівній дії в майбутньому потрібно розробити і здійснити комплекс заходів, а саме:

1. Створити систему гідротехнічних споруд і водосховищ на гірських річках для регулювання паводкових стоків у періоди інтенсивних опадів;

2. Збільшити лісистість регіону до оптимальних гідрологічних показників (понад 65 % – на річкових басейнах і понад 75 % – на водозборах гірських потоків) шляхом підняття верхньої межі лісу і заліснення еродованих земель, штучно створених

полонин, ділянок чагарникової рослинності та нежитків;

3. Розробити і погодити Правила спеціального використання гірських лісів на основі європейських засад наближеного до природи лісівництва. Забезпечити перехід у гірських лісах на вибірку та поступову систему ведення лісового господарства, вирощування складних змішаних деревостанів на засадах природно-насінного поновлення, переформування похідних ялинових деревостанів з метою підвищення їхньої біологічної стійкості та водорегулювальної спроможності;

4. Розширити площі заповідних об'єктів у регіоні та поліпшити ведення лісового господарства на об'єктах природно-заповідного фонду;

5. Опрацювати засади багатофункціонального ведення лісового господарства для захисних і рекреаційно-оздоровчих лісів;

6. Докорінно поліпшити систему ведення лісового господарства в лісах інших відомств та організацій, особливо в лісах Мінагрополітики, для підвищення їхньої біологічної стійкості та водорегулювальної спроможності;

7. Здійснити поетапне переведення планування всіх лісгосподарських заходів за водозбірним принципом. Вдосконалити методику визначення об'ємів лісокористування з врахуванням екологічної ситуації та лісистості водозборів;

8. Оптимізувати мережу лісових доріг у гірських лісах і переорієнтувати технологію лісозаготівель на застосування підвісних способів трелювання і новітніх європейських технологій;

9. Завершити сертифікування гірських лісів як основи ведення екологічно-зорієнтованого лісівництва.

ЛІТЕРАТУРА

1. Голубець М.А. Ельники Украинских Карпат. – К. : Вид-во "Наук. думка", 1978. – 264 с.
2. Калущий І.Ф., Олійник В.С. Стихійні явища в гірсько-лісових умовах Українських Карпат (вітровали, паводки, ерозія ґрунту). – Львів : Вид-во "Камула", 2007. – 240 с.
3. Олійник В.С. Гідролого-лісівнича оцінка водозборів Карпат // Науковий вісник УкрДЛТУ : Лісівничі дослідження в Україні. – Львів : РВВ УкрДЛТУ. – 1996. – Вип. 5. – С. 147-150.
4. Парпан В.І., Олійник В.С. Підвищення захисних властивостей гірських лісів // Лісовий і мисливський журнал. – 2001. – № 2. – С. 6-7.
5. Ромащенко М.І., Савчук Д.П. Водні стихії. Карпатські повені. Статистика, причини, регулювання. – К. : Аграрна наука, 2002. – 304 с.

V. I. Parpan, V. S. Olijnyk

ROLE OF THE MOUNTAIN FORESTS IN THE FLOODS' ADJUSTMENT AND MEANS FOR ITS OPTIMIZATION

The factors of floods' formation in relation to forests' structure, and the role of the mountain forests in the water control in the Ukrainian Carpathians are analyzed. The recommendations towards forests' protective functions strengthening have been developed which should be implemented in the nearest future.

Keywords: *precipitation, floods, forest cover, final cuttings.*

УДК 631.95:630.266

О. І. ФУРДИЧКО¹

КОНЦЕПЦІЯ УПРАВЛІННЯ АГРОЛАНДШАФТАМИ ЯК ОСНОВА СТАБІЛЬНОГО РОЗВИТКУ АГРОСФЕРИ

Викладено основні положення Концепції управління агроландшафтами та запропоновано систему заходів з відновлення їхньої стабільності в умовах антропогенного впливу як основу розвитку агросфери. Обґрунтовано шляхи створення оптимізованих систем захисних лісових насаджень різного цільового призначення.

Ключові слова: концепція, управління, агроландшафти, системи захисних лісових насаджень, агросфера, ерозія, позахисні лісові насадження.

Ефективність використання земельних ресурсів є визначальним чинником забезпечення збалансованого розвитку господарського комплексу держави, раціонального природокористування, а також екологічної та продовольчої безпеки України. Науково доведено, що однією з основних причин зниження продуктивності земельних ресурсів агросфери є деградація агроландшафтів внаслідок тривалого застосування недостатньо екологізованих систем рільництва, порушення оптимальної структурно-функціональної організації території, збалансованості основних його стабілізуючих компонентів, що призвело до зниження протиерозійної стійкості агроландшафтів, погіршення їхнього екологічного стану.

Незадовільний екологічний стан агроландшафтів України зумовлений масштабними загрозливими проявами ерозії, яка знижує продуктивність земельних ресурсів, урожайність сільськогосподарських культур, негативно впливає на довкілля. Багаторічний досвід засвідчує, що застосування лише агротехнічних заходів, навіть найсучасніших, не забезпечує стабільності агроландшафтів. Для зменшення розвитку деградаційних процесів потрібно якомога ефективніше використовувати лісомеліоративні заходи. Запровадження у практику сільськогосподарського виробництва лісомеліорації в поєднанні з агротехнічними заходами має стати стратегічним напрямом управління агроландшафтами методами лісомеліорації на засадах їх збалансованого розвитку. Це забезпечить підвищення продуктивності рільництва, тваринництва, покращення умов проживання і праці людей, захист навколишнього природного середовища завдяки посиленню природорегулювальних, природоохоронних функцій захисних лісових насаджень (ЗЛН) і лісів, що забезпечить захист ґрунтів, запобігання ерозії, гідрологічне регулювання, покращення якості повітря, поглинання вуглецю, запобігання кліматичним змінам, збереження біорізноманіття [2, 3, 6].

Наразі в Україні вітрова ерозія вражає понад 6 млн га, а в роки з пиловими бурями – близько 20 млн га сільськогосподарських угідь. Так, пилова буря в березні 2007 р. ушкодила 125 тис. км², що становить близько 20 % площі України, або 50 % площі степової зони. У роки з проявом пилових бур на відкритих полях за кілька днів орний шар ґрунту видувається на глибину 3-5, а іноді – 10 см. Пилові бурі завдають шкоди посівам не лише в районах сухого Степу, але й у Центральному та Східному Лісостепу. Останніми роками, після осушення торфовищ це явище спостережено і на Поліссі.

Площа сільськогосподарських угідь, які зазнають згубного впливу водної ерозії, становить 13,3 млн га (32 % загальної площі), зокрема 10,6 млн га – орні землі. У складі еродованих земель налічується 4,5 млн га із сильно та середньо змитими ґрунтами, 68 тис га повністю втратили гумусовий горизонт. Доволі інтенсивно розвиваються процеси лінійного розмиву та яроутворення. Площа ярів становить 141,1 тис. га, а їх кількість перевищує 500 тис. штук. Інтенсивність ерозії деяких яружно-балкових систем перевищує середні показники у 10-20 разів.

Унаслідок надмірної розораності території України загальна площа еродованих та ерозійно небезпечних сільськогосподарських угідь становить близько 15 млн га. Щороку площа еродованих земель збільшується на 80-90 тис. га, втрати від водної і вітрової ерозії сягають 500 млн т родючого ґрунту, внаслідок чого недобір продукції у перерахунку на зернові становить 8-9 млн т, або 4-5 ц/га.

Інтенсифікація процесів ерозії ґрунтового покриву зумовлена порушенням сталої організації території через здійснену земельну реформу. Екологічний стан агроландшафту прийнято оцінювати за співвідношенням – рілля: природні кормові угіддя: ліси; для України воно має становити 1:1,6:3,6 відповідно. Проте фактично це співвідношення становить: 1: 0,23: 0,3, що свідчить про значне погіршення екологічного стану агроландшафтів України, у Поліссі він середньо

¹ **Орест Іванович ФУРДИЧКО** – дійсний член Української академії аграрних наук, дійсний член Лісівничої академії наук України, член-кореспондент Української екологічної академії наук, доктор економічних наук, професор, директор Інституту агроекології УААН. Україна, м. Київ. Тел.: +38-050-311-75-36. E-mail: agroecology_uaan@ukr.net

погіршений, Лісостепу – сильно погіршений із наближенням до критичного, у Степу – критичний [5].

Як зазначалось на бюро Президії Української академії аграрних наук (23 жовтня 2008 р.), застосування новітніх, лише агротехнічних заходів не повною мірою забезпечує ведення агропромислового виробництва на засадах збалансованого розвитку. Додаткові складнощі у вирішенні цієї проблеми спричинила земельна реформа.

Агролісомеліорація в системі агроландшафтів значно сприяє покращенню екологічних, агrolісомеліоративних та природоохоронних умов і забезпечує стійке функціонування аграрного виробництва. Проте сучасна лісомеліоративна інфраструктура ЗЛН мало ефективна [6, 7], внаслідок чого щорічні еколого-економічні збитки від ерозії ґрунтів перевищують 9 млрд грн. У несприятливі за кліматичними умовами роки знижується продуктивність сільськогосподарських культур. Тому, поки не буде сформовано стабільної лісомеліоративної інфраструктури, сільськогосподарське виробництво неминуче зазнаватиме великих збитків [6].

В Україні створено близько 1,4 млн га ЗЛН різного цільового призначення, зокрема 442 тис. га полезахисних лісових смуг, які забезпечують захист близько 30 % ріллі. Разом з іншими видами ЗЛН (придорожніми, прибалковими, приярними та ін.), які межують з ріллею, захищеність її становить близько 40 %. Для захисту іншої частини ріллі потрібно додатково створювати полезахисні лісові смуги. Кількість їх варто збільшити в 2-3 рази (близько 800 тис. га) залежно від конкретних регіональних умов. І це за умови створення повного обсягу всіх інших видів ЗЛН і збереження існуючих [1].

Аналіз сучасного ступеня повноти та завершеності систем ЗЛН і потреби їх оптимізації засвідчив, що полезахисна лісистість країни становить лише 1,5 %, зокрема у Степу – 2,2 %, Лісостепу – 1,0 та у Поліссі – 0,4 %, що значно нижче за оптимальну: 3,8-6,2 %; 4,4-6,7; 2,4-4,5 % відповідно [4]. Наведені дані свідчать, що площі ЗЛН різного цільового призначення, а також лісів, які виконують захисні функції, є недостатніми для забезпечення стабільності агроландшафту (його стійкості, здатності зберігати структурну, функціональну й екологічну вартість під дією антропогенних чинників) та створення умов для ефективного господарювання.

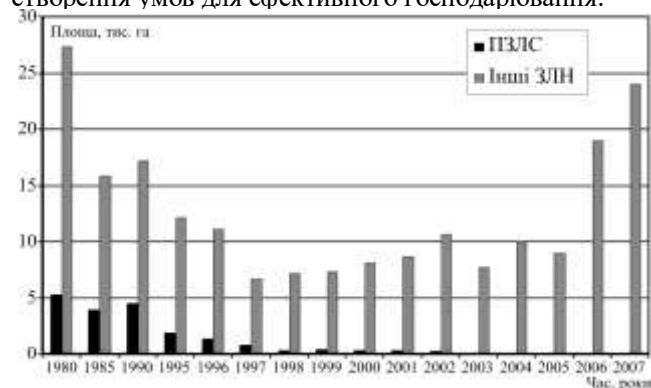


Рис. 1. Обсяги захисних лісових насаджень, створених засобами Держкомлісгоспу України (ПЗЛС –

полезахисні лісові смуги; ЗЛН – захисні лісові насадження)

Площа полезахисних лісових насаджень в Україні з кожним роком зменшується (рис. 1). Немає не тільки жодного показового району з полезахисного лісорозведення, важко знайти господарства, які б мали повністю завершену систему полезахисних лісових смуг після досягнення проектної висоти. Якщо ЗЛН ще створюють згідно з програмою "Про першочергові заходи щодо створення захисних лісових насаджень на неугіддях та в басейнах річок", то полезахисних лісових смуг майже не створюють. Показовий приклад: якщо 1975 р. було створено 17,2 тис. га полезахисних лісових смуг і 36,1 тис. га інших ЗЛН, то за останні 10 років площа їх зменшилась до 300 га – 1998 р., а починаючи з 2003 р. щороку не перевищує 100 га (2004 р. – 80 га, 2006 – 26 га, 2007 р. – 11 га). Підприємства Мінагрополітики із запланованих за рахунок коштів державного бюджету обсягів ЗЛН на 2005-2006 рр. 2,5 і 11,3 тис. га відповідно не створили жодного гектара, а 2007 р. із запланованих 11,3 тис. га створено лише 2,1 тис. га.

Для забезпечення оптимального поєднання агротехнічних і лісомеліоративних заходів в управлінні структурою агроландшафтів потрібно створювати 150-200 тис. га/рік ЗЛН різного цільового призначення. Це дасть змогу повніше реалізувати потенціал агrolісомеліорації в реабілітації порушених агроландшафтів, забезпеченні збалансованого розвитку АПК України. Невідкладними заходами передбачено створення оптимізованих систем ЗЛН в агроландшафтах та заліснення угідь, що вийшли з сільськогосподарського використання.

Для запровадження лісомеліоративних заходів в агроландшафтах на засадах збалансованого розвитку та підвищення ролі лісомеліорації в економіці країни в Інституті агроєкології УААН вперше розроблено сучасну Концепцію управління агроландшафтами в Україні. Основними завданнями Концепції є: формування засад управління агроландшафтами лісомеліоративними методами на принципах збалансованого розвитку; створення оптимізованих систем ЗЛН в агроландшафтах; збільшення полезахисної лісистості сільськогосподарських територій та підвищення екологічного значення ЗЛН різного цільового призначення; оптимальне поєднання агротехнічних і лісомеліоративних заходів в управлінні структурою агроландшафтів.

В основу Концепції покладено низку наукових і науково-прикладних результатів: обґрунтовано пріоритетну роль ЗЛН та їх систем у стабілізації екологічного простору агроландшафтів; запропоновано новий напрям вирішення проблеми оптимізації систем ЗЛН в агроландшафтах України на ландшафтно-екологічній основі; поліпшення екологічного стану та підвищення продуктивності агроландшафтів завдяки формуванню екологічно стійкого простору (ЕСП); розроблено концептуальні засади створення стабільного ЕСП, цілісного підходу щодо створення ефективних систем ЗЛН в агроландшафтах в умовах промислового середовища, інтенсивного екологічного впливу ЗЛН, екологічного землеробства в антропогенних ландшафтах; запропоновано комплексне лісомеліоративне районування України на фізико-географічній основі з

урахуванням ландшафтно-типологічної структури території, інтенсивності вітрової та водної ерозії; розроблено науково-практичні основи створення на природно-територіальних принципах загальнодержавної оптимізованої системи ЗЛН в Україні (рис. 2). Загальнодержавна оптимізована система ЗЛН – це сукупність ЗЛН різного цільового призначення всіх фондоутримувачів, які мають

оптимальні захисні параметри і розміщені з урахуванням повного захисту конкретних об'єктів, територій і створення стабільної екологічної ситуації, яка забезпечує збереження та відновлення їх природно-ресурсного потенціалу, максимальну біопродуктивність, охорону природи та рекреацію (рис. 2). Вона охоплює шість рівнів:

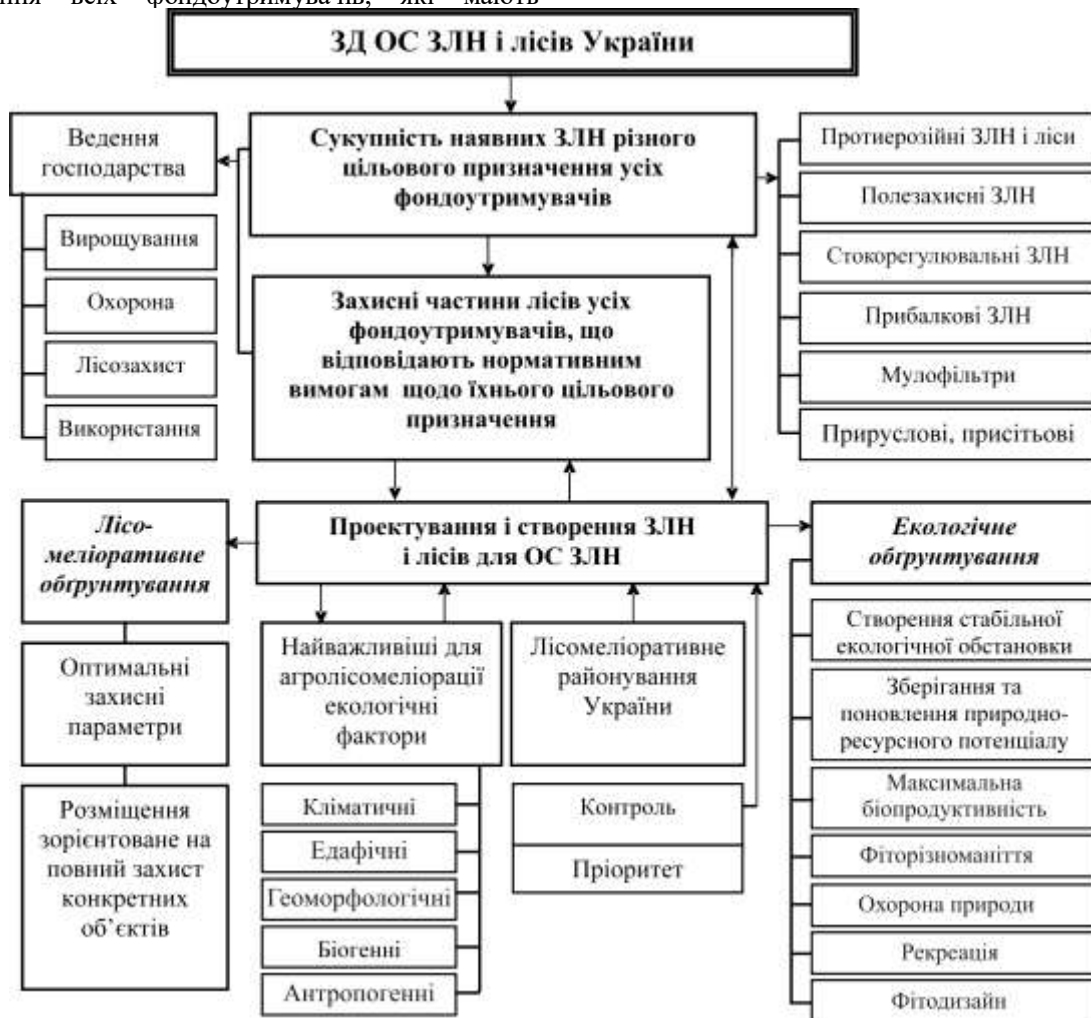


Рис. 2. Схема створення загальнодержавної оптимізованої системи ЗЛН і лісів України (ЗД ОС ЗЛН і лісів України)

1. Система ЗЛН конкретного захищеного об'єкта, зокрема поля;
2. Система ЗЛН певної сівозміни, бригади;
3. Система ЗЛН певного господарства (фермерського, колективного);
4. Система ЗЛН лісомеліоративного району (підрайону);
5. Система ЗЛН лісомеліоративної області (підобласті);
6. Загальнодержавна система ЗЛН і лісів.

За даними багаторічних досліджень низки інститутів, у степовій і лісостеповій зонах на полях, захищених ЗЛН, урожайність сільськогосподарських культур вища, ніж на незахищених на 10-30 %. Завдяки цьому собівартість продукції рослинництва під захистом ЗЛН на 20 % нижча порівняно з незахищеною.

Запропонована Концепція потребує реалізації низки концептуальних положень. Так, створення стабільного екологічно стійкого простору, зокрема в агроєкосистемах, потребує введення до їхньої

інфраструктури потрібної кількості ЗЛН як основних їх компонентів і раціональне (бажано оптимальне розміщення). Якщо досі ЗЛН вважають допоміжними елементами для забезпечення ефективності агролісових систем, то стабільність ЕСП має виходити з їхньої потрібної кількості (як основного елемента) для конкретного типу місцевості. Вже в ЕСП слід розробляти відповідні технології та вирішувати питання землекористування.

Розміщення ЗЛН, насамперед основних, має бути спрямоване на запобігання діям суховійних і заметільних вітрів, які мають не переважний, як вважалося дотепер, а шкідливий вплив, що змінює екологію міжсмугових просторів.

Цілісний підхід щодо створення ефективних систем ЗЛН в агроландшафтах промислових регіонів потребує обов'язкового врахування екологічної ситуації в зоні їх створення і забезпечує ефективність цих екосистем.

Інтенсивний екологічний вплив ЗЛН передбачає створення систем, основу яких (каркас) мають становити довговічні деревні породи по межах землекористування та великих сівозмін. Інші основні ЗЛН системи (1-5-рядні) мають складатися з менш довговічних, швидкорослих порід. А допоміжні насадження мають бути ширшими за основні ЗЛН, для яких характерний найбільший захисний вплив. Це дасть змогу формувати систему ЗЛН, яка матиме інтенсивний екологічний вплив, здатним прискорити біологічний колообіг в агрофітоценозах.

Екологічне різництво в антропогенних ландшафтах забезпечує захист сільськогосподарських угідь і вирощуваних на них сільськогосподарських культур від забруднення важкими металами та іншими шкідливими речовинами за допомогою ЗЛН та їх систем. Створення систем ЗЛН має ґрунтуватися на розробленому новому лісомеліоративному районуванні країни [6]. Оптимізувати систему ЗЛН потрібно на основі вже існуючих ЗЛН, а також залучаючи у межах агроландшафтів усю сукупність насаджень, яких не вистачає (рис. 2). На плато і орних схилах створювати систему полезахисних, вітро- і стокорегулювальних лісових смуг, на елементах гідрографічної мережі – систему прибережних і прируслових, балкових, улоговинних, заплавних і терасових ЗЛН. Захисні лісові насадження з певними порушеннями мають відпрацювати свій агролісомеліоративний ресурс, а під час створення нових потрібно врахувати нові теоретичні положення.

Реалізація Концепції потребує невідкладного вирішення багатьох організаційно-правових питань, найважливіші з них: законодавче закріплення земельної площі для створення систем полезахисних насаджень; визначення правової відповідальності юридичних і фізичних осіб за відведення земель під створення ЗЛН різного цільового призначення; відновлення агролісомеліоративної служби в системі аграрного виробництва.

Важливою умовою для реалізації агролісомеліоративних програм є їх наукове забезпечення. Потрібно підвищити рівень підготовки наукових кадрів, покращити фінансове забезпечення розвитку науки та матеріальної бази дослідної мережі наукових установ.

Висновки

Унаслідок недостатнього поєднання агротехнічних і лісомеліоративних заходів у землекористуванні ерозійні процеси на землях сільськогосподарського призначення набули загрозливих масштабів, вони спричиняють деградацію агроландшафтів, знижують продуктивність земельних ресурсів, негативно впливають на екологічний стан довкілля.

Запропонована Концепція управління агроландшафтами сприятиме переведенню природокористування в аграрній сфері на засади збалансованого розвитку: відновленню стабільності порушених агроландшафтів України; збереженню та відтворенню природно-ресурсного потенціалу агроландшафтів, біотичного та ландшафтного різноманіття; створенню сприятливих умов для ведення сільського господарства та проживання людей.

ЛІТЕРАТУРА

1. Концепція управління агроландшафтами / Ситник В.П., Безутлий М.Д., Заришняк А.С. та ін. / за наук. ред. акад. УАН О.І. Фурдичка. – К. : ТОВ. "ДІА", 2008. – 15 с.
2. Ліс у Степу: основи сталого розвитку : монографія / О.І. Фурдичко, Г.Б. Гладун, В.В. Лавров / за наук. ред. О.І. Фурдичка. – К. : Вид-во "Основа", 2006. – 496 с.
3. Павловский Е.С. Экологические и социальные проблемы агролесомелиорации. – М. : Агропроиздат, 1988. – 182 с.
4. Пилипенко О.І., Юхновський В.Ю., Ведмідь М.М. Системи захисту ґрунтів від ерозії : підручник. – К. : ТОВ. "КОВІЦ Златояр", 2004. – 436 с.
5. Созінов О.О., Козлов М.В., Сердюк А.Г. та ін. Сучасні деградаційні процеси, еколого-агрономічний стан та оцінка придатності сільськогосподарських земель для створення екологічно чистих сировинних зон і господарств // Агроєкологія і біотехнологія : зб. наук. праць. – К., 1998. – Вип. 2. – С. 54-65.
6. Стадник А.П. Концептуальні основи розвитку лісових меліорацій та оптимізації природних ландшафтів в Україні // Лісівництво і агролісомеліорація. – Харків : РВП "Оригінал", 2000. – Вип. 97. – С. 10-16.
7. Фурдичко О.І., Стадник А.П. Лісові меліорації як основний фактор стабілізації степових екосистем // Екологія та ноосферологія. – 2008. – Т. 19, № 3-4. – С. 13-24.

O. I. Furdychko

A CONCEPT OF AGRO-LANDSCAPE MANAGEMENT AS A BASIS OF THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF AGRICULTURE

The main principles of a concept of agro-landscape management and a system of activities towards its restoration under anthropogenic impact is presented as a basis for agribusiness development. The paper proves the ways of the for protective afforestation system optimization that are purposes differentiated.

Keywords: concept, management, agro-landscape, system of forest shelterbelts, agribusiness, erosion, protective afforestation.

УДК 630*658.011

В. Л. КОРЖОВ¹

ЗНАЧЕННЯ БІОМАСИ ДЕРЕВ У ПРОЦЕСІ ОПТИМІЗАЦІЇ ЕНЕРГЕТИЧНОГО БАЛАНСУ УКРАЇНИ

Подано аналіз використання відновлюваних джерел енергії, з-поміж яких найвагомішою є біомаса. Встановлено тенденції розвитку технологічних процесів і систем машин для енергетичного використання біомаси дерев і запропоновано заходи щодо їх застосування в Україні.

Вступ. Споживання енергетичних ресурсів в Україні зорієнтовано, здебільшого, на традиційні, не відновлювані джерела енергії: природний газ 41-43 %, нафта й вугілля по 19 %, уран – 17 %. Гідроенергетика та інші відновлювані джерела енергії (ВДЕ) становлять лише 4 %. До того ж Україна є державою з надмірним споживанням енергоносіїв та з енергетичною залежністю від імпорту всіх основних енергоносіїв (нафти, природного газу, ядерного палива). Питома енергомисткість внутрішнього валового продукту в 2,6 раза перевищує середній світовий показник [1]. Ця обставина істотно стримує розвиток нашої держави, тому потрібно негайно приймати ефективні рішення, спрямовані на оптимізацію енергетичного балансу.

На сучасному етапі розвитку світової цивілізації енергетичні проблеми вийшли за межі технічних рішень, вони дедалі більше узалежнені від економічних, екологічних, соціальних і політичних чинників, а енергетика стала одним із головних рушіїв виробничого поступу та рівня матеріального добробуту кожної країни. Тому конкурентоспроможність продуцентів енергії, безпека транспортування енергоносіїв та охорона довкілля є засадами європейської енергетичної політики. Європейський Союз (ЄС) зацікавлений у використанні відновлюваних джерел енергії в поєднанні зі збільшенням частки децентралізованих і місцевих джерел тепла та електроенергії. У руслі цієї політики Європейська комісія (ЄК) фінансово підтримує технологічні проекти використання ВДЕ та їх реалізацію.

Біомаса – найбільше джерело відновлюваної енергії. У Білій книзі "Енергія майбутнього – відновлювані джерела енергії" [2], яку видала ЄК для окреслення політичних, юридичних, адміністративних, господарських і економічних аспектів розвитку ВДЕ, висвітлено стан справ і аргументовано доцільність їх використання у країнах ЄС, спрогнозовано рівень насичення ринку технологіями з використання ВДЕ. Констатовано, що в країнах Європи використовують такі вагомні види ВДЕ: гідроенергетику, енергію біомаси, комунальні

відходи, енергію вітру, фотоелектричні джерела енергії, сонячне випромінювання і геотермальну енергію. Частка кожного виду в енергобалансі різна. Розподіл виробництва первинної енергії у країнах ЄС за видами ВДЕ на початку XXI ст. зображено на рис. 1.

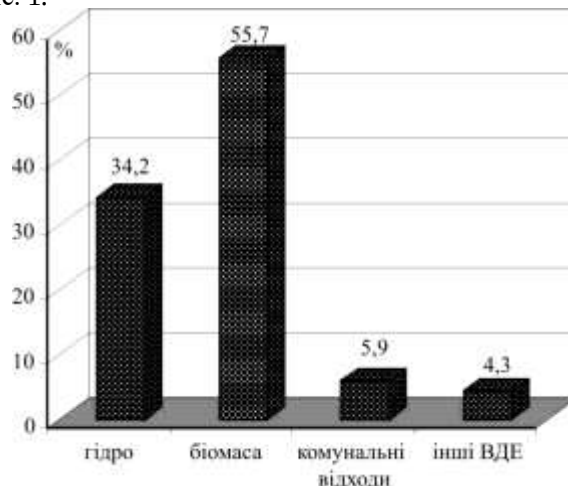


Рис. 1. Розподіл виробництва первинної енергії у країнах ЄС за видами ВДЕ

Біомаса – найвагоміше джерело енергії, яке становить понад половину від загального виробництва ВДЕ. Найбільше енергії з біомаси використовують у Франції, Швеції та Фінляндії. У прогнозованому майбутньому біомаса буде основним видом ВДЕ. Передбачено зростання її обсягів у три рази. Гідроенергія – друге найважливіше джерело ВДЕ, на її частку припадає понад третина обсягів. Найбільше цієї енергії (80 %) виробляють у Франції, Італії, Швеції, Австрії та Іспанії. З екологічних причин велика енергетика не матиме значного розвитку. Прогнозують збільшити частку гідроелектростанцій невеликої потужності (до 100 МВт). Енергія, отримана завдяки перероблянню комунальних відходів, становить близько 6 % загальних обсягів ВДЕ. Найбільше її виробляють в Німеччині, Франції, Данії та Голландії. Енергія вітру є перспективним джерелом, хоча обсяги продукції вітроенергетики не сягають навіть 1 % від обсягів використовуваної

¹ **Володимир Леонідович КОРЖОВ** – член-кореспондент Лісівничої академії наук України, канд. техн. наук, ст. наук. співроб., перший заступник директора з наукової роботи Українського науково-дослідного інституту гірського лісівництва ім. П.С. Пастернака. Україна, м. Івано-Франківськ. Тел. +38(034) 222 52 16, +38067-380-25-08. E-mail: uktrimf@ivf.ukrpack.net

енергії з біомаси. Застосування фотоелектричних джерел енергії і сонячних колекторів у Європі невинно зростає, але їхня енергетична потужність надто мала. Геотермальну енергію використовують лише в країнах з певним геотермальним потенціалом (Італія – 92,2 % і Франція 5,2 % від цього виду енергії) [2, 3].

Для теплоенергетичного устаткування зі спалювання біомаси характерна порівняно висока металомісткість і вартість, воно потребує значних виробничих площ, великогабаритних топків котельних установок. Це зумовлено тим, що біомаса належить до громіздких низькокалорійних видів палива. Тому в більшості країн, де широко виробляють енергію з біомаси, практикують надання субсидій (до 50 % капітальних затрат) чи дешевих кредитів, особливо на перших етапах становлення теплоенергетичних підприємств [4]. Однак, з розвитком науково-технічного прогресу, теплоенергетичне устаткування вдосконалюється. Це дає змогу отримувати дешевшу енергію ніж внаслідок використання традиційних джерел. До прикладу, на рис. 2 зображено динаміку питомої вартості генерації електроенергії із різних видів енергоносіїв у вісімдесятих роках минулого століття [5].

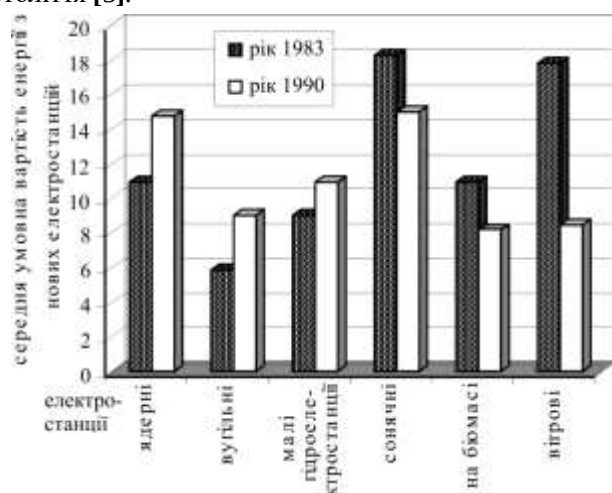


Рис. 2. Динаміка питомої вартості генерації електроенергії

Попри здорожчання майже на четверть електроенергії, яку виробляють на атомних, вугільних чи малих гідроелектростанціях, відчутно здешевшала електроенергія, отримана від сонця, вітру чи біомаси. З-поміж ВДЕ отримувана з біомаси електроенергія є найдешевшою. Її вартість конкурує з електроенергією вугільних електростанцій.

Світові тенденції енергетичного використання біомаси дерев. З аналізу світового досвіду вирішення проблем енергетичного забезпечення промислово – господарського комплексу видно, що деревина є однією із найвагоміших і дешевих ВДЕ. Біомаса дерев – не тільки відновлюване джерело енергії, процесами утворення якого, на відміну від традиційних (вугілля, нафти, газу), можна управляти, але ще й одне з не багатьох екологічно чистих видів палива. Унаслідок спалювання деревини не порушується тепловий баланс планети. Для деревини як енергоносія властива сталість. Вітрове, сонячне і геотермальне джерела

енергії схожі тим, що їх енерговіддача має випадковий характер, який не дає гарантованого мінімуму.

Наприкінці ХХ ст. частка використовуваної для одержання енергії деревини становила (у % від загального обсягу вивезеної деревини) для Данії 60,6 %, Франції – 55,9 %, Норвегії – 28,5 %, Швеції – 29,0 %, Швейцарії – 56,1 %. У середньому, ця частка по Європі становила 39 %, а у США – 46,2 %. Так, у ФРН, де енергозабезпечення приблизно на 60 % залежить від імпорту, із 17-20 млн м³ деревинних відходів деревообробних підприємств, приблизно 45 % ідуть на одержання енергії, а ліквідні відходи лісозаготівельних підприємств (близько 2-3 млн м³) тільки зрідка використовують як сировину. Їх, зазвичай, спалюють. Крім цього, розроблено техніко-економічне та екологічне обґрунтування потреби збільшення використання порубних відходів у 3-5 разів. Частка енергії, яку одержували з деревини в загальному енергопостачанні в країнах Європи, становила в середньому 4,39 %, у США – 5,09 % [6, 7].

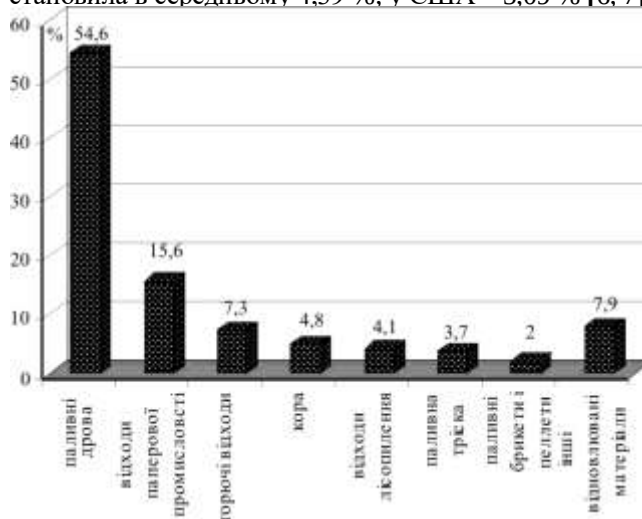


Рис. 3. Розподіл відновлюваних джерел енергії за обсягами отримуваної енергії в Австрії

До прикладу, на рис. 3 зображено структуру ВДЕ (без гідроенергетики) та її розподіл за обсягами отримуваної енергії в Австрії у 2003 р. (у % від загального обсягу ВДЕ). Більше половини (54,6 %) становили паливні дрова. На другому місці відходи паперової промисловості (15,6 %). На відходи лісопилення і паливну тріску із лісопорубних решток припадає близько 8 %. Паливні брикети і пелети становлять тільки 2 %. Наголосимо, що в Австрії близько третини домогосподарств використовують деревину для опалювання [8]. У Білорусі будують централізовані теплоенергетичні вузли високої потужності, які використовують подрібнену деревину.

У 2008 р. (за даними ФАО ООН) біомаса дерев становила 10,6 % від загального обсягу споживання первинної енергії. Науковці прогнозують подальше зростання частки використання деревини в енергетиці. До 2030 р. її заготовлятимуть на 10 % більше, а виробництво електроенергії із біомаси дерев зросте в 4 рази. У розроблюваних проектах використання джерел енергії у біомасі дерев відводять роль найвагомішого та сталого ВДЕ з великим потенціалом. Тому у Франції працює Міжнародний інститут енергії з деревини – ITEVE [9-11].

Показовим прикладом своєчасності та ефективності заходів, спрямованих на розширене використання енергії із біомаси дерев, може слугувати Швеція, яка у 1977 р. на 78 % задовольняла свої потреби за рахунок імпорту нафти і лише на 8 % – за рахунок деревини. Шведські вчені розробили науково-дослідну програму щодо отримання енергії із біомаси дерев, яка містить два напрямки:

- "лісова енергія" – заготівля і використання деревини від рубань у різних групах лісів, а також відходів лісозаготівлі та лісопиляння;
- "енергетичний ліс" – створення енергетичних плантацій на землях не сільськогосподарського призначення.

Внаслідок реалізації згаданої вище програми до 2000 р. частка біомаси в енергобалансі Швеції становила вже 21 % [12]. І, мабуть, не випадково, що координатором європейського науково-дослідного проекту "FOREENERGY" (вартість 1,61 млн дол. США), завдання якого – розробити економічну, продуктивну і безпечну для довкілля концепцію промислової заготівлі біомаси, призначено компанію Timberjack (зараз входить до складу групи John Deere) – світового лідера лісового машинобудування з центральним офісом у Швеції [13].



Рис. 4. Пакети із біомаси дерев

Застосовувані технологічні процеси і обладнання. У країнах ЄС на основі раціональної цінової політики створені системи податкових пільг і субсидій, а також успішно працюють сучасні системи машин і технології, які забезпечують функціонування процесів, починаючи від збирання, перероблення та транспортування біомаси дерев, аж до отримання з неї енергії на економічному і високопродуктивному обладнанні. При цьому використовують не тільки відходи промислового перероблення деревини, нагромаджені у населених пунктах, але й порубні відходи.

Варто звернути увагу на застосування двох технологічних схем заготовляння біомаси дерев із порубних відходів. Перша передбачає збір і подрібнення порубних відходів системою мобільних машин і подальше транспортування подрібненої біомаси дерев. За другою схемою, із зібраної деревної біомаси формують пакети, за формою подібні до колод (рис. 4).

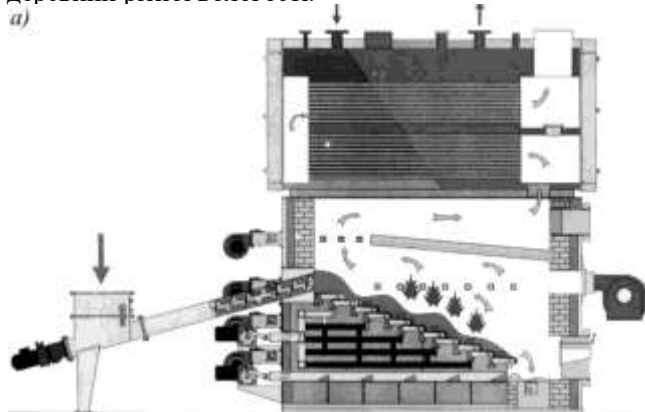
Ці пакети є транспортабельні та зручні в технологічному аспекті. Лісовозні машини підвозять їх для подрібнення на стаціонарних рубальних машинах, встановлених у місцях безпосереднього перетворення біомаси в енергію.

У межах згаданого вище проекту "FOREENERGY" розроблено і випробувано нагромаджувальні звальювальні головки для харвестерів і машину для пакетування порубних відходів. Роботу цієї машини на енергетичній плантації зображено на рис. 5. Застосування такої технології призводить до значного збільшення обсягів заготовленої в деревостанах біомаси [13, 14].



Рис. 5. Пакетування біомаси дерев на енергетичній плантації

У розвинених країнах налагоджено серійний випуск різноманітного (як за призначенням, так і потужністю) сучасного високомеханізованого енергетичного обладнання для спалювання деревини, зокрема котли для домашнього використання з попереднім газовиділенням з біомаси дерев, що дає змогу автоматизовано управляти процесом горіння. У цих країнах технологічні процеси спалювання деревини набули поширення і вийшли на комерційний рівень використання. На рис. 6 зображено конструктивні схеми сучасних високомеханізованих промислових котлів для спалювання подрібненої деревини різної вологості.



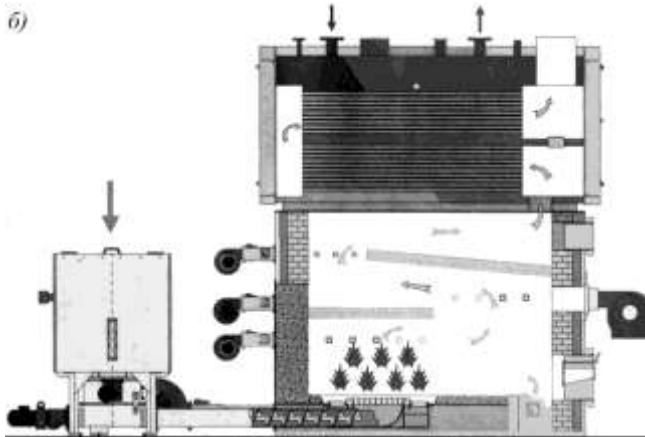


Рис. 6. Конструктивні схеми котлів для спалювання подрібненої деревини: а – з вологістю до 35-40 %; б – з вологістю більше 35-40 %

Екологічні аспекти процесів спалювання деревини. Порівняно зі спалюванням вугілля, питомі викиди парникових газів менші в 20-50 разів. Екологічні аспекти роботи котлів для спалювання деревини характеризуються такими показниками [4]:

- викиди SO_2 відповідають встановленим нормам без додаткових заходів, через незначний вміст сірки в деревині;
- допустимий рівень викидів CO і NO можна досягти шляхом контролю за процесом горіння;
- викиди твердих частинок, у середньому, становлять 300 мг/м^3 , що вимагає встановлення мультициклонів чи тканинних або електростатичних фільтрів для задоволення нормативних вимог.

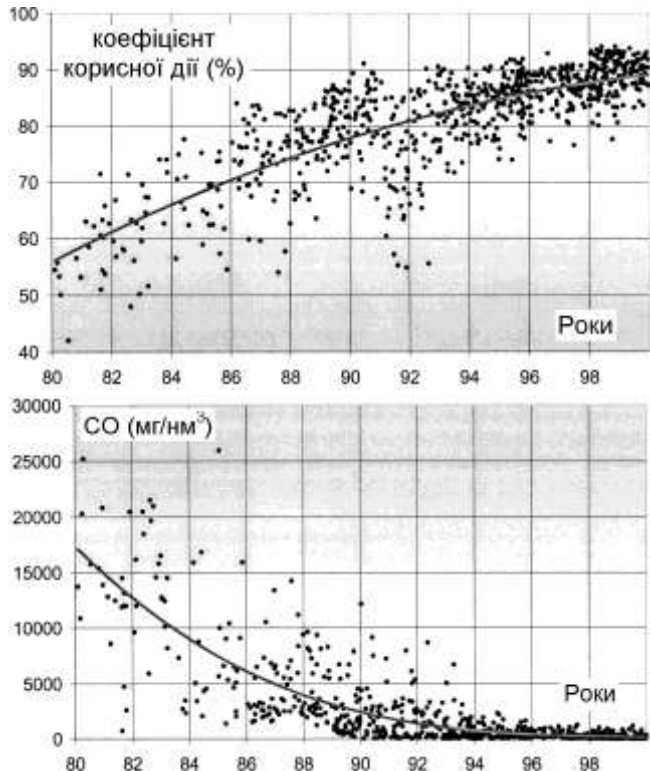


Рис. 7. Динаміка основних показників котлів для спалювання деревини

Завдяки вдосконаленню конструкції котлів і процесів управління горінням деревини отримано позитивну динаміку зниження емісії CO , а також не

вдалося підвищити коефіцієнт корисної дії паливних агрегатів (рис. 7) [15].

Стан енергетичного використання деревини в Україні. Дедалі зростає зацікавленість деревиною як енергоносієм. Проблеми отримання енергії з біомаси дерев вирішують вчені наукових установ, зокрема Інститут технічної теплофізики НАН України, Державний науково-дослідний і проектно-конструкторський інститут нетрадиційної енергетики й електротехніки, Національний лісотехнічний університет України. Тут здійснюють дослідження з визначення об'ємів утвореної і нагромадженої біомаси дерев та визначення вітчизняних ресурсів для можливого їх використання в енергетиці [16, 17]. Також діє науково-технічний центр "Біомаса", за участю якого реалізовано низку проектів, які забезпечують утилізацію деревних відходів з метою отримання енергії. Ще в 2001 р. розроблено "Концепцію розвитку біоенергетики в Україні" [18]. На основі швейцарсько-українського проекту розвитку лісів Закарпаття (FORZA) тривалий час вивчають інформаційно-просвітницьких заходів, спрямованих на розширення обсягів і ефективне використання деревини для отримання теплової енергії в регіоні. Керівники лісопромислових підприємств різних форм власності, лісгоспів Державного комітету лісового господарства України, а також органів місцевої влади активізували співпрацю у цьому напрямку.

Відродно, що українські підприємства, зокрема "Житомирремхарчомаш", "Роск-Львів", "Київавтоматика", "КАФ" й інші розпочали серійний випуск промислових і побутових котлів різноманітної потужності для спалювання деревини, які успішно працюють як на лісопромислових підприємствах, так і в котельнях соціальної сфери.

Найактивніші щодо використання деревини як джерела енергії – лісопромислові підприємства приватної форми власності, що здійснюють глибоку переробку деревної сировини. Зазвичай, на таких підприємствах основним джерелом теплової енергії, яку використовують для промислових і побутових потреб, є котельні, що працюють на деревинних відходах. На новостворених підприємствах переважно застосовують сучасне теплоенергетичне устаткування, внаслідок чого без затрат ручної праці, в автоматизованому режимі та з високим коефіцієнтом корисної дії отримують потрібну кількість теплової енергії з мінімальним впливом на навколишнє середовище. Тому усувається негативний вплив від утилізації деревинних відходів у традиційний спосіб.

Однак темпи й обсяги залучення біомаси дерев до енергобалансу України не відповідають ані наявним ресурсам, ані потребам енергетики. Значну кількість біомаси дерев, нагромаджену як у деревостанах різних категорій лісів, так і в деревинних відходах дрібних лісопромислових підприємств, а також у комунальних, дорожніх та інших організаціях переважно не використовують. Значну частину відходів, утворюваних під час перероблення деревини, зазвичай, вивозять на звалища. У зоні дії лісопилних підприємств нагромаджуються значні обсяги деревинної біомаси. Трапляються поодинокі випадки безсистемного і без-дозвільного складування деревинних відходів чи безконтрольного їх

спалювання. На жаль, в Україні біомаса дерев, незважаючи на наведені вище переваги, не має жодних пріоритетів перед іншими джерелами енергії. Загальнодержавної програми енергетично-зорієнтованого використання біомаси дерев немає [12, 19, 20].

Висновки та пропозиції

1. В Україні потрібно негайно розширити використання біомаси дерев в енергетиці.

2. Технологічні процеси енергетичного використання деревини, поряд із корисними економічними й екологічними ефектами, позитивно впливають на соціальну сферу шляхом створення нових робочих місць, надходження грошей в місцевий бюджет, а також зниження витрат на імпорт енергоносіїв.

3. Доцільно зорганізувати раціональне, планомірне та поетапне використання різних видів деревної біомаси без завдання шкоди довкіллю та з урахуванням всіх чинників (потенціалу, транспортної та економічної доступності, наявності споживачів тощо).

4. Для того, аби оптимізувати енергобаланс країни, скоротити потреби національної економіки у привізних енергоносіях, забезпечити лісопромислові підприємства тепловою енергією і громадян паливом, а також вирішити питання комплексного використання деревини й утилізації деревинних відходів, потрібно в найкоротші терміни:

- удосконалити системи обліку лісових ресурсів і утворених деревинних відходів та їх ефективне використання;
- посилити відповідальність шляхом уведення штрафів або підвищення платежів за неефективне використання деревини та деревних відходів, чи їх вивіз на звалища;
- здійснити дослідження з метою створення енергетичних плантацій, розширити використання низькоякісної і неліквідної деревини та порубних відходів;
- розробити системи машин і технологічних процесів, організувати збирання і транспортування біомаси дерев до місць перероблення або споживання, їх подрібнення і сортування;
- запропонувати підприємствам і громадянам сучасні котли промислового та побутового призначення з високим ступенем механізації (автоматизації) для спалювання цілісної чи подрібненої деревини, або її газифікації;
- організувати максимальне використання деревних відходів і низькоякісної деревини, щоб теплову енергію отримували з неї лісопромислові підприємства, організації і жителі населених пунктів лісистих регіонів;
- пропагувати використання деревної біомаси як палива, запровадити систему надання пільг чи субсидій виробникам обладнання і споживачам енергії із деревини, з метою використання деревини в енергетиці,

Для того, щоби швидко й ефективно вирішити ці проблеми, потрібно розробити Державну програму енергетичного використання біомаси дерев в Україні та її реалізувати. Це дасть змогу вирішити важливі загальногосподарські, лісогосподарські, екологічні та природоохоронні завдання, зокрема посприяти:

- економії викопних енергоносіїв (вугілля, нафти, газу);
- зменшенню об'єму імпортованих енергоносіїв і їх здешевленню;
- зниженню обсягів шкідливих викидів, зменшенню шкідливого впливу енергетики на довкілля;
- підвищенню лісистості країни завдяки створенню енергетичних плантацій;
- поліпшенню санітарного стану лісових масивів і промислових майданчиків деревообробних підприємств;
- підвищенню зайнятості в Україні шляхом створення нових робочих місць.

ЛІТЕРАТУРА

1. Поліщук С. Ядерне майбутнє України / Голос України. – 2007. – № 75.
2. **Energy for the future:** renewable sources of energy. White paper for a community strategy and action plan. Bruxelles, 1997. – 53 p.
3. Вах Е., Мікелєвіч Д. Відновлювані джерела енергії в енергетичній політиці європейських країн // Ринок інсталяційний. – 2000. – № 6. – С. 7-9.
4. Гелетуа Г.Р., Железна Т.А. Обзор современных технологий сжигания древесины для выработки тепла и электроэнергии // Оборудование и инструмент для профессионалов. – 2005. – № 3. – С. 64-68.
5. Кабат М., Собанські Р. Відновлювані джерела енергії в енергетичному господарстві сільських районів // Ринок інсталяційний. – 2000. – № 6. – С. 12-17.
6. Принс К. Анализ получения энергии из древесины в 80-х годах // В кн.: Материалы симпозиума международной выставки "Лесдревмаш-89". Часть 1. – М. : ВНИПИЭИлеспром. – 1990. – С. 41- 67.
7. Фрювальд А. Использование отходов лесозаготовок и промышленных древесных отходов: состояние техники, границы и возможности // В кн.: Материалы симпозиума международной выставки "Лесдревмаш-89". Часть 1. – М. : ВНИПИЭИлеспром. – 1990. – С. 67-76 с.
8. **Renewable energy in Austria.** – Vienna: Federal Ministry of Economics and Labour. – 2003. – 23 p.
9. **Forest and energy.** Key issues. // FAO forestry paper. № 154. – Rome: FAO UN. – 2008. – 56 p.
10. Hellberg M. Biomass – the alternative to fossil fuel with the greatest potential // Timberjack News. – 1999. – № 2. – P. 12-14.
11. Teronen T. A bright future for energy wood // In the forest. – 2007. – № 2. – P. 6-7.
12. Коржов В.Л. Энергия из древесины. Реалии и проблемы // Wood business. – 2000. – № 2. – С. 22-29.
13. Биознергия интересующая всю Европу // Timberjack News. – 2003. – № 1. – С. 18-19.
14. Uuskoski T. Fiberpac bundles bioenergy for power plants // Timberjack News. – 2001. – № 1. – P. 12-13.
15. Schrottmaier J., Lasselsberger L. The influence of BLT Wieselburg on the situation of bioenergy in Austria and Europe/ BLT Wieselburg. – 2001. – 9 p.
16. Жовмір М.М., Недовесов В.Л., Смірнов О.П., Талько А.Й., Торосов А.С., Шахнер Е.Н., Коржов В.Л., Абрамович І.О., Ютіна А.С., Бондар І.Л. Ресурси біомаси для енергетичного використання в Україні // Енергетика і електрифікація. – 2002. – № 6. – С. 38-45.
17. Жовмір М.М., Смірнов О.П., Торосов А.С., Коржов В.Л., Абрамович І.О., Ютіна А.С., Бондар І.Л., Колесник В.В. Значення біомаси в енергозабезпеченні України та основні напрями її використання при виробництві енергії // Енергетика і електрифікація. – 2002. – № 9. – С. 28-34.
18. Концепція розвитку біоенергетики в Україні / Гелетуа Г.Т., Железна Т.А., Тишаєв С.В., Кобзар С.Г.,

Копейкін К.О. – К. : Ін-т технічної теплофізики НАН України, 2001. – 15 с.

19. Коржов В.Л. Шляхи вирішення проблеми використання біомаси дерев для одержання енергії // Науковий вісник УкрДЛТУ : Лісовий комплекс напередодні XXI століття: освіта, наука, виробництво. – Львів : РВВ УкрДЛТУ. – 1999. – Вип. 9.6. – С. 52-56.

20. Коржов В.Л. Энергия из биомассы деревьев. Перспективы использования // Оборудование и инструмент для профессионалов. – 2008. – № 2. – С. 18-20.

V. L. Korzhov

THE ROLE OF WOODEN BIOMASS FOR THE ENERGY BALANCE OPTIMIZATION IN UKRAINE

The analysis of renewable sources of energy use is presented. A biomass is the most important of these sources. The development tendencies of technological processes and systems of machines for energy use from wooden biomass are demonstrated and the measures for their implementation in Ukraine are proposed.

УДК 581.9(477.8)

В. Г. КИЯК¹, В. М. БІЛОНОГА², А. К. МАЛИНОВСЬКИЙ³

ПОШИРЕННЯ І ПОПУЛЯЦІЙНА СТРУКТУРА РІДКІСНИХ ВИДІВ РОСЛИН МІЖНАРОДНИХ ЧЕРВОНИХ СПИСКІВ В УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТАХ⁴

Наведено результати досліджень поширення та основних популяційних параметрів 8 видів рослин Українських Карпат, занесених до європейського та світового червоного списків. Описано нові місцезростання для 5 рідкісних видів і уточнено висотний діапазон їх поширення. Визначено обсяги і просторові типи популяцій. Досліджено характер змін основних популяційних параметрів і способів самопідтримання під впливом природних і антропогенних чинників. Здійснено аналіз головних чинників загрози для модельних популяцій. Обґрунтовано індикаційне значення окремих групових та індивідуальних ознак для оцінки життєздатності малих популяцій.

Ключові слова: рідкісні рослини, популяція, червоний список, Карпати.

Нагромаджена у процесі еволюції генетична інформація є унікальною, а зникнення будь-якого виду або популяції веде до її незворотної втрати. Це є особливо актуальним для рідкісних, реліктових і ендемічних видів рослин, котрі здебільшого є малочисельними. Популяційні дослідження лежать в основі встановлення ступеня загроженості виду, напрацювання практичних заходів, спрямованих на їхнє збереження і відновлення.

В Українських Карпатах, за різними джерелами, налічується близько 20 видів, занесених до основних міжнародних червоних списків. З них 10 видів з європейського та 7 – зі світового червоного списку. Сучасний стан вивченості цих видів в Україні не можна вважати задовільним. Зокрема відсутні або фрагментарними є дані щодо їхнього поширення, величини ареалів, чисельності, внутрішньопопуляційної структури. Для них не встановлено чинників загрози, відсутні дані стосовно спрямованості динамічних процесів у популяціях. Відтак, дослідження, спрямовані на вивчення реального стану і перспектив загрозованих видів є актуальними і, в підсумку, дадуть змогу опрацювати й ефективно впроваджувати адекватні природоохоронні заходи, прогнозувати і попереджувати можливе виникнення й розвиток негативних тенденцій у рослинному покриві.

Інформація щодо поширення та сучасного стану загрозованих видів рослин європейського та світового червоного списків в Українських Карпатах є обов'язковою передумовою напрацювання і ефективного впровадження адекватних природоохоронних заходів. Створення широкої бази

даних стосовно екології та ценотичних особливостей загрозованих видів та чинників загрози дасть змогу реалізувати ідею прогнозування та запобігання негативним процесам у популяціях і рослинному покриві загалом. Постійно поновлювана база даних стану окремих популяцій у перспективі повинна стати основою для моніторингу за станом загрозованих видів в Україні та у прилеглих країнах. Результати досліджень сприятимуть покращанню роботи природоохоронних структур в Україні, дадуть змогу уникнути помилок під час опрацювання комплексних програм розвитку регіону, використання природних ресурсів, господарської діяльності.

Об'єкти і методика досліджень. У цій роботі наведено результати досліджень, спрямованих на вивчення поширення і популяційної структури вісьмох видів рослин міжнародних червоних списків в Українських Карпатах, а саме: *Silene dubia* Herbach, *Silene zawadskii* Herbach, *Astragalus krajinae* Domin., *Heracleum carpaticum* Porc., *Pulmonaria filarszkyana* Jáv., *Achillea schurii* Schultz Bip, *Larix polonica* Racib. і *Syringa josikaea* Jacq. З них *Heracleum carpaticum* і *Pulmonaria filarszkyana* належать до східнокарпатських ендемів, *Silene dubia*, *S. zawadskii*, *Achillea schurii*, *Astragalus krajinae* – до східно-південнокарпатських. *Larix polonica* є західно-східнокарпатський, а *Syringa josikaea* – карпато-балканський ендем [14, 16]. Для досягнення мети було застосовано традиційні популяційні методи досліджень [2, 3, 6]. На постійних моніторингових ділянках стаціонарними і маршрутними методами вивчали найбільш інформативні популяційні

¹ Володимир Григорович КИЯК – кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник, Інститут екології Карпат НАН України, вул. Козельницька, 4, м. Львів, Україна. Тел.: (380-32) 270-74-43 (р); +38097-371-43-78 (м). E-mail: vlodkokyjak@rambler.ru

² Володимир Михайлович БІЛОНОГА – кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник, Інститут екології Карпат НАН України, вул. Козельницька, 4, м. Львів, Україна. Тел.: (380-32) 270-74-43 (р); +38067-437-10-11 (м). E-mail: v_bilonoha@ukr.net

³ Андрій Костянтинівич МАЛИНОВСЬКИЙ – член-кореспондент ЛАН України, доктор сільськогосподарських наук, провідний науковий співробітник, Державний природознавчий музей НАН України, вул. Театральна, 18, м. Львів, Україна. Тел.: (380-32) 272-89-17 (р); +38097-609-40-11 (м). E-mail: akm.museum@lviv.net

⁴ Робота виконана за підтримки Українського науково-технологічного центру

параметри, здійснено оцінку стану популяцій та визначено чинники загрози.

Дослідження структури та динаміки основних популяційних параметрів модельних видів виконували на відомих з літературних джерел і виявлених в ході пошукових робіт нових локалітетах. Структуру та динаміку основних популяційних параметрів *Silene dubia* вивчали в основних гірських масивах Українських Карпат: Бескидах (г. Пікуй), Горганах (долина ріки Тересви, околиці с. Лопухів); Свидовці (гг. Котел, Драгобрат, Герешаска); Чорногорі (гг. Пожижевська, Данцер, Шпиці); Мармароських горах (гг. Піп Іван, Ненеска); Чивчинах (гг. Прелучний, Гнетеса); Буковинських Карпатах (кордон з Румунією біля с. Селятин, перевал Джогул). Основні популяційні параметри було вивчено в усіх локалітетах *Silene zawadskii* розташованих у Чивчинах (гг. Великий Камінь, Мокринів Камінь, Прелучний); у більшості локалітетів *Achillea schurii* – у Чивчинах (г. Мокринів Камінь), Свидовці (г. Драгобрат, Близниця, Комин); Чорногорі (г. Петрос); Мармароських горах (г. Ненеска, Піп Іван) та *Heracleum carpathicum* – у Чивчинах (гг. Чивчин, Прелуки, Паляниця, Гнетеса), Чорногорі (гг. Данцер, Шпиці, Менчул, Піп Іван); Мармароських горах (г. Піп Іван). Оцінку стану популяцій *Astragalus krajinae* здійснювалась на основі єдиних локалітетів у Свидовецькому (гг. Близниця, Жандарми) та Мармароському (г. Ненеска) масивах. Для вивчення поширення і популяційної структури *Pulmonaria filarszkyana* стаціонарними та маршрутними методами було охоплено гірські масиви Чорногорі, Свидівця, Мармарошу, Чивчин. Стан популяцій *Syringa josikaea* і *Larix polonica* вивчали в усіх відомих місцезростаннях у Львівській, Івано-Франківській та Закарпатській областях.

Метою роботи було на основі отриманих результатів щодо розмірів, чисельності, просторової та вікової структури популяцій встановити їхній сучасний стан, виявити головні обмежувальні чинники загрози та визначити першочергові природоохоронні заходи для окремих локалітетів.

Результати досліджень. Згідно з дослідженнями, започаткованими більше, як століття тому, висотні межі поширення *Silene dubia* наводили, починаючи від 680 м над р.м. [21]. У долині ріки Тересви нами виявлено малі популяції виду починаючи з 620 м. Вважалось також, що є перерва у висотному поширенні виду між 1240 і 1400 м. Насправді у долині Черемоша вид трапляється до 1280 м і в долині Тиси на висоті 1300 м. Згідно з літературними джерелами [15] *Silene dubia* заміщає *Silene nutans* на висоті 850-1100 м н.р.м. Ми з'ясували, що види трапляються разом включно до висоти 1700-1800 м (г. Котел на Свидовці, г. Шпиці на Чорногорі). *Silene dubia* однак є ксерофільнішим порівняно з *Silene nutans*, тому їхні ніші в угрупованнях не перекриваються. *Silene dubia* поширений в усьому масиві Українських Карпат від кордону зі Словаччиною на північному заході до Румунії на південному сході. У цьому ж напрямку – з півночі на південь збільшується трапляння виду. На Буковині вид представлений усіма просторовими типами популяцій – від малих ізольованих до великих континуальних і метопопуляцій. Встановлено, що вид перебуває поза загрозою. Це зумовлено як великим

ареалом і значною кількістю популяцій (більше як 100), велика частка яких є багаточисельними (понад 1000 особин), так і евритопією і толерантністю до антропогенного впливу. Окрім скель вид успішно освоює незімкнені або низькотравні ділянки на сінокошних луках, пасовищах, узбіччя доріг, еродовані площі тощо, поширений на кислих і лужних, карбонатних і безкарбонатних ґрунтах. Наші дані підтверджують гіпотезу [15] про порівняно молодий вік цього виду. Свідченням цього є розширення його ареалу у висотному і широтному напрямках протягом останнього століття.

У Чивчинах і в Українських Карпатах загалом існує лише три популяції *Silene zawadskii* – дві великі (від 1,5 до 4,0 тис. особин) на гг. Прелучний і Великий Камінь, і мала популяція (близько 100 особин) на г. Мокринів Камінь. У Чивчинах наявні також дві малі популяції *Achillea schurii* (на Мокриновому Камені і Чивчині). Вид поширений ще у Чорногорі (г. Петрос), Свидовці (гг. Близниця, Драгобрат) і Мармароських горах (гг. Піп Іван, Ненеска), де представлений чисельними популяціями на великих площах. Визначальними чинниками, які впливають на морфометричні ознаки, онтогенез та розмноження обидвох видів, виступають експозиція схилу, інсоляція та параметри едафотопу.

Разом у одному оселищі *Silene zawadskii* і *Achillea schurii* трапляються лише на г. Мокринів Камінь. *Silene zawadskii* приурочена до сухіших і тепліших схилів східної та південно-східної експозицій, а суміжний холодніший і вологіший бік від північного сходу за участі *Achillea schurii* – не заселяє.

Щільність досліджених популяцій пов'язана з умовами місцезростань та особливостями біології видів. Найістотнішу кореляцію можна прослідкувати у співвідношенні щільності та способів розмноження у взаємозв'язку з параметрами середовища. Встановлено, що в умовах, віддалених від оптимального, насамперед пригнічуються процеси генеративного розмноження. Низький відсоток генеративних особин у вікових спектрах унаслідок спрощення шляхів онтогенезу притаманний *Heracleum carpathicum* у песимальних умовах внаслідок інтенсивного випасу або конкуренції видів-сусідів.

Псевдоомолодження характерне для *H. carpathicum*, як реакція на підвищення конкуренції з боку інших видів під час циклічних або демуаційних сукцесій. Найбільш вираженими негативними чинниками є затінення і висока щільність видів-сусідів. Водночас, відновлення вікової структури популяцій після усунення дії цих чинників відбувається швидко – протягом одного-двох років.

Характерними ознаками просторового розподілу особин у популяціях з високою буферністю є порівняно висока щільність. Дисперсне розташування трапляється зрідка і є характерним для популяцій низької життєздатності та буферності (*H. carpathicum* на г. Чивчин). Тому величина оселища не завжди слугує показовою ознакою стану популяції. Більші популяції з низькою щільністю, порівняно з меншими популяціями високої щільності, часто виявляють слабшу здатність до компенсації втрат від несприятливих чинників. Із збільшенням відстані між особинами до десятків метрів вразливість популяції різко прогресує, а її буферність зменшується.

Буферність популяцій вища на площах, обриси яких є суцільними або вони складаються з близько розташованих частин (на відстані десятків метрів) і не поділені на віддалені фрагменти з нерегулярним обміном діаспор чи пилку.

Головну загрозу для популяцій *Heracleum carpathicum* становить інтенсивний випас. З огляду на те, що вид належить до кормових трав, на пасовищах (г. Чивчин, Піп Іван Мармароський) його щільність дуже низька і становить менше одної особини на 100 м² за загальної чисельності 200-300 особин, серед яких лише 20-40 – генеративні. Більшість генеративних особин зазнають часткового або повного стравлювання суцвіть.

Лімітними чинниками для *Heracleum carpathicum* можуть бути: експозиція схилу, вітровий та сніговий режим, температурний режим, вологість та структура ґрунту, мікрорельєф, взаємовплив між видами тощо.

На основі аналізу взаємовпливу або асоційованості *H. carpathicum* з іншими видами рослин у семи досліджених популяціях виявлено чітку позитивну асоційованість *H. carpathicum* з *Deschampsia caespitosa* (L.) Beauv., *Calamagrostis villosa* (Chaix.) J.F. Gmel., *Hypericum alpinum* Kit., *Achillea submillefolium* Klok. et Krytzka, *Geranium alpestre* Schur і *Luzula luzuloides* (Lam.) Dandy et Wilmott. Найбільше виражений позитивний взаємовплив виявлено з *Deschampsia caespitosa*, який простежено у всіх досліджених популяціях. У популяції на г. Шпиці *Heracleum carpathicum* росте у сусідстві переважно віргінієвих особин *Deschampsia caespitosa*. Позитивний взаємовплив чи асоційованість з іншими видами є переважно факультативними, коли популяція може існувати і без названих сусідів. Варто відзначити облігатну приуроченість *Heracleum carpathicum* до локусів, а у більшості випадків і до фітоценозів, з домінуванням або зі значною участю *Deschampsia caespitosa* і (або) *Calamagrostis villosa*.

На прикладі *Heracleum carpathicum*, *Achillea schurii* та *Silene zawadskii* встановлено, що у більших популяціях і у флористично багатших угрупованнях діапазон сусідств одного і того ж виду ширший. Так у популяції *Heracleum carpathicum*, яка нараховує 600-900 особин у флористично багатому фітоценозі на г. Шпиці, позитивними сусідами є 14 видів, тоді, як у більшості менших популяцій, що містять по 100-300 особин (на г. Данцер, Чивчин, Менчул), позитивні зв'язки властиві з 6-8 видами. У малій популяції *Silene zawadskii* на Мокриновому Каміні особини ростуть переважно без сусідів, виявляючи слабку позитивну кореляцію з *Trisetum alpestre* (Host.) Beauv., *Saxifraga paniculata* Mitt. і *Festuca versicolor* Tausch. У великій популяції на Великому Каміні позитивними сусідами *Silene zawadskii* є 12 видів (*Scabiosa opaca* Klok., *Pimpinella saxifraga* L., *Jovibarba preissiana* (Domin) Omelcz et Czopik, *Carex sempervirens*, *Trisetum alpestre*, *Lloydia serotina* (L.) Reichenb., *Carduus kernerii* Simonk., *Campanula serrata* (Kit.) Hendrych та ін.).

Порівнюючи отримані результати взаємовпливу або асоційованості між видами рослин у ценозах високогір'я Карпат, встановлено вищий ступінь вірності таких стосунків у малих популяціях рідкісних видів. Для великих популяцій широко розповсюджених у високогір'ї видів така виражена

сталість взаємозв'язків не характерна і під час зміни еколого-фітоценотичних умов у різних рослинних угрупованнях напруженість взаємостосунків між видами змінюється.

Pulmonaria filarszkyana входить до складу фітоценозів ендемічної для Східних Карпат асоціації *Pulmonario-Alnetum viridis* Pawł. et Wal. 1949 corr. Kricsfalusy et Malynovski 2000 (Syn.: *Pulmonarieto-Alnetum* Pawłowski et Walas 1949) разом з *Alnus viridis* (Chaix) DC, *Cirsium waldsteinii* Rouy, *Rumex alpestris* subsp. *carpathicus* Zapał. [7]. Окрім цього, вид є компонентом угруповань смерекових лісів на їх верхній границі. За літературними джерелами [15], вид поширений на висотах від 1370 до 1650 м.н.р.м. в межах масивів Чорногора, Чивчини, Гриняви, Мармароських гір. Натомість наші дослідження засвідчили присутність виду в діапазоні висот від 1100 м до 1740 м у Чорногірському масиві (г. Брескул). В ході досліджень виявлено 14 локалітетів *Pulmonaria filarszkyana* у Чорногорі – г. Пожижевська, Говерла, Данцер, Кізли, Гомул, біля підніжжя г. Бребенескул, Піп Іван (Чорногора), у Чивчинському масиві – г. Мокринів Камінь; у Гринявських горах (Сарата, Перкалаб); у Мармароських горах – г. Піп Іван. Вид розмножується насіннєво і вкоріненням плагіотропних пагонів попередніх років та їхнім подальшим галуженням, характеризується великою кількістю центрів розростання й формує доволі щільні клони площею понад 1-2 м². Проте окремі локуси можуть досягати щільності у криволіссі до 300 шт. на 1 м². Висотний градієнт має негативний вплив на щільність та чисельність генеративних особин. Співвідношення генеративних і вегетативних пагонів у клонах становить у середньому 0,05 на висоті 1750 м і 0,13 на висоті 1550 м. На більших висотах кількість квіток на пагонах зменшується майже удвічі. Ефективність цвітіння, що розраховувалось як співвідношення кількості квіток на пагоні до кількості сформованого насіння, не перевищує 30 % від максимального значення у криволіссі. Найвищими є показники у особин в угруповання вільхи зеленої.

На місці зведених слаників вільхи зеленої формуються угруповання з домінуванням щільнокущових злаків, що загалом має негативні наслідки для популяції *Pulmonaria filarszkyana* – зменшується чисельність і щільність, насіннєва продуктивність і насіннєве розмноження. Водночас *P. filarszkyana* залишається стабільним компонентом ценозу.

Головними загрозами є знищення слаників, рекреаційне навантаження та можливі кліматичні зміни. Поряд з цим, значна кількість виявлених локалітетів, їхня загальна площа та щільність, особливості самопідтримання не дають змоги категорично стверджувати, що вид перебуває під загрозою.

Astragalus krajinae представлений ізольованими локальними популяціями. Відомі два місцезростання виду у Свидовецькому масиві (г. Близниця, Жандарми) і Мармароських горах (г. Ненеска). Вид приурочений до високогірних лук та кам'янистих вапнякових схилів, входить до складу угруповань асоціації *Cystopteridetum fragilis* Oberd. (Incl. *Asplenio-Cystopteridetum fragilis* Oberd.). Проекційне покриття

угруповань – 10-30 %. Зрідка домінують петрофіти, спорадично – лісові гуміфільні види. Поширений на схилах північної та північно-східної експозиції, вапнякових скелях і урвищах. Також трапляється в угрупованнях асоціації *Achilleo schurii-Dryadetum* (Beldie) Coldea 1984. Структура угруповань – однарусна, до 10 см висотою, стебла злаків – до 25 см. Такі угруповання займають невеликі площі, переважно на вологих північних схилах з потужним сніговим покривом.

У Свидовецькому масиві місцезростання виду виявлено на схилах г. Близниця і Жандарми. Вид представлений кількома окремими локалітетами у висотному діапазоні від 1600 до 1700 м.н.р.м. на карових стінках пн.-східної експозиції, де надає перевагу еродованим фрагментам ґрунту, і на виходах скель. У складі рослинного покриву поряд з астрагалом представлені *Festuca versicolor* Tausch, *F. amethystine* L., *Juniperus sibirica* Burgsd., *Primula halleri* J.F. Gmel., *Thymus alpestris* Tausch, *Aster alpinus* L., *Lotus corniculatus* L., *Vaccinium uliginosum* L., *V. myrtillus* L., *Phyteuma orbiculare* L., *Aconitum nanum* (Baumg.) Simonk. Площі оселищ від 500 м² до 2000 м². В угрупованнях з домінуванням *Festuca versicolor* щільність популяції астрагалу становить 3-4 дорослих особин на м². Підріст – малочисельний і не перевищує 2 % від загальної чисельності популяції.

Syringa josikaea в Карпатській гірській країні відомий з поодиноких місцезростань у Південних і

Східних Карпатах. На початку XX ст. налічувалось понад 30 його осередків, у т.ч. в українській частині Східних Карпат – у Закарпатті – 16 [17] та 1 осередок в околиці с. Климець на Львівщині [20]. За матеріалами гербарію БІН СРСР, К. Ігошина (1954) наводить 12 місцезростань у долині р. Латориці та її притоках, 6 – по лівобережних притоках р. Уж, 2 – у верхів'ях р. Ріки; 1 – у верхів'ї р. Стрий. З того часу кількість осередків невпинно скорочувалась. Вже наприкінці XX ст. наводиться лише 6 локалітетів цього виду в басейнах річок Уж, Латориця та Ріка та один осередок у верхів'ї р. Стрий [11]. У 1985 р. було виявлено нове оселище *Syringa josikaea* в урочищі Козаково в басейні р. Стрий [9].

Ми обстежили 6 локалітетів виду в басейнах річок Стрий, Латориця і Ріка у межах висот від 300-500 м н.р.м на Закарпатті до 750 м н.р.м. у Львівській області (табл.). Загальною закономірністю поширення та екологічної приуроченості є те, що всі означені локалітети розташовані на терасах гірських потоків і річок, на перезволожених торфово-болотних або мокрих дерново-глейових ґрунтах. Свого часу розширення автотраси Київ-Чоп призвело до знищення частини угруповання локалітету "Майдан" (Воловецький ДЛГ, Підполозянське л-во, кв. 18-14). У найкращому стані на сьогодні є популяція локалітету "Бузок угорський" де практично немає антропогенного впливу, а перший ярус *Alnus incana* ще не створює сильного затінення.

Табл. Характеристика локалітетів *Syringa josikaea* в Українських Карпатах

Локалітет	Координати	Угруповання	Стан популяції
"Борсучина" Великобerezнянський р-н, Закарпатська обл.	N46°20'41,1" E 54°19'10,2" (546 м н.р.м., 0,5 га)	Caltho-Syringeto- Salicetum auritae.	Поновлення переважно вегетативним шляхом. Популяція перебуває у пригніченому стані. Необхідне проведення лісгосподарських заходів – вирубки кущів ліщини.
"Бузок угорський" с. Климець, Сколівський р-н, Львівська обл.	N 48°49'20,9" E 23°10'23,5" (746 м н.р.м., 1,2 га.)	Alnetum (incanae)- Syringeto filipendulos- calthosum	Популяція ценотично стабільна, представлена особинами різних вікових груп, розмноження переважно вегетативне. Загрозу складає природний розвиток сукцесії.
"Майдан", Воловецький р-н, Закарпатська обл.	N 40°42'38,1" E 23°02'51,6" (341 м н.р.м., 0,6 га)	Syringeto-Alnetum (glutinosae)-Fraxinetum calthoso-asarosum.	Популяція пригнічена через брак освітлення, цвітіння спостерігалось у особин, що зростають на узліссі. Достатньо інтенсивне вегетативне поновлення. Загрози: викопування особин.
"Черешнюво", Воловецький р-н, Закарпатська обл.	N 48°46'17,1" E 22°58'34,9" (411 м н.р.м., 0,7 га)	Alneto (incanae)- Fraxinetum-Syringetum caricoso-calthosum.	Стан популяції задовільний. Загрози для популяції зумовлені викопуванням особин для озеленення присадибних ділянок.
"Романівці", Воловецький р-н, Закарпатська обл.	N 48°44'26,3" E 23°01'85,1" (371 м н.р.м., 0,15 га)	Alneto (incanae)- Syringeto-Fraxinetum calthosum.	Стан популяції задовільний, інтенсивне цвітіння і плодоношення, поновлення переважно вегетативне. Головна загроза – осушення прилеглих сінокісних лук, викопування.
"Ділок", Міжгірський р-н, Закарпатська обл.	N 48°36'36,4" E 23°24'21,5" (504 м н.р.м., 0,2га)	Alneto (incanae)- Syringeto-Fraxinetum calthosum.	Стан популяції незадовільний, низька чисельність генеративних особин. Загрозу становить збирання квітів та викопування особин.
"Клинка", Міжгірський р-н, Закарпатська обл.	N 48°36'34,7" E 23°25'12,7" (506 м н.р.м., 0,2 га)	Alneto (incanae)- Syringeto-Fraxinetum calthosum.	Стан популяції незадовільний, чисельність генеративних особин низька.

Larix polonica – рідкісний вид, поширений у Західних Карпатах в Польщі (Пеніни, Польща) і у Східних Карпатах – в Україні (Горгани) та Румунії (Цеглед). На початку XX ст. на території України було відомо 4 локалітети цього виду [17]. На сьогодні в Україні збереглися тільки два локалітети – один на північному ("Кедрин"), другий на південному

("Манявський Скит") мегасхилі Горганів. "Кедрин" – єдиний в Україні лісовий масив, де *Larix polonica* збереглась в природному стані. Дискусія про штучне чи природне походження модрина в урочищі "Манявський Скит" триває і сьогодні. На природне походження угруповань з модриною вказували А. Сьродонь [19], Г. Козій [4], с. Стойко [10],

І. Федець [13]. Першим на штучне походження вказував Ф. Гербіх [18]. Думку про штучність цього локалітету модрина поділяли Є. Кондратюк [5], П. Трибун [12]. Пізніше, на основі експериментальних досліджень та порівняльного аналізу екологічних умов місцезростань, штучність походження манявського осередку довели Ю. Боберський [1] та Л. Мілкіна [8].

Загальною закономірністю поширення *Larix polonica* в Українських Карпатах є екологічна приуроченість виду до скелястих й стрімких південних схилів з малопотужними поверхнево-кам'янистими бідними, кислими, місцями торф'янистими нерозвиненими скелетними ґрунтами, що виникли на розсипищах твердих пісковиків.

Локалітет "Кедрин" розташований на південних відрогах полонини Побита на південному мегахилі Вододільних Горганів у межах висот 1080-1240 м н.р.м. (Тячівський район Закарпатської області). Угрупування двоярусне – *Lariceto (polonicae)-Cembreto-Piceetum myrtillosum*. Деревостан має вік 130-170 років. *L. polonica* зростає поодинокі або невеликими групами на кам'янистих, здебільшого підвісних ґрунтах, звичайно у розімкнених частинах фітоценозу. Перший ярус повнотою 0,4-0,5 утворює *Picea abies* (L.) Karst. з домішкою (до 20 %) *Larix polonica* та *Pinus cembra* L. Другий ярус розріджений, поодинокі трапляються *Fagus sylvatica* L. та *Betula pendula* Roth. Висота дерев *Larix polonica* до 25 м. Трав'яно-моховий ярус утворюють *Vaccinium myrtillus* L., *V. vitis-idaea* L., *Calamagrostis villosa*, *Lycopodium annotinum* L., *Polytrichum juniperinum* Hedw.

Оліготрофні едафічні умови мали вирішальне значення у збереженні серед суцільних смерекових лісів реліктового угруповання *Larix polonica* і *Pinus cembra*. На відміну від *Larix polonica*, *Pinus cembra* має ширше розповсюдження і також приурочена до оліготрофних типів лісорослинних умов. Найпоширенішими є угруповання *Piceeto-Cembretum myrtillosum* і *Cembreto-Piceetum sphagnoso-myrtillosum*. На родючих буроземних ґрунтах трапляються фітоценози *Fageto-Piceetum*.

Стан популяції *Larix polonica* задовільний. Природне поновлення спостерігається переважно на освітлених місцях серед розсипів, де трапляються поодинокі особини 5-10 річного віку. Схожість насіння модрина низька – 15-20 %. Життєздатність популяції в цих умовах забезпечується пониженою конкурентною здатністю *Picea abies*. Популяція має важливе наукове значення для дослідження історії розвитку лісів, а також практичне значення як насіннева ділянка. Загрози становлять осипи, розвиток спонтанних сукцесій та пожежі в лісах. Останнім часом здійснено роботи з висадження саджанців *Pinus cembra*, що у перспективі може призвести до зміни балансу у структурі фітоценозу.

Локалітет "Манявський Скит" загальною площею 356 га знаходиться на території Манявського л-ва, кв. 32-37 (Богородчанський р-н, Івано-Франківська обл.). Загальна площа зайнята *Larix polonica*, яка зростає як у чистих насадженнях, так і разом з *Picea abies*, *Fagus sylvatica* і *Abies alba*, близько 12 га. Для підтримки популяції потрібне постійне антропогенне втручання. Природне поновлення відбувається тільки після прорідження деревного ярусу та вирубування підросу

Picea abies, *Fagus sylvatica* і *Abies alba* Mill. Насадження має важливе значення як пам'ятка лісокультурної справи в Україні, а також практичне значення як насінницька ділянка.

Висновки. Встановлено, що популяції видів *Heracleum carpathicum*, *Astragalus krajinae*, а також більшість популяцій *Syringa josikaea* і частина популяцій *Silene zawadskii*, *Silene dubia* і *Achillea schurii*, на території Українських Карпат належать до групи малих ізольованих. Локальні великі ізольовані популяції притаманні *Silene zawadskii*, *Silene dubia*, *Achillea schurii*, *Pulmonaria filarszkyana*, а також *Syringa josikaea*. До групи континуальних можна зарахувати окремі популяції *Silene dubia* і *Pulmonaria filarszkyana*. Водночас, *Silene dubia* представлена також метапопуляціями.

Дослідженнями встановлено пріоритетність й індикаторне значення групових та індивідуальних ознак життєздатності малих популяцій. За цими ознаками більшість популяцій *Heracleum carpathicum* в Українських Карпатах – загрожені. Це зумовлено передусім низькою ефективною і загальною чисельністю, повільними темпами вегетативного відновлення і вразливістю до випасу. У *Silene zawadskii* і *Achillea schurii* загрожені є малі популяції на г. Мокринів Камінь, котрі підпадають негативній дії ендегенних (генетичної і демографічної) та екзогенних (вивітрювання гірської породи, сільватизація та ін.) стохастичних змін.

Для *Syringa josikaea* загрозу становить головно викопування особин місцевими мешканцями для озеленення, часткове знищення ділянок за рахунок виконання будівельних робіт, зміна гідрологічного режиму внаслідок дренажних робіт. Загрози посилюються специфікою географічного розташування локалітетів – поблизу населених пунктів, біля магістральних автошляхів, де інтенсивно розвивається придорожня інфраструктура – місця харчування та відпочинку. Постійну загрозу складають подальше провадження шляхових і меліоративних робіт – осушення придорожніх лісових ділянок, що призводить до зміни гідрологічного режиму території. Популяції різні за розмірами і за своєю просторовою і внутрішньопопуляційною структурою. Загальною загрозою для всіх обстежених популяцій є розвиток природних сукцесій домінантних видів, що призводить до затінення і пригнічення *Syringa josikaea*. Популяція бузку як елемент чагарникового ярусу, потерпає без від затінення дерев I і II ярусів, так і від конкуренції з боку видів роду *Salix*, *Sorbus*, *Viburnum* та ін. Потрібно розробити спеціальні лісівничі заходи – рубання освітлення та очищення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Боберський Ю.Ю. Автохтонні мікропопуляції модрина в Українських Карпатах та їх збереження / Ю.Ю. Боберський // Охорона природи та раціональне використання природних ресурсів УРСР. – К. : Вид-во "Наук. думка", 1970. – С. 5-7.
2. Воронцова Л.И. Жизненность особей в ценопопуляциях / Л.И. Воронцова, Л.Е. Гатцук, И.М. Ермакова // Ценопопуляции растений (основные понятия и структура). – М. : Изд-во "Наука", 1976. – С. 44-60.

3. Злобин Ю.А. Принципы и методы изучения ценологических популяций растений / Ю.А. Злобин. – Казань : Изд-во КЗУ, 1989 а. – 146 с.
4. Козій Г.В. Модрина польська (*Larix polonica* Racib.) в Східних Карпатах / Г.В. Козій // Наукові записки Львів. наук.-природ. Музею АН УРСР. – Львів, 1951. – Т. I. – С. 7-16.
5. Кондратюк Є.М. Дикоростучі хвойні України / Є.М. Кондратюк. – К. : Вид-во АН УРСР, 1960. – С. 8-46.
6. Корчагин А.А. Внутривидовой (популяционный) состав растительных сообществ и методы его изучения / А.А. Корчагин // Полевая геоботаника / под ред. А.А. Корчагина, Е.М. Лавренко и В.М. Понятовской. – М.-Л. : Изд-во АН СССР, 1964. – Т. 3. – С. 63-131.
7. Малиновський К.А. Рослинні угруповання високогір'я Українських Карпат / К.А. Малиновський, В.В. Крічфалушій – Ужгород, 2002. – 244 с.
8. Мілкіна Л.І. Ще раз про походження модрина польської (*Larix polonica* Racib.) в урочищі Манява-Скит та її охорону / Л.І. Мілкіна // Український ботанічний журнал – 1973. – 30, № 5. – С. 597-601.
9. Мілкіна Л.І. Нові місцезнаходження *Syringa josikaea* Jacq. в Українських Карпатах/ Л.І. Мілкіна // Український ботанічний журнал – 1985. – 41, № 4. – С. 10-14.
10. Стойко С.М. Заповідники та пам'ятки природи Українських Карпат / С.М. Стойко. – Львів : Вид-во Львів. ун-ту, 1966. – 142 с.
11. Раритетні фітоценози західних регіонів України (Регіональна Зелена книга) : монографія / Стойко С.М., Мілкіна Л.І., Яценко П.Т. та ін. – Львів : Вид-во "Поллі", 1998. – 190 с.
12. Трибун П.А. Резерват "Манява-Скит"/ П.А. Трибун // Карпатские заповедники – Ужгород : Изд-во "Карпаты", 1966. – С. 104-105.
13. Федец И.Ф. Эдафодиаграмма карпатских лесов/ И.Ф. Федец // Лесоводство и агролесомелиорация, 1972. – Вып. 31. – С. 3-10.
14. Червона книга України. Рослинний світ / за ред. М.М. Щербака. – К. : Укр. Енциклопедія., 1994. – 456 с.
15. Чопик В.І. Високогірна флора Українських Карпат / В.І. Чопик. – К. : Вид-во "Наук. думка", 1976. – 269 с.
16. Зелена книга України. Ліси / Шеляг-Сосонко Ю.Р., Устименко П.М., Попович С.Ю., Вакаренко Л.П. – К. : Вид-во "Наук. думка", 2002. – 254 с.
17. Fekete es Blattny Az erdézeti jelentőségű fák cserjek elterjedése a Magyar állam területén/ Fekete es Blattny // Selmechánya. – 1913. – T.1. – 793 s.
18. Herbich F. Ueber die Verbreitung der in Galicien und Bukowina wildwachsenden Pflanzen / F. Herbich // Verh. Zool. – bot. Ges. – Wien, 1861, Abt. 11. – S. 33-70.
19. Środoń A. Modrzew polski (*Larix polonica* Rac.) w Maniawe w Gorganach/ A. Środoń // Ochr. Przyr., 1937. r. 17. – S. 210-215.
20. Wierdak S. Nieco o rozsedleniu limby w Karpatach wschodnich / S. Wierdak // Sylwan, 1923, r.45. – S. 201-207.
21. Zapalowicz H. Roślinna szata gór Pokucko-Marmaroskich / H. Zapalowicz // Spraw. kom. fizyjoigr. – 1889. – 24. – S. 1-390.

V. H. Kyyak, V. M. Bilonoha, A. K. Malynovsky

DISTRIBUTION AND POPULATION STRUCTURE OF RARE PLANT OF THE INTERNATIONAL RED LISTS IN UKRAINIAN CARPATHIANS

The data on distribution in Ukrainian Carpathians and population structure basic parameters for 8 plant species included in European and World red list have been presented. There was outlined the new sites for 5 rare species and their altitude distribution range defined more exactly as well as the size and spatial types of populations. Changes of principal parameters and self-support modes of the model populations were studied in the natural condition and under the human impact. The most significant threading factors have been analyzed. There was proved the indicative value of some individual and the group characteristics for small population viability evaluation.

Keywords: rare plants, population, red list, Carpathians.



Бурхливі річки Українських Карпат (фото Ю.М. Дебринюка)

УДК 332.142.6:327

І. А. ДУБОВІЧ¹

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ТА ПРАКТИЧНІ ЗАСАДИ ГЛОБАЛЬНОЇ ЕКОЛОГІЗАЦІЇ ЕКОНОМІКИ

Описано міжнародну еколого-економічну співпрацю України. Проаналізовано важливість вивчення еколого-економічного стану прикордонних територій суміжних держав та їхніх регіонів. Запропоновано увести в еколого-економічний комплекс наук такі напрями досліджень, як: "транскордонна екологізація економіки", "транскордонна екологізація лісового господарства", "міжнародна екологізація економіки" та ін. Проаналізовано концепції та поняття "еколого-економічної системи", "національної екологічної та економічної політики", "міжнародних екологічних та економічних відносин".

Ключові слова: глобальна екологізація економіки, екологічна економіка, транскордонна екологізація економіки, транскордонна екологізація лісового господарства, міжнародна екологізація економіки, екологічне право, екологічна політика, Екологічна Конституція Землі.

Глобальна екологічна криза спонукає людство до екологізації усіх сфер діяльності. Тому віднедавна чинник екологізації дедалі актуалізується і набуває пріоритетності у міждержавних відносинах.

Із розвитком цивілізації, бурхливим зростанням чисельності населення Землі, обсягів виробництва та його відходів, проблеми взаємин суспільства і природи дедалі нагальнішають.

До найактуальніших питань життєвого середовища людства належать деградація довкілля, виснаження природних ресурсів та екологічна безпека. Ці чинники набули особливого значення наприкінці ХХ – початку ХХІ ст. У багатьох країнах деградація біосфери призвела до великомасштабних природних катастроф, погіршення якості життя та здоров'я громадян. З огляду на це, виникає потреба розроблення теоретико-методологічних засад регіональної та глобальної екологізації економіки та виробничих і невиробничих сфер і, відповідно, ефективного механізму практичної їх реалізації.

Проблеми екологізації економіки висвітлено в наукових працях українських (Ю.Ю. Туниць, Б.В. Буркинського, І.М. Синякевича, Л.Г. Мельника, Л.С. Гринів та ін.) та зарубіжних (Роберта Констанзи, Германа Дейлі, Джошуа Фарлея та ін.) вчених. Проте досі немає розробленого наукового підходу щодо регіональної та глобальної екологізації економіки, механізму адекватної протидії сучасним екологічним викликам.

Наукові дослідження переконують, що негативні тенденції до забруднення довкілля дедалі посилюються. Щороку близько 6 млн га сільськогосподарських угідь перетворюються на пустелі. Біднішає біорізноманіття рослинного і тваринного світу, а це послаблює стійкість екосистем. За даними Всесвітнього фонду охорони живої природи, на Землі щогодини зникає один вид тварин. Щодоби на планеті вирубують близько 40 тис. га лісу,

тобто упродовж року – близько 14,6 млн га [1]. Це набагато більше, ніж загальна площа лісів України – 10,8 млн га [6, с. 67].

Оскільки половину усього атмосферного кисню продукують ліси, а також, зважаючи на їхню кліматорегульовальну функцію, вже тепер треба неодмінно вживати рішучих заходів рішення щодо запобігання нераціональному лісокористуванню та вирубуванню лісів.

Тривожні наслідки для світової спільноти має аварія на Чорнобильській АЕС, яка сталася 26 квітня 1986 р. Її цілком обґрунтовано називають катастрофою: близько 50 тис. км² території України, де проживало понад 3,5 млн осіб, зазнало впливу радіоактивного забруднення. Приблизно такі ж площі забруднено на території Росії та Білорусі. За масштабами викидів радіоактивних речовин у довкілля немає аналогів у світі. Внаслідок цієї катастрофи значно зросло онкологічних захворювань, хвороб ендокринної системи, дихальних органів тощо.

Усвідомлюючи вагомість екологічних проблем, науковці (більш, ніж 1500 з 68 країн) виступили з Декларацією-попередженням людству, в якій наголошено, що залишилось не більше одного або декількох десятиліть до того, коли змогу запобігти загрозам, які постають перед людством, буде втрачено і воно опиниться на межі виживання [7, с. 3-17].

Отже, з цих та інших прикладів можна дійти висновку, що екологічні проблеми мають глобальний характер і становлять загрозу подальшому існуванню життя на Землі.

Хижацьке ставлення людини до природи та її багатств може призвести до спустошення нашої планети, перетворення її на знелюднену пустелю. Потреба вирішення глобальних екологічних проблем зумовила прийняття міжнародних правових актів, укладання договорів, угод тощо, які сукупно

¹ Іон Андрійович ДУБОВІЧ – кандидат географічних наук, спеціальність економічна та соціальна географія, спеціаліст з 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 ЛІАН України, доцент Ю. І. Грицюк, кандидат технічних наук.

становлять законодавчо-правову базу міжнародної екологічної політики та міжнародного екологічного права. Ця політика і право існують поряд із національними політичними та правовими екологічними системами. Загальновизнані принципи і норми міжнародної екологічної політики та екологічного права спонукають окремі держави до ухвалення аналогізованих правових актів національного екологічного законодавства та розвитку міжнародної співпраці у цій галузі.

Вирішення сучасних екологічних проблем можливе тільки за умови широкої й активної міжнародної еколого-економічної, еколого-політичної та еколого-правової співпраці усіх держав.

Взаємозалежність екологічних та економічних чинників – це нагальні питання про системну еколого-економічну ефективність використання природних ресурсів, охорону довкілля та екологічну безпеку людства. Як відомо, цим питанням належить чільне місце у концепції сталого розвитку. Забезпечення сталості й дотримання вимог екологічної безпеки в будь-якій державі чи регіоні неможливе без екологізації економіки, тобто без її спрямування на подолання інтегрального екодеструктивного впливу процесів виробництва та споживання товарів і послуг.

Проблеми екологізації економіки вперше були висвітлені на Конференції ООН з охорони природи, яка відбулася 1972 р. у Стокгольмі (Швеція).

Подальшій екологізації економіки сприяла Міжнародна конференція з екологічних питань в Ріо-де-Жанейро (Бразилія, 1992 р.). Завдяки цій конференції окреслено нові шляхи міжнародної співпраці щодо захисту цілісної глобальної системи довкілля й розвитку. Особливу увагу було зосереджено на потребі зміцнення зв'язків науки з урядовими структурами, промисловістю та громадськістю [1].

Отже, оскільки екологізація економіки є глобальною проблемою, потрібно вжити заходів, які б сукупно сприяли створенню передумов для ефективного її вирішення.

Міжнародну еколого-економічну співпрацю Україна вибудовує за основними напрямками державної еколого-економічної політики, а також міжнародними конвенціями, договорами та угодами.

За відсутності ефективної системи управління в екологічній сфері і в контексті повільніших, ніж очікувалося, структурних реформ та модернізації технологічних процесів, зростання економіки призводить до високих рівнів забруднення та підтримки старих неефективних підходів до використання енергетичних та природних ресурсів, а це потребує істотного підвищення дієвості та ефективності державної екологічної політики й екологічного законодавства.

На сьогодні чинним документом, що визначає рівень екологізації економіки, еколого-економічну та еколого-політичну стратегію в Україні, є Постанова Верховної Ради України "Про основні напрямки державної політики в галузі охорони навколишнього природного середовища, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки" (від 5 березня 1998 р.). Багато положень цього документа уже не відповідає вимогам сьогодення. Тому виникла потреба розроблення нового стратегічного правового

акта на довготермінову перспективу, який би враховував процеси глобалізації економіки, розвиток у країні ринкових відносин та рішення Київської конференції міністрів навколишнього природного середовища "Довкілля для Європи" (2003 р.), Всесвітнього саміту зі сталого розвитку в Йоганнесбурзі (2002 р.), положення низки міжнародних зобов'язань України у сфері охорони довкілля.

Варто зазначити, що Кабінет Міністрів України 17 жовтня 2007 р. ухвалив Концепцію стратегії національної екологічної політики України на період до 2020 року. Ця Концепція спрямована на екологізацію економіки, поліпшення екологічної ситуації, раціональне використання та відтворення природних ресурсів, гарантували екологічну безпеку, послідовне зниження екологічних ризиків для здоров'я людини, введення системи екологічного маркування товарів і продуктів харчування, приведення якості питної води у відповідність до європейських стандартів, підвищення якості повітря, запобігання змінам клімату шляхом технічного переоснащення виробничого комплексу та введення енергоефективних і ресурсощадних технологій тощо. Але, зважаючи на політичну нестабільність в державі цього документу досі не затвердила Верховна Рада України.

Україна, як незалежна держава і правонаступниця міжнародно-правових зобов'язань колишнього СРСР, є учасницею декількох десятків (близько 50) міжнародних еколого-економічних конвенцій та двосторонніх угод: *Договір про заборону випробування ядерної зброї в атмосфері, космічному просторі й під водою* (Москва, 1963); *Конвенція про заборону розроблення, виробництва та нагромадження запасів біологічної і токсичної зброї, їх знищення* (Лондон, Москва, Вашингтон, 1972; ратифіковано 1975 р.); *Конвенція про запобігання забрудненню моря скиданням відходів та інших матеріалів* (Лондон, 1972; ратифіковано 1975 р.); *Конвенція про охорону світової культурної та природної спадщини* (Париж, 1972; ратифіковано 1988 р.); *Конвенція про заборону військового та іншого ворожого використання засобів впливу на навколишнє середовище* (Женева, 1976; ратифіковано 1978 р.); *Конвенція про транскордонне забруднення повітря на великій відстані* (Женева, 1979; ратифіковано 1980 р.); *Конвенція про контроль транскордонних перевезень токсичних відходів та їх видалення* (Базель (Швейцарія), 1989); *Конвенція про транскордонний вплив промислових аварій* (Гельсінкі, 1992); *Конвенція про охорону та використання транскордонних водотоків і міжнародних озер* (Гельсінкі, 1992) та багато ін.

Головними здобутками міжнародної співпраці України у сфері екологізації економіки є:

- відображення національних інтересів та позицій держави в директивних документах та рішеннях форумів міжнародних міжурядових організацій;
- розширення сфери міжнародної співпраці завдяки укладенню нових угод, договорів та програм;
- утвердження міжнародно-політичного авторитету України та вдосконалення національно-правової бази;
- підвищення екологічної кваліфікації (правової, технологічної) та методології управління,

спрямованої на покращення екологічної ситуації в Україні;

- отримання завдяки міжнародній співпраці допомоги у сфері охорони довкілля тощо.

Відповідно до міжнародного екологічного права та принципів, проголошених на Міжнародній конференції 1992 р. у Ріо-де-Жанейро, кожна держава має суверенне право на здійснення власної еколого-економічної та природоохоронної політики і повинна гарантувати у межах своєї юрисдикції або контролю, що її дії не шкодять довкіллі інших держав чи районів, які перебувають за межами правочинності їхніх національних законів [3].

Ці та інші принципи міжнародної еколого-економічної співпраці засвідчують, що ефективне вирішення проблем, пов'язаних з глобальною екологічною кризою, може здійснюватися, насамперед, завдяки суворому дотриманню екологічного законодавства як на національному, так і на міжнародному рівнях.

Беручи до уваги україноцентричний підхід до типології держав світу [11], Україна повинна приділяти більше уваги вивченню екологізації економіки сусідніх держав та їхніх регіонів, зокрема прикордонних. Вивчення міждержавних еколого-економічних зв'язків прилеглих до кордону територій має не лише наукову, а й практичну мету.

На наш розсуд, міжнародну екологізацію економіки треба починати не з макро-, а з мікрорівня. Особливе місце тут належить прилеглим до кордону територіям держав-сусідів. Відповідно до цього підходу, вагоме значення має транскордонна еколого-економічна співпраця суміжних держав. Об'єктом дослідження є прилеглі до кордону території. Вони становлять певну географічну цілісність, охоплюють ділянку державного кордону та суміжні прикордонні ландшафти двох або більше держав і характеризуються певною спорідненістю в одному або декількох аспектах.

Однією з організаційних форм транскордонних відносин є єврорегіон – транскордонний регіональний утвор (що охоплює території по обидва боки від державного кордону). У межах єврорегіонів, за згодою центральних державних органів, місцеві органи влади прикордонних областей мають змогу розробляти і зреалізувати спеціальні комплексні економічні, екологічні, культурні та інші програми.

В Україні на прилеглих до кордону територіях діє шість єврорегіонів (Карпатський, Верхній Прут, Нижній Дунай, Дніпро, Буг і Слобожанщина). Прикордонні території суміжних держав мають багато спільних рис не лише у природно-географічному, а й у еколого-економічному, геополітичному та інших аспектах.

Добросусідські взаємини держав значно залежать від ефективної транскордонної співпраці в еколого-економічній сфері, яка своєю чергою залежить від рівня економічного розвитку, екологічного виховання громадян, стану культури та освіти. Дисбаланс в екологічному вихованні, невідповідність рівнів економічного та соціально-політичного розвитку у суміжних державах часто призводять до міжнародних непорозумінь.

Транскордонні еколого-економічні відносини мають низку особливостей, зумовлених наявністю

кордону та його облаштування, потребою міждержавної регіонально-прикордонної еколого-економічної та еколого-інформаційної співпраці, міжнародної екологічної безпеки, використанням природних ресурсів тощо.

Проблеми міжнародної екологізації економіки, а також потреби співпраці між сусідніми державами (на різних рівнях – районних, обласних чи загальнодержавних) засвідчують, що значну увагу варто приділяти вивченню еколого-економічного стану саме прикордонних територій. Це зумовлено тим, що людська діяльність на прикордонних територіях держави може негативно впливати на стан довкілля, здоров'я громадян та екологічну безпеку сусідньої держави.

Тому, щоб дослідити екологічну та економічну ситуацію прикордонних територій, треба ввести в еколого-економічний цикл наук такий науковий напрям досліджень як **транскордонна екологізація економіки**, або **еколого-економічні транскордонні відносини**. На її базі можна досліджувати екологізацію економіки прилеглих до кордону територій [1].

Аналізуючи специфіку галузей виробництва та їхній вплив на довкілля, "транскордонна екологізація економіки" повинна охоплювати різні напрями дослідження: лісове господарство, сільське господарство, водне господарство та інші галузі.

Наприклад, враховуючи екологічні функції лісу (водоохоронні, захисні, кліматорегулювальні, санітарно-гігієнічні, оздоровчі, рекреаційні та ін.), а також небезпечні наслідки внаслідок вирубування лісів на прилеглих до кордону територіях, виникає потреба започаткувати такий науково-дослідний напрям, як "транскордонна екологізація лісового господарства". На її базі пропонуємо здійснювати спільно (спеціалістами двох чи більше держав-сусідів) комплексні наукові дослідження щодо використання, відтворення та охорони лісових ресурсів на прикордонних територіях. У наш час ліси потребують захисту не лише на національному рівні тієї чи іншої держави, а й на міждержавному та всесвітньому рівнях.

Сьогодні спостерігаємо, що в розвинених країнах (США, Німеччини, Швеції та ін.) еколого-політичні принципи у сфері використання, відтворення та охорони лісів відповідають сучасним викликам. Але водночас користувачі лісових ресурсів цих держав, охороняючи свої національні багатства, нещадно експлуатують ліси економічно слабо розвинених країн (Латинської Америки, Африки та ін.). Така еколого-економічна політика вкрай недопустима.

Вивчення еколого-економічної ситуації прикордонних регіонів суміжних держав потребує здійснення аналізу за такими показниками: географічне розташування, природні умови і ресурси, історико-географічні особливості розвитку, екологічний стан, еколого-політичні та еколого-правові аспекти, рівень економічного та соціального розвитку, структура господарства, розвиток зовнішньоекономічних зв'язків, демографічна ситуація, екологічне виховання громадян, соціально-психологічний клімат тощо. Отож, екологізація транскордонних відносин потребує глибокої і

детальної обізнаності у всіх сферах людської діяльності прикордонних регіонів.

Важливим моментом екологізації транскордонної співпраці є об'єднання зусиль науково-дослідних, еколо-економічних, еколо-політичних, еколо-правових, еколо-інформаційних та управлінських структур суміжних прикордонних територій з метою залучення всього наявного потенціалу.

Для оптимальної і водночас об'єктивної еколо-економічної транскордонної співпраці дослідження прилеглих до кордону територій мають здійснювати спільно спеціалісти двох чи більше сусідніх держав, в разі потреби залучаючи і третю сторону (представників-фахівців інших країн). Незалежно від тих чи інших непорозумінь у міжнародних відносинах, що склалися історично, нині варто шукати цивілізовані шляхи вирішення багатьох міждержавних проблем, особливо еколо-економічних.

З огляду на те, що планета Земля є цілісною взаємопов'язаною глобальною еколо-економічною системою, принципи екологізації економіки повинні запанувати у всьому світі. На міжнародному рівні (з участю всіх держав) треба здійснювати практичні заходи щодо формування спільної еколо-економічної політики та права. Тому для вивчення глобального екологічного стану і розроблення відповідних заходів треба ввести до еколо-економічного циклу наук такий науково-дослідний напрям як *міжнародна екологізація економіки*, або *міжнародні еколо-економічні відносини*. Адже тільки на його базі можна досліджувати екологізацію економіки країн та міжнародні еколо-економічні відносини.

Для того, щоби краще зрозуміти суть цих напрямів, варто проаналізувати деякі базові для цієї сфери концепції та поняття. Зокрема, йдеться про *еколо-економічну систему*, *національну екологічну та економічну політику*, *міжнародні екологічні та економічні відносини* тощо.

Ідея комплексного вивчення процесів *еколо-економічного* розвитку зародилась у другій половині 60-х років ХХ ст. і пов'язана з іменем американського географа-економіста В. Айзарда, який запропонував використовувати принципи інтеграції екологічного та економічного аналізу у регіональних передпланових дослідженнях. Згодом у межах регіональної економіки В. Айзарт спробував використати еколо-економічний аналіз в моделях управління регіональними системами. Пізніше (з початку 70-х рр. ХХ ст.) комплексні еколо-економічні дослідження почали активізували й інші країни, зокрема і Україна (у Львові, Сумах, Києві, Одесі та інших містах) [10, с. 10-12].

На думку академіка НАН України Юрія Юрійовича Туниці, нові моделі розвитку економіки не можуть бути розроблені та запроваджені без поглибленого опрацювання постулатів екологічної економіки, або еколо-економічного вчення про єдність екологічної та економічної систем.

Аналізуючи *національну екологічну та економічну політику* будь-якої держави, можна спостерегти, що кожна з них має свою специфіку розвитку. Це зумовлено історико-географічними чинниками, рівнем економічного розвитку, екологічної культури та екологічної свідомості, екологічної відповідальності країни та багатьма

іншими (зміна характеру виробничої діяльності з погляду екологічних наслідків, запровадження маловідходних та безвідходних екологічних технологій, виробництво екологічно чистих продуктів харчування; контроль з боку державних органів та інших уповноважених представників щодо охорони довкілля, раціонального використання та відтворення природних ресурсів; доступність екологічної інформації для всіх громадян; участь у міжнародній еколо-економічній співпраці тощо).

Екологічну та економічну політики окремі держави втілюють у формі національних програм, у яких основний акцент спрямований на збереження якісного стану природного життєвого середовища і раціонального використання та відтворення природних ресурсів.

В Україні загальні засади і мета екологічної та економічної політик викладено здебільшого у законодавчих актах: "Про охорону навколишнього природного середовища" (від 25 червня 1991 р.) та "Про концепцію державної регіональної політики" (від 8 липня 1998 р.), відповідно до яких узгоджують всі інші законодавчі акти у сфері охорони довкілля, природокористування та соціально-економічного розвитку.

На сучасному етапі соціально-економічного розвитку головною метою державної економічної політики є збільшення національного багатства завдяки ефективному використанню природно-ресурсного, трудового та науково-технічного потенціалу країни.

Відповідно до наукових джерел міжнародного права, *міжнародні економічні та екологічні відносини* регулює система міжнародно-правових норм.

Міжнародне економічне право – це система міжнародно-правових принципів і норм, які регулюють економічні відносини основних суб'єктів цього права: держав, міжурядових організацій тощо [5, с. 235].

Міжнародне екологічне право – це сукупність міжнародно-правових принципів та норм, які регулюють на загальноприйнятих принципах та засадах міжнародні права, міждержавні відносини щодо охорони довкілля, збереження, раціонального використання та відтворення природних ресурсів з метою забезпечення сприятливих для життя людини властивостей екосистеми [2, с. 135-136].

З метою забезпечення однакових екологічних прав та обов'язків для усього людства в галузі охорони навколишнього середовища, екологічної безпеки й раціонального використання та відтворення природних ресурсів академік НАН України, ректор Національного лісотехнічного університету України Юрій Юрійович Туниця запропонував для розроблення і відповідного застосування на практиці концепцію "Екологічна Конституція Землі" [9]. На наш погляд, на часі – розроблення механізму її практичної реалізації.

Беручи за основу наведені концепції та поняття, міжнародне екологізування економіки потребує:

- міжнародної екологічної експертизи всіх проектів природокористування;
- відповідальності держави за знищення екосистем, яке відбувається навіть у межах власних територій;
- створення міжнародного механізму стимулювання, поширення і запровадження технологій,

спрямованих на дотримання еколого-економічних норм тощо.

Із наведеного можна зробити такі висновки: екологічні проблеми виникли давно; науково доведено, що початок третього тисячоліття характеризується глобальною екологічною кризою; реальну загрозу екологічної катастрофи дедалі більше визнають на державних та міжнародному рівнях.

Всебічне вивчення і належне практичне застосування *трансграничної екологізації економіки* та *глобальної екологізації економіки* дає змогу вирішити чимало еколого-економічних, еколого-політичних та еколого-правових міждержавних проблем. Це допоможе:

- зробити міждержавні кордони якомога прозорішими (зокрема, у сфері екологізації економіки);
- створити атмосферу взаємної довіри і поваги, розбудови дружніх і взаємовигідних партнерських відносин між державами;
- активізувати еколого-економічну, еколого-політичну та еколого-правову міжнародну співпрацю на різних геопросторових рівнях (мікро-, мезо-, макро-);
- активніше впливати на екологічне виховання громадян.

ЛІТЕРАТУРА

1. **Дубовіч І.А.** Екологізація трансграничних відносин: теорія і практика // Науковий вісник НЛТУ України : Екологізація економіки та освіти як чинник сталого розвитку суспільства. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2005. – Вип. 15.6. – С. 169-174.
2. **Дубовіч І.А.** Екологічне право України : курс лекцій. – Львів : РВВ НЛТУ України, 2007. – 147 с.
3. **Малишко М.І.** Екологічне право України : навч. посібник. – К. : Юридична книга, 2001. – С. 148-159.
4. **Мельник Л.Г.** Екологічна економіка : підручник. – Суми : Університетська книга, 2003. – С. 227-303.
5. **Міжнародне право** / за ред. проф. М.В. Буроменського. – К. : Юрінком Інтер, 2005. – 336 с.

6. **Олійник Я.Б., Запотоцький С.П., Кононенко О.Ю., Мельничук А.Л., Пасько В.Ф.** Регіональна економіка. – К. : КНТ, 2008. – 444 с.

7. **Паламарчук В.О., Коренюк П.І.** Економіка природокористування. – Запоріжжя : Вид-во "Дике Поле", 2003. – С. 3-17.

8. **Синякевич І.** Екологізація розвитку: об'єктивна необхідність, методи, пріоритети // Економіка України. – 2004. – № 1. – С. 57-63.

9. **Туніця Ю.Ю.** Екологічна Конституція Землі. Ідея. Концепція. Проблеми. – Львів : Вид. центр ЛНУ імені Івана Франка, 2002. – 298 с.

10. **Туніця Ю.Ю.** Економіка і ринок: подолання суперечностей. – К. : Вид-во "Знання", 2006. – 314 с.

11. **Шаблій О.І.** Україноцентризм у національній геополітиці та суспільній географії // Теоретичні та методологічні проблеми суспільної географії : зб. наук. праць на пошану Заслуженого професора Львівського НУ імені Івана Франка Олега Шаблія. – Львів : Вид. центр ЛНУ імені Івана Франка, 2006. – С. 39-51.

12. **Farley J., Daly H.**, 2004. Ecological Economics. Island Press, Washington.

I. A. Dubovych

THEORETICAL, METODOLOGICAL AND PRACTICAL PRINCIPLES OF THE GLOBAL ECONOMY DEVELOPMENT

This paper analyzes the international perspective in the field of environmental protection and economics development. The importance of environmental and economic conditions at transboundary territories is stressed. For better understanding of the "transbordering greening of economy" and "greening of international economy" ideas of the main concepts and terms of this field discussed. In particular, the meanings of such concepts as "ecological economic system", "international environmental and economic relations" are discussed.



Стежками Українських Карпат (фото Ю.М. Дебринюка)

УДК 658.6.8:33.003.13

В. І. БЛОНСЬКА¹, Г. Р. КІСЬ²

МЕТОДОЛОГІЯ УПРАВЛІННЯ ЕКОНОМІЧНОЮ ЕФЕКТИВНІСТЮ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТОРГОВЕЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА

Розглянуто сутність економічної ефективності торговельного підприємства. Запропоновано алгоритм побудови системи управління ефективністю його функціонування. Дано характеристику візуально-моніторингових програмних продуктів автоматизованої системи управління ефективністю підприємства.

В умовах фінансової нестабільності та економічної кризи торговельні підприємства виявилися неготовими до роботи в умовах стагнації і, як наслідок, виникають значні ризики здійснення підприємницької діяльності для суб'єктів господарювання, які не приділяють належної уваги створенню ефективних бізнес-стратегій.

За умов кредитної кризи значне боргове навантаження, характерне для більшості великих торговельних підприємств, є критично високим. Ситуація ускладнюється спадом споживчого попиту, тому можливим є нарощення залишків неліквідних товарів, які "заморожують" обігові кошти в товарних запасах. Поряд з цим, торговельним підприємствам бракує високоліквідних обігових активів, зокрема грошових коштів, а на тлі кризи ліквідності банків та посилення умов кредитування це може призвести до значних втрат капіталу підприємства, або навіть і до банкрутства. Ще однією проблемою, яка виникає під час формування обігових коштів за рахунок залучених джерел, є девальвація гривні, що може призвести до банкрутства тих суб'єктів господарювання, які потрапили у залежність від кредитів у валюті. Отже, дефіцит власних обігових коштів підприємства, чистий відтік капіталу та складність залучення додаткових коштів з кредитних ресурсів можуть сповільнити валове нагромадження капіталу. З огляду на це деяким торговельним підприємствам доведеться не тільки відкласти реалізацію нових інвестиційних проєктів, але й згорнути вже розпочаті програми розширення обсягів діяльності.

Виходячи з цього, центральним завданням управління є підвищення ефективності функціонування торговельного підприємства, що забезпечить мінімізацію ризиків його господарської діяльності на основі ефективних управлінських рішень з метою отримання економічних вигод. Це створює передумови для підвищення вагомості методів аналізу ефективності діяльності торговельного підприємства, потребує модернізації підходу до цього аналізу, а

також для удосконалення методів управління економічною ефективністю діяльності підприємства.

Відомий на сьогодні комплекс наукових напрацювань, концепцій, підходів, методів і методик значною мірою сприяє вирішенню нагальних завдань діагностики ефективності функціонування підприємств торгівлі, однак розвиток управлінської практики виявляє нові проблеми сучасного торговельного підприємства як соціально-економічної системи та вимагає побудови економічних механізмів управління.

Економічна ефективність торговельного підприємства – це вид ефективності, який характеризує результативність діяльності суб'єкта господарювання як економічної системи та дає комплексну оцінку раціональності використання його ресурсного потенціалу, при цьому відображає співвідношення показників ефекту (результату) та витрат матеріальних, трудових і фінансових ресурсів на його досягнення за певний період.

Методологічний підхід до визначення ефективності діяльності торговельного підприємства традиційний: результати діяльності порівнюють з витратами або ресурсами, які забезпечують цей результат. Фактичне визначення ефективності діяльності торговельного підприємства полягає в оцінці її результатів. Такими результатами можуть бути обсяги товарообігу в натуральному чи вартісному виразі та прибуток. Але ж насправді величина цих результатів не дає підстав судити про ефективність або неефективність роботи торговельного підприємства, оскільки невідомо, якою ціною їх отримано. Для визначення ефективності функціонування торговельного підприємства потрібно врахувати оцінку тих витрат або ресурсів, що дали змогу одержати ті чи інші результати.

Формування методичних підходів до оцінки ефективності функціонування підприємств торгівлі розглядають у контексті загальних напрямів, за якими визначається ефективність, а саме:

¹ Валентина Іванівна БЛОНСЬКА – кандидат економічних наук, професор кафедри економіки підприємства, декан факультету заочної освіти Львівської комерційної академії, д. т. +38-0322-60-08-87, р. т. +38-0322-76-44-07

² Галина Романівна КІСЬ – аспірант кафедри економіки підприємства Львівської комерційної академії спец. "Економіка та управління підприємствами", асистент кафедри економічної теорії Інституту менеджменту та економіки "Галицька академія", д. т. +38-0345-58-45-83
Представив член-кореспондент ЛАН України, доцент Ю. І. Грицюк, кандидат технічних наук.

- оцінювання ефективності торговельного підприємства з урахуванням стратегічного аспекту функціонування, спрямованого на забезпечення оптимальної стратегії управління, його ресурсним потенціалом – який містить комплексну оцінку ефективності використання фінансових, матеріальних та трудових ресурсів підприємства;
- дослідження ефективності підприємства з метою визначення його привабливості як потенційного об'єкта інвестування: при цьому портфельні інвестори, зазвичай, задовольняються фінансовими показниками ефективності, а стратегічних здебільшого цікавить комплексна її оцінка.
- аналіз ефективності підприємства на макрорівні з боку держави, адже в умовах ринку торговельні підприємства відіграють важливу соціальну та економічну роль на макрорівні та є вагомим складником розвитку економіки держави загалом.



Рис. 1. Алгоритм побудови системи управління ефективністю функціонування торговельного підприємства

Водночас актуальним залишається розроблення методичного підходу до оцінки функціонування, можливостей удосконалення та змін організаційно-економічного механізму управління ефективністю діяльності підприємств. Запропонований авторський алгоритм побудови системи управління ефективністю функціонування торговельного підприємства наведено на рис. 1.

У контексті побудови системи управління ефективністю функціонування торговельного підприємства важливою, на наш погляд, є реалізація таких основних етапів:

Перший етап. Здійснення комплексного аналізу показників ефективності функціонування

торговельного підприємства за вказаних параметрів його діяльності.

Для діагностування ефективності функціонування торговельного підприємства використовують широкий діапазон показників, які забезпечують здійснення техніко-економічної, фінансово-економічної, соціально-економічної та інтегральної оцінки ефективності його діяльності.

У вітчизняній науці визначено такі основні принципи розроблення показників, які характеризують ефективність функціонування підприємств:

- якнайповніше відображення досягнутих результатів; кількісне вимірювання показників оцінки;
- забезпеченість показників інформацією, наявною статистичною та бухгалтерською звітністю;
- чіткість методичних підходів до розрахунку [8];

- забезпечення органічного взаємозв'язку критерію та системи конкретних показників ефективності діяльності;

- відображення ефективності використання всіх видів застосовуваних ресурсів [6];

- забезпечення бази даних для системного аналізу усіх ланок управлінської ієрархії; виконання критеріальної функції в рамках визначення правил інтерпретації їхніх значень [7];

- виконання провідними показниками стимулювальної функції в процесі використання наявних резервів зростання ефективності діяльності.

Основні напрямки та показники аналізу ефективності функціонування торговельного підприємства наведено на рис. 2.

Оцінка основних показників господарсько-фінансової діяльності передбачає аналіз вихідних параметрів функціонування торговельного підприємства в загальному обсязі та у динаміці. При цьому важливим є аналіз вихідних параметрів функціонування у чотирьох основних напрямках: економічний ефект, економічні ресурси, витрати, інші вихідні техніко-економічні показники діяльності торговельного підприємства.

Здійснення комплексного аналізу ефективності використання ресурсів торговельного підприємства передбачає аналіз ефективності використання матеріальних, фінансових та трудових ресурсів.

Здійснення комплексного аналізу показників рентабельності функціонування. Оцінка основних показників ефективності торговельно-операційної роботи передбачає: аналіз ефективності товарної політики торговельного підприємства, оцінку ефективності торговельно-технологічних процесів та якості обслуговування покупців, а також оцінку ефективності використання торговельних та складських приміщень.

Оцінка показників управління ризиками діяльності торговельного підприємства. При цьому

показники рівня можливого господарського ризику відображається через відношення ймовірності його виникнення та розміру можливих фінансових втрат.

Застосування методу інтегральної оцінки дає змогу об'єднати в одному показнику багато різних за назвою, одиницями виміру, вагомістю та іншими характеристиками чинників. Інтегральна оцінка є в багатьох випадках єдиною можливою, оскільки завдяки різним видам аналізу (фінансового, техніко-економічного тощо) отримують великі масиви інформації, які ускладнюють процедуру прийняття

остаточного рішення. До основних вад окремо взятих показників такої оцінки належать складні розрахунки з залученням кваліфікованих експертів. Метод інтегральної оцінки має переваги, пов'язані з використанням рангової кореляції, коли фактичне значення кожного з показників розглядається як елемент множини однойменних значень. Практична реалізація інтегральної оцінки пропонується з використання програмного комплексу із застосуванням обчислювальної техніки [10].



Рис. 2. Основні напрямки та показники аналізу ефективності функціонування торговельного підприємства

Другий етап. Визначення "вузьких місць", їх детальний аналіз та основні чинники формування.

Для побудови ефективної системи управління ефективністю діяльності торговельного підприємства важливим є визначення "вузьких місць", тобто вад його функціонування. Вихідною базою для цього етапу є комплексний аналіз економічної ефективності діяльності торговельного підприємства за вказаних параметрів функціонування. Врахування суперечності всіх чинників та можливої їх дії, які впливають на ефективність функціонування торговельного

підприємства є, по суті, стрижневим елементом управління ним.

Третій етап. Здійснення аналізу ефективності функціонування підприємств-аналогів та застосування методу бенчмаркетингу.

Реалізація етапу потребує виконання таких дій:

- збір даних щодо підприємств-аналогів та пошук партнерів для бенчмаркетингу;
- здійснення комплексної оцінки ефективності з вибірки торговельного підприємства та ранжування;
- вибір підприємства-еталона;

- порівняльна оцінка ефективності функціонування (вибір еталонних значень показників за окремими параметрами, нормалізація показників порівняльних матриць, побудова матриць коефіцієнтів співвідношення фактичних показників з еталонами).

Одним із дієвих методів управління ефективністю є бенчмаркетинг, спрямований на швидке підвищення економічної ефективності шляхом дослідження, яким чином інші підприємства-аналоги досягають конкурентних переваг і стають кращими на ринку.

Для здійснення бенчмаркетингу на торговельному підприємстві доцільним є виконання таких дій:

- визначення певного процесу та операцій, які підлягають подальшому підвищенню економічної ефективності, а також їх детальний аналіз;
- пошук партнерів для бенчмаркетингу, бажано таких, які демонструють кращі результати діяльності у сфері торгівлі та виді діяльності (при цьому можливий пошук партнерів як на внутрішньому ринку, так і за кордоном);
- здійснення оцінки ефективності діяльності вибраних підприємств та ранжування підприємств у аналізованій вибірці залежно від ефективності їх функціонування (загалом за всіма показниками, або ж за окремими процесами чи операціями, які відповідають інтересам нашого дослідження);
- вибір найоптимальнішого представника галузі (виду діяльності) в межах аналізованої вибірки підприємств як фірми-еталона;
- кількісне визначення резервів зниження витрат і потенційного росту ефективності на торговельному підприємстві на основі порівняльної характеристики ефективності функціонування його та підприємства-еталона;
- розроблення плану застосування досвіду підприємства-еталона, насамперед для подолання "вузьких місць" та впровадження управлінських рішень реалізації запланованих заходів підвищення ефективності функціонування торговельного підприємства;
- контроль за реалізацією заходів щодо підвищення ефективності діяльності торговельного підприємства, розроблених у процесі застосування методу бенчмаркетингу.

Таким чином, лише прогрес у ринковому середовищі має справжню цінність для торговельного підприємства, тому аналіз ефективності функціонування підприємств-аналогів та застосування методу бенчмаркетингу – обов'язкові передумови для побудови системи управління економічною ефективністю підприємства.

Четвертий етап. Визначення основних резервів зростання ефективності функціонування торговельного підприємства.

На основі комплексного аналізу показників ефективності функціонування торговельного підприємства за вказаних параметрів його діяльності, а також аналізу ефективності функціонування підприємств-аналогів здійснюється етап визначення основних резервів зростання ефективності функціонування торговельного підприємства у таких напрямках:

- підвищення ефективності використання основних ресурсів торговельного підприємства: матеріальних, фінансових, трудових тощо;

- покращення рентабельності функціонування як одного із основних результативних показників діяльності торговельного підприємства;
- підвищення ефективності торговельно-операційної роботи підприємства;
- визначення шляхів мінімізації ризиків діяльності торговельного підприємства з метою максимальної економічної вигоди.

Разом із тим, важливим є не лише теоретичне виявлення резервів підвищення ефективності функціонування торговельного підприємства, але й конкретний кількісний вимір можливого ефекту, в разі реалізації бізнес-стратегії.

П'ятий етап. Розроблення заходів щодо підвищення ефективності функціонування торговельного підприємства та планування поетапної їх реалізації.

Розроблення заходів, спрямованих на підвищення ефективності функціонування торговельного підприємства, потребує виконання таких дій:

- визначення основних цілей та напрямків підвищення ефективності діяльності торговельного підприємства, що передбачає подолання "вузьких місць" з врахуванням стратегічних і тактичних аспектів його функціонування;
- формування політики підприємства за окремими найважливішими напрямками діяльності, зокрема розроблення загальної стратегії підвищення ефективності функціонування підприємства (генеральний план) та розроблення системи забезпечувальних (функціональних) стратегій;
- розроблення системи тактичних планів, спрямованих на підвищення ефективності діяльності торговельного підприємства та покращення основних фінансово-господарських показників, це зокрема, визначення послідовності і термінів досягнення цільових стратегічних показників розвитку підприємства в рамках певних часових періодів; передбачення цільових (або ж нормативних) показників окремих структурних підрозділів підприємства, а також бажаної (рекомендованої) ефективності використання окремих видів ресурсів; визначення центрів відповідальності за досягнення цільових орієнтирів.

Наголосимо, що ефективне планування визначається як процес узгодження цілей та засобів, спрямованих на їх досягнення, у межах планових задач згідно з критерієм максимуму ефективності діяльності підприємства.

При цьому передумовою досягнення оптимальності планування є одночасне (синхронне) визначення планових рішень в межах як різних функціональних підрозділів, так і різних проміжків часу. Для цього розроблено модель синхронного планування, яка дає змогу визначити оптимальний план як сукупність планових рішень, скоординованих за єдиним критерієм, у межах всього підприємства в різні періоди планування. Оптимальні рішення моделі синхронного планування можливо знаходити із застосуванням змішаного лінійного програмування.

Шостий етап. Моніторинг і контроль за реалізацією рішень щодо підвищення ефективності функціонування торговельного підприємства, а також їх результативністю.

У загальному контексті процес контролювання як функції управління передбачає визначення якості й коригування виконуваної підлеглими роботи з метою

реалізації планів і завдань, спрямованих на досягнення цілей торговельного підприємства, це сприятиме й підвищенню ефективності його функціонування.

Стимульним чинником поліпшення управління контролем, на наш погляд, є непослідовність у реалізації принципів системного підходу, що проявляється в недосконалому правовому регулюванні організації та управління контролем, у відсутності аналізу результатів і ефективності здійснюваного контролю (це характерно для відомчого й внутрішньогосподарського контролю), належному рівні зв'язків у системі управління економічним контролем, системі фінансування діяльності органів на рівні позавідомчого, відомчого й внутрішньогосподарського контролю.

Завдання контролю в системі управління не повинні обмежуватися лише констатуванням фактів, збиранням інформації чи іншими суто технічними процедурами, а насамперед, профілактикою і запобіганням можливим вадам чи порушенням, а також аналітичними процедурами, такими як збір та опрацювання інформації для стратегічного планування.

Удосконалення засад організації та методики контролю діяльності підприємств у сучасних умовах потребує вироблення нових принципів його реалізації. Такими, на нашу думку, є принципи: підзвітності й відповідальності перед ініціаторами контролю; єдності з управлінськими процесами; прозорості.

Відповідно до участі суб'єктів у загальній діяльності й у внутрішньогосподарському контролі, в торговельному підприємстві запропоновано закріпити функції внутрішньогосподарського контролю за певними рівнями суб'єктів (табл. 1).

Табл. 1. Ієрархічна побудова суб'єктів внутрішньогосподарського контролю ефективності функціонування торговельного підприємства [11]

Суб'єкти внутрішньогосподарського контролю	Можливі функції
1. Суб'єкти внутрішньогосподарського контролю 1-го рівня (учасники (власники) підприємства, спостережна рада, правління)	Виконання загального контролю безпосередньо або за допомогою незалежних експертів (зокрема зовнішніх аудиторів)
2. Суб'єкти внутрішньогосподарського контролю 2-го рівня (ревізійні комісії, працівники служби внутрішнього аудиту, інвентаризаційна комісія)	Виконання суто контрольних функцій згідно з внутрішніми нормативними документами чи функціональними обов'язками
3. Суб'єкти внутрішньогосподарського контролю 3-го рівня (працівники функціональних служб і відділів)	Виконання контрольних функцій для реалізації своїх посадових обов'язків
4. Суб'єкти внутрішньогосподарського контролю 4-го рівня (робітники)	Виконання контрольних функцій безпосередньо в процесі господарської діяльності

Якщо у торговельного підприємства виникають складнощі щодо забезпечення функції контролю під час реалізації стратегії підвищення ефективності функціонування торговельного підприємства, виникає

потреба здійснення економічної оцінки ефективності системи внутрішнього контролю та усунення його вад.

У процесі оцінки економічної ефективності системи внутрішнього контролю підприємства запропоновано виокремити такі етапи:

- визначення та систематизація чинників (якості, економічних), що впливають на економічну ефективність системи внутрішнього контролю;
- оцінка рівня чинників, які впливають на економічну ефективність системи внутрішнього контролю;
- визначення експертним шляхом рангу кожного чинника, який впливає на економічну ефективність системи внутрішнього контролю;
- розрахунок первісної оцінки чинників з урахуванням рангу;
- розрахунок загальної оцінки чинників з урахуванням коригувального коефіцієнта достовірності оцінки;
- оцінка економічної ефективності системи внутрішнього контролю підприємств, яка є предметом професійного мислення фахівця;
- формування висновків щодо економічної ефективності системи внутрішнього контролю торговельного підприємства та викладення їх у звіті, з метою донесення думки контролера про оцінену ним економічну ефективність системи контролю до власника, керівництва підприємства.

Таким чином, реалізація запропонованого алгоритму побудови системи управління ефективністю функціонування торговельного підприємства, на нашу думку, сприятиме розвитку його економічного потенціалу у стратегічному аспекті та максимізації результатів і мінімізації ризиків здійснення підприємницької діяльності.

Поряд із застосуванням алгоритму побудови системи управління ефективністю функціонування торговельного підприємства, в сучасних умовах господарювання та у контексті розвитку ринку інтелектуальних ресурсів у сфері управління, для підвищення рівня цього показника, зокрема для великих торговельних мереж, важливим є застосування інтелектуальних інформаційних технологій, а саме візуально-моніторингового програмного продукту.

Відомо, що візуальні-моніторингові програмні продукти являють собою багатифункціональні інформаційні системи, які забезпечують потрібний набір інструментів для здійснення управління ефективністю функціонування будь-якого підприємства, зокрема й у сфері торгівлі.

До таких інформаційних продуктів можна віднести оцінно-інструментальні панелі ефективності (performance dashboard), це "багаторівневі додатки, побудовані на інтелектуальних ресурсах підприємства та інфраструктурі інтеграції даних, які забезпечують організувати оцінку, контроль і управління якістю підприємницької діяльності більш якісно" [1].

Основні характеристики найвідоміших візуально-моніторингових програмних продуктів наведено у табл. 2.

Враховуючи складність цього програмного забезпечення, яке в загальному контексті є авторизованою системою управління ефективністю підприємства, є водночас інтелектуальним продуктом, який доступний лише великим торговельним мережам, котрі бажають автоматизувати процеси управління ефективністю.

Отже, актуальним залишається адаптація візуально-моніторингових програмних продуктів до сучасних умов господарювання в Україні, що сприятиме контролю за ефективністю функціонування окремих ланок великих торговельних мереж та підвищенню рівня організації управління.

Таким чином, на основі викладених міркувань можемо дійти висновку, що застосування розроблених

теоретико-методологічних положень та практичних рекомендацій щодо побудови системи управління ефективністю функціонування торговельного підприємства сприятиме активізації його діяльності та удосконаленню механізму впливу на підсумкові техніко-економічні, фінансово-економічні та соціально-економічні показники.

Табл. 2. Характеристика візуально-моніторингових програмних продуктів автоматизованої системи управління ефективністю підприємства [1]

Програмний продукт	Розробник	Функції
ARIS Process Performance Manager / ARIS Performance Dashboard	IDS Scheer (Німеччина)	1. Моніторинг і візуалізація індикаторів ефективності та показників поточної діяльності. 2. Аналіз прихованих вад і запобігання потенційним проблемам. 3. Виконання аналізу основної причини (RCA) проблемних ситуацій. 4. Визначення потенціалу оптимізації процесів. 5. Організація імпорту даних із зовнішніх систем і інтеграція їх на корпоративному порталі.
Cognos 8 Business Intelligence	Cognos (Канада)	1. Візуалізація поточних показників у реальному часі. 2. Сповіщення у разі зміни значень показників. 3. Встановлення взаємозв'язку між підрозділами підприємства. 4. Оцінка ефективності, KPI і ступені виконання завдань в основних областях діяльності. 5. Полегшення збору і розподілу інформації за допомогою звичного інтерфейсу Excel.
Dashboard Manager / Performance Manager	Business Objects (Франція)	1. Оцінка і візуальний моніторинг KPI та інших показників діяльності. 2. Про активне інформування електронною поштою про поточні події. 3. Динамічне відображення досягнення планових і критичних значень показників. 4. Використання методологій управління Balanced Scorecard, Total Quality Management і Six Sigma. 5. Доступ до інформації в рамках всього підприємства. 6. Аналіз динаміки і прогнозування ситуацій для ухвалення рішень.
DataDrill Corporate Performance Management	Distributive Management (США)	1. Візуальний контроль корпоративної інформації і KPI в реальному часі. 2. Контроль за досягненням поставленої мети шляхом зіставлення цільових і поточних показників. 3. Складання трендів і прогнозування ефективності на майбутнє. 4. Виявлення неефективності і донесення ухваленого рішення до тисяч робочих місць. 5. Використання інструментів Balanced Scorecard, Six Sigma та ін. методів управління.
Host Scorecard	Host Analytics (США)	1. Мережевий контроль індивідуальної та корпоративної ефективності в реальному часі. 2. Контроль за правильністю напряду досягнення стратегічних цілей. 3. Візуальний моніторинг KPI. 4. Створення багаторівневої оцінної панелі: корпорація—стратегія—підрозділ—відділ—працівник.
Hyperion Performance Scorecard	Hyperion Solutions (США)	1. Оцінка і моніторинг KPI. 2. Контроль за досягненням поставленої мети шляхом зіставлення стратегічних показників і показників поточної діяльності. 3. Вибір показників з урахуванням галузевих особливостей і їх порівняння з конкурентами. 4. Моніторинг показників поточної діяльності. 5. Доступ до інформації в рамках всього підприємства. 6. Сповіщення електронною поштою у разі виникнення визначених подій (зміни значень показників, статусу цілей, появи ініціатив і ін.) 7. Організація імпорту й аналізу даних з будь-яких зовнішніх систем, зокрема бухгалтерських.
Prodacapo Balanced Scorecard	Prodacapo AB (Швеція)	1. Візуалізація та зіставлення стратегії, цілей, KPI і плану дій для кожного працівника. 2. Моніторинг фактичної ефективності та її зіставлення з цілями. 3. Аналіз основних причин критичних ситуацій і динаміки показників ефективності. 4. Поетапне планування досягнення мети.
QPR ScoreCard	QPR Software (Фінляндія)	Відображення й аналіз KPI Контроль за найістотніших фінансовими та не фінансовими показниками діяльності. Знаходження реальних причин виникнення критичних ситуацій, прогноз і запобігання появи проблем. Інформування електронною поштою про поточні події. Динамічне відображення досягнення планових і критичних значень показників. Інтеграція з іншими інформаційними системами з метою автоматизації введення даних
SAS Strategic Performance Management	SAS Institute (США)	1. Візуальний моніторинг KPI. 2. Порівняння досягнутого рівня якості з поставленими цілями і забезпечення формування звітів про вади і переваги діяльності компанії (використання Six Sigma і т. ін.). 3. Моніторинг діяльності підрозділів, аналіз ефективності роботи працівників і оцінка їх внеску в загальний успіх, відстежування реалізації стратегії. 3. Розміщення створюваних інформаційних і оцінних таблиць у корпоративи і мережі Інтернет для забезпечення доступу до них усіх співробітників, які мають у цьому потребу. 4. Збір, очищення і узгодження даних з доступних джерел. 5. Вивчення тенденцій і динаміки показників за будь-який час. 6. Інтеграція з іншими рішеннями і системами від SAS.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гончарук А.Г. Методологические основы оценки и управления эффективностью предприятия : монография / А.Г. Гончарук. – Одесса : Астропринт, 2008. – 287 с.
2. Голубева Т.С. Методологічні підходи до оцінки ефективності діяльності підприємства / Т.С. Голубева, І.В. Колос // Актуальні проблеми економіки. – 2006. – № 5. – С. 66-71.
3. Кендюхов О.В. Эффективное управление интеллектуальным капиталом / О.В. Кендюхов – Донецьк : ДонУЕП, 2008. – 363 с.
4. Кучер В.А. Визначення структури показників ефективності роботи підприємства як основа прийняття стратегічних рішень / В.А. Кучер // Економіка промисловості. – 2008. – № 1. – С. 71-77.
5. Оцінка ефективності інформаційно-інтелектуальних технологій / К.Ф. Ковальчук, Л.М. Бандоріна, Л.М. Савчук та ін. – Донецьк : Вид-во "ІМА-прес", 2007. – 132 с.
6. Економіка підприємства : підручник / за заг. ред. С.Ф. Покропивного. – К. : Вид-во КНЕУ, 2001. – 528 с.
7. Прокопчук А.П. Теоретико-методологічні аспекти визначення ефективності діяльності підприємства торгівлі в сучасній науковій думці / А.П. Прокопчук // Вісник ЛКА : сер. економічна. – Львів : Вид-во ЛКА. – 2005. – Вип. 19. – С. 245-250.
8. Протопопова В.О. Економіка підприємства / В.О. Протопопова, А.Н. Полянська. – К. : Вид-во ЦУЛ, 2002. – 220 с.

9. Руцишин Н.М. Ефективність функціонування торговельних підприємств в умовах розвитку національної економіки : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. екон. наук. – Львів : Вид-во ЛКА, 2006. – 20 с.

10. Руцишин Н.М. Інтегральна оцінка ефективності функціонування комерційних систем / Н.М. Руцишин // Вісник ЛКА : сер. економічна. – Львів : Вид-во ЛКА, 2004. – Вип. 16. – С. 401-405.

11. Сагайдак Р.А. Внутрішній контроль в управлінні підприємствами : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. екон. наук. – К. : Вид-во НАУ, 2008. – 23 с.

12. Удосконалення методів оцінки ефективності діяльності підприємств / С.Я. Салига, К.С. Салига, Л.І. Кирилова та ін. – Запоріжжя : ГУ ЗІДМУ, 2007. – 55 с.

V. I. Blonska, G. R. Kis'

METHODOLOGY OF ECONOMIC EFFICIENCY MANAGEMENT FOR COMMERCIAL ENTERPRISE FUNCTIONING

The essence of commercial enterprise economic efficiency is considered. The algorithm of the management system of enterprise functioning efficiency developed in the paper. The characteristics of by-monitoring software products for the automated system of enterprise efficiency management is proposed.



Карпатські краєвиди (фото Ю.М. Дебринюка)

УДК 674.330.341.1

О. А. КІЙКО¹

ПРОГНОЗУВАННЯ РОЗВИТКУ ГАЛУЗЕЙ ЛІСОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ УКРАЇНИ

На основі моделювання здійснено прогноз розвитку деревообробної та меблевої галузей в Україні на період до 2020 р. Проаналізовано рівень їх ресурсного забезпечення. Розглянуто перспективи їхнього розвитку. Здійснено порівняння питомих показників розвитку деревообробної та меблевої галузей України з аналогічними показниками інших країн.

Використовуючи статистичні дані щодо розвитку галузей лісопромислового комплексу України, ми створили математичну модель, яка дає змогу здійснити прогноз темпів збільшення обсягів товарної продукції (рис. 1) та прогнозування темпів росту у цих галузях (рис. 2) до 2020 р.

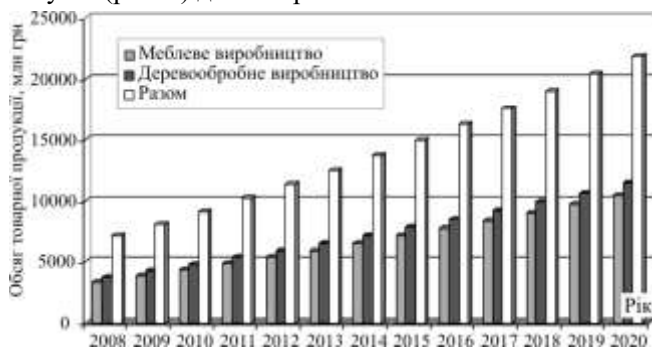


Рис. 1. Прогноз темпів збільшення обсягів товарної продукції меблевого та деревообробного виробництв України за результатами математичного моделювання

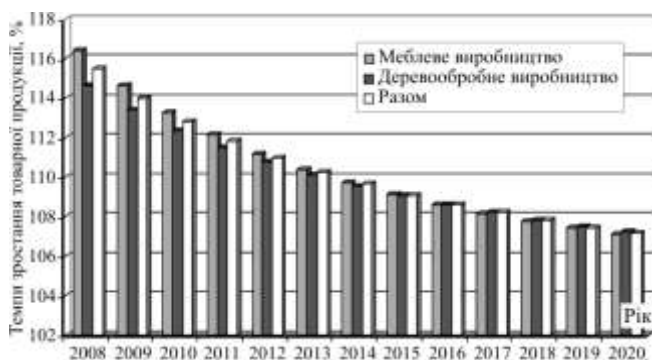


Рис. 2. Прогноз темпів збільшення обсягів товарної продукції меблевого та деревообробного виробництв України за результатами математичного моделювання

За умови збереження існуючих тенденцій, згідно з нашою моделлю, обсяг товарної продукції деревообробної галузі України у 2020 р. становитиме 11,4 млрд грн, а відповідно у меблевій галузі – 10,4 млрд грн. Абсолютне зростання меблевого

виробництва у 2020 р., порівняно з 2008 р., становитиме 312 %, а аналогічне зростання у деревообробленні – 303 %. Щорічні темпи зростання, згідно з прогнозом, сповільняться і у 2020 р. досягнуть 107 %, причому у виробництві як меблів, так і виробів з деревини.

Як оцінити величину прогнозованого обсягу товарної продукції у 2020 р. для деревообробної і меблевої галузей – майже 22 млрд грн? Порівняно із 6,2 млрд грн. у 2007 р., поступ очевидний. Але якщо обраховувати питомий показник (на одну особу) і порівняти його із існуючими у різних країнах, то картина не буде такою оптимістичною.

Якщо змодельовати динаміку зміни кількості населення України та курсу європейської валюти до гривні на основі існуючих тенденцій, то отримаємо прогноз, графічно зображений на рис. 3.

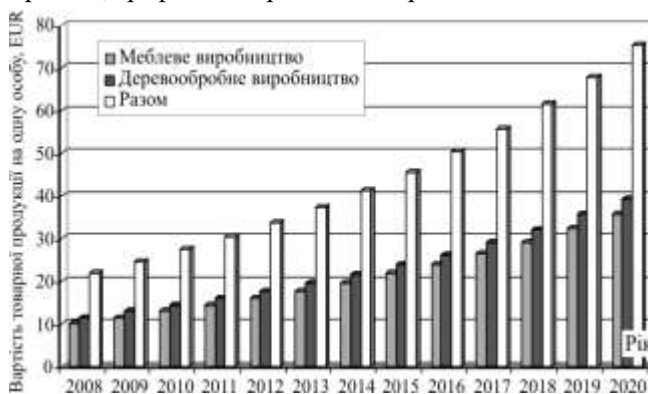


Рис. 3. Прогноз темпів збільшення обсягів товарної продукції меблевого та деревообробного виробництв України на одну особу за результатами математичного моделювання

Якщо, наприклад, середнім значенням обсягу виготовлення меблевих виробів за рік на одну особу у грошовому еквіваленті вважати 154 EUR (рис. 4), то, згідно з нашим прогнозом, у 2020 р. ми випередимо за питомих показником Індію (2 EUR), Росію (9,4 EUR) і Білорусь (26,4 EUR) (у процесі математичного моделювання не враховано темпів зростання в інших країнах).

¹ Орест Антонович КІЙКО – завідувач кафедри технологій виробів з деревини, кандидат технічних наук, доцент, Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів. Тел.: +8032-238-45-04. E-mail: nluzavtvd@txnet.com
Представив член-кореспондент ЛАН України, доцент Ю. І. Грицюк, кандидат технічних наук.

Прогноз інтенсифікації збільшення обсягів виготовлення плитних деревних матеріалів (ПДМ) до 2020 р., згідно з розробленою моделлю за незмінних початкових умов, представлений на рис. 5.

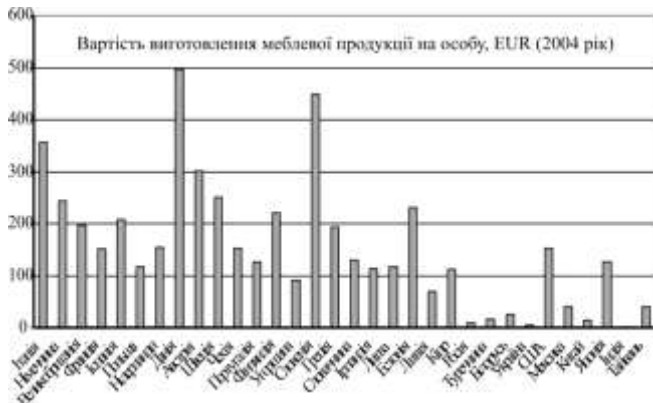


Рис. 4. Виготовлення меблів на одну особу у різних країнах (за даними FAO)

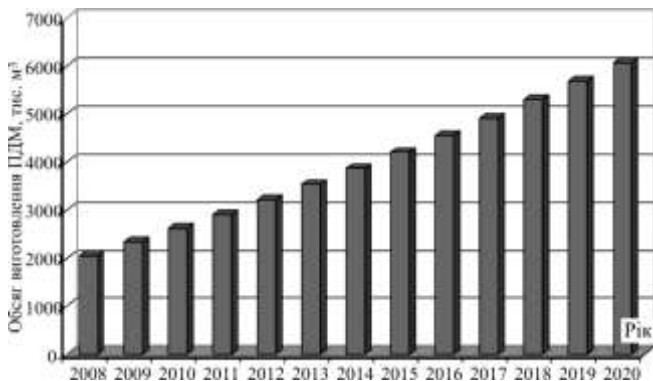


Рис. 5. Прогнозований об'єм товарної продукції ПДМ за даними математичного моделювання

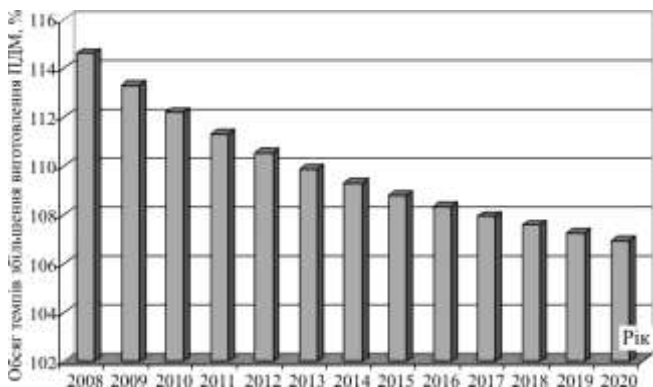


Рис. 6. Прогноз темпів зростання ПДМ за даними математичного моделювання

Прогноз темпів зростання ПДМ, аналогічно до попередніх випадків, зупинився на позначці 107 % у 2020 р. (рис. 6). Якщо визначати питомий показник у м³ на одну особу, то, за умови збереження тенденцій і завдяки моделюванню кількості населення України, отримаємо (рис. 7).

Картину світового виробництва плитних деревних матеріалів представлено на рис. 8.

Таким чином, якщо зафіксувати рівень виробництва ПДМ на одну особу на одному рівні, то, за прогнозованим показником 2020 р., Україна прогнала б тільки грандам (Німеччина, Австрія, Фінляндія, США, Польща), але випередила би таких

світових лідерів деревооброблення, як Італія, Великобританія, Франція, Іспанія, Данія, Швеція).

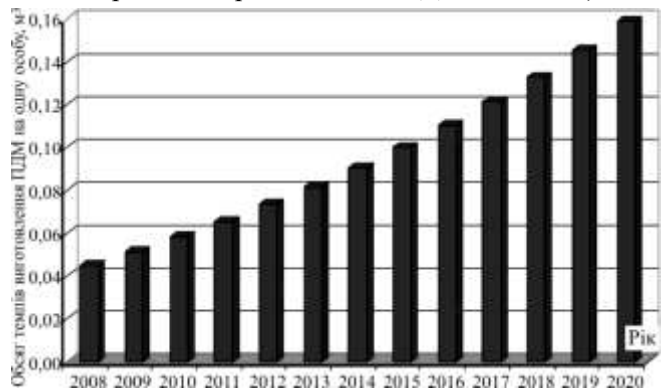


Рис. 7. Прогнозований об'єм виготовлення ПДМ на одну особу за даними математичного моделювання

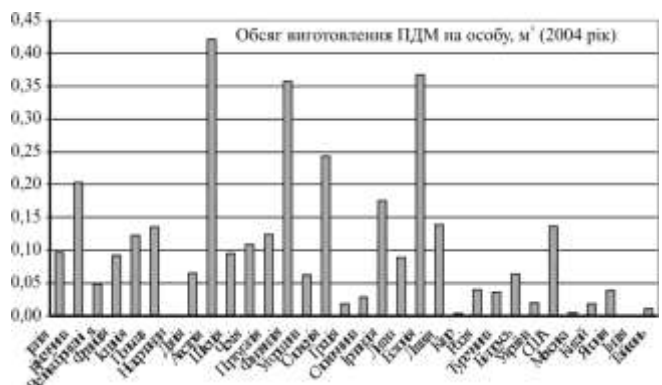


Рис. 8. Виготовлення ПДМ на одну особу у різних країнах (за даними FAO)

Результати прогнозування, здійсненого на основі математичного моделювання, мають низку істотних вад:

- у них не враховано реальної забезпеченості виробництва сировиною;
- ці результати не враховують можливих форс-мажорних обставин (політичних, фінансово-економічних та інших потрясінь);
- результати моделювання також не враховують реальних потужностей наявних підприємств галузей (нарошування потужностей може здійснюватись як шляхом збільшення частки завантаженості обладнання, так і шляхом будівництва нових підприємств).

У 2004 р. Міністерство промислової політики подало на розгляд Кабінету Міністрів Державну програму розвитку деревообробного та меблевого виробництва (2004-2011 рр.), яка передбачає модернізацію цих виробництв, створення нових потужностей з виготовлення деревностружкових та деревоволокнистих плит середньої щільності, виконання науково-дослідних робіт.

Порівняємо завдання, прописані у згаданій вище програмі, із результатами математичного моделювання (табл.). Як видно із результатів порівняння, прогноз, що ґрунтується на математичному моделюванні темпів зростання, значно перевищує прогноз міністерства промислової політики.

Якщо врахувати, що у виробництві ПДМ вагома частка належить ДСП, то, розраховуючи ресурсні обмеження, отримаємо: для того, щоб виготовити

1700 м³ ДСП, потрібно приблизно 3000 м³ сировини. Якщо вважати, що у середньому в Україні за рік заготовляють 3800 тис. м³ деревини для технологічних потреб, причому Держкомлісгосп заготовляє тільки 3260 тис. м³, то прогноз експертів щодо максимального об'єму ДСП, яку можна виготовити в Україні із власних ресурсів на рівні 2500 тис. м³, видається реальним (для виготовлення такого об'єму ДСП треба близько 4500 тис. м³ деревини для технологічних потреб, що, навіть за умови виготовлення цього об'єму, потребує додаткових ресурсів за рахунок ефективного використання або збільшення обсягу лісозаготівель). З урахуванням фанери, ДВП та волокнистих плит середньої щільності реальним річним обсягом виготовлення ПДМ в Україні на основі власного сировинного потенціалу можна вважати 2900–3000 тис. м³ (хоча, за оцінками експертів, для виготовлення річного об'єму фанери потрібно на рік 600 тис. м³ фанерної сировини за реальної заготівлі 350–400 тис. м³; 100 тис. м³ виготовлення MDF забезпечуватиме новий завод, який планують побудувати у м. Вигода Івано-Франківської області).

Табл. 1. Порівняльні дані розвитку деревообробного та меблевого виробництва згідно з Державною програмою на 2004–2011 рр. та результатами математичного моделювання

Показники	Прогнозований об'єм на 2011 рік згідно з	
	Державною програмою розвитку деревообробного та меблевого виробництва на 2004–2011 рр.	результатами математичного моделювання
Плитні деревні матеріали, тис. м ³	1860	2915
Товарна продукція меблевого виробництва, млн грн.	3800	4850

Якщо врахувати ресурсні обмеження, то реальними прогнозованою картиною розвитку виготовлення ПДМ можна вважати дані на рис. 9. Отож, нарощування обсягів виготовлення плитних деревних матеріалів з існуючими за останні п'ять років темпами можливе тільки до 2012 р. Подальше збільшення потужностей неможливе з огляду на ресурсну обмеженість.

Істотне збільшення обсягів виготовлення ПДМ можна прогнозувати за умов:

- збільшення обсягів лісозаготівель, що не суперечитиме екологічним засадам сталого розвитку;
- використання для виготовлення ПДМ імпортованої сировини (у цьому випадку вартість такої сировини значно зросте і потрібно аналізувати можливості створення доданої вартості: економія на заробітній платі (китайська модель), запровадження інновацій (європейська модель);
- ефективного використання лісосировини за рахунок новітніх принципів ведення лісового господарства (лісозаготівлі), зменшення частки відходів у загальному обсязі лісозаготівель;
- зменшення експорту необробленої деревини (у 2004 р. річна вартість українського експорту

лісоматеріалів становила приблизно 507 млн дол. США, при цьому на кругляк припадало приблизно 27 %). Лісоматеріали, які Україна імпортує (на суму 262 млн дол. США у 2004 р.), можна було б використовувати всередині країни, збільшивши приватні інвестиції у деревопереробну галузь. На целюлозну масу і папір припадало приблизно 66 % імпорту у 2004 р., а на деревостружкові плити – приблизно 28 %;

- зменшення обсягів незаконних рубань (за деякими експертними оцінками, вони становить близько 1,2 млн м³ за рік).

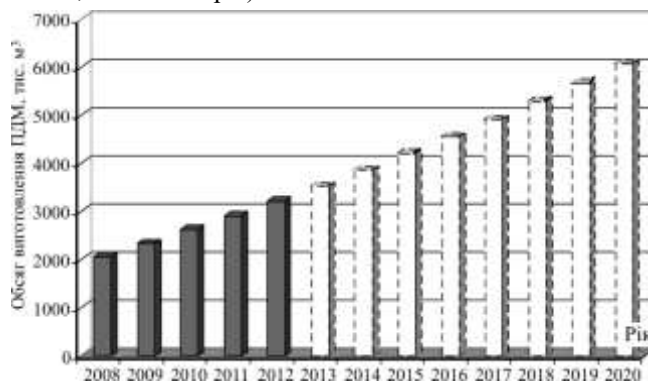


Рис. 9. Прогнозований об'єм товарної продукції ПДМ за даними математичного моделювання із врахуванням ресурсного обмеження

За результатами експертних досліджень, обсяг товарної продукції меблевої галузі залежатиме від ВВП України та кількості виготовлених ПДМ. Згідно з виконаними розрахунками, максимальний обсяг товарної продукції меблевого виробництва на основі ПДМ власного виготовлення становитиме 5,6 млн грн. (рис. 10).

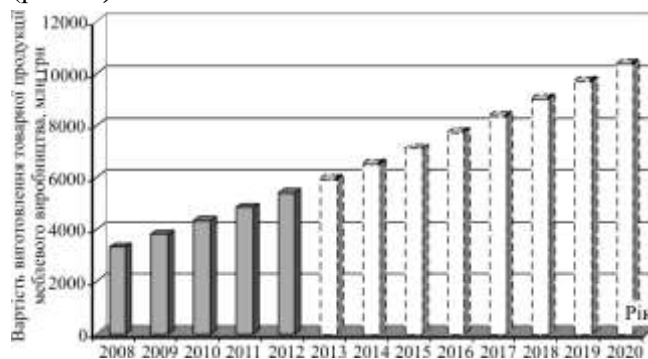


Рис. 10. Прогнозований об'єм товарної продукції меблевого виробництва за даними математичного моделювання із врахуванням ресурсного обмеження

На відміну від випадку із прогнозуванням обсягу виготовлення ПДМ, вірогідність збереження темпів зростання у меблевій промисловості після граничного 2012 р. (очевидно мова йтиме про темпи дещо менші за ті, що показано на рис. 10) є більшою. Це можна пояснити, очевидно, тим, що попит на меблеву продукцію стабільно зростає із огляду на прогнозоване збільшення обсягів будівництва в Україні і зростання купівельної спроможності населення. До потенційних можливостей збільшення потужностей меблевого виробництва в Україні належать:

- збільшення обсягів виготовлення та покращення якості вітчизняної фурнітури;

- збільшення обсягів виготовлення та покращення якості вітчизняних оздоблювальних матеріалів (личкувальних лакофарбових);
- збільшення обсягів та покращення якості вітчизняних матеріалів для виготовлення м'яких меблів;
- зменшення частки енергетичних затрат у структурі собівартості продукції;
- провадження у технологічний процес новітніх інноваційних досягнень;
- зменшення імпортозалежності ринку меблів в Україні;
- зменшення частки тіньової економіки у структурі меблевого виробництва (за даними експертів, обсяг річного "тіньового" виготовлення становить 700 млн дол. США, що становить 140 % "світлого" ринку).

Що стосується деревообробного виробництва, то на прогноз його розвитку ресурсні обмеження також здійснюватимуть вагомий вплив. Оскільки плитні деревні матеріали становлять значну частку продукції деревообробної галузі (виробництво ДСП, ДВП, фанери і шпону сягає 80 % від загального обсягу), то прогнозування у цьому випадку стосуватиметься пиломатеріалів, паркету, столярних та теслярських виробів. Згідно з Державною програмою розвитку деревообробного та меблевого виробництва на 2004-2011 рр., у 2011 р. заплановано виготовити: 2500 тис. м³ пиломатеріалів, 1300 тис. м² столярних і теслярських виробів, 1600 тис. м² паркету. Якщо врахувати навіть істотне збільшення обсягів виготовлення паркету (план нового підприємства "Barlinek" на 2008 рік – 2000 тис. м³), то ресурс для цієї продукції 5 млн м³ в Україні є цілком реальним (щорічно в Україні Держкомлісгосп заготовляє близько 6 млн м³ лісоматеріалів круглих та 3.5 млн м³ деревини для технологічних потреб).

Річний обсяг реалізації продукції целюлозно-паперового виробництва України, за оцінками експертів, становить 15 млрд грн. Темпи зростання цієї галузі за рік в середньому становлять 10-25 %, а обсяг іноземних інвестицій близький до цифри у 50 млн дол. США. Темпи зростання целюлозно-паперового виробництва у 2008 р. можуть стабілізуватись на рівні 10 %. Обсяг імпорту у цій

галузі на рік становить близько одного млрд дол. США, а обсяг експорту – близько 500 млн. Для цієї підгалузі лісового комплексу характерна наявність високої конкуренції, що спричиняє незначне підвищення цін (2,6 % у 2007 р., тоді як у деревообробленні – понад 10 %). Низькі ризики у галузі зумовлені диверсифікацією як постачання сировини, так і споживачів: 20 % продукції галузі споживають поліграфія та засоби масової інформації, причому цей сегмент демонструє стійке зростання; також близько 20 % продукції галузі споживають домогосподарства. Основні ризики у галузі пов'язані із обмеженим ресурсом сировини на внутрішньому ринку, що, очевидно, спричинятиме зростання ціни на деревину і, як наслідок, на продукцію галузі (близько 30 % затрат у целюлозно-паперовій промисловості припадає на продукцію деревообробного виробництва). Характерною ознакою целюлозно-паперового виробництва галузі також можна вважати незначну енергомісткість продукції (до 20 % потреб галузі припадає на хімічну промисловість, але, здебільшого, використовується неенергомістка продукція). Варто також враховувати, що значна частина активів, на відміну від меблевої галузі, перебуває у державній власності.

О. А. Kiyko

PROGNOSIS OF DEVELOPMENT OF SOME SUBINDUSTRIES OF FOREST SECTOR OF UKRAINE

The prognosis for the development of woodworking and furniture industries of Ukraine is carried out on a period to 2020 year on the basis of its modeling. The level of the resource base satisfaction for these industries is analyzed. The prospects for of woodworking and furniture industries of Ukraine development are considered. The comparative analysis is carried out for specific indexes of woodworking and furniture industries of Ukraine development considering to the similar indexes in other countries.

УДК 634.0.62

Я. В. КОВАЛЬ¹

КАТАСТРОФІЧНІ ПАВОДКИ В КАРПАТАХ І НАПРЯМКИ ЗАПОБІГАННЯ ЇМ

Визначено причини виникнення катастрофічних паводків у Карпатах, основними з яких вважають природні чинники, підсилені антропогенною діяльністю людини. Сформульовано пропозиції щодо підвищення лісистості території регіону як основного чинника посилення водорегулювальної функції лісів, запобігання виникненню паводків та подолання їх катастрофічних наслідків. Викладено комплексну екологічно збалансовану лісгосподарську систему профілактичних заходів, яка здатна мінімізувати руйнівну дію небезпечних гідрометеорологічних явищ природи.

На виникнення руйнівних повеней у Карпатах, за експертними оцінками, впливають як природні, так і техногенні чинники. Визначальними є періодичні зміни сонячної активності, природні збурення та глобальне потепління. За даними Українського гідрометеорологічного інституту, температурний режим на більшій частині країни підвищився і сумарна температура повітря віднедавна на 3-5 градусів за Цельсієм перевищила середньорічні покази. Як наслідок, змінився характер зимових опадів – сніговий покрив зник. Взимку у всіх регіонах України нерідко іде дощ зливового характеру. Практично весь поверхневий стік поповнює ресурси підземних і ґрунтових вод [1].

Карпати належать до зливонебезпечних районів, тут завжди існує потенційна загроза виникнення руйнівних паводків. Основна причина їх виникнення – природні чинники. Паводкові процеси залежать, зокрема, від характеру поверхні водозборів – крутості схилів, розсіченості рельєфу, потужності педосфери, глибини залягання материнських порід [2]. За такої несприятливої екологічної ситуації небезпечні паводки траплялися в Карпатах і в минулому, коли антропогенний вплив на природні ландшафти ще не був значним. За архівними та історичними даними, з 1779 р. їх було 26, зокрема в XIX ст. – 6, у XX ст. – 17 [2], а у XXI ст. – вже 3. Закономірності прояву стихії пов'язані з чергуванням періодів пониженої та підвищеної водності. Саме через надмір опадів паводки набувають загрозливого характеру [3, с. 3; 4, с. 381-384; 5, с. 195-199]. Період підвищеної водності та загальної геофізичної активності охоплює 90-ті роки минулого і початок XXI ст. На цей час припадають великі повені не лише в Українських Карпатах, але і у Польщі, Словаччині, Чехії та інших країнах.

Українські Карпати є зоною паводкового ризику, це зумовлено тим, що гірське пасмо Карпат перетинає каскади хмар, сформованих над Атлантикою [8]. Саме тому в зоні Карпат за короткий період кількість опадів може сягнути критичного рівня і спричинити

інтенсивне стікання води. Якщо вести мову про останні повені та їхню потужність (1998, 2001 і 2008 рр.), то слід визнати, що історичні максимуми рівня води були значно перевищені.

У Карпатах найгустіша в Україні гідромережа, її протяжність в середньому 0,5-0,7 км, а на Закарпатті 1,7 км на квадратний кілометр, річний об'єм стоку перевищує 12 млрд м³ [7]. Маленькі річки в Карпатах не врегульовані, що також збільшує небезпеку повеней. Певної шкоди річищам завдає хаотичний видобуток гравію, піску, каміння, який спричинює поглиблення русел і розвиток берегової ерозії. Таку діяльність потрібно суворо контролювати і дозволяти видобуток лише у вмісних відведених місцях [2].

Долини річок перевантажені транспортною мережею, це подекуди погіршує водопропускну здатність річок у разі паводків та повеней, а руйнування мостів призводить до загачування річок. Гідротехнічні споруди транспортних шляхів часто не підтримують у належному стані. Це створює додаткову загрозу загачування річок у паводковий період. Знецінення величезних просторів у гірських ландшафтах Карпат внаслідок господарської діяльності протягом останніх століть є також надзвичайно вагомою причиною інтенсифікації повеней.

Через економічно неощадливу господарську діяльність, зокрема, сільського господарства, регуляційний та акумулювальний потенціал лісових екосистем знижувався сотні років. Йдеться, насамперед, про суцільні вирубування, порушення вікового, породного та повнотного складу лісостанів, а також надмірне розорювання схилів та розширення полонин.

Протягом двох останніх століть лісистість території Карпат у рівнинних районах і передгір'ях знизилась до 20,2 %, а в гірських – до 53,5 % [8]. Наступ на ліс здійснювався шляхом розширення полонин і збільшення орних земель у долинах річок в агрокультурний період. Значної шкоди лісам завдали необґрунтовано великі обсяги рубань у післявоєнні

¹ Ярослав Васильович КОВАЛЬ – дійсний член Лісівничої академії наук України, дійсний член Української екологічної академії наук, завідувач відділом економічних проблем лісочористування і природоохоронних територій РВПС України НАН України, м. Київ. Тел.: +38-096-438-34-75. Е-mail: koval@rvps.kiev.ua

роки, які здійснювали головно суцільними методами та екологічно шкодочинними системами трелювання лісу.

Лісистість території Карпат зменшилася в 1,6 раза. За підрахунками вчених Українського науково-дослідного інституту гірського лісівництва ім. П.С. Пастернака, найсприятливіший гідрологічний режим характерний для водозборів річок, де ліси віком понад 40 років покривають 65-75 % площі [8, 18]. Таку лісистість треба забезпечити у верхів'ях басейнів річок, тобто у зоні найбільшої акумуляції водних ресурсів і в передгірській транзитній зоні, де потенційно можлива берегова ерозія [2]. Отже, можна стверджувати, що гідрологічний режим Карпат прямо залежить від рівня лісистості території, характеру розміщення лісів, їхньої якості, продуктивності тощо, а не тільки рубань лісу. Тому регіон Карпат потребує збільшення лісистості території щонайменше на 10-12 %, резерви і можливості її ще не вичерпані. Передусім в регіоні Карпат виникає нагальна потреба підняття верхньої межі лісу хоча б на 150-200 м, настільки ж – опущення нижньої межі. Тільки на підставі реалізації зазначених заходів водорегульовальна функція лісів покращиться.

За оцінками вчених-лісівників, стиглі букові ліси усереднено за рік здатні на своїх потужних кронах затримувати 28 % кількості опадів, а під їх крони і далі у ґрунт проникає 75 %. Ще вища водорегульовальна здатність характерна для вічнозелених хвойних лісів. Стиглі смерекові ліси на ділянках, де, зокрема, випадає близько 1100 мм, можуть затримувати впродовж року до 37 %, а під їхні крони проникає до 63 % опадів [7]. За оцінкою Українського науково-дослідного інституту лісівництва, лісам Карпат властива різна водорегульовальна спроможність [9, 10, 11]. Найсприятливіше на режим річок за нормальних гідрологічних умов впливають стиглі лісостани, середньовікові і досягаючи у горах також доволі ефективні. Водорегульовальна спроможність молодняків до 25 років невисока. На суцільних зрубках руйнівна сила стихії зростає. Дослідження в Карпатах показали, що лісовий покрив, порівняно з нелісовим, удвічі поліпшує регульованість стоку річок і в декілька разів зменшує згубний максимальний стік [2]. У середньому потенційна водорегульовальна місткість лісу не перевищує 135-145 мм [7, 8, 10, 11], а стиглі деревостани Карпат здатні затримувати опади до 175 мм за добу [18].

Складною залишається на цьому етапі проблема захисту лісів Карпат від наслідків непродуманої їх трансформації в минулому, зокрема, йдеться про утворення на місці корінних монодомінантних деревостанів біологічно нестійких з пониженими водорегульовальними функціями. Площі корінних біологічно стійких лісів у Карпатах значно зменшилися. У формації дуба звичайного їх площа зменшилась на 64 тис. га (або на 31,9 %), а дуба скельного – на 16 тис. тис. га (63,6 %). У формації букових лісів площа з домінуванням бука зменшилась на 106 тис. га (20,9 %), ялицевих – на 36 тис. га. Найістотніші антропогенні зміни відбулися у формації ялицевих лісів. Площа лісів з домінуванням ялиці зменшилась на 177 тис. га (68,5 %). Практично повністю відбулася зміна корінних змішаних буково-

ялиново-ялицевих лісів на похідні ялинові, які тепер збільшилися на 298 тис. га [2, 15]. Корінні дубово-ялицеві та буково-ялицеві насадження замінені похідними дубняками і бучняками. У формації ялинових лісів площа з перевагою ялини зменшилась на 17 тис. га (4,5 %), а в цілому площа похідних смеречників збільшилась в 1,4 раза, що можна вважати прорахунками господарювання.

Усихання смеречників у Карпатах фахівці і науковці розглядають вже як стихійне лихо, причиною якого є зниження природного імунітету та ослаблення насаджень внаслідок глобального потепління клімату, техногенного забруднення атмосфери і ґрунту та незадовільної лісгосподарської діяльності у роки планово-регульованої системи господарювання.

Надзвичайно важливою проблемою є захист насаджень від ентомошкідників і хвороб лісу. Причина цього – також загальне погіршення екологічної ситуації в Карпатському регіоні, а отже – й зниження біологічної стійкості лісостанів та їх водорегульовально-захисні функції. Погіршення біологічної стійкості лісових насаджень, за оцінками УкрНДЛГА, спостережено у Вінницькій і Закарпатській областях. Найбільший рівень пошкодження біотичними та абіотичними чинниками характерний для лісів у Закарпатській, Львівській, Вінницькій, Хмельницькій і Тернопільській областях.

Кліматичні зміни призвели до погіршення лісівничо-екологічних умов і, як наслідок – до змін у складі та розвитку рослинного покриву. Саме тому пошкодження лісів та їх всихання відбувається не лише в Україні, а й в усій Центральній Європі. Відбулися значні зміни температурного та гідрологічного режимів, вологості атмосфери та вологовмісту поверхневих шарів ґрунту, що також позначилося на зниженні водорегульовальних корисностей.

Другий чинник – це господарська діяльність людини. Якщо зона Карпат є зоною інтенсивних дощів і повеней, то система господарювання має бути адаптована до цих умов [6, 9]. Господарська діяльність у Карпатах має відрізнятися від інших регіонів. Зараз вона взагалі не адаптована до зони інтенсивних дощів, паводків і повеней, не кажучи вже про зміни, що відбуваються в природно-кліматичних умовах. На масштабність, а частково й частоту паводків істотно впливають, зокрема, сільськогосподарський, лісовий та інші сегменти економіки.

3-поміж головних антропогенних чинників можна відзначити:

- порушення технології виконання культурно-технічних робіт у минулому для поліпшення природних сіножатей і пасовищ;
- знищення приполонинних лісів (соснове і зеленівільхове криволісся) протягом століть, створення післялісових високогірних лук (полонини);
- екстенсивне випасання худоби на полонинах, погіршення воднофізичних властивостей ґрунтів і посилення поверхневого стоку у високогір'ї;
- виснажлива експлуатація лісів у минулому і в повоєнні роки, що стало причиною спрощення вікової структури і видового складу лісів, зниження повноти та біологічної стійкості лісостанів;
- недотримання режиму господарювання у водоохоронних зонах та прибережних захисних смугах річок, знищення прируслової чагарникової

рослинності, випасання худоби на прилеглих схилах, розорання крутосхилів на передгір'ях, забудова заплав гірських річок аж до їх русел;

- відсутність належного захисту населених пунктів на загрожених ділянках річок, зокрема недостатня забезпеченість водозахисними дамбами та берегоукріплювальними спорудами, особливо зважаючи на надзвичайно розгалужену мережу річок, що стало причиною значних руйнувань, особливо в низинних районах регіону Карпат;
- незадовільний стан русел і прирічкових ділянок багатьох річок і водотоків, що у багатьох випадках також сприяє руйнуванню інженерних споруд, зокрема мостів;
- відсутність протипаводкових водосховищ у верхів'ях річок, які знизили б піки паводків. Водосховища багатоцільового призначення, які були збудовані раніше для акумулювання паводкових вод, зруйновані. Наявні водосховища, через незначну кількість та нерациональне розташування не в змозі затримувати піки паводкових вод;
- недостатня потужність засобів для відведення води з підтоплених і затоплених територій, а також низька здатність системи протипаводкових захисних споруд для пропуску паводкових вод.

Стихійні природні явища в поєднанні з антропогенними чинниками у Карпатах завдають великої шкоди економіці і природі регіону. Щорічні збитки на площах, порушених водною стихією, становлять понад 4,5 млрд грн [6], а у 2008 р., за попередніми розрахунками, ці збитки оцінено вже на суму 7 млрд грн. Нам видається, що вказана шкода певною мірою є наслідком природних стихійних явищ і розбалансованості територіальної природно-ресурсної системи Карпатського регіону.

У цьому плані з метою запобігання руйнівним паводкам виникає потреба розроблення стратегічної екологічно спрямованої системи профілактичних заходів, які враховували б закономірності загальної синоптичної ситуації, характеристики гідрологічного режиму території, захисні можливості гідрологічних споруд та потенційні водозахисні властивості лісорослинного покриву. Виходячи з цих вимог, комплексна екологічна система профілактичних протипаводкових заходів має охоплювати:

- побудову у верхів'ях річок, де можливі паводки, спеціальних водосховищ, зруйнованих в цьому регіоні за часів колишнього Радянського Союзу, та гребель. Ці споруди мають бути акумулювальними, під час повеней вони повинні затримувати надлишок води, з відповідними подальшими системами для регулювання спуску води після злив чи весняного сніготалу. Але тут треба діяти обережно, оскільки зона Карпат є сейсмічно небезпечною, тому зосередження великої кількості води у водосховищах може стати додатковим чинником затоплення територій;
- більш ефективне здійснення берегозакріплювальних заходів гірських річок паводковими і традиційними кам'яними дамбами, зокрема, на поворотах гірських річок та в місцях, де вони забезпечують стійкість мостів, русел річок та заборони в екологічно-небезпечних заплавах кар'єрних розроблянь піску та гравію;
- удосконалення системи протиерозійних заходів відповідно до місцевих умов, забезпечення їх впровадження у басейнах гірських річок і потоків, поліпшення системи рільництва на схилах, заборона

розораності на крутосхилах, обмеження випасання худоби на гірських луках, підвищення рівня використання полонин та формування оптимальної структури тваринництва в цих умовах;

- удосконалення заходів щодо істотного підвищення лісистості водозборів басейнів гірської частини річок до 75-80 %;
- розширення комплексних досліджень з питань небезпечних явищ у Карпатах та забезпечення розроблення Державної програми природозахисних заходів у регіоні з метою переорієнтації господарського комплексу та переходу його на екологічно безпечні види діяльності, розвиток туризму та оздоровчої індустрії;
- ініціювання розроблення та прийняття законодавчих приписів щодо розширення територій природно-заповідного фонду й запровадження в гірській частині Карпат еколого-економічної зони з наданням пільг суб'єктам господарювання, які розвивають безпечні види господарської діяльності;
- обґрунтування потреби щодо запровадження в Карпатах мораторію на вирубування гірських лісів суцільнолісовими методами;
- розроблення спеціального механізму регулювання водотоків на транснаціональному рівні країн Карпатського регіону. Сьогоднішня ситуація з повенями певною мірою спонукає до поглиблення співробітництва з іншими країнами з цієї проблематики, оскільки без регулювання річок протидіяти стихії неможливо;
- розроблення спеціальних механізмів регулювання лісочористування, охорони і відтворення лісових ресурсів, зокрема, в напрямку підняття на 150-200 м верхньої межі лісу та зниження на стільки ж його нижньої межі.

Вказані заходи мають реалізуватися в рамках поточної еколого-економічної політики, основними пріоритетами якої слід вважати:

- забезпечення стабільності зростання природоресурсного потенціалу як важливого складника природно-техногенної безпеки;
- підвищення дієвості державної сільськогосподарської, водної і лісоресурсної політики, спрямованої на запобігання, недопущення або усунення негативних природно-техногенних чинників, які завдають великої шкоди економіці держави, регіону і екології;
- формування стійкого сільськогосподарського, водного і лісоресурсного простору, здатного самостійно вирішувати власні фінансові та соціальні проблеми та брати посильну участь у плані ліквідації наслідків, імовірність виникнення яких, на жаль, ще існує.

Крім цього, на наше переконання, має бути створена чітка система державного впливу на природоресурсну сферу, яка б давала змогу з найменшими втратами та на безпечному рівні регулювати найважливіші її функції, зокрема:

- планування розвитку сільського, водного і лісового господарства;
- удосконалення форм організації виробництва;
- регулювання охорони, збереження і відтворення природно-ресурсного потенціалу;
- забезпечення ефективного управління земельними, лісовими і лісовими ресурсами та контролю за господарською діяльністю в регіоні.

У сфері природно-техногенної безпеки у Карпатах слід дотримуватися таких засад регіонального лісоресурсного розвитку:

- у лісовому секторі економіки: забезпечити здатність підприємств галузі функціонувати в режимі розширеного лісоресурсного відтворення в умовах мінімальної залежності від зовнішніх впливів. Це означає, що в лісовому господарстві повинні бути достатньо розвинені виробничі структури з метою використання лісових ресурсів без заподіяння шкоди навколишньому середовищу;
- у фінансовому та інвестиційному плані: стійкість фінансової системи лісоресурсної сфери, нормалізація фінансових потоків та розрахункової системи в галузі, зменшення величини її податкового тиску, активізація інвестування всіх галузевих структур лісового комплексу;
- у науково-технічній сфері: створення сприятливих умов для розвитку і нарощення науково-технічного потенціалу лісоресурсного комплексу, інноваційної діяльності, реформування лісоресурсної політики;
- у сфері управління потрібно запровадити державне лісоресурсне регулювання, здатне гарантувати злагоджене функціонування лісових підприємств на засадах ринкової економіки.

ЛІТЕРАТУРА

1. **Мащенко Е.П.** Попросим у Запада еще и климата? / Е.П. Мащенко // Зеркало недели, 7 апреля 2001. – № 14 (338). – С. 12.
2. **Стойко М.С.** Причини катастрофічних паводків у Закарпатті та система екологічних профілактичних заходів їх попередження / М.С. Стойко // Український ботанічний журнал. – 2000. – Т. 57. – С. 11-13.
3. **Науково-експертний висновок** про природні й техногенні причини проходження паводків у листопаді 1998 та березні 2001 років у Закарпатській області // Комісія Національної Академії наук України. – К. : РВПС України НАН України, 2001. – 21 с.
4. **Коваль Я.В.** Значення гірських лісів у системі екологічної безпеки / Коваль Я.В., Антоненко І.Я. // Гори і люди (у контексті сталого розвитку) : матер. Міжнар. наук.-практ. конф. – у 2-ох т. – Ужгород : Вид-во "Патент". – 2002. – Т. II. – С. 381–385.
5. **Лук'янець О.І.** Багаторічні коливання водності в Карпатах/ Лук'янець О.І., Соседко М.М. // Екологічні та соціально-економічні аспекти катастрофічних стихійних явищ у Карпатському регіоні (повені, селі, зсуви) : матер. Міжнар. наук.-практ. конф. – Рахів : Міністерство охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки, 1999. – С. 195-199.
6. **Засць І.** Між "спрагою" і повенями / І. Засць // Газета "День", 2001. – № 70. – С. 4.
7. **Стойко С.** Паводки в Закарпатті та судьба горних лесов / Стойко С. // Зеркало недели : газета, 2001. – № 14 (338). – С. 12.
8. **Стойко С.М.** Причини катастрофічних паводків у Закарпатті та система екологічних профілактичних заходів їх попередження // Український ботанічний журнал. – 2000. – Т. 57, № 1. – С. 23–24.
9. **Парпан В.** Ще про причини повеней на Закарпатті / Парпан В., Патлай І. // Сільські вісті, 1999 р., 25 червня. – С. 3.
10. **Парпан В.І.** Вікова динаміка водорегулювальної ролі букових екосистем та її антропогенна порушеність / В.І. Парпан // Екологічні та соціально-економічні аспекти катастрофічних стихійних явищ у Карпатському регіоні (повені, селі, зсуви) : матер. Міжнар. наук.-практ. конф., 21-24 вересня 1999 року – Україна, Рахів, 1999. – С. 266-274.
11. **Олійник В.С.** Паводкорегулююча роль гірських лісів Карпат / В.С. Олійник // Екологічні та соціально-економічні аспекти катастрофічних стихійних явищ у Карпатському регіоні (повені, селі, зсуви) : матер. Міжнар. наук.-практ. конф. 21-24 вересня 1999 року. – Україна, Рахів, 1999. – С. 257–260.
12. **Сусідко М.М.** Карпати найбільш паводкобезпечний регіон України / М.М. Сусідко // Екологічні та соціально-економічні аспекти катастрофічних стихійних явищ у Карпатському регіоні (повені, селі, зсуви) : матер. Міжнар. наук.-практ. конф. – у 2-ох т. – Ужгород : Вид-во "Патент". – 1999. – Т. II. – С. 158–162.
13. **Шлапак В.П.** Стихійні явища в горах як наслідок антропогенного впливу / В.П. Шлапак // Екологічні та соціально-економічні аспекти катастрофічних стихійних явищ у Карпатському регіоні (повені, селі, зсуви) : матер. Міжнар. наук.-практ. конф. – у 2-ох т. – Ужгород : Вид-во "Патент". – 1999. – Т. II. – С. 176–177.
14. **Стойко С.М.** Наслідки антропогенної трансформації лісових екосистем Карпат та шляхи елімінації шкідливих екологічних процесів / С.М. Стойко // Український ліс. – 1993. – № 2. – С. 11-17.
15. **Голубець М.А.** Ельники Украинских Карпат / М.А. Голубець. – К. : Вид-во "Наук. думка", 1978. – 244 с.
16. **Лютик Р.И.** Катастрофические паводки и их последствия / Р.И. Лютик // Тепловой и водный режим Украинских Карпат. – К. : Изд-во "Гидротехиздат", 1985. – С. 277-263.
17. **Чубатий О.В.** Захисна роль Карпатських лісів / О.В. Чубатий. – Ужгород : Вид-во "Карпати", 1969. – 134 с.
18. **Гаврусевич А.** Карпатські ліси – регулятори повеней / Гаврусевич А., Олійник В. // Український ліс. – 1994. – № 2. – С. 26-27.

Ya. V. Koval

CATASTROPHIC FLOODS IN CARPATHIANS AND DIRECTIONS OF THEIR PREVENTION

The causes of catastrophic flooding in the Carpathians analyzed in the paper. The natural conditions considered as the main factors which are strengthened by human activity. The proposals to increase the forest cover are proposed as main source of water regimes regulation and catastrophic floods frequency and intensity decreasing. The system of ecologically balanced preventive silvicultural measures developed. The application of such system makes possible to minimize the damages as consequence of dangerous hydrological and meteorological natural phenomena.

УДК 634.0.62

КАТАСТРОФІЧНІ ПОВЕНІ В КАРПАТСЬКОМУ РЕГІОНІ: ПРИЧИНИ ВИНИКНЕННЯ І ЗАХОДИ ЩОДО ЇХ ПОПЕРЕДЖЕННЯ

Наведено точку зору науковців Національного лісотехнічного університету України Міністерства освіти і науки України щодо катастрофічних повеней, які виникли у Карпатському регіоні 22-27 липня 2008 р. З'ясовано, що основними причинами виникнення стихійного паводкового лиха були надмірна кількість опадів, яка значно перевищувала водорегулювальну здатність лісу, висока насиченість вологою лісових масивів у передпаводковий період, недостатній догляд за руслами річок і потоків, дорожньою сіткою, несвоєчасне і неповне проведення протиерозійних і протизсувних заходів, відсутність цілісної системи гідротехнічних споруд.

У кінці липня 2008 р. увага громадськості України була прикута до Карпатського регіону. Велике стихійне лихо (повінь надзвичайних масштабів) спіткало жителів цього краю.

Необхідно зазначити, що Президент, Верховна Рада, Уряд та органи влади всіх рівнів роблять дієві кроки щодо надання допомоги населенню постраждалих областей для якомога швидшого подолання наслідків стихії. Зокрема, на позачерговій сесії Верховна Рада України прийняла Закон України "Про затвердження Указу Президента України "Про оголошення окремих територій Вінницької, Івано-Франківської, Закарпатської, Тернопільської та Чернівецької областей зонами надзвичайної екологічної ситуації" та Закон України "Про внесення змін до Закону України "Про Державний бюджет України на 2008 рік та про внесення змін до деяких законодавчих актів України". Окрім цього Президент України наголосив також на необхідності розробити Національну протиповеневу програму, що дало б можливість у короткі терміни здійснити ряд ефективних протипаводкових заходів. Така Програма з достатнім і своєчасним фінансуванням протипаводкових робіт в Україні вельми необхідна, оскільки Українські Карпати і Закарпаття відносяться до зливонебезпечних районів Європи і в зв'язку з цим тут завжди є потенційна небезпека виникнення паводків. Дослідження науковців показують, що більші чи менші паводки в Карпатах повторюються 4-5 разів на рік.

Їх катастрофічні прояви спостерігались і в попередні століття, зокрема у 1779, 1882, 1887, 1902, 1912, 1925, 1941, 1947, 1970, 1978, 1980, 1998, 2001 роках. Особливо часто паводки повторюються у періоди підвищеної водності територій та загальної геофізичної активності. Саме такий період розпочався у 90-ті роки минулого століття і продовжується до цих пір. Слід також відмітити, що повені значної руйнівної сили спостерігаються не тільки в Україні, але і в таких багатолісних країнах Європи як Німеччина, Польща, Чехія, Словаччина.

Які чинники лежать в основі виникнення частих паводків на Карпатських річках і переростання їх в

окремі роки у катастрофічні повені? Що потрібно зробити для мінімізації руйнівної сили стихії?

Чимало осіб, виступаючи у засобах масової інформації, пов'язують катастрофічні паводки в Карпатському регіоні з так званою "надмірною" вирубкою гірських лісів. Такі висновки не можна робити, базуючись лише на припущеннях, не враховуючи дійсного стану лісів і результатів наукових досліджень водорегулювального значення лісів.

По-перше. Надмірне вирубування лісів у Карпатському регіоні проводили у післявоєнний період. Зокрема, у 1947-1957 рр. обсяги рубок в 2-3 рази перевищували розрахункову лісосіку.

У даний період ніякого надмірного вирубування лісів немає. Рубки деревостанів ведуться в межах науково обґрунтованої норми – розрахункової лісосіки. Більше того, протягом останніх років, лісосіка у Карпатському регіоні недовикористовується на 10-15 %, а обсяги відтворення лісостанів за останнє десятиріччя, навпаки, на 10 % перевищують площу суцільних зрубів. Зросла частка поступових і вибіркових рубок і зменшилась – суцільних. Так, площа поступових і вибіркових рубок у 2005-2007 рр. від загальної площі розрахункової лісосіки головного користування становила 62-66 % (Закарпатська обл.), 44 % (Івано-Франківська обл.), 34-43 % (Львівська обл.) і 73-77 % (Чернівецька обл.), а в цілому у Карпатських лісах Держкомлісгоспу України вона складала лише 53-57 %.

На виконання прийнятого у 2000 р. Верховною Радою України Закону України "Про мораторій на проведення суцільних рубок на гірських схилах в ялицево-букових лісах Карпатського регіону" з експлуатації в Карпатах виключено більше 40 % лісів, які мають захисне або природоохоронне значення, зокрема, у гірській частині лісів Держкомлісгоспу в Закарпатській обл. – 58 %, Івано-Франківській – 52 %, Львівській – 34 % і Чернівецькій – 40 %. Внаслідок здійснених заходів лише у Закарпатській області, починаючи з 2001 року, максимально можливий обсяг рубок головного користування зменшився на 250 тис. м³.

Загалом інтенсивність лісокористування становить близько 50 % річного приросту деревини в лісостанах, в той час як у країнах Європи, з якими часто порівнюють Україну (Австрія, Німеччина, Угорщина, Швейцарія, Швеція та ін.) цей показник досягає 75-85 % річного приросту деревини.

Отже, проведені дослідження та отримані статистичні дані за останні роки свідчать не про надмірний, а навпаки – низький (порівняно з країнами Європи і максимально можливими обсягами лісозаготівлі) рівень експлуатації лісів Карпат.

По-друге. Як свідчать дослідження багатьох учених, ліс дійсно є потужним водорегулювальним чинником. Лісові масиви здатні поглинати, утримувати і поступово віддавати велику кількість води, ефективно переводять поверхневий стік у внутрішньогрунтовий, оберігають ріки від обміління, ослаблюють наводнення і повені. Їх водорегулювальне значення залежить від багатьох чинників: складу, вікової структури, вертикальної і горизонтальної зімкнутості деревостанів, їх продуктивності, розвитку трав'яного покриву, підліску тощо. Велике значення має структура ґрунтового покриву, ступінь його зволоження перед зливонебезпечним періодом, а також сезон року (весна, літо, осінь) і загальна лісистість регіону.

За даними 40-річних стаціонарних експериментальних досліджень науковців Українського науково-дослідного інституту гірського лісівництва деревостани в горах при певних сприятливих для водорегулювання умовах здатні до 4 разів зменшувати піки паводків. Однак, як показують дослідження, навіть при оптимальних для водорегулювання показниках лісостанів, ґрунтових і передпаводкових метеорологічних та інших умовах водорегулювальне значення лісу має певну межу. В умовах надмірних опадів і високої насиченості вологою ліс і при 100 % лісистості регіону не може повністю перевести поверхневий стік у внутрішньогрунтовий і відрегулювати паводкові процеси.

Аналіз експериментальних даних показує, що для стиглих лісостанів такою межею є добова величина опадів у 175 мм, а при інтенсивних зливах – 100 мм. Перевищення цих показників викликає катастрофічні повені навіть там, де господарська діяльність у лісах не велась.

Водночас, за даними обласних гідрометеорологічних центрів, 22-27 липня 2008 р. у Карпатському регіоні сума опадів місцями досягала 2-3 місячних норм. Зокрема, сума опадів у Львівській області становила 65-177 мм, місцями – 195-344 мм або 72-275 % місячної норми, в Івано-Франківській області – 161-351 мм (155-240 %), Чернівецькій області – 228-298 мм (більше 200 %) і Закарпатській області – 165 мм (125 %). Окрім цього, лісові масиви у передпаводковий період були значно насичені вологою (в Івано-Франківській області за даними наукового стаціонару Інституту гірського лісівництва "Хрипелів" – на 70-86 %).

Таким чином, за метеорологічної ситуації, яка склалася в Карпатському регіоні 22-27 липня

2008 року, лісові масиви не могли істотно вплинути на появу повені і зменшення її катастрофічної дії. Існуючі обсяги рубок і лісогосподарська діяльність в цілому не могли бути причиною стихійного лиха, як це стверджується у виступах окремих осіб.

Руйнівні паводки в Карпатському регіоні 22-27.07.08 р., як і в попередні періоди, сталися внаслідок дії комплексу природних і антропогенних чинників. Це підтверджується й експертними висновками Урядових комісій і Національної академії наук України, які за дорученням Президента України вивчали причини виникнення катастрофічних паводків у 1998 та 2001 рр.

Основними причинами виникнення стихійного паводкового лиха в липні 2008 р. були надмірна кількість опадів, яка значно перевищувала водорегулювальну здатність лісу, висока насиченість вологою лісових масивів у передпаводковий період, недостатній догляд за руслами річок і потоків, дорожньою сіткою, несвоєчасне і неповне проведення протиерозійних і протизсувних заходів, відсутність цілісної системи гідротехнічних споруд.

Для запобігання утворенню катастрофічних паводків і їх руйнівної дії в майбутньому необхідно розробити і здійснити комплекс заходів міжнародного, національного і регіонального рівня. Як основу для їх розробки, на нашу думку, доцільно використати "Науково-експертний висновок про природні й техногенні причини проходження паводків у листопаді 1998 та березні 2001 років у Закарпатській області", підготовлений Урядовою комісією з ліквідації наслідків стихійного лиха у Закарпатській області.

Серед них особливу увагу необхідно звернути на:

- створення системи доброякісних гідротехнічних споруд, зокрема, водосховищ на гірських річках для регулювання паводкових стоків у періоди інтенсивних опадів;
- перехід у Карпатському регіоні на вибірккову систему лісогосподарювання, основою якої є поступові і вибірккові способи рубок, вирощування мішаних деревостанів з багаторусною вертикальною структурою на засадах природного насінного поновлення. Така система є максимально наближеною до природи лісу, широко застосовується в багатьох країнах Європи і забезпечує формування біологічно стійких лісостанів, збереження біорізноманіття, стає лісокористування і постійне (безперервне) виконання лісом корисних середовищевісних рекреаційних, захисних, оздоровчих та інших екологічних і соціальних функцій;
- збільшення лісистості Карпатського регіону за рахунок еродованих земель, невинуватно розораних схилів, підняття межі лісу, заліснення окремих штучно створених полонин, ділянок, зайнятих чагарниковою рослинністю тощо.

Ми переконані, що розроблення в короткі терміни Національної протиповеневої програми, запропонованої Президентом України та її повна реалізація дасть змогу в майбутньому ефективно протидіяти руйнівним діям паводкової стихії в Карпатському регіоні.

Матеріали підготовлено групою науковців у складі:

проф. **Бондаренко В.Д.**, канд. с.-г. наук;

проф. **Криницький Г.Т.**,

д-р біол. наук;

доц. **Горошко М.П.,** канд. с.-г. наук;
проф. **Дебринюк Ю.М.,** д-р с.-г. наук;
проф. **Зайка В.К.,** д-р біол. наук;
проф. **Копій Л.І.,** д-р с.-г. наук;
доц. **Крамарець В.О.,** канд. с.-г. наук;

доц. **Лавний В.В.,** канд. с.-г. наук;
доц. **Мазена В.Г.,** канд. с.-г. наук;
проф. **Миклуш С.І.,** канд. с.-г. наук;
доц. **Павлюк В.В.,** канд. с.-г. наук;
проф. **Рябчук В.П.,** д-р с.-г. наук.

УДК 634.0.62

УХВАЛА

розширеного засідання Президії Лісівничої академії наук України з питання "Водорегулятивна роль лісів Карпат і катастрофічні повені"

м. Львів

16 вересня 2008 року

У розширеному засіданні Лісівничої академії наук України (ЛАН України) взяли участь 61 делегат – члени Президії Лісівничої академії наук України, представники облдержадміністрацій та обласних рад Карпатського регіону, Міністерства охорони навколишнього природного середовища України, Держкомлісгоспу України, обласних управлінь лісового і мисливського господарства Закарпатської, Івано-Франківської, Львівської та Чернівецької областей, науковці профільних університетів і науково-дослідних інститутів України та зарубіжних країн (Австрія, Словаччина, Чехія, Швейцарія), співробітники інститутів НАН України і МОН України, громадських організацій та засобів масової інформації.

Заслухавши і обговоривши доповідь академіка ЛАН України, д-р біол. наук, проф. Парпана В.І. і член-кореспондента ЛАН України Олійника В.С. "Водоохоронно-захисна роль гірських лісів Карпат", Президія ЛАН України

ухвалила:

1. Руйнівні повені в Карпатському регіоні у липні 2008 року, як і в попередні роки, сталися внаслідок дії комплексу природних і антропогенних факторів. Основними причинами виникнення повені у липні 2008 року були надмірна кількість опадів, яка значно перевищувала водорегулятивну здатність геоекологічної системи Карпат, висока насиченість вологою лісових масивів у передпаводковий період, відсутність цілісної системи гідротехнічних споруд як превентивного протипаводкового захисту, а також недостатній догляд за руслами річок і потоків, дорожніми спорудами та підпірними стінками, несвоєчасне проведення запобіжних протиерозійних і протизсувних заходів. Фактичні обсяги рубок та лісгосподарська діяльність в регіоні не були основною причиною виникнення стихійного лиха і відігравали в цьому процесі неістотну роль.

2. Аналіз паводкової ситуації в Карпатському регіоні 2008 року повністю підтверджує достовірність та об'єктивність науково-експертного висновку комісії Національної академії наук України щодо виявлення причин виникнення катастрофічних повеней у 1998 і 2001 рр. та попередження їх руйнівної дії в майбутньому. У зв'язку з цим звернутися до Кабінету Міністрів України, місцевих органів виконавчої влади

та органів місцевого самоврядування з рекомендацією забезпечення повної реалізації розроблених Комісією пропозицій, що дасть змогу зарегулювати паводкові води та істотно зменшувати руйнівну силу повеней.

3. Рекомендувати Кабінету Міністрів України щорічно при формуванні Державного бюджету України закладати необхідні кошти на попередження руйнівної дії повеней та інших природних катаклізмів, що забезпечуватиме багатократну економію коштів та більш ефективне їх використання порівняно з обсягами коштів, які виділяються на ліквідацію наслідків руйнівної дії стихії.

4. Рекомендувати Міністерству охорони навколишнього природного середовища України провести спільне засідання Державного комітету лісового господарства України, Державного комітету України по водному господарству, Державного комітету України по земельних ресурсах із залученням науковців і практиків для вироблення концепції стратегії та програми попередження виникнення катастрофічних паводків і їх руйнівної дії.

5. Рекомендувати Міністерству аграрної політики України, Державному комітету лісового господарства України, органам місцевого самоврядування, яким підпорядковані ліси та іншим постійним лісокористувачам:

- збільшити лісистість водозборів басейнів гірської частини річок регіону до оптимальної (65-75 %) шляхом підняття антропогенно зниженої верхньої межі лісу, заліснення еродованих земель, окремих штучно створених полонин, ділянок з чагарниковою рослинністю та неугідь;
- розробити і погодити Правила рубок головного користування в гірських лісах Карпат на основі чинних у Європі засад наближеного до природи лісівництва. Забезпечити поетапний перехід в гірських лісах на вибірккову систему ведення лісового господарства, вирощування мішаних різновікових деревостанів на засадах природного насінного поновлення, переформування похідних ялинових деревостанів у корінні лісостани з метою підвищення їх біологічної стійкості та водорегулятивної ємності;
- опрацювати засади багатофункціонального ведення лісового господарства для захисних і рекреаційно-оздоровчих лісів;
- провести поетапне переведення планування всіх лісгосподарських заходів за водозбірним та

висотно-зональним принципом. Вдосконалити методику визначення обсягів лісокористування з врахуванням екологічної ситуації та лісистості водозборів;

- оптимізувати мережу лісових доріг у гірських лісах і переорієнтувати технологію лісозаготівель на застосування підвісних способів трелювання на основі світового досвіду та сучасних екобезпечних прийомів лісокористування;
- завершити проведення сертифікації гірських лісів, як основи ведення екологічно орієнтованого лісівництва, наближеного до природи.

6. Схвалити дослідження Українського науково-дослідного інституту гірського лісівництва з гідрологічної ролі гірських лісів. *Рекомендувати УкрНДГірліс* розширити програму стаціонарних гідрологічних досліджень в регіоні та залучити до їх проведення Національний лісотехнічний університет України Міністерства освіти і науки України та Інститут екології Карпат Національної академії наук України. Запровадити на гідростаціонарах

УкрНДГірліс систему моніторингу гідрологічного режиму гірських ландшафтів з перспективою розширення її на всю територію басейнів гірських рік Карпат.

7. Рекомендувати Державному комітету лісового господарства України, профільним вищим навчальним закладам та науково-дослідним інститутам активно розширювати зв'язки з громадами, громадськими організаціями, засобами масової інформації щодо поліфункціонального значення лісу та ведення лісового господарства, його реформування і перспектив розвитку.

8. Матеріали розширеного засідання Президії ЛАН України опублікувати в Наукових працях ЛАН України, в засобах масової інформації та Інтернет.

*Президент Лісівничої академії наук України,
академік НАН України, д-р екон. наук Ю.Ю. Туниця
Академік-секретар Лісівничої академії наук України,
д-р с.-г. наук Ю.М. Дебринюк*



На берегах Білого Черемоша (фото Ю.М. Дебринюка)

ВІДТВОРЕННЯ ТА ПОКРАЩЕННЯ ЛІСОВИХ РЕСУРСІВ

УДК 630*001.1

І. Ф. КАЛУЦЬКИЙ¹

ЛІСОВІ БІОЦЕНОЗИ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ, ПРОБЛЕМИ ЇХ ЗБЕРЕЖЕННЯ ТА СТАЛОГО РОЗВИТКУ

Розглянуто проблеми збереження та сталого розвитку лісових біоценозів Українських Карпат, які потрібно враховувати під час формування національної лісової програми та стратегії сталого управління лісами. Це наблизить вирішення головної охоронної проблеми, яка полягає в раціональному лісокористуванні, сталому розвитку лісового господарства і екологізації лісгосподарської діяльності. Встановлено, що основні напрями ведення лісового господарства мають бути зорієнтовані на оптимізацію лісистості території в усіх природних зонах, на збереження біологічного різноманіття лісових екосистем, а також на підвищення стійкості їх до негативних чинників навколишнього середовища.

За шістнадцять років, що минули з часу прийняття рішень Конференцією ООН з навколишнього середовища і розвитку в Ріо-де-Жанейро, у світі ще мало зроблено для довготривалого екологічного поступу. Це стосується передовсім ощадливого використання природних ресурсів, до яких належать і ліси, що вкривають четверту частину поверхні Землі. За даними Інституту світових ресурсів (США), темпи зменшення площ лісів планети надалі залишаються дуже високими – щороку знищується близько 15 млн га лісів. Це ставить перед людством завдання щодо створення світової концепції збереження лісів, яка, своєю чергою, має формуватися на основі національних і регіональних концепцій сталого розвитку.

Обговоренню цих питань був присвячений черговий VII Форум Організації Об'єднаних Націй з лісів, який відбувся в квітні 2007 р. в Нью-Йорку. В гострих дискусіях учасників було вироблено документ який визначив чотири глобальні цілі стосовно лісів, а саме:

- зупинити процес зменшення лісистості на планеті шляхом впровадження механізму збалансованого управління лісами, посилити дії, спрямовані на попередження деградації лісів;
- спрямувати зусилля на посилення економічних, соціальних і природоохоронних функцій лісу, в тому числі покращення умов життя людей, існування яких безпосередньо залежить від лісу.
- істотно збільшити площу захисних лісів, де господарство здійснюється на засадах сталого розвитку.

- посилити сприяння впровадженню невиснажливого розвитку лісового господарства та сталого управління лісами, вишукати додаткові фінансові ресурси для реалізації ідеї сталого лісоуправління.

З метою досягнення зазначених цілей всі країни повинні реалізувати і розвивати національні лісові програми, а також стратегії сталого управління лісами [6]. Це важливо для нашої держави, особливо актуальне для регіону Українських Карпат, де зосереджена п'ята частина лісового фонду України, а панівним видом економічної діяльності є лісгосподарська галузь.

Українські Карпати розташовані в оптимальній для лісових формацій частині Середньоевропейської широколистяно-лісової зони. Вони характеризуються невеликими абсолютними висотами, лагідним рельєфом, багатими буроземними грантами і найпродуктивнішими в Європі мішаними з ялиці, ялини й бука лісами. Тут зосереджена майже половина видів флори і більш ніж половина видів фауни України. На цій території випадає найбільша в Україні кількість опадів, які не лише живлять численні притоки двох великих річок – Дністра й Тиси, але акумулюють величезну руйнівну силу, особливо небезпечні на обезліснених схилах.

Ліси Карпат мають важливе водоохоронне, гідрокліматичне, протиерозійне та санітарно-гігієнічне значення. Унаслідок понад п'ятисотлітньої історії активного господарського освоєння, лісистість зменшилася майже вдвічі (М.А. Голубець, 2002), значно знижена верхня межа лісу (в основному в Закарпатті), на великих площах корінні мішані ліси

¹ **Іван Федорович КАЛУЦЬКИЙ** – дійсний член Лісівничої академії наук України, дійсний член Екологічної академії наук України, завідувач кафедри лісівництва Природничого інституту Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника, доктор сільськогосподарських наук, професор. Україна, м. Івано-Франківськ. Тел.: +38-0050-951-41-55. E-mail: ker@pu.if.ua

замінені монокультурами ялини, частими стали інвазії шкідників і грибні епіфітотії, вітровали, всихання, поверхневі геодинамічні процеси. Упродовж останніх десятиріч мали місце катастрофічні повені. Тому особливої актуальності набуває аналіз екологічних і соціально-економічних проблем, виявлення причин та оцінка небажаних змін, які відбуваються в Українських Карпатах.

Важливою проблемою щодо охорони Українських Карпат є закріплення верхньої і нижньої межі лісу. Проблемою закріплення та підвищення верхньої межі лісу займалися та займаються відомі вчені професори С.С. Фодор, В.І. Комендар, В.Г. Коліщук, П.С. Пастернак, С.М. Стойко, П.Р. Третяк та інші. Лісові екосистеми на верхній межі лісу виконують багатогранну захисну функцію. Вони охороняють нижче розташовані фітоценози від лавин та зсувів снігу, на крутих схилах захищають ґрунт від ерозії і сільових потоків, виконують водозахисну роль шляхом затримання талих вод під час танення снігу та трансформації поверхневих вод у внутріґрунті. Регулюючи разом з нижче розташованими лісами стік у гірських водних артеріях, приполонинні ліси зменшують небезпеку повеней у гумідних районах Карпат. Встановлено, що водозахисна роль приполонинних лісів у кілька разів вища, ніж лісів, розташованих на нижчих гіпсометричних рівнях [5].

Найбільш виразно зниження верхньої межі лісу спостерігається в Гринявсько-Чивчинському, Чорногірському, Свидовецькому, Мармароському гірських масивах, на Квасівському Менчелі та полонині Рівна. Професор П.Р. Третяк на підставі космічних знімків встановив довжину периметру верхньої межі лісу між смугою приполонинних лісів та найбільшими полонинами, яка становить 936 км. Як вважає С.М. Стойко, верхня межа лісу на цих полонинах у середньому штучно знижена по вертикалі на 200 м, якщо це так, то площа вторинних полонинських угідь може дорівнювати 18720 га.

Охорона та підняття верхньої межі лісу, оптимізація захисної ролі лісових екосистем має вагомe значення для підтримання екологічного балансу у високогір'ї, зменшення небезпеки лавинних та ерозійних процесів, а також зниження повеневої небезпеки у гірських річках.

Основними чинниками, які сприяють зниженню верхньої межі лісу є як природні так і антропогенні. Серед природних професор С.М. Стойко виділяє термічні, вітрові, орографічні, лавинні, едафічні та ботанічні. Антропогенні зумовлені впливом різних форм господарської діяльності у високогір'ї, таких, як тривалий інтенсивний випас, випалювання та рубання лісу, розбудова полонинської інфраструктури. Особливої уваги потребує охорона верхньої межі лісу антропогенного походження, яка займає найбільшу протяжність і площу. Площа полонин в Карпатах складає біля 80 тис. га, більше половини цієї площі розташована в Закарпатті (45 тис. га). Дослідження проведені за станом антропогенної межі, особливо в бувших колгоспних лісах, підтверджують, що при відсутності випасу та розчистки полонин від заростання, в зоні ялинових лісів, ліс відновлюється природним шляхом.

З метою стабілізації, відновлення та охорони верхньої межі лісу необхідно:

- сприяти лісівничими методами природному відновленню деревних та чагарникових порід придатних для цих умов;
- відновлення межі лісу проводити вітростійкими видами сосни кедрової, модрина європейської та іншими;
- забезпечити охорону сформованих деревостанів на межі лісу від небажаного антропогенного впливу;

Останнім часом тривогу викликає нижня межа лісу периметр якої у десятки разів довший від периметру верхньої межі лісу, а відповідно і площі антропогенного впливу. В першу чергу там де межа проходить між населеними пунктами і особливо між ними де інтенсивно розвиваються рекреаційні комплекси. Вартість землі зростає, що призводить до самозахоплення земель лісового фонду. Мають місце окільцювання дерев вздовж узлісь, це проводить до всихання їх, самовільної вирубаня всохлих дерев, а відповідно до діючого законодавства, сума збитків для відшкодування самовільної рубання сухостійних дерев, в два рази нижча ніж за самовільну рубку ростучих дерев. Складно також притягнути до відповідальності порушників за самозахоплення земель лісового фонду через відсутність актів на землекористування в окремих постійних землекористувачів та в зв'язку з включенням певних площ земель лісового фонду в межі населених пунктів. Наприклад рішеннями Яремчанської міської ради та Івано-Франківської обласної ради в 2001-2002 роках введено в межі населеного пункту с. Поляниця 1299 га високопродуктивних лісових насаджень Ворохтянського держлісгоспу, але межі населеного пункту не встановлені і не закріплені в натурі до цього часу. Така ситуація сприяє безкарному самозахопленню земель та скоєнню самовільних рубок. Недосконалість земельного і лісового законодавства створює правові колізії, як результат суд не завжди вирішує справу на користь постійного землекористувача. Тіньовий ринок рекреаційних земель в гірських селах, особливо в районі інтенсивного рекреаційного освоєння та вздовж трас автомобільних доріг, веде до зростання ціни на землю. Так для прикладу вартість 0,01 га землі в районі рекреаційного комплексу "Буковель" с. Поляниця Яремчанської Міської ради на початок 2007 р. складала до 100 тис. грн. Зрозуміло, що мотивація до скоєння лісопорушень має місце. Подальший розвиток інфраструктури рекреації і туризму в Карпатах без належного правового захисту державної власності може привести до зменшення лісистості області, втрати значних площ земель лісового фонду та відповідних екологічних наслідків. Невинесення меж населених пунктів в натуру, на землях лісового фонду, призводить також до самозахоплення їх лісопорушниками та неможливості притягнення їх до відповідальності.

Для закріплення нижньої межі лісу на нашу думку необхідно:

- відмінити безперервне лісовпорядкування, як неефективне;
- визначити межі населених пунктів з землями лісового фонду закріпивши їх в натурі, використовуючи для цього методи та прилади геоінформаційних технологій;
- провести в найближчий рік базове лісовпорядкування в усіх карпатських областях з

чітким закріпленням меж земель лісового фонду з використанням для цього космічних знімків (особливо тих земель лісового фонду, що межують з населеними пунктами);

- навести необхідний облік земель лісового фонду відповідно до їх цільового призначення та змінювати його за наявності відповідного кваліфікованого обґрунтування;
- при наданні дозволу на зміну цільового призначення земель лісового фонду та дозволу на вирубування лісових насаджень для використання земель в рекреаційних цілях необхідно передбачати заліснення, на теренах області, нових земель в таких же кількостях з метою недопущення зменшення лісистості території області;
- створити стійкі узлісся по границях лісового фонду з рекреаційною інфраструктурою.

Наступною проблемою яка турбує сьогодні карпатських лісівників, екологів та науковців це всихання окремих порід дерев. Першою відреагувала на посушливу погоду останніх років ялина європейська (*Picea abies* (L.) Karsten), оскільки вона належить до порід із поверхневою кореневою системою.

Ялинові насадження в Карпатському регіоні займають площу 437 тис. га, з них похідні ялинники – 174,5 тис. га (39 %), в тому числі в Закарпатській області – 31,9 тис. га (18 %), Івано-Франківській – 96,5 тис. га (55 %), Львівській – 27,9 тис. га (16 %), Чернівецькій – 18,2 тис. га (11 %) [7].



Фото 1. Похідне насадження ялини, вік 55 р. кв. 11, виділ 17 Слобідського лісництва державного підприємства "Вигодське лісове господарство"

В п'ятдесятих роках, коли в Карпатах були вирубані значні площі лісів, в багатьох випадках для заліснення вирубок використовували сіянці ялини. В багатьох випадках ялину садили не в її типах лісу, а на місці ялицевих чи букових лісів, а то і в дібровах. Ці насадження, більше від інших, хворіють та пошкоджуються шкідниками та вітровалами.

Починаючи, в основному, з вісімдесятих років минулого століття, лісівники розпочали реконструкцію похідних ялинників і створювати на їх місці стійкі до хвороб, шкідників та вітровалів змішані насадження. Але нова, значно складніша проблема, виникла в цих лісах за останні роки. Спочатку – мозаїчне всихання ялини, а потім всихання куртинами та локальне відмирання по периметру рубів.

Деревні породи мають різний ступінь стійкості до посухи, що визначається тривалістю бездошового періоду, протягом якого засвоювана рослинами волога

у верхньому півметровому шарі повністю витрачається. Навіть у районах з достатнім зволоженням після 10-12 бездошових днів у червні – серпні в коренезаселеному горизонті ґрунту утворюється нестача ґрунтової вологи. Сутність посухи полягає в різкому зниженні фактичного витрачання вологи рослинами порівняно з можливим оптимальним водовитрачанням у даних природних умовах. Посуха супроводжується підвищенням температури повітря на 2-3 °С вище середньої багаторічної, що викликає відповідне зниження відносної вологості повітря. Вона виникає після тривалої відсутності дощу і високого випаровування, що обумовлює висушування ґрунту і дестабілізує засвоєння живильних речовин. Внаслідок цього понижуються асиміляція і продуктивність деревостанів.

У останні роки в літні місяці максимальна температура в окремих урочищах перевищувала норму в 3,5 рази. Якщо проаналізувати опади, то вони мали локальний характер, в окремих місцях пройшли раптові зливові дощі, які спричиняли паводки, а на більшості територій лісового фонду не було місяцями опадів, що і спричиняло всихання ялини.

Всихання значно інтенсивніше на схилах південних експозицій, де в окремі дні температура на поверхні ґрунту сягала 60 °С і більше, що 2-2,5 рази перевищувала відповідні показники на схилах північних експозицій. Відносна вологість повітря в осередках всихання на південних схилах була нижчою, ніж на північних і різниця, в окремих випадках, сягала 10-15 %. Найбільше випадків всихання ялинових лісів у Львівській та Закарпатській областях, дещо менше в Івано-Франківській та Чернівецькій. Але всюди ситуація, викликана всиханням непроста. Прояви всихання кваліфікуються, спеціалістами і вченими, як стихійне лихо.

Безумовно, окрім основної причини всихання (глобальне потепління), виявлено й інші, зокрема те, що ще є значні площі похідних ялинників, частина насаджень мають підірвану кореневу систему внаслідок сильних вітрів, підсилили процес всихання коренева губка (фото 1), опеньок, короїди та інші чинники.



Фото 2. Вітролам в Осмолодському лісництві державного підприємства "Осмолодське лісове господарство"

Аналогічна ситуація склалася в ялинових лісах й інших європейських країн [2].

Для того, щоб не допустити розширення площ всихання за рахунок розмноження шкідників та хвороб лісу, в ослаблених насадженнях необхідно провести санітарно-оздоровчі заходи. Часто ці заходи потрібно проводити в місцях, де в першу чергу, необхідно будувати дороги чи закупляти тросові установки для спуску деревини з гір, а це потребує значних коштів.

Максимально обмежити культивування ялини в бучинах і яличинах передовсім на тих ділянках, де вона росла в попередньому поколінні [4].

Потрібно продовжити реконструкцію похідних ялинових насаджень, відновлення в них корінних лісотвірних порід, а також вводити в лісові культури засухостійкі породи, такі як береку, клен-явір, модрина, сосну кедрову та інші. Ми вважаємо, що всихання ялини в даний час є найважливішою екологічною проблемою в лісах Карпат, вона потребує належної уваги науковців, лісівників практиків, громадськості та, безперечно, держави.

Значних збитків ліси Карпат зазнають через атмосферні чинники. В наших кліматичних умовах головними негативними атмосферними чинниками є вітер і сніг. Вивчення вітровалів лісу (фото 2) як природного стихійного лиха базується на визнанні як першопричинних основних вітровалотвірних чинників, фізико-географічної природи в їх макрометеорологічному вияві. Вияв будь якого вітровалу відбувається після створення певної вітровалонебезпечної ситуації як і її подальший екстремальний розвиток. Ступінь вітровалонебезпечності ситуації зумовлюється комплексом абіотичних, біотичних і антропогенних чинників середовища. Провідними серед абіотичних чинників є вітровий режим, характер випадання і кількість атмосферних опадів.

У групі біотичних чинників, що зумовлюють вітровалонебезпечність ситуації провідне місце займають особливості лісівничо-таксаційних аспектів деревостанів, які є похідними від ґрунтово-кліматичних умов і формуються в даному природно-історичному аспекті під впливом потужної антропопресії. Кожний конкретний випадок вітровалу, поруч і в поєднанні з абіотичними чинниками, зумовлює лісівничо-біологічний стан відповідної лісопокритої площі або даного окремого деревостану.



Фото 3. Поверхнева коренева система ялини, поваленої вітром в кв. 11 Слобідського лісництва, ДП "Вигодське лісове господарство"

Надлишкове зволоження, характерне для Карпат, відбивається на стані ґрунтів, у багатьох місцях де вони мають малу вертикальну потужність і легко розмиваються зливами, після яких при неглибокій кореневій системі дерев навіть несильний вітер може їх викорчовувати. Необхідне уточнення радіаційних характеристик. Як вважає проф. Руднев, раптове збільшення освітленості дерев великого віку, що виникає внаслідок рубання лісу, приводить до різкого ослаблення дерев на узліссях. Зміна освітленості, при вирубуванні, вологості, температури повітря і ґрунтів в деяких місцях є причиною розмноження короїдів (особливо при накопиченні вітровальної неприбраної деревини). Дуже важливо враховувати місцеві кліматичні і орографічні особливості кожного лісового господарства. В суцільних лісових насадженнях вітер швидко затухає, не проникаючи в них глибше, ніж на 100-200 м, або обходить його [1].

Негативний вплив вітру на деревостан проявляється при швидкості 15 м/с. і більше. Для багатьох районів Карпат характерні вітри значно більшої сили (до 35 м/с. і більше), особливо в зимово-весінній (січень-березень) і пізньоосінній (листопад) періоди. Вітровал стається в тому випадку, коли сила вітру, що діє на крону перевищує силу щеплення коренів з ґрунтом. Найбільше піддаються вітровалу дерева з поверхневою кореневою системою такі як ялина (фото 3).

За даними А.В. Данилова, який вивчав кореневу систему ялини, погана стійкість її пояснюється особливістю будови коренів: уже на відстані 1-1,5 м від стовбура товщина кореня зменшується у три чотири рази, він розгалужується на велику кількість якірних коренів невеликої товщини (1 см та менше), які створюють мочку, що має до 30 тис. кореневих кінців на 1 м². Грудкувата частина кореневої системи дуже нестійка та легко розривається, а головний кореневий скелет, як вказано вище, розвинутий слабо, тому ялина легко піддається впливу вітру і справедливо вважається найменш стійкою з усіх лісових порід в Карпатах [1].

Вітровалонебезпечність деревостанів підвищує вплив господарської діяльності, особливо будівництво доріг, трасгазо- і нафтопроводів, ліній електропередач та прорубка трас під рекреаційні споруди. Необхідно відзначити, що під перерахованими спорудами, тільки в лісових насадженнях Івано-Франківської області зайнято біля 3000 га земель лісового фонду. Якщо взяти до уваги прорубку просік під траси, їх вплив на суміжні насадження, то кількість земель з безпосереднім антропогенним впливом внаслідок такого прокладання трас сягає більше 10 тис. га.

Суцільні рубання, при підготовці трас, повністю нищать даний деревостан, руйнуючи цим самим цілісність лісового покриття місцевості. Утворена вирубка є чинником, який впливає на концентрацію вітрових потоків повітря, що негативно відбивається на суміжних деревостанах. Проведені без врахування особливостей і ступеня вітровалонебезпечних ситуацій суцільні рубання можуть істотно сприяти вияву вітровалів [3].

Збитки спричинені вітровалами в окремі роки є катастрофічними, так С.М. Перехрест описує вітровали 1868-1869 рр., коли вітровали охопили площу лісів більше 10,5 тис. га з об'ємом поваленої

деревини більше 3700 тис. м³, вітровал 1885 р. займав площу 1,1 тис. га і було повалено 151 тис. м³ деревини. Наступна хвиля катастрофічних вітровалів (в Українських Карпатах) зафіксована в період 1956-1960 і 1964 рр.. За цей час вони охопили 519.6 тис. га лісу і пошкодили 21307 тис. м³ деревини. Внаслідок вітровалів, які пройшли протягом 1990-1993 рр. в Українських Карпатах тільки на території лісів Івано-Франківської області було повалено більше 5 млн м³ деревини [3]. Вітровалами, які мали місце в січні-березні минулого року в держлісфонді Івано-Франківського обласного управління лісового господарства, було повалено 250 тис. м³ деревини.

Вітровали це не тільки втрати великої кількості цінної деревної сировини, це створення умов для розвитку хвороб і шкідників лісу, розвиток ерозійних процесів, всихання в наступні роки насаджень з підірваною кореневою системою та інші.

Отже, як видно з приведених даних, проблема вітровалів для охорони, збереження Карпат і сталого розвитку є значною, тому вважаємо, що для пом'якшення негативного впливу вітровалів та ерозійних процесів на лісові насадження необхідно:

перед виділенням земель лісового фонду для прорубування трас для прокладання продуктопроводів, ліній електропередач, лижних трас та лижних витягів необхідно, застосовуючи відомі методики, визначити ступінь вітровалонебезпечності на таких ділянках і ділянки де ступінь вітровалонебезпечності висока, дуже висока і особливо висока заборонити проходити рубкою, а рекомендувати їх обходити;

- на вже прорубаних трасах, особливо лижних, створити стійкі узлісся для захисту відкритих стін лісових насаджень від вітрів і сонячної радіації;
- враховуючи те, що прорубка трас підвищує вітровалонебезпечність лісових насаджень у 2,7 рази, перед будівництвом доріг необхідно заздалегідь створювати стійкі узлісся;
- враховуючи результати проведених досліджень щодо впливу прорубування трас на суміжні з ними різновікові лісові насадження, рекомендувати прокладати їх при можливості через молодняки, які найменше пошкоджуються і в яких найшвидше створюються стійкі узлісся;
- враховуючи прояви площинної та особливо значної лінійної ерозії на вже діючих трасах ліній електропередач, трасах продуктопроводів та трасах під лижні спуски і витяги, необхідно передбачати при будівництві нових, протиерозійні споруди в місцях можливих ерозійних процесів, на вже діючих трасах негайно розпочати закріплювальні роботи.

Проблемою яка сьогодні ще не набула загрозливого негативного впливу на гірські лісові екосистеми, але стрімкий розвиток використання земель лісового фонду для рекреації вже зараз відчутно знижує стійкість межуючих з рекреаційними комплексами лісових насаджень.



Фото 4. Лижна траса після прорубування просіки і вирівнювання ґрунту (Буковель, 2003 р.)

Для прикладу можна привести будівництво рекреаційного комплексу "Буковель" на території Поляницького лісництва (с. Поляниця). Як було вже відзначено вище, з метою будівництва цього комплексу в межі села Поляниця було внесено значні площі високопродуктивних лісових насаджень, в тому числі і досить вразливих в екологічному плані. На цих площах вже побудовано більше 50 км лижних трас, а це більше 100 км відкритих до дії зовнішніх чинників стін лісових насаджень (Фото 5). Розширення комплексу триває. За самими приблизними підрахунками, створення цього комплексу буде мати значний екологічний вплив на 2500 га лісових насаджень Поляницького лісництва Ворохтянського лісового господарства.

Прокладені траси спричинили зміни комплексу чинників в прилеглих лісових насадженнях – світловий, тепловий, водний режим, підвищили вітровалонебезпечність деревостанів (Фото 5). Для пом'якшення цього впливу науковцями Національного лісотехнічного університету України та Прикарпатського національного університету ім. Василя Стефаника запропоновано цілий ряд заходів. Проте вони не виконуються, тому екологічні наслідки можуть бути складними. Вище сказане значить, що концентрувати в одному місці, на екологічно вразливих територіях, великих рекреаційних комплексів економічно вигідно, але екологічно недоцільно.



Фото 5. Прорубані просіки для лижних спусків у Поляницькому лісництві державного підприємства "Ворохтянське лісове господарство"

Для недопущення знищення гірських лісових екосистем в наслідок рекреаційного навантаження потрібно наступне:

- рекреаційне навантаження на гірські лісові екосистеми не концентрувати в окремих пунктах (Яремча, Поляниця, Косів, Славське та інші), а розподіляти рівномірно на якомога більший території, що зменшить величину негативного впливу;
- в місцях вже діючих рекреаційних комплексів створювати доріжково-стежкову систему з метою зменшення антропогенного впливу на лісові ценози;
- проведення лісгосподарських заходів для покращення стійкості лісових насаджень до рекреаційних навантажень та інших негативних впливів;
- використання рекреаційних лісових ресурсів мусить бути платним і кошти від такої плати повинні направлятися на благоустрій лісів, дорожнє будівництво та покращення санітарного стану лісів;
- при виділенні покритих лісом площ лісового фонду для розміщення рекреаційних комплексів та їх інфраструктури, вирубвання насаджень можна дозволяти тільки у випадку, що створенні ними, нові насадження такої ж площі на непродуктивних сільськогосподарських землях.

Важливим чинником, який впливає на екологічну складову сталого розвитку лісів Карпат є наявність в них об'єктів природо-заповідного фонду.

Як відомо, такі об'єкти забезпечують збереження фітоценозноманітності. В Карпатах доля природо-заповідного фонду постійно зростає. За даними Інституту регіональних досліджень НАН України (Львів, 2008), площа заповідних територій в областях Карпатського регіону перевищує 20 % земель лісового фонду. Створюються нові національні природні парки. Тільки за останні роки створено два нові національні природні парки в Івано-Франківській області "Гуцульщина" на площі 7,6 тис. га та "Галицький" на площі 12 тис. га. Разом з тим робота зі створення нових об'єктів природо-заповідного фонду, охорона таких об'єктів та зняття охоронних зобов'язань з окремих, при втраті ними відповідних властивостей, які були покладені в основу при їх заповіданні, потребує належного наукового супроводу.

На сьогодні вважаємо актуальним є вивчення необхідності та можливостей створення нового національного природного парку "Сивульський" в Богородчанському районі Івано-Франківської області. Рішенням Івано-Франківської обласної Ради від 26.09.2000 р. № 346-16/2000 для створення Державної резиденції за рахунок лісового фонду Межеріцького та Сивульського лісництв Солотвинського лісгоспу передано 10886 га земель лісового фонду, без зміни цільового призначення. На базі цих лісів організований Сивульський лісгосп Державного оздоровчо-виробничого комплексу "Синьогора". Відсутність доріг лісгосподарського значення, неможливість вивозу деревини, робить ці ліси транспортно недоступними для лісоексплуатації, а для рекреації і науки вони набувають особливого значення. Враховуючи унікальність цих лісів та те що на цій території були природо-заповідні об'єкти, які, як ми вважаємо необґрунтовано виведені з під охорони, вивчити питання можливості створення національного природного парку "Сивульський". Створення такого природо-заповідного об'єкту дасть змогу зберегти біорізноманіття Центральних Горган,

організувати вивчення флори і фауни цього, недостатньо описаного, куточка Українських Карпат.

Висновок

Враховання піднятих нами проблем під час формування національної лісової програми та стратегії сталого управління лісами, дасть змогу наблизити вирішення головної проблеми охорони Українських Карпат, яка полягає в раціональному лісокористуванні, сталому розвитку лісового господарства і екологізації лісгосподарської діяльності. Основні напрями ведення лісового господарства мають бути орієнтовані на збільшення лісистості території до оптимальної у всіх природних зонах; збереження біологічного біорізноманіття лісових екосистем; підвищення стійкості їх до негативних чинників середовища.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бондаренко В.Д. Ліс і рекреація в лісі / Бондаренко В.Д. Фурдичко О.І. – Львів : Вид-во "Світ". – 1994. – 232 с.
2. Голубчак О.І. Екологічні проблеми лісів Івано-Франківщини / Голубчак О.І., Калущий І.Ф. // Науковий вісник УкрДЛТУ : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ УкрДЛТУ. – 2004. – Вип. 14.3. – С. 247-252.
3. Калущий І.Ф. Вітровали на північно-східному макросхилі Українських Карпат : монографія / Іван Калущий. – Львів : Компанія "Манускрипт", 1998. – 208 с.
4. Ялинові ліси Українських Карпат: історія формування, сучасний стан, причини всихання, способи порятунку // Наукові основи ведення сталого лісового господарства : матер. Міжнар. наук.-практ. конф. – Івано-Франківськ : УкрГірЛіс. – 2006. – С. 18-20.
5. Стойко С.М. Типи верхньої межі лісу в Українських Карпатах, її охорона та заходи ренатуралізації / С.М. Стойко // Наукові праці ЛАНУ. – Львів : Вид-во НУ "Львівська політехніка". – 2004. – № 3. – 2004. – С. 96-101.
6. Ткач. В.П. Назустріч року лісу на планеті / В.П. Ткач // Лісовий і мисливський журнал. – 2007. – № 3. – С. 8-9.
7. Червоний В.О. Проблеми сталого розвитку лісового господарства, освіти й науки // Наукові основи ведення сталого лісового господарства : матер. Міжнар. наук.-практ. конф. – Івано-Франківськ : УкрГірЛіс. – 2006. – С. 3-9.

I. F. Kalutsky

THE FOREST BIOCENOSIS OF THE UKRAINIAN CARPATHIAN MOUNTAINS, THE PROBLEMS OF THEIR CONSERVATION AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT

The problems of conservation and sustainable development of forest biocenoses of Ukrainian Carpathians which must be considered during forming of the National Forest Program and strategy of sustainable forest management. It will approach the main nature protection problems solving which consists form sustainable multifunctional forest resource use, sustainable development of forest sector and close to nature silvicultural methods introducing. It is set that basic forest management directions should be targeted towards optimization of forest cover of territory in all eco-zones, biodiversity of

forest ecosystems conservation, and also its resistance

increase to the negative factors of environment.

УДК 630*284

В. П. РЯБЧУК¹, Л. С. ОСАДЧУК²

ЛІСІВНИЧІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ СМОЛОПРОДУКТИВНОСТІ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ

Визначено біологічну та розрахункову смолопродуктивність сосни звичайної в лісових культурах, вирощених за різною технологією. Запропоновано новий стимулятор виділення живиці під час підсочування дерев сосни звичайної на основі меляси буракової з домішкою соди. Обґрунтовано технологічні параметри підсочування способом закритих поранень та встановлено вихід живиці у разі його запровадження.

Продукти підсочного виробництва завжди належали до дефіцитних у цілому світі, ситуація не змінилася й досі. Враховуючи широкий ареал розповсюдження сосни звичайної на території України, її здатність пристосовуватися до різних умов зростання, незаперечним є винятково важливе значення соснових лісів як сировинної бази для заготівлі живиці.

Соснова живиця – цінна сировина для отримання каніфолі та скипидару, які є вихідними продуктами для синтезу багатьох хімічних сполук. Окрім традиційного застосування, з'явилися потенційно нові можливості використання живиці, зокрема, і для виготовлення біопалива. Летку частину живиці – скипидар можна використовувати як заміник бензину у двигунах внутрішнього згорання. Дослідження показали, що суміш живичного скипидару й бензину можна використовувати для роботи двигуна внутрішнього згорання без його модифікування. Природа структур головних компонентів скипидару, α - і β -піненів та Δ^3 -каренів вказує на те, що вони здатні підвищувати октанове число палива, що, своєю чергою, дасть змогу ефективніше і повніше використовувати пальне [15, 16].

Смоляні кислоти каніфолі можна використовувати за такою ж схемою як триацилгліцерид із властивостями, подібними до мазуту. Каніфоль також є найоптимальнішим джерелом біодизелю порівняно з рослинними чи тваринними жирами, оскільки це суміш вільних кислот, і їх не обов'язково використовувати як змішане пальне. Крім цього, соснова живиця – екологічно чисте пальне, оскільки має дуже низький вміст сірки [17].

Негативний вплив підсочування на життєдіяльність дерев сосни, тенденції продажу деревини у круглому вигляді, а також зниження розмірів суцільних рубань під час головного користування, призводить до скорочення об'ємів заготівлі цінної лісохімічної сировини. Частково потреба в лісохімічних продуктах незначною мірою покривається за рахунок екстракційної й талевої

каніфолі. Однак збільшення виробництва талевої оливи з використанням сульфатного способу перероблення дефіцитної соснової деревини на целюлозу найближчими роками видається вельми сумнівним.

Розвиток підсочного виробництва, на нашу думку, повинен відбуватися в економічному, лісівничому і технологічному напрямках. Зокрема, йдеться про підсилення економічних методів управління цим видом лісокористування, розроблення нормативів смолопродуктивності соснових деревостанів та інших економічних чинників заготівлі живиці, адаптованих до сучасних вимог. Лісівничі методи – створення на селекційній основі соснових деревостанів підвищеної смолопродуктивності та формування їх завдяки доглядовим рубанням. До технологічних аспектів підсочного виробництва відносять удосконалення технології, інструментів і устаткування для заготівлі живиці, зокрема, пошук і випробування нових стимуляторів і методів стимулювання виходу живиці, розроблення досконаліших технологій заготівлі живиці [5-7, 11].

Відомо, що процес лісовирощування, головню, здійснюється шляхом створення лісових культур та проведення доглядових рубань. Тому, для підвищення біологічної смолопродуктивності дерев, основну увагу потрібно приділяти вивченню режимів, за яких формується потрібна просторово-параметрична структура деревостанів у сосняках завдяки селективним доглядовим рубанням під час формування деревостанів цільового призначення можна додатково підвищити їхню смолопродуктивність [8, 9].

Дослідження смолопродуктивності сосни звичайної здійснювали в культурах, вирощених у режимах різної густоти (ДП "Балаклійське ЛГ" Харківського ОУЛГ). Це довготривалі досліді проф. Б.І. Гаврилова, які були закладені ще у довоєнний час з метою вивчення оптимального режиму зріджування деревостанів. Дослід містить 11 секцій, на яких випробувано кілька різних варіантів зріджування, і які проф. Б.І. Гаврилов назвав плантаціями помірного,

¹ Василь Петрович РЯБЧУК – 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: debrynu@ukr.net

² Леонід Семенович ОСАДЧУК – доцент кафедри ботаніки, деревинознавства і недревних ресурсів лісу Національного лісотехнічного університету України. Україна, м. Львів. Тел.: +38-067-799-06-73. E-mail: leosad@lviv.in

пришвидженого, швидкого приросту (підсочувально-пиловне господарство) і вільного стояння (живичне господарство). Після першого зріджування густота деревостанів у різних варіантах дослідів становила: помірний приріст – 4 тис. шт./га, пришвидшений приріст – 2 тис. шт./га, швидкий приріст – 1 тис. шт./га, вільне стояння – 500 шт./га. На контролях деревостани не зріджували, їхня початкова густота становила 7-8 тис. шт./га. На основі цих дослідів проф. Б.І. Гаврилов запропонував створювати "господарства швидкого приросту" для вирощування смолопродуктивних деревостанів, які б одночасно мали й високу якість стовбурів для лісопилного виробництва [1-3].

Найвища смолопродуктивність, яка становить 34,9 г/добу, характерна для дерев варіанта "вільне стояння", що на 9,3 % перевищує контрольні дерева. Найнижчу смолопродуктивність дерева мають у варіанті дослідів "помірний приріст" – 30,8 г/добу, що становить 96,4 % від контролю. Слід відзначити високу індивідуальну мінливість за цією ознакою в усіх варіантах дослідів, яка перебуває в межах 35-58 % (табл. 2).

Табл. 2. Біологічна смолопродуктивність дерев різних варіантів вирощування, г/добу*

Варіанти вирощування	Статистичні показники			
	середнє значення	межі зміни	варіабельність, %	частка до контролю
Помірний приріст	30,8 ^{±2,0}	14,0 -57,0	35,8	96,4
Пришвидшений приріст	32,0 ^{±3,2}	7,0-80,0	56,4	100,2
Швидкий приріст	33,4 ^{±3,3}	10,0-76,0	54,7	104,6
Вільне стояння	34,9 ^{±2,8}	12,0-78,0	46,2	109,3
Контроль	31,9 ^{±3,2}	10,0-68,0	56,2	100,0

Примітка: Смолопродуктивність визначено методом мікропідновлень [13]

Через 17 років після закладення культур було здійснено перевірку смолопродуктивності, для цього частину дерев було записано. За даними Б.І. Гаврилова, у віці 23 роки дерева "живичного господарства", вирощені в режимі вільного стояння, мали високу смолопродуктивність (0,94 г/см²), тобто навіть вищу, ніж 90-річні дерева (0,83 г/см²) більшого діаметра [1].

Табл. 3. Розрахунковий вихід живиці з 1 га деревостанів, вирощених за різними технологіями (вік насадження – 83 роки)

Варіанти вирощування	Кількість дерев, шт./га	Середній діаметр, см	Кількість "робочих" стовбурів, шт.	Біологічна смолопродуктивність одного дерева, г	Вихід живиці, кг/га	Частка до контролю, %
Помірний приріст	880	27,0	697	30,8	580,3	140,9
Пришвидшений приріст	623	30,9	581	32,2	577,6	140,2
Швидкий приріст	425	36,3	424	33,4	514,7	125,0
Вільне стояння	198	45,2	198	34,9	312,4	75,8

Контроль	970	24,0	537	31,9	411,9	100,0
----------	-----	------	-----	------	-------	-------

Враховуючи таксаційні характеристики деревостану та біологічну смолопродуктивність дерев, зробили розрахунок виходу живиці на 1 га (табл. 3). Як свідчать дані табл. 3, найвищу розрахункову смолопродуктивність отримано у варіантах культур, вирощених у режимі пришвидшеного та помірного приросту, які мають найвищу кількість дерев, придатних для підсочування на 1 га. Найнижчий розрахунковий вихід живиці – у варіанті "вільне стояння", що можна пояснити незначною кількістю дерев на 1 га.

Таким чином, за умови спеціалізованого вирощування смолопродуктивних деревостанів у дерев формуються крилаті крони, а добрі умови освітлення крон забезпечують формування високосмолопродуктивного насадження. Особливо вигідно за цими показниками вирізняються культури сосни звичайної, вирощені за умов вільного стояння. Однак, враховуючи цільове призначення деревостанів, підвищення індивідуальної смолопродуктивності не завжди покриває втрати валового видобутку живиці від зменшення кількості дерев на одиницю площі.

Отже, одним із варіантів підвищення біологічної смолопродуктивності деревостани сосни звичайної є цільове вирощування лісових культур за допомогою оптимізованих систем доглядових рубань.

Традиційний спосіб заготівлі живиці ґрунтується на завданні неглибоких поранень деревині на підрум'яненій відземковій частині стовбура. Разом із підновками переважно встановлюють стимулятори виділення живиці. Використання стимулятора має істотний вплив як на збільшення кількості отриманої живиці, так і на життєдіяльність дерев. Пошук нових більш ефективних стимуляторів творення й виділення живиці залишається актуальною проблемою, вирішення якої дасть змогу забезпечити реальне підвищення продуктивності праці та валового об'єму живиці.

Стимулятори виділення живиці, які відповідають екологічним і економічним вимогам – це біологічно-активні сполуки на основі меляси бурякової. Вони не погіршують якості живиці і не мають негативного впливу на довкілля й людину. Крім цього, завдяки їхній невисокій ціні з'явилася можливість зниження собівартості заготівлі живиці, що дасть змогу покращити економічні показники підсочування. Меляса бурякова містить біологічно-активні речовини – продукти ферментації (до 65 %), золу (1-2 %), і інші речовини, які стимулюють процес виділення живиці. Також тут є вуглеводи, мінеральні елементи, які додатково підживлюють дерева [4].

Ефективність нового стимулятора – меляси бурякової з домішкою соди (Na₂CO₃) ми визначали порівняно зі звичайним підсочуванням та підсочуванням з використанням 5 %-го водного розчину меляси бурякової [10]. Результати досліджень наведено в табл. 4.

Табл. 4. Вихід живиці залежно від наявності та складу стимулятора її виділення

Варіант	Середній	Вихід живиці
---------	----------	--------------

підсочування	діаметр стовбура, см	на каропідновлення, г	% до контролю	на 1 см діаметра, г	% до контролю
Стимулятор "меляса бурякова + сода"	31,39	37,84	121,3	1,20	117,9
Стимулятор "меляса бурякова"	30,85	35,52	113,9	1,14	112,4
Без стимулятора	31,12	31,20	100,0	1,02	100,0

Дані табл. 4 свідчать, що запропонований стимулятор підвищує вихід живиці на каропідновлення та на 1 см діаметра стовбура, відповідно, на 121,3 та 117,9 % порівняно з контролем (підсочування без стимулятора), а також на 7,4 та 5,5 % вище від "меляси бурякової". Ефективність запропонованого стимулятора становить 5,5-7,4 % порівняно з наявними аналогами. Впродовж 6-річного підсочування негативного впливу його на життєдіяльність дерев не виявлено.

Принцип дії досліджуваного стимулятора полягає в тому, що фізіологічно активні сполуки, а саме вітаміни, ферменти і мікроелементи, які містяться в мелясі буряковій, активізують метаболічні процеси та інтенсифікують біосинтез живиці. Лужне середовище, яке створює розчин соди, своєю чергою полегшує проникнення меляси бурякової в деревину, цим самим збільшуючи зону активного утворення та виділення живиці [12]. Тому іншим ефективним напрямком підвищення заготівлі живиці є запровадження біологічно-активних стимуляторів на основі меляси бурякової.

Відомо, що за застосування традиційної технології неминуче відбувається значне пошкодження стовбура, це згодом обмежує використання лісоматеріалів у круглому вигляді, також знижується приріст деревини за об'ємом в середньому до 22 % впродовж усього періоду підсочування. Тому одним із можливих напрямків подальшого вдосконалення заготівлі соснової живиці, зниження її собівартості та підвищення продуктивності праці є використання закритого способу з висвердлюванням канавок у стовбурі дерева. Закритий спосіб заготівлі живиці дасть змогу уникнути вад традиційних способів, зокрема випаровування терпенів і передчасного барасування живиці, а також продовжити продуктивний період виділення живиці до 10 днів і більше. Цей спосіб не потребує руйнування ділової деревини і дає змогу зберігати найціннішу відземкову частину стовбура. Завдяки зменшенню окислення та засмічування живиці підвищуються її якість та вміст скипидару.

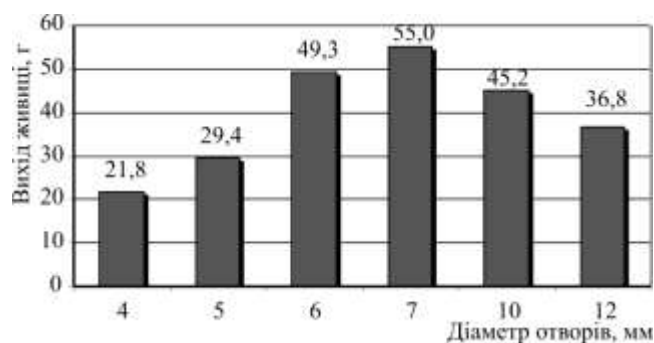


Рис. 1. Середній вихід живиці за 10-денний період під час підсочування закритим способом залежно від діаметра канавки

Закритий спосіб полягає у свердлінні канавок у ксилемі заболоні та встановлення спеціального пристосування [3]. Вимоги до сировинної бази підсочування залишаються незмінними. Свердління канавок можна здійснювати за допомогою механічних або ручних дрилів. Як приймачі для збирання живиці придатні будь які ємності, зокрема пластикові пляшки з-під напоїв тощо.

Завдяки дослідженням вдалося обґрунтувати параметри канавок та визначити вихід живиці для закритого способу підсочування. Висвердлювання канавок здійснювали акумуляторним дрилем із діаметром отворів 4, 5, 6, 7 і 10 мм та глибиною 5 мм у деревині. Отвори висвердлювали на висоті 1,3 м із паузою 10 днів через 5 см від попереднього навколо стовбура. Кількість канавок на дереві залежала від діаметра стовбура, її визначали згідно з правилами заготівлі живиці в лісах України, як і кількість кар на дереві. Як свідчать дані рис. 1, вихід живиці залежить від параметрів висвердленої канавки, а саме її діаметра. Так, наприклад, зі збільшенням діаметра від 4 до 7 мм середній вихід живиці з однієї канавки зріс більше ніж у 2,5 раза – з 21,8 г до 55,0 г. Однак, з подальшим збільшенням діаметра канавок, вихід живиці зменшується. Очевидно, що збільшення діаметра канавки не дає очікуваного ефекту.

Для сосни звичайної, живиця якої містить мало терпенів, ймовірно, велика камера канавки дає змогу їй швидко окислюватись та барасуватись, що своєю чергою призводить до кристалізації. Для уникнення барасування живиці, вочевидь, треба застосовувати стимулятори, що підвищує собівартість заготівлі живиці й знижує її якість. За невеликого діаметра канавки створюються сприятливі умови для виділення живиці зі живичних ходів у простір, ізолюваний від атмосфери, і тому вона повільніше піддається кристалізації. Невеликий діаметр канавки створює протитиск живиці, яка виділяється. Це дає змогу уникнути різкого перепаду тиску у живичних ходах. Усі ці особливості, мабуть, і зумовлюють збільшення тривалості виділення живиці. За діаметра канавки 6-7 мм перерізається достатня кількість живичних ходів, що сприяє підвищенню виділення живиці. Таким чином, оптимальним діаметром канавок можна вважати 6-7 мм, оскільки невеликі їхні параметри не спричиняють впливу на життєдіяльність дерев і якість лісоматеріалів.

Загалом з одного дерева способом висвердлювання канавок за сезон підсочування можна отримати від 450 до 880 г живиці залежно від його і

категорії смолопродуктивності. Отож, запровадження способу закритих поранень дасть змогу знизити собівартість заготівлі живиці, уникнути значних фізичних зусиль, а також покращити якість соснової живиці та лісоматеріалів.

Отже, враховуючи широке застосування живиці, попит на неї, а також потребу забезпечення промисловості вітчизняною сировиною, потрібно невідкладно покращувати і якомога раціональніше використовувати підсочну базу хвойних дерев, розробляти й запроваджувати екологічно безпечні методи підсочування, нові засади господарювання, а також здійснювати підготовку висококваліфікованих спеціалістів у цій галузі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гаврилов Б.И. Длительная подсочка сосны в СССР. – М. : Гослесбумиздат, 1953. – 160 с.
2. Гаврилов Б.И. Лесные плантации быстрого прироста // Лесной журнал : Известия ВУЗов. – 1969. – № 4. – С. 14-16.
3. Гаврилов Б.И. О создании искусственных сосновых насаждений высокой смолопродуктивности // Матер. научно-техн. совещания по новой технологии и технике подсочки леса. – М. : ЦБНТИ леспром, 1959. – С. 35-38.
4. ДСТУ 3696-98 (ГОСТ 30561-98) Меляса бурякова. Технічні умови. Введ. 01.01.99. – 5 с.
5. Осадчук Л.С. Селекційні основи підвищення смолопродуктивності соснових насаджень // Науковий вісник УкрДЛТУ : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ УкрДЛТУ. – 2005. – Вип. 15.3. – С. 56-60.
6. Осадчук Л.С., Рябчук В.П., Юськевич Т.В. Заготівля живиці закритим способом // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2007. – Вип. 17.7. – С. 16-20.
7. Осадчук Л.С., Рябчук В.П., Юськевич Т.В. Новий стимулятор виходу живиці для підсочки сосни звичайної // Лісове господ., лісова, паперова і деревообр. пром-сть : міжвідомч. наук.-техн. зб. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2007. – Вип. 33. – С. 6-8.
8. Осадчук Л.С., Тарнопільська О.М. Смолопродуктивність сосни звичайної у насадженнях цільового призначення // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2008. – Вип. 18.7. – С. 33-37.
9. Осадчук Л.С., Фучило Я.Д. Смолопродуктивність культур сосни звичайної різної густоти садіння // Науковий вісник НАУ : Лісівництво. Декоративне садівництво. – К. : Вид-во НАУ. – 2006. – Вип. 103. – С. 40-44.
10. Пат. 79393 Україна, МПК А01G23/10. Стимулятор виходу живиці для підсочки сосни звичайної: Пат. 79393 Україна, МПК А01G23/10 Осадчук Л.С., Рябчук В.П., Юськевич Т.В. (Україна); Національний лісотехнічний університет України, № а200600122; Заявл. 03.01.2006; Опубл. 11.06.2007. Бюл. № 8. – 4 с.
11. Рябчук В.П., Осадчук Л.С., Юськевич Т.В. Заготівля живиці – як чинник підвищення продуктивності соснових насаджень України // Науковий вісник УкрДЛТУ : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ УкрДЛТУ. – 2004. – Вип. 14.6. – С. 187-190.
12. Свойства органических соединений : справочник / под ред. А.А. Потехина. – Л. : Химия, Ленинградское отделение, 1984. – 518 с.
13. Сильванович В.В., Меличко А.В. Определение смолопродуктивности сосны обыкновенной методом микроранений // Лесной журнал : Известия ВУЗов. – 1991. – № 3. – С. 24-26.
14. Яценко-Хмелевский А.А. и др. Анатомия и физиология смолообразующего аппарата хвойных. – Л., 1979. – 36 с.
15. Hodges A.W., Green T.C. Chemicals and biofuels from pine oleoresin. [Електрон. ресурс]. – Доступний з: <http://www.bioproducts-bioenergy.gov>.
16. Hodges, A.W., Johnson J.D. Borehole oleoresin production from Slash Pine. Southern Journal of Applied Forestry 21(3), 1997. – P. 108-115.
17. Zinkel D., Russell J. eds. Naval Stores: Production, Chemistry, Utilization, Pine Chemicals Association, Atlanta GA.1989.

V. P. Ryabchuk, L. S. Osadchuk

SILVICULTURAL AND TECHNOLOGICAL METHODS FOR THE PINE-TREE RESIN PRODUCTIVITY INCREASING

Biological and reckoning resin productivity of the pine-tree in the forest plantations planted with different technologies was defined. New stimulate of beet molasses with soda addition for pine-tree resin tapping developed. The technological parameters of the resin tapping with the borehole method are substantiated and the resin productivity of this method was estimated.

УДК 630*228.0

Ю. М. ДЕБРИНЮК¹

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ГРУПУВАННЯ ДЕРЕВ ДУБА ЗВИЧАЙНОГО ЗА РОСТОМ, ЯКІСТЮ ТА ЖИТТЄВИМ СТАНОМ У ОДНОВІКОВИХ ШТУЧНИХ ЛІСОВИХ НАСАДЖЕННЯХ

В основу групування дерев дуба звичайного покладено закономірності розподілу чисельності деревного виду за показниками середньої висоти, середнього діаметра, об'єму середнього дерева, протяжності живої крони у межах чотирьох груп росту. Групування дерев за досліджуваними ознаками дає змогу розробити теоретичні та практичні основи визначення фактичної продуктивності деревостанів, запропонувати раціональні способи вирощування лісових культур з метою забезпечення найкращих показників росту, якості стовбурів та життєвого стану особин.

У лісівництві актуальним питанням є розроблення теоретико-методологічних основ групування дерев за ознаками інтенсивності росту, їх життєвого стану та якості стовбурів, встановлення закономірностей росту і визначення ступеня диференціації особин у лісових культурах залежно від застосовуваних технологічних прийомів лісовирощування.

Аналіз значної кількості наявних класифікацій дерев показав неоднозначність підходів до цієї проблеми. Переважна більшість класифікацій через складність комбінацій враховуваних ознак, суб'єктивність оцінок не набула широкого використання у практиці лісового господарства. Кожна класифікація, враховуючи зовнішні відмінності дерев, повинна розкривати і їх потенційні можливості в конкретних типах лісорослинних умов для вирішення основної задачі – вирощування лісу із заданими характеристиками до віку головного рубання [6].

Тому актуальним залишається питання групування дерев, яке відображало б інтенсивність росту особин, їх життєвий або санітарний стан, господарські ознаки і одночасно було б простим у використанні. Таке групування повинно мати регіональні риси, водночас будучи відкритим для трансформації та використання в інших умовах та для інших потреб. Базуючись на цих положеннях, ми поставили завдання розробити для одновікових штучних насаджень теоретико-методологічні основи групування дерев за трьома ознаками – інтенсивністю росту особин, якістю стовбурів та життєвим станом.

Для встановлення загальних тенденцій і закономірностей в будові насаджень, як теоретико-методологічної основи групування дерев, ми дослідили будову лісових культур з участю дуба звичайного, а також модрина японської за діаметром, висотою і протяжністю крони. При цьому всі дерева в межах кожного насадження були розподілені в послідовні зростаючі ряди за природними ступенями

товщини. Ранг середнього дерева за вказаними показниками (D_c , H_c , $L_{кр}$) розраховували за допомогою таблиці значень функцій залежно від коефіцієнта варіації, асиметрії та ексцесу [9].

Кумуляти розподілу кількості дерев дуба звичайного за середніми показниками діаметра, висоти та протяжності крони наведено на рис. 1.

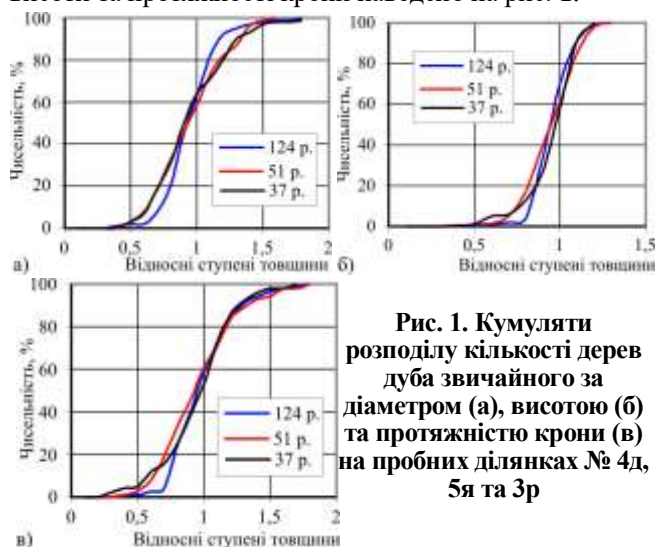


Рис. 1. Кумуляти розподілу кількості дерев дуба звичайного за діаметром (а), висотою (б) та протяжністю крони (в) на пробних ділянках № 4д, 5я та 3р

У будові досліджених насаджень різних вікових груп спостережено загальні риси, які вказують на подібні межі змін середніх значень досліджуваних таксаційних показників деревостану (табл. 1). Результати вивчення будови одновікових штучних насаджень свідчать про наявність загальних тенденцій у розподілі значень D_c , H_c , $L_{кр}$ як у межах насадження однієї породи, так і в насадженнях з перевагою в складі двох порід.

Теоретико-методологічною основою групування дерев є встановлення тенденцій і закономірностей відображення у розробленій схемі розподілу чисельностей деревного виду за групами росту, що

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

має особливо важливе значення для запровадження ефективної системи лісовирощування.

Табл. 1. Ранг середнього дерева у досліджених насадженнях

№ проби; тип лісу	Вік, рокі в	Склад лісових культур	Ранг середнього дерева за показниками, %					
			діаметр дерева, D_c		протяжність крони, L_K		висота дерева, H_c	
Лісові культури дуба звичайного								
4д; D ₃ -ГД	124	7Д2Г1Мд є + С, Яс	59,1	59,5	59,7	57,5	56,9	57,3
5я; D ₃ -Г-БкД	51	8Д2Г + Б, Лп, Бк	58,8		59,2		57,4	
3р; D ₂ -3-ГД	37	10Дзв + Дпн	60,6		53,7		57,7	
Лісові культури модрина японської та дуба звичайного								
15лп; D ₃ -ГД	75	6МдЯ2Г	Модрина японська					
		1Дзвпр	56,9	56,9	54,6	54,6	58,6	58,6
		1Дзвшт + Клг, КлЯ, Влч	Дуб звичайний					
			55,2	55,2	61,7	61,7	57,3	57,3

Для віднесення дерев до тієї чи іншої групи росту ми використали сигмальну монотипічну шкалу, де критеріями розподілу є висота та діаметр стовбура (рис. 2). Особи, які знаходяться в проміжку $+\sigma \dots -\sigma$ є середніми за інтенсивністю росту і віднесені до групи середнього росту (III). Групи дерев слабкого (- $\delta \dots -2\delta$) та дуже слабкого (- $2\delta \dots -3\delta$) росту ми умовно об'єднали в одну групу – групу слабкого росту (- $\delta \dots -3\delta$) як підпорядкованої частини деревостану.

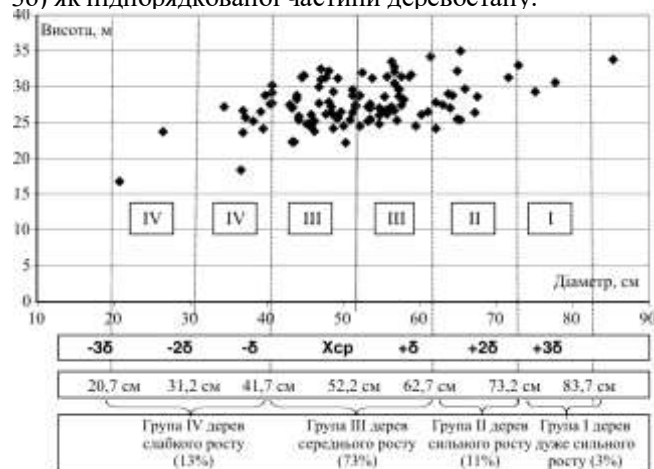


Рис. 2. Сигмальна монотипічна шкала визначення розподілу дерев дуба звичайного на групи росту за діаметром у насадженні штучного походження Винниківського л-ва ДП "Львівське ЛГ": пробна ділянка № 4д; 124 р.; 7Д2Г1Мдє + С

Порівнюючи розподіл відносної кількості дерев дуба звичайного за групами росту, потрібно відзначити дуже подібні тенденції такого розподілу незалежно від віку та складу насадження (табл. 2). Найменша відносна кількість дерев зосереджена у групі дуже сильного росту (2-3 %), подібну відносну кількість дерев охоплюють групи сильного та слабкого росту (11-20 %) та 61-73 % дерев зосереджено в групі середнього росту.

Аналіз розподілу дерев за площею поперечного перерізу у межах груп росту показав їх високу подібність (табл. 3-4). При цьому варіабельність

показників G ($\text{м}^2/\text{га}$) та M ($\text{м}^3/\text{га}$) у досліджених насадженнях досить низька, незважаючи на широкий віковий діапазон досліджуваних культур. Найбільша площа поперечного перерізу притаманна деревам середньої групи росту (61-69 %). Найбільший запас стовбурової деревини теж нагромаджують дерева цієї ж групи росту (60-68 %).

Табл. 2. Розподіл дерев за групами росту в досліджуваних насадженнях

№ ПД; вік	Таксаційний склад насадження	Групи росту дерев, шт./га/%				Σ
		1	2	3	4	
Лісові культури з участю дуба звичайного						
4д; 124 р.	7Д2Г1Мде + С, Яс	<u>5</u> 3	<u>15</u> 11	<u>102</u> 73	<u>18</u> 13	<u>140</u> 100
5я; 51 р.	8Д2Г + Б, Лп, Бк	<u>11</u> 2	<u>75</u> 15	<u>331</u> 66	<u>86</u> 17	<u>503</u> 100
3р; 37 р.	10Дзв + Дпн	<u>31</u> 3	<u>103</u> 11	<u>636</u> 70	<u>138</u> 15	<u>908</u> 100
Лісові культури з участю модрина та дуба						
ПД-15т; 75 років; 6Мдя2Г 1Дзвпр1Дз Вшт + Клг, Кля, Влч	Модрина японська	<u>5</u> 4	<u>19</u> 16	<u>82</u> 67	<u>16</u> 13	<u>122</u> 100
	Дуб звичайний	<u>1</u> 3	<u>5</u> 14	<u>22</u> 61	<u>8</u> 22	<u>36</u> 100
	Всього	<u>6</u> 4	<u>24</u> 15	<u>104</u> 66	<u>24</u> 15	<u>158</u> 100

Досить високий показник площі перерізу характерний для дерев сильної групи росту, тоді як групи дуже сильного і слабкого росту відзначаються невисоким показником площі поперечного перерізу (в середньому 5-10 %).

Частка запасу стовбурової деревини розподіляється за групами росту так само, як і площа перерізу з відхиленням у 1-2 %.

Кращими показниками для оцінки рангового положення дерев та швидкості їх росту є показники висоти дерева, об'єму стовбура, площі перерізу стовбура та D^2H [5]. Так, середня висота дуба, протяжність живої крони, середній діаметр та об'єм середнього дерева у межах груп росту із сповільненням інтенсивності росту дерев знижуються незалежно від віку насадження (рис. 3-6).

Табл. 3. Площа перерізу дерев та запас стовбурової деревини за групами росту у лісових культурах дуба звичайного

Площа перерізу дерев за групами росту, $\text{м}^2/\text{га}/\%$					Запас стовбурової дерева за групами росту, $\text{м}^3/\text{га}/\%$				
1	2	3	4	Σ	1	2	3	4	Σ
Пробна ділянка № 4д; D ₃ -ГД; 124 р.; 7Д2Г1Мдє + С, Яс									
2,54 8	5,26 17	21,44 69	1,89 6	31,09 100	37 9	70 18	271 68	22 5	400 100
Пробна ділянка № 5я; D ₃ -Г-БкД; 51 р.; 8Д2Г + Б, Лп, Бк									
1,11 5	5,50 27	12,37 61	1,34 7	20,32 100	13 6	60 29	120 60	11 5	204 100
Пробна ділянка № 3р; D ₂ -З-ГД; 37 р.; 10Дзв + Дпн									
2,19 10	4,78 21	14,16 63	1,22 6	22,35 100	18 10	40 23	109 63	7 4	174 100

У всіх випадках це зниження описують кривою другого порядку, а коефіцієнт кореляції вказує на дуже високу щільність зв'язку між досліджуваними показниками ($r > 0,91$). Чим більший вік насадження, тим більша відмінність між досліджуваними

показниками у дерев сильної і слабкої груп росту. При цьому існує різний рівень розміщення кривих у насадженнях різного віку.

Табл. 4. Площа перерізу дерев та запас стовбурової деревини за групами росту в лісових культурах з участю модрини та дуба

Площа перерізу дерев за групами росту, м ² /га/%					Запас стовбурової деревини дерев за групами росту, м ³ /га/%				
1	2	3	4	Σ	1	2	3	4	Σ
ПД-15т; D ₃ -гД; 75 років; 6Мд ₂ Г1Дзв _{тп} 1Дзв _{тп} + Клг, Кля, Влч									
Модрина японська									
2,42	5,75	13,66	1,01	22,84	33	95	213	13	354
11	25	60	4	100	9	27	60	4	100
Дуб звичайний									
0,24	0,88	1,95	0,32	3,39	3	12	24	4	43
7	26	58	9	100	7	28	56	9	100

Важливим питанням в аспекті групування дерев за ростом є вивчення співвідношення H/D (за М.М. Королем [3] – стрункість стовбура) як у насадженні загалом, так і в межах окремих груп росту. Цей показник у досліджених нами насадженнях є найвищим у молодих і середньовікових культурах високої густоти (табл. 5). У стиглому насадженні він значно нижчий (пробна ділянка № 4д).

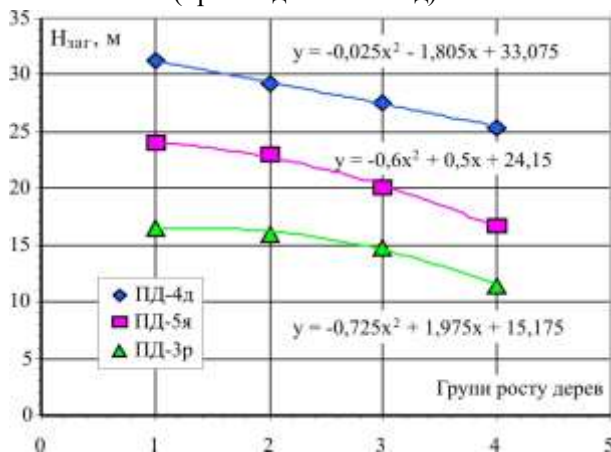


Рис. 3. Зміна показника середньої висоти дерев дуба звичайного за групами росту на пробних ділянках №4д (124 р.), №5я (51 р.) та №3р (37 р.)

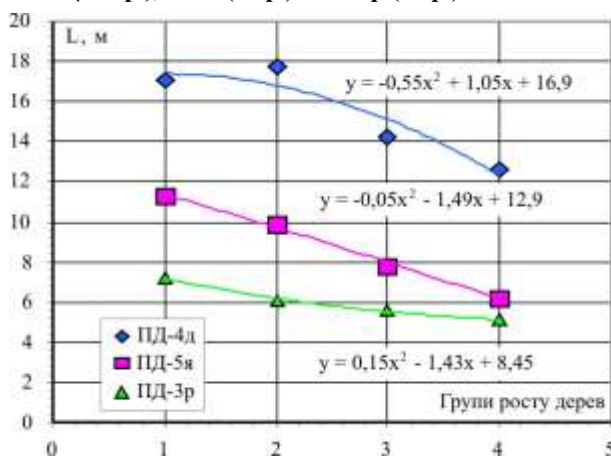


Рис. 4. Зміна протяжності живої крони у дерев дуба звичайного за групами росту на пробних ділянках №4д (124 р.), №5я (51 р.) та №3р (37 р.)

Співвідношення H/D (див. табл. 5) у дуба та модрини засвідчує, що із погіршенням росту дерев коефіцієнт стрункості істотно зростає, а особливо сильно – у дерев 4-ої групи росту. Виходячи з положення, що найстійкішими є дерева, у яких співвідношення H/D становить $< 0,80$, такими є особини трьох груп росту дуба звичайного та модрини японської. Невідповідність співвідношення H/D у насадженні нижчих груп росту може стати причиною вітровальності саме відсталих у рості особин.

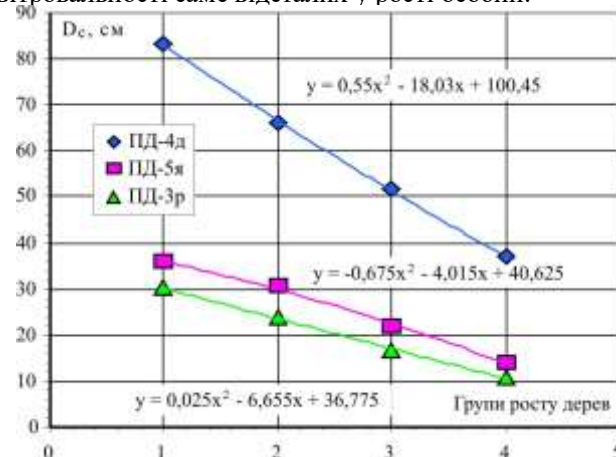


Рис. 5. Зміна показника середнього діаметра дерев дуба звичайного за групами росту на пробних ділянках №4д (124 р.), №5я (51 р.) та №3р (37 р.)

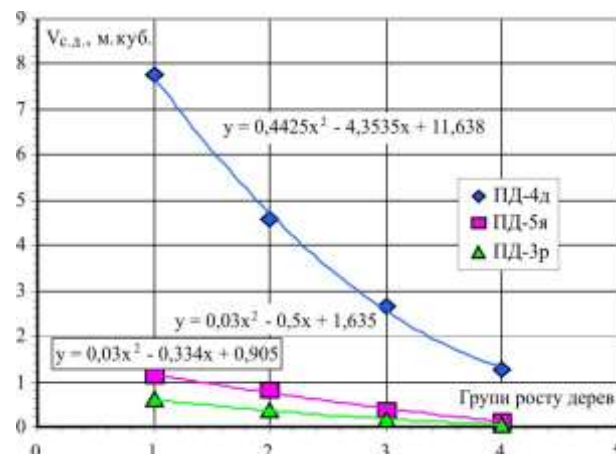


Рис. 6. Зміна об'єму середнього дерева дуба звичайного за групами росту на пробних ділянках №4д (124 р.), №5я (51 р.) та №3р (37 р.)

Співвідношення $H_{\text{ср.}} / H_{\text{нас.}}$ показує чітку закономірність зміни цього показника із сповільненням інтенсивності росту дерев. Причому, це спадання є характерним і достатньо подібним як для дуба, так і модрини незалежно від віку та складу насадження. Таку ж закономірність у зміні показників із зміною груп росту ми спостерегли і для співвідношення $D_{\text{ср.}} / D_{\text{нас.}}$. Як і в попередньому випадку, співвідношення обох діаметрів близьке до 1,0 саме у дерев 3-тньої групи росту.

Розподіл дерев за групами росту підтверджується також і значеннями середніх приростів за висотою та діаметром. Практично в усіх вікових діапазонах досліджуваних насаджень незалежно від породи і віку зафіксовано інтенсивніший середній приріст за діаметром, ніж у висоту за відносним показником (табл. 6). Дуб як в грабово-дубових, так і в дубово-модриновому насадженнях відзначається дуже

подібними абсолютними показниками середнього приросту за діаметром, тоді як найвищий середній приріст у висоту зафіксовано у насадженні 51-річного

віку. Найвищий абсолютний показник Δd зафіксовано у модрини японської (див. табл. 6).

Табл. 5. Співвідношення таксаційних показників груп росту дерев та деревостану

№ ПД; вік, років	Склад лісових культур	H/D насаджень	H/D за групами росту дерев				$H_{гр.росту}/H_{нас.}$				$D_{гр.росту}/D_{нас.}$			
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Лісові культури дуба звичайного														
3р; 37	10Дзв + Дпн	0,85	0,55	0,68	0,88	1,08	1,14	1,10	1,02	0,70	1,77	1,39	1,00	0,62
5я; 51	8Д2Г + Б, Лп, Бк	0,91	0,67	0,75	0,92	1,19	1,20	1,15	1,00	0,83	1,63	1,40	1,00	0,64
4д; 124	7Д2Г1Мде + С, Яс	0,53	0,38	0,44	0,53	0,69	1,13	1,06	1,00	0,92	1,59	1,27	0,99	0,71
Лісові культури модрини японської та дуба звичайного														
15т; 75	6Мдя2Г1Дзв _{пр} 1Дзв _{шт.} + Клг, Кля, Влч	Модрина японська												
		0,69	0,44	0,56	0,71	0,92	1,12	1,09	1,01	0,81	1,77	1,34	0,98	0,60
		Дуб звичайний												
		0,77	0,50	0,66	0,75	1,06	1,08	1,15	0,98	0,95	1,55	1,35	1,00	0,69

Табл. 6. Середні прирости у висоту та за діаметром насаджень і груп росту дерев

№ проби; вік, років	Склад лісових культур	Середні прирости, Δh , м/ Δd , см					
		для насадження		за групами росту дерев			
		Δh , м	Δd , см	1	2	3	4
Лісові культури дуба звичайного							
3р; 37	10Дзв + Дпн	0,39	0,46	0,45/0,81	0,43/0,64	0,40/0,46	0,31/0,29
5я; 51	8Д2Г + Б, Лп, Бк	0,39	0,43	0,47/0,70	0,45/0,60	0,39/0,43	0,33/0,27
4д; 124	7Д2Г1Мде + С, Яс	0,22	0,42	0,25/0,67	0,24/0,53	0,22/0,42	0,20/0,30
Лісові культури модрини японської та дуба звичайного							
15т; 75	6Мдя2Г1Дзв _{пр} 1Дзв _{шт.} + Клг, Кля, Влч	Модрина японська					
		0,43	0,63	0,49/1,11	0,47/0,84	0,44/0,61	0,35/0,38
		Дуб звичайний					
		0,35	0,45	0,35/0,70	0,40/0,61	0,34/0,45	0,33/0,31

Табл. 7. Протяжність крони дерев у насадженнях і за групами росту

№ пробної ділянки; вік, років	Склад лісових культур	Середня протяжність крони									
		у насадженні		за групами росту дерев							
		м	% від середньої висоти	1		2		3		4	
				м	% від H_c групи	м	% від H_c групи	м	% від H_c групи	м	% від H_c групи
Лісові культури дуба звичайного											
3р; 37	10Дзв + Дпн	5,4	37	6,9	42	6,1	38	5,5	37	5,1	45
5я; 51	8Д2Г + Б, Лп, Бк	7,8	39	11,4	48	9,9	43	7,8	39	6,3	38
4д; 124	7Д2Г1Мде + С, Яс	14,4	52	17,1	55	17,7	61	14,2	51	12,6	50
Лісові культури модрини японської та дуба звичайного											
15лп; 75	6Мдя2Г1Дзв _{пр} 1Дзв _{шт.} + Клг, Кля, Влч	Модрина японська									
		11,9	38	14,7	40	14,0	40	12,1	37	7,4	28
		Дуб звичайний									
		9,6	37	11,5	44	12,1	40	9,2	36	8,6	35

Отже, за показником Δh , і особливо – за Δd існує значна диференціація дерев у насадженнях. Це підтверджують певні значення цих показників у межах груп росту дерев, які визначаються передусім віком насаджень, деревною породою та густотою деревостану. Поділ дерев на групи росту в межах насаджень відображає повною мірою закономірності зміни середніх приростів особин залежно від інтенсивності їх росту.

Із збільшенням віку деревостанів спостережено зростання абсолютних та відносних значень протяжності крони (табл. 7). Так, найбільшу середню протяжність крони в абсолютних та відносних показниках зафіксовано у 124-річному, найменшу – у

37-річному дубовому насадженні. Потрібно вказати на зменшення як абсолютних, так і відносних показників протяжності крони із погіршенням росту дерев як у дуба, так і в модрини.

Таким чином, аналіз динаміки таксаційних показників дуба звичайного в одновікових насадженнях штучного походження за чотирма групами росту, чітка диференціація досліджених показників у межах окремих груп дерев, виявлення певних закономірностей у будові окремих частин досліджених дубових деревостанів дають підстави навести основні характеристики групування дерев дуба звичайного за інтенсивністю росту.

Група 1 – *деревя дуже сильного росту* із значними річними приростами, виключно добре розвинені. Співвідношення H/D становить в середньому 0,53. Згідно з класифікацією Г. Крафта – це надпанівні дерева, які завжди знаходяться в першому ярусі і найкраще освітлені.

Внаслідок високоінтенсивного росту співвідношення $H_{гр.росту}/H_{нас}$ становить в середньому 1,16, співвідношення $D_{гр.росту}/D_{нас}$ – в середньому 1,66, тобто середні висота та діаметр дерев групи росту є істотно вищими від аналогічних показників насадження загалом.

Середні прирости за висотою та діаметром у цієї групи дерев є найвищими у насадженні, і становлять в середньому для досліджених насаджень, відповідно, 0,39 м та 0,73 см. Протяжність крони у дерев цієї групи росту також є найвищою у насадженні і становить в середньому 42-55 % від загальної висоти стовбура залежно від віку деревостану.

Група 2 – *деревя сильного росту* із високими річними приростами, добре розвинені. Співвідношення H/D є більшим, ніж для групи 1, і становить в середньому 0,62. За Г. Крафтом – це панівні дерева, які ростуть у першому ярусі, освітлення крон добре або середнє. Співвідношення $H_{гр.росту}/H_{нас}$ становить в середньому 1,10, співвідношення $D_{гр.росту}/D_{нас}$ – 1,35. Отже, середні висота та діаметр дерев групи росту 2 все ж залишаються вищими від аналогічних показників насадження, але ця перевага вже істотно менша, ніж у дерев групи росту 1.

Середні прирости за висотою та діаметром у цієї групи дерев залишаються високими і становлять в середньому, відповідно, 0,37 м та 0,59 см.

Протяжність крони у дерев цієї групи росту також є найвищою у насадженні і майже не відрізняється від такої у дерев 1 групи росту (38-61 % від загальної висоти стовбура залежно від віку деревостану).

Група 3 – *деревя середнього росту* із середніми річними приростами. Співвідношення H/D є істотно більшим, ніж у дерев попередніх груп росту (0,78). Це співпанівні дерева, які середньо освітлені, відстають у рості від дерев другої групи, але за покращення умов росту здатні переходити в групу 2, а за погіршення – в групу 4. Співвідношення $H_{гр.росту}/H_{нас}$ та $D_{гр.росту}/D_{нас}$ становить близько 1,00, тобто набагато менше, ніж у групах росту 1 і 2 і репрезентує подібність цих показників дерев даної групи росту і насадження загалом.

Прирости за висотою та діаметром є середніми у насадженні і становлять, відповідно, 0,34 м та 0,44 см, тобто, набагато менше, ніж у дерев групи росту 2. Протяжність крони у дерев 3-ої групи росту теж є дещо меншою і перебуває в межах 40-50 % (в середньому – 42 %) від загальної висоти стовбура.

Група 4 – *деревя слабого росту* зі слабкими річними приростами, відсталі в рості. Співвідношення H/D становить в середньому 0,99 і є істотно більшим, ніж у дерев інших груп росту. Це переважно пригнічені дерева з погано освітленими кронами. Перехід у групу 3 можливий рідко. Співвідношення $H_{гр.росту}/H_{нас}$ становить в середньому 0,82, співвідношення $D_{гр.росту}/D_{нас}$ – 0,66, що свідчить вже про перевагу середніх показників висоти і діаметра насадження над такими у дерев цієї групи росту.

Прирости за висотою та діаметром є нижчими за середні показники насадження (відповідно, 0,28 м та 0,29 см). Якщо висотний приріст порівняно з групою 3 знизився незначно, то приріст за діаметром зменшився дуже істотно. Протяжність крони у дерев 4-ої групи росту теж є дещо меншою, ніж у дерев інших груп росту і становить 38-50 %.

Поряд із групуванням дерев за інтенсивністю росту у штучних одновікових насадженнях, не менше значення має їх розподіл за якістю стовбурів. Оскільки одним із найважливіших напрямків інтенсифікації лісгосподарського виробництва є вирощування штучних насаджень з максимально можливим виходом ділової деревини, тобто з найвищою якістю стовбурів, то порядок із групуванням дерев за інтенсивністю росту, цей показник теж повинен займати чільне місце.

Проаналізувавши відомі вам класифікації щодо розподілу дерев за тими чи іншими показниками [2, 8, 10-14] та з метою широкого практичного використання показника якості стовбурів, доцільно прийняти чотири класи якості, подібно до того, як це зроблено для розподілу дерев на чотири групи росту. При цьому до перших двох класів стовбурів доцільно віднести ділові дерева, до третього класу – напівділові та до четвертого – дров'яні особини.

До показників дерев віднесли кривизну стовбура (прямий – наявність кривизни), товщину сучків (грубі – тонкі), сучкуватість стовбурів (сучкуваті – очищені від сучків), збіжність стовбурів (сильнозбіжні – слабозбіжні), якість поверхні стовбура (гладкий – вузлуватий).

Отже, при віднесенні стовбурів дерев дуба звичайного до того чи іншого класу ми виходили із таких положень.

Клас 01 – *деревя дуже доброї якості*: високоякісні ділові дерева, найбільші в насадженні, дерева майбутнього – з найкращою формою стовбура, цілковитою відсутністю кривизни, без вад та роздвоєнь. Стовбури очищені від сучків, слабозбіжні, гладкі; крона – компактна і займає близько 1/2 висоти дерев. За селекційною категорією – це плюсові та кращі нормальні дерева, які за комплексом фенотипних ознак є найкращими у насадженні.

Клас 02 – *деревя доброї якості*: ділові дерева, теж великі, високопродуктивні, але менш цінні, з невеликими вадами стовбурів (незначна кривизна, наявність відмерлих неопалих сучків). Стовбури добре та задовільно очищені від сучків, слабо- та середньозбіжні, гладкі; крона – більш крилаті і менш компактна, ніж у дерев 1-го класу. Протяжність живої крони перебуває в межах 1/2-1/3 висоти стовбура. Деревя даного класу становлять переважну більшість у складі насадження. За селекційною категорією – це нормальні дерева.

Клас 03 – *деревя задовільної якості*: напівділові дерева, які здебільшого виконують роль допоміжних. Стовбури – середньо- та сильнозбіжні, з кривизною, гладкі або вузлуваті. Крона широка, з товстими сучками, займає переважно менше 1/2 висоти стовбура. Деревя цього класу вибирають або залишають у складі під час доглядових рубань залежно від їх впливу на ріст дерев перших двох класів. За селекційною категорією це нормальні, рідше – мінусові дерева.

Клас 04 – *дерева незадовільної якості*: дров'яні дерева, здебільшого – дрібні. Стовбури сильнозбіжні, іноді із значною кривизною, вузлуваті. Крона розміщена нерівномірно, займає переважно 1/3 висоти стовбура, рідко досягає половину висоти дерева, з нерівномірною густотою, переважно рідка. За ступенем впливу на ріст особин перших двох класів дерева цього класу переважно індивідуальні. За селекційною категорією – це мінусові дерева.

Розподіл дерев досліджуваних порід за класами якості має свої особливості. Так, розподіл дерев дуба за класами якості в межах груп росту відображає загалом інтенсивність росту породи (табл. 8). Так, до групи дерев дуже сильного росту належать переважно лише високоякісні ділові екземпляри; в групі дерев сильного росту теж переважають дерева цих же класів з незначним відсотком напівділових дерев. У групі дерев середнього росту теж переважають ділові екземпляри з дещо меншою участю напівділових і ще меншою (5-15 %) – дров'яних. Дерев групи слабого росту є переважно дров'яними.

У змішаному дубово-грабово-модриновому насадженні дерева групи дуже сильного росту – це дерева модрина лише з дуже доброю та доброю якістю, тоді як у дерева дуба – лише із задовільною якістю стовбурів, хоча відносна кількість дерев цієї групи росту у складі насадження дуже незначна (табл. 9). Група сильного росту представлена здебільшого деревами модрина і дуба із доброю якістю стовбурів, причому частка дерев дуба тут навіть більша.

Найбільша частка дерев традиційно належать до групи середнього росту, причому у класах доброї та задовільної якості є однакова частка дерев обох порід.

Частка дуба і модрина із незадовільною якістю стовбурів зовсім незначна (2-3 %). На відміну від дуба, у групі середнього росту модрина представлена особинами із дуже доброю якістю стовбурів.

У групі слабого росту дерев із дуже доброю якістю стовбурів відсутні, а переважають тут дерева із задовільною якістю. В цій групі росту менша частка дерев модрина із доброю та задовільною якістю, але трохи більша – із незадовільною якістю стовбурів, ніж це спостережено у дуба. Загалом, найбільше дерев обох порід зосереджено в групі середнього росту (59 %) з доброю та задовільною якістю стовбурів.

Як бачимо, найбільша частка дерев дуба і модрина у змішаному насадженні належить до групи середнього росту, причому в класах доброї та задовільної якості є однакова частка дерев обох порід.

Поряд із групуванням дерев за інтенсивністю росту та класами якості стовбурів у штучних одновікових насадженнях, не менше значення має їх розподіл за категоріями життєвого стану. Виділення такого показника дасть змогу контролювати біологічний стан деревних рослин на різних етапах вирощування штучного деревостану та запроваджувати відповідні заходи для посилення біологічної стійкості деревних компонентів у лісових культурах.

Для листяних порід дуже важливо здійснювати розподіл дерев на категорії життєвого стану не за сухою, а за живою частиною крони з врахуванням ступеня її оздоровлення [4]. Тому розподіл дерев на категорії життєвого стану потрібно здійснювати після їхнього повного облиствлення.

Табл. 8. Розподіл дерев у насадженнях з участю дуба звичайного за класами якості в межах груп росту

№ ПД; вік	Таксаційний склад насадження	Дерева групи росту 1, шт./га/%				Дерева групи росту 2, шт./га/%				Дерева групи росту 3, шт./га/%				Дерева групи росту 4, шт./га, %			
		01	02	03	04	01	02	03	04	01	02	03	04	01	02	03	04
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
4д; 124 р.	7Д2Г1Мде + С, Яс	$\frac{1}{1}$	$\frac{4}{3}$	–	–	$\frac{6}{4}$	$\frac{6}{4}$	$\frac{4}{3}$	–	$\frac{7}{5}$	$\frac{55}{39}$	$\frac{33}{23}$	$\frac{7}{5}$	–	$\frac{8}{6}$	$\frac{2}{2}$	$\frac{7}{5}$
5я; 51 р.	8Д2Г + Б, Лп, Бк	–	$\frac{8}{2}$	$\frac{3}{–}$	–	$\frac{14}{3}$	$\frac{50}{10}$	$\frac{11}{2}$	–	$\frac{19}{4}$	$\frac{147}{29}$	$\frac{90}{18}$	$\frac{75}{15}$	–	$\frac{6}{1}$	$\frac{8}{2}$	$\frac{72}{14}$
3р; 37 р.	10Дзв + Дпн	–	$\frac{31}{3}$	–	–	$\frac{5}{1}$	$\frac{77}{8}$	$\frac{21}{2}$	–	$\frac{21}{2}$	$\frac{345}{38}$	$\frac{178}{20}$	$\frac{92}{10}$	–	$\frac{15}{2}$	$\frac{15}{2}$	$\frac{108}{12}$

Табл. 9. Розподіл дерев модрина японської та дуба звичайного за класами якості в межах груп росту

№ ПД; вік; тип лісу; склад	Порода	Дерева групи росту 1, шт./га/%				Дерева групи росту 2, шт./га/%				Дерева групи росту 3, шт./га/%				Дерева групи росту 4, шт./га, %			
		01	02	03	04	01	02	03	04	01	02	03	04	01	02	03	04
ПД-15т; 75 років; Дз-гД; 6Мд2Г1Дзвпр 1Дзвшт + Клп, Кля, Влч	Модрина японська	$\frac{1}{1}$	$\frac{4}{3}$	–	–	$\frac{5}{4}$	$\frac{13}{11}$	$\frac{1}{1}$	–	$\frac{7}{6}$	$\frac{55}{45}$	$\frac{18}{14}$	$\frac{2}{2}$	–	$\frac{4}{3}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{7}{6}$
	Дуб звичайний	–	–	$\frac{1}{3}$	–	–	$\frac{5}{14}$	–	–	–	$\frac{16}{44}$	$\frac{5}{14}$	$\frac{1}{3}$	–	$\frac{2}{5}$	$\frac{5}{14}$	$\frac{1}{3}$
	Всього	$\frac{1}{1}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{1}{1}$	–	$\frac{5}{3}$	$\frac{18}{11}$	$\frac{1}{1}$	–	$\frac{7}{4}$	$\frac{71}{44}$	$\frac{23}{15}$	$\frac{3}{2}$	–	$\frac{6}{4}$	$\frac{10}{6}$	$\frac{8}{5}$

Враховуючи наявні розробки щодо визначення санітарного стану та життєздатності дерев [1, 4, 7, 8, 10, 11, 13], а також виходячи із результатів власних досліджень, ми виділили шість категорій життєвого стану дерев в одновікових штучних дубових насадженнях. При цьому брали до уваги, що ознаки санітарного стану дерев повинні добре сприйматися візуально, враховувати стан стовбура, крони, фотосинтетичного апарату, ступінь ураження

біотичними та абіотичними чинниками, тобто враховували комплексність характеристик стану дерева. Саме ці аспекти стали основою практичного виділення шести категорій життєвого стану дерев дуба звичайного в одновікових штучних насадженнях. Основні характеристики життєвого стану дерев дуба звичайного відображено в табл. 10.

Розподіл дерев за категоріями життєвого стану в межах окремих груп росту має свою специфіку. Так, у

насадженнях дуба звичайного до груп росту 1 належать лише цілковито здорові та здорові особини (табл. 11). Це ж саме стосується і групи росту 2 за винятком незначної кількості слабо всохлих екземплярів, які вже тут присутні. У групі дерев середнього росту наявний весь спектр категорій життєвого стану дерев – від цілковито здорових до засохлих, але з явною перевагою здорових особин. Дерев групи слабого росту переважно слабо і середньо всохлі, з меншою кількістю здорових і сильно всохлих та незначною – цілковито здорових і засохлих екземплярів.

Найбільшу кількість особин з пониженою життєздатністю виявлено в молодих дубових насадженнях, а найменшу – в стиглих, що узгоджується з відомими віковими закономірностями росту і розвитку насаджень.

Розподіл дерев модрина та дуба за категоріями життєвого стану (пробна ділянка №15т) залежить здебільшого від групи росту дерев. Так, група дуже сильного росту представлена цілковито здоровими

деревими модрина та середньо всохлими екземплярами дуба. У групі сильного росту розміщені лише цілковито здорові особини обох порід. У групі середнього росту зосереджена переважна більшість цілковито здорових і здорових екземплярів дуба та модрина за переваги кількості дерев хвойної породи. Проте група слабого росту представлена переважно особинами дуба, хоча теж цілковито здоровими і здоровими.

Загалом, у середньовіковому дубово-модриновому насадженні істотна перевага належить особинам з високою життєздатністю – цілковито здоровим (001) і здоровим (002). Частка саме цих категорій дерев модрина і дуба в насадженні становить 88 %. Це явище може бути зумовлене оптимальною кількістю лісівничих доглядів, коли основну увагу було зосереджено на вибиранні екземплярів з низькою життєздатністю. З іншого боку, відсталі в рості особини з пониженою життєздатністю могли випасти зі складу насаджень на більш ранніх етапах формування деревостану.

Табл. 10. Шкала візуальної оцінки життєвого стану дерев дуба звичайного

Категорія життєвого стану дерев	Санітарний стан стовбура (наявність водянистих пагонів, гнилі тощо)	Стан крони		Стан фотосинтетичного апарату	Ураження стовбура	
		частка сухих гілок у кроні, %	густота		абіотичними чинниками (пожежами, блискавками, морозами тощо)	біотичними чинниками (хворобами, шкідниками, тваринами, людиною)
001 Цілковито здорові	Дуже добрий; водянистих пагонів та гнилі відсутні	0	Найвища для породи	Листя темно-зеленого забарвлення без найменших ознак, які б свідчили про погіршення санітарного стану дерева	Відсутні	Відсутні
002 Здорові	Добрий; водянисті пагони відсутні	до 10	Висока	Листя темно-зеленого забарвлення без видимих уражень шкідниками та хворобами	Практично відсутні; можуть бути незначного розміру морозобійні тріщини вже зарубцьовані	Практично відсутні; можуть бути незначного розміру механічні пошкодження, вже зарубцьовані
003 Слабо всохлі	Відносно добрий; незначна кількість водянистих пагонів; незначні за площею гнилі	10-30	Висока або середня	Незначна суховерхість; листя загалом зеленого кольору, однак дрібніше, і частина його може мати блідо-зелене забарвлення; може спостерігатися кучерявість, борошніста роса листя тощо	Невеликі за розмірами відкриті морозобійні тріщини, пошкодження блискавкою або частково зарубцьовані; можливі незначні пошкодження низовими пожежами	Відносно невеликі ураження шкідниками та хворобами без плодкових тіл; незначні механічні пошкодження під час проведення л/г заходів, ураження тваринами
004 Середньо всохлі	Задовільний; значна кількість водянистих пагонів	30-60	Рідка; наявні гілки вторинного походження	Добре виражена суховерхість; листя дрібних розмірів, мають бліде забарвлення; спостерігається часткове опадання	Значні за розмірами відкриті рани; середня ступінь пошкодження низовими пожежами	Незначна кількість невеликих за розмірами плодкових тіл трутовиків; добре виражений поперечний рак; значні ураження стовбурів тваринами або людиною
005 Сильно всохлі	Задовільний або незадовільний; водянисті пагони	50-80	Дуже рідка	Сильно виражена суховерхість; листя дрібне, уражене шкідниками та	Значні за розмірами відкриті рани; висока	Значна кількість різних за розмірами

	частково засохлі; значний розвиток гнилей, часткове відшарування кори; невелика наявність поверхневих гнилей та дупел			хворобами, блідого забарвлення	ступінь пошкодження низовими пожежами	плодових тіл трутовиків; сильний розвиток ракових захворювань; сильна ураженість шкідниками; значні за площею відкриті пошкодження стовбура та кореневих лап
006 Засохлі	Незадовільний; сильне або часткове відшарування кори; наявність гнилей, дупел, значної кількості плодових тіл трутовиків	100	Відсутня	Відсутній	Стовбури тією чи іншою мірою, залежно від тривалості стояння, зруйновані впливом різних біотичних чи абіотичних чинників	

Табл. 11. Розподіл дерев дуба звичайного за категоріями життєвого стану в межах груп росту

Таксаційний склад насадження	Дерева групи росту 1, шт./га/%						Дерева групи росту 2, шт./га/%						Дерева групи росту 3, шт./га/%						Дерева групи росту 4, шт./га, %					
	001	002	003	004	005	006	001	002	003	004	005	006	001	002	003	004	005	006	001	002	003	004	005	006
Пробна ділянка № 4д; 124 р.;																								
7Д2Г1Мде+ С, Яс	$\frac{2}{2}$	$\frac{2}{2}$	-	-	-	-	$\frac{1}{1}$	$\frac{8}{6}$	$\frac{7}{4}$	-	-	-	$\frac{12}{8}$	$\frac{49}{35}$	$\frac{23}{17}$	$\frac{12}{8}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{2}{2}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{5}{3}$	$\frac{6}{4}$	$\frac{5}{3}$	-	$\frac{1}{1}$
Пробна ділянка № 5я; 51 р.;																								
8Д2Г+Б, Лп, Бк	$\frac{3}{1}$	$\frac{6}{1}$	-	-	$\frac{3}{1}$	-	$\frac{31}{6}$	$\frac{42}{8}$	$\frac{3}{1}$	-	-	-	$\frac{72}{14}$	$\frac{132}{26}$	$\frac{92}{18}$	$\frac{14}{3}$	$\frac{11}{2}$	$\frac{8}{2}$	-	$\frac{8}{2}$	$\frac{22}{4}$	$\frac{31}{6}$	$\frac{22}{4}$	$\frac{3}{1}$
Пробна ділянка № 3р; 37 р.;																								
10Дзв+Дпн	$\frac{31}{3}$	-	-	-	-	-	$\frac{97}{11}$	$\frac{5}{1}$	-	-	-	-	$\frac{426}{47}$	$\frac{133}{15}$	$\frac{21}{2}$	$\frac{31}{3}$	$\frac{15}{2}$	$\frac{10}{1}$	$\frac{10}{1}$	$\frac{21}{2}$	$\frac{15}{2}$	$\frac{31}{3}$	$\frac{21}{2}$	$\frac{41}{5}$
Пробна ділянка № 15т; 75 р.; 6Мдя2Г1Дзв _{рп} 1Дзв _{шт} + Клг, Кля, Влч																								
Модрина японська	$\frac{5}{4}$	-	-	-	-	-	$\frac{19}{16}$	-	-	-	-	-	$\frac{69}{57}$	$\frac{12}{10}$	-	$\frac{1}{1}$	-	-	$\frac{3}{2}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{6}{5}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{1}{1}$	-
Дуб звичайний	-	-	-	$\frac{1}{3}$	-	-	$\frac{5}{14}$	-	-	-	-	-	$\frac{14}{39}$	$\frac{5}{14}$	$\frac{2}{5}$	-	-	$\frac{1}{3}$	$\frac{4}{11}$	$\frac{3}{8}$	-	$\frac{1}{3}$	-	-
Всього	$\frac{5}{3}$	-	-	$\frac{1}{1}$	-	-	$\frac{24}{14}$	-	-	-	-	-	$\frac{83}{52}$	$\frac{17}{11}$	$\frac{2}{1}$	$\frac{1}{1}$	-	$\frac{1}{1}$	$\frac{7}{4}$	$\frac{6}{4}$	$\frac{6}{4}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{1}{1}$	-

Коротка характеристика життєвого стану дерев полягає в такому.

Категорія 001. До неї належать за санітарним станом *цілковито здорові дерева*. За життєвим станом – це виключно добре розвинені особини з випереджаючими темпами росту, з густою нормально розвинутою кроною. Довжина пагонів не вкорочена. Стовбури дерев без сухих сучків.

Категорія 002. До неї належать за санітарним станом *здорові дерева*. Засохлі гілки на стовбурі різною мірою зруйновані внаслідок природного процесу очищення. За життєвим станом – це добре розвинені дерева із сильними темпами росту з кроною високої густоти або незначно зрідженою. Довжина пагонів не вкорочена.

Категорія 003. До неї належать за санітарним станом дерева із слабо вираженими початковими ознаками всихання – *слабо всохлі дерева*. Може спостерігатися незначна суховерхість. За життєвим станом – це дерева середнього розвитку із середніми темпами росту та слабо зрідженою кроною. Лінійний приріст пагонів знижується на 10-30 %. Наявні сухі сучки (переважно крупні) як на стовбурі, так і у кроні (в межах 10-30 % від живих гілок).

Категорія 004. До неї належать за санітарним станом *середньо всохлі дерева* із зниженим життєвим

потенціалом. За життєвим станом – це дерева слабого розвитку відсталі за ростом та істотно зрідженою кроною. Лінійний приріст пагонів знижується на 30-60 %. По всьому стовбурі спостерігаються відмерлі крупні та дрібні гілки, зокрема і в кроні (30-60 % від живої крони).

Категорія 005. До неї належать за санітарним станом *сильно всохлі дерева*. За життєвим станом – це дуже ослаблені дерева, зі слабким розвитком, ріст яких майже припинився. Крони дуже рідкі, добре просвічуються. Лінійний приріст пагонів знижується на 60-90 %.

Живі гілки займають не більше 20-50 %. Стовбури густо вкриті водянистими пагонами, які вже частково всихають.

Категорія 006. За санітарним станом до неї належать *засохлі дерева*, ріст яких зовсім припинився. Дерева різною мірою можуть бути пошкоджені залежно від тривалості перебування в засохлому стані.

У запропонованому групуванні дерев за трьома ознаками ми намагались відобразити і поєднати основні характеристики особин – інтенсивність росту дерев, якість стовбура та життєвий стан. Для зручності і простоти застосування цього групування доцільним є використання трицифрового коду, де перша цифра відображає групу росту дерев (від 1 – дуже сильного

росту... до 4 – слабого росту), друга цифра – клас якості стовбура (від 01 – дуже добра... до 04 – незадовільна), третя – категорію життєвого стану дерева (від 001 – цілковито здорові... до 006 – засохлі). Загалом, у запропонованому нами групуванні дерев для одновікових насаджень штучного походження знайшли своє відображення три групи ознак: 1) таксаційні (інтенсивність росту дерев у насадженні); 2) технічні (якість стовбурів); 3) біологічні (життєвий стан).

Отже, найкраще за своїми показниками дерево буде характеризуватися цифрою 111, а найгірше – 446. Використання такого групування дерев за майже однакових витрат праці порівняно із звичайним способом переліку, дасть змогу значно збільшити обсяг та вартісність зібраної інформації, що дуже важливо для оцінки ефективності прийнятого режиму вирощування штучних насаджень. Схематичне відображення класифікації дерев дуба звичайного за досліджуваними ознаками наведено на рис. 7.

Висновки та узагальнення

Ранг середнього дерева у досліджених насадженнях за показниками D , H , L досить подібний і не залежить від вікової групи насаджень.

Розподіл чисельності за природними ступенями залежить від віку насаджень та досліджуваного показника. Так, найбільшу частку дерев за показниками D , H , L зосереджено в діапазоні 0,8-1,3. Для показника висоти розмах крайніх значень є неістотним, тоді як для діаметра та протяжності крони – він значно більший, що підтверджує значну мінливість останніх двох показників.

Розподіл відносної кількості дерев дуба звичайного за групами росту не залежить від віку деревостану: цей показник є подібним в межах кожної групи росту насаджень всіх вікових груп. Запас деревини та площа поперечного перерізу дерев дуба звичайного за групами росту (особливо – 3 і 4-та групи) досить подібні у досліджених насадженнях незалежно від їх вікової групи. Розподіл дерев за відносними ступенями в межах груп росту здебільшого підпорядкований закону кривої нормального розподілу.

Характеризуючи класифікаційні параметри дерев, ми виявили досить високу точність досліджень (в середньому, 2-3 %). Між різними парами ознак, на яких базується наведене групування дерев у насадженні, існує висока і дуже висока тіснота зв'язку.

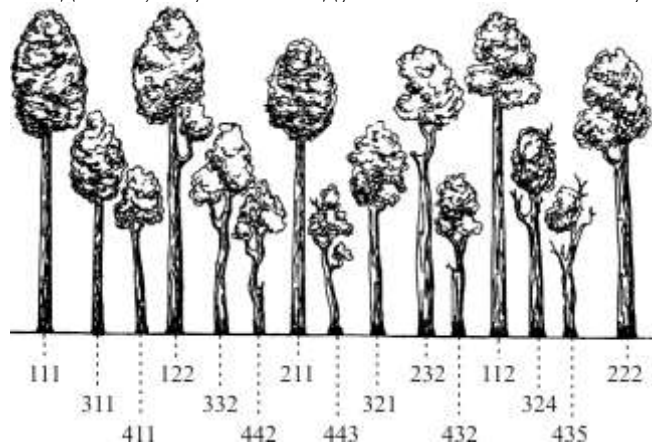


Рис. 7. Схема поділу дерев на групи росту, класи якості стовбурів та категорії життєвого стану

Розподіл дерев за класами якості в межах груп росту відображає загалом інтенсивність росту дерев досліджуваних порід. У групах дуже сильного та сильного росту переважають високоякісні ділові особини. У групі дерев середнього росту зафіксовані особини всіх класів, однак, з істотною перевагою ділових (напівділових) екземплярів. Дерева групи слабого росту є переважно напівділовими та дров'яними.

Розподіл дерев за категоріями життєвого стану засвідчив, що в групах дуже сильного і сильного росту практично всі екземпляри цілковито здорові і здорові. Ці ж категорії життєвого стану переважають і у групі дерев середнього росту, хоча тут вже є певна кількість слабо всохлих та середньо всохлих екземплярів. У групі дерев слабого росту переважає група слабо всохлих дерев, і зовсім незначна кількість – цілковито здорових чи засохлих.

Розподіл дерев за групами росту дає змогу проаналізувати потенційні резерви у підвищенні продуктивності конкретного насадження. Рекомендації можуть полягати у зменшенні відносної частки дерев відсталих за ростом, створення умов для переходу частини дерев середнього у групу сильного росту.

Поділ дерев на класи якості дає змогу порівнювати отримані дані у штучних насадженнях, створених за різною технологією, і таким чином запроваджувати оптимальну технологію вирощування лісових культур, застосування яких дає максимальні результати за ростом та якістю стовбурів дерев.

Розроблене групування дерев дає змогу за незначного, порівняно зі звичайним переліком збільшення трудовитрат, отримати значно більший обсяг інформації щодо росту, якості та життєвого стану особин в межах того чи іншого насадження. Групування дерев дає змогу порівнювати отримані дані в насадженнях, створених за різною технологією і таким чином знаходити оптимальні методи і способи створення лісових культур, застосування яких дає максимальні результати за ростом, життєвим станом та якістю стовбурів дерев.

ЛІТЕРАТУРА

1. Авраменко И.Д. Рекомендации по комплексной защите дубрав от повреждений вредителями, болезнями и усыхания / Авраменко И.Д., Лесовский А.В., Лохматов Н.А., Прокопенко А.И. // Сборник рекомендаций научно-технических и методических указаний. – Харьков, 1988. – С. 5-31.
2. Кайрюкшис Л.А. Научные основы формирования высокопродуктивных елово-лиственных насаждений / Л.А. Кайрюкшис. – М.: Лесн. пром-сть, 1969. – 208 с.
3. Король М.М. Особливості формування ялинових деревостанів у Горганах (Українські Карпати): автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.03.02 / Микола Михайлович Король; Нац. аграр. ун-т. – К.: Вид-во НАУ, 2004. – 20 с.
4. Лохматов Н.А. Оздоровление дуба в очагах его повреждений и усыхания в дубравах и искусственных лесонасаждениях Украины / Н.А. Лохматов // Сборник научных трудов ВАСХНИЛ. – М.: Изд-во "Колос", 1981. – С. 192-208.
5. Маслаков Е.Л., Панкеева Н.В. Формирование древостоя, дифференциация и отбор деревьев в культурах ели / Е.Л. Маслаков, Н.В. Панкеева // Сборник научных трудов

ЛенНИИЛХ: Посадочный материал для создания плантационных культур. – Л. : ЛенНИИЛХ, 1986. – С. 39-48.

6. Мелехов И.С. Комплексная продуктивность леса и ее повышение / И.С. Мелехов // Научные труды МЛТИ. – М. : МЛТИ. – 1973. – Вып. 49. – С. 5-13.

7. Методические указания по оценке жизненного состояния сосны, ели и березы (в условиях Литовской ССР) / Я. Шяпяте. – Каунас : Изд-во "Янтарь", 1987. – 32 с.

8. Нестеров В.Г. Вопросы современного лесоводства / В.Г. Нестеров. – М. : Сельхозгиз, 1961. – 384 с.

9. Никитин К.Е. Лиственница на Украине / К.Е. Никитин. – К. : Вид-во "Урожай", 1966. – 332 с.

10. Санітарні правила в лісах України. – К., 1995. – 24 с.

11. Assmann E. Nauka o produktyjności lasu. – Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne. – 1968. – 628 s.

12. Braun H., Hering S. Wachstumsverlauf von Hybridlarichen (Larix eurolepis Henry) // Beitr. Forstwirtschaft. – 1987. – Bd.21. – Hf.4. – S. 164-168.

13. Erteld W., Kräuter G. Untersuchungen über die Erkennbarkeit guter und schlechter Zuwachsträger bei der Kiefer // Archiv für Forstwesen. – 1957. – Bd.6. – Hf.5/6.

14. Schober R. Gedanken und Vorschläge zu einer Anleitung Baumklassen system für Durchforstungsversuche // Allg. Forst- und Jagd-Zeitung. – 1964. – Bd.135. – Hf.4.

Yu. M. Debrynyuk

THEORETICAL AND METHODOLOGICAL BASES OF OAK TREES GROUPING AFTER GROWTH, QUALITY AND VITALITY OF FOREST PLANTATIONS

The basis of oak trees grouping developed. It based on trees quantity distribution by indexes of medium height, middle diameter, volume of average tree, slowness of living crown within in the framework of four groups of growth. Grouping of trees after the studied features enables to develop theoretical and practical bases of the actual stand productivity determination, to set the appropriate methods of tree planting with the best indexes of growth, indexes of trees' stems quality and vitality state of individual trees.

УДК 630*165:181

М. М. ГУЗЬ¹, Р. М. ГРЕЧАНИК²

ПОЛІМОРФІЗМ ТА СЕЛЕКЦІЯ ГОРІХА ГРЕЦЬКОГО

Охарактеризовано біологічні та екологічні особливості горіха грецького та його використання як сировини. Проаналізовано доступні літературні джерела, які стосуються біологічних, морфологічних, фенологічних, фізіологічних, біохімічних, екологічних та ін. форм. Запропоновано перспективні напрямки селекції горіха на Україні, яка передбачає створення горіхових плантацій (садів) для отримання плодів, лісових плантаційних культур для отримання цінної деревини, ползахисних або придорожніх смуг, протиерозійних і меліоративних насаджень на схилах та терасах, використання його в зеленому будівництві тощо.

Ключові слова: горіх грецький, форма вузьколиста, плакуча, широколиста, смугаста.

Грецький горіх (*L. Juglans regia*) – один з найцінніших лісових деревних видів, який штучно культивують з давніх часів. У Криму культура горіха була відома ще до нашої ери, на решті території України його інтродукували ще за часів Київської Русі, коли встановилися поживлені зв'язки з Грецією та іншими країнами Причорномор'я. Тепер в Україні нараховується близько 6 млн плодоносних екземплярів горіха грецького [1, 23].

Грецький горіх посухостійка, відносно теплолюбна порода, проте він легко пристосовується до низьких температур [17, 22, 24]. Займає проміжне становище між світлолюбними і тіньовитривалими породами, ближчий до перших [17]. За тіньовитривалості схожий до граба і липи, є значно тіньовитривалишим за дуба [22]. Обов'язковою умовою доброго росту горіха є достатня зволоженість ґрунту. Надмірно вологі, мокрі, болотні, як і дуже сухі й сильно засолені ґрунти непридатні для грецького горіха. Ґрунти повинні мати нейтральну або лужну реакцію. До таких належать чорноземні, суглинкові і супіскові ґрунти [17].

Горіх грецький – харчова, вітамінозна, жиролійна, деревинна, лікарська, ефіроолійна, дубильна, фарбувальна, декоративна, фітонцидна й косметична рослина. Здійснено огляд формового різноманіття горіха грецького за такою класифікацією:

1. Морфологічні форми відрізняються зовнішньою будовою, розміром чи забарвленням окремих органів дерева (листової пластинки, крони, кори, плодів тощо).

За габітусом крони. У деревостані крона є високо піднятою і стовбур добре очищений від суків. Окремо ростучі дерева мають велику, діаметром 20-25 м, низько опущену шатроподібну крону з товстим гілками [6, 10, 18]. Трапляються екземпляри красивої кулястої чи овально-кулястої форми [16].

Окрім згаданих вище типових, виділяють такі форми горіха грецького: плакучу – *f. pendula* Petz et Kirchn. – з плакучими гілками; плодоносна – *f. fertilis*

Petz et Kirchn. (*var. fruticosa* Dipp., *var. praeparturiens* hort.) – низькорослу форму, яка рано (нерідко з 3-річного віку) плодоносить; плоди невеликі, тонкошкаралупі. Зростає у Нікітському ботанічному саду [22].

За формою листової пластинки. У типовій форми листки почергові, непарноперисті, завдовжки 20-40 см, що складаються з 5-11 листочків. Листки голі, еліптичні або ледь оберненояйцеподібні; бокові – майже сидячі; верхні – на довгому черешку, більші від бокових, цілокраї чи по краю зубчасті (в молодих і поростевих рослин) [5]. Прості листки (ті, що мають одну пластинку і черешок та листки з двома або чотирма листочками) вважають аномальними. Кінцевий листочок у складному листку сидить на довгому черешку, він симетричний, широкоовальний або видовжений, зазвичай, значно більший від бокових, досягає 20 см завдовжки і 10 см завширшки [16]. Складні листки горіха грецького складаються з 5-7 (рідко з 3 чи 9), переваж, цілокраїх листочків (в інших видів горіха листочки зубчасті) [7].

А.І. Колесников виділяє такі форми горіха грецького за формою листової пластинки: однолисту – *f. monophylla* DS. – з простими, одинарними, інколи трійчастими листками; різнолисту – *f. heterofilla* Koch – листочки з неправильними лопатями; розсіченолисту – *f. laciniata* Jacques (*var. filicifolia* hort., *var. asplenifolia* hort.) – з вузькими перисторозсіченими листками, росте повільніше за типову; особливо ефектна у вигляді солітера на газоні; зростає в Нікітському ботанічному саду, м. Сімферополі, м. Старому Криму; вузьколисту – *f. angustifolia* Gursky. – з вузькими листочками; широколисту – *f. latifolia* Gursky. – з листочками, ширшими від типових; ясенolistу – *f. fraxinifolia* hort. – з 9-10 продовгуватими, зубчастими листочками, схожими на листки ясеня [22].

За забарвленням листової пластинки, окрім типової, виділяють такі форми: строкатолисту – *f. variegata* hort. – з білою облямівкою по краях

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 – доцент кафедри лісових культур і лісової селекції Національного лісотехнічного університету України. Україна, м. Львів. Тел.: +38-067-255-28-82. E-mail: rugrech@gmail.com

листочків; смугасту – *f. striagata* hort. – з жовтими і білими смугами і плямами на листочках [22].

За весняним забарвленням листків. Ф.Л. Щепотєв виділяє дві форми забарвленням листків: червонолисту (червонуватість зникає в міру старіння листка); зеленолисту [10].

За формою і забарвленням кори. Кора стовбура зазвичай сіра, гладенька, з віком неглибоко розтріскується. Трапляються дерева із сіро-пурпуровою, тріщинуватою корою, а також із світло-сірою корою стовбура, що в молодих дерев є гладкою, згодом – глибоко-тріщинуватою [5, 6, 16, 20].

За забарвленням пагонів. Пагони горіха грецького спочатку зелені, згодом – коричнювато-жовті. Молоді пагони блискучі, оливково-сірі. Трапляються дерева з зеленувато- чи жовтувато-сірими пагонами [16, 19, 20].

За формою кісточки і плоду кістянки (горіха) горіх грецький теж поліморфний: від яйцеподібних і еліптичних у вертикальній проекції, – до прямокутних і округлих в горизонтальній проекції [3].

За формою ребер. Форма ребер у горіхів різноманітна – від вузької до широкої з округлими чи гострими краями [3].

За формою ендокарпії. За формою ендокарпії грецького горіха надзвичайно мінливий: від кулястого до яйцеподібного; від овального до видовжено-вигнутого [17].

За формою поверхні шкаралупи: рівна поверхня шкаралупи, слабозморщена; глибокоборозенчаста, горбкувата [17].

За забарвленням шкаралупи ендокарпії: світло-жовті; пісочні; бурувато-коричневі [17].

За товщиною шкаралупи: тонкошкаралупкові; товстошкаралупкові.

Найціннішими є плоди з середньою товщиною шкаралупи. У культурних, особливо у тонкошкаралупних форм грецького горіха, внутрішня оболонка шкаралупи тонка, плівчаста й слабозвинена. Проте, у товстошкаралупних форм вона товста, дерев'яниста, сильно розвинена, своїми виростами закріплює ядро, перешкоджаючи його вийманню [17].

За швом стулок шкаралупи ендокарпії. Стулки шкаралупи ендокарпії грецького горіха в місцях їх з'єднання потовщені. Вони утворюють шов, який є морфологічною ознакою для виділення форм грецького горіха. Шов може бути: потовщений; довгий або короткий; дуже помітний або непомітний. Слабозвинені шви шкаралупи ендокарпії притаманні культурним формам [17].

За розміром і формою стовбура. Горіх грецький – міцне дерево заввишки до 30-35 м, з діаметром стовбура до 2 (3-4) м. У насадженнях стовбур слабо-збіжний, добре сформований, на відкритих місцях – збіжний, з кривизною, діаметром до 1-1,5 м [5, 13]. Окремо ростучі дерева мають низький, товстий стовбур.

За органами репродукції. Є форми грецького горіха, в яких квітки зібрані в китиці по 20 і більше. Маточкова квітка видовжено-овальної форми, до 1 см завдовжки, у верхній частині переходить у стовпчик і закінчується двома великими широкими торочкуватими приймочками. У деяких жіночих квіток буває не дві, як звичайно, а одна, три і чотири

приймочки. Це означає, що з таких аномальних квіток утворюються 1-, 3- і 4-сім'ядольні плоди, а їх ендокарпії будуть мати стільки ж швів чи стулок шкаралупи [17, 26, 28].

За характером суцвіття. Деревя грецького горіха належать до однодольних рослин з роздільностатевими квітками, які цвітуть неодноразово. Спочатку на одному дереві квітують тичинкові квітки, а після їх відцвітання починають цвісти жіночі. Такі дерева називають протоандричними. На інших деревах буває навпаки – спочатку цвітуть жіночі квіти, а потім – чоловічі. Це протогінні дерева [1].

Під час вторинного цвітіння (восени) інколи утворюються двостатеві квітки.

Подібні аномалії рідко трапляються в культурних та дикорослих рослин. У Киргизії і Таджикистані ботанік Т. Дускабілов виявив також екземпляри, що утворюють двостатеві квітки весною, під час первинного цвітіння. Ці рослини до того ж незвично рано утворюють квітки і плоди.

Описано також аномальні випадки утворення двостатевих суцвіть горіха (в нижній частині – жіночі, у верхній – чоловічі). Це було виявлено, наприклад, у Франції в культурних сортів [7, 23].

А.І. Колесников виділив такі форми горіха грецького за характером суцвіття: нормальну – *f. normalis* Sok. – з жіночими квітками (по 1-4) і чоловічими – у китицях; китицеподібну – *f. racemosa* Duham. – з жіночими квітками і плодами в китицях; Зарубіна – *f. Zarubini* Sok. – із суцвіттям у вигляді китиці, в якій біля основи розміщені жіночі квітки, а у верхній частині – чоловічі [22].

За характером плодів. За розмірами горіхів виділено ареальні форми і відібрано сорти грецького горіха для культури. Крупноплоді сорти горіха в Криму і Молдавії називають "бомбою". За розмірами бувають ендокарпії, що не перебільшують плоди вишні, а довжина найкрупніших "бомб" досягає 6-10 см. С.С. Калмиков у Киргизії виявив у культурі форми горіха грецького, що починають плодоносити з 2 років і плодоносять інтенсивно щороку; що цвітуть у тих умовах два рази на рік; з китицеподібним розміщенням плодів; пізнішого цвітіння. Ці особливості є спадковими [3, 10, 25]. За даними С.Я. Соколова, у лісах Середньої Азії горіх грецький має дві форми: справжню – з крупними плодами, без кістяних виростів всередині ядра; малоцістну – з дрібними плодами, ядро яких пронизане кістяними виростами. Справжня форма горіха раніше закінчує вегетаційний період і листки її набувають ближче до осені солом'яно-жовтого кольору. Дрібноплода форма довго зберігає зелене забарвлення листя, яке поступово переходить у буре [10].

2. Фенологічні форми також є біологічними, але відрізняються термінами перебігу фенофаз, тривалістю циклів росту пагонів і вегетації, циклів формування плодів тощо.

За часом цвітіння [22]: рання – *f. praecos* hort. – ранньоквітуча; пізня – *f. serotina* hort. – пізно у липні розпускає листки і квітки. Цієї форми не пошкоджують весняні приморозки. Найбільш морозостійкі пізні фенологічні форми із скороченим циклом вегетації. Такі форми є в Криму та інших областях країни [17].

За часом досягнення репродуктивного віку. Горіх плодоносить із 7-10-річного віку, а окремі його форми і сорти – з 3-4-річного і навіть однорічного віку (сорт Ідеал). За іншими даними, час вступу в період плодоношення – 8-12 років. Грецький горіх щороку інтенсивно плодоносить з 15-20 років, максимальна урожайність припадає на вік 50-100 років [17, 21, 23].

За часом досягання горіхів. Плоди грецького горіха досягають у другій половині вересня. Проте є його форми, в яких плоди досягають у кінці серпня і в кінці вересня [17].

За сезонним припиненням росту пагонів. Ріст пагонів відбувається з кінця травня до середини серпня. За іншими даними, ріст пагонів припиняється в середині липня. Пагони грецького горіха ростуть переважно у травні, у червні ріст первинної меристеми пагонів притупляється і пагін росте в товщину. На Україні ріст пагонів грецького горіха в довжину припиняється на початку липня. Плодоносні пагони перестають рости на місяць пізніше. У деякі дуже вологі і теплі роки ріст пагонів горіха грецького може тривати до глибокої осені. У цьому разі ростові пагони особливо незимостійких за своїм походженням сортів горіха можуть пошкоджувати осінні приморозки [1, 14].

3. Фізіологічні форми різняться особливостями прояву своїх фізіологічних функцій.

За здатністю утворювати капи: капові; каповопоростеві. Капову деревину із напливів у горіха грецького цінять ще дорожче, ніж березову і деревину карельської берези. Для капово-поростевих форм грецького горіха характерний сильноростучий поріст, який з'являється на прикореневих напливах, швидко утворюючи біля кореневої шийки молоді капи. Капові і капово-поростеві форми мають спадковий характер не лише під час вегетативного поновлення поростю від шийки кореня, але і насінного розмноження [11].

4. Екологічні форми. За вибагливістю до умов зростання (багатство ґрунту, засоленість, зволоження тощо) і стійкістю до несприятливих чинників горіх грецький теж поліморфний.

За морозостійкістю: морозостійкі та недостатньо морозостійкі. Так, для недостатньо морозостійких форм характерні крилата розвинена крона, але слабо розвинені флоєми і деревина, більша кількість судин у перидермічній зоні деревини, але менший їх діаметр, менше число тангенціальних ліній волокон у лубі [12]. В Україні стійкими до пізніх весняних приморозків виявилися великоплідні, тонкошкаралупі і голоядрові форми, виділені у певні групи сортів [3].

5. Географічні форми. Горіх грецький має також яскраво виражені географічні форми, сформовані під впливом зовнішніх умов. Південні форми менш витривалі до низьких температур [10].

Варіативність найперспективніших форм. Селекціонери виявили та описали багато форм, які характеризуються доброю якістю плодів, стійкістю до низьких і високих температур, захворювань і ентомошкідників тощо. Для зручності ці форми називають сортами. Всю різноманітність форм горіха об'єднують у декілька давно відомих ботанічних різновидів [15]: великоплідні форми, тонкошкаралупі десертні форми, мигдалеподібні форми, китицеподібні

форми, пізноцвіті форми, твердошкаралупі форми, капові форми.

Добір цих різновидів для систематичних сортів горіха грецького можна пояснити такими причинами. Великі плоди горіха завжди приваблюють садівників, селекціонерів і споживачів. Але великі розміри ендокарпу не завжди поєднуються з крупним ядром, тому часто цій ознаці не надають великого значення. Тонкошкаралупі горіхи цінують за легкість виймання із них ядра. Кістянкоподібна форма грецького горіха приваблює розміщенням його плодів, високою урожайністю в сприятливі для цього роки, а також частим цвітінням два рази на рік. Мигдалеподібна форма цікава красою продовгувато-овального ендокарпу. Мигдалеподібні горіхи можуть бути середніх і великих розмірів. Пізноцвіті дерева горіха не пошкоджуються пізніми весняними приморозками. Твердошкаралупі сорти горіха використовують у селекції для виведення імунних до захворювань і стійких до несприятливих зовнішніх умов форм. І, нарешті, капові форми цінують за декоративність деревини [15].

Напрямки селекції горіха грецького. Основний напрямок селекції горіха грецького – це виведення, насамперед, морозостійких, солестійких, посухостійких та ранньоплодородних, швидкозростаючих і високопродуктивних дерев. Другий напрямок селекції грецького горіха, пов'язаний з промисловою переробкою плодів, – це збільшення виходу ядра у плодах, створення сортів із шкаралупою, яка легко відділяється та розламується.

Основним методом селекції горіха грецького є гібридизація. Гібриди, отримані внаслідок схрещення горіха чорного з грецьким об'єднані в одну гібридну форму, яка має назву горіха червоного (*Juglans rubra* Sezeri), бо їй властиве червоне забарвлення гілок, черешків листків та основних жилок. Гібриди, отримані завдяки схрещенню грецького горіха з сірим та маньчжурським об'єднані в групу, яку називають горіхом зеленим (*Juglans viridis* Sezeri). Кора зеленого горіха гладка, блискуча, зелена, пагони і гілки – смарагдово-зелені [1].

Висновок. Повсюдне поширення горіха в Україні уможливило створення горіхових плантацій (садів) для отримання плодів, лісових плантаційних культур для отримання цінної деревини, полезахисних або придорожніх смуг, протиерозійних і меліоративних насаджень на схилах та терасах, використання його в зеленому будівництві тощо [1, 15, 27].

Зважаючи на велику цінність і унікальність горіха грецького та його форм, лісівники повинні активізувати роботу щодо їх охорони і відновлення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Білоус В.І. Лісова селекція : підручник [для ВНЗ]. – Умань: УВП, 2003. – 534 с.
2. Баранецький Г.Г., Бодлок З.І. Лісова селекція : конспект лекцій. – Львів: РВВ УкрДЛТУ, 1996. – 100 с.
3. Любавская А.Я. Лесная селекция и генетика : учебник [для ВУЗов]. – М.: Лесн. пром-сть, 1982. – 288 с.
4. Пятницький С.С. Практикум по лесной селекции. – М.: Сельхозиздат, 1961. – 271 с.
5. Булыгин Н.Е. Дендрология. – 2-е изд. [перераб. и доп.]. – Л.: Агропромиздат. Ленингр. отд-ние, 1991. – 352 с.

6. Швиденко А.Й., Данілова О.М. Лісова дендрологія : навч. посібник. – Чернівці : Зелена Буковина, 2001. – 228 с.
7. Жизнь растений. – в 6-ти т. – Т. 5.4.1. Цветковые растения / под ред. А.Л. Тахтаджяна. – М. : Изд-во "Просвещение", 1980. – 430 с.
8. Титов Е.В., Улюкина М.К. Гибридизация в роде Juglans // Генетика и селекция в лесоводстве : сб. научн. тр. – М. : ЦНИИЛ ГиС, 1991. – С. 150-158.
9. Смирнов И.А., Сушко М.Т., Каледя В.М., Орлов Б.П., Ширнина Л.В., Улюкина М.К., Омеляненко Н.И., Долгова Т.П., Котлярова Т.И. Научные основы промышленного ореховодства на Северном Кавказе // Генетика и селекция в лесоводстве : сб. научн. тр. – М. : ЦНИИЛ ГиС, 1991. – С. 168-176.
10. Альбенский А.В. Селекция древесных пород и семеноводство. – М.-Л. : Изд-во ГЛБИ, 1959. – 305 с.
11. Яблоков А.С. Селекция древесных пород. – М. : Лесн. пром-сть, 1962. – 486 с.
12. Генетика, селекция, семеноводство и интродукция лесных пород. – М. : Лесн. пром-сть, 1975. – 275 с.
13. Древесные породы мира : пер. с англ. / под ред. Г.И. Воробьева. – М. : Лесн. пром-сть, 1982. – Т. 1. – 328.
14. Древесные растения Главного ботанического сада АН СССР. – М. : Изд-во "Наука", 1975. – 547 с.
15. Орехоплодовые лесные культуры / Щепотьев Ф.Л., Рихтер А.А., Павленко Ф.А. и др. – М. : Лесн. пром-сть, 1978. – 256 с.
16. Щепотьев Ф.Л. Дендрология : учебн. пособие. – К. : Изд-во "Выща шк.", 1990. – 287 с.
17. Горіхи / Щепотьев Ф.Л., Павленко Ф.А., Рихтер О.А. – 2-ге вид. [перероб. і доп.]. – К. : Вид-во "Урожай", 1987. – 184 с.
18. Булыгин Н.Е. Дендрология : учебн. пособие [для ВУЗов]. – М. : Агропромиздат, 1985. – 280 с.
19. Дендрология : учебн. пособие [для ВУЗов] / Смоляк Л.П., Антипов В.Г., Гуняженко И.В. – Минск : Изд-во "Выща шк.", 1990. – 160 с.
20. Бродович Т.М., Бродович М.М. Деревья и кустарники запада УССР. Атлас. – Львов : Изд-во "Выща шк.", 1979. – 251 с.
21. Лісове насінництво / Дебринюк Ю.М., Калінін М.І., Гузь М.М., Шаблій І.В. – Львів : Вид-во "Світ", 1992. – 432 с.
22. Колесников А.И. Декоративная дендрология. – М. : Лесн. пром-сть, 1974. – 703 с.
23. [Електрон. ресурс]. – Доступний з: <http://www.1k.com.ua>.
24. [Електрон. ресурс]. – Доступний з: <http://www.orehi.net.ua>.
25. [Електрон. ресурс]. – Доступний з: <http://www.myljane.ru>.
26. [Електрон. ресурс]. – Доступний з: <http://www.uk.wikipedia.org>.
27. [Електрон. ресурс]. – Доступний з: <http://www.lekmed.ru>.
28. [Електрон. ресурс]. – Доступний з: <http://www.1september.ru>.

M. M. Guz, R. M. Hrethanyk

SELECTION AND VARIETY OF EUROPEAN WALNUT FORMS (WALNUT PERSIAN, WALNUT TURKISH)

The biological and ecological peculiarities of European walnut are described. The use of raw material from this species in different sectors of economy are analysed. The review of literature sources concerning biological, morphological, phonologic, physiological, biochemical, ecological, and other forms of European walnut is presented. The perspectives of these species forms selection is also developed.

Keywords: European walnut, narrow-leaved form, wide-leaved form pendulous form, striped form.

УДК 630*231

В. О. КРАМАРЕЦЬ¹, Г. Т. КРИНИЦЬКИЙ²

ПРИРОДНЕ ПОНОВЛЕННЯ В ЯЛИНОВИХ ЛІСОСТАНАХ ЗАПОВІДНОГО УРОЧИЩА "МАКІВКА"

Подано результати досліджень природного поновлення в похідних ялинниках на території заповідного урочища "Маківка" в Державному підприємстві "Славське лісове господарство". Під наметом врослих ялинових деревостанів формується значна кількість підросту (50-100 тис. шт./га). Внаслідок суцільних санітарних рубань кількість здорового підросту зменшується на 50-60 %, але залишається достатньою для природного відтворення ялинових насаджень. Однак такі ялинники в умовах хронічного розвитку вогнищ опенька осіннього та кореневої губки є малостійкими та починають всихати уже в молодому віці.

Упродовж останніх десятиріч на території Сколівських Бескидів та в інших районах Карпат відбувається інтенсивне всихання ялини європейської. Розвиток патологічних процесів набуває катастрофічного характеру – поширення збудників корневих гнилей (кореневої губки та опенька) досягло рівня епіфітотії, в уражених насадженнях формуються стійкі хронічні вогнища масового розмноження короїдів та інших стовбурових шкідників. Особливу загрозу розвитку патологічних процесів на території Сколівського району становить для лісостанів заповідних територій різного рангу, у складі яких переважає ялина європейська, зокрема для насаджень національного природного парку "Сколівські Бескиди", заповідних урочищ "Маківка", "Кремінь", "Димківці", "Головецьке", "Бескид" та ін.

На території Сколівських Бескидів лісостани з перевагою у складі ялини європейської займають значні площі. Переважна більшість таких лісостанів створена штучно на місці букових та ялицевих лісів. Причому створення лісових культур ялини на території Карпат має тривалу історію – садіння цієї породи почали практикувати ще в кінці XIX ст. Особливо масово ялину європейську висаджували та висівали після сильних вітровалів 1868-1885 рр. [3]. Створенню лісових культур сприяла також інтенсивна лісоексплуатація – на початку XX ст. обсяг вирубування лісу більше як в 1,5 рази перевищував розрахункову лісосіку [9]. Наприкінці XIX – на початку XX ст. ялину цінували навіть більше, ніж бук, тому нею замінювали практично всі лісосіки. Така "ялиноманія" тривала до середини 60-х років XX ст. [6], а до складу лісових культур в поясі ялицево-букових лісів на Прикарпатті та в Карпатах ялину вводили донедавна.

З огляду на прогресивне всихання ялини у Прикарпатті, важливого значення набуває вивчення процесів природного її поновлення та шляхів переформування похідних ялинників у змішані буково-ялицеві лісостани.

На процеси природного поновлення в ялинниках впливають різні екологічні чинники, зокрема: режим освітлення, видовий склад, густота та зімкненість трав'яного вкриття, зімкненість намету деревостану [2, 7, 8]. Однак варто зазначити, що природне поновлення ялини в насадженнях з її перевагою відбувається успішно практично у всіх типах лісу. Дуже добре поновлюється ялина на схилах північно-східних та східних експозицій. При цьому в ялиново-ялицево-букових лісах уже на стадії підросту формується різновікова структура нового покоління лісу [7].

Дуже важливе значення для виживання підросту в ялинових лісах має світло – збільшення освітленості під наметом деревостану від 10 до 30-60 % від повної освітленості приводить до значного збільшення кількості підросту під наметом деревостану [7]. Таку картину спостережено в похідних ялинових деревостанах, в яких внаслідок розвитку корневих гнилей та відпаду дерев освітленість під наметом лісу постійно зростає.

Для вивчення процесів природного поновлення на території урочища "Маківка" нами було закладено пробні площі, розмір яких перебував у межах від 0,18 до 0,25 га. Окрім пробних площ, закладено також науково-виробничий стаціонар, на якому відпрацьовують методи щодо інтенсифікації попереднього відновлення ялиці та бука під наметом ялинових лісостанів.

Заповідне урочище місцевого значення "Маківка" створене рішенням виконкому Львівської обласної ради 7 грудня 1991 р. на території Головецького лісництва (квартали 6, 7, 13, 14) Славського лісгоспазу (тепер – ДП "Славське лісове господарство"). Метою виділення заповідного урочища було "збереження високопродуктивного еталонного насадження ялини звичайної".

Для закладання та характеристики пробних площ використовували стандартні методики лісотаксаційних та лісопатологічних досліджень [1, 5]. Аналіз процесів природного поновлення деревних

¹ Володимир Олександрович КРАМАРЕЦЬ – член-кореспондент Лісівничої академії наук України, доцент кафедри лісівництва Національного лісотехнічного університету України. Україна, м. Львів. Тел.: +38-067-252-76-56. E-mail: v_kramarets@ukr.net

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

порід здійснювали за методикою М.М. Горшеніна [4]. У межах кожної пробної площі закладали по 25 облікових майданчиків, розміром 2×2 м. На кожному обліковому майданчику підраховували кількість самосіву і підросту за породами і групами віку: однорічники, 2-3-річники, 4-7 річники, та підріст старше семи років. Оцінку успішності природного поновлення проводили за шкалою М.М. Горшеніна [4]. Для цього кількість підросту різних вікових груп зводили до однієї найбільш надійної групи – 4-7-річок, використовуючи такі перевідні коефіцієнти: кількість однорічок множили на 0,15, кількість 2-3 річок – на 0,6, а кількість підросту, старшого ніж 7 років на 1,5.

Табл. 1. Лісівничо-таксаційні показники насаджень на пробних площах в урочищі "Маківка"

№ зп	Місцеразташування, кв./вид.	Площа, га	Склад насаджень	Вік, р.	Середні		Повнота	Бонітет	Запас, м³/га	
					Н, м	Д, см			всього	сухою
1	13/15	0,25	10Ял, од. Бк	85	31,3	31,3	0,47	I ^a	395	132
2	13/14	0,2	10Ял, од. Бп	60	23,4	22,6	0,91	I ^a	895	334
3	13/17	0,2	10Ял, од. Бк	70	29,9	25,1	0,76	I ^b	607	120
4(1с)	13/17	0,2	10Ял, од. Бк	70	30,7	25,7	0,78	I ^b	669	154
5(2с)	13/17	0,2	10Ял, од. Бк	70	27,4	26,6	0,82	I ^a	650	228

7	13/3	0,16	10Ял	60	21,1	21,5	0,63	I	795	296
---	------	------	------	----	------	------	------	---	-----	-----

Дослідження здійснювали у пристигаючих ялинових насадженнях у 2005-2006 рр. Лісівничо-таксаційні показники лісостанів на пробних площах, у заповідному урочищі "Маківка" наведено в табл. 1. Пробні площі закладені в умовах вологої ялиново-ялицевої субучини. У трав'яному покриві зростають чорниця, кислиця, ожина, щитник чоловічий та безщитник жіночий, орляк, щитник австрійський та ін. Як видно з даних табл. 1, у складі лісостанів є ялина європейська, лише зрідка на пробних площах трапляються дерева бука європейського та берези пониклої. Усі насадження характеризуються високими запасами деревини. Однак внаслідок зниження життєвості деревостанів та розвитку патогенних процесів тут формується значний запас сухою – від 120 до 334 м³/га.

Результати обліку самосіву та підросту деревних порід на пробних площах наведено в табл. 2. Як видно з наведених даних, в обстежених лісостанах переважає самосів та підріст ялини європейської, сумарна кількість якого змінюється від 12,7 до 138,0 тис. шт./га під наметом насаджень. Незначною є кількість підросту інших порід, зокрема бука, ялиці, берези, горобини. За шкалою М.М. Горшеніна [4] природне поновлення ялини оцінюється як добре, бука та ялиці – як незадовільне.

Табл. 2. Кількість життєздатного самосіву та підросту деревних порід на пробних площах

№ пробної площі, розташування	Порода	У перерахунку на 1 га, шт.				Всього у перерахунку на 4-7-річники, тис. шт./га	Оцінка успішності поновлення
		1-річні	2-3-річні	4-7-річні	старші ніж 7 р.		
1 (кв. 13 вид. 15)	Ялина європейська	3000	12000	4500	375	12,70	добре
	Бук лісовий	-	-	-	125	0,19	незадовільне
	Ялиця біла	-	500	250	-	0,55	незадовільне
	Разом	3000	12500	4750	500	13,44	
7 (кв. 13 вид. 3)	Ялина європейська	13375	15125	17750	9500	43,08	добре
	Бук лісовий	-	-	-	125	0,19	незадовільне
	Береза бородавчаста	-	125	-	-	0,07	незадовільне
	Разом	13375	15250	17750	9625	43,34	
4(1с) (кв. 13 вид. 17)	Ялина європейська	10833	11250	5208	417	14,21	добре
	Разом	10833	11250	5208	417	14,21	
	Ялина європейська	10417	9375	11667	3125	23,54	добре
5(2с) (кв. 13 вид. 17)	Бук лісовий	625	417	-	-	0,34	незадовільне
	Горобина	-	-	-	208	0,31	незадовільне
	Разом	11042	9792	11667	3333	24,19	
2 (кв. 13 вид. 14) до вирубування	Ялина європейська	3900	5000	7600	4000	35,80	добре
	Бук лісовий	-	-	-	100	0,31	незадовільне
	Береза бородавчаста	300	-	200	-	0,51	незадовільне
	Ялиця біла	-	-	-	100	0,31	незадовільне
	Горобина	-	1300	1200	2400	11,63	добре
	Разом	4200	6300	9000	6600	48,56	
2 (кв. 13 вид. 14) після вирубування 2006 р.	Ялина європейська	2200	2300	3100	2400	8,41	добре
	Бук лісовий	-	-	-	100	0,31	незадовільне
	Береза бородавчаста	-	-	200	-	0,20	незадовільне
	Ялиця біла	-	-	-	100	0,15	незадовільне
	Горобина	-	900	300	1200	2,64	
	Разом	2200	3200	3600	3700	11,71	
3 (кв. 13 вид. 17) до вирубування	Ялина європейська	16750	24000	27500	62375	137,98	добре
	Бук лісовий	-	125	-	-	0,07	незадовільне
	Береза бородавчаста	625	-	-	-	0,09	незадовільне
	Горобина	0	250	125	250	0,27	незадовільне
	Разом	17375	24375	27625	62625	138,41	
3	Ялина європейська	3700	9000	10600	14100	37,71	добре

(кв. 13 вид. 17) після вирубування 2006 р.	Бук лісовий	-	100	-	-	0,06	незадовільне
	Береза бородавчаста	-	300	-	-	0,18	незадовільне
	Горобина	-	200	100	-	0,22	незадовільне
	Разом	3700	9600	10700	14100	38,17	

Варто зазначити, що під наметом зімкнених ялинових лісостанів, в яких процеси розрідження намету деревостану тільки розпочалися, кількість підросту є дещо нижчою (ПП 1с та 2с) – табл. 2. Однак, найменшу кількість підросту виявлено на ПП 1 (кв. 13 вид. 15), де деревостан під впливом відмирання дерев внаслідок пошкодження кореневою губкою та опеньком осіннім розріджений до повноти 0,5-0,4. Причиною стрімкого зменшення кількості самосіву і підросту тут є розростання ожини, яка перешкоджає розвитку процесів природного поновлення. Однак навіть на цій ділянці успішність природного поновлення ялини оцінюють як "добру", тобто кількість підросту є достатньою для формування насадження. Водночас, потрібно зазначити, що в умовах існуючого в насадженнях інфекційного фону молоде покоління ялини приречене на неминучу загибель.

Для дослідження впливу верхнього ярусу деревостану на процеси природного поновлення ми проаналізували кількість самосіву і підросту на облікових майданчиках із різною зімкнутістю крон материнських дерев (рис. 1).

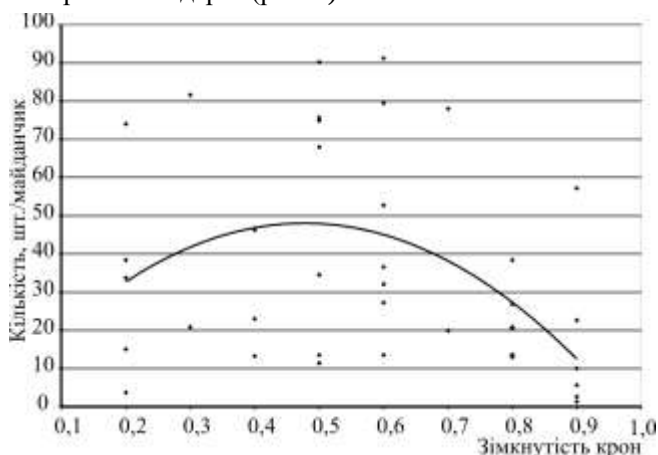


Рис. 1. Залежність кількості підросту ялини європейської від зімкнутості крон материнських дерев (у переводі на 4-7-річки)

Як видно з рис. 1, кількість підросту ялини із зменшенням зімкнутості крон зростає та досягає найвищих значень за зімкнутості крон 0,5-0,4. При подальшому зменшенні зімкнутості крон кількість підросту поступово зменшується – в прогалинах починають розростатися трави, які є конкурентом підросту. Однак чисельність підросту тут залишається вищою, ніж за зімкнутості крон 0,8-0,9.

Зміна процесів природного поновлення відбувається також і під впливом рубань, зокрема – суцільних санітарних, які здійснюють в урочищі. Для вивчення їхнього впливу на стан підросту ми здійснили повторні обліки на пробних площах 2 і 3, де в 2006 р. здійснено суцільні санітарні рубання (табл. 2). Після рубання кількість непошкодженого підросту на ПП-2 зменшилася з 48,6 до 11,7 тис. шт./га (в 4 рази), а на ПП-3 – з 138,4 до 38,2 тис. шт./га (в 3,6 рази). Водночас, як видно з рис. 2 і 3, після суцільних санітарних рубань кількість пошкодженого

підросту зросла на пробних площах 2 і 3 з 0,5-1,1 до 35,9-39,6 %, а кількість сухого підросту – з 0,3-0,4 до 2,8-3,2 %. Крім цього, після проведення рубань підріст на ділянках зберігся нерівномірно – у вигляді окремих куртин різної густоти. Однак, загалом кількість підросту ялини на зрубках залишається високою і за шкалою проф. М.М. Горшеніна [4] вона є достатньою для відтворення насадження.

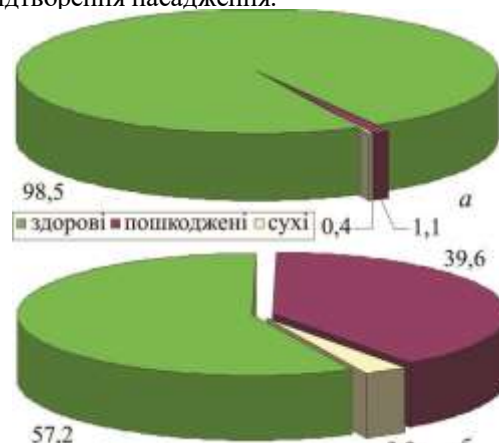


Рис. 2. Частка підросту на ПП-2 до (а) та після (б) суцільного санітарного рубання, %

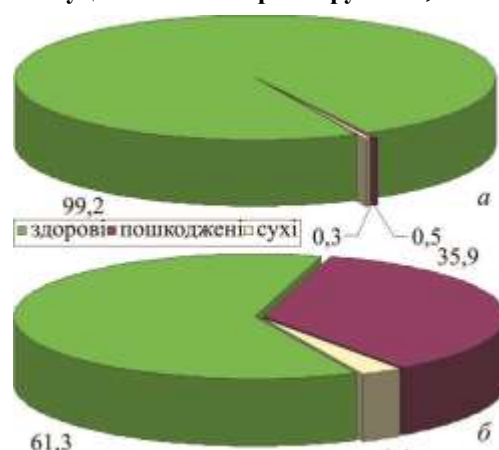


Рис. 3. Частка підросту на ПП-3 до (а) та після (б) суцільного санітарного рубання, %

Основна причина пошкоджень підросту – травмування молодих деревець внаслідок звалювання дерев та трелювання деревини. У ході рубань найбільше пошкоджується підріст старшого віку (понад 7 років), який за шкалою проф. М. Горшеніна [4] має високий перевідний коефіцієнт (1,5) при перерахунку на благонадійний 4-7-річний підріст.

Стан підросту погіршується також через те, що переважну кількість рубань здійснюють влітку та восени. У цей період в ході рубання молоді деревця сильно травмуються. Рубання у зимовий період (по сніговому покриву) дала б змогу зберегти більшу кількість здорового підросту. Однак здійснення рубань у зимовий період на території Головецького лісництва (в т.ч. й у заповідному урочищі "Маківка") унеможливлене через брак доріг, які були б придатними до експлуатації протягом всього року.

На стан підросту ялини негативно впливає також різка зміна мікрокліматичних умов після проведення суцільних санітарних рубань, особливо на південних та південно-східних схилах гір. Тут створюються несприятливі умови для росту молодих дерев ялини, які в літній період проявляються у пересушуванні верхніх шарів ґрунту, сухості повітря, виникненні теплових опіків і порушенні фізіолого-біохімічних процесів (транспірації, дихання, фотосинтезу тощо) під дією прямої сонячної радіації. У зимовий період на зрубках цих схилів дмуть сильні вітри та значні перепади, які іноді досягають абсолютного мінімуму. Водночас, нашими дослідженнями встановлено, що на зрубках південних та південно-східних експозицій кращі умови для розвитку тінювитривалого підросту ялини створюються під наметом біогруп берези, вільхи сірої та горобини (рис. 4).



Рис. 4. Санітарний стан підросту ялини на зрубі після суцільного санітарного рубання у куртинах без берези та з участю берези

Як видно з рис. 4, у чистих куртинах санітарний стан підросту ялини є гіршим, ніж у куртинах з участю берези. Ялина тривалий час може витримувати затінення, що дає змогу їй формувати добре розвинений, повнодеревний стовбур. Окрім цього, під наметом берези, вільхи сірої та горобини створюються добрі умови для формування підросту ялиці та бука – ці породи також тривалий час можуть витримувати затінення. За надлишку світла вони формують стовбури із низько опущеною, сильно розгалуженою кроною, що не забезпечує нормального розвитку стовбурів. У зимовий період супутні породи для підросту ялини, ялиці, бука пом'якшують негативний вплив сильних морозів та вітрів.

На стан підросту також впливає розростання ожини у трав'яному ярусі. У місцях, де утворилися суцільні зарості цієї рослини, процеси природного поновлення практично відсутні. У разі розростання на зрубках ожина погіршує також умови для розвитку порід-піонерів (берези, вільхи сірої, горобини) і не дає їм змоги заселяти наявні прогалини. У цьому випадку формуються молодняки з нерівномірною повнотою та зімкненістю намету деревостану, що призводить до погіршення умов їх росту та формування дерев низької товарної якості.

Висновки. Виконані дослідження засвідчують, що в ослаблених кореневими гнилями деревостанах з

перевагою у складі ялини в заповідному урочищі "Маківка" Головецького лісництва ДП "Славське лісове господарство" знову формуються похідні ялинники, які вже в молодому віці уражають кореневі гнилі. Відтворення природним шляхом корінних деревостанів в урочищі "Маківка" може затягнутися на тривалий час. Тому для формування лісостанів, які б відповідали едафо-кліматичним умовам території, потрібно здійснити спеціальні заходи із попереднього відновлення цінних лісотвірних порід (бука, ялиці) та їх супутників (берези, явора, горобини та ін.).

ЛІТЕРАТУРА

1. Воронцов А.И., Мозолевская Е.Г., Соколова Э.С. Технология защиты леса. – М. : Изд-во "Экология", 1991. – 304 с.
2. Генсирук С.А. Ельники восточных Карпат. – Львов : Изд-во ЛЛТИ, 1957. – 126 с.
3. Голубец М.А. Ельники Украинских Карпат. – К. : Вид-во "Наук. думка", 1978. – 264 с.
4. Горшенин Н.М. Методы изучения естественного возобновления и эрозии почв // Научные труды ЛЛТИ. – Львов : ЛЛТИ. – 1957. – Т. IV. – С. 35-42.
5. Гром М.М. Лісова таксація : підручник. – Львів : РВВ УкрДЛТУ, 2005. – 352 с.
6. Крамарец В.А., Кульчик О.А., Приндак В.П. Усыхание еловых насаждений в НПБ "Сколевские Бескиды", причины и пути улучшения состояния // Леса Беларуси и их рациональное использование : матер. Междунар. науч.-техн. конф. 29-30.XI.2000 г. – Минск, 2000. – С. 263-265.
7. Молотков П.И., Мамонтов Н.И., Гниденко В.И., Молоткова Н.И. Естественное возобновление лесов. – Ужгород : Изд-во "Карпаты", 1971. – 124 с.
8. Тышкевич Г.Л. Еловые леса Советских Карпат. – М. : Изд-во АН СССР, 1962. – 175 с.
9. Чекин В.П., Герушинский З.Ю., Оксанич Э.Я., Ивашова А.П. Лесное хозяйство и лесная промышленность западных областей Украинской ССР. – Львов : Изд-во Львовского ун-та, 1967. – 144 с.

V. O. Kramarets, G. T. Krynytskyj

NATURAL FOREST REGENERATION IN SPRUCE STANDS OF THE PROTECTED NATURAL AREA "MAKIVKA"

The results of natural regeneration study in the spruce stands on the territory of the protected natural area "Makivka" (inside the boundaries of the state enterprise Slavs'ky Forestry) are presented. Under the shelter of drying out spruce trees crowns considerable number of regrowth is formed (50-100 thousands seedlings per ha). After fulfillment of sanitary clear-cuttings the amount of healthy seedlings decreases on 50-60 % but it remains still sufficient for the natural restoration of plantations. However such fir forests in the conditions of honey agaric and Heterobasidion root rot deceases development are biologically unstable and begin to dry out in a young age.

УДК 630*232: 630*907.12

В. Г. МАЗЕПА¹, Ю. С. ВЕРЕМЧУК²

РЕПРОДУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ СОСНОВИХ НАСАДЖЕНЬ МАЛОГО ПОЛІССЯ В УМОВАХ ХРОНІЧНОГО ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРИ

Наведено результати досліджень впливу забруднення атмосфери викидами Добротвірської ТЕС на плодоношення соснових деревостанів, морфометричні показники шишок і насіння, а також якісні характеристики насіння. З'ясовано вплив за градієнтом забруднення атмосфери на ступінь плодоношення соснових деревостанів, збільшення кількості шишок та погіршення показників посівної якості насіння. Ступінь плодоношення середньовікових сосняків зростає з їх наближенням до джерела забруднення та із збільшенням вологості лісорослинних умов.

Промислові викиди в атмосферу спричиняються до різноманітних порушень генеративних процесів і насінневої репродуктивної здатності лісових насаджень. З'ясовано, що під впливом забруднювальних речовин пригнічується плодоношення деревних порід, у хвойних зокрема зменшуються кількість та розміри шишок і насіння [1, 6, 9], знижується повнозернистість та погіршується проростання пилок і насіння [13]. Насіння деяких деревних порід, що ростуть в умовах забрудненої атмосфери, втрачає схожість через високий вміст токсичних речовин [12]. Результати наших багаторічних досліджень впливу викидів Рівненського ВАТ "Азот" на показники репродуктивності сосни звичайної засвідчують, що емісії спричиняються до збільшення кількості шишок (у півтора-два рази), зменшення їхньої довжини (на 6-14 %) і ваги (на 10-29 %), а також повнозернистості насіння (на 20-41 %) [7].

Інші дослідники дійшли висновку, що промислові викиди істотно не впливають на показники насіння [2], а також не змінюють росту та розвитку сіянців, вирощених з нього [11].

З метою вивчення впливу промислових викидів в атмосферу на репродуктивні особливості соснових деревостанів здійснювали дослідження плодоношення дерев, біометричних показників шишок та насіння, а також основних показників насіння. Плодоношення сосни вивчали у деревостанах шостого класу віку, на постійних пробних площах, характеристику яких наведено в літературі [8]. Пробні площі закладені на трансекті в модальних лісостанах за напрямком переважаючих вітрів від Добротвірської ТЕС (ДТЕС), яка є найбільшим джерелом забруднення атмосфери в умовах Західного Лісостепу. ДТЕС розташована в Західній частині району Малополіської низовини (Малого Полісся) біля р. Західний Буг. Максимальний обсяг викидів забруднювальних речовин в атмосферу, зареєстрований у 2001 р., становив 73.4 тис. т.

Середній бал плодоношення деревостану визначали як середньозважений показник плодоношення кожного дерева на пробній площі за шкалою А.А. Кочергіна [3]. Заготівлю шишок здійснювали під час суцільнолісосічних рубань стиглих соснових деревостанів (табл. 1) з десяти плодоносних дерев, рівномірно по кроні. Середній зразок шишок для кожної ділянки становив 500 шт.

Табл. 1. Таксаційна характеристика та стан соснових деревостанів, у яких здійснювали заготівлю шишок (грудень, 2007 р.)

№ з/п	Лісництво, кв / вид	Віддаль до ТЕС, км	Склад деревостану	Вік, років	Середні		Повнота	Бонітет	Запас, м ³ /га	Індекс стану
					Н, м	Д, м				
1	Бабичівське, 13/6	5	10Сз+Дз	87	21	32	0.5	II	160	2.2
2	Бабичівське, 64/7	25	10Сз+Бп	83	22	36	0.6	II	260	1.8
3	Нивицьке, 30/19	33	10Сз	81	23	28	0.7	II	290	1.7
4	Заболотцівське, 18/7	41	9Сз1Влч	92	27	42	0.5	II	299	1.7
5	Лагодівське, 33/1	50	9Сз1Дз	82	27	36	0.7	II	402	1.7

У лабораторних умовах замірювали морфометричні показники шишок, після чого їх висушували за температури повітря 18-22 °С. Біометричні показники шишок і насіння, вагу насіння та основні показники його якості визначали за В.В. Огієвським та І.І. Рубцовим [10]. Насіння пророщували у трьох повторностях по 100 шт. у кожній. Перед пророщуванням його протягом 18 год. витримували у воді за кімнатної температури (18-20 °С).

З метою вивчення якісних характеристик насіння сосни досліджували також показники якості насіння, яке було заготовлене у державних підприємствах

¹ Василь Григорович МАЗЕПА – член кореспондент ЛАН України, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів, тел.: +38(032)233-06-05

² Юрій Сергійович ВЕРЕМЧУК – інженер Львівської державної зональної лісонасінневої інспекції. Україна, м. Львів, тел. +38(032) 261-09-18

"Радехівське лісове господарство" і "Бродівське лісове господарство". Лісостани першого підприємства зростають за напрямком панівних вітрів від Добротвірської ТЕС, в районі дії якої викиди шкідливих речовин в атмосферне повітря, досягають в окремі роки 70-85 тонн на квадратний кілометр території. У лісостанах Бродівського району викиди становлять лише 0.8-3.1 тонни на квадратний кілометр шкідливих речовин [4]. Для порівняння якості насіння сосни звичайної використано багаторічні дані Львівської державної зональної лісонасінневої інспекції.

Табл. 2. Плодоношення середньовікових соснових деревостанів у зоні впливу ДТЕС (чисельник – дані за 2005 р., знаменник – за 2008 р.)

№ ПП П	Склад деревостану	Тип лісу	Вік, роки	Віддалі до ТЕС, км	Розподіл дерев за ступенем плодоношення, %				Середній бал плодоношення
					0	1	2	3	
1РБ	10Сз	В ₂ ДС	54	5	47.9 61.7	41.8 35.8	10.3 2.5	0 0	0.62 0.41
8РБ	10Сз	В ₂ ДС	60	5.5	61.0 30.5	30.5 50.8	8.5 13.6	0 5.1	0.47 0.93
7РБ	10Сз	В ₂₋₃ ДС	60	8	60.5 26.3	34.2 52.6	5.3 13.2	0 7.9	0.45 1.02
2РБ	10Сз	В ₂₋₃ ДС	61	12	48.8 17.9	28.6 42.9	20.2 29.7	2.4 9.5	0.76 1.31
3РБ	10Сз + Дз	В ₂ ДС	61	25	46.3 31.4	51.5 32.8	2.2 25.6	0 10.2	0.56 1.15
4РБ	10Сз	В ₃ ДС	61	31	66.0 26.0	28.9 43.7	5.1 21.9	0 8.3	0.39 1.13
5РН	10Сз	В ₂ ДС	61	31	85.8 49.1	10.6 28.4	3.6 19.5	0 3.0	0.18 0.76
6РН	10Сз + Дз	В ₂ ДС	63	36	81.5 64.3	17.2 29.8	1.3 4.6	0 1.3	0.20 0.43

Оцінюючи плодоносіння дерев у соснових деревостанах, ми виявили (табл. 2), що на ступінь їх плодоношення істотно впливає зональне розміщення насаджень. В міру їх віддалення від джерела забруднення до 20 км спостерігається зростання ступеня плодоношення дерев (0.76-1.31 бали), а також кількості плодоносних дерев (до 51-82 %). На віддалі понад 20 км навпаки, середній бал плодоношення дерев сосни знижується до 0.18-0.76, а кількість плодоносних дерев зменшується.

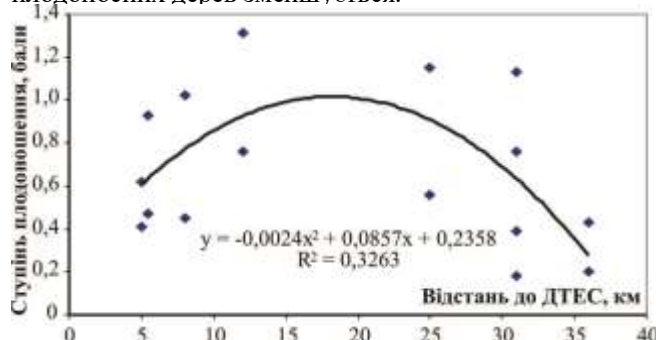


Рис. 1. Залежність між плодоношенням соснових деревостанів та відстанню до ДТЕС

Залежність між плодоношенням середньовікових соснових деревостанів й віддаллю до джерела забруднення виражається параболою другого порядку (рис. 1) і цілком збігається з кривою розповсюдження забруднювачів в атмосфері. Так, за даними Г.М. Ількана [5, с. 41], концентрація газів, викинутих в

атмосферу, максимальна біля земної поверхні на певній віддалі від джерела забруднення. Отож, промислові викиди в атмосферу ДТЕС, позитивно впливають на плодоносіння соснових насаджень.

На ступінь плодоношення дерев сосни впливають також кліматичні та лісорослинні умови. Як видно з наведених даних (табл. 2), плодоношення деревостанів було значно гіршим у 2005 р. порівняно з 2008 р. Це можна пояснити тим, що посушливіші погодні умови 2004-2005 рр. негативно вплинули на репродуктивну здатність сосни. В умовах вологого дубово-соснового субору середній бал плодоношення дерев майже удвічі вищий, ніж у свіжому суборі (ППП – 4,5).

Аналіз морфометричних показників шишок, зібраних на різній віддалі від джерела забруднення, свідчить про те, що зональне розташування деревостанів істотно впливає на кількість шишок на пагоні, їхні розміри та вагу (табл. 3). В міру наближення до ДТЕС кількість шишок на пагоні зростає і є на 85 % більшою на віддалі 5 км від підприємства, порівняно з контролем. Зростання розмірів шишок та їхньої ваги відзначено в деревостанах, які віддалені на 25 км від підприємства.

Табл. 3. Морфометричні показники шишок сосни звичайної на різній віддалі до ДТЕС (2007 р.)

Показники	Віддалі від ДТЕС, км				
	5	25	33	41	50
Кількість шишок, шт./пагін	1,15 ^{±0,12} 185,5	0,85 ^{±0,11} 137,1	0,71 ^{±0,12} 114,5	0,60 ^{±0,08} 96,8	0,62 ^{±0,08} 100,0
Довжина шишки, мм	39,4 ^{±0,53} 91,0	44,4 ^{±0,55} 102,5	39,3 ^{±0,60} 90,8	41,5 ^{±0,58} 95,8	43,3 ^{±0,58} 100,0
Ширина шишки, мм	19 ^{±0,22} 95,0	21,2 ^{±0,24} 106,0	19,5 ^{±0,24} 97,5	20,2 ^{±0,22} 101,0	20,0 ^{±0,22} 100,0
Вага однієї шишки, г	6,3 ^{±0,20} 91,3	8,4 ^{±0,26} 121,7	6,2 ^{±0,21} 89,9	7,1 ^{±0,22} 102,9	6,9 ^{±0,19} 100,0

Примітка: чисельник – фактична величина, знаменник – у % до контролю.

Для ваги насіння не простежено чіткої закономірності зростання впливу за градієнтом забруднення. Так, на віддалі 25 і 33 км від підприємства, вага 1000 шт. насіння збільшилася на 5 % та зменшилася на 7 % порівняно з контролем (табл. 4). Такі показники посівної якості насіння, як повнозернистість, енергія проростання та схожість є гіршими у хронічно пошкоджених деревостанах. Відтак, показники якості насіння на ділянці, віддаленій на 5 км від ДТЕС, на 4-5 % нижчі від контролю.

Табл. 4. Показники посівної якості насіння сосни звичайної

Показники	Віддалі до ДТЕС, км				
	5	25	33	41	50
Вага 1000 шт. насіння, г	7,04 ^{±0,027} 97,8	7,56 ^{±0,02} 105,0	6,72 ^{±0,03} 93,3	7,20 ^{±0,03} 100,0	7,20 ^{±0,01} 100,0
Повнозернистість насіння, %	94,5 ^{±0,66} 94,6	98,7 ^{±0,33} 99,0	96,0 ^{±0,57} 96,7	97,3 ^{±0,33} 97,6	99,7 ^{±0,33} 100,0
Енергія проростання, %	92,7 ^{±0,66} 95,8	97,0 ^{±1,00} 100,3	94,6 ^{±0,33} 97,5	97,3 ^{±0,33} 100,6	96,7 ^{±1,66} 100,0
Схожість насіння, %	94,0 ^{±1,00} 95,2	98,3 ^{±0,33} 99,6	96,0 ^{±0,57} 97,3	97,7 ^{±0,33} 99,0	98,7 ^{±0,67} 100,0

Негативний вплив забруднення на вагу насіння підтверджується також багаторічними даними зональної лісонасінневої інспекції (рис. 2). Як видно з

наведених даних, останніми роками спостерігається зменшення ваги насіння у Радехівському та у Бродівському лісгоспах, проте виразніше ця тенденція простежується у першому, оскільки там лісостани зазнають хронічного впливу забруднення атмосфери. Середня багаторічна вага насіння на цих підприємствах істотно не відрізняється, проте мінливість його ваги більша в зоні впливу забруднення, де коефіцієнт варіації становить 9.3 %, а в контрольних насадженнях – 6.1 %. Середня багаторічна вага насіння сосни становить 6.98 г у хронічно пошкоджених та 7.15 г в контрольних насадженнях. Виявлену залежність зниження показників посівної якості насіння під впливом забруднення атмосфери підтверджують також інші автори [6, 12].

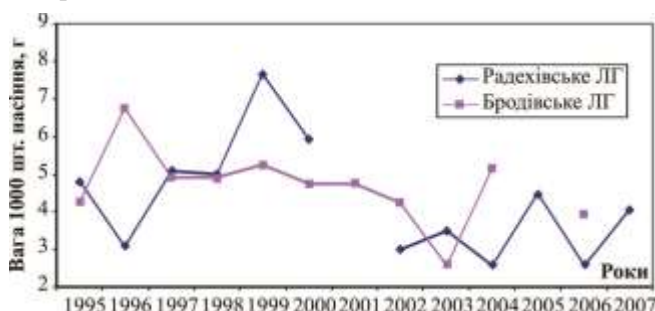


Рис. 2. Динаміка маси 1000 шт. насіння сосни звичайної в умовах Малого Полісся

Результати дослідження засвідчили, що плодоношення соснових деревостанів у зоні впливу викидів Добровірської ТЕС певною мірою залежить від градієнта забруднення атмосфери та лісорослинних умов. Вплив забруднення атмосфери на репродуктивні особливості сосни звичайної в умовах Малого Полісся проявляється у збільшенні плодоношення як окремих дерев так і деревостанів, а також у погіршенні показників посівної якості насіння.

ЛІТЕРАТУРА

1. Антипов В.Г. Влияние сернистого ангидрида на генеративные органы древесных растений // Растительность и промышленные загрязнения. Охрана природы на Урале. – 1970. – Вып. 7. – С. 31-35.
2. Баталов А.А., Мартынов Н.А. К экологии семенного размножения сосны обыкновенной в окрестностях нефтехимических предприятий // Экология. – 1981. – № 2. – С. 83-85.
3. Дебринюк Ю.М., Калінін М.І., Гузь М.М., Шаблій І.В. Лісове насінництво. – Львів : Вид-во "Світ", 1998. – 432 с.

4. Довкілля Львівщини. Статистичний зб. за 2006 р. – Львів : Головне управління статистики у Львівській області, 2007. – 101 с.
5. Илькун Г.М. Загрязнители атмосферы и растения. – К. : Вид-во "Наук. думка", 1978. – 246 с.
6. Луганский Н.А., Калинин В.А. Влияние атмосферных загрязнений на семеношение и качество семян сосны // Лесной журнал. – 1990. – № 1. – С. 7-10.
7. Мазепа В.Г. Вплив техногенного забруднення атмосфери на репродуктивні особливості *Pinus sylvestris* L. // Український ботанічний журнал. – 1995. – Т. 52, № 5. – С. 654-658.
8. Мазепа В.Г. Стан соснових насаджень Малого Полісся в зоні впливу Добровірської ТЕС // Лісівництво і агролісомеліорація. – Харків, 2008. – Вип. 112. – С. 225-231.
9. Мамаев С.А., Шкарлет О.Д. Влияние промышленных загрязнений на репродуктивный процесс у сосны обыкновенной // Растения и промышленная среда. – К. : Вид-во "Наук. думка", 1971. – С. 63-65.
10. Огневский В.В., Рубцов И.И. Лесные культуры и лесные мелиорации. – М. : Изд-во "Высш. шк.", 1960. – 451 с.
11. Подзоров Н.В. Влияние задымления воздуха на качество семян сосны обыкновенной // Лесное хозяйство. – 1965. – № 7. – С. 47-49.
12. Хьюстон Д.Б. Генетические аспекты влияния атмосферного загрязнения на лесные деревья // Взаимодействие лесных экосистем и атмосферных загрязнителей. Часть II. – Таллин : Изд-во АН Эст.ССР, 1982. – С. 26-55.
13. Huber H. Über die Einwirkung von Luftverunreinigungen auf die Pflanzen Mitt // Landwirtschaft. – 1971. – 19, № 1. – S. 7-18.

V. G. Mazepa, Yu. S. Veremchuk

THE REPRODUCTIVE PECULIARITIES OF SMALL POLISSYA PINE STANDS GROWING IN THE STRONG AIR POLLUTION CONDITIONS

The research results of Dobrovir power station air pollution influence on pine stands fruiting, cones and seeds morphological indices and qualitative characteristics of seeds are presented. According to air pollution gradation influence on pine stands fruiting stage the amount of cones increasing and seeds sowing quality indices decreasing are determined. Middle – aged pine stands fruiting increases with their closer distance to the pollution source and growing humidity of the forest growth conditions.

УДК 581. 527.7

М. І. СОРОКА¹

ХВОЙНІ ТА ЗМІШАНІ ЛІСИ (КЛАС *VACCINIO-PICEETEA* BR.-BL. 1939) ТА ПЕРЕДУМОВИ ЇХ ПРИРОДНОГО ФОРМУВАННЯ НА РОЗТОЧЧІ

*Дослідження лісової рослинності Розточчя методом Браун-Бланке показало, що хвойні та змішані ліси регіону за походженням поділяються на три групи: природні, похідні та штучно створені лісові культури. Природні ліси належать до 12 асоціацій класу хвойних лісів *VACCINIO-PICEETEA* Br.-Bl. 1939, які різняться своїми географічними, історико-генетичними та еколого-флористичними характеристиками. Встановлено, що на території Українського Розточчя серед них переважають соснові, а на Польському Розточчі збереглися ще і ялицеві та смерекові.*

Процес формування та сучасні риси рослинного вкриття будь-якого природного регіону прийнято розглядати у трьох взаємопов'язаних аспектах – географічному, історичному та еколого-ботанічному. Адже територіальний розподіл рослин, формування їх угруповань, закономірні зміни флористичних та рослинних комплексів є наслідком загальних геологічних та фітоісторичних подій. Тому, аналізуючи хвойні та змішані ліси регіону, необхідно не тільки встановити їх склад та структуру, а й з'ясувати багатогранні передумови їхні природного формування, що в майбутньому дасть змогу спроектувати заходи для їх натуралізації, охорони та відтворення, а також раціонального господарювання у них.

Загальногеографічні передумови формування природних хвойних лісів на Розточчі є дуже цікавими. Адже, згідно зі схемою геоботанічного районування України, природний регіон Розточчя належить Розточькому округу широколистяних лісів Балтійської провінції. Середньоевропейської широколистянолісової області [12]. Таке однозначне трактування територіальної приналежності Розточчя є суперечливим тому, що по території регіону проходить лінія Головного Європейського вододілу, яка розділяє басейни Чорного та Балтійського морів, а тому північно-західна та південно-східна частини регіону насправді належать не тільки водозбірним басейнам різних морів, а й різним флористичним та геоботанічним провінціям. Цей факт є однією з передумов формування тут рослинного вкриття з високими показниками біорізноманіття та появи однакових за синтаксономічною приналежністю та комплексом діагностичних видів, але різних за повним видовим складом рослинних ценозів, що дуже добре видно на прикладі асоціацій хвойних лісів регіону. Оскільки Розточчя є перехідним районом між Середньоевропейською та Східноєвропейською флористичними провінціями, у його ботанічних

характеристиках переплелися типові риси обох провінцій, і флористичний склад фітоценозів є чудовим тому підтвердженням. Не є винятком і хвойні ліси, оскільки по Розточчі проходить східна межа середньоевропейських та західна межа східноєвропейських соснових лісів, а різниця між ними полягає, насамперед, у їх флористичному складі [9]. Належність Розточчя до геоботанічного округу широколистяних лісів, як і широтне розташування регіону у зоні широколистяних лісів, є лімітуючими чинниками для формування природних хвойних лісів як типу рослинності. Проте близьке сусідство із бореальною зоною на півночі та поясом хвойних лісів Карпат на південному заході, а також постгляціальна історія розвитку рослинності Розточчя є вагомими причинами природного формування різноманітних лісових ценозів з участю хвойних порід. Із бореальної зони на Розточчя поширюється екстразональна рослинність [1, 8]. Вона утворена ділянками зональної рослинності, яка під впливом історично складених природних чинників виходить за межі своєї зони в більш сприятливі умови. Закономірною є поява на Розточчі екстразональних рослинних угруповань, типових для більш північних та гірських територій, порівняно з якими клімат Розточчя є помірнішим. Такими на Розточчі є асоціації хвойних та змішаних лісів класу *VACCINIO-PICEETEA* Br.-Bl. 1939 (згідно з класифікаційною схемою Браун-Бланке) та близькі до них рослинні комплекси, які входять до їх динамічного кола і супроводжують їх постійно або є їх віковими, деградаційними чи демураційними стадіями. Серед хвойних лісів регіону слід окремо вирізняти соснові та ялицеві і смерекові ліси, які є абсолютно різними генетичними, історичними та еколого-флористичними утворами. Соснові ліси вийшли за межі бореальної зони в далекі історичні часи постгляціалу і сучасний їхній склад на Розточчі дещо відрізняється від типових північних лісів. Проте і сьогодні у їхньому складі можна побачити

¹ **Мирослава Іванівна СОРОКА** – кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Національний лісотехнічний університет України. Україна. Тел. +38050-920-20-85. E-mail myroslava_soroka@yahoo.com.
Представив дійсний член ЛАН України, професор Ю.М. Дебринок, доктор сільськогосподарських наук.

комплекси реліктових бореальних видів. Зовсім інший вік та генезис мають на Розточчі ялицеві та смерекові, з походження середньоєвропейські, гірські ліси, які потрапили на Розточчя разом із хвилею атлантичних видів. Історичні передумови формування хвойних лісів Розточчя криються в подіях постгляціального періоду. Відомо, що територія Руської рівнини в плейстоцені три рази вкривалася льодовиковими товщами, які повністю знищили древні третинні рослинні комплекси [3]. Тому формування сучасного типу флори та рослинності Розточчя відбулося вже в голоцені, який характеризувався чергуванням різних кліматичних періодів, що сприяло міграції флористичних елементів на височину Розточчя. Д. Зеров [7] виділяв у голоцені три фази, які відповідали максимальному поширенню деревних видів: ранній голоцен (8800-7800 р. тому) із пануванням соснових та сосново-березових лісів та формуванням бореальних рослинних комплексів; середній голоцен (7800-3300 р. тому) із поширенням змішаних лісів з дубом; пізній голоцен (від 3300 р. тому) із розселенням вологолюбних порід атлантичного та середньоєвропейського походження – бука лісового (*Fagus sylvatica* L.), граба звичайного (*Carpinus betulus* L.), ялиці білої (*Abies alba* Mill.). Поширення смереки європейської (*Picea abies* (L.) Karst.) до кінця голоцену набуло острівного характеру і одержало риси реліктовості. Тому диз'юнктивні місцезростання смереки на Розточчі – це реліктові популяції голоценового віку. Палінологічні та палеоботанічні матеріали переконливо свідчать про різний вік та абсолютно інше походження соснових та смерекових і ялицевих лісів Розточчя [2]. Територіально хвойні ліси на Розточчі диференціюють згідно із "правилом попередження рослинності" В. Альохіна [1] і вибирають місцезростання, які нагадують натуральні екологічні ніші в їхній природній зоні. На північно-східному макросхилі Розточчя формуються бореальні рослинні комплекси, серед них соснові та змішані ліси кількох асоціацій, перехідні та навіть верхові болота. На південно-західному – збереглися монтанні лісові фітоценози, серед яких ялицеві, смерекові та змішані ліси, найкраще збережені на Польському Розточчі.

Еколого-флористичні аспекти формування хвойних лісів Розточчя найкраще проявляються під час їх дослідження за методом Браун-Бланке [13]. Основні проблеми їх ідентифікації пов'язані із специфікою природного поновлення хвойних порід у регіоні та масовим запровадженням сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) у лісокультурні посадки повсюдного періоду. Задля досягнення швидкого економічного ефекту у лісові масиви Розточчя масово запроваджувалася сосна як швидкокоросла та невибаглива порода. У регіоні є також безліч різновікових штучних насаджень сосни у багатих типах місцезростань, а також найрізноманітніші природні угруповання з участю сосни в різних едатопах. Проте навіть у борових та суборових типах лісорослинних умов під наметом лісу сосна має надзвичайно погане природне поновлення. Тому підріст, який повинен характеризувати природну асоціацію, часто формується іншим. І лише у вікнах та на галявинах сосна відновлюється, що часто слугує доказом природного формування соснових лісів.

Вияток становлять лише ценози крайніх сухих та мокрих місцезростань – оліготрофні бори на піщаних ґрунтах та мокрі і навіть заболочені сосняки на кислих торфах, у яких зріджений деревний ярус дає змогу відновитися сосні. Як виявилось, серед соснових та змішаних лісів регіону, принаймні на Українському Розточчі, дуже мало сформованих природним шляхом. До такого ж висновку дійшов і Ю.М. Дебринюк [5], який досліджував лісові ценози Розточчя з допомогою лісівничих та таксаційних методик та застосовував для цього класичні прийоми домінантної школи. Подібні міркування висловлюють також польські фітосоціологи [14-19]. Натомість ялицеві та смерекові ліси практично завжди природного походження.

Всі виявлені на Розточчі лісові фітоценози з участю хвойних порід належать до єдиного класу **VACCINIO-PICEETEA Br.-Bl. 1939**. Проте класифікація таких фітоценозів є досить складною, оскільки століття господарської діяльності в регіоні, війни та подальші економічні негаразди спричинилися до докорінної зміни складу усіх лісових фітоценозів. Як виявилось в процесі досліджень хвойних та змішаних деревостанів Розточчя, їх можна поділити на три групи. До першої належать штучно створені лісові насадження з участю хвойних порід, найчастіше сосни звичайної. Серед них виділяють різні вікові групи: чисті та змішані культури, чагарникові та молоднякові стадії регенераційного процесу природних листяних лісів з участю насаджених хвойних порід та вже сформовані насадження, деревні яруси яких подекуди репрезентують різні класи лісової рослинності. На Розточчі є також насадження, створені з інтродуцентів. Серед них найчастіше трапляються культури сосон Веймута (*Pinus strobus* L.), чорної (*P. nigra* Arn.) та Банкса (*P. banksiana* Lamb.), модрина японської (*Larix leptolepis* (Sieb. et Zucc.) Cord.), європейської (*L. decidua* Mill.), польської (*L. polonica* Racib.) та сибірської (*L. sibirica* Ledeb.), смереки колючої (*Picea pungens* Engelm.), дугласії Мензиса (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco). Помічено і зовсім курйозний факт – успішне зростання у лісових ценозах заповідника "Розточчя" одинокого екземпляру сосни гімалайської (*Pinus excelsa* Wall.), яку, ймовірно, було випадково висаджено разом із сосною звичайною. Цей випадок цікавий ще і тим, що сосна гімалайська входить до складу насадження, яке науковці часто описують як соснову субучину природного походження.

До другої групи належать ділянки самозаростання сосни, які формуються на місцях суцільних вирубувань листяних лісів, переважно по північно-східному макросхилу Розточчя. З часом сосна виходить у перший ярус, а під нею відновлюються листяні породи. Таким чином формуються змішані деревостани без природного поновлення сосни навіть у вікнах. Такі ліси мають вигляд складного різновікового насадження з домінуванням сосни лише у першому ярусі (рис. 1). В 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 – листяні породи. Зімкненість насадження тут, переважно, висока, тому чагарниковий ярус не формується, а видовий склад та розвиток трав'яного вкриття повністю залежать від

освітленості. Характерним для таких ділянок є слабо розвинений моховий ярус, що для хвойних лісів природного походження є нетрадиційним. Опад сосни провокує появу ацидофільних видів – чорниці (*Vaccinium myrtillus* L.), конвалії звичайної (*Convallaria majalis* L.), одинарника європейського (*Trientalis europaea* L.) – які утворюють дивну мозаїку із характерними для цієї екологічної ніші неморальними видами – копитняком європейським (*Asarum europaeum* L.), зеленчуком жовтим (*Galeobdolon luteum* Huds.), підмаренником запашиким (*Galium odoratum* (L.) Scop.), купиною багатоквітковою (*Polygonatum multiflorum* (L.) All.). Після формування нижніх ярусів із листяних порід сосна у більшості випадків швидко випадає з таких фітоценозів, переважно, через вітровалами, оскільки висока трюфність ґрунту негативно позначається на механічних властивостях її деревини.

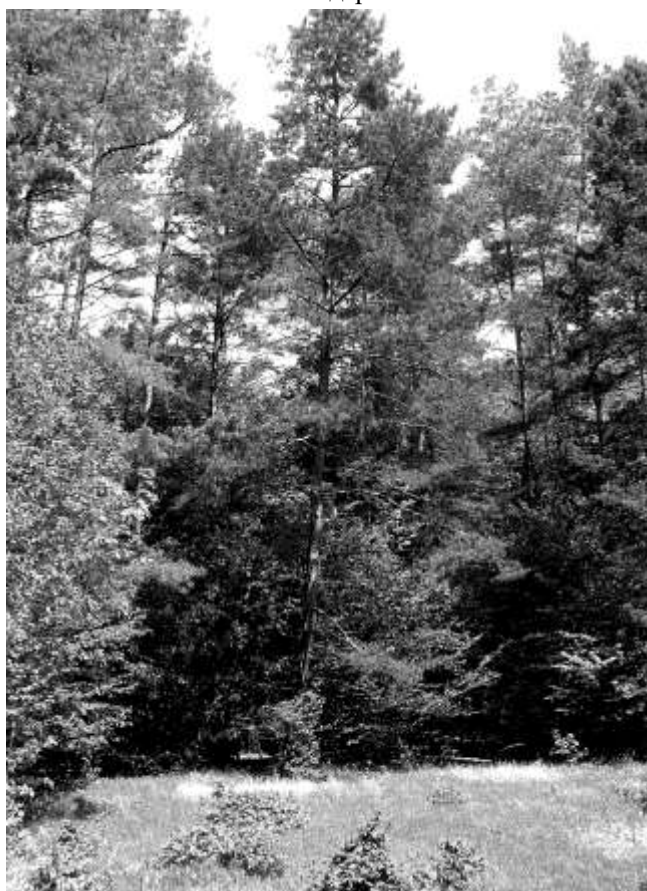


Рис. 1. Відновлення букового деревостану в місцях масового заростання сосни (ур. Біла Скеля Яворівського НПП. Фото І. Кучинської)

До третьої групи відносять природні хвойні та змішані ліси Розточчя, серед яких теж можна виділити деревостани різних генотипів – природно сформовані у місцях суцільних вирубувань хвойних та змішаних лісів, утворені на ділянках, пройдених вибірковими рубаннями чи на місцях інших класів рослинності, які входять до динамічного ряду бореальної та бореально-монтанної рослинності Розточчя і генетично пов'язані саме із хвойними лісами. Синтаксономічна схема класу **VACCINIO-PICEETEA** для цілого регіону Розточчя у цій групі лісів виглядає так (ПР – синтаксони, відзначені лише на Польському Розточчі): **VACCINIO-PICEETEA** Br.-Bl. 1939

Cladonio-Vaccinietalia Kiell.-Lund 1967

Dicrano-Pinion Libb. 1933

Dicrano-Pinenion Seibert in Oberd. (ed.) 1992

Cladonio-Pinetum Juraszek 1927

Peucedano-Pinetum W. Mat. (1962) 1973

Leucobryo-Pinetum Mat. (1962) 1973

Molinio (caeruleae)-Pinetum W. Mat. et J. Mat. 1973

Quercu roboris-Pinetum (W. Mat. 1981) J. Mat. 1988

Serratulo-Pinetum (W. Mat. 1981) J. Mat. 1988 (ПР)

Festuco ovinae-Pinetum Kobendza 1930

Piceo-Vaccinienion uliginosi Seibert in Oberd.

(ed.) 1992

Vaccinio uliginosi-Betuletum pubescentis

Libbert 1933

Vaccinio uliginosi-Pinetum Kleist 1929

Calamagrostio villosae-Pinetum Stasz. 1958 (ПР)

Vaccinio-Piceetalia Br.-Bl. 1939

Piceion abietis Pawl. et all. 1928

Vaccinio-Abietenion Oberd. 1962

Abietetum polonicum (Dziub. 1928) Br.-Bl. et

Vlieg. 1939 (ПР)

Vaccinio-Piceenion Oberd. 1957

Quercu roboris-Piceetum (W. Mat. 1952)

W. Mat. Et Poak. 1955 (ПР)

Наведена синтаксономічна схема охоплює фітоценози 12 природних лісових асоціацій, які утворені різними видами хвойних дерев і належать єдиному класу **VACCINIO-PICEETEA**. Метод Браун-Бланке дає змогу ідентифікувати їх за еколого-флористичними та регіональними ознаками. Природні місця формування лісів цього класу діагностуються за наявністю характерних видів мохово-трав'яного вкриття, якими є дікран віниковий (*Dicranum scoparium* Hedw.), гілокомій блискучий (*Hylocomium splendens* (Hedw.) B.S.G.), перестріч гайовий (*Melampyrum pratense* L.), плевроцій Шребера (*Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt.), птілій гребенястий (*Ptilium crista-castrensis* (Hedw.) De Not.), грушанки мала (*Pyrola minor* L.) і округлолиста (*P. rotundifolia* L.), одинарник європейський, чорниця, брусниця (*Rhodococcum vitis-idaea* (L.) Avtor.) та буяхи (*V. uliginosum* L.). Соснові та смерекові і ялицеві ліси належать різним порядкам. Соснові та змішані європейські ліси належать до порядку **Cladonio-Vaccinietalia**, який діагностується за присутністю сосни звичайної, кладонії оленячої (*Cladonia rangiferina* (L.) Web.), дікрану багатоніжкового (*Dicranum polysetum* Sw.) та союзу **Dicrano-Pinion**, характерними видами якого є береза пухнаста (*Betula pubescens* Ehrh.), зимлюбка зонтична (*Chimaphila umbellata* (L.) W. Barton), щитник австрійський (*Dryopteris austriaca* (Jacq.) Woynar ex Schinz et Thell.), гіпнум кипарисоподібний (*Hypnum cupressiforme* Hedw.), під'смерекник звичайний (*Hypopitys monotropa* Crantz.), ялівець звичайний (*Juniperus communis* L.), левкобрії сизий (*Leucobryum glaucum* (Hedw.) Angstr.), плаун колючий (*Lycopodium annotinum* L.), ортілія однобока (*Orthilia secunda* (L.) House), зозулин льон звичайний (*Polytrichum commune* Hedw.). До цих синтаксонів належать і сухі соснові бори, які безпосередньо межують із псаммофільною рослинністю, і мокрі та заболочені фітоценози з домінуванням сосни, генетично пов'язані із верховими

болотами. Це природне різноманіття соснових лісів, пов'язане із екологічною пластичністю сосни, дає змогу виділити у союзі *Dicrano-Pinion* два підсоюзи.

Підсоюз *Dicrano-Pinenion* характеризується присутністю у ценозах перестріча гайового, ожики волосистої (*Luzula pilosa* (L.) Willd.), горобини звичайної (*Sorbus aucuparia* L.) і охоплює ксеро-, мезо- та гігрозомезофільні соснові та змішані соснові ліси, які формуються на незаболочених ґрунтах різної трофності (рис. 2). Серед синтаксонів цього підсоюзу на Розточчі трапляються фітоценози сімох природних асоціацій.



Рис. 2. *Leucobryo-Pinetum* Mat. (1962) 1973 – найпоширеніший тип соснових деревостанів на Розточчі. Важливою умовою формування таких ценозів у Європі є вплив океанічного клімату (околиці м. Новояворівськ. Фото М. Пірогова)

Cladonio-Pinetum – лишайникова соснина, найбільш бідні за складом та найбільш ксероморфні угруповання сосни в регіоні, які займають крайні оліготрофні сухі місцезростання на кам'янистих та піщаних місцях, на слабо розвинених ґрунтах із глибоким заляганням ґрунтових вод. Однією з умов формування таких фітоценозів є низький вологовміст, кисла реакція та сильний промивний режим ґрунтів. Найхарактерніші фрагменти природних фітоценозів формуються на білих сарматських пісках. Оскільки такі фітоценози відіграють найпомітнішу роль у ландшафтах Західної Європи, більшість дослідників вважають, що вони пов'язані із субокеанічним кліматом. У натуральних ценозах деревний ярус слабо зімкнений, утворений сосною низького бонітету, яка виростає тут крислатою. Трав'яний ярус майже не формується. Він створений окремими дернинами та кущиками. Добре розвинений лише лишайниковий

ярус із домішками мохів, який займає до 20 % площі таких борів. На Українському Розточчі, крім природних, сформувалися також антропогенні фітоценози цієї асоціації. Щоправда, в останні роки внаслідок розширення кар'єру знищено один із найцікавіших фітоценозів цієї асоціації на вершині скелясто-піщаної гори в селі Лозина.

Peucedano-Pinetum – на відміну від попередньої асоціації, в Європі формується в умовах відчутної континентальності клімату і займає бідні піщані та опідзолені ґрунти з глибоким заляганням ґрунтових вод. Поширені такі фітоценози невеликими фрагментами, часто видозміненими людиною, в районі села Верещиця, поблизу міст Немирів та Рава-Руська. Діагностуються в природі важко. Діагностичними видами є зимолюбка зонтична, конвалія звичайна, купина запашна (*Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce), грушанка зеленоквіткова (*Pyrola chlorantha* Sw.), золотарник звичайний (*Solidago virgaurea* L.). Деревний ярусів у таких фітоценозах часто два. У першому домінує сосна, у другому з'являються дуб звичайний (*Quercus robur* L.) чи граб звичайний. Чагарниковий ярус слабо розвинений, його утворює крушина ламка (*Frangula alnus* Mill.), зате завжди добре сформований ярус чагарників, у якому зростають верес звичайний (*Calluna vulgaris* (L.) Hull), чорниця та брусниця. Трав'яний ярус зріджений, а моховий ярус із зозулиного льону ялівцеподібного (*Polytrichum juniperinum* Hedw.), плевроцію Шребера та дікрана віникового сформований завжди добре.

Leucobryo-Pinetum – найпоширеніший тип соснових лісів на Розточчі. Як і для *Cladonio-Pinetum*, важливою умовою формування таких ценозів у Європі є вплив океанічного клімату. Асоціація займає досить великі площі в центральній частині регіону – в заповіднику "Розточчя" (ур. Горбки), поблизу м. Новояворівськ та с. Лозина. Діагностується за присутністю бука лісового, щучки звивистої (*Deschampsia flexuosa* (L.) Trin.) та левкобрія сизого. Структура такого ценозу, порівняно з попередніми, є складнішою і подекуди нагадує структуру листяних лісів. У деревному ярусі домінує сосна з домішками дуба, берези, іноді бука. Чагарниковий ярус розвивається не всюди, трав'яний ярус теж слабо розвинений, зате моховий – практично завжди щільно зімкнений.

Molinio (caeruleae)-Pinetum – мокрий бір, який повсюдно в Європі займає невеликі ділянки. У регіоні він теж формується на невеликих площах, часто із фрагментарно скомпонованим флористичним складом на понижених ділянках в долинах річок із бідними піщаними ґрунтами та високим рівнем ґрунтових вод, рідше – на торф'яниках, виступаючи сукцесійною стадією в процесі заростання боліт. На Українському Розточчі виявлено всього чотири ділянки із повністю збереженим набором діагностичних видів (поблизу м. Немирів, у заплаві р. Верещиці та в урочищах Заливки, Лази та Гребелька). На польській частині регіону вони теж поширені мало. Добрими діагностичними видами для таких ценозів є молінія голуба (*Molinia caerulea* (L.) Moench), крушина ламка, осока чорна (*Carex nigra* (L.) Reichard). Деревний ярус утворює сосна з невеликими домішками смереки звичайної, беріз пухнастої та пониклої (*B. pendula*

Roth). Чагарниковий ярус із крушини ламкої, на противагу деяким іншим борах регіону, є добре розвиненим. Трав'яний ярус утворений молінією, інколи у ньому з'являються чагарнички. Моховий ярус, переважно, добре виражений. У місцях, де фітоценози мокрих борів порушені мало, виразно проглядається купинкова будова наземного вкриття.

Quercus roboris-Pinetum – єдина у нас природна асоціація змішаних лісів, поширення якої в Європі асоціюється із континентальним кліматом. Має перехідний характер поміж листяними лісами класу **QUERCO-FAGETEA** і борами **Leucobryo-Pinetum** та **Peucedano-Pinetum**. Фітоценози змішаних борів формуються на опідзолених, супіщаних ґрунтах невисокої родючості, не виказуючи жодної прив'язаності до форм рельєфу. Важко діагностуються внаслідок слабо вираженого комплексу діагностичних видів, який становляться із набору видів із різними ценотичними характеристиками – осока пальчаста (*Carex digitata* L.), граб звичайний, ліщина звичайна (*Corylus avellana* L.), бруслина бородавчаста (*Euonymus verrucosus* Scop.), перлівка поникла (*Melica nutans* L.), міцеліс стінний (*Mycelis muralis* L.) Dumort.), дуби скельний (*Quercus petrae* (Mattuschka) Liebl.) та звичайний, фіалка Рейхенбаха (*Viola reichenbachiana* Jord. ex Boreau.), та подібності до деяких варіантів похідних насаджень. У першому ярусі таких лісів співдомінують сосна із дубом звичайним, часом також і скельним. У другому – часто з'являються бук та смерека. Як домішки трапляються граб звичайний та тополя тремтлива (*Populus tremula* L.). Характерним є кращий ріст та вищий бонітет хвойних порід. Трав'яне вкриття добре розвинене, становляться з бореальних та неморальних видів. Моховий ярус розвивається не завжди.

Serratulo-Pinetum – асоціація змішаних лісів із суббореальним характером поширення, наближена до термофільних дібров. Формується на сухих грубозернистих, піщаних та глинисто-піщаних, інколи кам'янистих, ґрунтах із кислою реакцією. Вона характерна лише для Польського Розточчя. Інколи її вважають вікарним варіантом термофільної діброви **Potentillo albae-Quercetum** на північно-східній межі ареалу останньої. Діагностичними для цієї асоціації є види із нетиповими для бореальних лісів екологічними характеристиками. Це термофільні, а подекуди і кальцефільні види – ортілія однобока, серпій фарбувальний (*Serratula tinctoria* L.), буквиця лікарська (*Betonica officinalis* L.), осока гірська (*Carex montana* L.), скорзонера низька (*Scorzonera humilis* L.). У таких лісах чітко видно три деревних, чагарниковий, один або два яруси трав та мохово-лишайниковий ярус.

Festuco ovinae-Pinetum – варіант напівантропогенного сухого бору, який формується найчастіше в межах зелених зон великих міст під впливом рекреаційного та пасторального навантаження на супіщаних ґрунтах. Виділити їх у природі можна завдяки постійній присутності костриці овечої (*Festuca ovina* L.) та ялівцю звичайний. Деревний ярус такого бору утворює сосна, і лише в підрості можна спостерегти поодинокі особини дуба звичайного чи граба. Чагарниковий ярус із ліщини майже не зникається, у трав'яному ярусі

переважають злаки. Моховий ярус практично не формується, або має вигляд окремих латок.

Підсоюз **Piceo-Vaccinienion uliginosi** охоплює фітоценози сосни та супутньої їй у таких умовах берези пухнастої, сформовані на кислих торфових ґрунтах різного ступеня заболоченості. На території регіону Розточчя описано фітоценози трьох природних асоціацій, які внаслідок загальної ксерофітизації середовища перебувають під загрозою зникнення.

Vaccinio uliginosi-Betuletum pubescentis – пухнастоберезові болотні ліси, які поширені в широких заболочених заплавах річок, зокрема, з українського боку – в долинах Верещиці та Ставчанки, поблизу міста Немирів. Незважаючи на приналежність до класу **VACCINIO-PICEETEA**, вони займають, переважно, мезотрофні місцезростання і наближуються своїми екологічними та структурно-просторовими характеристиками до змішаних лісів. Формуються на торфово-болотних глейових ґрунтах з невеликим шаром торфу. Діагностують їх береза пухнаста, щитник австрійський та плаун колючий. Такі ліси мають складну структуру. Деревний ярус утворений березою пухнастою із домішками смереки та сосни. Чагарниковий ярус із крушини ламкої щільно зімкнений, у трав'яному вкритті переважають бореальні види. Мохове вкриття мозаїчне.

Vaccinio uliginosi-Pinetum – болотний бір із бореальним характером поширення, фітоценози якого формуються виключно на рівнині. Формуються в міжрядових заглибинах, де затримується волога опадів, у місцях залягання водонепроникних порід, що утруднює відплив води. Такі ділянки в регіоні зчаста трапляються в оригінальних місцях – на підвищеннях або поблизу верхів'їв хребтів, по сусідству із угрупованнями ксеротермної чи кальцефільної рослинності (урочище Горбки). Вони утворилися на Українському Розточчі на місці болотної асоціації **Ledo-Sphagnetum magellanici**, і певний час ми відзначали перехідний тип фітоценозу між цими двома асоціаціями. Діагностують асоціацію багно звичайне (*Ledum palustre* L.), буяхи, аулакомній болотяний (*Aulacomnium palustre* (Hedw.) Schwaegr.), пухівка піхвова (*Eriophorum vaginatum* L.), журавлина болотяна (*Oxycoccus palustris* Pers.). Структура описаних нами ділянок вже дещо порушена внаслідок змін гідрологічних умов. Зрідений деревний ярус утворює сосна з домішкою берези пухнастої. Чагарниковий ярус утворює крушина ламка. Завжди добре розвинений ярус чагарничків та напівчагарничків. Трав'яно-моховий ярус мозаїчний, купинкової структури.

Calamagrostio villosae-Pinetum – багновий бір куничниковий, відомий лише з території Польського Розточчя. Формується в міжрядових заглибинах, у місцях залягання водонепроникних порід, інколи внаслідок трансформації подібних фітоценозів, які займають мокрі та кислі ґрунти. Діагностичні види – куничник опушений (*Calamagrostis villosa* (Chaix) J.F.Gmel.), сфагн Гіргензона (*Sphagnum girgensohnii* Russ.). Деревний ярус таких лісів утворений із сосни та смереки з домішками бука. Чагарниковий ярус щільно зімкнений, у ньому домінують крушина ламка, верба сіра (*Salix cinerea* L.), трав'яних ярусів два, у них

переважають бореальні види. Мохове вкриття мозаїчне.

Смерекові та ялицеві ліси Розточчя із бореально-континентальним типом поширення і центром у зоні хвойних лісів Північної та Східної Європи утворюють порядок **Vaccinio-Piceetalia**, який діагностується за наявністю зовсім іншого набору видів – баццанії трилопатевої (*Bazzania trilobata* (L.) S. Gray), гудайєри повзкої (*Goodyera repens* (L.) R. Br.), ліннеї північної (*Linnaea borealis* L.), ортилії односторонньої та смереки звичайної. Для Середньої Європи такі ліси є екстразональними, вони утворюють типову зональну рослинність бореальної зони та формують відповідний висотний пояс рослинності в горах Європи. На українській частині регіону таких лісів практично немає, зате на Польському Розточчі, зокрема на Звежинському та Щебжешинському, вони займають значні площі і перебувають під суворою державною охороною. Завдяки цьому тут збереглися не тільки величезні екземпляри ялиці білої, а й цілі багатовікові комплекси ялицевих та ялицево-смереково-соснових лісів, так званих "височинних ялицевих борів". Союз **Piceion abietis** є дуже добре відокремленим у порядку завдяки комплексу характерних, переважно, гірських видів із бореально-монтанним типом ареалу. Це коральковець тричінадрізаний (*Corallorhiza trifida* Chatel.), підмаренник округлолистий (*Galium rotundifolium* L.), одноквітка звичайна (*Moneses uniflora* (L.) A. Gray), плагіотецій хвилястий (*Plagiothecium undulatum* (Hedw.) B., S. et G.), блехнум колосистий (*Blechnum spicant* (L.) Roth), баранець звичайний (*Huperzia selago* (L.) Bernh. ex Schrank et Mart.), ожика лісова (*Luzula sylvatica* (Huds.) Gaud.), серед яких дуже мало видів із суто бореальним типом поширення. На Розточчі виявлено асоціації двох підсоюзів, які чітко різняться не тільки видовим складом та структурою, а й екологічними параметрами своїх асоціацій.



Рис. 3. *Abietetum polonicum* (Dziub. 1928) Br.-Bl. et Vlieg. 1939) – асоціація гірського ялицевого змішаного лісу, відома лише з Польського Розточчя. Її поширення обмежене середньоевропейськими височинами, а природна межа ареалу проходить через Розточчя та Свентокшиські гори (Розточанський Парк Народовий. Фото Павела Марчаковскі)

Підсоюз **Vaccinio-Abietenion** характеризують види ялиця біла, бук лісовий, безщитник жіночий (*Athyrium filix-femina* (L.) Roth), нечуй-вітер муровий (*Hieracium murorum* L.). Він охоплює гірські лісові угруповання мезотрофного характеру з домінуванням смереки та ялиці, часто з домішкою бука, у трав'яному вкритті яких є дуже багато видів, характерних для класу широколистяних лісів **QUERCO-FAGETEA** Br.-Bl. et Vlieg. 1937.

До цього підсоюзу належать і класичні розточанські ялицеві змішані бори із асоціації *Abietetum polonicum* (рис. 3), які збереглися лише на Польському Розточчі. Це асоціація гірського ялицевого лісу, фітоценози якої займають свіжі та вологі мезотрофні екотопи з піщано-глинистими бурими ґрунтами, інколи з кам'янистою фракцією та кислою реакцією. Діагностують такі ліси круціата гола (*Cruciata glabra* (L.) Ehrend.), плаун річковий, щитник австрійський та туїдіум тамарисковий (*Thuidium tamariscinum* (Hedw.) B., S. et G.). У них виділяють три деревних, чагарниковий та два трав'яних яруси. Моховий ярус формується як у листяних лісах – мозаїчним, або не розвивається взагалі. На Українському Розточчі є лише острівні місцезростання ялиці білої, які в умовах регіону формують видозмінені людиною фрагменти змішаних ялицевих лісів, зокрема, у заказнику "Немирів". Проте

фітоценотичні описи із української частини Равського Розточчя свідчать про те, що такі ліси були в минулому дуже поширені і в Україні.

Підсоюз *Vaccinio-Piceenion* охоплює гірські олиготрофні угруповання нижнього лісового та бореального поясів з домінуванням смереки без участі бука і ялиці, які найкраще репрезентують високогірні смерекові бори та рівнинні змішані бори із смерекою. Діагностують такий підсоюз баццання трилопатева, коральковець тричінадрізаний, гудайєра повзка, плаун річковий, ортілія однобока, одноквітка звичайна та плагіотетей хвилястий. На Польському Розточчі ще збереглися природні фітоценози однієї асоціації *Quercus roboris-Piceetum*, а на Українському їх практично немає. Тут можна побачити лише острівні місцезростання смереки із карпатського фрагменту ареалу. Дуже видозмінені фітоценози з участю дуба звичайного та смереки із фрагментарним набором діагностичних видів на Українському Розточчі найчастіше належить до фітоценозів ацидофільних дібров із класу *QUERCUS-FAGETEA*.

Quercus roboris-Piceetum – асоціація вологого змішаного смерекового бору із суббореальним поширенням. Характерним видом вважають печінковий мох баццання трилопатева. Структура фітоценозів складна, деревних ярусів є, зазвичай, два. Добре розвинений чагарниковий ярус не заважає розвиватися трав'яному вкриттю та моховому ярусу.

Щонайменше дивним видається той факт, що на польській і українській частинах регіону едифікаторами хвойних та змішаних лісів є різні види. На Українському Розточчі серед природних хвойних лісів переважають соснові, а ялицевих та смерекових практично немає. На Польському ж Розточчі великі площі займають ялицеві та складні ялицево-смереково-соснові ліси. Природних соснових лісів на Польському Розточчі дуже мало, більшість із них – похідні. Цей факт пояснюється більшим впливом атлантичних повітряних мас на польську частину регіону, зростанням континентальності клімату із просуванням на схід та іррадіацією бореальних рослинних комплексів на Українське Розточчя. Причиною таких розбіжностей є також різні системи лісового господарства та охорони природного середовища.

Між синтаксонами хвойних лісів Розточчя дуже чітко проявляються і екологічні відмінності (табл. 1.), виявлені під час спеціального обробітку фітоценотичних описів. Їх було використано для розрахування режимів найважливіших екологічних чинників для асоціацій хвойних лісів – едафічних (багатство ґрунту кальцієм (*Ca*), вологовміст ґрунту (*Hd*), багатство ґрунту азотом (*Nt*), кислотність ґрунту (*Rc*), трофічність або узагальнений сольовий режим (*Tr*), та кліматичних (радіаційний баланс (термічність клімату) (*Tm*) та гумідність клімату (омброклімат) (*Om*)). Оцінка екологічних режимів за видовим складом, бальні оцінки показників та методика їх розрахунків закладені в комп'ютерній програмі, розробленій під керівництвом проф. Я.П. Дідуха в Інституті ботаніки ім. М.Г. Холодного [6], де і виконано комп'ютерний обробіток геоботанічних описів із Розточчя.

Табл. 1. Кількісні характеристики режимів екологічних чинників основних асоціацій класу *VACCINIO-PICEETEA*

Синтаксони	Середні значення режимів екологічних чинників, бали						
	<i>Ca</i>	<i>Hd</i>	<i>Nt</i>	<i>Tm</i>	<i>Rc</i>	<i>Om</i>	<i>Tr</i>
<i>Cladonio-Pinetum</i>	6.99	10.30	4.13	7.85	7.02	8.04	5.93
<i>Peucedano-Pinetum</i>	4.24	12.18	4.36	7.46	5.71	8.54	5.14
<i>Leucobryo-Pinetum</i>	3.74	12.21	4.34	7.22	5.10	8.87	4.93
<i>Molinio-Pinetum</i>	4.40	14.08	3.95	7.30	5.93	8.45	5.27
<i>Vaccinio uliginosi-Pinetum</i>	3.28	14.42	4.41	7.08	4.71	8.90	4.51
<i>Vaccinio uliginosi-Betuletum pubescentis</i>	4.41	12.63	5.36	7.48	6.49	8.06	5.49
<i>Festuco ovinae-Pinetum</i>	5.49	11.63	4.23	7.43	6.27	8.34	5.55
<i>Quercus roboris-Pinetum</i>	4.78	12.16	5.21	8.00	6.56	8.34	5.84

Завдяки аналізу екотопів хвойних лісів регіону виявилось, що для зміни основних екологічних чинників характерний значний градієнт. Найбільшою амплітудою у межах синтаксонів хвойних лісів відзначаються вологовміст, кислотність та вміст кальцію у ґрунті. Саме ці чинники і мають найбільший вплив на розподіл фітоценозів із участю хвойних порід.

Як підсумок вище сказаного, відзначимо, що на території регіону Розточчя історично сформувалися фітоценози 12 природних асоціацій, едифікаторами яких є хвойні види дерев. Кожен досліджений нами синтаксон рослинності хвойних лісів має індивідуальні історичні, загальногеографічні, екологічні та біологічні характеристики, аналіз яких дає змогу припустити, що соснові, ялицеві та смерекові ліси Розточчя – утвори генетично неоднорідні. Саме цим фактом можна пояснити велику різницю у їх флористичному складі, вертикальній і горизонтальній структурі та градієнтах екологічних чинників їх природного формування.

ЛІТЕРАТУРА

1. Алехин В.В. Растительность СССР в основных зонах. – М.: Сов. наука, 1951. – 512 с.
2. Артюшенко А.Т., Арап Р.Я., Безусько Л.Г. История растительности западных областей Украины в четвертичном периоде. – К.: Вид-во "Наук. думка", 1982. – 135 с.
3. Вульф Е.В. Историческая география растений. История флор земного шара. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1944. – 546 с.
4. 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.
5. Дебринок Ю. Лісокультурне районування Західного Лісостепу України. – Львів: Вид-во "Камула", 2003. – 247 с.
6. Дідух Я.П., Плото П.Г. Фітоіндикація екологічних факторів. – К.: Вид-во "Наук. думка", 1994. – 280 с.
7. Зеров Д.К. Основные черты послеледниковой истории растительности УССР // Труды конф. по спору-пыльцевому анализу. – М., 1950. – С. 43-61.
8. Пачоский И. Основные черты развития флоры Юго-западной России // Прилож. к т. 34 "Зап. Новорос. общ. ест."-1910. – № 1-34. – С. 1-430.

9. Растительность европейской части СССР. – Л. : Изд-во "Наука", 1980. – 429 с.

10. Сорока М.І. Рослинність Українського Розточчя. – Львів : Вид-во "Світ", 2008. – 432 с.

11. Сорока М.І. Флора та рослинність території, зарезервованої під створення міжнародного біосферного резервату "Розточчя" // Матеріали до проекту та номінаційної форми. – Львів : РВВ НЛТУ України, 2008. – 115 с.

12. Шеляг-Сосонко Ю.Р. Европейська широколистянолісова область / Геоботаничне районування УРСР. – К. : Вид-во "Наук. думка", 1977. – С. 44-73; 131-138.

13. Braun-Blanquet J. Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. – Wien-New York: Springer, 1964. – 3 Aufl. – 865 s.

14. Fijałkowski D., Luczycka-Popiel A. Zbiorowiska roślinne rezerwatu Nad Tanwią // Annales UMCS. – 1989. – Sec. C. – Vol. XLIV. – S. 173-208.

15. Izdebski K. Zbiorowiska leśne na Roztoczu Środkowym. Torfowiska // Annales UMCS. – 1961. – Sec. B. – Vol. XVI. – S. 303-350.

16. Izdebski K., Czarnecka B., Grądział T., Lorens B., Popiołek Z. Zbiorowiska roślinne Roztoczańskiego Parku Narodowego. – Lublin: Wyd-wo UMCS, 1992. – 268 c.

17. Matuszkiewicz W. Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski. – Warszawa: PWN, 2001. – 536 p.

18. Matuszkiewicz W., Matuszkiewicz J.M. Przegląd fitosocjologiczny zbiorowisk leśnych Polski (Synteza) // Phytocenosis. – 1996. – 8, № 5. – 79 s.

19. Matuszkiewicz W., Polakowska M. Materiały do fitosocjologicznej systematyki borów mieszanych w Polsce // Acta Soc. Bot. Poloniae. – 1995. – 24, № 2. – S. 65-74.

M. I. Soroka

**CONIFEROUS AND MIXED-
CONIFEROUS FORESTS (CLASS OF
VACCINIO-PICEETEA BR.-BL. 1939)
AND PRE-CONDITIONS FOR THEIR
NATURAL FORMING IN ROZTOCHYA**

Roztochia's vegetation study due to Braun-Blanquet method showed that coniferous and mixed forests of the region can be divided into three groups by origin: natural, derivatives and artificially created. The natural forests belong to 12 associations of the coniferous forests class of VACCINIO-PICEETEA Br.-Bl. 1939, which differ in geographical, history-genetic and by eco-floristic characteristics. It has been estimated that a pine forests prevail among them on the territory of Ukrainian Roztochia, and silver fir and spruce forests are still conserved on the area of Polish Roztochia.

УДК 630*53

А. А. СТРОЧИНСЬКИЙ¹, В. В. МИРОНЮК²

МЕТОДИЧНЕ ТА НОРМАТИВНО-ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ ОБЛІКУ ДЕРЕВНОГО ЗАПАСУ ЗЕЛЕНИХ НАСАДЖЕНЬ В УМОВАХ МІСЬКОЇ ЗАБУДОВИ

Викладено результати вивчення повнодеревності та розмірно-якісної структури дерев міських зелених насаджень і подано параметри відповідних математичних моделей. Встановлено особливості основних морфометричних параметрів дерев в умовах міської забудови. Опрацьовано принципово нові нормативи для таксації деревного запасу, вирубуваного на території міст та інших населених пунктів.

Ключові слова: міські зелені насадження, міська забудова, матеріальна оцінка, нормативи, об'єм, повнодеревність, видове число, розмірно-якісна структура.

Постановка питання. Розвиток сучасного міста супроводжується формуванням особливого урбанізованого середовища, певні компоненти якого негативно впливають на довкілля. Помітну роль у пом'якшенні зазначених впливів та підтримці сприятливого для здоров'я людини середовища відіграють міські зелені насадження. Крім цього, вони є важливим елементом архітектурно-планувальної організації міської забудови, оскільки покращують просторове сприйняття території і слугують місцем для відпочинку населення.

Як відомо, функціональність таких насаджень визначається, насамперед, їхніми естетичними та рекреаційними властивостями, а не лісосировинним потенціалом. Як наслідок, питанню обліку деревного запасу в умовах забудованої частини міст та опрацюванню відповідного нормативного забезпечення належної уваги не приділяли. Утім, з огляду на проблеми, які постали перед людством протягом останнього часу, сучасна модель управління міським зеленим господарством потребує науково обґрунтованого підходу, який опирається на надійну науково-обґрунтовану нормативну базу, і враховує його екологічне, соціальне та економічне значення.

Під час догляду за міськими зеленими насадженнями, виконання ремонтних та будівельних робіт на території міст заготовлюється значний обсяг деревини, який потребує обліку. З цією метою переважно використовують чинні нормативи об'єму та розмірно-якісної структури деревини [8]. Тривалий практичний досвід довів цілковиту невідповідність цих таблиць згаданому об'єкту таксації як за формою, так і за змістом. Насамперед, зазначимо, що багато деревних порід, які зростають на території міської забудови, взагалі не представлені в згаданому довіднику. З іншого боку, впадає у вічі невідповідність фактичних та змодельованих у нормативах морфометричних параметрів дерев.

Очевидно, що дерева, які ростуть на відкритому просторі, розвивають потужну розгалужену крону, дуже збіжний стовбур і, зазвичай, за сталих значень діаметра мають меншу висоту, порівняно з лісовим середовищем. Ці особливості, безумовно, впливають як на загальний об'єм дерев, так і на його розмірно-якісну структуру.

З огляду на це, досить актуальним є дослідження фактичних біометричних параметрів дерев зелених насаджень в умовах міського середовища, встановлення особливостей розмірно-якісної структури їхнього об'єму та розроблення системи відповідного лісооблікового нормативно-інформаційного забезпечення.

Обсяг та характеристика вихідних даних. Вихідну інформацію для вирішення поставленого завдання збирали на території Києва під час реконструювання міських зелених насаджень, вимірюючи параметри стовбурів дерев і гілок крони для визначення їхнього об'єму стереометричним шляхом. Зазначимо, що неухильно дотримуватись вимог методики обміру модельних дерев щодо довжини секцій в умовах забудованої частини міста вдається не завжди, оскільки дерева, які ростуть поряд із будівлями, рубають по частинах. За таких умов довжина секції залежить від розмірів окремих відрізків стовбура і, зазвичай, менша ніж 2 м.

Для кожного модельного дерева також визначали довжину ділової частини стовбура, дров та відходів, а згідно з чинними в лісовій галузі вимогами, було виконано сортиmentaцію ділової деревини.

Під час дослідження зібрано інформацію про 393 модельних дерева: тополя італійська (*Populus italica* L.) – 72, тополя біла (*Populus alba* L.) – 87, акація біла (*Robinia pseudoacacia* L.) – 86, клен ясенolistий (*Acer negundo* L.) – 45, клен сріблястий (*Acer saccharinum* L.) – 37, в'яз гладенький (*Ulmus laevis* Pall.) – 66. Статистично було доведено, що

¹ **Анатолій Адольфович СТРОЧИНСЬКИЙ** – дійсний член Лісівничої академії наук України, член-кореспондент Української академії аграрних наук, професор, доктор сільськогосподарських наук, завідувач кафедри лісової таксації та лісовпорядкування Національного університету біоресурсів і природокористування України. Україна, м. Київ. Тел.: +38-097-351-33-02. E-mail: victormy@ukr.net

² **Віктор Валентинович МИРОНЮК** – кандидат сільськогосподарських наук, старший викладач кафедри лісової таксації та лісовпорядкування Національного університету біоресурсів і природокористування України. Україна, м. Київ. Тел.: +38-097-406-59-79. E-mail: victormy@ukr.net

зібрані дані про клени ясенolistий та сріблястий (далі в тексті – дерев клена) можна об'єднати в один масив. Це значно спростило процес моделювання та пошук адекватних математичних моделей.

Таксаційно та статистично дослідні дані обробляли на персональному комп'ютері з використанням сучасного прикладного програмного забезпечення та пакету програм, розроблених співробітниками кафедри лісової таксації та лісовпорядкування НУБіП України. Усі потрібні таксаційні показники стовбурів модельних дерев отримано за допомогою програми ПЕРТА [4], тоді як об'єм гілок крони визначали стереометрично, із застосуванням формули (1):

$$V = \sum_{i=1}^n l_i \cdot \gamma_i, \quad (1)$$

де: l_i – довжина i -тої секції, м; γ_i – площа поперечного перерізу по середині i -тої секції, м²; n – загальна кількість секцій.

Методика виконання роботи та основні результати. Переважну більшість нормативів для матеріальної оцінки деревини розроблено за розрядами висот. Тривалий практичний досвід свідчить, що така форма подання сортиментних таблиць є зручною і забезпечує достатню для виробництва точність таксації запасу лісових масивів. Однак, коли потрібно визначити об'єм обмеженої кількості дерев, використання розрядних сортиментних таблиць може призвести до істотних помилок, спричинених невідповідністю модельних та фактичних значень висоти дерев.

На відміну від лісових масивів, особливості обліку деревини у місті полягають в тому, що під час реконструкції відбирають окремі дерева із територіально віддалених місць. У межах таких сукупностей не виявлено закономірних співвідношень висот і діаметрів, характерних для лісостанів, а тому визначати розряд висот для зазначеного об'єкта таксації некоректно. На наш погляд, для попередньої оцінки об'єму та розмірно-якісної структури деревного запасу, вирубуваного на території міської забудови, зручнішими в користуванні є безрозрядні сортиментні таблиці, входами до яких є діаметр та висота окремих дерев чи їхніх сукупностей.

Як відомо, використання формули (2) під час опрацювання нормативів об'єму має певні практичні переваги порівняно з іншими відомими в лісовій таксації підходами [1]:

$$V = g \cdot h \cdot f, \quad (2)$$

де: V – об'єм стовбура дерева, м³; g – площа поперечного перерізу дерева, м²; h – висота дерева, м; f – видове число стовбура.

У такому випадку виникає потреба у вивченні особливостей повнодеревності стовбурів та розробленні відповідних математичних моделей. У ході дослідження виявилось, що для моделювання об'єму дерев клена варто застосувати інший підхід. Значно вдалішим тут є використання у формулі (2) видових чисел дерев (f_0), оскільки визначити центральну вісь стовбура, а отже і встановити його повнодеревність для більшості дерев клена неможливо.

Взаємозв'язок видових чисел з іншими морфометричними параметрами вивчали методами

кореляційного та регресійного аналізу. Результати моделювання засвідчують, що видові числа стовбурів тополі італійської, в'язи гладенького та клена однозначно можливо визначати тільки діаметром (d), оскільки висоту (h) вилучають із регресійних рівнянь на 5 %-му рівні значущості:

- тополя італійська

$$f = 0,3127 + \frac{1,592}{d}; \quad (3)$$

- тополя біла

$$f = 0,2619 - \frac{0,5914h}{d} + \frac{0,01969h^2}{d} - \frac{1,193h}{d^2} + \frac{8,542}{d}; \quad (4)$$

- акація біла

$$f = 0,1947 + 0,144 \cdot 10^{-3} \cdot h^2 + \frac{5,401}{d} - \frac{1,253 \cdot h}{d^2}; \quad (3)$$

- в'яз гладенький

$$f = 0,4187 + \frac{0,8874}{d}; \quad (6)$$

- клен

$$f_0 = 0,2904 - 30,67/(d - 177,3). \quad (7)$$

Для визначення кількісних співвідношень між об'ємом стовбура та крони клена у загальному об'ємі дерева було виділено дві складові частини – об'єм стовбура (V_{cm}), висота якого обмежувалася початком розгалуження гілок (h_p), та крони ($V_{кр}$). Надалі середні групові значення об'ємів деревини, виражені у відносних величинах (P_{cm} і $P_{кр}$ відповідно) від загального об'єму дерева, були аналітично вирівняні за допомогою рівняння (8):

$$P_{\bar{0}} = 58,72 - \frac{198,4}{h_p} + \frac{197,2}{h_p^2} + \frac{820,5}{d} - \frac{2876}{d^2}. \quad (8)$$

У такому випадку частку об'єму крони можна знайти за співвідношенням (9):

$$P_{\bar{00}} = 100 - P_{\bar{0}}. \quad (9)$$

Детальний аналіз моделі (8) свідчить, що досліджуваний показник може досягати значних величин. Найбільші його значення спостережено у дерев з великою протяжністю стовбура, діаметр яких менший ніж 28-32 см. У дерев із більшим діаметром частка стовбура, зазвичай, не перевищує 50 %, оскільки значна частина загального об'єму деревини зосереджена у кроні.

Зрозуміло, щоб урахувати ці особливості дерев, у нормативах обов'язково потрібно зазначати висоту стовбура до розгалуження гілок (h_p). На рис. 1 подано схему обміру дерев клена відповідно до описаного підходу.

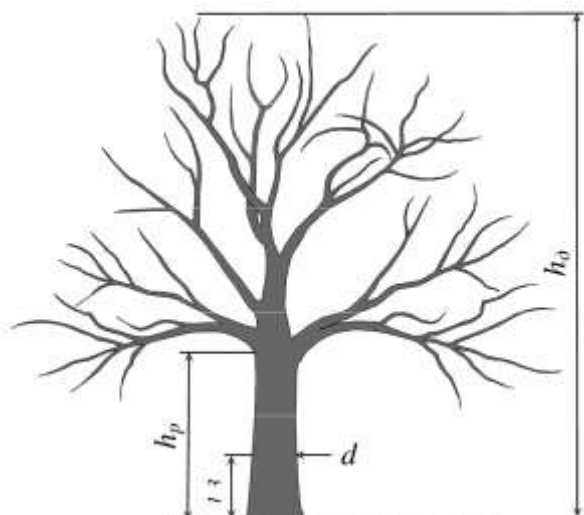


Рис. 1. Схема обміру дерев клена в умовах міської забудови

Раціональне використання деревини полягає у комплексній утилізації усіх частин дерева. Згідно з чинними вимогами щодо розмірів та якості деревини, гілки завтовшки понад 3 см можуть бути реалізовані як ліквід з крони. Враховуючи морфологічні параметри дерев міських зелених насаджень, зауважимо, що у їхній кроні нагромаджуються значні запаси ліквідної деревини, зокрема дров'яної. Тому питання таксації об'єму гілок крони заслуговує уваги.

Складна просторово-параметрична структура крони, а також неправильна форма гілок потребують особливих підходів до їхньої таксації. Під час моделювання об'єму крони прийнято вивчати залежність частки крони ($P_{кр}$) від інших таксаційних параметрів дерев, що легко виміряти в натурі. Зазвичай, в регресійних рівняннях використовують залежність цього показника від діаметра дерева. Завдяки статистичному аналізу вихідного масиву дослідних даних доведено існування значущої на 5 %-му рівні залежності частки крони у загальному об'ємі дерев від його діаметра на висоті грудей, яка досить вдало апроксимується за допомогою рівняння (10):

$$P_{кр} = a_0 + a_1 \cdot d^{a_2}, \quad (10)$$

де a_0, a_1, a_2 – параметри рівняння.

Значення параметрів моделі (10) наведено в табл. 1.

Табл. 1. Параметри регресійного рівняння (10)

Деревна порода	a_0	a_1	a_2
Тополя італійська	10,27	$6,021 \cdot 10^{-3}$	2,4658
Тополя біла	4,43	0,1554	1,3798
Акація біла	1,00	0,0253	1,8596
В'яз гладенький	5,80	0,1177	1,4383

Графічну ілюстрацію розроблених математичних моделей, що характеризують зміну частки об'єму крони дерев подано на рис. 2. Відповідно до нього, частка об'єму крони дерев в умовах міської забудови зростає зі збільшенням їхніх абсолютних розмірів стрімкіше, ніж у лісовому середовищі та досягає значних величин (40-50 %). Зазначимо, що величина цього показника для дерев акації завтовшки 32 см і більше утричі перевищує значення відповідного показника, змодельованого у чинних нормативах об'єму. Порівняно з іншими деревними породами,

частка об'єму крони тополі італійської істотно менша і не перевищує 30 %, що можна пояснити її особливостями форми та розмірами.

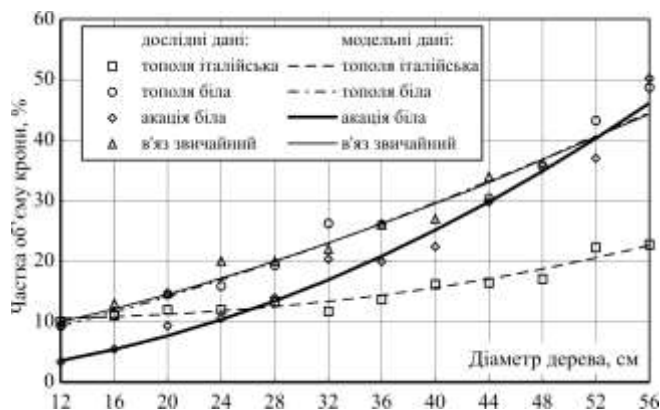


Рис. 2. Залежність частки об'єму крони дерев міських зелених насаджень від діаметра

На основі опрацьованих математичних моделей було розроблено об'ємні таблиці для дерев забудованої частини міст залежно від їхньої висоти та діаметра на висоті 1,3 м. При цьому додатковим входом у нормативах для клена використано величину h_p .

З-поміж відомих у лісовій таксації методів визначення розмірно-якісної структури деревини найточнішими є ті, що використовують математичну модель твірної деревного стовбура. Саме тому інформацію про розподіл загального об'єму стовбурів на ділову деревину, дрова та відходи, а також поділ ділової деревини на грубу, середню та дрібну було отримано за допомогою програми ПЕРТА. Потім за допомогою статистичних засобів MS Excel було визначено середні групові значення показників сортиментної структури деревини: $P_{дл}$, $P_{вдх}$, $P_{дрв}$, $P_{дрб}$, $P_{срд}$, $P_{дрб}$ – частки ділової деревини, відходів, дров від загального об'єму стовбура та грубої, середньої та дрібної деревини від об'єму ділової відповідно.

У результаті регресійного аналізу встановлено статистично значущий (на 5 %-му рівні значущості) зв'язок зазначених показників із діаметром дерева. Виявилось, що для опису шуканих залежностей найкращими є рівняння двох видів:

$$P_i = a_0 + a_1 \cdot d^{a_2}, \quad (11)$$

$$P_i = a_0 + a_1 / (d + a_2), \quad (12)$$

де: P_i – частка відповідної розмірно-якісної категорії деревини, %; a_0, a_1, a_2 – параметри рівняння.

Для визначення відсотків дров та середньої деревини використовували такі співвідношення:

$$P_{ддд} = 100 - P_{ддв} - P_{ддб}, \quad (13)$$

$$P_{пдд} = 100 - P_{ддд} - P_{ддб} \quad (14)$$

Параметри математичних моделей розмірно-якісної структури деревини наведено в табл. 2.

Розроблені математичні моделі було покладено в основу нових безрозрядних сортиментних таблиць. Як приклад, у табл. 3 наводимо витяг із нормативів для тополі білої. Додатковим входом у сортиментні таблиці для клена є висота стовбура до початку розгалуження гілок, як один із аргументів у відповідних математичних моделях. Хоча для переважної більшості дерев клена довжина ділової частини стовбура, зазвичай, не перевищує 6,5 м і тому

за унормованими вимогами ці дерева не можуть бути віднесені до категорії ділових, фактичну оцінку їхньої сортиментної структури треба здійснювати з урахуванням загальних вимог чинних стандартів щодо розмірів та якості ділової деревини.

Результати порівняльного аналізу опрацьованих сортиментних таблиць із аналогами, які використовують у виробничій діяльності лісгосподарських підприємств, свідчать про значні відмінності між ними. Тому використання чинних нормативів для таксації об'єму деревини, яку вирубують під час реконструкції міських зелених насаджень, неминуче призводить до значних помилок.

Такі розбіжності пояснюються існуванням істотних відмінностей між просторово-параметричними характеристиками дерев об'єкта досліджень і лісостанів. У більшості випадків фактичне співвідношення між висотою та діаметром дерев не відповідає змодельованому у наявних

нормативах. Зокрема, виявлено, що дерева в умовах міської забудови за сталих значень діаметра на висоті 1,3 м досягають меншої висоти порівняно з лісовим середовищем.

Існують також значні відмінності між значеннями видових чисел (табл. 4). Зокрема, для стовбурів дерев зелених насаджень характерна менша повнодеревність, що добре узгоджується з висновками деяких вчених, зокрема Р.Г. Синельщикова [5]. Зазначену особливість можна пояснити закономірностями росту дерев, а також впливом просторово-параметричних характеристик дерев на збіжність стовбурів. Загалом для всіх деревних порід відхилення мають систематичний характер і зростають із збільшенням діаметра, а найбільші розходження між значеннями видових чисел характерні для акації білої.

Табл. 2. Характеристика математичних моделей сортиментної структури стовбурів дерев міських зелених насаджень

Деревна порода	Частка категорії деревини	Тип рівняння	Область визначення рівняння	Параметри рівняння		
				a_0	a_1	a_2
Тополя італійська	$P_{діл}$	11	$12 \leq d \leq 72$ см	112,1	-209,9	-0,4706
	$P_{вдх}$	11	$12 \leq d \leq 72$ см	43,61	-6,918	0,3540
	$P_{зрб}$ (0 при $d < 28$ см; 100 при $d \geq 64$ см)	12	$28 \leq d < 64$ см	123,1	-1097	-17,52
	$P_{дрб}$ (100 при $d \leq 12$ см; 0 при $d > 32$ см)	12	$12 < d \leq 32$ см	-11,94	267,7	-11,55
Тополя біла	$P_{діл}$	11	$8 \leq d \leq 80$ см	206,2	-195,8	-0,0909
	$P_{вдх}$	11	$8 \leq d \leq 80$ см	-7,92	33,87	-0,1235
	$P_{зрб}$ (0 при $d < 28$ см; 100 при $d \geq 60$ см)	12	$28 \leq d < 60$ см	115,7	-620,1	-20,59
	$P_{дрб}$ (100 при $d \leq 12$ см; 0 при $d > 32$ см)	12	$12 < d \leq 32$ см	-17,97	460,0	-8,050
Акація біла	$P_{діл}$	11	$8 \leq d \leq 64$ см	-81,26	67,74	0,1403
	$P_{вдх}$	11	$8 \leq d \leq 64$ см	13,29	-0,0156	1,178
	$P_{зрб}$ (0 при $d < 28$ см; 100 при $d \geq 44$ см)	12	$28 \leq d < 44$ см	144,1	-1228	-16,13
	$P_{дрб}$ (100 при $d \leq 12$ см; 0 при $d > 24$ см)	12	$12 < d \leq 24$ см	-25,80	441,8	-8,486
В'яз гладенький	$P_{діл}$	11	$12 \leq d \leq 44$ см	-230,7	195,1	0,0997
	$P_{вдх}$	11	$12 \leq d \leq 44$ см	6,126	63,03	-0,8371
	$P_{зрб}$ (0 при $d < 28$ см; 100 при $d \geq 44$ см)	12	$28 \leq d < 44$ см	116,9	-334,4	-22,43
	$P_{дрб}$ (100 при $d \leq 12$ см; 0 при $d > 24$ см)	12	$12 < d \leq 24$ см	-40,54	748,5	-6,671
Клен	$P_{діл}$	12	$8 \leq d \leq 80$ см	91,52	-903,3	16,84
	$P_{вдх}$	12	$8 \leq d \leq 80$ см	4,34	301,2	21,42
	$P_{зрб}$ (0 при $d < 28$ см; 100 при $d \geq 44$ см)	12	$28 \leq d < 44$ см	138,7	-1094	-15,40
	$P_{дрб}$ (100 при $d \leq 12$ см; 0 при $d > 20$ см)	12	$12 < d \leq 20$ см	-27,88	402,0	-8,856

Табл. 3. Нормативи об'єму та сортиментної структури дерев тополі білої діаметром 32 см

Висота, м	Об'єм стовбура в корі, м ³	Об'єм ділових стовбурів, м ³						Об'єм крони, м ³
		ділова деревина				дрова	відходи	
		груба	середня	дрібна	разом			
14	0,421	0,164	0,100	0,003	0,267	0,094	0,060	0,097
15	0,449	0,174	0,106	0,004	0,284	0,101	0,064	0,103
16	0,479	0,186	0,113	0,004	0,303	0,108	0,068	0,110
17	0,509	0,198	0,120	0,004	0,322	0,115	0,072	0,117
18	0,542	0,210	0,129	0,004	0,343	0,122	0,077	0,125
19	0,577	0,224	0,136	0,005	0,365	0,130	0,082	0,133
20	0,614	0,239	0,145	0,005	0,389	0,138	0,087	0,141
21	0,655	0,255	0,155	0,005	0,415	0,147	0,093	0,151
22	0,698	0,271	0,166	0,005	0,442	0,157	0,099	0,160
23	0,744	0,289	0,176	0,006	0,471	0,168	0,105	0,171
24	0,795	0,309	0,188	0,006	0,503	0,179	0,113	0,183

У ході досліджень було виявлено також істотну різницю між об'ємами дерев об'єкта досліджень та

лісових насаджень. Хоча величина систематичної помилки для більшості деревних порід є невеликою (тополя італійська – +0,4 %; тополя біла – +12,4 %; акація – -3,6 %; клен – +3,1 %), водночас деякі відхилення значні за абсолютною величиною і змінюють свій знак на протилежний зі збільшенням розмірів дерев. Зокрема, нормативи систематично занижують загальний об'єм дерев тополі білої та клена, які досягли діаметра 28–32 см. При цьому можна констатувати, що втрата об'єму за рахунок меншої повнодеревності стовбурів дерев у місті компенсується розвитком потужної крони, де зосереджуються значні запаси деревини.

Табл. 4. Точність визначення видових чисел дерев забудованої частини міст за різними нормативами

Деревна порода (порівнюваний норматив)	Систематична помилка (m), %	Середньоквадратична помилка (σ), %
--	-----------------------------	------------------------------------

Тополя італійська (сортиментні таблиці для осокора, 3 розряд висот) [7]	11,8	2,2
Тополя італійська (сортиментні таблиці для лісів Казахстану, осокір, 2 розряд висот) [6]	6,5	3,3
Тополя біла (об'ємні таблиці, 3 розряд висот) Г.О. Порицький [3]	3,2	2,2
Тополя біла (сортиментні таблиці, 5 розряд висот) Г.І. Редько [9]	-1,9	3,4
Тополя біла (сортиментні таблиці для лісів Казахстану, 6 розряд висот) [6]	5,4	6,3
Акація біла (чинні сортиментні таблиці, 5 розряд висот) [8]	15,7	12,3
Акація біла (сортиментні таблиці, 4 розряд висот) М.В. Давидов [2]	2,4	10,8

Розмірно-якісна структура стовбурів дерев міських зелених насаджень значно гірша порівняно із змодельованою для лісостанів. До чинників, які безпосередньо погіршують якісні показники деревини в умовах міської забудови, потрібно віднести передусім кривизну та неочищення стовбура від гілок, що істотно зменшує довжину його ділової частини. Визначене на локальному дослідному матеріалі значення цього показника для окремих деревних порід становить: тополя італійська – 60 %; тополя біла – 35 %; акація біла – 15 % від загальної висоти дерева.

За такої умови наявні розходження не тільки у виході ділової деревини загалом, а також між окремими її розмірними категоріями. Зокрема для більшості деревних порід дрібна деревина зникає для стовбурів завтовшки понад 32 см. Зрозуміло, що використання чинних сортиментних таблиць для зазначеного об'єкта таксації безпідставне.

Висновки. Виконані дослідження були спрямовані на розроблення нової нормативної бази для таксації запасу дерев забудованої частини міст. За результатами роботи можна стверджувати, що помилки у визначенні кількісних та якісних параметрів деревини, яку заготовляють під час реконструкції об'єктів зеленого господарства міст, зумовлені біологічними та морфологічними особливостями деревних порід і впливом на таксаційні характеристики дерев умов їхнього росту в межах міської забудови.

За результатами досліджень опубліковано принципово нові безрозрядні сортиментні таблиці [10], призначені для попередньої оцінки деревного запасу, вирубаного на території міської забудови. У них враховано фактичні біометричні параметри дерев, які виросли в місті, особливості розмірно-якісної структури деревини та істотно підвищено

науково-методичний рівень таксації деревного запасу в міських умовах.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ануцин Н.П. Лесная таксация. – М. : Лесн. пром-сть, 1982. – 550 с.
2. Давидов М.В. Таблиці для таксації білоакацієвих насаджень УССР // Практичні рекомендації з лісового господарства. – К., 1962. – С. 36-43.
3. Порицький Г.А. Объемные таблицы стволов тополя белого, произрастающего в поймах рек Прут и Днестр на территории Молдавской СССР // Научные труды Укр. с.-х. акад. – К. : УСХА, 1978. – Вып. 213: Вопросы лесной таксации. – С. 42-45.
4. Разработкы комплекс алгоритмов и программ обработки лесоводственных данных на ЭВМ серии ЕС путём модернизации существующих программ и создания новых // Научный отчёт (промежуточ.) / УСХА. – № 14/22. – К., 1984. – 128 с.
5. Синельщиков Р.Г. Форма стволов и биомасса деревьев в разномкнутых культурценозах // Лесное хозяйство. – 1992. – № 4-5. – С. 29-31.
6. Сортиментные и товарные таблицы для лесов Казахстана. – Алма-Ата, 1987. – 228 с.
7. Сортиментные таблицы для осокора. – М. : Изд-во "Наука", 1955. – 78 с.
8. Сортиментные таблицы для таксации леса на корню. – К. : Вид-во "Урожай", 1984. – 629 с.
9. Создание тополевых насаждений / Д.Д. Лавриненко, Г.И. Редько, А.А. Лищенко, А.А. Лищенко, А.К. Ковалевский. – М. : Лесн. пром-сть, 1966. – 316 с.
10. Строчинський А.А., Маніта О.Г., Миронюк В.В. Нормативи об'єму та сортиментної структури дерев забудованої частини міст. – К. : Вид-во НАУ, 2006. – 61 с.

A. A. Strochynskij, V. V. Myroniuk

METHODOLOGICAL SUPPORT AND NORMATIVE-REFERENCE DATA FOR TREE STANDING VOLUME ASSESSMENT IN URBAN AREA

The paper aims to investigate biometric parameters of trees under urban area conditions. The research findings concerning morphological factors and the specific features of trees' assortment structure in urban forests and parameters of corresponding mathematical models are presented. The principally new guidelines to evaluate a standing volume for trees removed from urban areas have been developed. The valuation based on the especially developed models.

Keywords: urban green areas, urban settlement, resource evaluation, guidelines, volume, nontapering feature, form factor, spatial and qualitative structure.

УДК 630*232+630*228.7

Я. Д. ФУЧИЛО¹

ПЛАНТАЦІЙНЕ ЛІСОВИРОЩУВАННЯ В УКРАЇНІ: ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ

Розглянуто перспективи розвитку плантаційного лісовирощування в Україні та особливості створення і вирощування плантаційних лісових насаджень. Вказано на високу економічну й екологічну ефективність плантаційного лісовирощування, особливо – на землях, що вийшли з-під сільськогосподарського використання. Рекомендовано асортимент порід для різних лісорослинних умов і технологічні особливості створення та вирощування плантаційних лісових культур. Наведено оптимальні віки ротатії плантацій найважливіших деревних порід (сосна звичайна, ялина європейська, тополя, деревоподібні і чагарникові верби, дугласія Мензиса та модрина) і орієнтовний запас стовбурової деревини.

Плантаційне лісовирощування, плантаційні лісові культури, перспективи розвитку, староорні землі, агротехніка створення і вирощування.

Проблема раціонального використання природного потенціалу лісових земель є однією з найважливіших господарських проблем, її значення якої виходить далеко за межі окремих галузей. Обмеженість лісових ресурсів, недозабезпечення потреб економіки у деревній сировині та іншій лісовій продукції потребують переходу лісового господарства України на нові форми господарювання. Однією з таких форм, запровадження якої дасть змогу значною мірою вирішити більшість із поставлених перед лісовою галуззю завдань, є вирощування деревини плантаційними методами. Система плантаційного лісовирощування забезпечить значне скорочення термінів отримання технічно стиглої деревини певних запланованих параметрів за рахунок використання високопродуктивних форм деревних порід і застосування раціонального комплексу агротехнічних, лісівничих та лісозахисних заходів під час їх вирощування.

Перспективи розвитку цього напрямку відновлення лісових ресурсів пов'язані з експлуатаційною частиною земель лісогосподарського призначення, а також із землями деяких інших категорій. Зокрема, у Державній програмі "Ліси України" на 2002-2015 роки, затвердженій Постановою Кабінету Міністрів України, передбачено "збільшити площу лісів щонайменше на 2,0-2,5 млн гектарів". Виконується ця постанова, здебільшого, шляхом заліснення земель, які вийшли з-під сільськогосподарського використання.

Ми вважаємо, що на першому етапі в цих умовах доцільно створювати не традиційні лісові культури, а лісосировинні плантації, оскільки, у зв'язку з несприятливою будовою ґрунтового профілю сільськогосподарських земель і відсутністю характерної для лісу ґрунтової фауни і флори, перше покоління лісу (особливо – хвойного) тут є

недовговічним і, зазвичай, не доживає до встановлених у лісовому господарстві віків головних рубань, хоча до 35-45 років такі насадження мають високі показники росту та продуктивності. Ми встановили, що запас соснових деревостанів на староорних землях Київського Полісся у стадії масового ураження їх збудником кореневої губки досягає 320-350 м³/га, за середньої зміни запасу 7,2-8,3 м³/га за рік [4].

Вирощування в таких умовах однієї або кількох генерацій плантаційних культур, одночасно з отриманням значної кількості високоякісних сортиментів деревини, дасть змогу сформувати на зайнятій території лісове середовище, що створить сприятливі умови для успішного росту тут надалі лісових насаджень корінних типів з традиційним віком рубань.

Прискорений ріст плантаційних культур супроводжується інтенсивним фіксуванням ними вуглекислого газу і виділенням кисню. За нашими підрахунками, плантаційний деревостан сосни звичайної 1^а бонітету щорічно поглинає вуглекислого газу і виділяє кисню на 6 % більше ніж традиційний, а 1^с бонітету – на 8,5 % [5]. Отже, вирощування плантаційних деревостанів може виявитися важливим екологічним чинником, який матиме також цілком конкретні економічні дивіденди для нашої країни у зв'язку з введенням у дію Кіотського протоколу.

Важливе значення плантаційне лісовирощування може відіграти у енергетичному секторі української економіки: спеціальні енергетичні плантації деревних порід здатні частково вирішити проблему її залежності від імпорту енергоносіїв з-за кордону.

Вагоме місце плантаційні деревостани можуть зайняти у відновленні та ефективному використанні земель, порушених різними промисловими виробництвами. За вдалого підбору порід, плантаційне лісовирощування доцільно застосовувати: у зоні дії шкідливих виробництв, де вирощувані насадження,

¹ Ярослав Дмитрович ФУЧИЛО – член-кореспондент ЛАН України, доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Національний університет біоресурсів і природокористування України. Україна, м. Київ. Тел. +38(044)5278747

одночасно з нагромадженням деревної сировини, здатні поглинати шкідливі сполуки.

Таким чином, під час плантаційного лісовирощування, одночасно з отриманням різноманітної деревної сировини, можна досягти високого екологічного ефекту, пов'язаного з фіксацією вуглекислих сполук і виділенням кисню, відновленням родючості ґрунтів, біологічною консервацією земель, захистом ґрунтів від вітрової та водної ерозії тощо. Все це вказує на доцільність інтенсивнішого розвитку цього напрямку лісгосподарського виробництва в умовах України.

Вибираючи деревну породу для плантаційного лісовирощування, враховують її адаптованість до місцевих ґрунтово-кліматичних умов, інтенсивність росту дерев, строки досягнення ними параметрів цінних сортиментів, здатність до формування чистих за складом деревостанів, цінність деревини, досвід культивування деревної породи в плантаційних лісових культурах тощо. Кліматичні та едафічні умови України дають змогу культивувати в плантаційному режимі цілу низку автохтонних та інтродукованих деревних порід. Основним об'єктом плантаційного лісовирощування в Україні є сосна звичайна, ялина європейська, модрина європейська та низка клонів тополь і верб. З інтродукованих видів перспективні дугласія Мензиса, модрина японська, дуб червоний, горіх чорний та інші.

Плантаційні культури сосни створюють в Поліссі, Лісостепу та у пристепових борах на дерново-слабо- і середньоопідзолених піщаних, супіщаних і глинисто-піщаних ґрунтах (свіжий багатий субір); на дерново-слабо-опідзолених супіщаних ґрунтах на морені та на флювіогляціальних відкладах, що близько підстилаються мореною (свіжа судіброва). Допустимо створення плантацій сосни також на дерново-слабо та середньо опідзолених глейових глинисто-піщаних на флювіогляціальних відкладах, що підстилаються мореною (вологий субір і волога судіброва).

У багатших і вологіших умовах, починаючи від вологих судібров, створюють плантації смереки, модрини, дугласії та інших хвойних порід, а також дуба червоного. Із лісових земель для цього насамперед доцільно використовувати площі, що звільняються внаслідок рубання поростевих дубняків, осичників, березняків (особливо – кількарзової генерації). Після вирощування хвойних плантаційних культур тут можна перейти до плантаційного вирощування листяних порід, або повернутися до створення традиційних лісових культур, з метою формування корінного деревостану. Таким чином забезпечується принцип породозміни, який сприяє підвищенню і якнайповнішому використанню потенціалу лісорослинних умов і усуває суперечності між вирощуванням насаджень корінного типу і плантаційним лісовирощуванням [1].

Для вирощування плантацій хвойних порід, зокрема смереки, можуть також бути використані деякі категорії непридатних для сільськогосподарського використання земель, що потребують біологічної конверсії, при цьому глибина залягання щільного коренепроникного горизонту повинна бути не менша за 0,6 м. Вміст фізичної глини у верхньому шарі ґрунту має бути, як мінімум 25 % (у моренних суглинках) – 35 % (у покривних суглинках). Крім цього, треба враховувати вміст гумусу, загального азоту, доступного фосфору, кислотності та інші характеристики. Можна створювати плантаційні

культури смереки на осушених (з регульованою меліорацією) низинних та перехідних торфовищах. При цьому потужність шару торфу має бути не менша як 0,7 м, а його зольність не нижче 10 %. За потужності торфу менше за 0,7 м він повинен підстилятися слабко кислим суглинком [2, 6, 7].

Під плантації тополь потрібно відводити ґрунти з лісорослинними умовами від вологих судібров до найвологіших дібровних гігروتопів (C₃, C₄, D₂, D₃, D₄, D₅). В останніх, за умов проточного зволоження, тополеві плантації досягають максимальної продуктивності [3]. Багаті і добре зволожені лісорослинні умови потрібні також для успішного росту плантацій горіха чорного, бархата амурського, модрини японської тощо.

Верб, за умови вдалого підбору видів чи форм, здатні успішно рости у багатьох лісорослинних умовах, але для їх плантацій будь-якого призначення оптимальним є вологий, багатий на гумус, добре дренований супіщаний або суглинистий ґрунт. Це відповідає типам лісорослинних умов від B₂₋₄ до D₂₋₄₍₅₎. Оптимальні умови для росту верб створюються за залягання ґрунтових вод влітку на глибині від 0,6 до 2,0 м. У природі це: заплави річок, крім притерасної частини, днища балок, вибалків, ярів, конуси виносу ярів та балок, нижні частини пологих схилів тощо. Розташування плантацій саме в таких місцях доцільне також з огляду на те, що снігові та дощові води, зносячи в низини верхній найбагатший шар ґрунту, відкладають його саме на цих площах, що зменшує необхідність внесення добрив і знижує собівартість вирощування деревини. Ділянки повинні бути, за змогою, плоскими, без мікропонижень, де може застоюватися вода. Оптимальна реакція ґрунтового розчину – слабокисла або нейтральна (рН 5,5-7,0). Плантації деревоподібних верб також використовують для заліснення сильно перезвожених земель у заплавах річок, які періодично затоплюються на кілька місяців, де тополі та інші деревні породи ростуть незадовільно, і де лише деревоподібні верби здатні формувати високопродуктивні деревостани (C₄₋₅–D₄₋₅).

Під час створення плантацій доцільно здійснювати проводити суцільний обробіток ґрунту за системою чорного або сидерального пару, що забезпечує інтенсивний ріст саджанців і дає змогу скоротити кількість агротехнічних доглядів. На нелісових землях, після обробітку ґрунту, у рядах майбутніх культур потрібно здійснювати також глибоке безпліцеве розпушення підґрунтя. Якісному обробітку ґрунту під плантації на зрубах перешкоджають пеньки. Для ефективного використання техніки їх видаляють або понижують. Під час вирощування середніх і грубих хвойних сортиментів корчування пеньків недоцільне.

Плантаційні лісові культури створюють доброякісним, селекційно поліпшеним, зазвичай, великомірним садивним матеріалом, зокрема – із закритою кореневою системою. Плантаційні культури смереки та інших темнохвойних порід закладають переважно 4-5-річними саджанцями першого сорту (2+2, 2+3). Для створення плантацій сосни і модрини використовують 3-4-річні саджанці (1+2, 1+3). У посушливих умовах, використовують 1-2-річні сіянці. Кращим видом садивного матеріалу для створення плантацій тополь і верб на середні і грубі сортименти є живцеві саджанці, а для створення мініротаційних плантацій – здерев'янілі (зимові) однорічні живці.

Оптимальними термінами закладання плантацій є рання весна і осінь. Оптимальна густота садіння сосни, смереки і модрина – 2,5-7,5 тис. шт./га, тополі та верби на середні та грубі сортименти – 0,6-3,0 тис. шт./га, а мініротаційних плантацій останніх – не менше 10,0 тис. шт./га.

Основна мета агротехнічного догляду за ґрунтом у плантаційних культурах – створення сприятливих умов для їх приживлюваності, росту висаджених рослин і скорочення строків зімкнення крон. Завдяки своєчасному догляду поліпшують фізичні властивості ґрунту, зменшують випаровування з його поверхні, видаляють небажані види трав'яної та деревної рослинності. Для запобігання пошкодженню кореневих систем саджанців, агротехнічні догляди за ґрунтом плантацій сосни варто проводити лише перші 3 роки. У наступні роки, за необхідності боротьби з небажаною рослинністю, застосовують гербіциди.

Здійснення доглядів за ґрунтом у міжряддях плантацій можна замінити на вищипування у них сільськогосподарських культур, а також новорічних ялинок, здатних сприяти швидшому зімкненню насаджень, підвищенню їхньої стійкості, зменшенню кількості доглядів та зниженню собівартості вищипування деревини.

Основне підживлення плантацій, зі внесенням органічних і мінеральних добрив, здійснюють одночасно з обробітком ґрунту. У багатих суборових і судіровних умовах удобрення плантацій сосни звичайної неефективне; у борах ефективне стартове внесення торфу до 80 т/га і підживлення калійними та фосфорними добривами одночасно з проведенням доглядових рубань. Плантації інших порід потребують стартового підживлення органічними і мінеральними добривами (NPK), а також – внесення мінеральних добрив одночасно з доглядовими рубаннями. Кращому засвоєнню живильних речовин на кислих ґрунтах сприяє їх вапнування.

Доглядові рубання у плантаціях сосни, смереки та інших хвойних порід мають за мету регулювання оптимальної густоти стояння дерев, за якої забезпечується прискорене отримання максимальної кількості цільових сортиментів, а також – видалення з деревостану хворих та відсталих у рості екземплярів, створення сприятливих умов для росту і розвитку дерев, що залишилися. Плантації тополі, у зв'язку з їх інтенсивним ростом, за відносно високої початкової густоти (1000 шт./га і більше), потребують частіших і інтенсивніших доглядових рубань, ніж сосна та смерека. Коли плантації створюють рідкими (400-500 шт./га), доглядові рубання у них зводяться до видалення хворих екземплярів та догляду за стовбурами. Інтенсивність рубань вербових плантацій на середні та грубі сортименти залежить від початкової густоти і оптимальної кількості дерев на момент закінчення періоду ротації. Під час вирощування пиловника (у 20-30 років) остання становить 550-600 шт./га, а балансів (у 15-20 років) – 1300-1500 шт./га. Важливе значення під час догляду за такими плантаціями, з огляду на поліпшення якості отримуваної деревини, особливо у разі ведення господарства на пиловник, має систематичне обрізування сухих і ослаблених гілок у нижній частині крони. Цей захід позитивно впливає також на запас деревини.

На мініротаційних плантаціях лісгосподарський догляд полягає у виконанні "виховного" зрізання надземної частини, яке забезпечує формування у

саджанців куцоподібної форми надземної частини. Інші заходи здійснюють водночас із заготівлею деревної маси. Вегетативне поновлення на зрубках плантацій тополь і верб на середню і грубу деревину доцільно використовувати для формування ще однієї-двох генерацій.

Вік головного рубання плантацій на одержання балансової деревини і пиловника, залежно від класів бонітету, становить за цими сортиментами відповідно: для сосни – 36-49 (запас стовбурової деревини 260-520 м³/га) і 54-90 років (400-730 м³/га); для смереки – 37-43 роки (400-510 м³/га) і 73-83 роки (680-740 м³/га), для тополь – 13-25 (300-360 м³/га) і 17-27 років (370-420 м³/га); для деревоподібних верб – 20-30 (200-360 м³/га) і 28-38 років (260-430 м³/га). Вік рубання плантацій верб на одержання пруту становить 1 рік, меблевої палиці – 1-3 роки; верб і тополь на фітомасу для хімічної перероблення – 4-6 років, а енергетичних плантацій цих видів – від 1 до 6 років. Важливо також зазначити, що, за даними Ю.М. Дебринюка [3], у Західному Лісостепу України вік головного рубання плантацій модрина європейської становить 51-60 років, за загального запасу стовбурової деревини 670-1210 м³/га, модрина гібридної – 51-60 років, при 880-1350 м³/га, а дугласії Мензиса – відповідно: 61-70 років і 1240-1550 м³/га.

Для успішного вирощування деревини на плантаціях протягом значного періоду часу, необхідно розробити ефективну систему ротації порід з хвойних на листяні і навпаки, щоб забезпечити невиснажливе використання земель і високу продуктивність вирощуваних насаджень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Дебринюк Ю.М. Плантаційні лісові культури в Західному Лісостепу України: концепція, методологія, ресурсний потенціал : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра с.-г. наук. – Львів, 2007. – 40 с.
2. Ониськів М.І., Фучило Я.Д., Сбитна М.В., Логгінов В.Б., Бобко А.М. Плантаційне вирощування деревної сировини для потреб целюлозно-паперової та інших галузей промисловості : метод. рекомендації. – К. : ВЦ НАУ, 2003. – 53 с.
3. Редько Г.И. Биология и культура тополей. – Л. : Изд-во Ленингр. ун-та, 1975. – 175 с.
4. Фучило Я.Д. Деякі аспекти плантаційного вирощування сосни звичайної // Науковий вісник НАУ : зб. наук. праць. – К. : Вид-во НАУ. – 2004. – Вип. 70. – С. 193-203.
5. Фучило Я.Д., Ониськів М.І., Сбитна М.В. Біологічні та технологічні основи плантаційного лісовирощування. – К. : ННЦ ІАЕ, 2006. – 394 с.
6. Шутов И.В., Маслакова Е.Л., Маркова И.А. и др. Лесные плантации (ускоренное выращивание ели и сосны). – М. : Лесн. пром-сть, 1984. – 248 с.
7. Шутов И.В., Маслакова Е.Л., Маркова И.А. и др. / под ред. И.В. Шутова. Закладка и выращивание лесосырьевых плантаций ели и сосны : метод. рекомендации. – Л. : ЛенНИИЛХ, 1986. – 106 с.

Ya. D. Fuchylo

THE FOREST PLANTATIONS IN UKRAINE: PERSPECTIVES OF DEVELOPMENT

The perspectives forest plantations development in Ukraine and peculiarities of planting and cultivation of industrial forest plantations are

presented. It is estimated that plantation forestry is highly efficient from economic and environmental point of view. It is especially confirmed for marginal lands formerly used for agriculture. The assortment of forest tree species for different soil conditions and technological peculiarities of planting and cultivation of forest plantations are recommended. The optimal

age rotations and timber growing stock per hectare for main tree species forest plantations (Scots pine, Norway spruce, poplar, arboreal and shrubs willow, Douglas fir and larch) are presented. Forest plantations, perspectives of development, industrial forest plantations, marginal lands, technology of planting and cultivation.

УДК 630*504:582:736.3:581.56

В. П. ШЛАПАК¹, С. С. ПУКАС²

SOFORA JAPONICA L. У ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ ТА СТЕПУ УКРАЇНИ

Досліджено біологічні й екологічні особливості *Sofora japonica* L., ритми сезонного росту та розвитку, особливості квітування, ставлення до вологості та родючості ґрунтів, зимо- та посухостійкість, світловибагливість, способи розмноження. Обстежене насаджень з участю *S. japonica* у полезахисних, придорожніх лісових смугах та на яружно-балочній мережі. Дано оцінку перспективності та успішності інтродукції у Правобережному Лісостепу та Степу України, декоративності та запропоновано практичні рекомендації щодо перспектив використання *S. japonica* для озеленення.

Вступ. Проблема розширення асортименту деревних рослин, які використовують у лісовому і садово-парковому господарствах для підвищення біологічної стійкості, продуктивності та посилення рекреаційно-оздоровчих функцій, має важливе господарське значення. Особливої уваги у цьому контексті заслуговують рослини-інтродуценти. До перспективних інтродуцентів, які мають цінні лісові та декоративні властивості, належить софора японська (*Sofora japonica* L.). Дані про особливості росту, характер природного поновлення, фітомеліоративні властивості та продуктивність насаджень з участю *S. japonica* в Україні наведено в роботах Н.А. Базилевської [1], П.Г. Яковлєва [17-22], І.Т. Васильченка [2], В.С. Ібрагімова [3], К.К. Шапаренка [16], О.О. Марчука [6] та ін., однак низка питань досі залишається невисвітленими. Тому дослідження інтродукційних можливостей *S. japonica* в умовах Правобережного Лісостепу та Степу України є актуальним та перспективним.

Методика досліджень. В основу роботи покладено методи порівняльної екології, польові, лабораторні, експедиційні, біометричні, біологічні, лісові та статистичні методи.

Результати досліджень та їхнє обговорення. Рід *Sophora* L. – один з давніх родів покритонасінних, представлений листопадними деревними, кущовими та трав'яними рослинами. Перший детальний опис роду зробив Карл Лінней [5] у 1752-1754 рр. За філогенетичною системою П.Г. Яковлєва [19, 20, 21] вид належить до відділу *Magnoliophyta*, класу – *Magnoliopsida*, порядку – *Fabales*, *Leguminales*, родини – *Papilionaceae*, триби – *Sophoreae*, підтриби – *Sophora*, рід – *Sophora* (*Styphnolobium*). Виділено два деревні види: *Sophora japonica* (*Styphnolobium japonica*) і *Sofora affinis* (*Styphnolobium affinis*). Аналіз літературних джерел показав, що немає однастайності щодо назви виду *S. japonica* L. За

даними Н.А. Базилевської [1], І.Т. Васильченка [2] та деяких праць П.Г. Яковлєва [16, 19, 20], у 1940-1960 рр. для деревної породи вживали назву *S. japonica* L., пізніше в 70-тих роках П.Г. Яковлєв [20] використав назву *Styphnolobium japonicum* L. У 1995 р. С.К. Черепанов [15] вніс певні корективи у систематику роду *Sophora* L., хоча вказану видову назву залишив без змін – *Styphnolobium japonicum*. Досі у літературі використовують як одну, так і іншу назву виду, і ми схильні вважати, що доцільніше використовувати *S. japonica* L., оскільки видова назва виникла ще в давні часи, її опалі віночки квіток та суцвіття містять жовту фарбу, яка і дала цьому виду і всій родині назву *Sophora*. Арабською "Sophira" означає "жовта рослина".



Рис. 1. Поширення *S. japonica* в Україні

Батьківщиною *S. japonica* є Китай і Японія. Рід поширений у помірних і тропічних зонах південно-східної Європи, Азії, в Австралії, на островах Тихого океану, а також у Південній Америці. Широко культивується в Японії, на Корейському півострові, у В'єтнамі. У Європі інтродукована з 1747 року. У Росії вперше з'являється у 1811 р. Культивувати в Україні цей вид почали у 1809 р. у Краснокутському дендрологічному парку. Надалі *S. japonica* почала з'являтися в Україні повсюдно, зокрема, у Вінницькій,

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. Е-mail: piterwp@rambler.ru

² Світлана Сергіївна ПУКАС – кандидат біологічних наук, ст. викладач кафедри лісового господарства Уманського державного аграрного університету. Україна, м. Умань. Тел.: (804744) 3-63-79

Львівській, Тернопільській, Одеській, Миколаївській, Херсонській, Харківській, Київській та інших областях (рис. 1).

За даними фенологічних спостережень С.С. Пукаса [8], тривалість вегетації *S. japonica* на території Правобережного Лісостепу становить від 176 до 184 днів, а решта 181-189 днів рослини перебувають у стані глибокого та вимушеного спокою. Початок вегетації припадає на період 13-17 квітня, а припиняється 27 вересня – 9 жовтня. Одним з найважливіших критеріїв оцінки успішності інтродукції є вступ рослин у генеративну фазу. Квітнування розпочинається 23 липня – 4 серпня, триває 16-20 днів і припиняється 13-24 серпня. Репродуктивної здатності рослини досягають в 5-6-річному віці. Проте умови Південного Степу України є особливо сприятливими для її росту й розвитку. Пристосування рослин до умов зростання визначається характером їхнього сезонного росту та розвитку. Узгодженість ростових процесів з місцевим кліматом сприяє своєчасному завершенню ростових процесів та здерев'янінню річних пагонів. Для оцінки посухостійкості тричі за вегетаційний період визначали вміст води в листках, а також було використано лабораторний метод в'янення, суть якого полягає в тому, щоб визначити певний дефіцит води і водоутримувальну здатність. Так, незалежно від років спостереження, упродовж вегетаційного періоду простежено незначні зміни вмісту води в листках від 50,4 до 59,8 г станом на 28 травня та 48,8-53,8 г станом на 8 вересня. Отже, *S. japonica* добре пристосувалась до впливу посухи, оскільки у неї уповільнений процес віддачі води листками. Тому вона досить добре росте й розвивається у посушливих регіонах.

Для оцінки зимостійкості рослин *S. japonica*, інтродукованих в Україні, за показник зимостійкості (табл. 1) пропонуємо коефіцієнт зимостійкості, який виражається співвідношенням тривалості періоду вегетації й тривалості росту пагонів. За цією шкалою зимостійкість *S. japonica* оцінено у 2 бали. Це свідчить, що рослина у нашому регіоні є досить зимостійкою. Необхідно відзначити, що найзимостійкішими є 30-40-річні дерева *S. japonica*. Найуразливішими є 1-3-річні сіянці, у яких здерев'яніння пагонів становить 60-80 %, тобто їм властиве підмерзання 10-20 %. Тому важливою обставиною для культивування рослин досліджуваного виду, як вказують С.С. Пукас [7, 9], В.П. Шлапак, С.С. Пукас та ін. [12], є вжиття заходів для сприяння захисту їх від ураження низькими температурами.

Табл. 1. Коефіцієнт зимостійкості інтродукованих у Правобережному Лісостепу України *S. japonica*

Рік	Тривалість росту пагонів, днів	Середня тривалість вегетації, днів	Коефіцієнт зимостійко- сті	Різниця між тривалістю росту пагонів і середньою тривалістю вегетації, днів
2004	95	176	1,85	81
2005	86	184	2,14	98
2006	89	180	2,02	91
2007	92	182	2,0	90

Значний вплив на ріст і розвиток рослин має ступінь вологості ґрунту, за якого забезпечуються оптимальні умови життєдіяльності рослин. Згідно з результатами наших вегетаційних дослідів встановлено, що ріст рослин залежить від вологості ґрунту. Оптимальною виявилась вологість 60 % від повної вологомісткості. Особливістю досліджуваних рослин є те, що вони легше переносять нестачу вологи в ґрунті, ніж її надлишок.

Основною біологічною функцією рослинного організму є розмноження, що забезпечує існування виду та його розселення. Результативність інтродукції *S. japonica* та перспективність розширення її культури залежить від ефективних методів розмноження і вирощування. Ми з'ясували, що в умовах Одеської, Миколаївської, Херсонської, Черкаської, Вінницької, Тернопільської і Київської областей *S. japonica* щорічно квітує та плодоносить. Проте, лише в умовах Південного Степу її насіння дозріває. Оптимальними термінами збирання насіння є період з листопада по квітень наступного року. Теоретичне та практичне значення має морфологія та біологія плодів і насіння. У плодах міститься від 1 до 6 насінин, маса 1000 насінин у межах 120-160 г., в окремих випадках – у разі пошкодження шкідниками може зменшуватись до 46 г, що більш характерно для Степової зони України. Насіння *S. japonica* має надзвичайно тверду оболонку, тому важко проростає. Завдяки дослідженням було встановлено найбільш ефективні методи підготовки насіння до сівби: стратифікація і оброблення сірчаною кислотою. Відсоток пророслих насінин відповідно становив – 40-92 % і 48-95 %.

Дослідженнями встановлено, що ефективним способом розмноження *S. japonica* є осіннє висівання насіння на глибину 3-4 сантиметри, за якою відбувається природна стратифікація, що сприяє максимальному проростанню насіння 81,4-84,2 %.

Результати досліджень з вегетативного розмноження *S. japonica* засвідчує, що регенераційна здатність зелених живців вища ніж здерев'янілих і відповідно становить 2,4-3,2 та 09-1,6 %. Застосування стимуляторів росту сприяло підвищенню відсотка обкорінення лише до 5,0 %, оскільки *S. japonica* належить до важковкорінюваних рослин.

Досліджено можливості розмноження *S. japonica* в культурі *in vitro*. Із досліджуваних середовищ виділено найсприятливіше модифіковане живильне середовище Мурасіге і Скуга [14]. Встановлено, що розмноження софори в культурі *in vitro* сприяє збільшенню коефіцієнта розмноження.

На основі експериментальних досліджень з'ясовано, що з-поміж усіх можливих способів розмноження *S. japonica* найефективнішим способом є насінневий. Розмноження в культурі *in vitro* є перспективним. Розмноження живцями варто розглядати як допоміжний до названих вище способів отримання садивного матеріалу.

Ми обстежили дерева *S. japonica*, які ростуть на території Одеської, Миколаївської і Херсонської областей у полязахисних, придорожніх лісових смугах та в яружно-балковій мережі. У таких насадженнях здійснено заміри висот і діаметрів дерев, схеми розміщення садивних місць під час створення 2-4 –

6-10 рядних лісових смуг та встановлено сучасну їхню густоту (табл. 2).

Дерева вирізняються могутніми шатроподібними кронами, темно-зеленими блискучими листками, добре квітують і плодоносять. Під час садіння застосовували схему розміщення садивних місць залежно від кількості рядів *S. japonica*. Так, за 2-рядного садіння полезахисних лісових смуг застосовували схему розміщення 2,0×1,0 м; за 10-рядного – 2,0×2,0 м; за 6-рядного – 2,0×2,5 м; за 4-рядного – 2,0×3,0 м. Густота насаджень станом на 2006 р. знаходилася в межах 710-3566 шт./га. Лісові

смуги добре збереглися, повнота насаджень становить 06-08 за висоти *S. japonica* 12,–21,5 м, діаметра деревостану на висоті 1,3 м – 26,5-36,4 см. Привертає увагу 106-річна лісова смуга в Миколаївській області, яка добре збереглася. Середня висота дерев *S. japonica* тут становить 21,5 м, а середній діаметр стовбура 44,5 см. Варто також відзначити позитивний вплив на інтенсивність росту й розвитку *S. japonica* домішку інших листяних порід. Загалом лісові полезахисні смуги, окрім окремих фрагментарних невеликих ділянок, добре збережені і задовільно виконують свої захисні функції.

Табл. 2. Таксаційні показники полезахисних лісових смуг

№ ПП	Схема розміщення садивних місць, м	Порода	Густота культур під час створення, тис. шт./га	Вік насаджень, років	Повнота	Середні таксаційні показники насаджень		
						висота, м	діаметр, см	густота, шт./га
Одеська область								
11	2 ряди Сфя 2,0×1,0	Сфя	4,5	56	0,8	11,5	36,5 ^{±0,52}	3566
12	10 рядів Сфя 2,0×2,0	Сфя	2,5	56	0,7	14,0	44,3 ^{±0,68}	1250
13	6 рядів Сфя 2,0×2,5	Сфя	2,0	54	0,6	14,5	40,2 ^{±0,64}	947
14	4 ряди Сфя 2,0×3,0	Сфя	1,7	54	0,6	13,8	44,4 ^{±0,70}	1242
Миколаївська область								
15	2 ряди Сфя 1 ряд Аб 2,0×1,5	Сфя	3,3	30	0,6	12,5	24,8 ^{±0,32}	2246
		Аб				10,5	20,6 ^{±0,14}	
18	2 ряди Сфя 1 ряд А 2,0×4,0	Сфя	1,7	96	0,8	20,5	36,7 ^{±0,51}	958
		А				18,0	34,4 ^{±0,48}	
19	4 ряди Дз 2,0×1,5	Дз	3,3	30	0,8	13,0	18,3 ^{±0,42}	1468
Херсонська область								
22	2 ряди Сфя 2,0×3,5	Сфя	1,4	30	0,6	10,5	20,6 ^{±0,12}	710
23	2 ряди Сфя 1 ряд А 1 ряд Дз 1,5×2,5	Сфя	2,7	30	0,7	12,0	36,4 ^{±0,46}	1972
		А				9,5	32,8 ^{±0,52}	
		Дз				8,5	32,4 ^{±0,46}	
24	4 ряди Дз 2,0×1,5	Дз	3,3	30	0,8	10,5	10,2 ^{±0,08}	1610

Примітка: Сфя – софора японська, Дз – дуб звичайний, А – акація біла, Аб – абрикоса.

Табл. 3. Таксаційні показники придорожніх захисних смуг

№ ПП	Схема розміщення садивних місць, м	Порода	Густота культур під час створення, тис. шт./га	Вік насаджен ня, років	Повнота	Середні таксаційні показники насадження		
						висота деревостану, м	діаметр деревостану, см	густота, шт./га
Одеська область								
5	3,0×2,5	Сфя	1,3	50	0,7	18,6	28,5 ^{±0,14}	945
6	3,0×2,5	Сфя	1,3	54	0,7	19,6	26,5 ^{±0,16}	846
9	6 рядів Сфя 1 ряд А+Дз 2,0×4,0	Сфя	1,2	58	0,7	17,6	32,2 ^{±0,62}	608
		Дз				16,8	28,4 ^{±0,18}	
		А				16,4	18,6 ^{±0,08}	
Миколаївська область								
16	2 ряди 2,0×1,5	Сфя	3,3	56	0,7	15,5	36,2 ^{±0,55}	2157
		Дз				14,8	20,3 ^{±0,22}	
17	2 ряди 2,0×1,0	Сфя	5,0	56	0,7	16,5	36,4 ^{±0,48}	3482
		Дз				10,5	20,7 ^{±0,16}	
20	2 ряди 2,0×3,0	Сфя	1,7	28	0,6	12,5	32,8 ^{±0,46}	978
		А				11,0	28,3 ^{±0,36}	
21	3 ряди 3,0×4,0	Сфя	0,8	106	0,6	21,5	44,5 ^{±0,72}	278
		А				17,0	36,6 ^{±0,61}	
Херсонська область								
25	2 ряди Сфя+А 2,0×3,0	Сфя	1,7	34	0,6	14,5	36,5 ^{±0,58}	1095
		А				13,0	32,3 ^{±0,31}	
26	4 ряди Сфя 1 ряд А+Дз 1,5×3,0	Сфя	2,2	81	0,8	20,0	36,2 ^{±0,47}	864
		А				18,0	28,3 ^{±0,30}	
		Дз				18,5	24,1 ^{±0,22}	

Така ж тенденція у формуванні захисних властивостей насаджень зберігається і у придорожніх лісосмуг (табл. 3). Для порівняння інтенсивності росту

і розвитку 30-річних культур *S. japonica* ми обстежили 30-річні культури *Quercus robur* L. у придорожніх лісосмугах. Встановлено, що в 30-річних культурах

Quercus robur, які створені 4-ма рядами з розміщенням садивних місць 2,0×1,5 м, а висота насадження – в межах 10,5-12,5 м за діаметра стовбура відповідно 10,2-11,5 см. Густота обстежених культур має тенденцію до значного зменшення з віком насадження. Полезахисні та придорожні смуги з *S. japonica* порівняно з *Quercus robur*, які створені на звичайних чорноземах, добре пристосувалися до посушливого клімату, хоча мають дещо нижчі параметри, наділені комплексом високих адаптивних і господарсько-цінних ознак, завдяки чому можуть бути широко застосовані під час садіння полезахисних лісових смуг.

S. japonica культивується в господарствах півдня України під час створення різних захисних лісових насаджень на яружно-балкових та інших непридатних для сільськогосподарського вжитку землях (табл. 4). Її було використано для масових насаджень у державних підприємствах "Каховське" та "Саратське лісове господарство". Тепер у віці 40-56 років дерева *S. japonica* в насадженні мають добрий ріст і розвиток, досягаючи висоти 11,5-16,5 м, а діаметр стовбура становить 32,4-44,6 см. Стовбури могутні, рівні до висоти 3-4 м, потім вони, зазвичай, роздвоюються та розтріскуються, набувають характерної для виду викривленості, особливо у верхній частині стовбура.

Табл. 4. Таксаційні показники насаджень *S. japonica* на яружно-балковій мережі

№ ПП	Схема розміщення садивних місць, м	Порода	Густота культур під час створення, тис. шт./га	Вік насаджень, років	Повнота	Середні таксаційні показники насаджень		
						висота деревостану, м	діаметр деревостану, см	густота, шт./га
Херсонська область								
27	2,0×1,0	Сфя А	5,0	40	0,8	11,5 10,0	32,4 ^{±0,26} 28,2 ^{±0,18}	1427
28	3,0×1,0	Сфя	2,2	56	0,8	12,5	40,5 ^{±0,75}	1154
Одеська область								
1	6 рядів Сфя 1 рядЯз 2,0×3,0	Сфя Яз	1,7	56	0,7	17,2 16,0	30,6 ^{±0,78} 28,5 ^{±0,16}	1541
2	3,0×0,75	Сфя	4,4	56	0,8	19,8	28,4 ^{±0,17}	1536
3	6 рядів Сфя 1 ряд Аб 3,0×1,5	Сфя Аб	2,2	51	0,7	14,4 6,5	26,5 28,5	954
4	4 ряди Сфя 1 рядЯз 2,5×4,0	Сфя Яз	1,0	51	0,6	18,4 19,5	24,5 22,4	648

Успішність інтродукції *S. japonica* в умовах Національного дендрологічного парку "Софіївка", а також у міських насадженнях Умані та Сміли Черкаської області вивчали за методом М.А. Кохна, А.М. Курдюка [4]. Загальну оцінку інтродукції виводили за сумою балів. Найвища оцінка – 100 балів. Залежно від загальної оцінки визначали перспективність інтродукції як дорослих, так і молодих рослин за спеціальною шкалою. Унаслідок виконаних досліджень, за даними С.С. Пукаса [10], можна зробити висновок, що *S. japonica* є досить перспективною рослиною для інтродукції в умовах Правобережного Лісостепу та Степу України, ступінь її акліматизації у цьому регіоні добрий, а швидкість акліматизації нормальна.

Декоративність досліджували *S. japonica* у 2004-2006 рр. у насадженнях міст Умані, Сміли, Тульчина, Одеси, Миколаєва та Херсону [13]. Оцінку декоративності здійснювали раз на 3-10 днів у режимі фенологічних спостережень, використовуючи шкалу для індивідуальної декоративної оцінки: незадовільно – (-1); задовільно – (0); добре – (1); дуже добре – (2); відмінно – (3). Результати спостережень засвідчили, що у *S. japonica* декоративна цінність впродовж року сильно змінюється, що зумовлено настанням певних фенологічних фаз. Період найвищої декоративності цієї рослини спостерігається у середині та наприкінці літа у фазі цвітіння. У першій половині осені зафіксовано повне зниження декоративного ефекту (фаза закінчення лінійного росту пагонів, фаза здерев'яніння пагонів по всій довжині).

Період різкої та тривалої втрати декоративного ефекту спостерігається в останній декаді листопада

(масове опадання листя) і триває до першої декади травня (початок лінійного росту пагонів). Варто зазначити, що втрата декоративного ефекту у цьому випадку відбувається завдяки впливу лише сезонних чинників. Досліджені рослини *S. japonica* та її декоративні форми вже з 4-5 річного віку після садіння здатні прикрасити садово-парковий ландшафт, підвищити його художню виразність. Вадою *S. japonica* є підмерзання однорічних пагонів, але рослина є швидкозростаючою породою, пагони добре відновлюються. Неприятливі погодні умови Правобережного Лісостепу України в окремі роки істотно не знижують декоративних властивостей *S. japonica*. За своєю декоративністю, швидкістю росту, довговічністю ця рослина є цінним видом для озеленення і могла б прикрасити парки, сквери, вулиці міст. Її доцільно використовувати як солітер, у вигляді пейзажних груп, для створення контрастних композицій з вічнозеленими рослинами.

Висновки

1. Для росту та розвитку *S. japonica* Правобережний Лісостеп і Степ України близькі до лісорослинних умов більшості районів її природного поширення у Південно-Східній Азії.

2. Досліджувані рослини виду *S. japonica* у молодому віці менш морозостійкі, ніж дорослі, тому можливе незначне підмерзання однорічних пагонів у суворі зими. Насамперед, це пов'язано зі запізним здерев'янінням пагонів наприкінці вегетації.

3. Дослідження водного режиму *S. japonica* встановлено, що цей вид характеризується високою посухостійкістю і найбільшою мірою відповідає умовам не лише Правобережного Лісостепу, а й

Південного Степу України, де дефіцит вологи є основною перешкодою для створення й існування деревних насаджень.

4. Насіння *S. japonica* має надзвичайно тверду оболонку і важко проростає. Завдяки дослідженням запропоновано ефективні методи виведення насіння зі стану спокою. До них належать стратифікація, що забезпечує відсоток пророслих насінин 40-92 і вплив сірчаної кислоти, відповідно – 48-95 %.

5. Дослідженнями з вегетативного розмноження *S. japonica* виявлено, що регенераційна здатність зелених живців вища, ніж здерев'янілих і відповідно становить 2,4-3,2 та 0,9-1,6 %. Застосування стимуляторів росту сприяло підвищенню відсотка обкорінення лише до 5,0 %, що свідчить, про належність *S. japonica* до важкокорінюваних рослин.

6. Здійснено оцінку успішності інтродукції *S. japonica* у Правобережному Лісостепу України, за якою її віднесено до другої групи перспективних рослин, ступінь успішності акліматизації добрий, що свідчить про нормальну акліматизацію цієї рослини в районі інтродукції.

7. З'ясовано, що завдяки незначній вибагливості до родючості та вологості ґрунту та інтенсивному росту, особливо в перші роки життя, *S. japonica* широко використовуються для створення придорожніх захисних і полезахисних лісових смуг і в яружно-балковій мережі в Степу України. *S. japonica* виконує важливу роль у цих насадженнях, тому що вона не вибаглива до родючості ґрунтів, посухостійка, має глибоку стрижневу кореневу систему, що сприяє укріпленню схилів різної експозиції. Для *S. japonica* характерна висока декоративність у вегетаційний період, особливо з кінця липня до першої декади вересня. Тому вона і є перспективною рослиною для декоративного садівництва.

ЛІТЕРАТУРА

1. Базилевская Н.А. Критический обзор и систематическое деление трибы *Sophoreae* L. // Известия Гл. бот. сада СССР. – 1930. – Т. 29, № 4. – С. 339-351.
2. Васильченко И.Т. Род Софора – *Sophora* L. // Флора СССР. – М.-Л.: Изд-во Акад. наук. – 1945. – Т. 11. – С. 23-28.
3. Ибрагимова В.С. Китайская медицина, методы диагностики и лечения. Лекарственные средства. – М.: Вид-во "Наук. думка", 1994. – 637 с.
4. Кохно Н.А., Курдюк А.М. Теоретические основы и опыт интродукции древесных растений в Украине. – К.: Вид-во "Наук. думка", 1994. – 258 с.
5. Линней Карл. Философия ботаники. – М.: Изд-во "Наука", 1989. – 454 с.
6. Марчук О.О. Перспективні інтродуценти у дендропарках Харківщини // Науковий вісник НАУ : зб. наук. праць. – К.: Вид-во НАУ. – 2004. – Вип. 70. – С. 253-269.
7. Пукас С.С. Биология развития *Sophora japonica* L. в условиях Украины // Межвузовский сб. научных трудов. – Архангельск: Изд-во АГТОУ. – 2005. – Вып. 8. – С. 38-41.
8. Пукас С.С. Біологічні особливості діагностики фенологічних фаз у *Sophora japonica* L. в умовах Черкащини // Матеріали Міжнародної наук. конф. присвяченої 150-річчю Ботанічного саду. – Львів: Унів.-тет. імені Івана Франка, 2004. – С. 57-62.
9. Пукас С.С. Особливості інтродукції *Sophora japonica* L. в Україні // Матеріали IV Міжнародної наук. конф. молодих дослідників. – Тростянець, 2004. – С. 114-115.
10. Пукас С.С. Оцінка успішності інтродукції *Sophora japonica* L. в умовах Правобережного Лісостепу України // Науковий вісник УкрДПТУ : зб. наук.-техн. праць. – Львів: РВВ УкрДПТУ. – 2004. – Вип. 14.7. – С. 51-57.
11. Пукас С.С., Шлапак В.П. Особливості росту і розвитку сіянців *Sophora japonica* L. в умовах Правобережного Лісостепу України // Вісник Київського НУ імені Тараса Шевченка : інтродукція та збереження рослинного різноманіття. – К.: Київський НУ імені Тараса Шевченка. – 2005. – Вип. 9. – С. 50-51.
12. Шлапак В.П., Пукас С.С., Кульбіцький В.Л., Піскун Н.Л., Бабій Л.О., Мазуренко В.Д. Вплив критичної температури повітря на рослину // Сучасні проблеми фізіології рослин і біотехнології: тези наук. конф. молодих учених (Ужгород, 1-3 грудня 2005 р.). – Ужгород, 2005. – С. 132-133.
13. Шлапак В.П., Пукас С.С. Сезонна декоративність *Sophora japonica* L. Правобережного Лісостепу і Степу України // Інтродукція рослин на початку XXI століття: досягнення і перспективи (До 120-річчя з дня народження акад. М.І. Вавилова) : матер. Міжнар. наук. конф. – К.: Фітосоціоцентр, 2007. – С. 324-327.
14. Небиков М.В., Шлапак В.П., Пукас С.С., Колдар Л.А. *Sophora japonica* L. у культурі in vitro // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів: РВВ НЛТУУ. – 2005. – Вип. 15.5. – С. 82-86.
15. Черепанов С.К. Сосудистые растения СССР. – Л.: Изд-во "Наука", 1981. – 509 с.
16. Шапаренко К.К. Ископаемые *Leguminosae* и некоторые вопросы классификации палеоботанических находок // Ботанический журнал. – 1940. – Т. 25, № 2. – С. 102-121.
17. Яковлев Г.П. Дополнения к системе порядка *Fabales* Nakai (*Leguminales* Jones) // Ботанический журнал. – 1972. – Т. 57, № 6. – С. 585-595.
18. Яковлев Г.П. Заметки по систематике и географии рода *Sophora* L. и близких родов // Вопросы фармакогнозии. – 1967. – Т. 21, вып. 4. – С. 42-62.
19. Яковлев Г.П. Материалы к монографии рода софора : автореф. дисс. на соискание учен. степени канд. биол. наук : спец. 03.00.05/ ЛХФИ. – Л., 1964. – 16 с.
20. Яковлев Г.П. Новая система для родов, включавшихся в *Sophoreae* (*Fabaceae*) и некоторые вопросы систематики порядка *Fabales* Nakai : дисс. на соискание учен. степени д-ра биол. наук : спец. 03.00.05/ ЛХФИ. – Л., 1975. – 322 с.
21. Яковлев Г.П. Роды трибы *Sophoreae* (Bronn) // Новости систематики высших растений. – 1975. – Т. 12. – С. 225-232.
22. Яковлев Г.П., Сыровежко Н.В. Некоторые особенности строения семян рода *Sophora* L. и близких к нему родов в связи с их систематикой и филогенией // Вопросы фармакогнозии. – 1967. – Т. 21, вып. 4. – С. 90-98.

V. P. Shlapak, S. S. Pukas

SOPHORA JAPONICA L. IN RIGHT-BANK FOREST-STEPPE AND STEPPE ECO-ZONES OF UKRAINE

The results of studies of biological and ecological features, rhythms of seasonal growth and development, features of flowering, attitudes to humidity and fertility of soils, cold- and drought-resistance, attitudes to light, reproduction methods of *Sophora japonica* are presented. The results of forest shelterbelts and soil protective stands survey with the *Sofora Japonica* L. in composition are presented as well. The perspectives and successfulness of

introduction of this species in stands in Right-Bank Forest-Steppe and Steppe eco-zones of Ukraine are evaluated. Decorative characteristics are evaluated.

The practical recommendations concerning the using of Sofora Japonica L. in landscape architecture are proposed.

ЕКОЛОГІЯ ДОВКІЛЛЯ ТА РАЦІОНАЛЬНЕ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

УДК 630.3.001.12/1

Н. І. БИБЛЮК¹, І. П. КОВАЛЬЧУК², О. С. МАЧУГА³

НЕБЕЗПЕЧНІ СТИХІЙНІ ЯВИЩА В КАРПАТАХ: ПРИЧИНИ ВИНИКНЕННЯ ТА ШЛЯХИ ЇХ МІНІМІЗАЦІЇ

Виконано аналіз впливу природних чинників і господарської діяльності на виникнення катастрофічних повеней в Українських Карпатах та розглянуто шляхи попередження їх руйнівної дії. Подано порівняльний аналіз стану та геометричних параметрів окремих гідроспоруд на деяких ріках Чехії, Словаччини, Польщі та України. Виявлено певні закономірності між відносними геометричними параметрами гребель та водосховищ, витратою води в меженний період. На підставі аналізу результатів навантаженості гідроспоруд встановлено, що занедбаність та цілковите знищення гідроспоруд в Україні є наслідком відсутності догляду та технічної підтримки їх конструкцій. Наведено постановку задачі про взаємодію донних елементів із водою та руслом річки. Аналіз розв'язку такої задачі для часткових випадків дає змогу визначити залежність розмірів каменів, що котяться або пливуть річкою під час повені, від сили течії.

Паводки, а також селеві потоки і зсуви, які їх супроводжують, формуються в процесі поєднання гідрометеорологічних і геоморфологічних природних чинників та антропогенних чинників і завдають великої шкоди народному господарству.

Їхня інтенсивність і повторюваність зростають. Так, катастрофічний паводок 2008 р. на Передкарпатті формувався попереднім перезволоженням і наступними надмірними опадами 22-27 липня, які за об'ємом були більшими за історичний максимум 1969 р. на Передкарпатті і 2001 р. на Закарпатті. Частота повторення катастрофічних паводків у першій половині XX ст. складала 14-16 років на Івано-Франківщині і 5-16 років на Закарпатті [21]. У другій половині XX ст. повторюваність великих паводків становила переважно один раз на 4-8 років. Паводки і повені меншої сили повторюються в окремих басейнах річок (особливо Чорного і Білого Черемошів) по 2-3 рази на рік.

До антропогенних чинників, які активізують паводки в Карпатах, належать:

- зменшення наприкінці XVIII і початку XIX ст. лісистості в горах і зміна вікової та видової структури деревостанів (збільшення площі смеречників за рахунок зменшення ялицевих і букових лісів) унаслідок інтенсивного розвитку гутництва,

транспорту, перероблення деревини та зниження верхньої межі лісу на 150-250 м через нераціональний випас худоби на полонинах, знищення водоохоронної лісової смуги вздовж річкових русел;

- надмірні обсяги рубання деревостану в період з 1945 до 1990 рр. (у 50-ті роки у 2-3 рази понад норму) з порушенням технології лісозаготівлі (суцільне вирубування деревостанів на великих площах, нарізання густої мережі тракторних волоків на крутих схилах) і використанням ґрунторуйнівних транспортних засобів на екологічно вразливих теренах;
- незадовільний технічний стан і догляд за руслами річок і потоків, дорожніми спорудами та підпірними стінками, мала пропускна спроможність мостів на місцевих і лісових дорогах (після великих паводків майже всі ці мости руйнуються), недостатня ефективність укріплених споруд, пов'язана з низьким ступенем інженерно-гідрологічного обґрунтування проектних рішень з урахуванням дуже складних місцевих умов Карпатського регіону і низькою якістю будівельних робіт.

Унаслідок екстенсивної господарської діяльності карпатська гірська екосистема зазнала істотних антропогенних змін: лісистість зменшилася майже удвічі; на більшості лісових площ складні змішані

¹ **Нестор Іванович БИБЛЮК** – дійсний член ЛАН України, доктор технічних наук, професор, Національний лісотехнічний університет України, м. Львів. Україна. Тел.: +38(032) 239-27-69. E-mail: byblyuk@ukr.net

² **Іван Платонович КОВАЛЬЧУК** – професор, доктор географічних наук, завідувач кафедри геодезії та картографії Національного університету біоресурсів і природокористування України України. Україна, м. Київ. Тел.: +38-050-561-38-26

³ **Олег Степанович МАЧУГА** – кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри лісових машин та гідравліки Національного лісотехнічного університету України. Україна, м. Львів. Тел.: +38-067-670-19-06. E-mail: oleg_mach@ukr.net

різновікові угруповання замінені вторинними одновіковими, високогірські луки перетворилися в пустелища, продуктивність біогеоценологічного покриву зменшилася щонайменше на чверть, скоротилася чисельність тварин, порушився водний режим схилів і річкових русел, звичайними явищами стали паводки, зсуви та ерозія ґрунтів, вітровали і сніголами, зменшилася ґрунтозахисна, водорегулювальна, кліматоутворювальна й естетична функції гірських лісових, чагарникових і лучних екосистем [13].

Природні умови та їх вплив на виникнення ерозійно-денудаційних процесів

Геологічна будова. Українські Карпати – це частина Східних Карпат, розміщена в межах України. Ширина гірської зони близько 100 км, а довжина вздовж північно-східного краю – до 280 км. Загальна площа гір понад 24 тис. км². До Українських Карпат відносять і їх передгір'я – Передкарпатську височину та Закарпатську низовину. Це єдина в фізико-географічному аспекті область площею понад 37 тис. км².

Беручи до уваги поздовжню структурно-геоморфологічну зональність, П. Цись [14] розрізняв в Українських Карпатах сім геоморфологічних областей, з-поміж яких найнебезпечнішими щодо виникнення ерозійно-денудаційних процесів є Область Зовнішніх Карпат, Вододільно-Верховинська та Полонинсько-Чорногірська області, що відповідають Середньогірсько-Біскупській, Міжгірньо-Верховинській та Високо- і Середньогірньо-Полонинській областям (за Г. Міллером і О. Федірко) [15]. Зовнішня східна смуга Гуцульських Карпат складається з Горган (1400-1500) і Покутсько-Буковинських Карпат (700-900 м).

У Горганах поширені малостійкі та нестійкі до ерозії кам'яністі розсипища і сильносkeletalні буроземисті ґрунти skeletalністю 75-85 %. Природне поновлення перетворених на кам'яністі розсипища верхніх горизонтів таких ґрунтів практично неможливе [10].

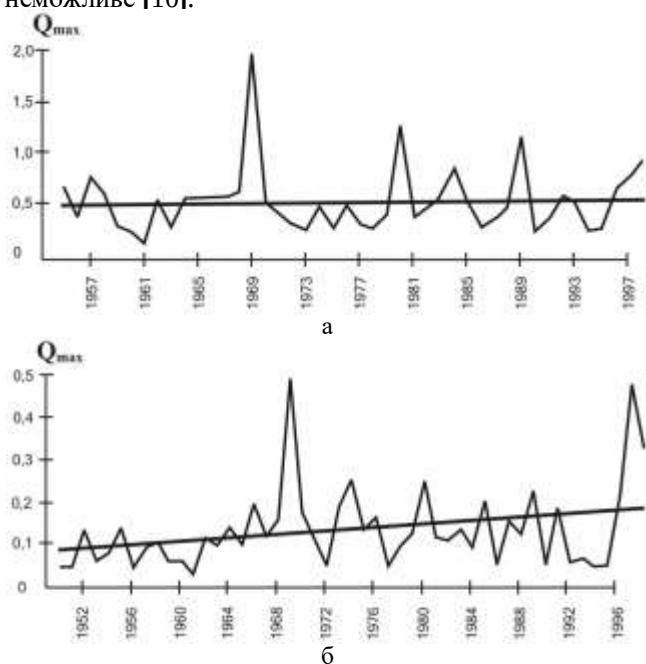


Рис. 1. Багаторічна динаміка і тренд стоку води Q_{max} тис. м³/с: а – р. Дністер (Самбір); б – р. Стрий (Верхнє Синьовидне)

Для Вододільно-Верховинської області найтипівішим є низькогірний структурно-ерозійний рельєф (600-700 м). Стельні утворення тут трапляються рідко. У геологічній будові переважають глинисті сланці, що легко розмиваються водами. У районі Привододільних Карпат, що входять до цієї області, спостерігається досить різке вертикальне розчленування і, як наслідок, – наявність кам'янистих розсипищ.

Для Полонинсько-Чорногірської області характерна висота хребтів 1030-1800 м і наявність щільних пісковиків, що зумовило значну крутість схилів (25-30 градусів) та утворення сильнокам'янистих ґрунтів.

Характерною рисою південно-східних Карпат, зумовленою її геологічною будовою, є їх високий ерозійно-денудаційний потенціал, диференційовані сучасні і неотектонічні рухи, інтенсивний розвиток ерозійно-аккумулятивних, селевих і гравітаційних процесів, їх значний вплив на гірське рельєфоутворення і формування екологічної ситуації [17].

Клімат Карпат формується у взаємодії низки чинників, головними з яких є особливості атмосферної циркуляції, географічне розташування, орографія місцевості та радіаційні умови [8].

Температурний режим характеризується відносно високими річними температурами в передгірних районах, особливо на Закарпатті, захищеному гірськими хребтами від холодних, північних вітрів. Середньорічна температура повітря тут становить 9-11°C, а на Передкарпатті – 7-8°C.

Узимку на територію Українських Карпат часто надходить тепле атлантичне повітря, і настають відлиги, особливо часті на Закарпатті. Під час відлиг можливе підвищення температури в січні до 13°C, у грудні та лютому – до 17°C. Збіг відлиг із дощем спричиняє великі руйнівні повені на Закарпатті.

Опади – один з головних метеорологічних елементів, які впливають на формування поверхневого та річкового стоку і розвитку ерозійно-аккумулятивних процесів. Карпати входять у зону найвологішого клімату України. Середня річна сума опадів тут змінюється від 600 до 1600 мм і більше [28]. Влітку на північних схилах Карпат випадає від 72 до 82 %, на південних – від 60 до 75 % річної суми опадів.

Одним із головних показників гідрологічної ролі біогеоценологічного покриву є сумарний стік з водозбірної площі. На рис. 1 подано тренд стоку води річок Дністра і Стрия за період з 1950 по 1995 р. [24].

Район найбільшої повторюваності дощів (понад 300 мм за добу) простягається смугою з південного заходу на північний схід. Опади ці мають зливовий характер і випадають переважно влітку. Так, злива (близько 300 мм) 30 серпня 1927 р. спричинила великі паводки на р. Прут та її притоках. Було зруйновано багато мостів, розмито земляне полотно залізниць і автомобільних доріг. Загальна площа, залита водою, становила 1570 км² [28].

Як видно з аналізу стоку у водозборах верхів'я Пруту, максимум його спостерігається навесні, коли переважає танення снігу. Порівняння річного

розподілу атмосферних опадів і поверхневого стоку (рис. 2) показує, що в зимові місяці надходження опадів переважає над поверхневим стоком, це пов'язано із нагромадженням снігу. Навесні, коли починає танути сніг, картина змінюється на протилежну. Різницю між кількістю опадів і поверхневим стоком протягом літніх місяців можна пояснити випаровуванням і транспірацією води на площі басейну.

Змив твердих частинок ґрунту – найменший у верхів'ї басейну р. Прут до х. Завоєли, де площі річок, з яких можливе винесення (дороги, рілні землі і т.ін.), незначні і в умовах заповідного режиму існує заборона на господарську діяльність. У частинах басейну між х. Завоєли і с. Кременці та між с. Кременці і м. Яремче спостерігаємо зменшення кількості опадів і стоку води [13].

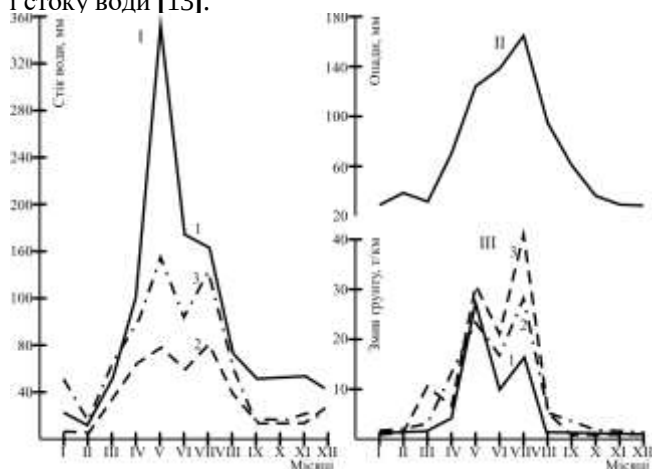


Рис. 2. Стік води (I), опади (II) і змив ґрунту (III) з водозборів верхів'я басейну р. Прут (середні дані за 1981-1985 рр.): 1 – від витоків ріки до х. Завоєли, 2 – від х. Завоєли до с. Кременці, 3 – від с. Кременці до м. Яремча

Річки Українських Карпат належать до басейнів Дунаю (Серет, Прут) і Дністра. Основні риси гідрографічної мережі і водного режиму річок цієї території зумовлені особливостями клімату, геологічною будовою і гідрологічними особливостями. У Карпатах протікає більше як 28 тис. річок загальною довжиною близько 55 тис. км (табл. 1).

Табл. 1. Кількість рік та їх довжина [14]

Категорії, рік	Інтервали, км	Всього		
		кількість, рік	довжина, км	%
Найменші	менше 10	27679	42210	73,3
	10-25	389	5861	10,2
Малі	26-50	68	2271	3,9
	51-100	28	1953	3,4
Середні	101-200	6	798	1,4
	201-300	1	232	0,4
	301-500	1	447	0,4
Великі	501-1500	4	3799	6,6
Всього		28176	57571	100

Густота річкової мережі досить щільна: на один квадратний кілометр у горах припадає 1,3-1,6 км (в окремих басейнах до 2,0-2,5 км) річкових русел. Ріки мають типовий гірський характер. Долини їх прямі або слабо звивисті, біля витоків утворюють глибокі ущелини з вузьким дном (1-3 м), ширина долин невелика (від 50-80 м до 2,0 км), схили круті або дуже

круті, висотою 60-100 м. Заплави річок вузькі (50-200 м), часом зовсім відсутні, під час паводків затоплюються на 1-5 днів шаром води 0,4-5,0 м. Річки протікають у вузьких руслах, швидкість течії різна – від 1,0-1,5 до 3-6 м/с, а в передгір'ях від 0,5 до 2-3 м/с під час паводків.

Для гірських річок Карпат характерне раптове виникнення паводків. За відносно невеликих витрат води в межень (1-2 м³/с) паводки в 100 і більше разів перевищують ці витрати. Перехід річки з одного стану в інший відбувається швидко – протягом кількох годин. Якщо врахувати поєднання загічування русла камінням, деревами і корчами з раптовим виникненням паводки, то неважко передбачити величину руйнувань, можливих у руслі річки після прориву природно виниклих загат [19].

Небезпечні стихійні явища та їх причини

Паводки. У Карпатах паводки залежать від некерованих і важкопрогнозованих умов, завдають значних збитків господарству і поки що залишаються стихійним лихом [9].

Перші згадки про великі паводки на Карпатських ріках стосуються 1164-го і 1230-го рр. У літературних джерелах є згадки про катастрофічні паводки в 1649-му, 1668, 1700 і 1730 рр., під час яких затоплено населені пункти, поля, луки, топилися люди і худоба.

Найвищими були зливи паводки на річках північно-східних схилів Карпатських гір у 1911-му, 1927, 1941, 1955, 1969, 1979 рр., а на річках Закарпаття – паводки змішаного походження в 1926, 1947-1948, 1970, 1992 і 1998 рр. [9].

У Північно-Східних Карпатах особливо великими були паводки 30-31 серпня 1927 р. на річках Бистриця Солотвинська, Бистриця Надвірнянська, Черемош, Серет та у верхів'ях Пруту. Причиною їх були зливи дощі, які випали на північно-східних схилах Карпат. Величина опадів сягала 300 мм. Потоками води було зруйновано житлові і промислові будівлі, багато автомобільних доріг і залізниць, мостів і телефонних ліній.

Високі паводки були в басейні Тиси 29-31 грудня 1947-го і 8-9 січня 1948 років, які сформувалися внаслідок різкого потепління (температура повітря піднялася від -14°C до +12°C) і випадання інтенсивних дощів (добова сума опадів досягла 130 мм). Так, 29 грудня в Рахові випало 134 мм, а сума опадів за період з 28 по 30 грудня становила 255 мм. Дощі спричинили інтенсивне танення снігу, висота якого в середньому сягала 50 см.

Паводки зруйнували автомобільні дороги і залізниці, мости через Тису, п'ятикілометрову захисну дамбу, частково затоплено м. Хуст, багато сіл та угідь. На схилах гір інтенсивно розвивалась ерозія, а зсувами і обвалами зруйновано житлові будівлі в гірських селах.

Небувалий зливовий паводок був у 1969 р. Дощі над західними областями України почалися 2-3 червня, через дві доби рівень води у верхів'ях гірських річок піднявся на 2 м. Винятково сильні зливи спостерігали 7-10 червня, за ці дні кількість опадів перевищила місячну норму.

Найвищий рівень води на річках спостерігався в гірській частині 8 червня – 4 м, а на передгірних ділянках 9 і 10 червня – 6 м. За даними Львівської гідрометеослужби, рівень води в окремих річках перевищив історичні максимуми: у Бистриці Солотвинській (біля Івано-Франківська) – на 250 см, у

Дністрі (біля с. Нижнів) на 141 см, у Пруті (біля м. Яремча) – на 151 см, а біля Чернівців – на 270 см [19]. Унаслідок виникнення паводка затоплено багато населених пунктів, ферм, значні площі сільськогосподарських земель, зруйновано залізницю та автомобільні дороги, мости, високовольтні лінії електропередачі, газоводи і лінії зв'язку.

У басейні річок Тиси і Серету великі дощові паводки пройшли 12-18 травня 1970 р. Кількість опадів у два-три рази перевищила місячну норму і становила 150-200 мм. Паводки завдали великої шкоди Закарпаттю. Було зруйновано багато житлових будинків, мостів, сотні кілометрів автомобільних доріг та лінії електропередачі.

Особливо великих збитків господарству, що перевищили всі попередні, завдав катастрофічний паводок у листопаді 1998 р. на Закарпатті. Його особливістю став інтенсивний корчехід у верхів'ях річок Чорної, Білої Тиси, Кісви, Шопурки та інших, що значно збільшило руйнівну силу потоку. Розмив берегів спричинив інтенсивне руйнування автомобільних доріг і будівель. Значної шкоди господарству Закарпаття завдав також паводок 3-7 березня 2001 р. Окрім зруйнованих значних відтинків доріг, гідротехнічних споруд і будівель було замулено алювіальними відкладами великі площі заплавлених сільськогосподарських угідь.

Головною причиною катастрофічного паводку, який стався 22-27 липня 2008 р. в шести західних областях України і особливо на Передкарпатті, була надмірна кількість опадів і накладання піків паводків, які підсилювались антропогенними чинниками. За даними обласних гідрометеорологічних центрів, 22-27 липня 2008 р. у Карпатському регіоні сума опадів місцями сягала трьох місячних норм. У Львівській області вона становила 65-177 мм, а місцями 195-344 мм, або 72-275 % місячної норми, в Івано-Франківській – відповідно 161-351 мм, або 155-240 %, у Чернівецькій – 228-298 мм, або понад 200 %, у Закарпатській – 165 мм або 125 %. Окрім цього, лісові масиви у передпаводковий період були насичені вологою. За спостереженнями на стаціонарі "Хрипелів" Інституту гірського лісівництва 15-20 липня випало 69 мм опадів, через що перед паводком екосистема смерекового лісу була на 86 % насичена вологою. Наступні зливи 22-27 липня, сумарною величиною 312 мм (2,1 рази понад місячну норму), сформували сильний паводок. Витрати на схилі стік становили до 80-90 % атмосферної вологи. У цій ситуації здатність до зменшення паводкового стоку була зведена до мінімуму. Попереднє зволоження та надмірні зливові опади 22-27 липня загалом у 3-5 разів перевищили потенційну водорегулювально-захисну роль лісу. Паводок призвів затоплення передгірної і рівнинної частин Передкарпаття, знищення майна громадян та комунікаційно-дорожньої інфраструктури [21, 12].

На формування паводкового стоку значний вплив мають морфометричні характеристики водозбору і особливості підстильної поверхні: лісистість і заболоченість басейну, насиченість його озерами і ставками. Вплив лісу, боліт, озер, водосховищ і ставків поєднується з дією деяких інших чинників: геологічними і морфологічними особливостями водозбору, характером ґрунтів, рельєфом тощо. Через це оцінка впливу одного з чинників є складною і

умовною [17]. Крім цього, паводки часто супроводжують загрозливі вторинні процеси (зсуви, осипи, селеві потоки тощо), на усунення яких доводиться витрачати багато зусиль та коштів.

Бурхливому характеру паводків, які спостерігаються останніми роками на гірських річках Карпат навіть за незначних опадів, сприяють: знищення водоохоронної лісової смуги вздовж річкових русел та захисної лісової смуги у високогірному (субальпійському поясі) на межі з полонинами; винесення в річки кам'яноуламкового матеріалу осипів, зсувів та обвалів з оголених схилів та велика захаращеність річок залишками деревини, які зумовлюють виникнення заторів та штучне збільшення рівнів води в річках під час паводків; невелика потужність ґрунтових профілів і низька їх водоутримувальна здатність; значна вертикальна і горизонтальна розчленованість рельєфу.

Утворенню заторів на річках сприяє також мала пропускна спроможність мостів на місцевих і лісових дорогах. Тому під час великих літніх паводків майже всі ці мости руйнуються. Після прориву заторів, утворених змитим матеріалом, потік набуває великої руйнівної сили, а після виходу з гір на рівнину затоплює і замулює сільськогосподарські угіддя.

Селі – це тимчасові потоки, які рухаються дном водотоку, балки або яру і характеризуються високим вмістом твердого матеріалу. Залежно від складу селевої маси, вмісту твердого матеріалу, від структури потоку і його транспортувальної здатності розрізняють муло-кам'яні, водно-кам'яні та інші типи селевих потоків [9].

Селеві явища посилюються в Українських Карпатах упродовж останніх десятиріч. Серед природних чинників, які зумовлюють селеві явища у Карпатах, виділяють: велику розчленованість басейнів гірських річок, значне поглиблення русел, наявність крутих схилів, слабку денудаційну стійкість флішових товщ, значну потужність пухкого матеріалу на схилах гір, поширення безлісних площ, великий поверхневий стік.

Селеві явища в Українських Карпатах мають регіональні особливості. Найнебезпечнішим вважають Свидовицько-Горганський регіон, де розвинені водно-кам'яні і буро-кам'яні потоки. Живлення їх посилюється обвалью-осипними схилами, а в конусах виносу великоуламковий матеріал з флішових пісковиків досягає в діаметрі 2-3 м.

Провідне значення у формуванні селів як у кожному селевому районі, так і на всій території Українських Карпат, відіграє транспортний процес, на який припадає 65 % усіх випадків селеутворення. Найсприятливіші умови для формування селів виявлено у Верхньопрутсько-Черемоському і Білочеремосько-Путильському селевих районах, частина яких розташована в горах Ворохта-Путильської Верховини і в найвищій частині Карпат – Чорногорі. Тут рельєф характеризується різними формами, глибоко врізаними долинами і крутими схилами, що, своєю чергою, зумовлює значні ухили селевих русел.

Зсуви. Зсувні процеси поширені в гірських долинах: у Передкарпатті (Південне Покуття, Серето-Прутське межиріччя, Буковинське передгір'я, Лімницько-Бистрицьке межиріччя), а також у Солотвинській (Верхньотисинській) улоговині. Вони

завдають великої шкоди автомобільним дорогам та іншим спорудам [9].

На утворення зсувів великий вплив мають кліматичні чинники, насамперед атмосферні опади та сейсмічна активність. Особливо сприяють цьому сильні зливи, які охоплюють великі території. На гірських схилах під час злив формується інтенсивний поверхневий стік, унаслідок якого з особливою силою проявляються зсуви і селі.

Сейсмічність Українських Карпат зумовлена землетрусами, які генеруються в межах

глибокофокусних (від 100 км до 180 км) підкірних епіцентрів, розміщених на стику Східних і Південних Карпат на території Румунії (масив Вранча), а також епіцентрів, які розміщені в Закарпатті і на суміжних з ним територіях Чехії, Словаччини, Угорщини, Румунії.

Найсильніші з відомих Вранчевських землетрусів із значним макросейсмічним ефектом в Українських Карпатах на прилеглих територіях сталися у 1738, 1802, 1829, 1898, 1908, 1912, 1934, 1940, 1977, 1986, 1990 рр.



**ВІДНОВЛЕННЯ БЕРЕГОВОУКРІПЛЕНЬ І МОСТІВ
ДП Сколівське ЛГ, 2008**



Розчищення русла



Укріплення земляного полотна

ДП Славське ЛГ, 2008



Укріплення берегової опори



Відновлення моста

Ріка Чорна Тиса, 2000



Укріплення земляного полотна кам'яним накидом

Ріка Стрий (с. Ямельниця), 2008



Нові лісовозні дороги



Відновлені мости



ВОДРЕГУЛЮВАЛЬНІ СПОРУДИ ЦЕНТРАЛЬНОЇ ЄВРОПИ



Гребля Соуш на р. Біла Десна в Чехії



Водорегулювальна дамба на р. Ізера в Чехії (с. Мала Скала)



Водорегулювальна гребля на р. Ізера в Чехії (с. Сплзов)



Водорегулювальна гребля на р. Каменіца в Чехії (с. Вельке Гамри)



Противаводкова гребля на р. Слатіна в Словаччині (м. Зволен)



Водозабірна гребля на р. Грон у Словаччині (с. Подбресова)



Випускний шлюз мініГЕС на р. Попрад у Словаччині (м. Кежмарок)



Берегоукріплення потоку Бистриця в Словаччині (м. Банська Бистриця)



Декоративна гребля на р. Каменна в Карконошах (м. Шклярська Поремба)



Декоративна гребля на р. Бистра (м. Закопане)

ГРЕБЛІ НА РІКАХ ПЕРЕДКАРПАТТЯ



Гребля на р. Рибниця
(с. Город поблизу м. Косів)



Залишки греблі на
р. Рибниця (м. Косів)



Захисна дамба 1 (м. Косів)



Захисна дамба 2 (м. Косів)



Русло Монастирського потоку
(м. Косів)



Залишки греблі малої ГЕС на
р. Білий Черемош (с. Яблуниця, 2007)



Водозабірна гребля на р. Свіча
(м. Вигода)



Залишки клявзи Мар'їн на
р. Білий Черемош (2007)



Залишки клявзи Керничний на
р. Чорний Черемош (2007)



Залишки клявзи Шибени 1 на
одноіменному потоці (2007)

Інтенсивність деяких за макроефектом оцінюють величиною від 5 до 8 балів [14].

Сейсмічна дія безпосередньо впливає на розвиток екзогенних геологічних, а найперше силових гравітаційних процесів. Зсуви та обвали відбувалися безпосередньо під час землетрусу, також пізніше через певний час (до одного року).

Інший чинник, що спричиняється до зсувів, це суцільне вирубування лісу на гірських схилах та будівництво лісовозних доріг, що спричиняє підрізання схилу, природна стійкість якого у цьому разі порушується. Схили відшаровуються на величину 1,5-3 м, а делювіальні відклади обвалюються до їх підніжжя.

На рис. 3 наведено залежності між величинами площі зсуву, об'ємом зсуву та кутом укосу схилів на ділянках утворення зсувів на території Закарпатської області. Спостерігається тенденція до збільшення площі та об'єму зсувних мас із зменшенням кута нахилу [14]. Зсувні явища поширені в гірських долинах у Передкарпатті (Південне Покуття, Серето-Прутське межиріччя, Буковинське передгір'я, Ломницько-Бистрицьке межиріччя), а також у Солотвинській (Верхньотисинській) улоговині. Вони завдають великої шкоди автомобільним дорогам та іншим інженерним спорудам.

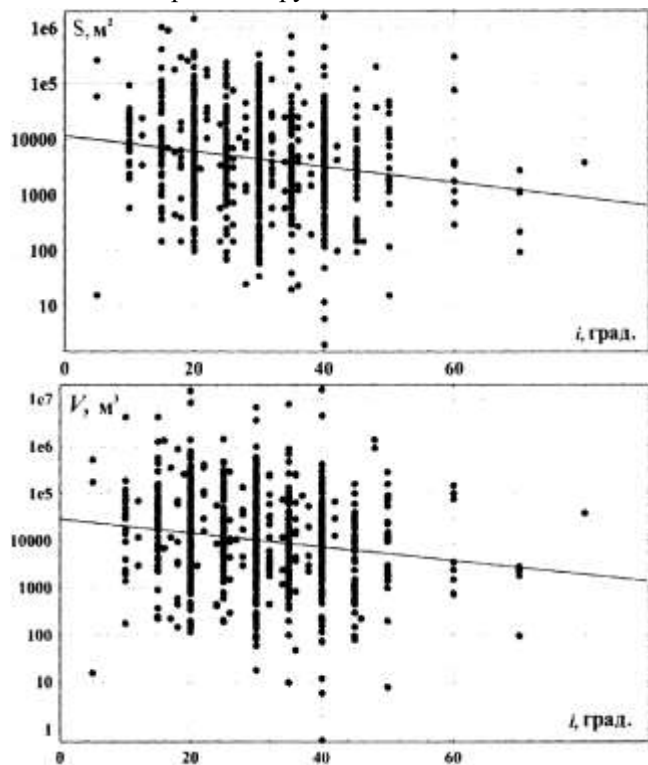


Рис. 3. Графік залежності площі S та об'єму V зсуву від кута нахилу схилу

Обвальо-осипні процеси поширені в найвищій частині Українських Карпат. У Горганах і Свидовецько-Чорногорській групі вони приурочені до крутих схилів (від 30° до 40°), де відшаровуються масивні ямненські і вигодські палеогенові пісковики, а також пісковики крейдової стрийської, шипотської, чорногірської, скупівської та інших світ.

Поширення кам'яних розсипів і осипів особливо посилює обвальо-осипні процеси в місцях лісовирубування, на таких схилах відновлення лісового покриву стає неможливим. Розміри

уламкового матеріалу в кам'яних осипах змінюються від 0,5 до 15,0 см. У долинах Свидовецької гірської групи осипні процеси є причиною виникнення селів.

Обвали трапляються порівняно рідше (долини Пруту, Бистриці Надвірнянської, гірської Тиси).

Активний розвиток зсувних процесів у південно-східній частині Карпат зумовив потребу пошуку шляхів запобігання екстремальному прояву зсувів, обґрунтування протизсувних заходів.

З огляду на це, варто зазначити, що невідкладні заходи щодо стабілізації зсуву можна звести до впорядкування поверхневого стоку в межах тіла зсуву та проведення дренажних робіт. Капітальні заходи щодо стабілізації зсуву потрібно зводити до планувальних робіт та лісомеліорації в комплексі з будівництвом водовідвідних інженерних споруд.

Вплив господарської діяльності на довкілля та способи його зменшення

Головними видами впливу людини на річки Карпат та їх басейни є забір з русел і заплав алювіальних відкладів, будівництво різноманітних гідротехнічних споруд (ГЕС, мостів, переходів ЛЕП і трубопроводів, захисних споруд – дамб, берегоукріплень тощо), а також землеробська, лісгосподарська діяльність, меліорація заболочених та перезволожених угідь, поселенське, промислове будівництво, рекреація, розвиток тваринництва [17].

Неконтрольоване забирання руслових відкладів веде до порушення поверхневого шару річища (шару самотікання) і зумовлює стрімке зниження ступеня стійкості русла до розвитку ерозійних процесів. Зокрема, активізується регресивна ерозія, зростає швидкість переформування руслового рельєфу.



Рис. 4. Поперечні профілі русла р. Бистриця Надвірнянська (м. Івано-Франківськ) станом на 1960, 1972, 1974, 1978, 1981, 1985 і 1988 рр.

На р. Бистриця Надвірнянська за 20 років площа поперечної перетину русла в окремих місцях збільшилася майже в 10 разів, насамперед через вертикальні деформації, а біля с. Пнів річище поглибилось майже на 4,5 м (рис. 4). Останніми роками біля м. Івано-Франківська вертикальні деформації русла змінилися горизонтальними, що зумовило потребу виконання цілого спектра берегоукріплювальних робіт.

Це ж явище спостережено й на інших річках, зокрема Бистриці Солотвинській та в басейнах річок Прут, Тиса, Черемош.

Будівництво доріг. Важливим чинником, що впливає на виникнення зсувних процесів, є будівництво доріг. Під час будівництва лісовозних доріг безпосередньо в руслах потоків, часом біля самого підніжжя схилів, здійснюють їх підрізання. При цьому природна стійкість схилу порушується і він відступає на 1,5-3,0 і більше метрів, а делювіальні відклади обвалюються до їх підніжжя. У період розмерзання снігів чи затяжних дощів перезволожений ґрунт під дією сили тяжіння сповзає до підніжжя схилів. Такі опливні процеси найчастіше спостерігаються в басейнах Черемоша, Тиси і Пруту. Там, де немає протизсувних споруд, руйнівна активізація колись стабілізованих зсувів, особливо в осінньо-зимовий і весняний періоди, виникає і на автомобільних дорогах та залізницях. У районі с. В. Бичків через 1-2 роки після будівництва залізниці активізували колись стабілізовані зсуви, що призвело до великих додаткових матеріальних збитків. У місцях зсувів під час будівництва схил підрізали на висоту від 3 до 15 м, а протизсувних споруд збудовано не було. Зсуви такого ж характеру сталися у верхів'ях рік Білого і Чорного Черемошів [9].

Будівництво лісових доріг також істотно підвищує вітронебезпечну ситуацію. Внаслідок будівництва доріг руйнується цілість лісового намету і відкривається стіна деревостану назустріч підвищеному тиску маси повітря. Тобто, формується нове метеорологічне середовище, до умов якого лісовий масив біологічно не пристосований. Шляхом порівняння відносних показників щорічного збільшення доріг і вітровалів на одну тисячу гектарів для умов Надвірнянського держлісгоспу І. Калущий довів, що зі збільшенням будівництва доріг зростає кількість і площа вітровалів. У цій проблемі є й інший аспект – збільшення довжини доріг для розроблення нових вітровальних площ. Виходячи з цього, дороги треба прокладати вздовж вітровалостійких деревостанів і заздалегідь відповідними лісгосподарськими заходами підвищувати вітровалостійкість тих деревостанів, попри які або через які буде прокладатися траса дороги. Місце прокладання нових доріг для розроблення вітровалів має визначатися шляхом науково обґрунтованого прогнозування вітровальності наявних деревостанів [16].

Лісове господарство. Найважливішим структурним компонентом, що стабілізує довкілля в протирозійному аспекті, є ліси. Вони мають здатність перехоплювати і трансформувати частину атмосферних опадів, регулювати нагромадження і танення снігу, підвищувати фільтраційні властивості ґрунтів, завдяки чому істотно поліпшується гідрологічний режим гірських схилів і річок. Сформований лісовий покрив з переважанням смереки здатний у середньому затримати за рік на кронах 29-30 %, на букових 26-28 % твердих і рідких опадів. Решта надходить під намет лісу в глибокі горизонти ґрунтів і далі у річкову систему. Однак водорегулювальні і ґрунтозахисні властивості гірських лісів погіршилися внаслідок тривалого інтенсивного господарського втручання людини у природу [20].

Значне зменшення лісистості почалося від середини XVIII ст. з верхніх частин схилів гір внаслідок руйнування верхньої границі лісу для

розширення площ високогірних пасовищ та шкідливого для лісових екосистем використання лісових угідь як пасовищ та кошарування худоби в приполонинних лісах. Зменшенню лісистості також сприяло вирубування лісу в басейнах річок для збільшення рілних земель та поселенських зон. За даними С. Стойка [27], водорегулювальна здатність одного гектара приполонинного лісу дорівнює такій здатності 10 гектарів лісу, розташованого на нижчих гіпсометричних рівнях, а підвищення лісистості у водозбірних басейнах на 1 % збільшує середньорічний стік води на 9-12 мм.

Унаслідок широкомасштабного вирубування лісів лісистість Карпат знизилася приблизно в 1,5 раза, змінився гідрологічний режим території [20].

Найнегативніше впливає на режим стоку гірських потоків суцільне рубання лісу, менше – поступове і особливо вибіркове рубання. Так, після здійснення поступового рубання зміни стоку води вдвічі менші, а після вибіркового – у 10 разів менші, ніж на контролі. Під впливом суцільного рубання різко зростає змив ґрунту, внаслідок чого твердий стік потічків і річок збільшується в 10 разів. Тому впорядкування системи головного рубання є нагальним завданням. Важливе значення має своєчасне і правильне очищення лісосік від порубкових залишків, особливо недопущення їх концентрації в руслах постійних і тимчасових потоків, оскільки вони призводять до інтенсифікації паводків, збільшують їхню руйнівну силу, сприяють селеутворенню. Встановлено, що під час руйнівних паводків у річках водозбору, які були захарашені лісосічними залишками, обсяг переміщеного піщаного та гравійного матеріалу із деревиною становив близько 150 м³, а в руслах без таких залишків – обсяг твердих відкладів у 10-15 разів менший [20].

Вирубування лісу зумовлює докорінну зміну біоекологічної і метеорологічної ситуації на порушених, а також на прилеглих територіях. Це сприяє підвищенню вітровалонебезпечності деревостанів, що є в зоні впливу рубання, а в разі вітровальних ситуацій – пришвидшує їх поширення. За даними І. Калущого [16], у зоні впливу суцільного рубання вітровалонебезпечність підвищується в 1,3 раза, що сприяє виникненню вітровалів. Прогідне рубання і прорідження, здійснені безпосередньо перед виникненням вітровалонебезпечної ситуації, пришвидшують їх виникнення і сприяють збільшенню масштабів негативних наслідків.

Лісотранспортні засоби. Значний негативний вплив на виникнення ерозійно-денудаційних процесів створює транспортування зрубаної деревини. Інтенсивність пошкодження опорної поверхні внаслідок трелювання деревини залежить від фізико-механічних характеристик ґрунту, технології робіт, погодних умов та особливостей конструкції рушія трелювальної машини. Найбільше пошкодження лісового середовища (ґрунту, підросту, деревостанів) є характерним для наземного транспортування деревини у разі застосування як гусеничних, так і колісних трелювальних тракторів, що пересуваються елементарно влаштованими проїздами (трелювальними волоками). У цьому разі, крім технічних чинників, на величину пошкодження істотно впливає рівень організації лісосічних робіт.

Найбільший обсяг ґрунтової ерозії (орієнтовно 70-80 %) припадає на знесення ґрунту під час створення волоків, які після закінчення лісосічних робіт дуже вразливі до подальших ерозійних процесів. За будь-яких обставин, влаштування первинних шляхів транспортування деревини (тракторних трелювальних волоків) як у разі гусеничного, так і колісного трелювання спричиняє формування значних обсягів експлуатаційної ерозії (рис. 5).

Втрати ґрунту зростають із збільшенням крутості схилу з 15...20° до 31...40° у 2 рази (на кожних 10° для тракторних доріг на 0,5 м³, для магістральних на 2 м³), зі збільшенням довжини лісосіки з 100...200 до 200...400 м у 2,5 рази, понад 400 м у 3,0...3,5 рази; зменшуються на ввігнутих і північних схилах у 1,2...2,0 рази.

У виборі технічних засобів для транспортування деревини в гірських лісах потрібно виходити з умови забезпечення прийнятного рівня екологічних пошкоджень [2]:

- номінальний тиск рушія на ґрунтову поверхню повинен відповідати тримальній здатності ґрунту;
- допускна глибина колії не повинна перевищувати екологічно прийнятну межу (10 см);
- допускну кількість проїздів машини потрібно узгоджувати з біологічною межею ущільнення (порогове значення щільності для проростання насіння певної породи – 1.3-17 г/см³).

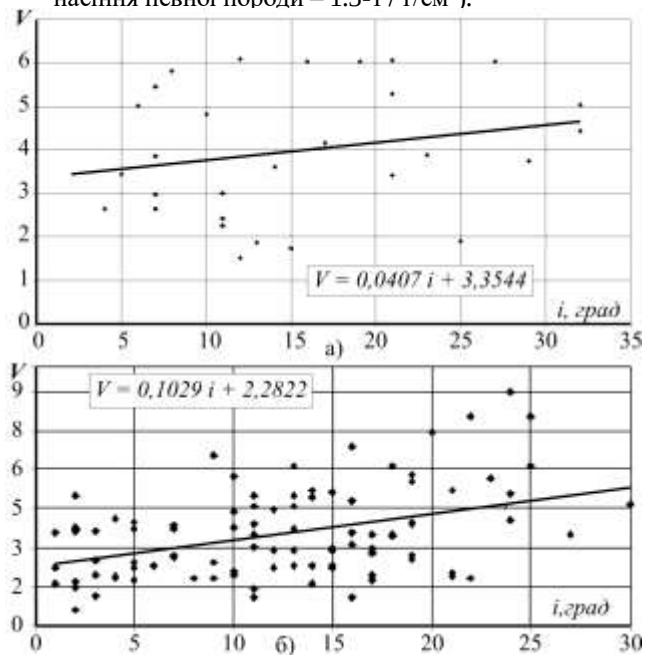


Рис. 5. Залежність об'єму знесеного ґрунту внаслідок прокладання і експлуатації магістральних трелювальних волоків від крутості схилу (Горгани): а – тракторні дороги; б – магістральні волоки

Під час обґрунтування технологічного процесу лісозаготівлі треба виходити з раціонального поєднання різних типів спеціальної лісової техніки для конкретних природно-виробничих умов, з обов'язковим попереднім облаштуванням розгалуженої мережі автомобільних доріг у лісовому фонді та забезпеченням оптимальних відстаней первинного транспортування деревини.

Одним із головних способів зменшення негативного впливу первинного транспорту деревини на лісове середовище є використання на стрімких

схилах ливових лісотранспортних систем. Сучасний стан розвитку первинного лісотранспорту в Карпатах вимагає подальшого здійснення організаційно-технічних і фінансово-економічних заходів та вдосконалення нормативно-законодавчої бази для забезпечення екологізації лісочористування.

Водорегульовальне значення річкових гідроспоруд

Збільшення частоти та інтенсивності руйнівних паводків і паводків на гірських ріках спонукають до аналізу стану гідроспоруд, які є вагомими чинниками водорегулювання. Гідроспоруди повинні мати значний запас міцності, стійкості до циклічних навантажень під час паводків протягом великих проміжків часу, оскільки їх руйнування може призвести до значної шкоди довкіллу, народному господарству і навіть до людських жертв. Прямі збитки внаслідок руйнування під час паводків автомобільних доріг, мостів та інших споруд в гірських районах, становлять 20-30 % від суми вартості будівництва відповідних укріплених гідроспоруд, а непрямі – набагато перевищують такі показники [7]. Потрібно постійно вдосконалювати методику розрахунку берегоукріплень та гідроспоруд з використанням європейського досвіду та методів технічної гідромеханіки. Впровадження вдосконаленої методики під час проектування та будівництва нових споруд сприятиме зменшенню негативного впливу паводків гірських річок на довкілля.

Порівняльний аналіз стану окремих гідроспоруд гірських річок центральної Європи. Найважливішою функцією гідроспоруд гірських рік є водорегулювання стоку шляхом сповільнення течії в зоні водосховища. Іншими важливими функціями є водозбір, лісосплав, відбір електроенергії, берегоукріплення тощо. Реалізація таких функцій дає вагомий результат у разі створення замість поодиноких гідроспоруд на окремій річці системи гідроспоруд чи каскаду гребель в басейні ріки. Системний підхід до будівництва гідроспоруд дає змогу уникати критичного збільшення швидкості течії на гірських річках під час паводків, сприяє зменшенню руслової деформації.

На рис. 6 наведено схему розташування найбільших гідроспоруд (Vodni Dilov) на потоках у околицях Ізерських гір та Кроконошів у Чехії в басейнах рік Лужицька Ниса та Ізера з притокою Каменіца, із зазначенням паводкових зон. Найбільшу з гребель – Соуш на річці Чорна Десна, споруджено в 1912-1915 рр. з метою водорегулювання. Допоміжними функціями є водопостачання міст Танвальд та Яблониця над Нисою, виробництво електроенергії та рекреація.



Рис. 6. Схема розміщення водозахисних споруд в Ізерських горах (Чеська Республіка)

Насиченість річок басейну Ізери гідроспорудами забезпечує системний підхід до захисту берегів від руслової деформації. Водорегулювальні греблі поблизу міст Мала Скала та Сплзов на Ізері, Вельке Гамри та Танвальд на річці Каменіца виконують свої функції в автоматичному режимі та перебувають у відносно задовільному стані.

У Високих та Низьких Татрах у Словаччині є чимало гірських озер та річок, забезпечених відповідними дамбами та греблями. Поряд із водорегулюванням такі комплекси призначено для водозабезпечення місцевої, зокрема металургійної промисловості, виробництва електроенергії.

Підтримання задовільного технічного стану гідроспоруд різноманітного функційного призначення характерні для гірських районів Польщі, зокрема для каскаду гребель на річці Каменна в Карконошах поблизу містечка Шклярська Поремба: захисних підпірних стін, водозбірної греблі з водогоном, міської декоративної водорегулювальної дамби, гребель трубних МГЕС "Шклярська Поремба 2" та "Шклярська Поремба 1". Інформацію про гідроспоруди Гданського регіону Польщі подано у праці [29]. Відзначимо, як приклад, використання річкових русел у парково-ландшафтному господарстві Польщі в поєднанні з берегоукріпленням, локальну водозбірну греблю та берегоукріплення міської річки Бистра у м. Закопане.

Гідроенергетичний комплекс гірської Сербії характеризується греблями із значним перепадом висот між верхніми та нижніми б'єфами, великими об'ємами водосховищ. Фундаментальні конструкції гребель виконано зі значним запасом стійкості та здатністю до акумулювання води під час паводків, що забезпечує зменшення швидкості потоків та захисту річок від руслової деформації.



Рис. 7. Схема розміщення лісосплавних гребель у басейні р. Черемош (1-ша пол. XX ст.)

Стан гідроспоруд в Українських Карпатах відрізняється занедбаністю або повним знищенням. За даними [26], до 1964 р. в Івано-Франківській області працювало 16 енергетичних установок з відповідними гідроспорудами, крім цього, було багато млинів, тартаків, водяних кузень, сукновалень, олійень, валил тощо [11, 23]. У 1946-1950 рр. збудовано понад 40 сільських гідроелектростанцій у всьому Карпатському регіоні, греблі яких разом з передвоєнними гідроспорудами певним чином виконували водорегулювання гірських річок. У 70-90-х рр. XX ст. головну функцію гребель – виробництво електроенергії, гідропривід млинів, тартаків тощо було визнано неперспективною; відповідні виробництва закривалися, гідроспоруди занепадали та руйнувалися. При цьому іншу вагомую функцію гребель – водорегулювання не бралось до уваги. Попри це, під час створення захисних протипаводкових дамб частина гребель була зруйнована, зокрема греблі Рожнівської та Рудниківської МГЕС на річці Рибниця.

Система лісосплавних гребель та гідроспоруд – клявз, гамованок тощо [3] (рис. 7) сприяла водорегулюванню гірських річок. Після припинення лісосплаву технічний стан цих споруд не підтримували, а недовговічність головних елементів гребель, виготовлених з дерев'яних зрубів пришвидшила їх руйнування.

На місці цих гідроспоруд доцільно будувати нові греблі, призначені для водорегулювання течії гірських потоків, і водночас для виробництва електроенергії та для інших господарських потреб.

Параметри гідроспоруд та водосховищ. Розділимо вплив водосховища на гідроспоруду на статичний, пов'язаний із об'ємом води водосховища, та динамічний, пов'язаний із витратою води як в меженний період, так і під час паводків. З використанням натурних спостережень і математичних співвідношень [5, 24], для наведених

вище гідроспоруд отримано параметри відносного статичного навантаження – відношення об'єму водосховища V_{60} до об'єму греблі V_r та відносного динамічного навантаження в меженний період – відношення витрати води Q до об'єму греблі (рис. 8) залежно від об'єму водосховища. Наведені дані засвідчують, що малі гідроспоруди зазнають значно меншого відносного статичного навантаження порівняно з середніми та великими: зі збільшенням об'єму водосховища його відносне статичне навантаження на греблю посилюється, тому для забезпечення довготривалої експлуатації великих та середніх гідроспоруд потрібно їх виконувати як капітальні споруди із ґрунтовним аналізом конструкції.

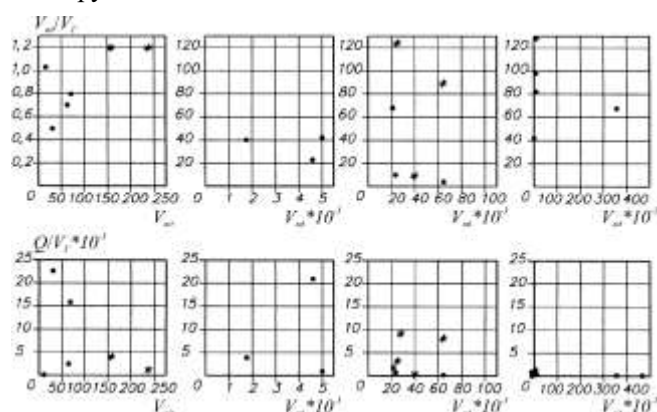


Рис. 8. Параметри відносного статичного (V_{60}/V_r) та динамічного (Q/V_r) навантаження гідроспоруд залежно від об'єму водосховища: зірочкою зазначено гідроспоруди в Україні, крапками – у Центральній Європі

Значення параметрів статичного навантаження гідроспоруд в Україні, розглянутих у цьому викладі, незначно перевищують аналогічні величини для гребель у Центральній Європі, що підтверджує належну обґрунтованість їх проектів. Статичне навантаження типової греблі (кляузи) є меншим за навантаження подібних за об'ємом гребель за кордоном. Зanedбаність та руйнація вітчизняних гідроспоруд є насамперед наслідком відсутності догляду та технічної підтримки їх конструкцій.

Параметри відносного динамічного навантаження гідроспоруд мають тенденцію до зменшення із зростанням об'єму водосховища: чим більший об'єм гідроспоруди, тим вона менш "чутлива" до витрати води в річці. За таких обставин малі греблі, відносно статичне навантаження на які невелике, зазнають вагомих відносних динамічних навантажень навіть у меженний період. Тому їх конфігурація повинна бути достатньо обтічною для мінімізації гідравлічного опору потоку річки, інакше ці гідроспоруди можуть руйнуватися протягом невеликого терміну. Динамічна навантаженість розглянутих вітчизняних гідроспоруд нічим не відрізняється від аналогічних показників гідроспоруд для Центральної Європи, а навантаженість типової греблі є навіть меншою ніж у відповідних гідроспорудах Європи.

Динамічне навантаження гідроспоруди під час паводків може у декілька разів перевищувати навантаження в меженний період. Тому малі греблі, які можуть повністю затоплюватися, повинні бути достатньо обтічними, монолітними і стійкими до динамічного впливу потоку ріки та рухомих донних

елементів. Великі гідроспоруди повинні мати здатність до акумулювання об'єму води під час паводків, що забезпечує їх стійкість та можливість водорегулювати потоки шляхом зменшення його швидкості. Зокрема повний об'єм водосховища Лесьна – 150 млн m^3 утричі перевищує його робочий об'єм, а висота протипаводкової греблі в м. Зволен майже удвічі перевищує напір води.

Обґрунтування залежності параметрів навантаженості гребель від розмірів водосховища для гідроспоруд, що успішно експлуатуються, та формулювання відповідних рекомендацій з проектування нових гідроспоруд, можливі за подальшого розширення наведеної вище бази даних.

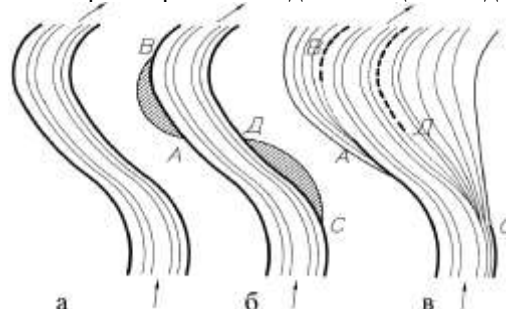


Рис. 9. Фази руслової деформації у зоні зміни вектора швидкості потоку: а – меженний рівень; б – пошкодження укріплень уздовж ділянок берегової лінії А – В, С – Д; в – розмивання русла річки

Руйнування берегової лінії під час паводку. Гірські річки характеризуються значними гідравлічними ухилами в поєднанні з відповідними втратами напору за рахунок значних нерівностей дна та конфігуративності русла. Збільшення витрати води Q під час паводків веде до збільшення швидкості потоку v , напору H , змоченого периметра та гідравлічного радіуса. Як наслідок – зростає величина втрат напору ΔH , енергетичний еквівалент яких є енергією руйнування берегової лінії. Знесення донного та берегового матеріалу із врахуванням наведених параметрів є класичною задачею трибології [18, 22], результати якої застосовуються в інженерній практиці. Руйнівні наслідки катастрофічних паводків підтверджують потребу уточнення інженерних розрахунків берегоукріплень із врахуванням динамічних ефектів, які виникають у потоці під час паводків. Одним із таких ефектів є кочення донних елементів та їх "плавучість" в турбулентному потоці рідини. Наслідком цього ефекту є великі обсяги кам'яних донних наносів після паводки. Найзначніші деформації берегової лінії спостерігаються в місцях зміни напрямку русла гірського потоку (рис. 9). Вони зумовлюються не тільки контактними напруженнями внаслідок динамічної взаємодії потоку із береговою лінією, значною мірою характер руйнувань залежить також від ударної взаємодії несеного потоком каміння з руслом.

Порівняльний аналіз сучасних берегових споруд подано в роботі [7]. Розрахунок параметрів таких берегоукріплень базується на використанні класичних задач технічної гідромеханіки [1], які потрібно коригувати з урахуванням перенесення донних матеріалів.

Формулювання задачі динамічної взаємодії річкового потоку з береговою лінією та донними

матеріалами. Розглянемо рух річкового потоку без бокових приток у криволінійних ортогональних координатах ξ, ψ, ζ (рис. 10), пов'язаних із нормальним перерізом та напрямом річкового потоку; $\psi = 0, \zeta = 0$ – просторова крива, що з'єднує центри мас нормальних перерізів потоку; рівняння кривої $f(\psi, \zeta) = \xi_0$ описує переріз площини $\xi = \xi_0$ із руслом річки; $\zeta = H_d$ – висота вільної поверхні річкового потоку над центром мас перерізу потоку, де $\zeta = H_d$. У потоці є донний матеріал (Ω), який вважатимемо абсолютно твердим тілом вагою $P = mg$.

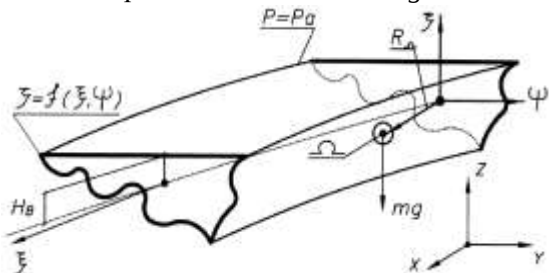


Рис. 10. Схема до математичного формулювання задачі

Координати центра мас тіла $\Omega = f(\xi_\Omega, \psi_\Omega, \zeta_\Omega)$; $\alpha_\Omega, \beta_\Omega, \gamma_\Omega$ – кути Ейлера, що визначають розміщення тіла Ω відносно центра мас. На тіло Ω діють окрім сили ваги – виштовхувальна сила $F_y = \rho g V$, де V – об'єм тіла, ρ – густина води та сила динамічної взаємодії тіла Ω з потоком рідини F_Ω , яка визначається з умови збереження імпульсу у взаємодії струменя рідини з тілом Ω . Рух річкового потоку для цього випадку визначається диференційними рівняннями руху рідини Ейлера:

$$\frac{dv_\xi}{dt} = M_\xi - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial \xi}, \quad \frac{dv_\psi}{dt} = M_\psi - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial \psi}, \quad \frac{dv_\zeta}{dt} = M_\zeta - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial \zeta}; \quad (1)$$

- рівнянням нерозривності потоку рідини:

$$\frac{\partial v_\xi}{\partial \xi} + \frac{\partial v_\psi}{\partial \psi} + \frac{\partial v_\zeta}{\partial \zeta} = 0; \quad (2)$$

- рівняннями руху вільного тіла:

$$m \frac{d^2 \xi_\Omega}{dt^2} = R_\xi, \quad m \frac{d^2 \psi_\Omega}{dt^2} = R_\psi, \quad m \frac{d^2 \zeta_\Omega}{dt^2} = R_\zeta, \quad (3)$$

а також динамічними та кінематичними рівняннями Ейлера руху тіла з нерухомою точкою [6]. Тут v_ξ, v_ψ, v_ζ – проекції швидкості v ; M_ξ, M_ψ, M_ζ – проекції об'ємних сил M на відповідні осі; p – гідродинамічний тиск; R_ξ, R_ψ, R_ζ – проекції вектора головних сил, які діють на тіло Ω , на відповідні осі. Для розв'язання системи рівнянь треба задати граничні умови:

$$p = p_a; \zeta = H_d; \quad (4)$$

$$u_n = 0, v_n = 0; f(\psi, \zeta) = \xi_0; \quad (5)$$

$$u_n^\Omega = 0, v_n^\Omega = 0; (\xi, \psi, \zeta) \in \Omega \quad (6)$$

та відповідні початкові умови. Граничні умови (5) і (6) визначають рівність нулевій нормальних складових переміщення та швидкості рідини на поверхні дна та тіла Ω . Задачу (1)-(6) у загальному вигляді розв'язують числовими методами для конкретних конфігурацій русла та тіла Ω . Вважаючи потік ідеальною рідиною, та припустивши, що динамічне збурення потоку тілом Ω має локальний характер,

розбиваємо розв'язання задачі на декілька етапів: *A* – визначення розподілу переміщень та швидкостей рідини всередині русла без урахування донних елементів; *B* – визначення параметрів руху донного елемента в потоці рідини – координат та швидкостей його центру мас; *B* – визначення параметрів ударної взаємодії тіла Ω з дном і берегами потоку – дотичних та нормальних зусиль, які і є причиною посилення руйнування берегової лінії.

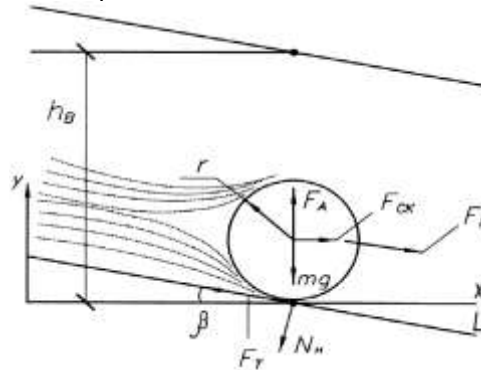


Рис. 11. Рисунок до задачі кочення сферичного каменя

Кочення сферичних каменів уздовж дна річкового потоку. Розглянемо задачу (1)-(6) для випадку сферичного донного елемента, що знаходиться на дні потоку з ухилом β (рис. 11).

Із умови рівноваги сил уздовж осі l :

$$F_{ne} + R - F_T = 0, \quad (7)$$

де: $F_{ne} = (mg - F_A) \sin \beta$ – скочувальна сила;

$F_A = \rho g V = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho g$ – виштовхувальна сила; R – сила

тиску потоку рідини зі швидкістю v на сферичний камінь; $F_O = f_T (mg - F_A) \cos \beta$ – сила тертя кочення з коефіцієнтом тертя f_T . Силу R визначимо з умови збереження кількості руху елементарних струменів рідини та кулі інтегруванням поверхнею сфери r :

$$R = 2\pi^3 v^2 r^2 \rho \quad (8)$$

Після певних перетворень

$$r = \frac{3}{2} \frac{\pi^2 v^2}{g} \frac{\rho}{\rho_e - \rho} \frac{1}{\cos \beta \cdot f_T - \sin \beta}, \quad (9)$$

ρ_e – густина каменя. Дана залежність є параболою, що проходить через початок координат (рис. 12). Отримані результати стосуються турбулентного руху рідини, оскільки за ламінарного швидкості рідини в придонній зоні наближається до нуля. Тому на графіку виділено критичну швидкість, перевищення якої призводить до переходу в турбулентний режим; за таких обставин каміння радіусом $r \leq r_0$ починає кочитися вздовж течії.

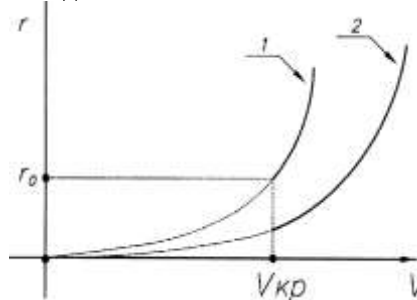


Рис. 12. Залежність радіуса r донного елемента від швидкості потоку для кочення (крива 1) та плавучості (крива 2)

Плавучість сферичних каменів в турбулентному потоці. Висока швидкість руху води в гірських річках під час паводків (понад 50 км/год) призводить до інтенсивного перемішування води з утворенням завихорень з висхідних та низхідних потоків води в площині живого перерізу (рис. 13).

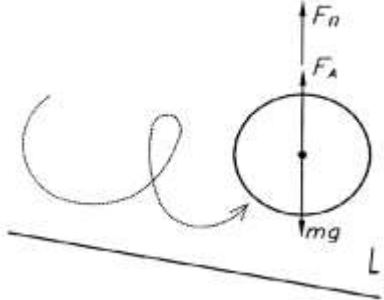


Рис. 13. Плавучість сферичних каменів у турбулентному потоці

Із фізичного змісту коефіцієнта Кориоліса α :

$$\Delta v = v(\sqrt{\alpha} - 1), \quad (10)$$

де Δv – середнє перевищення дійсною швидкістю середньої швидкості потоку v уздовж течії. На підставі спостережень за річками під час паводків можна зробити висновок про хаотичність перемішування потоку, тому величина Δv стосується також і швидкості руху висхідних потоків води. Умову плавучості сферичного каменя в турбулентному потоці води річкового потоку подамо у такому вигляді:

$$F_A + R_{\text{доо}} - mg = 0, \quad (11)$$

де $R_{\text{доо}}$ – сила тиску висхідного потоку рідини із швидкістю Δv на сферичний камінь радіусом r . Аналогічно до співвідношення (8), проектуючи закон збереження кількості руху на вертикальну вісь із урахуванням сили ваги та виштовхувальної сили

$$R_{\text{доо}} = 2\pi^3 \Delta v^2 r^2 \rho = 2\pi^3 v^2 (\sqrt{\alpha} - 1)^2 r^2 \rho. \quad (12)$$

Із співвідношення (11) отримуємо:

$$r = \frac{3\pi^2 v^2}{2g} \frac{\rho}{\rho_e - \rho} (\sqrt{\alpha} - 1)^2. \quad (13)$$

Радіус каменя, що задовольняє умову плавучості в потоці рідини швидкістю v (13), є параболічною залежністю швидкості (рис. 12). Логічно, що крива 2 є пологішою за криву 1. Величину

$$K_{ie} = (\sqrt{\alpha} - 1)^2 \cdot (\cos \beta \cdot f_0 - \sin \beta) \quad (14)$$

назвемо коефіцієнтом плавучості, який виражає відношення радіуса каменя, що пливе потоком, до радіуса каменя, який котиться його дном, $K_{ie} < 1$.

Користуючись співвідношенням (13), отримаємо, що для швидкості потоку 36 км/год та $\alpha = 1,05$, набувають плавучості камені діаметром до 115 см, що узгоджується з виконаними спостереженнями.

Методику розрахунку берегоукріплень гірських річок потрібно поповнити розрахунками на міцність за умови "плавучості" в турбулентному потоці каменів відповідного діаметра та з врахуванням їх ударної взаємодії із русловою поверхнею.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бегам Л.Г., Семенов Н.И. Защита от размывов переходов через водотоки. – М. : Транспорт, 1979. – 364 с.
2. Библюк Н.І. Екологічна сумісність наявних технологій лісозаготівлі з природним середовищем: європейський досвід і українські реалії // Наукові праці Лісівничої академії наук України. – Львів : Вид-во НУ "Львівська політехніка". – 2004. – Вип. 3. – С. 118-132.
3. Библюк Н.І. Лісотранспорт в Українських Карпатах: головні етапи і тенденції розвитку // Науковий вісник УкрДЛІТУ : Лісова інженерія: техніка, технологія і довкілля. – Львів : РВВ УкрДЛІТУ. – 2004. – Вип. 14.3. – С. 183-194.
4. Библюк Н., Ковальчук І., Стиранівський О. Екологічні проблеми Гуцульських Карпат та шляхи їх вирішення // Історія Гуцульщини. – Львів : Вид-во "Каменярь". – 2001. – Т. VI. – С. 540-570.
5. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике. – М. : Изд-во "Наука", 1981. – 720 с.
6. Бухгольц Н.Н. Основной курс теоретической механики. – Т. II. – М. : Изд-во "Наука", 1972. – 332 с.
7. Герасимчук В.О., Климуш М.Д., Круцик М.Д. та ін. Річкові укріпні споруди. – Коломия : Вид-во "Бік", 2000. – 142 с.
8. Гірські автомобільні дороги України / за ред. В.О. Герасимчука. – Коломия : Вид-во "Бік", 1998. – 348 с.
9. Гірські автомобільні дороги Українських Карпат / за ред. В.О. Герасимчука. – Ужгород : Вид-во "Закарпаття", 2000. – 272 с.
10. Горшенін М.М., Пешко В.С. Ерозія гірських лісових ґрунтів та боротьба з нею. – Львів, 1972. – 148 с.
11. Гошко Ю.Г., Кішук Т.П., Могитич І.Р., Федака М.П. Народна архітектура українських Карпат XV-XX ст. – К. : Вид-во "Наук. думка", 1987. – 272 с.
12. Дебринок Юрій. Причини і наслідки паводків у Західному регіоні: думки науковців // Освіта лісівника : часопис НЛТУ України. – № 13-14. – 2008.
13. Екологічна ситуація на макросхилі Українських Карпат / за ред. М.А. Голубця. – Львів : Вид-во "Поллі", 2001. – 162 с.
14. Захист автомобільних доріг від зсувів / за ред. М.А. Круцика. – Коломия, 2003. – 425 с.
15. Історія Гуцульщини. – Львів : Вид-во "Логос", 1999. – Т. 4. – 568 с.
16. Калущий І.В. Вплив будівництва доріг та інших господарських заходів на вітровальність лісу в Карпатах // Науковий вісник УкрДЛІТУ : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ УкрДЛІТУ. – 1998. – Вип. 9. – С. 23-30.
17. Ковальчук І.П. Регіональний еколого-геоморфологічний аналіз. – Львів : Ін-т українознавства, 1997. – 440 с.
18. Крагельский И.В. Трение и знос. – М. : Машиностроение, 1968. – 480 с.
19. Круцик М.А., Максименко С.Ф. Энциклопедия горных автомобильных дорог и окружающая среда. – К. : Будівельник, 1981.
20. Парпан В. Природоохоронне ведення господарства // Лісовий і мисливський журнал. – К. : 2000.
21. Парпан В.І., Олійник В.С. Водоохоронно-захисна роль гірських лісів Карпат і катастрофічні повені // Доповідь на розширеному засіданні ЛАН України 16 вересня 2008 р.
22. Пелех Б.І., Максимук І.В., Коровайчук І.М. Контактные задачи для слоистых элементов конструкций и тел с покрытиями. – К. : Вид-во "Наук. думка", 1988. – 280 с.
23. Пелипейко І. Містечко над Рибицею. – Косів : Писаний камінь, 2004. – 572 с.
24. Проектування, будівництво та експлуатація річкових укріплених споруд на гірських автомобільних дорогах України :

метод. вказівки. – Івано-Франківськ : Галдорпрогрес, 2002. – 165 с.

25. Рамад Ф. Основы прикладной экологии. – Л. : Гидрометеиздат, 1981. – 544 с.

26. Рудько Г.У., Консевич Л.М. Наукові основи екологічної оцінки та оптимального використання гідроресурсів Карпатського регіону України. – К. : Вид-во "Знання України". – 138 с.

27. Стойко С. Екологічні засади сталого розвитку лісового господарства в Карпатах // Матеріали регіональної науково-практичної конференції. – Ужгород. – 1998. – С. 93-99.

28. Тепловой и водный режим Украинских Карпат / под ред. д-р географ. наук, проф. Л.И. Сакали. – Львов : Гидрометеиздат, 1985. – 366 с.

29. Male elektrownie wodne: Niekonwencjonalne źródła energii // Kuchkowski K. i inni. [Електрон. ресурс]. – Доступний з: <http://www.ely.pg.gda.pl>.

N. I. Byblyuk, I. P. Kovalchuk, O. S. Machuga

DANGEROUS NATURAL DISASTERS IN THE CARPATHIANS: THE REASONS AND THE WAYS OF THEIR MINIMIZATION

The analysis of natural factors' and economic activity influence on the Ukrainian Carpathians' catastrophic floods appearing is completed and the ways of their destructive effects prevention is considered. The comparative analysis of the state and geometrical parameters of some hydraulic structures on several rivers in Czech Republic, Slovakia, Poland, Ukraine is presented in this paper. Some interdependencies between relative geometrical parameters of dams and storage reservoirs, water consumption in surveying period are founded out. Under the hydraulic structures' loading parameters analysis it is concluded that neglect and total destruction of the hydraulic structures in Ukraine is the result of supervision and constructions' servicing absence. The stating of the problem of interaction between the bottom elements with the water and the river channel is presented. The analysis of this problem solution for partial cases shows the dependence of the dimensions of stones, which roll or float in river streams during the floods.

УДК 551.521

В. П. КРАСНОВ¹

РАДІОЕКОЛОГІЯ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ З ЛІСОЗНАВСТВА ТА ЛІСІВНИЦТВА

Зроблено узагальнення щодо значення та місця радіоекології лісу для теорії та практики лісового господарства. Здійснено аналіз найбільш вагомих здобутків радіоекології для ведення лісового господарства на територіях, забруднених радіонуклідами. Обґрунтовано можливе застосування радіоекологічних досліджень у лісознавстві та лісівництві.

Лісова радіоекологія, як частина загальної радіоекології, що вивчає закономірності поведінки радіоактивних елементів у біосфері і дію іонізуючого випромінювання на природні угруповання живих організмів, почала розвиватись у період загрозливого проникання техногенних радіонуклідів у навколишнє природне середовище. Нагальність розвитку цього напрямку радіоекології спричинило і те, що лісові екосистеми:

- є найпоширенішими типами рослинного покриву на планеті;
- вирізняються різноманітністю своїх форм;
- поширені у різних природно-кліматичних зонах Землі;
- характеризуються великою кількістю і специфічним видовим розмаїттям живих організмів (зокрема і дендрофлори);
- мають різні інтенсивність та напрямки руху речовини;
- виконують численні природні функції;
- забезпечують людство різноманітними ресурсами;
- виконують кліматорегульовальні функції;
- беруть активну участь у глобальному обміні енергії та речовини.

Зазначені властивості визначають специфіку радіоактивного забруднення лісових екосистем і впливають на напрямок та інтенсивність міграції радіонуклідів у біологічних і трофічних ланцюгах.

Вважають, що виникнення лісової радіоекології зумовила, насамперед, потреба вирішення конкретних прикладних завдань з охорони навколишнього середовища, убезпечення умов праці і проживання сільського населення та ведення лісового господарства у зоні радіоактивного забруднення [1]. Безумовно, у 40-ві та 50-ті роки минулого століття не йшлося, скажімо, про створення лісів на забруднених радіонуклідами територіях. Дослідників більше цікавили проблеми функціонування тієї чи інших виробничих і природних структур після атомного вибуху [5]. Але вже тоді не викликали сумнівів вагомість вивчення міграції радіоактивних елементів у лісових екосистемах, можливі екологічні наслідки радіоактивного забруднення та потреба радіоекологічних досліджень.

Наголосимо, що саме у середині ХХ ст. було виконано фундаментальні лабораторні та дрібноділянкові дослідження з радіоекології. Наприклад, доповідь відомого вченого М.В. Тимофєєва-Ресовського за опублікованими роботами, представлена для захисту вченого ступеня доктора біологічних наук, мала назву: "Деякі проблеми радіаційної біогеоценології". Дослідник вважав, що радіаційна біогеоценологія є частиною загальної біогеоценології [9]. Як відомо, біогеоценологічні підходи є основоположними для досліджень з лісознавства та лісівництва, тому частину наукових напрацювань з радіоекології лісу можна використовувати для поглибленого тлумачення процесів, що відбуваються у лісових екосистемах. Своєю чергою, радіоекологія лісових екосистем опирається на сучасні основи лісознавства та лісівництва. А методи радіоекології можна досить широко використовувати у лісівництві, за аналогією з фізіологією та біохімією рослин, де ефективно використовують ізотопні методи та вимірювання випромінювань.

Тоді ж у Радянському Союзі, США, Японії та країнах Західної Європи розпочали дослідження радіочутливості деревної рослинності. Було з'ясовано, що деревні породи, особливо хвойні, дуже чутливі до дії іонізуючого випромінювання. Тривалі та надзвичайно ефективні дослідження у цьому напрямку здійснили у Брукгейвенській національній лабораторії США, де вивчали радіочутливість понад 200 деревних порід (Сперроу) [8]. Дослідники цієї лабораторії Вудвелл і Плетт також дали екологічну оцінку ефектам тривалого гамма-опромінення лісових біогеоценозів [6]. Результати радіоекологічних досліджень є підставою для прогнозування можливих екологічних наслідків застосування атомної зброї або аварій на підприємствах ядерного паливного циклу. Вони також актуальні для планування конкретних лісогосподарських заходів, зокрема, для проектування лісокультурних робіт на територіях, забруднених радіонуклідами внаслідок аварії на ЧАЕС.

¹ Володимир Павлович КРАСНОВ — дійсний член Лісівничої академії наук України, професор, доктор сільськогосподарських наук, завідувач кафедри екології Житомирського державного технологічного університету. Україна, м. Житомир. Тел.: (80412) 41-52-47, факс: (80412) 516628. E-mail: Krasnov_vp@mail.ru

Згодом – у 60-ті та 70-ті роки минулого століття у різних країнах було започатковано радіоекологічні дослідження у природних екосистемах з вивчення міграції радіоактивних елементів на забруднених територіях, зокрема у лісових масивах, що зазнали радіоактивного забруднення внаслідок радіаційної аварії на ВО "Маяк" у Радянському Союзі. Крім цього, після штучного внесення радіоактивних елементів у лісові екосистеми запроваджували довготривалі спостереження за їх міграцією [10].

Вивчення міграції радіонуклідів у лісових екосистемах є фундаментальною теоретичною основою для виявлення закономірностей міграції будь-яких хімічних елементів. Водночас, це дає змогу виявити перерозподіл радіоактивних елементів у просторі та часі. Інформація щодо рівнів радіоактивного забруднення тих чи інших компонентів лісової екосистеми дає змогу науково обґрунтувати можливості використання продукції лісового господарства у конкретний час, а створені на їх основі прогнозні моделі стосуються не тільки самої продукції, але й організаційні та лісгосподарські заходи в реальних умовах. Спостереження за міграцією радіоактивних елементів у лісових екосистемах дає змогу краще зрозуміти та обґрунтувати значення лісу для підтримання екологічної рівноваги на певній ділянці суші та у біосфері загалом. Дослідження міграційних процесів також дають змогу прогнозувати можливі дозові навантаження різних компонентів екосистем, а також, що найважливіше, дозові навантаження працівників лісового господарства та місцевого сільського населення. Останнє пов'язане з потребою забезпечення умов праці та проживання.

У нинішній час розширення радіоекологічних досліджень зумовлено вже дещо іншими обставинами, а саме: нагромадженням величезної кількості ядерної енергетики та військової галузі, а також радіоактивних забруднень внаслідок аварій на ядерних об'єктах, зокрема на атомних електростанціях (які ставалися майже у всіх країнах, які їх експлуатують), у місцях збереження радіоактивних відходів, на інших підприємствах паливного ядерного циклу. У деяких країнах (на жаль, в Україні також) виникають локальні, але досить значні за інтенсивністю випромінювання, джерела радіоактивного забруднення у місцях несанкціонованого захоронення джерел іонізованого випромінювання від приладів і обладнання. Досить часто такі "захоронення" трапляються саме у лісових масивах.

Після аварії на Чорнобильській АЕС з'явився унікальний полігон, як не цинічно це звучить, для проведення подальших радіоекологічних досліджень у лісових екосистемах. У лісових угрупованнях можна було спостерігати широкий діапазон рівнів радіоактивного забруднення угідь, а також усі радіаційні ефекти на деревних породах – від радіаційної стимуляції до летальних. Але, водночас, радіоактивне забруднення лісів, як і інших територій, після аварії на ЧАЕС значно відрізнялось від експериментів на ділянках чи у лабораторіях, де радіоактивне забруднення досягалося штучним внесенням радіонуклідів. За умов реальної радіаційної катастрофи була відсутня "чистота досліду", адже під час штучного експерименту вносили певні радіонукліди, рівномірно, з визначеною активністю. Було втрачено для дослідження перший етап аварії, коли радіонуклідний склад аварійних викидів і їх

активність були максимальними. З огляду на нерівномірність викидів за інтенсивністю, радіонуклідним складом і активністю, а також значну мозаїчність радіоактивного забруднення площ, практично неможливо відтворити первісну радіаційну ситуацію та радіаційне навантаження на біоту у конкретному місці. Це дещо ускладнює виконання радіобіологічних досліджень. У той же час, існують широкі можливості для проведення досліджень з міграції радіоактивних ізотопів у лісових екосистемах, особливо таких екологічно небезпечних, дозоутворювальних як ^{137}Cs та ^{90}Sr , період розпаду яких особливо тривалий.

З перших годин від початку аварії на Чорнобильській АЕС керівникам лісгосподарських підприємств і галузі доводилося приймати досить складні та неоднозначні рішення. Адекватність таких рішень в існуючій радіаційній ситуації безпосередньо залежала, поряд з іншими чинниками, від об'єктивності тих даних, які її характеризували, та від розуміння подальшого перерозподілу радіоактивних елементів між численними компонентами лісу. У наступні місяці та роки об'єктивність прийняття рішень, знову ж таки, прямо залежала від повноти інформації про радіаційний стан довкілля.

Після аварії на ЧАЕС ліси повною мірою виконали свої природні функції і захистили населені пункти та сільськогосподарські угіддя від ще більшого радіоактивного забруднення. Дослідники виявляли вищі рівні радіації біля одного дерева або куртин, а також у тій частині лісових масивів, яка була спрямована до джерела аварійних викидів. Пізніше з'ясували, що у лісах сконцентровано на 20-30 % радіонуклідів більше, ніж на сусідніх відкритих сільськогосподарських угіддях [11]. Тобто далася взнаки більша радіологічна місткість лісових екосистем. Втім, значення лісу у регулюванні радіоекологічної ситуації цим фактом не обмежилось. Дослідники довели, що завдяки замкненості або специфічності кругообігу радіонуклідів у лісових екосистемах не відбувається їх переміщення до інших типів природних екосистем. Таким чином, ліси стають своєрідним депо або вмістилищем радіоактивних елементів, що перетворює їх у досить небезпечні у радіаційному сенсі території. Це вимагає пильнішої уваги до рекреаційної та господарської діяльності у забруднених лісах.

Лісові екосистеми є критичними ландшафтами з точки зору проникання радіоактивних елементів трофічними ланцюгами до людини і тому потребують пильності радіоекологів. Цю "критичність" зумовлює декілька чинників:

- нагромадженням значної кількості радіонуклідів у компонентах лісових екосистем;
- неможливістю вжиття контрзаходів щодо закріплення радіонуклідів у ґрунті та запобігання потраплянню у рослини;
- особливостями лісових ґрунтів, внаслідок чого основна кількість радіонуклідів зосереджена у коренезаселеному шарі ґрунту та характеризується значною міграційною здатністю;
- наявністю значної кількості тих видів рослин і грибів, які мають значні коефіцієнти нагромадження радіонуклідів;
- складністю та різноманітністю шляхів міграції радіоактивних елементів у лісових екосистемах.

Зіставляючи наукові напрацювання з питань лісової радіоекології із завданнями, які потрібно було

вирішувати лісівникам після аварії на ЧАЕС, варто зазначити, що у доаварійні роки було розроблено загальні схеми поведінки того чи іншого радіонукліду у деяких типах лісових біогеоценозів, але не було кількісної оцінки розподілу і перерозподілу радіоактивних елементів у певному едотопі, у тій чи іншій фізико-географічній зоні. Було досліджено закономірності нагромадження радіонуклідів певними видами рослин, здебільшого – без кількісної оцінки. Було простежено шляхи міграції радіоактивних елементів у ланцюгу "грунт – кормові рослини – тварини", але не було розроблено настанов з ведення мисливського господарства на територіях, уражених радіонуклідами. Рівень знань про дію іонізованого випромінювання на певні види лісотвірних порід й інші лісові рослини і гриби був недостатнім для того, щоб запропонувати конкретні заходи щодо впорядкування площ, на яких лісові насадження загинули, а також щодо використання продукції лісового господарства за різних рівнів радіоактивного забруднення ґрунту. Конкретних наукових розробок з лісового насінництва, створення лісових культур, рубань, пов'язаних з веденням лісового господарства, протипожежних заходів, боротьби з шкідниками та хворобами, дотримання санітарно-гігієнічних умов праці на певних видах робіт на вражених радіацією територіях в літературних джерелах доаварійного періоду (до 1986 р.) ми не виявили.

Таким чином, лісова радіоекологія і після аварії на ЧАЕС продовжувала розвиватися, насамперед, як прикладний напрям, що було зумовлено потребою вжиття адміністративних заходів та управлінських рішень. Вони, головним чином, мали характер заборони або регламентації: можливість проживання на тих чи інших площах, проведення певних лісгосподарських робіт; ведення певних напрямів лісгосподарської діяльності; використання тих чи інших ресурсів лісу тощо. Перші розроблені рекомендації були спрямовані на вирішення небагатьох проблем, не вирізнялися детальністю, оскільки базувалися на невеликій кількості досліджень та слабкій обізнаності про радіаційний стан довкілля, зокрема лісових екосистем.

За період, який минув після аварії на ЧАЕС, були в цілому вирішені головні проблеми, пов'язані як з веденням лісгосподарського виробництва, так і з використанням продукції лісового господарства в умовах радіоактивного забруднення лісових екосистем. Досить детально вивчені такі питання, як акумуляція ^{137}Cs у тканинах та органах головних лісотвірних порід, за різної щільності радіоактивного забруднення території, у різних едотопіях, зміна вмісту ^{137}Cs у деревній продукції після технологічної переробки, регламентація використання деревної продукції [4]. Також інтенсивно досліджували закономірності радіоактивного забруднення недеревної продукції лісового господарства – дикорослих ягід та грибів, лікарських рослин, деревних соків тощо. Досить добре вивчені для цієї продукції закономірності міграції ^{137}Cs для основних видів у ланцюгах "грунт – рослини" та "грунт – гриби" в оптимальних лісорослинних умовах, міжвидові відмінності в акумуляції ^{137}Cs , різниця в інтенсивності акумуляції ^{137}Cs видами у різних типах лісорослинних умов, залежність вмісту ^{137}Cs у сировині від щільності

радіоактивного забруднення ґрунту, багаторічна динаміка вмісту ^{137}Cs у низці видів. Також значну увагу приділено питанням ведення мисливського господарства в умовах радіоактивного забруднення лісів. Зокрема, в Українському Поліссі в цілому вивчено основні закономірності радіоактивного забруднення головних видів мисливських копитних тварин – козулі європейської, дикого кабана, лося, значно гірше – благородного оленя та інших мисливських тварин, зокрема, зайця-русака. Наявні лише фрагментарні дані щодо вмісту радіонуклідів у хижих звірів (вовка, лисиці, куниці) та інших – борсука, бобра, ондатри тощо. Для найбільш масових видів мисливських копитних встановлено динаміку споживання різних видів кормів протягом року, динаміка вмісту ^{137}Cs у різних органах тварин, особливості забруднення за різної щільності радіоактивного забруднення території [7].

Таким чином, у сучасних умовах лісова радіоекологія – це розділ екологічної науки, який вивчає механізми розподілу, міграції та біологічної дії штучних і природних радіонуклідів у різних типах лісових біогеоценозів і здійснює прогнозування їх змін. Виходячи з цієї дефініції лісової радіоекології, можна виділити два важливі та великі блоки процесів:

- міграція радіонуклідів в лісових екосистемах,
- біологічна дія радіації на лісову біоту.

У першому випадку треба розглядати радіонукліди просто як хімічні макро- (^{40}K) чи ультрамікроелементи (^{137}Cs , ^{90}Sr), які, в разі надходження до лісових екосистем, або поглинаються надземною частиною рослини або затримуються на різний термін на вегетативних частинах рослини, або потрапляють до ґрунту і залучаються до біогеохімічних процесів, які там відбуваються. У другому випадку, після потраплення радіонуклідів у рослини, залучення до біогеохімічних ґрунтових процесів і, надалі, до біологічних та ґрунтових ланцюгів, відбувається шляхом опромінення компонентів біоти, з яких складаються конкретні частини екосистеми. Ми вже зазначали, що лісові екосистеми складаються з численних живих організмів, що вони мають різноманітну радіочутливість, що найвразливішими є деревні види. Тому будь-які кількісні та якісні зміни компонентів екосистеми можуть призвести до зміни, деградації та загибелі всієї екосистеми. Варто також пам'ятати, що коли йдеться про міграцію радіонуклідів або їх біологічну дію, то ми маємо справу з досить мізерною ваговою кількістю хімічного елементу. Відомо, що активність у 1 Кі мають 1 г ^{226}Ra , або 11,5 мкг ^{137}Cs , або 7,3 мкг ^{90}Sr , тому для радіоекологічних досліджень потрібні досить точні прилади та апробовані методичні підходи. Частина методик може бути використана із суміжних наук, адже радіоекологи використовують знання та методики фізіології рослин і тварин, лісового ґрунтознавства, біогеоценології, ядерної фізики, біохімії, геохімії, лісової пірології, радіаційної гігієни, радіобіології тощо.

В Україні вже з'явилося декілька підручників та навчальних посібників з лісівництва. Вони, безумовно, відіграли позитивну роль у підготовці фахівців з лісового господарства. Але, на жаль, у цій навчальній літературі бракує інформації щодо сучасних уявлень про ліси та ведення лісового господарства в умовах

радіоактивного забруднення. У системі сучасних уявлень і знань певне місце повинні посісти знання з лісової радіоекології. Це особливо важливо для України, адже практично все Полісся, а це близько 40 % лісів держави, потрапило в зону радіоактивного забруднення. З метою впровадження досягнень сучасної лісової радіоекології у практичну підготовку фахівців з лісового господарства варто врахувати такі аспекти.

У лісознавстві необхідно розглядати природний радіаційний фон як важливий екологічний чинник. У процесі еволюції життя на Землі живі організми проявили надзвичайну здатність використовувати найменші кількості багатьох абіотичних чинників для свого становлення, розвитку та успішного існування. До таких чинників належить і природний радіаційний фон. Відомо, що як природний екологічний чинник він існує з часів виникнення нашої планети, природна радіація потрібна для існування живого в біосфері. Відомі дослідження французьких вчених показали, що в умовах ізоляції від природного радіаційного фону розмноження і розвиток інфузорій уповільнюється. Водночас, після відновлення фонового опромінення спостерігалось відновлення життєдіяльності дослідних організмів. Згодом позитивне значення природного радіаційного фону для живих організмів було доведено на дослідах із водоростями, цвіллю, комахами, рослинами і тваринами [2].

Радіацію варто розглядати як потужний антропогенний чинник. Опромінення, з одного боку, може призвести до знищення існуючих лісових екосистем – від дії високих доз радіації, від виникнення ядерної зими, пожеж і ударної хвилі в разі застосування атомної зброї у різних масштабах. З іншого боку, радіація може спричинити деградацію і зміни лісових екосистем за доз опромінення, які призводять до уповільнення росту та відновлення тих чи інших видів, заміни одних видів іншими. Крім цього, під впливом опромінення можлива поява і закріплення у нащадків різноманітних мутацій, які, своєю чергою, можуть призвести до різноманітних сукцесій. За певних доз опромінення також можлива стимуляція життєдіяльності деяких видів, що, знову ж таки, призведе до появи нових рослинних угруповань.

Дуже важливими для теорії та практики лісового господарства є знання з радіочутливості деревних порід. Порівняльні дослідження радіорезистентності представників різних таксонів живого світу також дали змогу виявити зв'язок між сформованими у процесі еволюції рівнями структурної організації геному і їх радіочутливості. Простежуються чіткі відмінності між великими таксонами щодо властивих їх представникам рівнів радіостійкості. Досить висока радіостійкість властива бактеріям, археям, ціанобактеріям і найпростішим. Аналіз загальноприйнятої схеми еволюції живого світу та зіставлення її з дослідними даними щодо радіочутливості живих організмів дає підстави для висновку, що у таксонів, які сформувались на початкових етапах еволюції, радіостійкість видів значно вища, ніж у тих, що сформувались у більш пізні часи. Дослідники пов'язують цей факт з тим, що радіостійкі таксони формувались у період високих рівнів природної радіоактивності Землі і у них виробились певні пристосування. Відомо, що ліси є складними та різноманітними угрупованнями живих

організмів, які характеризуються різною радіорезистентністю. У будь-якій системі порушення розвитку або умов існування одного конкретного виду призводить до появи цілого комплексу вторинних явищ, що, своєю чергою, веде до порушення динамічної рівноваги у рослинному угрупованні та його перебудови. Безумовно, що насамперед і більшою мірою лісові угруповання реагують на стан едифікаторних видів – лісотвірних деревних порід. Підтвердженням надзвичайно високої радіочутливості деревних порід, особливо хвойних, встановлено в 50-ті роки радянськими та американськими дослідниками, є загибель соснових лісів у місцях високих рівнів радіації у період аварії на Чорнобильській АЕС. Відмирання деревної рослинності першого ярусу призвело до потреби вирубування цих даних ділянок лісу та їх повторного штучного відновлення. Встановлено, що променеве ураження хвойних рослин проявляється за доз опромінення у 2-5 Гр, листяних дерев – 100-200 Гр. Радіаційне пригнічення ярусу кущів у лісі настає у разі поглинання дози понад 200 Гр, трав'яних рослин – від 200 до 1600 Гр, мохів і лишайників – від 100 до 5000 Гр. Внаслідок цього навколо потужного, постійного джерела іонізованого випромінювання формуються концентричні зони різних рослинних асоціацій [3].

В умовах радіоактивного забруднення потрібна ревізія загальних норм проектування та ведення лісового господарства, а також збільшення частки екологізованого багатоцільового лісокористування.

В основу такого перегляду покладено два застережні моменти: забезпечення умов праці та заборона випуску продукції, радіоактивне забруднення якої перевищувало б допустимі рівні. Для контролю за виконанням першого застереження використовують нагромаджені дози, другого – допустиму питому активність конкретного радіонукліду в конкретному виді продукції лісового господарства. В основу екологізованого лісокористування покладено науково обґрунтовані настанови щодо групування лісгосподарських підприємств України за мірою радіоактивного забруднення та можливістю використання продукції лісового господарства, а також деталізоване зонування лісів, забруднених радіонуклідами [7]. Потреба врахування радіаційного чинника в крайньому разі призводить до заборони вжиття всіх (окрім боротьби з пожежами, шкідниками та хворобами) лісгосподарських заходів. Особливо відчутна заборона доглядових рубань у соснових монокультурах, які досить широко створювались на піщаних ґрунтах, а також на площах, де було припинене сільськогосподарське виробництво. Дослідженнями встановлено, що у таких насадженнях знижується продуктивність, значно погіршується санітарний стан, інтенсивніше поширюються хвороби та шкідники, створюються додаткові умови для виникнення або поширення пожеж.

У лісгосподарських підприємствах, розташованих на забруднених радіонуклідами територіях, варто запровадити диференційований підхід до певних видів діяльності.

В Україні площа лісів, на яких заборонено лісгосподарську діяльність, становить 40,8 тис. га, а

площа, на якій введено обмеження щодо використання деревини, – 101,5 тис. га. Крім заборони використання деревини на площах зі щільністю радіоактивного забруднення ґрунту понад 15 Кі/км², існують певні обмеження з використання деревини на конкретні цілі, наприклад, на дрова паливні. Це, своєю чергою, призводить до потреби вилучення значної кількості ділянок стиглого лісу з лісосічного фонду у період виконання лісовпорядних робіт. Як бачимо, радіаційний чинник потрібно враховувати вже на стадії проектування тих чи інших робіт. Ще жорсткіші радіоекологічні умови складаються для використання недеревної продукції лісу. Враховуючи специфічні ґрунтові умови (високу кислотність, бідність мінералами та гумусом тощо), а також біологічні та екологічні особливості дикорослих ягідних, лікарських рослин і їстівних грибів, обмежене використання недеревної продукції запроваджено на 1190,5 тис. га лісу.

Ліси, забруднені радіонуклідами, потребують також більшої уваги щодо здійснення протипожежної організації територій.

Значна кількість радіонуклідів і до теперішнього часу сконцентрована у лісовому настилі, рослинах надґрунтового покриву, які і належать передусім до займистих лісових матеріалів. Встановлено, що під час верхових пожеж формуються потужні вертикальні потоки повітря, які підхоплюють попіл, недогорілі рештки рослин і лісового настилу, аерозолі і переносять їх на значні віддалі. При цьому відбувається повторне радіоактивне забруднення інших територій, а також складаються досить небезпечні радіаційні умови для людей, котрі беруть участь у гасінні пожежі [5]. Для боротьби з пожежами в таких умовах вкрай потрібне додаткове гігієнічне оснащення пожежників, застосування сучасних методів боротьби з пожежами.

У комплексі моніторингу лісу треба належну увагу приділити радіаційному моніторингу. Потреба здійснення радіаційного моніторингу лісу пояснюється двома чинниками: наявністю значних площ, забруднених радіонуклідами внаслідок аварії на ЧАЕС, та розміщенням на території нашої держави значної кількості атомних електростанцій та інших підприємств паливного ядерного циклу [8]. Головні завдання такого моніторингу полягають у:

- отриманні повної детальної інформації про рівні радіоактивного забруднення всієї території;
- встановленні динаміки радіоактивного забруднення площ;
- вивченні перерозподілу радіонуклідів у різних типах ґрунтів автоморфних і гідроморфних ландшафтів;
- вивченні інтенсивності міграції радіоактивних елементів у деревні породи, кущові та трав'яні рослини, гриби, мохи, лишайники у системі "ґрунт – компонент лісової екосистеми" (вид рослин, грибів) на лісотипологічній основі;
- вивченні міграції радіонуклідів у системі "ґрунт – кормові рослини – дікі тварини";
- встановленні рівнів радіоактивного забруднення рослин-ефікаторів.

Виходячи із мети та завдань радіаційного моніторингу лісових екосистем їх можна розглядати як цілісний об'єкт моніторингу. Водночас, враховуючи їх складність та багатокомпонентність, ті чи інші складники лісових екосистем можна розглядати як самостійний моніторинг. Особливо це стосується критичних компонентів, ефікаторів.

У теорії та практиці лісівництва повинні знайти відображення знання про розподіл радіоактивних елементів у компонентах лісових екосистем. Дослідження, здійснені на постійних пробних площах, дають змогу не лише зрозуміти розподіл радіонуклідів на конкретний час, але й виявити закономірності кругообігу їх у певному типі лісорослинних умов і розробити прогностичні моделі радіоактивного забруднення як складових частин екосистеми, так і продукції лісового господарства. Результати досліджень [4], виконаних на лісотипологічній основі, переконливо свідчать про доцільність їх використання у практиці довготермінового планування лісогосподарської діяльності у конкретних лісогосподарських підприємствах.

У лісівництві ненастанну увагу треба приділяти інформації з радіаційної гігієни. Дослідження з вивчення санітарно-гігієнічних умов праці під час доглядових рубань виявили значні перевищення радіоактивності повітря за рахунок піднятого у процесі роботи радіоактивного пилу, що може призвести до перевищення дозових навантажень на працівників лісового господарства під час здійснення лісогосподарських заходів. Переважна частина радіаційних гігієністів відносять лісогосподарські професії до критичних з огляду на рівні радіоактивного забруднення лісів, а також режими і умови праці, дозвілля, ведення домашнього господарства. Втім, специфічні умови праці складаються й у разі виконання проведених інших лісогосподарських і лісозаготівельних робіт. Під час лісокультурних робіт можливе значне пилоутворення, під час підсочування – виникає можливість потрапляння часточок забрудненої радіонуклідами кори у легені тощо.

Таким чином, узагальнюючи значення та місце лісової радіоекології для теорії та практики лісового господарства, наголосимо, що своєчасне та апробоване запровадження досягнень сучасної науки у практичне виробництво є вимогою часу. Для реалізації цього завдання потрібні не лише обґрунтоване застосування радіоекологічних досліджень у лісознавстві та лісівництві, але і використання набутих знань під час готування фахівців з лісового господарства.

ЛІТЕРАТУРА

1. **Алексахин Р.М., Нарышкин М.А.** Миграция радионуклидов в лесных биогеоценозах. – М. : Изд-во "Наука", 1977. – 144 с.
2. **Кузин А.М.** Вторичные биогенные излучения – лучи жизни. – Пушино : РАН Ин-т биофизики клетки, 1997. – 38 с.
3. **Куликов Н.В., Молчанова И.В., Караваева Е.Н.** Радиоекология почвенно-растительного покрова. – Свердловск : УрО АН СССР, 1990. – 173 с.
4. **Краснов В.П., Орлов А.А., Бузун В.А., Ландин В.П., Шелест З.М.** Прикладная радиоекология леса. – Житомир : Полісся, 2007. – 680 с.
5. **Марадудин И.И., Панфилов А.В., Шубин В.А.** Основы прикладной радиоекологии леса. – Пушкино : ВНИИЛМ, 2001. – 224 с.
6. **Плэтт Р.Б.** Экологическое действие ионизирующей радиации на организмы, сообщества и экосистемы // В кн. : Вопросы радиоекологии. – М. : Атомиздат, 1968. – С. 31-56.
7. **Рекомендації з ведення лісового господарства в умовах радіоактивного забруднення / за ред. В.П. Краснова.** – К. : Держкомлісгосп України, 2008. – 83 с.

8. Спэрроу А.Х., Вудвелл Дж.М. Чувствительность растений к хроническому гамма-облучению // В кн. : Вопросы радиэкологии. – М. : Атомиздат, 1968. – С. 57-85.

9. Тимофеев-Ресовский Н.В. Некоторые проблемы радиационной биогеоценологии // Доклад по опубликованным работам, представленным для защиты учёной степени д-ра биологических наук. – Свердловск : УрО АН СССР, 1962. – 54 с.

10. Тихомиров Ф.А., Юланов В.П. Повреждение древесных растений под действием β -излучений ^{89}Sr // Лесоведение. – 1972. – № 5. – С. 69-76.

11. Щеглов А.И. Биогеохимия техногенных радионуклидов в лесных экосистемах. – М. : Изд-во "Наука", 1999. – 268 с.

V. P. Krasnov

RADIOECOLOGY OF FOREST ECOSYSTEMS IN THE KNOWLEDGE SYSTEM OF FOREST SCIENCE AND PRACTICAL FORESTRY FIELD

The importance and the role forest radioecology for the forestry theory and practice are summarized. The analysis of the most important achievements in radioecology for forest management on the territories polluted by radiological nuclides has been done. The possibilities to use of radioecology researches in forest science and silviculture are substantiated.

УДК 574+502.7+582.522.4

П. С. ГНАТІВ¹

ДИНАМІКА БІОТИЧНОГО РІЗНОМАНІТТЯ ТА СУЧАСНІ ЗАГРОЗИ ДОВКІЛЛЮ: УКРАЇНА І СВІТОВИЙ ДОСВІД

Проаналізовано чинники динаміки біотичних компонентів у штучно створених або спонтанно зруйнованих господарською діяльністю екологічних системах. Акцентовано увагу на загрозах для довкілля, зумовлених непередбачуваними змінами у складі біоти у зв'язку з проникненням адвентивних видів у ландшафтні екосистеми, особливо у депресивних регіонах України.

Розвиток життя на Землі означає зокрема й еволюцію глобальної екосистеми – біогеосфери. До виокремлення людини біотичної у людину суспільну як потужну планетну геологічну силу (за В.І. Вернадським [2]) природно-історичні екологічні зміни як у водах, так і на суходолі відбувалися досить повільно. Біотичні системи й освоєне ними середовище перебували, з одного боку, у природному протистові, а з іншого – у динамічній припасованості й збалансованості [6].

Відомо, що стохастичні явища, космогенні катастрофи тощо зумовили стрибкоподібний розвиток екологічних систем Землі [12], але для нейтралізації, чи, можливо, "використання" їхнього впливу біота витратила чимало часу та власних природних потенцій. Сучасний екологічний чинник – антропогенез, який виник нещодавно, стрімко прогресує, має непередбачувані наслідки для біосфери, але, головне, досі не отримав консолідованої наукової оцінки "людини розумної" щодо своєї природи, поставили проблем і реальної перспективи для цивілізації [8].

Україна, як молода суверенна держава, отримала у спадок від СРСР свою частку глобальних екологічних проблем, зокрема й унікальних, з огляду на Чорнобильську катастрофу [1]. На уламках радянського військово-промислового комплексу та колгоспно-волонтариського господарства досі не вдалося збудувати стабільної й ефективної, екологічно безпечної ринкової економіки та науково обґрунтованої, на рівні світових чи європейських стандартів, системи охорони природи і довкілля.

Зупинені заводи й фабрики, занедбані шахти, кар'єри та промислові сховища різноманітних відходів, спустошені та бездоглядні військові містечка й полігони, виснажені та покинуті селянами, подекуди вкрай еродовані орні землі, луки, сади, інколи цілі села і навіть міста – це величезні за масштабами та незворотно зруйновані природні, або в недалекому минулому штучно створені людиною екосистеми різної величини – від маленького озера чи осушеного болота на Поліссі, до безкраїх, місцями залісених чи зрошуваних степів Причорномор'я. Якщо не

враховувати площі природних кормових угідь, частка земель категорії не порушених господарською діяльністю тепер в Україні становить близько 30 % [10]. Те, що у наш час економічної депресії відбувається на інших 70 % її території – унікальне, раніше не відоме явище – дика стихійна ренатуралізація ландшафтів через демутаційні та вторинні сукцесійні процеси у наземних і водних екосистемах, інколи з проникненням у них українських небезпечних, часто екзотичних інтродукованих чи стихійно занесених видів флори і фауни [21].

Як розцінювати теперішню ситуацію в еколого-історичному плані на тлі світового досвіду вивчення біотичного забруднення, які потенційні загрози таїть у собі неконтрольована ренатуралізація антропогенних і штучних екосистем України для збереження здорового довкілля та невід'ємного його складника – автентичного біотичного різноманіття, які висновки варто із цього робити, розглянемо у нашій праці.

Стійкість природних і вразливість штучних екосистем до інвазій

Природні екосистеми – як комплекси взаємозалежних між собою та своїми екотопами видів у межах фізичного навколишнього середовища, яке вони займають, є доволі стійкі до біотичного забруднення. Взаємодії популяцій цих видів завжди витончені, а їхні взаємовпливи багаторівневі. Континентальні біоценози є загалом стійкіші [15], ніж островні. Природні екосистеми, особливо кліматсові, не є вразливими до проникнення видів. Інша річ – штучні.

Загальновідомо, що будь-які популяції можуть збільшувати чисельність особин і види прагнуть зайняти більші території. Але екологічні ніші для потенційних "іммігрантів" стають доступні тоді, коли місцеві популяції ослаблі або зникають. Проте, якщо у доісторичні часи це відбувалося унаслідок стихійних кліматичних, геологічних, гідрологічних чи інших природних явищ, то тепер поряд із ними людська діяльність має набагато вагоміший і швидший дестабілізаційний вплив [6, 7]. Часто руйнування екосистем – це лиш наслідок непродуманого

¹ Петро Степанович ГНАТІВ – член-кореспондент ЛАН України, доктор біологічних наук, старший науковий співробітник, Національний університет біоресурсів і природокористування України, e-mail: pshnativ@ukr.net.

уведення людиною у їхній біотичний блок "чужих" видів.

Наприклад, євразійський домашній горобець створив серйозну проблему для аграрних екосистем у помірних широтах Африки, Австралії й Америки, де опосередковано завдає значного збитку урожаю зернових [21]. Він захоплює місця гніздування місцевих птахів навколо полів і витісняє їх у природні ландшафти, позбавляючи популяції автохтонних комах природних ворогів. Завезені з півдня Південної Америки нутрії здичавіли у Північній Америці та Євразії [24]. Витіснення місцевих хутряних алохтонів із природних боліт не відбулося, проте нутрії спричинили пошкодження рисових полів і руйнування штучних гребель та іригаційних споруд тощо.

Кількість судинних рослин в Україні становить 5,1 тис. видів, разом з найважливішими культурними, а з урахуванням інтродуцентів, які культивовані у відкритому ґрунті ботанічних садів, їх понад 7,5 тис. видів [20]. За втрати контролю над цим інтродукованим генетичним ресурсом існує загроза генетичної амнезії природних екосистем, а значить неможливість їх відновлення навіть за збереження сприятливого середовища. Саме незворотна зміна у блоку генетичної пам'яті екосистеми будь-якого рангу є головною причиною еволюційного зсуву в її історії [6, 18].

Для глибинного розуміння причин виниклих загроз, зокрема в Україні, звернемося до вельми цікавої теорії екологічної ліцензії [14], яку вперше запропонував К. Гюнтер [26]. Вона бере до уваги: 1) місце екосистеми у просторі й часі, 2) значення потоків речовини й енергії і 3) наявність градієнтів умов, які забезпечує екосистема для популяцій та організмів, що існують у ній. За цією теорією вільні екологічні ліцензії, як сукупність умов, які надає екосистема для популяцій, виникають тоді, коли частково або повністю вивільняються екологічні ніші.

Отже, очевидно, що у дестабілізованих природних (лісових, лучних, водних та ін.), штучно створених аграрних (польових, садових) екосистемах, відколи вони перестали бути контрольованими чи підтримуваними людською діяльністю, з'явилося багато вільних ліцензій. Відрадно, коли звільнені потоки речовини та енергії, потужні градієнти умов освоюють автохтонні види автентичних місцевих екологічних систем, а не адвенти й інтродуценти, часто агресивні "зайди" із інших місцевостей. Їхня поява й адаптація на нових територіях означає якісний еволюційний стрибок місцевих екологічних систем із непередбачуваною перспективою.

Загрози біорізноманіттю від недбалого сільського й лісового господарювання

Багато місцевих видів ендемічні, їхнє поширення обмежене специфічними екологічними нішами в автентичних екосистемах [9]. Еволюціонувавши в ізоляції, такі види вразливі до будь-яких змін. Якщо місцеві види зникають, у звільнених екологічних нішах можуть добре почуватися "іммігранти", які виживають будь-де в іншому місці серед інших видів. Відбувається депривація – підміна аутоекотично подібних між собою місцевих і переселених видів.

Племена Маурі привезли до Нової Зеландії полінезійського шкура і собаку [27]. Ці новоприбулі

види почали полювати на місцевих птахів. Сторіччями пізніше європейські поселенці мимоволі завезли інші види щурів і ще більше собак, а також цілеспрямовано – овець, кіз, велику рогату худобу, свиней, котів, інші види. Деякі з них здичавіли і натуралізувалися. Крім цього, європейці створили умови для акліматизації й заселення островів оленями, кролями, ласками, кенгуру, опосумами й іншими видами. Автохтонна рослинність і тваринний світ зазнали непоправних утрат внаслідок експансії людей і чужоземних тварин. Майже половина видів екзотичних рослин, вирощуваних у різні часи в Новій Зеландії, натуралізувалися, натомість за весь період антропоїзації островів більш ніж 40 видів птахів зникли. Більшість унікальних місцевих екосистем докорінно змінилися [24].

У віддаленому Гавайському архіпелазі корінні ліси низовин було здебільшого вирубане для сільськогосподарського використання земель [27]. Із садів, парків і насаджень, ферм іноземні види проникли у місцеві ліси. На кожних два автохтонних гавайських види рослин припадає один алохтонний і це лише початок. А навала здичавілих свиней, кіз і овець поступово руйнує гавайські екосистеми від морського узбережжя до високогір'я [24]. З іншого боку, люди часто вважають рослини, які натуралізувалися, за споконвічно рідні, місцеві [11]. Багато з них є економічно або декоративно важливими. Звичні елементи середземноморської флори, як наприклад, маслина, інжир, лимон і помідор – за походженням із зовсім інших місць [27].

В Україні, наприклад, тепер декому важко повірити в іноземне походження абрикоси, аличі, винограду, інших садових культур, а також декоративних – акації, гіркокаштана, клена ясенюстого тощо, у лісах – ялини європейської, дуба червоного, модрина, сосен та інших порід, уведених у "нерідні" їм екосистеми [9, 11, 25]. Але наслідки "смерекomanії" у Карпатах [7], "каштанomanії" у містах [3] та інші проблеми добре відомі і науковцям і практикам.

Багато інших мігрантів – бур'яни, популяції яких агресивно розростаються в екосистемах, порушених людською діяльністю. В Америці, Австралії і Новій Зеландії наші автохтони – кульбаба, пастуша сумка і кропива агресивно вторгаються у газони, закинуті поля, необроблювані узбіччя, на території будівельних і промислових об'єктів [21, 28].

Як і тварини, євразійські рослини домінують у списку глобальних бур'янів, і багато з них проникає у тропіки. Інші, набагато згубніші мігранти агресивно проникають у природні екосистеми, наприклад, каучукова лоза мадагаскарських твердолистяних лісів – у лісисті місцевості Квінсленда (Австралія). Екзотичні сосни, акації та інші алохтони із Середземномор'я загрожують видам унікальної за видовим розмаїттям Капської провінції у Південній Африці [24]. Японська жимолость витісняє місцеві рослини в деревостанах сходів Північної Америки, а шотландський рокитник опановує прерії, на луках та в освоєних лісах Тихоокеанського північного заходу США [21].

Багато рослин, які достатньо нейтральні в "рідних" екосистемах, стають агресивними бур'янами, коли потрапляють за їхні межі. Агресивні водні

бур'яни "душать" річки й озера в усьому світі. Розквіт водного гіацинта в Південній Америці із сумно відомою здатністю цієї рослини до плавання блокує світло для підводних видів у дренажних та іригаційних каналах, перешкоджає навігації. Вид було спочатку інтродуковано як декоративний. Переселені північноамериканські види роду Елодея засмічують водні екосистеми Євразії. Гідрилла і водний деревій – чума озер сьогодношньої східної півкулі, водойм і потоків у Канаді та Сполучених Штатах [24, 27].

Біотичне забруднення – загроза не лише для екосистем

Прибуткового рибальства, яке упродовж усієї людської історії процвітало у Чорному морі, більше не існує відтоді, як алохтонні види медуз прибули з Північної Америки в резервуарах баласту на суднах. Вони розмножилися так швидко, що тепер становлять 95 % морської біомаси. Патогенний грибок з Японії знищив каштан – екологічно й економічно важливий, місцями панівний вид у лісах на сході Північної Америки [21, 22]. Не завжди інвазійні види є настільки патогенні, як чума великої рогатої худоби – вірусна хвороба, що знищила місцеві популяції буйволів, антилоп, жираф та інші види африканських тварин, коли вона проникла з Індії наприкінці XIX ст. [24].

Історія людства багата на приклади, коли аборигени потерпали від зараження іноземними мікробами, до яких вони ще не набули імунітету. Дві третини місцевих мешканців Америки вимерли після інвазії віспи, кору й інших хвороб, які перенесли туди європейські дослідники і колоністи. Спалах фітофтори в Ірландії у часи, коли нова американська культура – картопля витіснила хлібні злаки із полів, спричинив катастрофічний голод та міграцію ірландців у Новий Світ [23, 24].

Ультрасучасною загрозою для людства є неконтрольоване потрапляння, у будь-якому вигляді, у природні й штучні екосистеми трансформованих генноінженерійними маніпуляціями і при цьому життєздатних геномів. Генетично модифіковані конструкції цілковито незнайомі навколишньому середовищу, вони не розпадаються, а сприймаються клітинами і можуть безконтрольно розмножуватися і мутувати [17]. Може статися інтеграція чужорідного гена до генома організму-реципієнта, але вона відбувається не за волею дослідника, а випадково, із можливою безконтрольною ланцюговою реакцією. У цьому криється головний, досі українською громадськістю не усвідомлений, ризик від харчування людей та годівлі тварин генетично модифікованими продуктами.

У багатьох депресивних регіонах України відстежено такі загрозливі явища, як поширення карантинних бур'янів (наприклад, алергенної амброзії, борщівника тощо), інвазії збудників сказу і пташиного грипу, розповсюдженого зрослими за чисельністю популяціями диких хребетних. Завдяки дослідженням у техногенно трансформованих екотопах південного сходу України було виявлено 57 нових адвентивних видів рослин, з яких 4 наведено вперше для регіону [19]. Фракція адвентивних видів у флорі нашої держави загалом становить 830 видів судинних рослин – 14 % від усіх [16]. Нині на стадії експансії перебуває 29 видів, а потенційна інвазійна здатність є ще у 100 видів адвентів. Біотичне різноманіття як невід'ємний компонент нашого довкілля, а також його

природна чи антропогенна трансформації, мають вагомий та ще не достатньо вивчений вплив на суспільний розвиток загалом [4].

Позитивні тенденції і перспективи екологічних мереж

Внаслідок зменшення обсягів промислового й аграрного виробництва у деяких регіонах України багато землекористувачів не знають, які екологічні процеси відбуваються у їхніх володіннях. Наприклад, лише від 1990 до 1998 року площа сільгоспугідь у державі поменшала на 0,42 %, ріллі – на 1,48 %, багаторічних насаджень – на 5,79 %, натомість істотно зросли частки залужених, заліснених і заболочених земель [10]. Значні зміни в структурі землекористування активно тривають, а відповідно й – трансформація рослинного покриву на рівні регіонів [5].

Попри це можна спостерегти позитивні тенденції. У багатьох малих і великих річках завдяки зникненню значної кількості підприємств місцевої промисловості, великих тваринницьких ферм як джерел перманентного забруднення, природно очистилися води. Внаслідок припинення розорювання прибережних земель поступово відновлюються популяції риб, інших водних видів. Над полями все частіше можна побачити рідкісних хижих птахів, а в лісах і на великих не розорюваних ландшафтах щороку більше дрібних ратичних, зайців, лисиць, кабанів, інколи – навіть вовка [1, 10].

За даними природоохоронних установ [7], у гірських районах Львівщини простежено стійку багаторічну тенденцію до зростання чисельності популяцій благородного оленя, козулі, кабана. Це частково пов'язано з тим, що свійське поголів'я, як і чисельність місцевого населення та господарська активність у вказаній місцевості щороку зменшуються. У високогір'ях Українських Карпат, особливо на заповідних територіях поступово піднімається верхня межа лісів [13].

У цьому контексті зазначимо, що в наукових і громадських природоохоронних колах загалом є усвідомлення потреби прийняти Загальнодержавну програму збереження та відтворення біорізноманіття в Україні. Проте реальних кроків щодо координації його вивчення, моніторингу й узагальнення із жодного звіту владних структур не бачимо. За розумної державної земельної політики можна викупити "економічно нецікаві" угіддя для їхнього заліснення, розширення мережі заповідних об'єктів із перспективою об'єднання їх у національну екологічну мережу й інтеграції її у пан'європейську.

За налагодження загальнодержавної екологічної мережі й організації тісної взаємодії природоохоронних структур і наукових установ, поза сумнівом, можна буде контролювати такі небезпечні процеси, як проникнення й розповсюдження адвентивних, зокрема екзотичних видів, інвазії хвороботворних організмів-збудників пташиного грипу, сказу тощо, небажану натуралізацію й імовірну шкодочинність щодо природних екосистем, використовуваних у сільському й лісовому господарстві рослин і тварин.

Висновки

Незважаючи на переважно негативні наслідки людського втручання у природні екосистеми,

відкритим залишається наукове питання – чи це є проблемою, що упродовж історії життя на Землі тривав безупинний рух видів планетою. Внаслідок цього незліченні види вже зникли, і це ймовірно, внаслідок загибелі від неспроможності конкурувати з агресивнішими "іммігрантами". Можливо, з позиції людської користі рух видів не потрібно розцінювати як явище, супротивне природі. Врешті-решт, немає різниці, яким способом відбувається розсіювання насіння і спор рослин – у бруді, що прилипає до пташиних ніг, чи через плавання тварин до віддаленого берега на плоту з рослинності, вільно відірваної під час шторму, чи з поширенням будь-яких видів іншими способами.

Звичайно, переміщення і вимирання видів триває завжди незалежно від того, що його спричинює – людська діяльність, чи інші чинники. Відмінність, і це істотно, стосується умов, за яких ці події тривають. Люди переміщують інші види навколо планети так інтенсивно, що природні екосистеми мають обмаль, або взагалі не мають часу, щоб досягти динамічної рівноваги. Трагічний спадок панування сучасного людства вже не буде зрівноваженим і це збіднить біоту планети. Біогеосфера та її складові екосистеми вже переходять на якісно інший щабель свого розвитку, із несприятливими для людства наслідками.

Незважаючи на наукову зацікавленість і суспільні потреби, все більшої ваги набирають моральні, етичні й економічні аргументи проти інтродукції іноземних видів. Отриманий гіркий досвід свідчить на користь того, щоби люди, бізнес-структури й уряди запобігали неконтрольованій міграції видів, зберігали переселені екзотичні рослини в ізоляції, відновлювали дестабілізовані екосистеми і здійснювали інтродукцію якомога обережніше.

Пріоритетом маємо визнати збереження й захист природних екосистем і ландшафтів, як це роблять у всьому світі, навіть зі збереженням специфічного етнокультурного середовища, наскільки це можливо з огляду на прагнення людей до прогресу. Людський добробут, врешті-решт, залежить від захисту й збереження біотичної різноманітності. Через непродумане переміщення видів і руйнування екосистем люди піддають небезпеці власне майбутнє і майбутнє своїх нащадків.

ЛІТЕРАТУРА

1. Васюта С.І. Радянський екоцид в Україні: історичні витоки, труднощі подолання. – Тернопіль : СМП Астон, 2000. – 536 с.
2. Вернадський В.И. Биосфера и ноосфера. – М. : Изд-во "Наука", 1989. – 261 с.
3. Гнатів П.С. Гіркокаштан звичайний у Львові й питання його екологічної стійкості в міських насадженнях // Наукові записки Держ. природозн. музею НАН України. – Львів : НТШ. – 2007. – Вип. 23. – С. 75-84.
4. Гнатів П.С. Природне й антропогенне середовища: їхня суть і значення, методологія наукового пізнання / Фальсифікаційні читання. – Херсон : ПП Вишемирський, 2007. – С. 68-71.
5. Гнатів П.С., Крок Б.О., Полив'яна Г.В. Антропогенна трансформація рослинного покриву в гірських районах Львівщини // Промислова ботаніка: стан та перспективи розвитку. – Донецьк, 2007. – С. 105-109.
6. Голубець М.А. Екосистемологія. – Львів : Вид-во "Поллі", 2000. – 316 с.
7. Голубець М.А., Гнатів П.С., Козловський М.П. та ін. Концептуальні засади сталого розвитку гірського регіону / за ред. акад. М.А. Голубця. – Львів : Вид-во "Поллі", 2007. – 288 с.
8. Гор А. Неудобная правда: Кризис глобального потепления. – М. : Амфора СПб, 2008. – 192 с.
9. Дідух Я.П. Теоретичні проблеми еволюції рослинного покриву / Ю.Д. Клеопов та сучасна ботанічна наука. – К. : Фітосоціоцентр, 2002. – С. 12-26.
10. Заставний Ф.Д. Проблеми депресивності в Україні. – Львів : Вид-во ЛНУ, 2006. – 348 с.
11. Івченко А.І., Гнатів П.С., Мельник А.С., Ган Т.В. Акліматизація деревних інтродуцентів у Ботанічному саду УкрДЛТУ // Науковий вісник УкрДЛТУ : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ УкрДЛТУ. – 1999. – Вип. 9.9. – С. 39-44.
12. Киселев Г.Н., Попов А.В. Эволюционные и революционные события в экосистемах прошлого / Роль высшей школы Санкт-Петербурга в реализации концепции устойчивого развития. – Санкт-Петербург : Санкт-Пет. гос. ун-т, 2003. – С. 106-115.
13. Климишин О.С., Коржинський Я.В., Інкін Є.Д. Демутаційні зміни рослинності на межі лісового і субальпійського поясів у Чорногорі (Українські Карпати) // Наукові записки Держ. природознавч. музею. – Львів, 2007. – 23. – С. 17-24.
14. Левченко В.Ф., Старобогатов Я.И. Физико-экологический подход к анализу эволюции биосферы / Эволюционная биология: история и теория / под ред. Э.И. Колчинского. – М. : СПб, 1999. – С. 37-46.
15. Пономаренко А.Г. Ценогическое управление эволюционным процессом (континентальные экосистемы мезозоя) / Микро- и макроэволюция. – Тарту, 1980. – С. 110-114.
16. Протопопова В.В., Шевера М.В. Фітоінвазії/ Екологічна енциклопедія. – у 3-ох т. // А.В. Толстоухов та ін. – Т. 3: О-Я. – К. : ТОВ "Центр екол. осв. та інф.", 2008. – С. 330-331.
17. Ситнік О.І. Ризики харчування генетично модифікованими продуктами // Екологічний вісник. – 2008. – № 4. – С. 31-32.
18. Сльнько Ю.В. Генетические последствия биологических инвазий / Чужеродные виды в Голарктике (Борок-2). – Борок : Ин-т биол. внутр. вод РАН, 2005. – С. 28.
19. Тохтарь В.К. Флори техногенних екотопів та їх розвиток (на прикладі південного сходу України) : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра біол. наук : спец. 03.00.05/ Ін-т ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України. – К., 2005. – 35 с.
20. Третяк П.Р. Світове біорізноманіття: інтеграція знань в мережі інтернет // Науковий вісник УкрДЛТУ : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ УкрДЛТУ. – 2000. – Вип. 10.3. – С. 20-29.
21. Bachmann K. Introduction // Proceedings of the VIIth Intern. IOPB Symp. "Plant Evolution in Man-made Habitats". – Amsterdam: Hugo de Vries Lab., 1999. – P. 7-9.
22. Cohen A.N., Carlton J.T. Accelerating invasion rate in a highly invaded estuary // Science. – 1998. – 279. – P. 555-558.
23. Cunningham W.P., Cunningham M.A., Saigo B.W. Environmental Science: a global concern. Eighth edition. – Boston-Toronto: Wm. C. Brown Publishers, 2005. – 600 p.
24. Enger E.D., Smith B.F. Environmental Science: a study of interrelationships. Ninth edition. – Boston-Toronto: Wm. C. Brown Publishers, 2004. – 477 p.
25. Gnativ P. The Conservation of Biodiversity in the Botanical Garden of Ukrainian State University of Forestry and Wood Technology/ M. von den Driesch, W. Lobin. Botanische Gärten und Erhaltung Biologischer Vielfalt. Ein Erfahrungsaustausch. – Berlin: Bundesamt für Naturschutz, 2001. – P. 105-106.
26. Günther K. Über Evolutionfaktoren und die Bedeutung des egriffs "Ökologische Lizenz" für die Erklärung von Formenerscheinungen in Tierreichs/ Omithologie als biologische Wissenschaftl. – Heidelberg: C. Winter-Universitätsverlag, 1949. – P. 23-54.
27. Naylor R.L., Williams S.L., Strong D.R. Aquaculture – a gateway for exotic species // Science. – 2001. – 294. – P.1655-1666.
28. Neuffer B., Linde M. Capsella bursa-pastoris – colonisation and adaptation; a globe-trotter conquers the world/ Proceedings of the VIIth Intern. IOPB Symp. "Plant Evolution in

Man-made Habitats". – Amsterdam: Hugo de Vries Lab., 1999. – P. 49-72.

P. S. Hnativ

**DYNAMICS OF BIODIVERSITY AND
ACTUAL THREATS TO THE
ENVIRONMENT: UKRAINE AND
WORLD EXPERIENCE**

The factors of biotic components dynamics in artificially created or spontaneously destroyed by economic activity ecological systems are analyzed. The especial attention is made on the threats for an environment which cause unpredictable changes in biotic composition because of adventives species penetration in landscapes ecosystems. This is typical to the depressed regions of Ukraine.

УДК 339.137.27

Л. І. МАКСИМІВ¹, М. Е. МАТВЕЄВ², Р. В. КОШЛА³

АНАЛІЗ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ПРОДУКЦІЇ ЯК ІНСТРУМЕНТ ЕКОЛОГІЧНОГО АУДИТУ СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТУ ДОВКІЛЛЯ ДЕРЕВООБРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Розглянуто питання аналізу життєвого циклу продукції, виробництва та підприємств відповідно до вимог міжнародних стандартів серії ISO 14000. Наведено приклади такого аналізу для конкретного деревообробного підприємства у вигляді еко-балансів виготовленої продукції, виробництва, підприємства та його місця розташування.

Підвищення рівня забрудненості довкілля впродовж останніх десятиріч, збільшення кількості техногенних катастроф, виснаження природних ресурсів зумовлюють потребу невідкладного вирішення проблем охорони довкілля, збереження та раціонального використання природного капіталу. На перший план дедалі активніше виступають не так традиційні політичні й соціально-економічні, як природоохоронні проблеми. Вони зумовлені як природними процесами, так і більшим антропогенним навантаженням на довкілля, причому останній чинник проявляється все відчутніше.

Важливе місце у реалізації державної екологічної політики належить промисловим підприємствам як потенційним забруднювачам довкілля. Тому зростає потреба в достовірній інформації про впливи діяльності суб'єктів господарювання на довкілля. Така інформація є базою для підготовки і прийняття обґрунтованих управлінських рішень.

Беручи до уваги також те, що у межах європейського та міжнародного торговельного права захист вітчизняних виробників, які дотримуються вимог охорони довкілля, можливий тільки частково, особливого значення набувають ті інструменти, які дають змогу оприлюднити достовірну інформацію про екологічні аспекти діяльності, зокрема ефективність використання енергоносіїв, сировини, утворення відходів і навантаження на довкілля у процесі виробництва. Такий підхід забезпечить дотримання прав споживачів на доступ до екологічної інформації, як це передбачено в Організаційній конвенції та нормативно-правових актах Європейського Союзу у сфері охорони довкілля, зокрема Директиві 2003/4/ЄС Європейського Парламенту і Ради від 28 січня 2003 року про доступ громадськості до екологічної інформації [1] і допомагає їм приймати рішення стосовно вибору того чи іншого виду продукції (робіт, послуг). До таких інструментів належать: екологічне маркування продукції, аналіз життєвого циклу за

допомогою складання еко-балансів підприємницької діяльності та екологізація звітності.

Про важливість запровадження цих інструментів свідчить і той факт, що за останнє десятиріччя Рада ЄС розробила низку директив і постанов з питань менеджменту довкілля та екологічного аудиту, в яких у межах еко-аудиту пропонує складання еко-балансів як концептуальної аналітичної основи для оцінювання циклу менеджменту довкілля. Також робляться спроби розробити інструктивні матеріали для складання еко-балансів, які на сьогодні не мають однозначного тлумачення [2, 3].

Розробленням стандартів щодо зазначених вище проблем займається також Міжнародна організація стандартизації ISO, зокрема створений у межах Технічного Комітету ISO ТК 207 Підкомітет ПК 5 "Аналіз життєвого циклу" ("Life Cycle Analysis") із секретаріатами у Франції та Німеччині. Перелік міжнародних і відповідних їм національних стандартів у сфері екологічного менеджменту наведено у табл. 1. У блоці 4 табл. 1 подано перелік стандартів, які стосуються екологічного маркування та складання еко-балансів (оцінювання життєвого циклу).

Еко-баланс – це основний інструмент отримання потрібної інформації про величину шкідливого впливу підприємства на довкілля. Як важливий інструмент екологічного аудиту і основний інструмент еко-контролінгу еко-баланс забезпечує системне виявлення, оцінювання і кількісне відображення негативного впливу діяльності підприємства на довкілля, зокрема агрегування отриманих даних і віддзеркалення таким чином "екологічного успіху" чи "неуспіху" підприємства. Саме за допомогою еко-балансів доцільно обліковувати і документувати вплив підприємства на довкілля [7, 8].

Функції еко-балансу для підприємства полягають переважно в:

- інвентаризації впливів на довкілля, які чинить продукція впродовж усього її життєвого циклу;

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 Микола Едуардович МАТВЕЄВ – кандидат економічних наук, доцент кафедри менеджменту зовнішньоекономічної діяльності Національного лісотехнічного університету України, м. Львів. Тел.: +38-067-991-79-89. E-mail: matveyev@budmet.com.ua

³ Роман Володимирович КОШЛА – магістр економіки довкілля і природних ресурсів.

- ідентифікації екологічних прогалін у процесах виготовлення і споживання продукції;
- перевірки дотримання правових норм;

Табл. 1. Стандарти у сфері екологічного менеджменту

№ з/п	Номер стандарту	Назва	Національний аналог
<i>Блок 1: Environmental management system – Система екологічного менеджменту</i>			
1	ISO 14001:2004	Environmental management systems – Specification with guidance for use	ДСТУ ISO 14001:2006 Системи екологічного управління. Вимоги та настанови щодо застосування.
2	ISO 14004:2004	Environmental management systems – General guidelines on principles, systems supporting techniques	ДСТУ ISO 14004:2006 Системи екологічного управління. Загальні настанови щодо принципів, систем та засобів забезпечення.
<i>Блок 2: Environmental auditing – Екологічний аудит</i>			
	ISO 19011:2002	Guidelines for quality and/or environmental management systems auditing	ДСТУ ISO 19011-2003 Настанови щодо здійснення аудитів систем управління якістю та (або) навколишнім середовищем
<i>Блок 3: Environmental assessment – Екологічна оцінка</i>			
4	ISO 14015:2001	Environmental management – Environmental assessment of sites and organizations	ДСТУ ISO 14015:2005 Екологічне керування. Екологічне оцінювання виробничих об'єктів та організацій.
<i>Блок 4: Environmental labelling – Екологічне маркування</i>			
5	ISO 14020:1998	Environmental labels and declarations – General principles	ДСТУ ISO 14020:2003. Екологічне маркування та декларації. Загальні принципи.
6	ISO 14021:1999	Environmental labels and declarations – Selfdeclared environmental claims (Type II environmental labelling)	ДСТУ ISO 14021-2002 Екологічне маркування та декларації. Екологічні самодекларації (екологічне маркування типу II).
7	ISO 14024:1999	Environmental labels and declarations – Type I environmental labelling – Principles and procedures	ДСТУ ISO 14024-2002 Екологічне маркування та декларації. Екологічне маркування типу I. Принципи та методи.
8	ISO/TR ¹ 14025:1999	Environmental labels and declarations – Type III environmental declarations	ДСТУ ISO/TR 14025-2002 Екологічні маркування та декларації. Екологічні декларації типу III.
<i>Блок 5: Environmental performance – Екологічна результативність</i>			
9	ISO 14031:1999	Environmental management – Generic environmental performance methodology	ДСТУ ISO 14031:2004 Екологічне керування. Настанови щодо оцінювання екологічної характеристики.
10	ISO/TR 14032:2000	Environmental management – Examples of environmental performance evaluation	ДСТУ ISO/TR 14032:2004 Екологічне керування. Приклади оцінювання екологічної характеристики.
<i>Блок 6: Life cycle assessment – Аналіз життєвого циклу</i>			
11	ISO 14040:1997 (замінено на ISO 14040:2006) ISO 14040:2006	Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework	ДСТУ ISO 14040:2004 Екологічне керування. Оцінювання життєвого циклу. Принципи та структура.
12	ISO 14041:1998	Environmental management – Life cycle assessment – Goal and scope definition and inventory analysis	ДСТУ ISO 14041-2004 Екологічне керування. Оцінювання життєвого циклу. Визначення цілі і сфери застосування інвентаризації.
13	ISO 14042:2000	Environmental management – Life cycle assessment – Life cycle impact assessment	-
14	ISO 14043:2000	Environmental management – Life cycle assessment – Life cycle interpretation	-
15	ISO/TR 14047:2003	Environmental management – Life cycle assessment – Examples of application of ISO 14042	-
16	ISO/TS ² 14048:2002	Environmental management – Life cycle assessment – Data documentation format	-
17	ISO/TR 14049:2000	Environmental management – Life cycle assessment – Examples of application of ISO 14041 to goal and scope definition and inventory analysis	ДСТУ ISO/TR 14049:2004 Екологічне керування. Оцінювання життєвого циклу. Приклади використання ISO 14041 для визначення цілі і сфери застосування та аналізування інвентаризації.
<i>Блок 7: General guidelines – Загальні настанови</i>			
18	ISO 14050:1998 (замінено на ISO 14050:2002) ISO 14050:2002	Environmental management – Vocabulary	ДСТУ ISO 14050-2004 Екологічне керування. Словник термінів.
19	ISO/TR 14061:1998	Information to assist forestry organization in the use of Environmental Management Standards ISO 14001 and ISO 14004	-
20	ISO/TR	Environmental management – Integrating	-

¹ TR – Technical report

² TS – Technical specification

	14062:2002	environmental aspects into product design and development	
21	ISO 14063:2006	Environmental management – Environmental communication – Guidelines and examples	-

- виборі засобу інформування зацікавлених сторін (стейк-холдерів) – громадськості, працівників, торгівлі, споживачів – про впливи продукції на довкілля;
- внеску в освітні програми і програми підвищення кваліфікації;
- інституціоналізації аналізу еко-балансу у процесі проектування продукції;
- участі у довгостроковому стратегічному плануванні тощо.

Отримані завдяки аналізу життєвого циклу за допомогою еко-балансів дані повинні бути належно проаналізовані. Для цього потрібно прийняти систему відповідних показників, за допомогою яких можна було б якомога повніше і достеменніше охарактеризувати використання сировини та матеріалів у процесі виробництва, а також його впливи на довкілля, порівнювати ці показники з метою запровадження оптимальних схем виробництва й реалізації.

Процес складання еко-балансів зазвичай поділяють на чотири етапи в чотирьох різних часткових еко-балансах. Беручи до уваги багатофункціональну роль лісів і необхідність з огляду на це їх ощадного використання, пропонуємо доповнити цю схему складанням еко-балансів сировини (рис. 1) [9].

Етап 1. Встановлення мети (Definition)	Еко-баланс підприємства	Еко-баланс процесів	Еко-баланс продукції	Еко-баланс сировини	Еко-баланс місця розташування підприємства
Етап 2. Матеріальний баланс (Life Cycle Inventory)					
Етап 3. Аналіз впливів на довкілля (Environmental Impact Assessment)					
Етап 4. Оцінка та заходи з покращення (Life Cycle Improvement)					

Рис. 1. Етапи складання еко-балансу та види еко-балансів

На першому етапі потрібно визначити мету, окреслити межі системи, тобто з'ясувати, які впливи на довкілля взагалі треба враховувати. Наприклад, для оцінювання процесу транспортування товарів вантажними автомобілями до еко-балансу потрібно долучити показники споживання пального й викиди у повітря шкідливих речовин, утворених під час перевезень, але зайве розглядати впливи на довкілля стадій виробництва вантажних автомобілів.

На другому етапі – під час складання матеріального балансу – потрібно описати окремі екологічні аспекти процесу виготовлення продукції і дати їм кількісну оцінку. Найважливіші екологічні аспекти, у розрізі яких доцільно здійснювати збір даних – це підозрілі території та захоронення; речовини і матеріали; складування речовин і матеріалів; паливо й енергія; вода; продукція; упакування і транспортування; емісії; відходи; цінні матеріали і рештки; стоки; шум; аварійний захист.

Ідентифіковані та визначені кількісно екологічні аспекти вносять до матеріального балансу, в якому відображають матеріальні й енергетичні потоки, а

також величини запасів як чинники входу (враховуючи необлічені входи), з одного боку, і відповідні чинники виходу (враховуючи зміни запасів і необлічені виходи) – з іншого (табл. 2). Подану форму еко-балансу можуть використовувати різні підрозділи підприємств і галузей.

Наступний етап – аналіз впливів на довкілля: аналізують виражені кількісно впливи на довкілля як екологічний ефект, тобто визначають, які саме із цих впливів пов'язані з емісіями і навантаженнями довкілля. Тут аналізують ступінь токсичності для людини, парниковий ефект, зменшення озонного шару, засолення, окислення ґрунтів, ентропію, забруднення стоків, обсяг депонування відходів. Після цього, виходячи з вагомості ефекту, вживають заходів щодо покращення (етап 4), які ґрунтуються на еколого-політичних, а не природничо-наукових рішеннях. Тут доцільно деталізувати аналітичний інструментарій для визначення переліку пріоритетів і заходів, важливих з погляду охорони довкілля.

Табл. 2. Принципова схема матеріального балансу

Еко-баланс	
вхід:	вихід:
• нерухомість – земельні ділянки, будівлі; • основні виробничі засоби – виробниче обладнання, передавальні пристрої, транспортні засоби; • обігові засоби – сировина, матеріали, напівфабрикати; • енергія – струм, мазут, природний газ; • вода – питна, технічна, дощова; • повітря – кількість і навантаження.	• вихід продукції – напівфабрикати, готова продукція; • відходи – цінні відходи, рештки, інші відходи; • виділення енергії – струму, теплової енергії, залишкової енергії; • стоки – кількість, навантаження; • відпрацьоване повітря – кількість, навантаження • забруднення ґрунтів.
Ґрунти	Зміни запасів
Необліковані входи	Необліковані виходи

Розглянемо докладніше перелічені вище види еко-балансів: еко-баланс підприємства, еко-баланс процесу; еко-баланс продукції, еко-баланс сировини й еко-баланс місця розташування, які по-різному охоплюють важливі екологічні аспекти процесу виготовлення продукції.

Еко-баланс підприємства (аналіз вхід-вихід) містить інформацію щодо входу і виходу всіх видів сировини, матеріалів та енергії, враховуючи матеріальні й енергетичні втрати, а також стан нерухомості, обладнання і матеріалів. При цьому внутрішньовиробничі процеси розглядають як "чорний ящик", до уваги беруть тільки потоки сировини, основних і допоміжних матеріалів на підприємстві, потоки готової продукції та продукції, виготовленої на основі єдиного виробничого циклу, а також впливи на довкілля, які виникають у виробничому процесі у формі відпрацьованого повітря, тепла, відходів і стоків. Він незамінний як внутрішній інструмент еко-контролінгу для управління потоками відходів та емісій. У зовнішній документації еко-баланс є базою для вироблення

концепції поводження з відходами та для подання екологічної звітності.

За допомогою еко-балансу процесу виробництва аналізують у розрізі окремих стадій виготовлення продукції, враховуючи складування, на предмет впливів на довкілля (відходи, відпрацьовані гази/повітря, стоки, шум, відпрацьоване тепло тощо). Склавши поетапну органіграму для кожного окремого процесу, можна значно спростити структуру такого еко-балансу. Попроцесні баланси є передумовою запобігання емісіям і зменшення кількості відходів. Водночас вони є основою для складання еко-балансів продукції.

Аналіз життєвого циклу продукції (еко-баланс продукції) на підготовчому етапі стосується постачальників і субпостачальників, а на завершальному етапі, що слідує за виготовленням продукції, – покупців і споживачів, при цьому враховують усі екологічні аспекти, характерні для цих етапів настільки, наскільки це економічно доцільно. Еко-баланс продукції як сума еко-балансів технологічних процесів упродовж усього екологічного життєвого циклу продукції має різні сфери застосування, відповідно й методичні підходи до його розроблення різні.

Еко-баланс місця розташування охоплює всі чинники, які є екологічно важливими, але не могли бути взяті до уваги в попередніх трьох видах еко-балансів. Цей вид еко-балансу дає змогу визначити потребу в інвестиціях і санаційних заходах, тому є важливим складником для оцінювання ступеня ризику виникнення неординарних ситуацій, аспектів екологічної та іншої відповідальності та вартості підприємства.

Описаний порядок обліку екологічних впливів, на перший погляд, видається простим, на практиці ж це – копіткий процес, у ході якого можуть виникати різноманітні труднощі. Майже неможливо дати практичні поради з цього приводу, оскільки ціла низка параметрів, зокрема таких, як обсяг і вид збирання даних залежить насамперед від особливостей самих підприємств та їхньої структури.

Розглянемо порядок складання еко-балансів, які ми розробили для деревообробного підприємства з іноземними інвестиціями (ПП) – товариства з обмеженою відповідальністю "Укршпон" (Київ).

ПП ТзОВ "Укршпон" здійснює виробництво та продаж шпону струганого з таких порід дерев як: бук, дуб, клен, вільха, береза, явір, черешня. Шпон є невід'ємним складником меблевої промисловості, виготовлення дверей, вікон та оздоблення приміщень. Більшість продукції (89 %) підприємство реалізує на експорт до Німеччини, Росії, Молдови, Білорусі, Польщі, решту продає на внутрішньому ринку. За даними Міністерства промислової політики України, ПП ТзОВ "Укршпон" займає перше місце у рейтингу деревообробних підприємств України. Питома вага ПП ТзОВ "Укршпон" у виготовленні шпону струганого сягає 60 % (за даними офіційного сайту підприємства).

У березні 2005 р. керівництво ПП ТзОВ "Укршпон" ухвалило рішення запровадити систему екологічного менеджменту (СЕМ). Розробляли елементи системи з урахуванням вимог і рекомендацій Положення № 761/2001 Європейського парламенту і Ради Європи EMAS (*Environmental Management and*

Auditing Scheme) [3] і міжнародного стандарту ISO 14001:2004 "*Environmental management systems – Requirements with guidance for use*" [2], також національного стандарту ДСТУ ISO 14001:1997 "Системи управління навколишнім середовищем. Склад та опис елементів і настанови щодо їх використання" [4]. На сьогодні підприємство має сертифікат відповідності його СЕМ вимогам вказаних вище стандартів, а його екологічна декларація верифікована згідно з EMAS:2001 [5].

Технологічний процес виготовлення продукції розділений на такі дільниці:

- 1) біржа сировини;
- 2) дільниця окорювання та розкрою сировини;
- 3) дільниця пропарювальних басейнів;
- 4) дві стругальні лінії, до складу яких входять:
 - а) верстат вертикального стругання "DSKM" та сушарка "BACHOK";
 - б) верстат фрезерно-стругальний "CREMONA" та сушарка "CREMONA";
 - в) лінії гільйотинних ножиць;
 - д) механічна дільниця;
 - е) дільниця заточування інструменту;
 - ж) дільниця пресування, сортування та зберігання шпону.

Розглянемо технологічний процес виготовлення шпону струганого на ПП ТзОВ "Укршпон", схематично зображений на рис. 2, що складається з декількох етапів [6]. Спершу фанерна сировина (круглі лісоматеріали) від постачальника надходять на біржу сировини, де їх приймають і сортують за допомогою козлового крана ККС-10. З сировинної біржі фанерна сировина надходить до нагромаджувального столу, звідки накочується на ланцюговий транспортер окорувального верстата німецького виробництва фірми "HÄWA". Ланцюговим транспортером круглі колоди подають на окорувальний верстат, на якому з колоди за допомогою ножової головки знімають кору та луб.



Рис. 2. Схема технологічного процесу виготовлення шпону струганого

Окорені колоди за допомогою ланцюгового транспортера надходять на розкрійний стрічково-пиляльний верстат *BBC-14*, на якому колоди розкрояють на ванчеси (заготовки). Параметри колод, які підлягають розкрою: діаметр – 40-80 см, довжина – 2,0-4,0 м.

З верстата *BBC-14* ванчеси упаковують у в'язанки і електровізком транспортують на дільницю пропарювальних басейнів. За допомогою мостового крана ванчеси укладають у пропарювальні басейни для гідротермічного оброблення. Пропарювальні басейни виготовлені з нержавіючої сталі, їхній об'єм становить 75,0 м³. Максимальний об'єм ванчесів, які одночасно можна пропарювати в одному басейні, становить 31,0 м³. Термін пропарювання деревини в басейні становить 3-6 діб залежно від породи деревини і виду шпону, який потрібно отримати, а також від пори року. Процес пропарювання деревини відбувається автоматично під контролем оператора за допомогою автоматичної системи управління фірми "Бельц", Німеччина. Процес пропарювання відбувається за температури води 75-85 °С.

Після завершення процесу пропарювання ванчеси потрапляють на дільницю підготовки їх до стругання, де на двосторонньому стругально-фрезерному верстаті "*CONSUL-1000*" виробництва фірми "Карл Єнсен" (Німеччина) та за допомогою електрорубанка і ручної пневмофрези відбувається вирівнювання пластів ванчеса та очищення поверхні від залишків кори, піску та металевих частинок.

Після цього підготовлені ванчеси за допомогою системи роликів транспортують до стругального верстата для перероблення їх на шпон струганий. Шпон струганий – це листи прямокутної

форми довжиною 2,0-3,0 м, шириною 10,0-50,0 см і товщиною 0,5-2,8 мм. Виготовляють його на таких верстатах: "*CREMONA*", з продуктивністю 6,0 м³/змін (кількість переробленої сировини), *DSKM-4000* – 4,0 м³/зм. Зістругані з ванчеса листи шпону складають на дерев'яний піддон і роликівими транспортерами подають до сушильних установок. Вологість шпону після стругання становить 60-80 %.

Далі шпон на дерев'яних піддонах роликівим транспортером надходить до сушарок для просушування. Просушування шпону здійснюють на двох сушильних установках типу "*BABCOCK*" (Німеччина), продуктивністю 6,0 тис. м²/зм. та "*CREMONA*" (Італія) продуктивністю 6,0 тис. м²/зм.

Шпон по одному листу пропускають через сушильну установку і на виході формують пачки шпону (у пачці – 32 листи) у вигляді кноля. (Кноль – це певна кількість пачок шпону, отримана внаслідок стругання однієї сторони ванчеса). Просушування шпону здійснюють за температури 130-145 °С. Вологість шпону становить 8-12 % (транспортна вологість). Після просушування шпон струганий у піддонах витримують два-три дні (для остигання і вирівнювання внутрішніх напруг), після чого подають на лінію обрізування.

Лінія обрізування шпону складається з чотирьох гільйотинних ножиць фірми "*RFR*", Німеччина. На цій лінії шпон форматують, тобто кожен пачку обрізають з усіх чотирьох боків, надаючи їй чіткої прямокутної форми. За потреби на лінії вирізують дефектні місця (сучки, тріщини, різноманітні природні вади). Сформатовані пачки шпону зв'язують навхрест пластиковою стрічкою.

Запаковані пачки шпону транспортером надходять на лінію сортування. У разі потреби пачки пресують на гарячому та холодному пресах *АКД-4049*; *АКД-4938*, встановлених послідовно один за одним. Посортовані пачки складають у пакети. Пакети упаковують в поліетиленову плівку і відправляють на склад готової продукції, звідки відвантажують споживачам. Вантажні роботи на складі та під час завантажування транспорту здійснюють електронавантажувачами.

Підприємство чинить певні впливи на довкілля. Проаналізуємо ці впливи за окремими компонентами. Внаслідок виготовлення шпону струганого утворюються *відходи*, а саме: кускові деревні відходи; обаполи та тирса; кора і стружка; шпон-розривина; відструг прямолінійний та напівкруглий – дошка товщиною від 10 до 50 мм, довжиною від 2,0 до 4,0 м, шириною від 100 мм і більше та відструг напівкруглий.

Кускові відходи дерева утворюються внаслідок поперечного розрізання колод і ванчесів (заготовок-брусів для виготовлення шпону) ланцюговими електро- та бензопилками.

Обапіл і тирса утворюються внаслідок виготовлення ванчесів на стрічково-пиляльному верстаті *BBC-14*. Кору і стружку знімають під час підготовки ванчеса до стругання за допомогою шкребків та окорувальних пристроїв. Шпон-розривина – це шпон, який утворюється внаслідок зрізування ванчеса або недорізу листа шпону на стругальних верстатах. Відструг (прямолінійний) утворюється внаслідок стругання на верстатах *DSKM – 4000*. Відструг – це дошка, один бік якої

зрізаний на стрічково-пиляльному верстаті, а інший утворений шляхом зістругування шарів дерева (шпону) з ванчеса. Відструг напівкруглий утворюється у такій же послідовності, як і прямолінійний, але внаслідок стругання ванчеса на лінії для виготовлення шпону "CREMONA".

На ПП ТзОВ "Укршпон" також нагромаджується багато вузького, неліквідного шпону, на який майже немає попиту на внутрішньому чи зовнішньому ринках. Тому керівництво підприємства уклало контракт з фірмою "Берук Сплайсінг" (м. Берегово, Закарпатська область) про виготовлення з нього шпонових сорочок. Зшитий шпон підприємство реалізує фірмі "Деко шпан" (Бельгія) за попередньою домовленістю. Технологічний процес допускає утворення до 55 % відходів (зокрема кускові відходи – 7 %, стружка – 4,5 %, відструг – 11 %, шпон-розривина – 28 %, обапіл – 2 % та інші).

Внаслідок виготовлення шпону утворюється деревинний та абразивно-металічний пил, в атмосферне повітря потрапляють викиди оксиду заліза, марганцю та його сполук, оксиду нікелю, хрому, двоокису кремнію, фторидів. На дільниці різання металу й заточування утворюються двоокис титану, оксид заліза. Крім цього, автотранспорт підприємства здійснює викиди оксиду азоту, вуглецю та вуглеводнів в атмосферне повітря. На підприємстві є 8 стаціонарних джерел викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря (по чотири організованих і неорганізованих). Загальна кількість викиду забруднювальних речовин за рік становить близько 1,1 т.

Деревинний пил вловлюють двома циклонами, що були виготовлені попереднім власником за кресленнями циклону "Гіпродрев-1". Вловлювання абразивно-металевого пилу здійснюють циклони типу ЦН-15. Вимірювання концентрацій забруднювальних речовин здійснювали лише для циклонів "Гіпродрев" до надходження газопилового потоку на циклон та після очищення. Ефективність установок – 75 %. Концентрація речовин на вході – 100,61 мг/м³, а на виході – 28,71 мг/м³. Утворення абразивно-металевого пилу не пов'язане з технологічним процесом виготовлення шпону. Заточування інструменту має епізодичний характер, не є постійним виробничим процесом.

Для технологічного процесу виготовлення шпону використовують водні ресурси. ПП ТзОВ "Укршпон" є субабонентом ТзОВ "Енергоресурс", яке надає послуги з постачання води технічної та питної, пари технологічної, а також послуги з водовідведення, обслуговування зливних і госп-фекальних мереж. Підприємство "Укршпон" встановило на входах до мереж лічильники для ведення обліку електроенергії, пари технологічної, технічної та питної води.



Рис. 3. Схема еко-балансу сировини

Кількість питної води, спожитої у 2005 р., становила 5,5 тис. м³, технічної води – 2,8 тис. м³. У каналізацію ТзОВ "Енергоресурс" злито 1,5 тис. м³/рік, у зливну каналізацію – 180 м³/рік.

Беручи до уваги, що виготовлення шпону струганого є доволі ресурсомістким процесом, який супроводжується утворенням значного обсягу деревних відходів (до 50 %), аналіз використання сировини набуває дуже важливого значення (табл.3).

Табл. 3. Еко-баланс сировини
ПП ТзОВ "Укршпон" за 2006 рік

Еко-баланс сировини	
вхід	вихід
Деревина – 5340 м ³ . (Кругляк)	Шпон – 4435 м ² (46,5 %)
	Кора – 88,7 м ³ (2 %)
	Кускові відходи – 310,45 м ³ (7 %)
	Обапіл – 88,7 м ³ (2 %)
	Відструг і недорізи – 487,85 м ³ (11 %)
	Шпон рваний – 1153,1 м ³ (26 %)
	Стружка – 199,58 м ³ (4,5 %)
	Інші – 44,35 м ³ (1 %)

Еко-баланс сировини ПП ТзОВ "Укршпон" містить інформацію щодо входу спожитої сировини – деревини, яка надходить у вигляді колод, і виходу – готової продукції у вигляді шпону струганого і всіх видів деревних відходів. При цьому внутрішньовиробничі процеси не розглядають, до уваги беруть лише лісову сировину, яка надходить у виробництво, готова продукція та всі види деревних відходів, що утворюються з цієї сировини. Принципову схему еко-балансу сировини зображена на рис. 3. Кількісні показники еко-балансу сировини за 2006 р. подано в табл. 3.

Екологічні баланси виробничих процесів

За допомогою еко-балансів виробничих процесів виготовлення продукції аналізують поетапно, враховуючи складування, на предмет впливу на довкілля (відходи, відпрацьовані гази та повітря, стічні води, шум, теплові впливи тощо), а також усі входи сировини, основних і допоміжних матеріалів, які використовують на певному етапі технологічного процесу. Еко-баланс процесу – це поглиблений аналіз, який дає змогу вдосконалювати технологічний процес поетапно.

Еко-баланс виробничих процесів охоплює складання еко-балансів для кожного етапу

виготовлення продукції зокрема, починаючи із завезення сировини, її зберігання, виготовлення продукції, забезпечення енергоресурсами аж до зберігання на складі.

Сукупно усі етапи виготовлення шпону струганого з погляду його впливу на довкілля ми коротко описали і навели у вигляді окремих схем еко-балансів відповідно до ходу виробничого процесу.

Еко-баланс біржі сировини (прийм, сортування та зберігання сировини, а також окорення) відображає всі впливи на довкілля в процесі розвантажування та сортування за допомогою козлового крана ККС-10, зберігання та подачі до нагромаджувального столу окорувального верстата "Хева", а також враховуючи процес окорювання і транспортування до лісопильного відділення. Еко-баланс біржі сировини зображено на рис. 4.

Еко-баланс лісопильного відділення відображає процеси розкрою окорених колод на ванчеси, упакування їх у в'язанки (шинки) і транспортування до пропарювальних басейнів з урахуванням усіх негативних впливів на довкілля. Схему еко-балансу розкрою колод зображено на рис. 5.

Еко-баланс пропарювальних басейнів дає інформацію про негативні впливи на довкілля під час гідротермічного оброблення ванчесів. Схему еко-балансу пропарювальних басейнів зображено на рис. 6.

Еко-баланс ділянки фрезерування показує всі можливі впливи на довкілля у процесі підготовки ванчесів до стругання шпону (фрезерування пазів і зняття окисленого шару деревини). Схему еко-балансу для ділянки фрезерування зображено на рис. 7.

Еко-баланс стругального відділення відображає всі можливі входи і виходи матеріальних потоків в

основному процесі виготовлення шпону струганого – струганні заготовок. Схему еко-балансу стругального відділення зображено на рис. 8.

Еко-баланс сушильного відділення детально описує всі технологічні операції в процесі сушіння шпону та відстежує всі входи і виходи та впливи на довкілля кожної операції. Схему еко-балансу сушильного відділення зображено на рис. 9.

Еко-баланс лінії обрізування шпону дає інформацію про утворення негативних впливів на довкілля в процесі форматування шпону – обрізування з усіх чотирьох боків, а також упакування. Схему еко-балансу лінії обрізування шпону зображено на рис. 10.

Еко-баланс лінії сортування шпону описує систему його сортування, упакування піддонів і транспортування на склад готової продукції та враховує всі впливи на довкілля. Схему еко-балансу лінії сортування шпону зображено на рис. 11.

Еко-баланс складу готової продукції описує всі можливі впливи на довкілля під час зберігання шпону на складі та відвантаження його покупцям. Схему еко-балансу складу готової продукції зображено на рис. 12.

Окрім основного технологічного процесу виготовлення шпону значні впливи на довкілля чинять допоміжне, обслуговуюче та забезпечувальне господарства. Розглянемо основні процеси, які відбуваються в цих господарствах, і оцінімо їхні впливи на довкілля у вигляді еко-балансів.

Еко-баланс утилізатора та системи пневмотранспорту включає описує роботу систем, які забезпечують утилізатор деревних відходів потрібною кількістю палива, роботу самого утилізатора і всі можливі впливи на довкілля. Схему еко-балансу утилізатора та системи пневмотранспорту зображено на рис. 13.



Рис. 4. Схема еко-балансів технологічних процесів біржі сировини



Рис. 5. Схема еко-балансу лісопильного відділення



Рис. 6. Схема еко-балансу пропарювальних басейнів



Рис. 7. Схема еко-балансу дільниці фрезерування

Еко-баланс адміністративних будівель і побутових приміщень відображає всі можливі впливи на довкілля в процесі організації роботи посадових осіб і побутових потреб усіх працівників. Схему еко-балансу адміністративних будівель та побутових приміщень зображено на рис. 14.

Еко-баланс зварювального приміщення показує всі можливі впливи на довкілля під час зварювальних робіт. Схему еко-балансу зварювального приміщення зображено на рис. 15.

Еко-баланс слюсарної майстерні дає змогу оцінити негативні впливи на довкілля слюсарних

робіт. Схему еко-балансу слюсарної майстерні зображено на рис. 16.

Еко-баланс ножоточильного цеху, дільниці заточування пилок надає інформацію про утворення негативних впливів на довкілля у процесі заточування ножів і пилок. Схему еко-балансу ножоточильного цеху, дільниці заточування пил зображено на рис. 17.

Еко-баланс транспортного відділення та акумуляторної відображає всі можливі впливи на довкілля роботи транспортного господарства та зарядження акумуляторів. Схему еко-балансу транспортного відділення та акумуляторної зображено на рис. 18.



Рис. 8. Схема еко-балансу стругального відділення



Рис. 9. Схема еко-балансу сушильного відділення



Рис. 10. Схема еко-балансу лінії обрізування шпону



Рис. 11. Схема еко-балансу лінії сортування шпону

Еко-баланс підприємства

З метою збереження природних ресурсів для майбутніх поколінь та координування заходів щодо охорони довкілля дають екологічну оцінку діяльності підприємств. Екологічна оцінка діяльності конкретного підприємства є основним методичним інструментом для визначення екологічних цілей та

забезпечення шляхів їх досягнення. Найкращим інструментом для якомога повнішої екологічної оцінки діяльності підприємства є складання його екологічного балансу.

Схему еко-балансу підприємства зображено на рис. 19. А деякі кількісні дані еко-балансу підприємства за 2006 рік подано в табл. 4. Повний кількісний облік ускладнений тим, що деякі входи і

виходи матеріальних потоків майже неможливо оцінити кількісно, а облік деяких показників на підприємстві лише розпочали.

Табл. 4. Еко-баланс ПП ТзОВ "Укршпон" за 2006 рік

Еко-баланс підприємства	
Вхід	Вихід
Деревина (кругляк) – 5340 м ³ Вода – 15709 м ³ Електроенергія – 1459 тис. кВт/год	Шпон – 4435 тис. м ² (46,5 %) Відходи деревини (кора) – 88,7 м ³ (2 %) Забруднені стоки – 15710 м ³ Викиди в атмосферу – 1,1 т (CO ₂ – 0,3 т, мікрочастинки і волокна – 0,6 т, NO ₂ – 0,2 т) Відходи паливно-мастильних матеріалів – 2,1 т

	Чорні метали – 13,97 т Кольорові метали – 0,005 т Поліетилен – ≈ 240 кг Поліпропілен – ≈ 180 кг Люмінесцентні лампи – 50 шт. Акумулятори – 2 шт. Шини – 25 шт. Побутове сміття – 56 м ³
Необліковані входи	Необліковані виходи



Рис. 12. Схема еко-балансу складу готової продукції

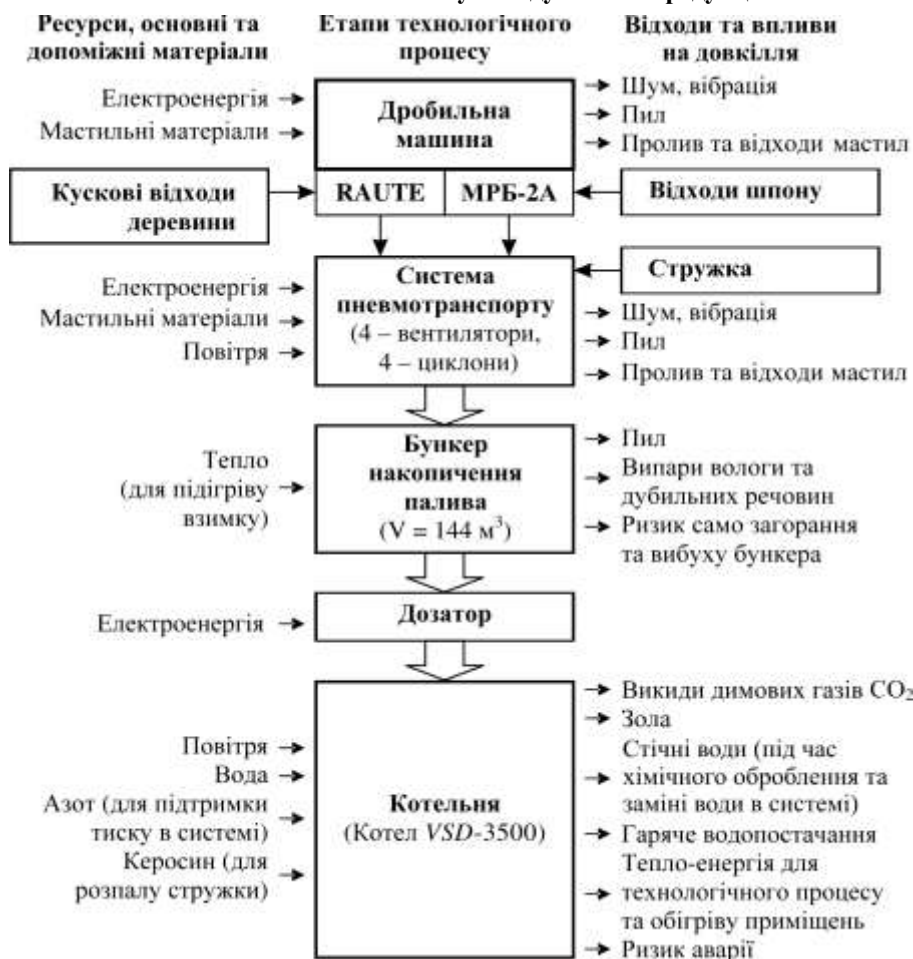


Рис. 13. Схема еко-балансу утилізатора та системи пневмотранспорту



Рис. 14. Схема еко-балансу адміністративних будівель і побутових приміщень

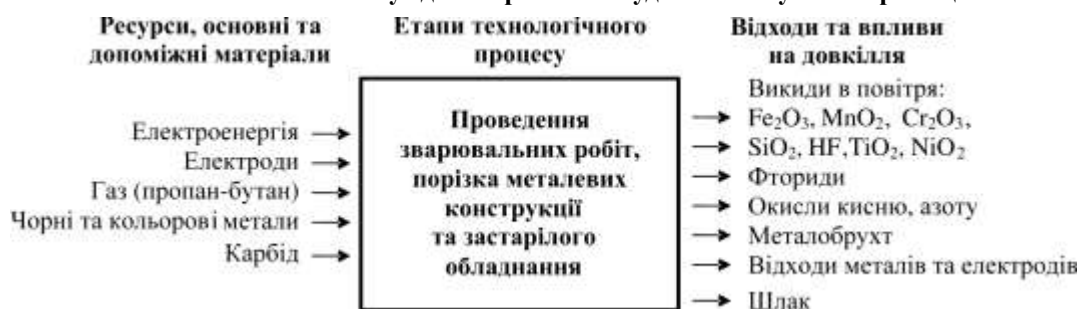


Рис. 15. Схема еко-балансу зварювального приміщення



Рис. 16. Схема еко-балансу слюсарної майстерні



Рис. 17. Схема еко-балансу ножеточильного цеху, дільниці заточування пил

Еко-баланс місця розташування підприємства

Еко-баланс місця розташування враховує ті чинники, які є екологічно важливими і зумовлюють певний вплив на довкілля, але не були враховані у

чотирьох попередніх видах еко-балансів. На сьогодні розроблення еко-балансу місця розташування є досить складним завданням. Схему еко-балансу місця розташування зображено на рис. 20.

Еко-баланс місця розташування підприємства

Еко-баланс місця розташування враховує ті чинники, які є екологічно важливими і зумовлюють певний вплив на довкілля, але не були враховані у чотирьох попередніх видах еко-балансів. На сьогодні розроблення еко-балансу місця розташування є досить складним завданням. Схему еко-балансу місця розташування зображено на рис. 20.

Еко-баланс – це ефективний інструмент системи екологічного менеджменту. Складання еко-балансів дає змогу найповніше і найточніше охарактеризувати використання сировини і матеріалів у процесі виробництва, виявити екологічно вузькі місця виробничого процесу, а також якомога точніше облічити впливи виробничих структур на довкілля упродовж усього процесу виготовлення продукції від початкового до завершального етапу.

Поглиблений аналіз отриманих за допомогою еко-балансів даних про використання ресурсів та отримані

внаслідок виробничої діяльності відходи та продукцію дасть змогу прийняти оптимальні схеми виробництва, тобто розробити заходи щодо мінімізації негативних впливів на довкілля та максимізації ефективності використання виробничих ресурсів.

Здійснений на основі еко-балансів аналіз даних дає змогу розробити низку інженерно-технічних заходів щодо удосконалення виробничого процесу з погляду охорони довкілля. Як показали дослідження, цей крок під час запровадження систем екологічного менеджменту на підприємстві є найскладнішим і найбільш витратним.

За даними еко-балансів можна оцінити ризик крізь призму екологічного страхування у грошовому виразі (як добуток розміру шкоди та ймовірності настання страхового випадку). Ці величини можна розраховувати як для всього підприємства, так і для окремих цехів.



Рис. 18. Схема еко-балансу транспортного відділення та акумуляторної



Рис. 19. Схема еко-балансу підприємства



Рис. 20. Схема еко-балансу місця розташування ПП ТЗОВ «УкрШпон»

Метод аналізу життєвого циклу дає змогу визначити і проранжувати за ступенем зменшення ризику екологічні прогалини на виробництві. На підставі отриманих даних інженерно-технічна служба може розробляти прийнятні варіанти вирішення проблем, указаних у висновках і рекомендаціях, після чого планово-фінансова служба оцінить витрати на їх

реалізацію, використовуючи різні схеми фінансування.

ЛІТЕРАТУРА

1. 36. нормативно-правових актів Європейського Союзу у сфері охорони навколишнього середовища. – Львів : Екоправо-Львів, 2004. – 192 с.

2. ISO 14001:1996 "Environmental management systems – Specification with guidance for use.

3. Положення № 761/2001 Європейського парламенту і Ради Європи EMAS (*Environmental Management and Auditing Scheme*).

4. ДСТУ ISO 14001:1997 "Системи управління навколишнім середовищем. Склад та опис елементів і настанови щодо їх використання".

5. Екологічна декларація ПП ТзОВ "Укршпон" відповідно до вимог Положення (ЄК) № 761:2001 Європейського Парламенту і Ради Європи EMAS за 2006 р. / за ред. Л.І. Максимів // ukrshpon@citiustele.com.

6. Кошла Р.М. Удосконалення системи екологічного менеджменту на ПП ТзОВ "Укршпон" : магістерська кваліфікаційна робота / наук. керівник доц. Л.І. Максимів. – Львів, 2007. – 90 с.

7. Максимів Л.І. Роль еко-балансів як добровільного інструменту для оцінки впливів на довкілля у лісовому господарстві, лісовій та деревообробній промисловості // Лісове господ., лісова, паперова і деревообр. пром-сть : міжвідомч. наук.-техн. зб. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2007. – Вип. 33. – С. 6-8.

8. Максимів Л.І., Матвеев М.Е. Система екологічного менеджменту підприємств // Вісник ДУ "Львівська

політехніка" : Менеджмент та підприємництво в Україні: етапи становлення і проблеми розвитку. – Львів : НВІП "Мета", 1998. – № 329. – С. 132-138.

9. Hopfenbeck, W. Lexikon des Umweltmanagements/ Hopfenbeck, W., Jasch, K., Jasch, A. – Ladesberg/Lech: Verl. Moderne Industrie, 1996.

L. I. Maksimiv, M. E. Matveev, R. V. Koshla

ANALYSIS OF LIFE CYCLE OF PRODUCTS AS INSTRUMENT OF ECOLOGICAL AUDIT OF SYSTEMS OF ECOLOGICAL MANAGEMENT OF WOODWORKING ENTERPRISES

The questions of analysis of life cycle of products, production and enterprises are examined in accordance with the requirements of international standards of series of ISO 14000. The examples of such analysis are resulted for a concrete woodworking enterprise as eko-balansiv of the made products, production, enterprise and place of location of enterprise.

УДК 630*114.631.452

А. Ф. ПОЛЯКОВ¹, Ю. В. ПЛУГАТАРЬ², А. Г. РУДЬ³

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ ГОРНЫХ ЛЕСОВ КРЫМА

Проанализированы водоохранная роль горных лесов и мелиоративное значение лесных культур на крымских нагорьях. Изучены водорегулирующие возможности дубовых, буковых и сосновых формаций в основных типах леса. Установлена роль почвы в процессе водорегулирования.

Введение

В системе факторов глобального сохранения среды на Земле лес занимает главное место. Ему принадлежит роль природного и эффективного нейтрализатора возможных стихийных бедствий и оптимизатора благоприятных экологических условий.

Лес в горном Крыму имеет исключительно важное почвозащитное и водорегулирующее значение. Лесные территории являются основным местом сбора атмосферной влаги, повышая дебет водных источников и обеспечивая пролонгацию поступления воды в горные ручьи и реки. Большая часть курортных городов – Алушта, Ялта и часть крупных промышленных городов – Симферополь, Севастополь обеспечиваются питьевой водой из водохранилищ, вода в которые поступает с лесных водосборов.

Лес является одним из основных элементов экосистемы, обеспечивающих функционирование ряда областей экономики южного берега Крыма, в том числе и индустрии отдыха. Хозяйственная перспектива рекреационного использования лесов должна быть ориентирована на удовлетворение возрастающей потребности посещения лесов с целью предоставления более качественного отдыха на курорте. При этом лесные насаждения призваны функционировать как средоформирующая система, а отдых в лесу должен быть максимально привлекательным и комфортным и не оказывать разрушающего воздействия на отдельные компоненты леса и лес в целом.

Водоохранная роль леса

Под водоохранной ролью леса понимается его положительное влияние на поступающие осадки, обуславливающие наименьший расход влаги на прирост 1 м³ древесины, повышенную постепенную водоотдачу и качество вод с лесных территорий по сравнению с бассейнами открытых пространств.

Оценку водоохранного влияния леса можно выполнить только при учете всех составляющих водного баланса. Такой взгляд на водоохранную роль вполне обоснован только в зоне избыточного и достаточного увлажнения, когда влаги для расходования растениями достаточно в течение всего вегетационного периода. В таких условиях конец вегетации определяется температурным фактором. В аридных условиях Крыма прекращение вегетации как травянистых, так и древесных пород происходит в связи с недостатком влаги в почве, снижением ее количества до величины влажности завядания растений. Таким образом, возникают условия, нивелирующие расход влаги из почвы растительными группировками, так как влаги в почве в 1,5-2,0 раза меньше испаряемости. Исследования показывают, что даже в высокогорной части Крыма, где выпадает повышенное количество осадков, уже в июле – сентябре запасы влаги в почве снижаются до величин завядания растений.

Основную массу осадков составляет вода. Выпадающая из облаков в виде дождя, града и снега. Часть этих осадков задерживается кронами насаждений и подстилкой, а остальная, большая, поступает в почву. Установлено, что в горных условиях лес создает весьма благоприятные условия для образования конденсационных осадков. При прохождении влажных перенасыщенных воздушных масс через лес его надземная часть формирует конденсационные осадки, при плюсовых температурах воздуха в виде намороси и росы, а при минусовых – в виде зернистой и кристаллической изморози и гололеда, улучшающих водный баланс территории.

Степень проявления водоохранной роли леса, во многом характеризуется величиной зимних конденсационных осадков, которые при полной влагоёмкости почвы формируют дополнительный речной сток, и перераспределением летних осадков из облаков, путем задержания части их кронами деревьев

¹ Алексей Федорович ПОЛЯКОВ – действительный член ЛАН Украины, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник, Крымская горно-лесная научно-исследовательская станция Украинского научно-исследовательского института лесного хозяйства и агролесомелиорации им. Г.Н. Высоцкого. Украина, Автономная республика Крым, г. Алушта. Тел./факс: + 38(06560) 5-81-17.

² Юрий Владимирович ПЛУГАТАРЬ – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, директор, Крымская горно-лесная научно-исследовательская станция Украинского научно-исследовательского института лесного хозяйства и агролесомелиорации им. Г.Н. Высоцкого. Украина, Автономная республика Крым, г. Алушта. Тел./факс: + 38(06560) 5-81-17. E-mail: plugatar@ukr.net.

³ Анатолий Григорьевич РУДЬ – старший научный сотрудник, Крымская горно-лесная научно-исследовательская станция Украинского научно-исследовательского института лесного хозяйства и агролесомелиорации им. Г.Н. Высоцкого. Украина, Автономная республика Крым, г. Алушта. Тел./факс: + 38(06560) 5-81-17.

и подстилкой. Чем выше прибавка от конденсационных осадков, тем выше водоохранная роль леса.

Сделаем анализ количества случаев конденсационных осадков и осадков из облаков по вертикальному профилю в лесной зоне главной гряды Крымских гор. Наглядным профилем по характеристике этого явления является район г. Ялты (табл. 1).

Табл. 1. Многолетние данные о количестве случаев конденсационных осадков и осадков из облаков в горном Крыму

Пункт наблюдения	Высота над уровнем моря, м	Количество случаев конденсационных осадков			Количество случаев осадков из облаков
		роса, туман	гололёд, изморозь	Всего	
г. Ялта	4	15	0,3	15	115
Тюзлер	707	86	-	86	157
Ай-Петри	1180	224	83	307	180

Анализируя данные табл. 1, следует отметить, что в нижней горной зоне количество случаев конденсационных осадков значительно меньше, чем осадков из облаков. В средней горной зоне на высоте 707 м над уровнем моря количество случаев конденсационных осадков возрастает примерно в 6 раз, а численность осадков из облаков в 1,4 раза. В верхней горной зоне при увеличении общей численности как конденсационных, так и осадков из облаков по числу случаев преобладают конденсационные. В то время, как гидрометеоры (конденсационные осадки), туман (формирующий изморозь) и роса сказываются только на изменении интенсивности расходования влаги растениями, то гололёд, кристаллическая и зернистая изморозь оказывают значительное влияние на речной сток, так как они наблюдаются в период полного насыщения почвы влагой. Такие условия способствуют переводу осадков в грунтовый, а затем в карстовый сток.

Осадки из облаков превосходят конденсационные по количеству влаги, поступающей от них. Особенно это характерно для крымских нагорий, расположенных на высоте свыше 1000 метров, где их количество составляет 1000-1200 мм в год. Максимальное суточное количество осадков в Крыму наблюдалось на Ай-Петринской яйле. В декабре 1962 года оно достигло 215 мм. Эта величина учитывается при гидротехническом проектировании объектов.

В конце 60-х и в течение 70-х годов прошлого столетия на Ай-Петринском плато были проведены лесомелиоративные работы путем создания лесных культур. Расчёты водного баланса. – Выполненные до и после облесения яйлы, с учётом водно-физических свойств почвы, её мощности, скелетности, состояния и характеристик растительного покрова показали, что структура водного баланса на Ай-Петринской яйле улучшилась (табл. 2).

Табл. 2. Водный баланс Ай-Петринской яйлы (площадь – 3373 га), (И.П. Ведь, Ю.К. Телешек, [1])

Элементы водного баланса	До облесения		После частичного (30 %) облесения	
	мм	млн м ³	мм	млн м ³
Осадки вертикальные	1271	43,1	1271	43,1

Осадки горизонтальные	35	1,2	250	2,5
Сдувание снега	40	1,4	0	0
Суммарное испарение	341	11,5	375	12,6
Поверхностный сток	48	1,6	0	0
Подземный сток	877	29,8	1146	33,0

Как видно из табл. 2, после облесения яйлы в расходной части водного баланса исчезают категории "сдувание снега" за пределы яйлы и "поверхностный сток". Подземный (карстовый) сток увеличивается на 3,2 млн м³ в год, что является весьма существенной прибавкой, и составляет около 10 % от величины подземного стока в данном районе.

Водорегулирующая и почвозащитная роль леса

Водорегулирующая роль леса сводится к активному перераспределению стока во времени за счёт уменьшения поверхностного и увеличения грунтового стока. Такое определение дала группа лесных гидрологов (Рекомендации по выделению запретных (защитных) лесных полос, Москва, 1975). Оно не в полной мере характеризует параметры, определяющие механизм водорегулирования в горах.

Для планирования природоохранных мероприятий в горных условиях важно установить параметры биогеоценозов, с помощью которых можно прогнозировать ситуацию и воздействовать на водорегулирующую функцию леса. Одним из показателей степени нарушенности экологического равновесия в горных регионах является интенсивность проявления негативных явлений в результате снижения водорегулирующей функции леса. Под последней понимается способность леса нейтрализовать негативные явления в виде поверхностной эрозии почвы и возникновения селевых потоков, проявляющихся при выпадении максимальных по силе и интенсивности осадков. Количественно она определяется водорегулирующей ёмкостью (ВЕ), и выражается через коэффициент водорегулирования (КВ) и коэффициент поверхностного стока.

ВЕ определяется количеством осадков, которые может задержать биогеоценоз надземной частью, накапливаемых в подстилке и в почве, а также переводимых из поверхностного стока во внутрипочвенный (водопроницаемость слоя почвы 0-20 см при полном его насыщении). КВ – это отношение ВЕ древостоя к осадкам, равным суточному максимуму (215 мм), и выпавшим в течение часа

Кратко о методике. Водоёмкость надземной части древостоев определялась по максимуму задержания осадков и зависит от породного состава насаждения: его полноты, возраста породы и определяется экспериментально для конкретного древостоя. В буковых лесах водоёмкость надземной части древостоев равняется от 2,6 до 3,2 мм, сосновых от 4,8 до 5,4 и дубовых от 2,2 до 2,8 мм. В сомкнутых насаждениях травяной покров, как правило, развит слабо и его влагоёмкость не превышает 1 мм. Поэтому при определении ВЕ для сомкнутых древостоев эта величина не учитывалась.

Важным фактором водорегулирования является лесная подстилка. Мощность её определялась экспериментально для разных типов леса, а водоёмкость рассчитывалась в зависимости от веса

подстилки. В дубовых лесах она колеблется от 2 до 24 мм, сосновых от 14 до 28 и буковых от 12 до 24 мм.

Водоёмкость почвы определялась по водно-физическим константам для конкретного типа почвы, а также по фактическим запасам влаги в почве весной и осенью [2]. Она равняется разности между полной влагоёмкостью и величиной влажности завядания растений. Полученная величина умножалась на 0,7, из-за влияния процессов защемления воздуха [3] и набухания почвы при её полном насыщении.

Водопроницаемость 20 см слоя почвы определялась методом искусственного дождевания экспериментальных площадок размером 1×1 м с применением дождевальной установки Одесского гидрометеорологического института [4]. Повторность дождевания трёхкратная для каждого типа леса. Продолжительность дождевания состоит в пределах 60-80 мин. с силой дождя 200-280 мм и его интенсивностью достигает 8 мм/мин., т.е. силой и интенсивностью, наблюдаемой 1-2 раза в 100 лет. Водопроницаемость почвы определялась за последние 10 мин. дождевания, когда почва была полностью насыщена влагой.

Важным показателем водорегулирующего влияния леса является коэффициент поверхностного стока – отношение воды, стекающей по поверхности почвы к общему количеству выпавших осадков. Поверхностный сток возникает, вызывая ускоренную эрозию почвы в том случае, когда интенсивность осадков больше водопроницаемости почвы.

Водоёмкость больших водосборов можно определить, учитывая дебет рек, которые в летний период пересыхают. Для анализа берутся годы с осадками ниже нормы. По этой методике выполнены расчёты для бассейнов рек Ангара и Бурульчи. Для р. Ангара с лесистостью 58 % и р. Бурульчи с лесистостью 79 % получены данные (табл. 3), согласно которым водоёмкость их бассейнов равняется 195-273 мм.

Табл. 3. Водоёмкость водосборов рек Ангара и Бурульчи

Река	Лесистость, %	Водоёмкость по годам, мм				
		1958	1959	1960	1961	1962
Ангара	58	273	251	195	257	206
Бурульча	79	273	263	246	240	262

Данные водоёмкости водосборов несколько завышены, так как не учтён глубинный карстовый сток, но они подтверждают вывод о том, что связь между водоёмкостью и лесистостью имеется, и она довольно тесная, так из пяти лет наблюдений в течение трех лет отмечена более высокая водоёмкость бассейна при более высокой лесистости.

Ускоренная эрозия почвы – процессы разрушения и сноса почвы, которые протекают очень быстро. За один год сносится такое количество мелкозёма, на которое в условиях нормального смыва почвы потребовались столетия или тысячелетия. Процессы ускоренной эрозии протекают интенсивнее процессов почвообразования [5]. Высшим проявлением эрозии почвы являются селевые потоки.

Практика лесного хозяйства в горных условиях показала, что почвозащитная функция леса на занимаемом им пространстве проявляется при полноте древостоев не менее 0,5. Такую полноту насаждений

В.З. Гулисашвили [6] считает народнохозяйственным минимумом.

Водорегулирующая ёмкость древостоев разных типов леса

Структура лесной растительности в Крыму достаточно сложная. Самыми распространёнными являются широколиственные леса. Среди них преобладают лесные формации из дубов пушистого и скального, бука восточного (крымского). Хвойные леса представлены в основном соснами – крымской, обыкновенной (крючковой), пицундской (Станкевича). Для выяснения водорегулирующей роли различных по составу насаждений были проведены исследования с охватом основных типов леса в разных лесорастительных зонах.

Дубовые леса в Горном Крыму занимают 57,1 % от общей площади насаждений. Они сформировались в нижней и средней горных зонах на южном и северном макросклонах Крымских гор [7].

В табл. 4 приведены фактические данные о водорегулирующей ёмкости, коэффициенте водорегулирования и коэффициенте стока в разных типах леса, сформировавшихся на коричневых, дерново-карбонатных и бурых почвах на разных почвообразующих породах.

В пределах типов леса дубовых насаждений хорошо прослеживается взаимосвязь между почвенным плодородием и водорегулирующей ролью насаждения. Наибольшую водорегулирующую ёмкость имеют древостои, сформировавшиеся в дубравах (от 292,8 до 365,8 мм) на мощных почвах, участки 1, 2, 6 и 8. Дубравы формируются на почвах с высоким потенциальным плодородием. Они являются закономерным результатом многовекового взаимодействия между растительностью, климатом, рельефом и почвой.

Относительно пониженную водорегулирующую ёмкость имеют древостои, произрастающие в судубравных условиях (участки 3 и 7) и в суборах (участок 10). Низкой водорегулирующей ёмкостью отличаются дубовые древостои, произрастающие в суборевых (участок 9) и судубравных условиях (участки 4 и 5) на маломощных почвах.

Большое разнообразие ландшафтов занимаемых дубовыми насаждениями, влияет и на их водорегулирующие возможности. Так, в отдельных случаях, на склонах крутизной до 10° насаждения имеют высокий коэффициент водорегулирования, а при крутизне склона 20° и более он снижается ниже критической величины.

Буковые леса занимают 12,8 % общей площади насаждений, произрастая в верхней горной зоне выше 750 метров над уровнем моря и поднимаясь в горы до высоты 1000 метров [7].

Буковые древостои изучались в центральной части гор, на территории Крымского природного заповедника, где леса хорошо сохранились и в ГП Алуштинское лесное хозяйство, в котором буковые насаждения расстроены в связи с нарушением технологии проведения семенно-лесосечных рубок, проводимых в начале прошлого века.

Под буковыми лесами сформировались преимущественно бурые лесные почвы на продуктах выветривания известняков и реже – на элюво-делювии

песчаника. В статье [8] дана подробная характеристика бурых лесных почв в Крымском природном заповеднике, сформировавшихся на элюво-делювии известняков и песчаников. В работе рассмотрено состояние буковых древостоев на двух участках – ур. "Дубрава" и участок "Качинский". На участке "Дубрава" почвы сформировались на элюво-делювии верхнеюрских известняков и отличаются высокой скелетностью в нижних горизонтах почвы. Мощность её равна 70-80 см. На опытном участке "Качинский" почвообразующие породы представлены продуктами разрушения юрских песчаников. Бурые

почвы на этих породах не карбонатны и не вскипают. Морфологический профиль их такой же, как и почв на карбонатных отложениях, но в связи с минералогическим составом юрских песчаников мелкозернистый материал образуется относительно тяжёлого механического состава [9]. Механический состав исследуемых почв суглинистый от легко – до тяжелосуглинистого, местами с глинистыми прослоями. При этом глинистые слои очень плотные с плохой аэрацией, в результате чего в них периодически происходит оглеение. Кроме того, эти почвы менее структурны.

Табл. 4. Водорегулирующая ёмкость и коэффициент водорегулирования разных типов леса дубовых древостоев

№№ опыта	Краткое описание участков	Водоёмкость, мм				Водопроницаемость, мм	ВЕ, мм	КВ	Коэффициент стока
		почвы	подстилки	надземной части древостоя	травяного покрова				
1. Почвы бурые лесные на элюво-делювии известняков									
1	Свежая грабовая дубрава. Д ₂ . Перестойный лес, крутизна склона – 20°, мощность почвы – 58 см, скелетность – 10 %.	97	18	2,8	-	175	292,8	1,36	0,17
2	Свежая грабовая дубрава. Д ₂ . Крутизна склона – 10°, мощность почвы – 65 см, скелетность – 10 %	121	21	2,8	-	205	349,8	1,63	0,02
2. Почвы бурые лесные на смешанном элюво-делювии диорита, глинистого сланца и песчаника									
3	Свежая судубрава. С ₂ . Перестойный дубовый лес, крутизна – 10°, скелетность – 50 %, 30 % площади занято диоритовыми глыбами.	66	16	2,8	-	161	245,8	1,14	0,23
4	Свежая судубрава. С ₂ . Перестойный лес, крутизна склона – 20°, мощность почвы – 22см, скелетность – 80 %, 30 % поверхности почвы занято диоритовыми глыбами.	52	12	2,8	-	104	170,8	0,79	0,50
3. Почвы бурые лесные на элюво-делювии глинистых сланцев и песчаников									
5	Свежая грабовая судубрава. С ₂ . Крутизна склона – 20°, мощность почвы – 38 см, скелетность – 70 %.	52	14	2,8	-	86	154,8	0,72	0,54
6	Свежая грабовая дубрава. Д ₂ . Крутизна склона – 10°, мощность почвы – 76 см, скелетность – 10 %.	139	24	2,8	-	200	365,8	1,7	0,04
4. Почвы коричневые на элюво-делювии глинистых сланцев и песчаников									
7	Сухая грабинниковая судубрава. С ₁ . Грабинниковые заросли, крутизна склона – 20°, мощность почвы – 50 см, скелетность – 35 %.	90	3,5	2,2	-	128	223,7	1,04	0,48
8	Сухая грабинниковая дубрава. Д ₁ . Крутизна склона – 20°, мощность почвы – 68 см, скелетность – 10 %.	146	8,0	2,8	-	201	357,8	1,66	0,04
5. Почвы дерново-карбонатные на элюво-делювии мергелистых известняков									
9	Крайне сухая дубово-можжевельовая суборь. В ₁ . Крутизна склона – 20°, мощность – 26 см, скелетность – 80 %.	18	2	0,9	-	96	116,9	0,54	0,55
10	Очень сухая дубово-можжевельовая суборь. В ₀ . Крутизна склона – 10°, мощность – 54 см, скелетность – 70 %.	46	7	1,2	-	184	238	1,11	0,12

Бурые лесные почвы, сформированные на дериватах известняков, характеризуются высокой пористостью и влагоёмкостью. Однако за счёт сильной скелетности водоёмкость снижается с 240 мм до 173 мм в слое почвы 9-50 см. Более лёгкий по механическому составу и менее оструктуренный мелкозём бурых лесных почв, которые образовались на продуктах разрушения песчаников, характеризуются меньшими величинами НВ (наименьшая влагоемкость) – в пределах 140-190 мм в полуметровом слое почвы.

Рыхлое сложение сильноскелетных почв обуславливает инфлоационный тип поглощения влаги, что вообще свойственно горным каменистым почвогрунтам [10]. Более или менее равномерное

проникновение влаги в почву ограничивается лишь верхними горизонтами, глубже, по мере увеличения количества грубообломочного материала в почве, гравитационная влага затекает в полости между каменистыми отдельностями и проникает по щелям и трещинам вглубь. Высокая проницаемость рыхло сложенных каменистых почв при небольшом поверхностном стоке даже на крутых склонах имеет большое значение для поглощения осадков из облаков и пополнения запасов грунтовых вод горных территорий.

Особенности физических и водно-физических свойств почв, такие, как пористость, водоудерживающая способность, водопроницаемость, порозность, оказывают большое влияние на состояние лесной растительности. При достаточном количестве

осадков в исследуемой зоне (по данным метеостанции "Чучель" – 938 мм в год) имеются различия в состоянии древостоев за счёт свойств почв. На известняках класс бонитета насаждения выше, чем на песчаниках, так как на них древостой получает меньше влаги, чем на известняках, а на бесскелетных песчаных почвах ещё сказывается отрицательное влияние неудовлетворительной аэрации.

Этот факт подтверждается состоянием леса, класс бонитета которого в целом выше на карбонатных отложениях. Рыхлое сложение дериватов плотных карбонатных пород, вероятно, обусловлено геологической историей их возникновения, особенностями выветривания этих отложений, свойствами образующегося при этом мелкозёма.

На основании приведённых данных о почвах можно сделать заключение, что бурые почвы буковых лесов, образовавшиеся на элюво-делювии известняков, характеризуются рыхлым сложением и очень высокой водопроницаемостью. Такие же почвы, сформировавшиеся на продуктах выветривания песчаников, обладают несколько худшими водно-физическими свойствами, особенно бесскелетные или слабоскелетные их разновидности, характеризующиеся большой плотностью.

Под лесами с ненарушенным напочвенным покровом даже на крутых склонах поверхностный сток минимален, а скорость инфильтрации высокая, что обусловлено характером водно-физических свойств почв. Наряду с другими элементами почвенного плодородия, водно-физические свойства почв оказывают большое влияние на состояние леса.

Класс бонитета насаждения, произрастающего на почвах, сформированных на рыхлых дериватах известняков, выше, чем на уплотнённых продуктах выветривания песчаников.

В табл. 5 приведены ВЕ и КВ древостоев разных типов буковых лесов. Как видно из данных табл. 5, наиболее высокую водорегулирующую ёмкость имеет древостой в свежей бучине (участок 1). Особенно низкая ВЕ отмечена в условиях буково-грабовой субори (участок 4). Древостой на этом каменистом участке восстановился после сплошной вырубki в прошлом, в результате чего ВЕ его снизилась почти на 200 мм по сравнению с насаждением без рубки. Это обусловлено смывом слоя почвы в период, когда древесная растительность ещё не выполняла своей защитной функции. И только после образования сомкнутого молодняка и формирования мощной подстилки на участке прекратилась эрозия почв и началось восстановление коренного биогеоценоза. Известно, что буковые древостои не произрастают в относительно бедных эдотопах (субориях) и сухих гиргитопах. Произрастание букового древостоя в суббучинах показывает то многообразие условий, которое характерно природе. Высокая ВЕ буковых древостоев подтверждает вывод о том, что они пришли в прошлом на смену сосновым и берёзовым лесам, сформировавшим почвенный покров и лесную среду.

В целом буковые древостои обладают относительно высокими водорегулирующими свойствами и большинство насаждений способны зарегулировать выпавшие экстремальные осадки.

Табл. 5. Водорегулирующая ёмкость и коэффициент водорегулирования основных типов буковых лесов Крыма

№№ опыт ов	Описание участков: тип леса; лесорастительные условия; степень нарушенности местообитания; экспозиция; крутизна склона; ВНУМ; состав; возраст; полнота; класс бонитета; тип почвы мощность	Водоёмкость, мм				Водопр оницае мость, мм	ВЕ, мм	КВ	Кэфф ициент стока
		надземно й части древостоя	травяно го покрова	подстил ки	почвы				
1	Свежая бучина; D ₂ ; ненарушенные; СЗ; 20 °; 1000 м; 0,87; II; 240 лет; бурая лесная, легкоглинистая, среднескелетная на элюво-делювии известняков, 61 см.	3,2	0,1	22,5	138	209	372,8	1,73	0,015
2	Свежая бучина; D ₂ ; слабонарушенные; СВ; 20 °; 10Бк; 0,8; III; бурая лесная, легкоуглинистая, слабоскелетная на элюво-делювии песчаников, 64 см.	3,2	-	24,0	132	206	365,2	1,70	0,019
3	Свежая грабовая суббучина; С ₂ ; характеристика древостоя такая же, но по бонитету III – IV; почва среднескелетная, суглинистая, 43см с выходом камней на 25 % площади.	3,2	-	18,0	84,0	172	277,2	1,29	0,20
4	Свежая буково-грабовая суборь; В ₂ ; сильно нарушенные; ЮВ; 20 °; 850 м; 9Бк IГр; 0,6; 70 лет; бурая, суглинистая, 42см, скелетность 40 %, выход скал.	2,6	-	12,0	36,0	126,0	176,6	0,82	0,42

Табл. 6. Водорегулирующая ёмкость и коэффициент водорегулирования некоторых типов сосновых лесов

№№ участ ка	Описание участков: тип леса; степень нарушенности; экспозиция; крутизна склона; состав; возраст; полнота; класс бонитета; тип почвы, её мощность	Водоёмкость, мм				Водопр оницае мость, мм	ВЕ, мм	КВ	Кэфф ициент стока
		надземно й части древостоя	травяного покрова	подстил ки	почвы				
1	Свежий чернососновый сугрудок; С ₂ ; слабонарушенный; ЮЗ; 10 °; 10Скр; 180 лет; 0,9; III; бурая лесная глинистая средне-хрящевато-щелнистая на элюво-делювии известняка, 86 см.	5,4	0,1	19,0	138	209	371,5	1,73	0,004

2	Свежий чёрнососновый сугрудок; С ₂ ; слабонарушенный; ЮЗ; 20 °; 10Скр; 180 лет; 0,8; III; бурая лесная глинистая среднескелетная, 75 см.	5,2	0,1	14,0	120	200	339,3	1,58	0,002
3	Свежий чёрнососновый сугрудок; С ₂ ; слабонарушенный; ЮЗ; 10 °; 10Скр; 120-160 лет; 0,8; III; бурая горнолесная среднескелетная на элюво-делювии известняков, 58 см; выход скал на 30 % площади.	4,8	-	23	82	185	294,8	1,37	0,013
4	Свежий чёрнососновый груд; D ₂ ; слабонарушенный; ЮЗ; 10 °; 10Скр; 120-160 лет; 0,9; II-III; бурая лесная слабоскелетная, 85 см.	5,4	-	28	148	205	390,4	1,82	0,03

Буковые леса в Крыму являются климаксовой формацией, довольно устойчивой к неблагоприятным условиям, и поэтому, как утверждают В.И. Сукачёв, Г.М. Поплавская [11], в них исключается необходимость проведения главных рубок. В.Г. Мишнёв [12] считает, что при наличии пресса животных в заповеднике необходимо проводить рубки, направленные на содействие естественному возобновлению главных лесобразующих пород.

Сосновые леса составляют 19,8 % от общей площади насаждений. Они произрастают во всех высотных поясах Крымских гор [7].

Исследования проведены в средней горной зоне в естественных насаждениях сосны крымской. В табл. 6 приведены данные о водорегулирующей ёмкости сосновых древостоев в разных типах леса. Как видно из данных табл. 6, все участки отмечаются высокой ВЕ и коэффициентом водорегулирования. Наиболее высокой ВЕ характеризуется свежий чернососновый груд (участок 4), и составляет 390,4 мм. КВ насаждений в таких типах леса высокий и составляет 1,82. В свежем чернососновом сугрудке (участки 1-3) ВЕ и КВ насаждений несколько ниже, но в целом эти насаждения обладают способностью предотвращать вредное воздействие интенсивных осадков.

Сравнивая данные водопроницаемости почвы в сосновых насаждениях, сформировавшейся на элюво-делювии известняков, оказалось, что они близки по своему значению к таковым в буковых лесах. Объясняется это тем, что почвы под сосновыми лесами, образованные на элюво-делювии известняков, по своему генезису примерно одинаковы с почвами сформированными под буковыми лесами.

Сосновые леса, занимая центральную часть главной гряды Крымских гор, имеют огромное водоохранно-защитное значение. Они являются на ЮБК буфером против таких неблагоприятных явлений, как ускоренная плоскостная эрозия поверхности почвы, селевые потоки, которые формируются на яйлах и верхней зоне главной гряды Крымских гор.

Выводы и предложения

Учитывая то, что лесные массивы являются наиболее эффективным средством повышения речного стока, в верхней и средней зоне Крымских гор, где формируются истоки ручьев и рек, целесообразно поддерживать оптимальную естественную лесистость, равную 70-100 %.

В горных лесах оптимальное водорегулирование обеспечивается воздействием всех насаждений, а не только древостоями, произрастающими вокруг истоков и по руслам рек.

Влияние лесных древостоев на улавливание горизонтальных осадков довольно значительно с высоты 700-900 м над уровнем моря. Каждый гектар лесных массивов, произрастающих на нагорьях, увеличивает речной сток на 950-3200 м³ в год.

С учётом состояния лесов Крыма, их целевого назначения, главные рубки в них проводиться не должны, и только в дубовых, перестойных, порослевых насаждениях V-Va бонитета, произрастающих в сухих и свежих дубравах и судубравах допускаются лесовосстановительные рубки с целью формирования семенных насаждений. Рубки назначаются на участках, где предварительно получено хорошее естественное возобновление. При этом применяется технология, которая заключается в вырубке порослевых деревьев сплошными лесосеками шириной 20 м на склонах крутизной до 10°, а на склонах более 10° – окнами, диаметром 25 x 35 м, с последующим обламыванием поросли на пнях в течение двух – трех лет.

В буковых перестойных лесах с целью лесовосстановления целесообразно на начальном этапе в семенные годы проводить изреживание путём равномерной выборки отставших в росте и поврежденных деревьев, а после получения хорошего естественного возобновления следует применять группово-выборочную выборку деревьев, приурочивая её к местам с наличием обильного и благонадёжного подроста бука. Учитывая, что буковые перестойные леса, не пройденные рубками, сохранились в Крыму только вокруг яйл. – Выполняют важную экологическую и водорегулирующую роль и в виду отсутствия способов транспортировки древесины, которые не нарушили бы эти важные функции, проведение главных рубок в них нецелесообразно.

Бурые почвы в буковых лесах, образовавшиеся на элюво-делювии известняков, характеризуются рыхлым сложением и очень высокой водопроницаемостью. Такие же почвы, сформировавшиеся на продуктах выветривания песчаников, обладают несколько худшими водно-физическими свойствами, особенно бесскелетные или слабоскелетные их разновидности, характеризующиеся большей плотностью.

Под дубовыми, буковыми и сосновыми лесами с ненарушенным напочвенным покровом даже на крутых склонах поверхностный сток минимален, а скорость инфильтрации высокая, что обусловлено характером водно-физических свойств почв.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вель И.П., Телешек Ю.К. Гидромелиоративная эффективность лесных культур на Крымском нагорье //

Лесоводство и агролесомелиорация. – К. : Вид-во "Урожай", 1973. – Вып. 32. – С. 83-90.

2. Молчанов А.А. Гидрологическая роль леса. – М. : Изд. АН СССР, 1960. – 488 с.

3. Малеев В.П. Растительность Причерноморских стран (Эвксинской провинции Средиземноморья) её происхождение и связи // Труды Бот. ин-та АН СССР, сер. 3, геоботаника, 1940. – Вып. № 4. – С. 135-251.

4. Бэфани А.Н. Теоретическое обоснование методов исследования и расчёта паводочного стока рек Дальнего Востока // Труды ДВНИГМИ, 1966. – Вып. 22. – С. 124-215.

5. Поляков А.Ф. Влияние главных рубок на почвозащитные свойства буковых лесов. – М. : Лесн. пром-сть, 1965. – 176 с.

6. Гулисашвили В.З. Горное лесоводство для условий Кавказа. – М. : Гослесбумиздат, 1956. – 355 с.

7. Плугатарь Ю.В. Из лісів Криму : монографія. – Харків : Нове слово, 2008. – 462 с.

8. Поляков А.Ф., Каплюк Л.Ф., Павлов Б.А. Динамика влажности коричневых почв под сосново-лиственными культурами южного берега Крыма // Почвоведение, 1974. – Вып. 1. – С. 67-78.

9. Антипов-Каратаев И.Н., Прасослов Л.И. Почвы Крымского государственного заповедника и прилегающих местностей // Труды Почвенного ин-та им. В.В. Докучаева. – М. : Изд. АН УССР, 1932. – Т. VII. – С. 26-32.

10. Высоцкий Г.Н. Учение о лесной пертиненции // Изб. Труды. – М. : Госсельхозиздат, 1980. – С. 151-240.

11. Сукачев В.Н., Поплавская Г.И. Растительность Крымского государственного заповедника // Сборник Крымский государственный заповедник, его природа, история и значение. – 1927. – Вып. 1. – С. 7-33.

12. Мишнев В.Г. Биологические основы воспроизводства буковых лесов Крыма : автореф. дисс. на соискание ученой степени д-ра биол. наук. – Минск, 1972. – 50 с.

A. F. Polyakov, Yu. V. Plugatar', A. G. Rud'

ECOLOGICAL ROLE OF THE MOUNTAINOUS FORESTS OF CRIMEA

The water protection role of mountainous forests and reclamation value of forest plantations in Crimean upland region are analyzed. The water regulation potential of the basic types of oak, beech and pine forests are studied. The role of soils in the process of water adjustment is set.

УДК 520.33:630

І. П. СОЛОВІЙ¹

ЕКОНОМІЧНІ ІНСТРУМЕНТИ ЛІСОВОЇ ПОЛІТИКИ, ОРІЄНТОВАНОЇ НА ДОСЯГНЕННЯ СТАЛОСТІ ЛІСОВОГО ГОСПОДАРСТВА: СИСТЕМАТИЗАЦІЯ ТА ОЦІНКА

Розглянуто значення окремих інструментів лісової політики у досягненні пріоритетів лісогосподарської діяльності. Здійснено аналіз різних підходів лісової політики до використання інструментів за критеріями ефективності і справедливості, зроблено висновок щодо впливу на добробут і розподіл доходів за умов субсидіювання, добровільної екологічної сертифікації лісів та використання регулятивних інструментів.

Вступ. Політичні інструменти – це засоби, які застосовують для регулювання поведінки громадян та визначення їхніх законних прав [5, с. 312]. З точки зору політичних наук існує три основних, визначальних групи політичних інструментів – регулятивні, економічні та інформаційні. Інструменти лісової політики – це сукупність політичних, економічних, соціальних, правових та інших засобів, використовуваних для втілення в життя концепції лісової політики [1, с. 33]. Значення інструментів лісової політики (або їх поєднання) недостатньо висвітлене у наукових дослідженнях [9]. Застосовуваний у лісовому секторі інструментарій не є всеохопним, хоча незалежно від різноплановості посталих проблем для провадження відповідної політики використовують переважно одні й ті ж важелі [6].

У багатьох країнах здійснюють ґрунтовні дослідження з метою оцінки чинних та напрацювання нових економічних інструментів, спрямованих на залучення інвестицій у сферу охорони довкілля. Зокрема, науковці досліджують ці інструменти у контексті фінансування лісового господарства, а також якомога ефективнішого їх використання. Якщо економічні інструменти розглядати під кутом зору їх використання для реалізації конкретних прикладних проектів, спрямованих на удосконалення господарювання і дотримання вимог сталого лісового господарства, то їх можна згрупувати (табл. 1) та оцінити із урахуванням пріоритетів лісогосподарської діяльності.

Щодо всіх інструментів діє логічно-математичне правило, що передбачає наявність принаймні одного інструмента для однієї мети [14]. Як зазначають Дейлі та Фарлей "економічна політика завжди має більше аніж одну мету..." [4], та продовжують, опираючись на принцип запропонований лауреатом Нобелівської премії економістом Тінбергеном, "... і кожна незалежна політична мета вимагає застосування окремого політичного інструмента" [17]. Політика, що базується на принципах екологічної економіки, має

три основних мети: відповідність масштабу діяльності сталому розвитку, справедливий розподіл та ефективне розташування ресурсів [4].

Табл. 1. Значення окремих інструментів лісової політики для досягнення пріоритетів лісогосподарської діяльності

Інструменти	ПЗлг	СЗлг	ЕЗлг
Кредитні лінії та фінансування проектів:			
• банківські кредитні лінії (включаючи мікрокредити)	X	X	X
• цільові гранти;	X	X	X
• гранти на проекти від міжнародних організацій;			X
• інструменти, пов'язані з боргами.			X
Екологічні фонди та фонди розвитку лісового господарства			
• національні фонди лісового господарства	X	X	X
• екологічні фонди		X	X
• трастові фонди охорони природи			X
Інструменти створення ринків екологічних послуг:			
• компенсаційні платежі за поглинання лісом двоокису вуглецю;			X
• плата за використання водних ресурсів;		X	X
• пільги для розвитку ринку / квоти на заготовлю;	X	X	X
• винагороди за дослідження екологічних функцій лісів.		X	X
Інструменти приватного сектора:			
• інвестиційні фонди;	X	(X)	X
• секторитизація;	X		X
• гарантії (політичні гарантії, страхові гарантії в лісовому господарстві).	X		(X)
Гранти благодійних фондів та неурядових організацій:			
• гранти на охорону природи;	(X)	X	X
• гранти на дослідження та технологічний розвиток;	X	X	X
• безповоротне фінансування соціального розвитку;		(X)	
• гранти на розвиток сталого лісового бізнесу.			

¹ Ігор Павлович СОЛОВІЙ – кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Національний лісотехнічний університет України. Тел. (380322) 390620.

E-mail soloviy@yahoo.co.uk

Представив дійсний член ЛАН України, професор Ю. М. Дебринюк, доктор сільськогосподарських наук.

Умовні позначення: ПЗлг – промислово зорієнтоване лісове господарство; СЗлг – соціально зорієнтоване лісове господарство; ЕЗлг – екологічно зорієнтоване лісове господарство; Х – придатний до застосування, (Х) – придатний до застосування з обмеженнями

Дуже часто на практиці різні інструменти використовують водночас. Як приклад Кабедж наводить політику щодо охорони тваринного світу у США, яка передбачає створення державних заказників, здійснення наукових досліджень, регулювання полювання на землях різної форми власності та податкові пільги з метою забезпечити охорону популяцій тварин і водночас створити можливості для відпочинку громадян [3].

Часто державні органи практикують поєднання інструментів із різних груп. Наприклад, фінансові стимули можуть використовувати для компенсації витрат приватних осіб на дотримання регулятивних вимог та виконання заходів державних програм, які є складником урядової політики. Наслідком таких політичних заходів є відображення пріоритетів політики владних структур в конкретному суспільстві, яке у підсумку впливає на політичні процеси.

Зросла зацікавленість суспільства у вигодах від лісів також породжує нові виклики для лісової політики і відповідно виникає потреба застосування більшої кількості інструментів. Багато інструментів лісової політики було створено під конкретну ситуацію і запроваджувано поступово. Інколи нові інструменти витісняють старі чи просто стають непотрібними в нових умовах. Змінюється і вагомість окремих інструментів. На економічні інструменти стали звертати більше уваги порівняно з традиційними регуляторними.

Теоретичні підходи до оцінки економічних інструментів лісової політики

Якщо раніше питання ефективності інструментів рідко ставали предметом наукових зацікавлень, то зараз це – окремий напрямок досліджень у лісовій політиці [16, 10].

Економічні стимули, зокрема програми фінансового стимулювання ведення сталого лісового господарства, можуть бути оцінені за допомогою різних критеріїв. Найпоширеніший у міжнародній практиці підхід передбачає оцінку результативності програм та їхньої ефективності.

Розглядаючи результативність програми, потрібно з'ясувати, чи досягнуто належного ефекту внаслідок її реалізації (напр. заліснення ефеського господарських невжитків). Даючи оцінку ефективності програми, визначаються співвідношення між витратами і вигодами. Стосовно державного сектора, розглядають лише ті затрати та вигоди, що можуть бути відчутні в державній сфері, на противагу тим, які стосуються приватного сектора.

Крім внутрішньогалузевої проблематики увагу приділяють і міжгалузевим ефектам в економічній чи соціальній сфері, які перебувають поза основним фокусом програми. Наприклад, політика, спрямована на стимулювання плантаційного лісовирощування шляхом створення лісостанів із швидкорослих деревних порід для енергетичних плантацій, матиме вплив на ринки інших енергетичних ресурсів. Міжгалузеві ефекти можуть бути і запланованим вислідом програми.

Незалежно від поставлених цілей, будь-яка програма фінансового стимулювання завжди передбачає перерозподіл ресурсів у суспільстві. Для того, щоби належно оцінити розподільні ефекти програми, потрібно розглянути інтереси не лише прямих бенефіціантів, а й усього кола людей, які потенційно можуть мати вигоду від її реалізації.

Розподіл ресурсів може бути здійсненим між різними суспільними групами за певними соціально-демографічними критеріями. Рівень доходу є однією з основних характеристик, використовуваних з метою оцінки розподільного ефекту програми, цей критерій також часто розглядають крізь призму соціальної справедливості. Заплановані розподільні ефекти, зазвичай, передбачають перерозподіл ресурсів від багатих верств населення до фінансово мало забезпечених груп. На національному рівні розподіл відбувається між різними регіонами країни. Віддалені сільські місцевості, що є основним місцем розташування лісових ресурсів, у європейських країнах, зазвичай, отримують свого роду спеціальний статус в національних територіальних схемах перерозподілу фінансових ресурсів, отримуючи вигоду за рахунок доходів від оподаткування багатих густонаселених мегаполісів.

Суть територіального перерозподілу полягає в тому, що він повинен протидіяти сукупному ефекту густонаселених областей, який складається з позитивних зовнішніх ефектів концентрації державної інфраструктури в міських районах. Ці зовнішні ефекти стимулюють економічну діяльність приватних підприємств, що, своєю чергою спричиняють збільшення прибутку держави (за рахунок оподаткування), враховуючи ще вищі інвестиції в інфраструктуру, таким чином, приводячи до обігу державних і приватних інвестицій, що у підсумку сприяє виведенню фінансових та людських ресурсів з віддалених районів.

Залучення державних фондів у менш привабливі регіони здійснюється з метою протистояння згаданих вище фінансовій концентрації у центральних (чи найбільш розвинених) і стимулювання інвестиційної діяльності у віддалених регіонах. Ця політика може бути реалізована шляхом інвестування в державні інфраструктури або безпосередньо стимулювання приватного інвестування шляхом надання грантів, податкових пільг або підтримки під час капіталовкладення.

У контексті програм, пов'язаних з лісовим господарством, проблеми розподілу привертають увагу тоді, коли кількість приватних лісовласників, на яких часто спрямовані програми стимулювання сталого лісового господарства, становить досить низький відсоток від загальної кількості лісовласників у країні.

У загальних рисах результативність програми вимірюється кількістю досягнених позитивних результатів. З метою якомога повнішої оцінки можуть використовуватись прямі та непрямі підходи. Це можна проілюструвати на прикладі заліснення, яке слід оцінювати за площею заліснених земель, або ж більш комплексно із урахуванням всіх ефектів (внутрішньо- та міжгалузевих) внаслідок його реалізації.

Ефективність програми може бути визначена як відношення між затратами з державного бюджету на неї та вигодами для держави від її реалізації. Фінансова вартість – це показник, який дає змогу зробити таке порівняння. Таким чином, результати програми повинні бути пов'язані з фінансовими показниками або визначені за допомогою ринкових цін, якщо це можливо, чи за допомогою стандартизованих методів оцінки.

Оцінку державного втручання шляхом реалізації програм в умовах ринкової економіки поділяють на дві частини: 1) оцінка державних витрат внаслідок втручання уряду; 2) оцінка результатів втручання з погляду суспільної вигоди. Згадані витрати відповідно поділено на: по-перше, інформаційні витрати (центральні органи управління, ведення статистики, дослідження та ін.), які існують незалежно від втручання, та, по-друге, витрати безпосередньо на державне втручання (субсидії, систематичний контроль, адміністрування процесу втручання та ін.).

Виправдати державне втручання у приватну власність може лише така ситуація, коли індивідуальний чи приватний чистий дохід від менеджменту лісового господарства, заснованому на фактичних приватних витратах і вигодах, є меншим за прийнятний для лісовласників. Будь-яка субсидія, надана лісовласникам, які і без неї спроможні отримати дохід від менеджменту земель, враховуючи фактичний стан ринку і очікування, є нераціональним використанням ресурсів.

Лісовласник, який не здатен самостійно вести прибуткову лісгосподарську діяльність, може отримати державну підтримку для її здійснення лише у разі, коли таке інвестування державних коштів створює ситуацію, за якої граничні суспільні вигоди (MSB) більші за граничні суспільні витрати (MSC). Поєднання MSC та MSB для всіх приватних лісовласників, в яких фінансовий дохід від менеджменту лісового господарства має негативне значення, а економічний дохід є позитивним, дає змогу оцінити ефективність державної програми загалом [7]:

$$\frac{B}{C} = \frac{\sum_{i=1}^n MSB_i}{\sum_{i=1}^n MSC_i + AC} \quad (1)$$

де: MSB_i – граничні суспільні вигоди дисконтовані за соціальним дисконтним чинником, отримані внаслідок впровадження лісгосподарської програми для i -ої кількості її учасників; MSC_i – граничні суспільні витрати щодо i -ої кількості учасників програми, потрібні для отримання вигод MSB_i , приведених відповідно до соціальної ставки дисконту; AC – загальні адміністративні витрати програми; n – кількість учасників програми.

Гароу пропонує застосовування аналізу граничних суспільних вигод і затрат на основі їх порівняння "з та без" реалізації програми [7]. Оцінку менеджменту "з та без" різноманітних програм може бути здійснено різними методами, детальний опис яких можна знайти в літературі [7, 8].

Такий показник, як соціальна рівноправність (паритетність) державних програм стимулювання лісовласників, характеризує так звані розподільчі

ефекти будь-якої державної програми фінансування. Зазвичай, він полягає в оцінці відповідності фінансування з вигодами від програми, отриманими реципієнтами.

На рис. 1 зображено один зі прикладів програми, що пропонує державне фінансування землевласників, які відкривають рекреаційний доступ до своєї лісової території. Такі програми запропоновано в декількох європейських країнах. Кошти для них надходять із загальнодержавного бюджету. Державні доходи здебільшого формуються за рахунок прямих та непрямих податків, при цьому найбільша частина доходу від оподаткування формується категоріями населення, чий доходи близькі до середнього національного рівня.

Внаслідок прогресивної системи оподаткування доходу особи з нижчим рівнем достатку роблять менший внесок, в той час як особи з вищими доходами – вносять досить велику частку в державний бюджет. Розгляд на теоретичному прикладі передбачає, що більша частина платежів програми припадає на категорії населення, чий прибуток є нижчим за середній національний, що характерно для дрібних землевласників, які становлять основну частину лісовласників у більшості європейських країн. Кошти програми також виплачені крупним землевласникам, які є членами класу з найвищими доходами. Вигоди цієї спеціальної програми "відкритий доступ до лісових земель" можуть бути оцінені за допомогою методу умовного оцінювання (CVM) або методу транспортних витрат, їх розподілено між усіма класами доходу, оскільки рекреаційне лісокористування "доступне кожному". Емпіричні дослідження різних форм відпочинку показують, що лісова рекреація, переважно, вважається відпочинком для тієї суспільної верстви, соціально-демографічні характеристики якої відносять її за рівнем доходу, до класу який є вищим за середній національний рівень [11].

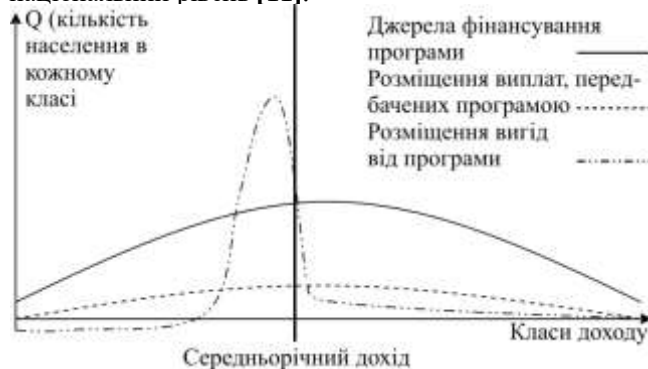


Рис. 1. Ілюстрація оцінки рівноваги програми: розподіл джерел фінансування, виплат та вигод від програми, враховуючи розподіл доходу і середній рівень доходів громадян

Примітка: у цьому "ідеальному" прикладі припускається, що державні вигоди переважають над державними витратами.

Цей приклад наведено з метою проілюструвати потенційні проблеми, пов'язані з оцінкою дистрибутивних ефектів програми. Для того, щоб оцінити рівноправність програми, потрібно зібрати інформацію про: а) джерела її фінансування; в) її реципієнтів; г) можливих бенефіціантів.

За аналогією до того, як у прикладі, наведеному на рис. 1, використано "класи доходу" як індикатор, за допомогою якого вимірюють дистрибутивні ефекти, схожий приклад можна було б навести, взявши за основу інші суспільні верстви (напр., сільське і міське) чи адміністративні регіони країни.

Кількісні підходи враховують оцінку результатів програми і співвідношення між затратами та результатами, але не завжди дають змогу виявити причинно-наслідкові зв'язки. Основний комплекс чинників, досліджуваних у контексті оцінки економічних інструментів – це так звані неринкові вади. За аналогією до недоліків ринку, які виправдовують державне втручання, це поняття, пов'язане із застосуванням специфічних інструментів, у такий спосіб що розподілом ресурсів не керує ринковим механізмом попиту і пропозиції. Для того, щоб оцінити можливі випадки неринкових недоліків, слід визначити, до якої міри відповідні чинники можуть виступати визначальними під час формування і розвитку програми.

Запропонований підхід може застосовуватися для оцінювання як "ex ante" (очікуваних – лат.), так і для "ex post" (виконаних – лат.) проектів. Зважаючи загальну тенденцію до скорочення державних видатків на фінансування лісового господарства, можна очікувати виникнення потреби в оцінці і обґрунтуванні фінансових витрат конкурентних альтернативних програм у лісовому секторі економіки.

Оцінка інструментів лісової політики за критеріями ефективності та справедливості

Найпоширенішими критеріями оцінки інструментів лісової політики є ефективність і справедливість. Згідно з першим критерієм, політичні ініціативи оцінюють з позиції загальної суспільної вигоди, що передбачає врахування не тільки отримання прибутку інвестором, але також можливі впливи на інших членів суспільства. Критерій справедливості стосується розподілу отриманого доходу. На нашу думку, та лісова політика, яка зумовлює якомога справедливіший розподіл доходу є більш бажаною для сталого розвитку суспільства.

У цьому контексті проаналізуємо три найпоширеніші підходи щодо використання інструментів лісової політики:

- коригування позитивних зовнішніх ефектів від впливу лісів за допомогою відповідної фіскальної політики;
- здійснення екологічної сертифікації лісів;
- використання командно-контрольних інструментів, які забороняють (обмежують) певну господарську діяльність без надання прямої фінансової компенсації.

Загальний добробут суспільства – один з провідних критеріїв оцінки економічної ефективності. Тому під час аналізу економічної ситуації, зазвичай оцінюють, які зміни зумовить її виникнення для суспільного прогресу. Використання критерію Паретто передбачає, що якщо чийсь добробут буде покращено без погіршення добробуту будь-кого іншого, то така ситуація є бажаною. Прикладом застосування критерію Паретто для оцінки лісової політики є робота Плункета [12], у якій здійснено економічний аналіз лісової політики провінції

Британська Колумбія (Канада), на підставі чого зроблено висновок про невідповідність політики парето-оптимуму суспільного добробуту, а відповідно – про неефективність, несправедливість і несталість чинної системи ведення лісового господарства.

Дещо поблажливішим є критерій Хікса-Калдора, який базується на тому, що якщо добробут окремих громадян може бути покращено і вони можуть компенсувати збитки тим, хто їх зазнав і при цьому залишатись у вигазі, то нова ситуація є найбільш бажаною для суспільства.

Ведучи мову про суспільний добробут, ми маємо на увазі загальний прибуток, тобто надлишок, отриманий і виробником, і споживачем. Під вартістю ми розуміємо максимальну величину, яку споживач готовий заплатити за кожну одиницю продукції.

Другим критерієм є справедливість, якій можна дати різні визначення. Ми дотримуватимемось концепції вертикальної справедливості. Також припустимо, що політиці, результатом якої є якомога справедливіший розподіл доходів, слід надавати перевагу перед політикою із менш справедливим розподілом. Існують різні підходи до вимірювання справедливості чи несправедливості щодо суспільного розподілу доходів. Найчастіше з цією метою використовують коефіцієнт Джині або його графічні еквіваленти – криву Лоренца і криву концентрації.

Розглянемо перший із трьох згаданих вище підходів на прикладі такого інструменту, як субсидії. Припустимо, що держава виділяє лісовласникам субсидії на лісовирощування або ведення лісового господарства. Субсидію виділяють для кожної "одиниці" лісу, яка є одиницею виміру кількості чи якості. На рис. 2 таку одиничну субсидію позначено (S). Цю субсидію розглядають як оптимальну у тому сенсі, що вона коригує вади ринкової системи щодо ведення лісового господарства. Термін недоліки ринку (*market failures* – англ.) [2] (інші українськомовні варіанти, на які натрапляємо в літературі – провали ринку, відмови ринку, промахи ринку, збої ринку) має на увазі ситуацію, коли ринкове регулювання не веде до отримання максимального загального надлишку. Причиною виникнення вад ринку може бути наявність позитивних зовнішніх ефектів (BMgE). У цьому випадку ринок не виробляє продукції і не споживає її на достатньому рівні.

Як видно з рис. 2, виробництво лісової продукції і послуг буде відповідати ринку у точці X^* , коли пропозиція (CMgP) і попит гранично зрівноважені. Позитивний зовнішній ефект плюс крива попиту становитимуть криву суспільних витрат. Оптимальний рівень виробництва (та споживання) становить X^{**} , тобто точку, у якій ця крива перетинається з кривою попиту. Отож актуальний рівень виробництва, що знаходиться вліво від ринкової потреби, буде становити лише X^* і тоді ринок не забезпечуватиме виробництва належно.

Коли ж субсидії коригують ситуацію на ринку, стимулювання виробників лісової продукції і її споживачів зумовлює досягнення потреби X^{**} . Тоді можна спостерігати зростання загального суспільного добробуту. Як видно з рис. 2, перед коригуванням чистий добробут еквівалентний площі $(A+B) + (C+D) + I$. Загальний суспільний добробут після коригування дорівнює $(A+B+C+G) + (B+E+C+D) -$

$(B+E+F+C+G+H) + (I+J)$. Отож, чистий добробут, отриманий після надання субсидій, дорівнює $J - (F+G)$. Далі J може бути розкладене на $L+K$. Як видно з рис. 2, вартість площі K дорівнює $F+H$. Тобто чистий суспільний добробут після коригування еквівалентний площі L .

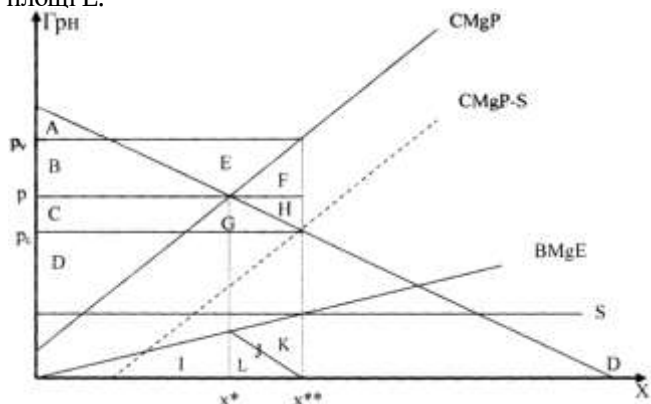


Рис. 2. Коригування ринку за допомогою субсидій

Розглянемо цей підхід щодо критерію справедливості, тобто визначимо – хто виграє, а хто програє у цій ситуації. Програє, тобто втрачає, держава $(B+E+F+C+G+H)$, або, іншими словами, платники податків, оскільки держава формує значну частину свого бюджету із податків. Споживачі отримують добробут $C+G$, виробники – $B+E$, решта членів суспільства – J .

Вплив субсидій залежить також від того прогресивним чи регресивним є розподіл прибутків, який можна зобразити за допомогою кривої Лоренца. Якщо податкова система є прогресивною (громадяни з вищими доходами платять вищі податки), то після сплати податків ситуація буде справедливішою. Якщо припустити, що споживачі лісової продукції матимуть потреби у ній відповідно до розподілу прибутків, то тоді вони будуть нейтральними щодо цього впливу. Розподіл доходів виробників лісової продукції у країнах ЄС, як це видно на прикладі власників аграрних земель (зокрема лісових) в Іспанії, є переважно несправедливим, порівняно з рештою громадян. Так, власники аграрних земель, яких віднесено до сегменту з менше ніж 20 % населення, акумулюють тільки близько 3 % загального доходу [13]. Крива розподілу доходів для цієї категорії є вигнутою назовні порівняно із кривою Лоренца, отож перехід коштів до цих власників зумовлює менш справедливий розподіл доходів (рис. 3).

Виходячи з припущення, що зовнішні ефекти мають властивості суспільного блага, тобто впливають на кожного, можна мати різні очікування щодо еластичності попиту за доходом. Якщо еластичність становить 1, то вплив на розподіл доходу є нейтральним, якщо менше 1, то кінцевий підсумок є більш справедливим, якщо понад 1 (придбання дорогих товарів) – розподіл буде менш справедливим. Із сказаного вище випливає, що схеми надання субсидій у лісове господарство з погляду теорії можуть не відповідати критерію справедливості.

Аналіз економічних наслідків наступного добровільного підходу, а саме лісової сертифікації, свідчить, що її здійснення може зумовити досить складні комплексні наслідки [15], тому з метою узагальнення цей аналіз можна дещо спростити,

виходячи із певних припущень. Розглянемо випадок, коли початково існує ринок лісопродукції за умови відсутності сертифікації та без методів ведення лісового господарства, які б сприяли отриманню продукції, яку може бути сертифіковано. Далі запроваджують певну схему сертифікації і частина виробників змінює методи господарювання, щоб відповідати новим вимогам.

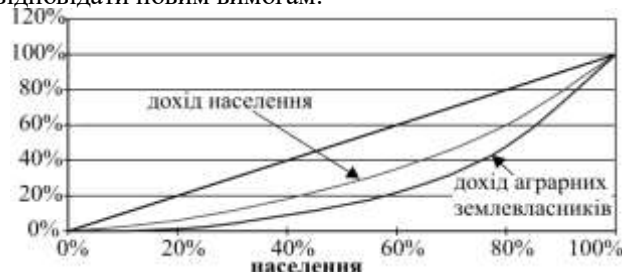


Рис. 3. Розподіл доходів аграрних землевласників і громадян загалом [13]

Два ринки – набувають вагомості сертифікованої і несертифікованої продукції. Якщо існує ринок для продукції сертифікованих лісів, в якому представники фірм беруть добровільну участь, то й споживачі не прагнуть триматись старих ринків, характеристики яких погіршуються. Можна передбачити, що і виробники, і споживачі цього ринку матимуть вигоду (або принаймні не втрачають на добробуті). Зовнішні учасники (суспільство загалом) також у виграші, оскільки позитивні зовнішні ефекти зростають, або ж негативні зовнішні ефекти на одиницю лісової продукції зменшуються.

Розподільчий аналіз доходів є аналогічним до попереднього підходу (надання субсидій). Виробники і споживачі виграють (або принаймні не втрачають) і суспільство загалом виграє. Однак результат буде варіювати залежно від гіпотези щодо доходів зовнішніх учасників, еластичності попиту і виду зовнішніх ефектів, але, найімовірніше, наслідком буде менш справедливий розподіл добробуту.

Відповідно до третього підходу, застосування командно-контрольних інструментів передбачає заборону виробництва понад певний визначений ліміт. У цьому випадку, якщо заборона є насправді дієвою, виробничі витрати ($CMgP$) зміняться на $CMgP'$ у точці заборони, як це показано на рис. 4 до обмеження, що настає після X^{**} .

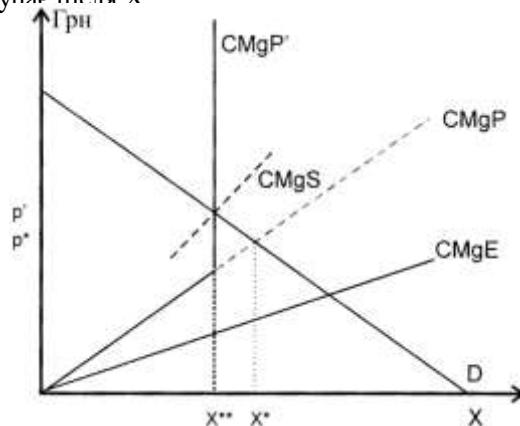


Рис. 4. Економічний ефект від використання командно-контрольних інструментів

Якщо функція попиту не зазнала впливу, результативна ціна буде вищою і загальний обсяг

лісової продукції – нижчим. Отож, наслідком буде втрата добробуту і для споживачів, і для виробників. Це відповідає площі трикутника між $CMgP$, D та $CMgP$. З іншого боку, зовнішні ефекти отримують величину, що відповідає площі між горизонтальною віссю, вертикальною лінією від X^{**} , $CMgE$ і вертикальною лінією від X^* . Порівняння цих двох площ засвідчуватиме, чи покращився добробут суспільства.

Як наслідок, втрати для лісовласника зумовлять справедливіший розподіл доходів відповідно до вищеподаного аналізу часткової рівноваги, тому що втрати добробуту більшою мірою завдають збитків громадянам із вищими доходами пропорційно до рівня їхніх доходів.

Висновки. Аналіз різних підходів лісової політики щодо використання її інструментів за критеріями ефективності і справедливості свідчить:

- а) субсидювання збільшує позитивні зовнішні ефекти, а також (за певних припущень) зумовлює менш справедливий розподіл доходів;
- б) використання добровільного підходу – сертифікації лісів – зумовлює покращення добробуту і нерівномірний розподіл доходів;
- в) використання командно-контрольного підходу зумовлює потенційне зростання добробуту (за наявності негативних зовнішніх ефектів) і рівномірний розподіл доходів.

ЛІТЕРАТУРА

1. **Синякевич І.М.** Лісова політика. – Львів : ІЗМН. – 2004. – 305 с.
2. **Шимків А.** Англо-український тлумачний словник економічної лексики. – К. : Вид. дім "Києво-Могилянська академія", 2004. – 429 с.
3. **Cubbage, Fred, O'Laughlin, Jay and Bullock III, Charles S.** Forest Resource Policy. – New York: John Wiley & Sons, Inc., 1993. – 562 p.
4. **Daly Herman E. and Joshua Farley.** Ecological Economics: Principles and Application. – Island Press, 2004. – 448 p.
5. **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.
6. **Le Master, D., Block, N.E., Owubah, C.E.** Selection of Policy Tools in Multilevel International Networks // Schmithusen, F., Iselin, G., Herbst, P., (Eds.), Forest Law and Environmental Legislation-Contributions of the IUFRO Research Group 6.13-Proceedings VII. Forest Science Contributions No 27, – Chair Forest Policy and Economics; Swiss Federal Institute of Technology, Zurich, 2002. – P. 175-184.
7. **Harou P.A.** Comparison of methodologies to evaluate aid programs to nonindustrial private forests. Silva Fennica. – N 4 (19). – 1985. – P. 366-375.
8. **Harou P.A.** Essays in forestry economics: appraisal and evaluation of forestry investments, program and policies. – Kiel: Vauk. – 1987. – 195 p.
9. **Merlo, M, Paveri, M., Formation and implementation of forest policies:** A focus on the policy tools mix // Policies, Institutions and Means for Sustainable Forestry Development-Proceedings of XI World Forestry Congress. 1997. Antalya, Turkey. – P. 1-23.
10. **Ottitsch, A., Tikkanen, I. & Riera, P. (eds.).** Financial instruments of forest policy. Proceedings of the International Conference 17-20 June 2001 Rovaniemi, Finland. 2002. EFI Proceedings 42, 2002. – 218 p.
11. **Ottitsch A., Weis G.** European Mountain Forest Policies – A comparative Analysis // Price M.F., Butt N. (eds.): Forests in Sustainable Mountain Development. A State of the Art Knowledge Report for 2000; IUFRO Research Series Nr. 5. – New York, Oxon: CABI Publishing. – P. 415-221.
12. **Plunkett, Criss.** British Columbia Forest Policy: An Analysis of Pareto Optimality. – Economics 418 Seminar Paper. Queen's University, 2001. – 22 p.
13. **Riera Pere, Maysar Robert, Aranda Leticia.** Forest policy design evaluation. Winners and losers in Spain. // Centre Technologic Forestal de Catalunya (CTFC), 2004. – 11 p.
14. **Riihinen, P. & Järveläinen, V.P.** Introduction to forest policy analysis. – Silva Carelica 47. – 2005. – 84 p.
15. **Sedjo, Roger A., and Stephen R.** Swallow. Voluntary Eco-Label and the Price Premium. – Land Economics. – 2002. – Vol. 78, No. 2. – pP. 272-284.
16. **Tikkanen, I.** Effects of public forest policy in Finland. An econometric approach to empirical policy analysis // Järveläinen, V. – P. (ed.). Effectiveness of forest policy on small woodlands. – Silva Fennica 15(1). – 1981. – P. 38-64.
17. **Tinbergen, Jan.** The Theory of Economic Policy. – Amsterdam: North Holland Publishing, 1952. – 78 p.

I. P. Soloviy

ECONOMIC INSTRUMENTS OF THE FOREST POLICY TOWARDS SUSTAINABLE FORESTRY: SYSTEMATIZATION AND EVALUATION

The role of forest policy instruments in achieving the priority goals of forestry sector activity have been discussed in the paper. Also the different policy approaches to use of instruments according the criteria of efficiency and justice analyzed. The conclusions about the influence of forestry subsidizing by state, voluntary forest certification and regulative instruments application on public welfare and distribution of income are concluded.

НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ГАЛУЗІ

УДК 674.093.26

П. А. БЕХТА¹, Г. Є. БІЦЬ²

МОДИФІКУВАННЯ ФЕНОЛОФОРМАЛЬДЕГІДНИХ СМОЛ АЛЮМОМІСТКИМИ РЕЧОВИНАМИ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ФАНЕРИ

Описано можливість модифікування фенолоформальдегідних смол алюмомісткими сполуками (алюміній сірчаноокислий, алюмоамонійний та алюмокалієвий галуни) для виготовлення фанери. Проаналізовано вплив модифікаторів на міцність фанери на сколювання. Встановлено, що модифікування фенолоформальдегідних смол алюмомісткими сполуками дає змогу отримати клеї, що забезпечують можливість виготовлення фанери підвищеної міцності за менших енергозатрат під час операції склеювання (тиск склеювання зменшується на 50 %, температура склеювання – на 15,4 %; тривалість склеювання – на 40 %; витрата клею – на 40 %). Рекомендуємо алюмомісткі сполуки додавати до смоли у вигляді 5 %-их та 7,5 %-их розчинів.

Вступ

Модифікування смол дає змогу отримувати різноманітні та багатокомпонентні синтетичні клеї, які мають широкий діапазон фізико-хімічних властивостей. Тому пошук нових речовин для модифікування смол є досить актуальним.

Найчастіше модифікування смол здійснюють шляхом їх наповнення неорганічними та органічними речовинами [8]. Серед органічних виділяють: деревне, лігнінне, пшеничне, житнє, горохове, соєве і рисове борошно, гідролізний лігнін, карбоксиметилцелюлозу, крохмаль і його похідні, борошно з лушпиння різних горіхів, екстракт квебрахо, альбумін та ін. Ці наповнювачі [3,5]: гідрофільні, добре набрякають у воді, активно абсорбують вологу (що приводить до підвищення в'язкості клею), запобігають стіканню смоли з листів шпону, не затуплюють різального інструменту. Деякі з них однак зменшують водостійкість клею, тому для її відновлення до клею додають ще і альбумін. Відмивання гідролізного лігніну від сірчаної кислоти, що залишилась після гідролізу, дає змогу використовувати його як наповнювач замість деревного борошна [4]. Лігнін покращує адгезійні властивості фенолоформальдегідної смоли, оптимальна кількість лігніну 8 % [6]. Деревне борошно надає потрібної в'язкості клею, а пшеничне – належну липкість і покращує якість клейового шару. Протеїново-крохмальні наповнювачі дають змогу виготовляти фанеру із вологого шпону (вологістю 20 %), що

приводить до зменшення тривалості сушіння і собівартості готової продукції [12]. Досить високу міцність клейового з'єднання забезпечує наповнення фенолоформальдегідної смоли (ФФС) протеїном арахісу [13].

Неорганічні наповнювачі – каолін, гіпс, крейда, фосфогіпс, цемент, сажа, високодисперсні порошки зі скла та металу, алюмосилікати (синтетичні і природні) [3, 8]. Ці наповнювачі не набрякають у воді і не розчиняються в ній. На в'язкість клею вони впливають слабо, але добре закривають судини деревини, перешкоджаючи проникненню клею через її тонкі шари, а також знижується всмоктування клею, що запобігає виникненню дефекту "голодного склеювання". Зокрема, як активний наповнювач для фенолоформальдегідної смоли можна використовувати відходи виробництва кристалічного кремнію у вигляді високодисперсного кремнеземного порошку [9].

Запропоновано [1] до резольної фенолоформальдегідної смоли додавати наповнювач-затверджувач, який містить продукти хемосорбції силікагелем таких сполук: SiO_2 ; AlF_3 ; H_2SiF_6 ; CaF_2 . Наявність оксидів лужних металів і йонів солей в цьому порошку дає змогу пришвидшити процес склеювання за рахунок підвищення реакційної здатності наповнювача, створення хімічних зв'язків між полімером фенолоформальдегідної смоли та іонами металів. Використання такого клею дає змогу знизити температуру плит преса під час склеювання фанери до 105°C , не збільшуючи тривалості процесу.

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@ukr.net.

² Галина Євгенівна БІЦЬ – асистент кафедри хімічної технології переробки деревини, Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів. Тел.: +38(032) 238-44-09.

Розроблено [2] рецепти клеїв і спосіб приготування клейових композицій на основі ФФС із застосуванням легкодоступних наповнювачів алюмосилікатної природи – алюмосилікатів із жорсткою каркасною структурою синтетичного і природного походження. Встановлено, що із збільшенням вмісту наповнювача у смолі збільшується умовна в'язкість клею, знижується концентрація, зменшується вміст вільного фенолу та формальдегіду (у разі додавання до смоли 2-3,5 % алюмосилікатів вміст токсичних речовин зменшується до 0,02-0,06 %), зменшується тривалість склеювання, що збільшує продуктивність обладнання. Міцність готової продукції, виготовленої на модифікованому алюмосилікатами клеї, збільшується [2].

Серед великої різноманітності наповнювачів велику увагу привертають речовини, до складу яких входить активний іон Al^{3+} . Відомо [11], якщо до складу неорганічних наповнювачів входить активний іон Al^{3+} , то він покращує властивості смоли. Такі речовини зменшують тривалість склеювання та покращують властивості фенолоформальдегідних смол. Насамперед під час гідролізу солей алюмінію виділяється певна кількість іонів H^+ , які можуть частково нейтралізувати надлишок лужності смоли. Тому використання одного із активних комплексуютьовачів Al^{3+} для модифікування фенолоформальдегідних смол здійснюється з метою поглиблення затвердіння та підвищення водостійкості клею [11]. Крім цього, вони є каталізаторами процесу поліконденсації [2, 10, 11].

Тому, зважаючи на високу активність наповнювачів, що містять в своєму складі алюміній, **метою дослідження** є вивчення можливості використання алюмомістких наповнювачів для модифікування фенолоформальдегідних смол у виготовленні фанери.

Матеріали та методи досліджень

Для виконання експериментальних досліджень використовували такі матеріали: березовий лущений шпон (розміром $300 \times 300 \times 1,5$ мм; вологістю 8 ± 2 %), фенолоформальдегідну смолу. Як наповнювачі застосовували: алюміній сірчанокислий – $Al(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$; алюмоамонійний галун – $NH_4Al(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$; алюмокалієвий галун – $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$. Їх додавали до смоли у сухому порошкоподібному вигляді (0,5; 1,0; 1,5; 2,0 мас. ч на 100 мас. ч смоли) та у вигляді 5-и; 7,5-и та 10-и %-их розчинів з розрахунку 0,05; 0,1; 0,15; 0,2; 0,25; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 мас. ч речовини на 100 мас. ч смоли. Окрім цього, для порівняння використовували наповнювачі органічного походження: деревне і житнє борошно, які додавали до смоли у сухому порошкоподібному вигляді (0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 мас. ч на 100 мас. ч смоли).

Табл. 1. Рівні та інтервали змінювання чинників

Назва чинника	Нормалізоване позначення	Рівень змінювання чинника			Інтервал змінювання чинника
		нижній (-1)	основний (0)	верхній (+1)	
Тиск склеювання, МПа	x_1	1,0	1,5	2,0	0,5

Температура склеювання, °C	x_2	110	120	130	10
Тривалість склеювання, хв	x_3	6	8	10	2
Витрата клею, г/м ²	x_4	90	120	150	30

Дослідження виконували за два етапи. На *першому етапі* здійснювали підбір рецептури клею, вивчали його властивості (в'язкість, концентрацію іонів водню (рН), час затвердіння за температури 100 °C), а також з'ясовували вплив рецептури клею на міцність фанери на сколювання. Виготовляли п'ятишарову фанеру за таких режимних параметрів склеювання: температура – 130 °C; тривалість – 10 хв; тиск – 1,8 МПа; витрата клею – 150 г/м².

На *другому етапі* досліджень розробляли режими склеювання фанери для рецептури клею, відібраної на першому етапі. Як план експерименту був прийнятий композиційний трирівневий симетричний план B_4 , найбільш близький до D-оптимального [7]. Рівні та інтервали змінювання чинників наведено в табл. 1.

Перевірку однорідності дослідів здійснювали за критерієм Кохрена. Оцінку значущості коефіцієнтів регресії здійснювали за допомогою критерію Стюдента. Перевірку адекватності математичної моделі – за допомогою критерію Фішера.

У всіх дослідженнях міцність фанери на сколювання після кип'ятіння взірців протягом 1 год визначали відповідно до ГОСТ 3916.1-96.

Результати та їх обговорення

Вплив порошкоподібних алюмомістких наповнювачів на властивості клеїв і фанери. Встановлено, що у разі додавання до ФФС як алюмомістких, так і органічних наповнювачів міцність фанери на сколювання у 2,0-2,5 рази перевищує стандартне значення міцності (для фанери із листяних порід 1,5 МПа).

Однак варто зазначити, що у разі додавання органічних наповнювачів (деревного і житнього борошна) до фенолоформальдегідної смоли, вони добре змішуються із нею, утворюючи однорідний клей, добре набрякають у воді, підвищують в'язкість клею, надають йому доброї липкості, запобігають стіканню смоли із листів шпону.

Якщо додаємо до фенолоформальдегідної смоли алюмомісткі наповнювачі, то отримуємо клеї, які не відповідають низці експлуатаційних та технологічних вимог. Насамперед, клеї неоднорідні, частинки наповнювачів збиваються у грудки, залишаючись на стінках посудини; клеї погано наносяться на поверхню шпону. З цих міркувань застосування алюмомістких наповнювачів у сухому порошкоподібному вигляді для виготовлення фанери є недоцільним.

Вплив розчинів алюмомістких наповнювачів на властивості клеїв і фанери. Оскільки алюміній сірчанокислий добре розчиняється у воді кімнатної температури, а алюмоамонійний та алюмокалієвий галуни – лише на 85-90 %, то в подальших дослідженнях застосовували розчини наповнювачів. Розчини із смолою утворюють однорідні композиції, в'язкість яких зменшується; клей добре наноситься на шпон та швидко просочується в пори деревини.

У разі додавання до ФФС 0,05-0,25 мас. ч 5 %-их розчинів алюмомістких наповнювачів міцність фанери

на сколювання практично не змінюється і становить: для алюмінію сірчаноокислого 3,10-2,62 МПа, для алюмоамонійного галуна – 3,16-2,12 МПа, для алюмокалієвого галуна – 2,85-3,30 МПа (рис. 1). За подальшого збільшення вмісту наповнювачів у смоли від 0,5 до 2,0 мас. ч міцність фанери на сколювання різко зменшується (на 50-70 %). Аналогічний характер залежності міцності спостерігається для 7,5 %-их (рис. 2) і 10 %-их розчинів наповнювачів.

Однак, у разі додавання до смоли 0,5-2,0 мас. ч 10 %-их розчинів наповнювачів, утворюється неоднорідна клейова композиція із значною кількістю згустків, яку досить складно рівномірним шаром нанести на поверхню шпону. Це стало причиною, яка унеможливила виготовлення фанери за такого вмісту наповнювачів.

Окрім цього, алюміній сірчаноокислий та алюмоамонійний галун забезпечують вищу міцність фанери на сколювання, ніж алюмокалієвий галун.

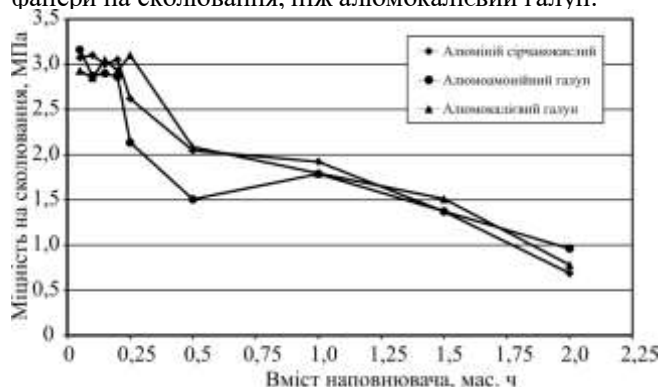


Рис. 1. Залежність міцності фанери на сколювання від типу і вмісту 5 %-го розчину наповнювача

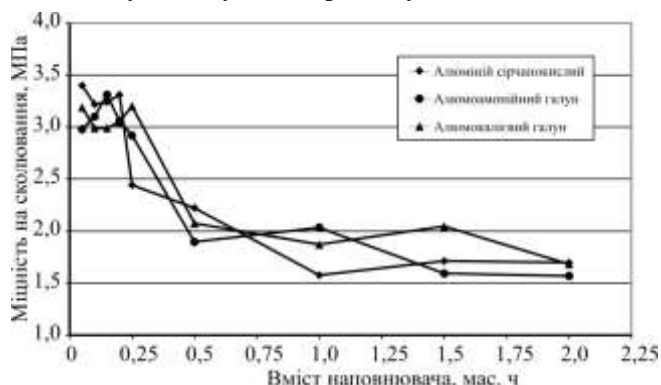


Рис. 2. Залежність міцності фанери на сколювання від типу і вмісту 7,5 %-го розчину наповнювача

Таким чином, додавання до смоли неорганічних наповнювачів у вигляді розчинів порівняно із порошкоподібними наповнювачами дає змогу утворювати однорідні клейові композиції, клей добре наноситься на шпон та швидко просочується деревиною, забезпечується висока міцність склеювання.

Табл. 2. Властивості клеїв і міцність фанери на сколювання

Показник	Наповнювач (суміш алюмомісткого + органічного)		
	7,5 %-ий розчин алюмінію сірчаноокислого	7,5 %-ий розчин алюмоамонійного галуна	7,5 %-ий розчин алюмокалієвого галуна
	0,15 мас. ч		

	деревне борошно	житнє борошно	деревне борошно	житнє борошно	деревне борошно	житнє борошно
3 мас. ч						
Міцність фанери на сколювання, МПа	3,68	4,09	3,30	3,22	3,86	3,55

У табл. 2 наведено значення властивостей клеїв і міцності фанери на сколювання у разі одночасного додавання до фенолоформальдегідної смоли як алюмомістких, так і органічних наповнювачів. Внаслідок такого спільного додавання наповнювачів також отримуємо однорідні клейові композиції, які добре наносяться на шпон і забезпечують утворення міцного клейового з'єднання.

Режими склеювання фанери. Реалізація експериментальних досліджень, згідно з першим етапом, дала змогу обрати для подальших досліджень таку рецептуру клею: фенолоформальдегідна смола – 100 мас. ч, 7,5 %-ий розчин сірчаноокислого алюмінію – 0,15 мас. ч, житнє борошно – 3 мас. ч.

Визначення режимів склеювання фанери на основі обраного рецепту здійснювалось шляхом реалізації плану другого порядку В₄.

Після оброблення експериментальних даних отримано адекватну регресійну залежність міцності фанери на сколювання ($\sigma_{ск}$), яка має такий вигляд:

$$\sigma_{ск} = 3,87 + 0,22x_1 + 0,63x_2 + 0,29x_3 + 0,10x_4 - 0,28x_1^2 + 0,19x_2^2 - 0,34x_3^2 - 0,21x_4^2 - 0,07x_1x_2 + 0,06x_1x_3 - 0,03x_1x_4 + 0,06x_2x_3 + 0,02x_2x_4 - 0,17x_3x_4$$

Найістотніший вплив на міцність фанери на сколювання чинять в порядку спадання температура, тривалість і тиск склеювання, витрата клею. Якщо правильно підібрати тиск, температуру і тривалість склеювання, то витрату клею можна зменшити на 40 % (до 90 г/м²), не погіршуючи міцності, а навіть підвищуючи її в 2,5-3 рази, порівняно з мінімальним значенням міцності на сколювання, відповідно до ГОСТ 3916.1-96 (1,5 МПа). У табл. 3 наведено деякі можливі режими склеювання фанери, виготовленої на основі фенолоформальдегідного клею модифікованого алюмінієм сірчаноокислим, які дають змогу на 50 % зменшити тиск склеювання, на 15,4 % – температуру склеювання, на 40 % – тривалість склеювання, на 40 % – витрату клею.

Табл. 3. Рекомендовані режими склеювання

Варіант	Значення режимних параметрів склеювання				Міцність фанери на сколювання*, МПа	
	Тиск, МПа	Температура, °С	Тривалість, хв	Витрата клею, г/м ²	експеримент	модель
0**	1,8	130	10	150	2,76	-
1	1,0	130	10	150	3,41	4,10
2	1,0	110	10	150	3,14	2,42
3	1,0	130	6	150	3,17	3,60
4	1,0	110	6	150	2,83	2,42
5	1,0	130	10	90	3,54	4,02
6	1,0	110	10	90	2,6	2,54
7	1,0	130	6	90	2,85	3,10

8	1,0	110	6	90	2,25	1,86
9	1,5	130	8	120	4,65	4,69
10	1,5	110	8	120	3,48	3,43
11	1,0	120	8	120	3,66	3,37
12	1,5	120	10	120	4,02	3,82
13	1,5	120	6	120	3,05	3,24
14	1,5	120	8	150	3,49	3,76
15	1,5	120	8	90	3,83	3,56

Примітка: * – регламентоване значення міцності фанери на сколювання згідно з ГОСТ 3916.1-96 – не менше, ніж 1,5 МПа.; ** – контроль

Висновки

Модифікування фенолоформальдегідних смол алюмомісткими сполуками, дає змогу отримувати клеї, що забезпечують можливість виготовлення фанери без втрати її міцності за нижчих значень температури (110-120°C), тиску (1,0-1,5 МПа) та тривалості склеювання (6-8 хв.) і витрати клею (90-120 г/м²). Для цього достатньо навіть мінімального вмісту наповнювача (0,05-0,15 мас. ч на 100 мас. ч. смоли).

Рекомендується алюмомісткі речовини додавати до смоли у вигляді 5 %-их та 7,5 %-их розчинів.

ЛІТЕРАТУРА

1. А.С. 735619 СССР. Клеевая композиция для изготовления фанеры и древесно-волоконных плит / Вилкас Р.В., Пуоджюкинас Р.А. – Опубл. 09.11.77, Бюл. № 19.
2. Варанкина Г.С., Высоцкий А.В., Черных А.Г., Белослудцева Е.В. Эффективные малотоксичные алюмосиликатные наполнители фенолоформальдегидных клеев для фанеры и древесных плит // Деревообрабатывающая промышленность, 1995. – № 3. – С. 6-8.
3. Доронин Ю.Г., Мирошник С.Н., Свиткина М.М. Синтетические смолы в деревообработке. – М. : Лесн. пром-сть. – 1987. – 224 с.
4. Кондратьев В.П., Топоркова Г.В., Кондратьева И.Б. Изыскание новых наполнителей для фенолоформальдегидных смол // Сборник трудов ЦНИИ фанеры. – М. : ЦНИИ. – 1978. – № 9. – С. 38-41.
5. Куликов В.А. Производство фанеры. – М. : Лесн. пром-сть, 1976. – 368 с.
6. Разиньков Е.М., Васильев В.В. Физико-механические свойства и стойкость к дереворазрушающим грибам древесностружечных плит на фенолоформальдегидном

связующем с добавкой фенолоспирта // ВНИИдеревообаб. пром-сти. Балабаново, 1978. – С. 7.

7. Таблицы планов эксперимента для факторных полиномиальных моделей/ Справочное издание // Бродский В.З., Бродский Л.И., Голикова Т.И. и др. – М. : Металлургия, 1982. – 752 с.

8. Темкина Р.З. Синтетические клеи в деревообработке. – М. : Лесн. пром-сть, 1971. – 286 с.

9. Чубинский А.Н., Казакевич Т.Н. Склеивание хвойной фанеры при пониженных температурах // Деревообрабатывающая промышленность, 1992. – № 4. – С. 4-5.

10. Эльберт А.А., Коврижных Л.П., Васильев В.В. Модификация фенолоформальдегидных смол для древесностружечных плит // Деревообрабатывающая промышленность, 1979. – № 7. – С. 3-4.

11. Эльберт А.А. Химическая технология древесностружечных плит. – М. : Лесн. пром-сть, 1984. – 224 с.

12. The role of protein starch glutenous glue extenders in plywood // "Wood Based Panels Int.", 1988. – 8, № 1, 35-36.

13. Roy D.C., Chanda S.K. Ground-nut protein blended phenol-formaldehyde resin for plywood // IPIRI J., 1971. – № 4, 202-204.

P. A. Bekhta, G. Ye. Bits

MODIFICATION OF PHENOL-FORMALDEHYDE RESINS BY ALUMINIUM CONTAINING COMPOUNDS

The possibility of the modification of phenol-formaldehyde resins by aluminium containing compounds for plywood production are described. The influence of modifiers on the shear strength of plywood is analysed. It is indicated that modification of phenol-formaldehyde resins by aluminium containing compounds allows to get glues which provide possibility of making of plywood of the promoted shear strength for less energy consumption during the operation of press-ing. It is recommended to add the aluminium containing compounds to resin as solutions.

УДК 629.02

Б. В. БІЛИК¹

ВПЛИВ ПООДИНОКИХ НЕРІВНОСТЕЙ ДОРОГИ НА ДИНАМІЧНІ НАВАНТАЖЕННЯ ТРАНСМІСІЇ ЛІСОВОЗНОГО АВТОМОБІЛЯ

Подано математичну модель розрахунку поступального руху і крутильних коливань трансмісії тривісного лісовозного автомобіля підвищеної прохідності. Змодельовано вертикальні коливання та процес розгону автомобіля з урахуванням перемикання передач коробки. Розроблена комп'ютерна програма дає змогу кількісно оцінити вплив поодиноких нерівностей на інтенсивність коливань та динамічних навантажень трансмісії.

Нерівності дороги істотно впливають не тільки на швидкість і продуктивність, але й на динамічні процеси і довговічність трансмісії та інших вузлів автомобіля. Дослідження крутильних коливань трансмісії автомобіля підвищеної прохідності вимагає адекватного моделювання зовнішніх впливів, які діють на лісовозний автопотяг. Основними зовнішніми впливами на трансмісію є змінний крутний момент двигуна, змінні сили та моменти опору рухові, тобто сили опору коченню, опору підйому та повітря. Нерівності покриття дороги збурюють вертикальні коливання автомобіля, які, своєю чергою, викликають періодичну зміну нормальних реакцій дороги та сил і моментів опору коченню ведучих коліс. Таким чином простежується взаємозв'язок між нерівностями дороги та коливаннями автомобіля, які вони спричинюють, і динамічними моментами та крутильними коливаннями в трансмісії. Тому зрозуміла потреба розроблення комплексної математичної моделі, яка об'єднувала б динамічні властивості лісовозного автопотяга, як об'єкта, що рухається поступально і являє собою систему мас і пружних та дисипативних елементів підвісок та шин коліс, і моделі трансмісії автомобіля-тягача з її обертовими масами і пружними валами.

Мікропрофіль, яким описують нерівності дороги, коли моделюють крутильні коливання трансмісії, переважно задають у вигляді синусоїди або певної випадкової функції. Однак є усі підстави розглядати поверхню дороги як сукупність поодиноких нерівностей [2]. Залежно від розмірів кожної з них, водій відповідно знижує швидкість руху і до зустрічі з наступною нерівністю коливання автомобіля або зовсім затухають, або істотно зменшуються [1]. Тому вважати мікропрофіль синусоподібним чи випадковим, без урахування змінної швидкості, є досить проблемним.

Схему алгоритму розробленої моделі зображено на рис. 1. Якщо знехтувати зміною сили опору

коченню причепа, спричиненою переїздом його коліс через нерівності, і вважати, що зміна ухилу дороги відбувається плавно і мало впливає на інтенсивність крутильних коливань трансмісії, то алгоритм міститиме такі процедури:

- **PoczVert** – процедура обчислення параметрів розрахункової моделі і початкових умов вертикальних коливань автомобіля-тягача;
- **PoczTr1** – обчислення зведених параметрів розрахункової моделі трансмісії та початкових умов під час зрушення автопотяга з місця;
- **PoczTr2** – обчислення зведених параметрів трансмісії під час перемикання коробки передач в процесі розгону та усталеного руху автопотяга;
- **ModelVert** – моделювання поодиноких нерівностей-горбиків дороги у вигляді зміщених косинусоїд (рис. 4) та обчислення пришвидшень вертикальних коливань і змінних нормальних реакцій дороги на колеса кожної з осей автомобіля;
- **ModTr6x6** – обчислення змінного крутного моменту двигуна під час розгону і перемикання передач та руху на усталеній швидкості, обчислення моментів опору коченню, підйому, опору повітря, а також пришвидшень обертових мас трансмісії та поступальної маси автопотяга;
- **EkosC** і **AdamC** – процедури числового інтегрування системи 12-ти диференціальних рівнянь другого порядку методом Ейлера-Коші та Адамса, що описують вертикальні коливання, крутильні коливання трансмісії та поступальний рух автопотяга;
- **RozTr6x6** – головна процедура, яка у циклі об'єднує процес обчислень на кожному кроці інтегрування та формує масиви значень величин для виведення їх у вигляді графіків в основній програмі.

Зображена на рис. 2 розрахункова модель вертикальних коливань – це динамічна система, що містить піддресорені маси m_1 – над передньою віссю і m_2 – над заднім візком; непіддресорені маси переднього, середнього і заднього мостів $m_{i\bar{r}}$, $m_{i\bar{n}}$ і $m_{i\bar{c}}$; пружні елементи з жорсткістю $\tilde{n}_{\delta_1}$, $\tilde{n}_{\delta_2}$, $\tilde{n}_{\delta}$, та коефіцієнти в'язкого тертя k_{p1} , k_{p2} і $k_{ш}$, що моделюють

¹ **Богдан Васильович БІЛИК** – член-кореспондент ЛАН України, кандидат технічних наук, професор, Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів. Тел.: +38(032) 239-27-69. E-mail: bilykbv@ukr.net

передні та задні ресори і шини автомобіля [2]. Вертикальні переміщення точок контакту коліс переднього, середнього і заднього мостів автомобіля з опорною поверхнею дороги описують функції q_n , q_c і q_3 .

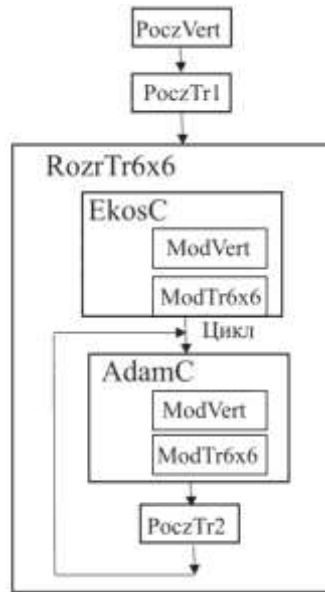


Рис. 1. Структура алгоритму моделювання поступального руху, вертикальних коливань і крутильних коливань трансмісії лісозвозного автомобіля

Беручи до уваги, що коефіцієнт розподілу підресорної маси автомобіля у більшості випадків не виходить за межі $\varepsilon = 0,7 - 1,4$, можна припустити, що коливання підресорної маси над передньою віссю незалежні від її коливань над заднім візком [1, 2]. Таке припущення не призводить до істотних похибок розрахунків.

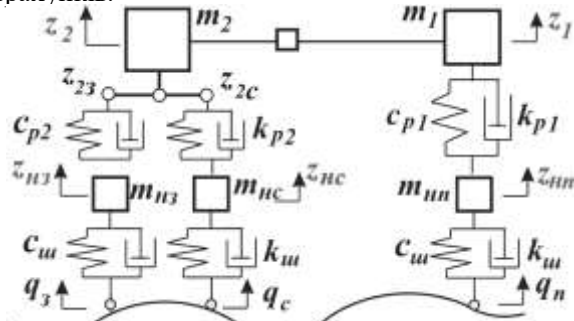


Рис. 2. Схема розрахункової моделі вертикальних коливань тривісного автомобіля з балансною підвіскою заднього візка

У цьому випадку розрахункова модель має шість ступенів вільності, її можна описати такою системою диференціальних рівнянь:

$$\begin{aligned} m_1 \ddot{z}_1 + k_{p1} \dot{z}_1 + c_{p1} z_1 - k_{\delta 1} \dot{z}_{i1} + c_{\delta 1} z_{i1} &= 0; \\ m_2 \ddot{z}_2 + 2k_{p2} \dot{z}_2 + 2c_{p2} z_2 - k_{\delta 2} (\dot{z}_{i2} + \dot{z}_{i3}) - \tilde{n}_{\delta 2} (z_{i2} + z_{i3}) &= 0; \\ m_{i1} \ddot{z}_{i1} + (k_{p1} + k_{\theta}) \dot{z}_{i1} + (\tilde{n}_{p1} + \tilde{n}_{\theta}) z_{i1} - k_{\delta 1} \dot{z}_{i1} - \tilde{n}_{\delta 1} z_{i1} &= \\ &= k_{\theta} \dot{q}_1 - c_{\theta} q_1; \\ m_{i2} \ddot{z}_{i2} + (k_{p2} + k_{\theta}) \dot{z}_{i2} + (\tilde{n}_{p2} + \tilde{n}_{\theta}) z_{i2} - k_{\delta 2} \dot{z}_{i2} - \tilde{n}_{\delta 2} z_{i2} &= \\ &= k_{\theta} \dot{q}_2 - c_{\theta} q_2; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m_{i3} \ddot{z}_{i3} + (k_{p2} + k_{\theta}) \dot{z}_{i3} + (\tilde{n}_{p2} + \tilde{n}_{\theta}) z_{i3} - k_{\delta 2} \dot{z}_{i3} - \tilde{n}_{\delta 2} z_{i3} &= \\ &= k_{\theta} \dot{q}_3 - c_{\theta} q_3; \\ \dot{z}_{i2} &= (k_{p2} (\dot{z}_{i2} - \dot{z}_{i3}) + \tilde{n}_{p2} (z_{i2} - z_{i3}) + 2k_{p2} \dot{z}_2 + \\ &+ 2\tilde{n}_{p2} z_2 - 2\tilde{n}_{p2} z_{i2}) / 2k_{p2}. \end{aligned}$$

Модель крутильних коливань трансмісії (рис. 3) охоплює основні обертові маси – маховика двигуна J_1 , зчеплення J_6 , коробки передач J_2 , роздавальної коробки J_3 , ведучих коліс J_4 та обертової маси J_5 , еквівалентної поступальній масі автопотяга. Пружні і дисипативні властивості трансмісії задано коефіцієнтами крутильної жорсткості та в'язкого опору демпфера зчеплення і первинного вала коробки передач (c_1, k_1), карданного вала до роздавальної коробки (c_2, k_2), карданних валів до ведучих мостів (c_3, k_3), шин ведучих коліс (c_4, k_4) [3]. На трансмісію автомобіля діють чотири зовнішні впливи – крутний момент двигуна M_1 , момент тертя зчеплення $M_{3ч}$ (тільки під час його вмикання), момент опору коченню ведучих коліс M_K та момент опору підйому і опору повітря M_5 .

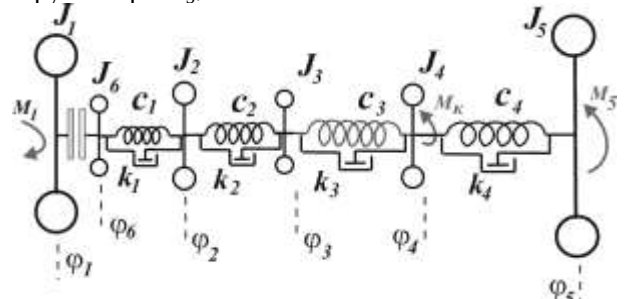


Рис. 3. Схема зведеної до вала двигуна розрахункової моделі трансмісії тривісного автомобіля з колісною формулою 6x6

Динамічна модель трансмісії має шість ступенів вільності, її можна описати такою системою диференціальних рівнянь:

$$\begin{aligned} J_1 \ddot{\phi}_1 &= (M_1 - M_{3ч}); \\ J_2 \ddot{\phi}_2 &= M_{\alpha 1} - k_2 (\phi_2 - \phi_3) - c_2 (\dot{\phi}_2 - \dot{\phi}_3); \\ J_3 \ddot{\phi}_3 &= k_2 (\phi_2 - \phi_3) + c_2 (\dot{\phi}_2 - \dot{\phi}_3) - k_3 (\phi_3 - \phi_4) - c_3 (\dot{\phi}_3 - \dot{\phi}_4); \\ J_4 \ddot{\phi}_4 &= k_3 (\phi_3 - \phi_4) + c_3 (\dot{\phi}_3 - \dot{\phi}_4) - k_4 (\phi_4 - \phi_5) - \\ &- c_4 (\dot{\phi}_4 - \dot{\phi}_5) - M_{kn} - M_{kc} - M_{kz}; \\ J_5 \ddot{\phi}_5 &= k_4 (\phi_4 - \phi_5) + c_4 (\dot{\phi}_4 - \dot{\phi}_5) - M_5; \quad J_6 \ddot{\phi}_6 = M_2 - M_{\alpha 1}, \end{aligned}$$

де $M_{\alpha 1} = k_1 (\phi_6 - \phi_2) + c_1 (\dot{\phi}_6 - \dot{\phi}_2)$.

Використовуючи описані вище процедури розроблено комп'ютерну програму, яка у середовищі Delphi 7, у циклі, виконує потрібні обчислення та числове інтегрування наведених двох систем диференціальних рівнянь.

Якщо задати нерівності поверхні дороги у вигляді поодиноких косинусоїд-горбків тої чи іншої довжини L_n , котрі чергуються через достатньо довгі відрізки шляху на яких коливання автомобіля затухають повністю, то можна наочно простежувати вплив кожної нерівності на коливання нормальних реакцій дороги R_L , R_C і R_3 під колесами передньої, середньої та задньої осей (рис. 4), а також динамічних моментів у трансмісії автомобіля, наприклад, моменту в одному з карданних валів $M_{кард}$ (рис. 5).

Серія обчислень для лісовозного автопотяга з тривісним автомобілем підвищеної прохідності КамАЗ-4310, як з повним навантаженням 14000 кг, так і без пакета деревини, показала, що найбільші розмахи динамічних моментів у валах трансмісії виникають під час переїзду через поодинокі нерівності довжиною в діапазоні $L_H=0,6-2,0$ м – під час руху на четвертій передачі ($V>38-40$ км/год), і в діапазоні $L_H=1-3,5$ м – під час руху на п'ятій передачі ($V>40-45$ км/год) (рис. 6, 7).

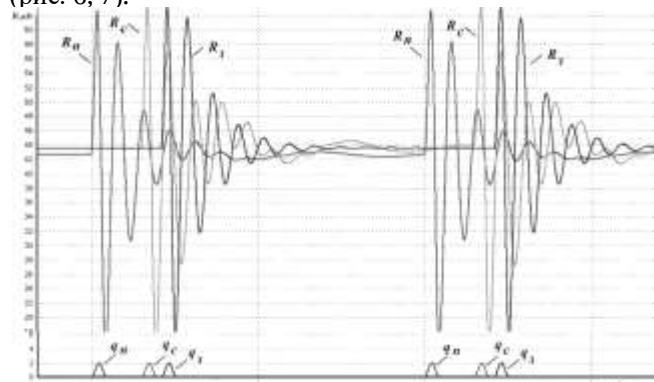


Рис. 4. Графіки зміни нормальних реакцій R_n , R_c , R_z дороги на колеса передньої, середньої та задньої осей під час переїзду через дві поодинокі нерівності: q_n , q_c , q_z – косинусоподібна нерівність висотою 2 см і довжиною $L_H=1$ м у моменті переїзду її колесами передньої, середньої та задньої осей (швидкість руху $V=40$ км/год)

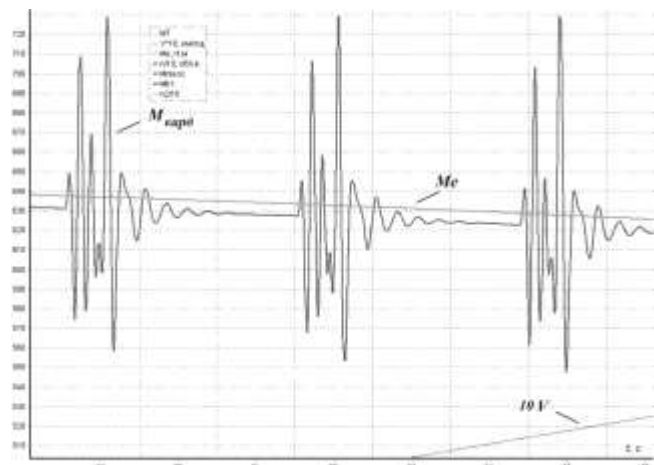


Рис. 5. Графік коливань зведеного динамічного моменту в карданному валі, спричинених переїздом трьох послідовних нерівностей довжиною $L_H=2$ м і висотою 5 см (швидкість руху 50-52 км/год)

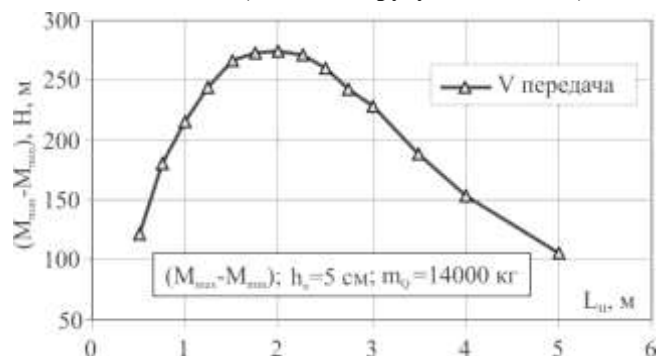


Рис. 6. Залежність розмахів динамічного моменту на вихідному валі коробки передач від довжини поодиноких нерівностей

Наголосимо на тому, що нерівності висотою $h_H>5$ см, внаслідок інтенсивних коливань автомобіля, викликають короткочасне відривання окремих коліс від поверхні дороги, що призводить до ще більшого зростання коливань і розмахів динамічних моментів у валах трансмісії, а також небезпеки втрати керованості автомобіля. Зниження значення коефіцієнта затухання у підвісці, наприклад, у разі несправності амортизаторів, також підвищує ймовірність відривання коліс, а розмахи динамічних моментів можуть зрости у два рази і більше.

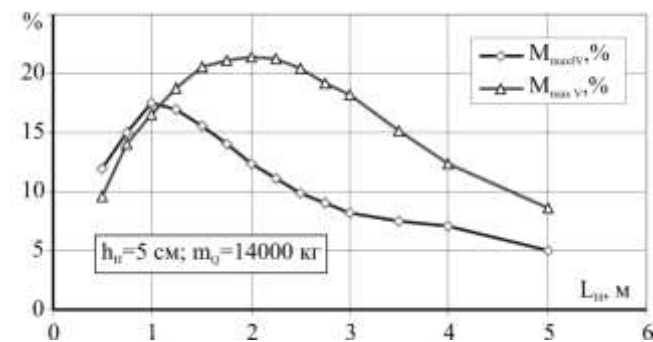


Рис. 7. Залежність відхилень максимумів динамічних моментів у % від довжини нерівностей під час руху на IV і V передачах

Висновки. Швидкість руху автомобіля в реальних умовах обмежується не лише сумарним опором дороги, але й інтенсивністю вертикальних коливань. Тому, для заданих параметрів системи підресорювання автомобіля, можлива швидкість та висоти й довжини нерівностей дороги взаємопов'язані.

Можна вважати, що під час переїзду через нерівність того чи іншого розміру обмеження швидкості настає внаслідок короткочасних відривань коліс від поверхні дороги. Розроблена математична модель поступального руху та спільних вертикальних і крутильних коливань трансмісії автомобіля, дає змогу не тільки кількісно оцінити вплив нерівностей на динамічні навантаження трансмісії, але й визначити небезпечні швидкості та висоти й довжини нерівностей дороги для конкретних автомобілів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Білик Б.В., Адамовський М.Г. Теорія самохідних лісових машин : навч. посібник. – Київ-Львів : Вид. дім. "Панорама", 1998. – 208 с.
2. Ротенберг Р.В. Подвеска автомобиля. – М. : Машиностроение, 1972. – 392 с.
3. Білик Б.В., Шевченко Н.В. Аналіз впливу передатних чисел трансмісії на процес розгону і паливну економічність тривісного автомобіля // Динаміка, надійність і довговічність механічних і біомеханічних систем та елементів їх конструкцій : матер. Міжнар. наук. конф., 2-5 вересня 2008 р. – Севастополь, 2008. – С. 117-122.

B. V. Bilyk

INFLUENCING OF SINGLE INEQUALITIES OF ROAD ON DYNAMIC LOADING OF TRANSMISSION OF TIMBER TRANSPORTING TRACK

The mathematical model for the calculation of forward motion and turning vibrations of three-axial timber transporting track of the promoted communicating. Vertical vibrations and process of acceleration of car are designed taking into account

switching of transmissions of box. The computer program gives a possibility to evaluate the influence of single inequalities on intensity of vibrations and dynamic loadings of power transmission.

УДК [004.451]:621.7.01

Ю. І. ГРИЦЮК¹

КОМБІНАТОРНІ МЕТОДИ ГЕНЕРУВАННЯ ДОПУСТИМИХ КАРТ РОЗКРОЮ ПЛИТНИХ ДЕРЕВНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ЗАГОТОВКИ

Розглянуто теоретичні засади процесу моделювання допустимих карт розкрою плитних деревних матеріалів (ПДМ) на заготовки, математичні моделі та комбінаторні методи генерування яких враховують відомі концептуальні схеми та відповідні їм базові конфігурації карт розкрою, а також дають змогу шляхом внесення комбінованих заготовок їх удосконалювати, або за рахунок різних комбінацій утворювати нові їх конфігурації прогнозованої складності.

Вступ. За останні декілька десятиліть різко зросла кількість проблем, для вивчення та розв'язання яких використовується методологія, теорія та практика системного аналізу. Серед науково-прикладних проблем системного аналізу одне з чільних місць займає проблема моделювання допустимих карт і оптимізація багатокритеріального плану розкрою плитних деревних матеріалів (ПДМ) на заготовки.

Значний внесок у створення теорії розкрою належить: вітчизняним ученим Л.В. Канторовичу, В.А. Залгаллеру і І.В. Романовському; американським вченим Т. Купмансу – за постановку задачі лінійного програмування і Дж. Данцігу – за симплекс-метод для її розв'язання; Л.В. Канторовичу і Дж. Данцігу – за модифікований симплекс-метод; П. Гілмору і Р. Гоморі – за цілочисельне лінійне програмування; Л.В. Канторовичу і І.В. Романовському – за генерування стовпців у симплекс-методі; європейським вченим Г. Дикгофу, Г. Вашеру, Ю. Лірову, Е.Е. Бішофу, М.С.В. Вашеру, Г. Янасе та ін. – за розвиток методів комбінаторної оптимізації.

У машинобудуванні проблемі розкрою присвячені поодинокі дослідження: Л.Б. Беякової, В.Я. Тимошенка, Ф.В. Бабаєва, А.Б. Опанасюка, А.К. Пандорина, Н.В. Письменчука, В.К. Партаса. Системним аналізом у даній області знань займаються наукові школи, засновниками яких є: проф. Е.А. Мухачова та її учні А.І. Єрмаченко, В.М. Картак, Т.М. Сиразетдінов, А.Р. Усманова, М.А. Смагін, А.Ф. Валєєва, А.В. Чіглінець, А.А. Мухачова, В.В. Бухвалова; проф. Ю.Г. Стояна і М.І. Гіля та їх учні – В.Я. Вінарський, О.О. Ємець, Т.Е. Романова, М.В. Новожилова, І.В. Магдаліна, І.В. Гребеннік та ін. У деревообробному виробництві чимало системних досліджень, пов'язаних з оптимізацією ТП розкрою деревинних матеріалів, проведено під керівництвом таких науковців: А.А. Піжуріна, В.С. Петровського, І.В. Соболева, Р.Е. Калітєєвського, І.С. Межова, М.Н. Феллера, Т.А. Носовського, Д.Л. Дудюка та ін.

Проблема моделювання допустимих карт розкрою ПДМ на заготовки різних концептуальних схем і відповідних їм базових конфігурацій з врахуванням заданих конструктивних і технологічних обмежень як у минулому, так і на даний час є складною науковою проблемою. Згідно з міжнародною системою класифікації, вона належить до так званої проблеми розкрою та пакування (cutting and packing problem – CPP). Ця проблема полягає, насамперед, в раціональному використанні розкроюваного матеріалу та отриманні необхідної кількості заготовок відповідно до заданих потреб. Окрім того, на підставі допустимих карт оптимального плану розкрою та інтенсивності їх застосування можна безпосередньо визначати структуру обладнання технологічного процесу (ТП) виготовлення заготовок. На підставі цих карт можна також удосконалити структуру пилкових установок наявного розкрійного обладнання або спроектувати нове з досі не реалізованими технологічними можливостями та ін.

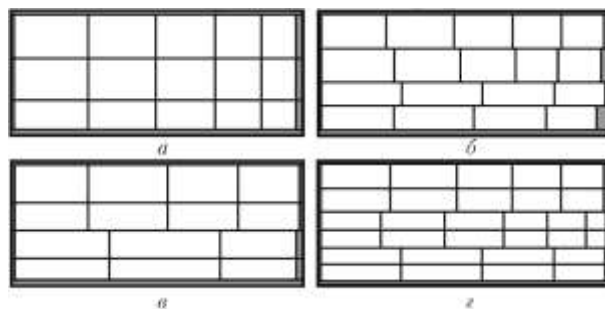


Рис. 1. Базові конфігурації карт розкрою ПДМ

Складність проблеми розкрою та пакування полягає у тому, що сам процес моделювання як простих базових конфігурацій карт розкрою (рис. 1: а, б), так і складних (рис. 1: в, г) чи комбінованих карт (рис. 2) пов'язана з вимогою максимального заповнення плити заготовками (з інтенсивністю пакування, близькою до одиниці), з дотриманням деякої послідовності виконання відповідних

¹ Юрій Іванович ГРИЦЮК – член-кореспондент ЛАН України, кандидат технічних наук, доцент кафедри обчислювальної техніки і моделювання технологічних процесів, Національний лісотехнічний університет України, м. Львів, Україна. Тел.: +38067-944-11-15. E-mail: nauk.visnyk@gmail.com

поздовжніх і поперечних пропилив для наявного розкрійного обладнання, а також з труднощами цілеспрямованого генерування таких їх допустимих варіантів, які б давали змогу швидко оптимізувати план розкрою з заданою точністю.

Актуальність дослідження проблеми розкрою і пакування полягає у тому, що навіть при невеликих обсягах виготовлення заготовок незначне заощадження ПДМ як сировини дає відчутний економічний ефект. Окрім того, навіть невелике зменшення тривалості робочого циклу процесу розкрою відразу ж позначається на збільшенні продуктивності роботи розкрійного обладнання та потужності дільниці розкрою, а також на зменшенні собівартості процесу виготовлення продукції та ін.

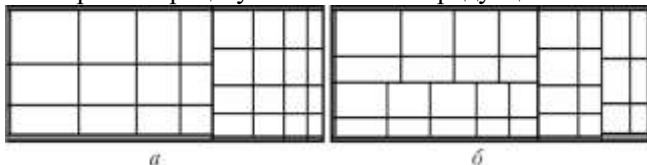


Рис. 2. Комбіновані карти розкрою ПДМ на заготовки

Ефективне вирішення проблеми розкрою ПДМ на заготовки можливе завдяки розробленню досконалих алгоритмів моделювання допустимих карт розкрою заданих концептуальних схем і відповідних їм базових конфігурацій та цілеспрямованого їх перебору за кращими кількісними та якісними характеристиками, а також за рахунок використання надійних і ефективних методів оптимізації плану розкрою. Поєднання всіх цих аспектів у єдину розрахункову систему уможливорює розроблення багатокритеріальних математичних моделей оптимізації ТП розкрою ПДМ на заготовки і реалізацію їх у вигляді пакета прикладних програм – підсистеми спеціалізованої АСУ ТП. Окрім виробничих розрахунків карт і плану розкрою, ця підсистема повинна забезпечувати здійснення виробничо-проектних розрахунків процесу виготовлення заготовок з підбором відповідних типів та кількості основного і допоміжного розкрійного обладнання; визначення проектної продуктивності роботи обладнання за різними специфікаціями деталей; обчислення технологічної собівартості процесу виготовлення заготовок; розрахунок у статистичній динаміці через дисконтні ставки показників економічної ефективності від впровадження спроектованого ТП; здійснення проектних розрахунків компоновальної структури пилкових установок розкрійного обладнання і т.д.

Передумовою розроблення такого програмного забезпечення слугує теоретичне обґрунтування стратегії та тактики щодо процесу генерування всіх допустимих карт розкрою ПДМ на заготовки різних концептуальних схем і відповідних їм базових конфігурацій з врахуванням системи обмежень та вимог. Не належне виконання цієї роботи приводить до того, що, наприклад, невдало розроблені математичні моделі та побудовані за ними алгоритми генерування карт розкрою будуть забезпечувати тільки поверхневий їх перебір, моделюватимуться допустимі карти з далеко не найкращими показниками їх ефективності і, як наслідок, відшукуватимуться тільки локальні екстремуми функції мети плану

розкрою, тобто розроблятиметься він далеким від оптимального і т.д.

Проведений нами детальний аналіз сучасного стану комбінаторних методів розв'язання 2D задач розкрою й пакування [3-5] показав, що більшість дослідників використовують їх релаксацію до задачі меншої розмірності. Побудовані математичні моделі не завжди є адекватними досліджуваному процесу і не відображають важливих особливостей задач у початковій їх постановці. Отримані розв'язки таких задач загалом не є оптимальними, здебільшого допустимими. У найбільш анонсованих роботах, у яких розміщувані об'єкти і області розміщення мають форму прямокутника, як правило, використовують евристичні методи, які навіть в двовимірному випадку не мають адекватних математичних моделей і ефективних методів оптимізації.

Для моделювання допустимих карт розкрою широко використовується метод комбінаторного послідовно-одиначного розміщування прямокутних об'єктів (ПО) на перестановках [3], який можна подати у вигляді такої ітераційної процедури:

$$\begin{aligned} \mathcal{A}^b &= \{ a_j^t = \text{Rnd}[1; n], j = \overline{1, n}; a_j^t \neq a_k^t; k = \overline{1, j-1}; j-1 \}, \\ F_{gq}^t [x_{ij}^{t*} + l_i, j = \overline{1, q}; i = \overline{1, g}] &= \\ = \min_{x_{gq}^t \in G} \max \{ x_{ij}^{t*} + l_i, j = \overline{1, q}; i = \overline{1, g}; x_{gq}^t + l_g \}, \\ q &= \overline{1, n_g}; g = \overline{1, m}; t = \overline{1, T}, \end{aligned}$$

де: $\mathcal{A}^b$ – випадкова послідовність номерів розміщення ПО; T – кількість перестановок номерів; x_{ij}^{t*} – значення параметрів розміщених ПО; x_{gq}^t – значення параметрів розміщуваного ПО; l_i – довжина ПО.

Основний недолік цього методу та його модифікацій полягає в тому, що чергова згенерована карта розміщення ПО за критерієм відбору переважно є гіршою від найкращої з попередніх, позаяк вона генерується випадково. Це призводить до перегляду значної кількості так званих неперспективних карт розміщення ПО з локальними екстремумами, а також повільним наближенням до глобального значення функції мети. Для зупинки на найкращій з них використовуються критерії припинення обчислювального процесу.

У роботі [2] наведено концепцію регулярного цілеспрямованого перебору допустимих карт розміщення ПО, яка передбачає аналіз істотно меншої кількості їх неперспективних варіантів завдяки звуженню меж області допустимих значень функції мети, що значно збільшує імовірність отримання її глобального значення. Основна її перевага порівняно з перестановками в тому, що чергова згенерована карта за критерієм відбору має бути кращою від попередніх, позаяк вони генеруються не випадково, а цілеспрямовано. У кінцевому результаті це приводить до зупинки на найкращій з них, тобто отриманні оптимального значення функції мети, здебільшого без застосування критеріїв припинення обчислювального процесу.

1. Декомпозиція складних карт розкрою на функціональні елементи

Системний аналіз способів розкрою ПДМ на заготовки [1, с. 121], а також детальний аналіз

технологічних можливості сучасного розкрійного обладнання [1, с. 59, с. 439] вказують на потребу декомпозиції складних карт розкрою, тобто поділу їх на ієрархічні рівні та відповідні їм функціональні елементи. Доцільно під ієрархічним рівнем використовувати таке поняття як *абстрактна частина плити* (АЧП) [2, с. 102], а під поняттям функціональний елементи – відповідну базову конфігурацію карти розкрою. Для АЧП розроблено основні принципи моделювання базових конфігурацій карт розкрою. Зокрема, для всієї плити (рис. 3, а) чи її

ділянок (рис. 3: б-г), а також для торцевої та основної частин плити (рис. 3: д-ж) пропонуємо у основу базової конфігурації карти розкрою закласти: схему "сітка" (рис. 3, к); комбінацію багатьох "сіток" (рис. 3, л); гільйотинне відрізання смуг (рис. 3, м). Для моделювання базових конфігурацій карт розкрою розроблено *метод регулярного послідовно-одиначного одно- та дво- і багатовимірного розміщування прямокутних об'єктів (ПО) у межах АЧП* з врахуванням системи обмежень та вимог.



Рис. 3. Декомпозиція складних карт розкрою на функціональні елементи

У роботі [2] детально розглянуто три групи комбінаторних задач розміщування ПО. До *першої групи* належать задачі, які стосуються розкрою погонного матеріалу на заготовки (1D пакування ПО). Для таких задач допустимі карти розкрою моделюють з використанням *методу РП-ООР ПО вздовж смуги скінченної довжини*. До *другої групи* належать задачі, які стосуються розкрою плит на заготовки (2D пакування ПО) за схемою з суцільними поздовжніми і суцільними поперечними пропилами. Технологія її реалізації полягає в тому, що від плити спочатку поздовжніми пропилами відрізають смуги, а потім ці смуги разом розрізають на заготовки (рис. 3, к) [2, с. 102]. У цій групі задач карти розкрою генерують з використанням *методу РП-ОДР ПО у межах АЧП* за схемою "сітка".

До *третьої групи* належать задачі, які стосуються розкрою плит на заготовки (2D пакування ПО) за схемою з суцільними поздовжніми і зміщеними поперечними пропилами. Моделювання таких карт розкрою починається з того, що спочатку відбувається розміщування смуг по ширині плити, після чого їх розкладають одна під одною, а потім – розміщують заготовки вздовж кожної розкладеної смуги (рис. 3, л) [2, с. 288]. Такі карти розкрою генерують з використанням *методу РП-ОБР ПО у межах АЧП* з комбінацією багатьох "сіток". До цієї групи задач також належать карти розкрою, які моделюють за схемою гільйотинного відрізання смуг (рис. 3, м).

Для реалізації методу дво- та багатовимірного розміщування ПО у межах АЧП введено такі позначення для вхідних даних:

- D^n, W^n – довжина і ширина АЧП, m^c – кількість смуг;
- $\mathcal{O}^c = \{\sigma_i^c, i = \overline{1, m^c} : \sigma_{i-1}^c \geq \sigma_i^c\}$ – впорядковані за спаданням ширини смуг;
- $N_i^{\bar{i}} = \{n_i^{\bar{i}}, i = \overline{1, m^{\bar{i}}}\}$ – кількість ПО у смугах;
- $\mathcal{A}_i^{\bar{i}} = \{A_{ij}^{\bar{i}} = \{a_{ij}^{\bar{i}}, j = \overline{1, n_i^{\bar{i}}} : a_{i,j-1}^{\bar{i}} \geq a_{ij}^{\bar{i}}\}, i = \overline{1, m^{\bar{i}}}\}$ – впорядковані за спаданням довжини ПО для кожної групи ширин смуг.

2. Метод регулярного послідовно-одиначного двовимірного розміщення ПО у межах АЧП за схемою "сітка"

Процедура моделювання всіх допустимих карт розкрою за схемою "сітка" (рис. 3, к) без врахування обмежень на процес їх генерування полягає у послідовному розв'язанні таких задач: задачі 1D пакування ПО у межах основної смуги; задачі підбору допоміжних смуг, до яких мають входити усі ПО з довжинами, як і у основній смузі; задачі 1D пакування підібраних ширин смуг у межах ширини АЧП. Їх послідовна реалізація дає змогу отримати такі результату розрахунку:

- допустимі карти розміщення ПО у межах АЧП за схемою "сітка"

$$\mathcal{K}_{co}^u = \left\{ \mathcal{K}_{co}^u = \left\{ \mathcal{K}_{co}^{uv}, v = \overline{1, Kp_{no}^u} \right\}, u = \overline{1, m^c} \right\}; \quad (1)$$

$$\mathcal{K}_{co}^{uv} = \left\{ \mathcal{K}_{co}^{uvw} = f[u, v, w, \dots], w = \overline{1, Ks_{no}^{uv}} \right\}; \quad (2)$$

- інтенсивності заповнення ПО усієї АЧП

$$\mathcal{K}_{no}^{uvw} = \left\{ \mathcal{K}_{no}^{uvw} \rightarrow \max, w = \overline{1, Ks_{no}^{uv}} \right\}; \quad (2)$$

$$Kz_{no}^{uvw} = f[\bar{A}^i, \bar{\emptyset}^i, \bar{\mathcal{K}}_i^i, \bar{\mathcal{K}}_i^{0i}, \bar{\mathcal{K}}_i^{uv}, \bar{\mathcal{K}}_i^{uvw}] \rightarrow \max$$

- повторюваності ПО у основній та допоміжних смугах

$$\mathcal{P}_{no}^{uvw} = \left\{ \mathcal{P}_{ij}^{uvw} = \left\{ p_{ij}^{uvw}, j = \overline{1, n_i^{uv}} \right\}, i = \overline{u, m^{uv}} \right\}; \quad (3)$$

$$p_{ij}^{uvw} = \begin{cases} f[\bar{A}^i, \bar{\mathcal{K}}_i^i, \bar{\mathcal{P}}_i^{u-1, w}], & \text{якщо } i > u; \\ p_{ij}^{uvw}, & \text{якщо } i = u; \end{cases}$$

- повторюваності основної та допоміжних ширин смуг по ширині АЧП

$$\mathcal{Y}_{no}^{uvw} = \left\{ y_i^{uvw}, i = \overline{u, m^c} \right\}, w = \overline{1, Ks_{no}^{uv}}; \quad (4)$$

$$y_i^{uvw} = f[\bar{\emptyset}^i, \bar{\mathcal{K}}_i^{0i}, \bar{\mathcal{Y}}_i^{u, w-1}];$$

де: Kp_{no}^u – кількість допустимих варіантів розміщення ПО вздовж u -ої основної смуги;

- Ks_{no}^{uv} – кількість допустимих варіантів розміщення ширин смуг по ширині АЧП для v -го варіанта розміщення ПО вздовж u -ої основної смуги;
- Kz_{no}^{uvw} – інтенсивність заповнення ПО усієї АЧП у w -му варіанті розміщення смуг по ширині АЧП і для v -го варіанта розміщення ПО вздовж u -ої основної смуги;
- m^{uv} – кількість ширин смуг, які беруть участь у v -му варіанті розміщення ПО вздовж u -ої основної смуги;
- n_i^{uv} – кількість довжин ПО в i -ій смузі, які беруть участь у v -му варіанті їх розміщення вздовж u -ої основної смуги;
- y_i^{uvw} – повторюваність i -ої смуги у w -му варіанті їх розміщення по ширині АЧП для v -го варіанта розміщення ПО вздовж u -ої основної смуги;
- p_{ij}^{uvw} – повторюваність j -го ПО в i -ій смузі для w -го варіанта розміщення ширин смуг по ширині АЧП і для v -го варіанта розміщення ПО вздовж u -ої основної смуги.

Розглянемо алгоритм знаходження сукупності невідомих параметрів у виразах (1)–(4), який базується на методі РП-ОДР ПО у межах АЧП за схемою "сітка" без врахування обмежень на процес їх генерування.

Введемо такі додаткові змінні: z_{ij}^{uv} – поточну довжину залишку $u=i$ -ої основної смуги, вздовж якої потрібно розмістити j -ий ПО під час генерування v -го варіанта розміщення ПО вздовж u -ої основної смуги; i_i^{uv} – номер ПО, з якого починаємо обчислення його повторюваності під час генерування v -го варіанта розміщення ПО вздовж u -ої основної смуги. Перед початком процесу генерування 1-ої карти розміщення ПО у межах усієї АЧП за схемою "сітка" названі змінні набувають таких значень: $u=1$; $i=u$; $z_{11}^{11} = \bar{A}^i$ і $i_1^{11} = 0$, а також $\mathcal{P}_{no}^{11} = 0$.

Поточну повторюваність j -го ПО для $i=u$ -ої смуги і поточну довжину залишку смуги під час генерування v -го варіанта розміщення ПО вздовж u -ої основної смуги визначаємо за допомогою такої настанови:

$$\begin{pmatrix} p_{ij}^{uvw} = \text{int} \left[\frac{z_{ij}^{uv}}{\bar{a}_{ij}^{uv}} \right]; \\ z_{i, j+1}^{uv} = z_{ij}^{uv} - \bar{a}_{ij}^{uv} \cdot p_{ij}^{uvw} \end{pmatrix}, j = \overline{i_i^{uv} + 1, n_i^{uv}} : i = u. \quad (5)$$

Потім відшукуємо такі допоміжні смуги, до яких входять обов'язково всі довжини ПО як у $v=1$ -му варіанті розміщення ПО для u -ої основної смуги, внаслідок чого утворюємо робочу множину ширин смуг

$$\mathcal{A}^{uv} = \left\{ \mathcal{A}_i^{uv} = \left\{ \bar{a}_{ij}^{uv}, j = \overline{1, n_i^{uv}} \right\}, i = \overline{u, m^{uv}} \right\} \quad (6)$$

і відповідну їм множину довжин ПО

$$\mathcal{O}^{uv} = \left\{ \bar{o}_i^{uv}, i = \overline{u, m^{uv}} \right\}, \quad (7)$$

$$\text{де: } \bar{a}_{ij}^{uv} = \begin{cases} \bar{a}_{ik}^{uv}, \text{ якщо } p_{ij}^{uvw} > 0 \wedge \bar{a}_{ij}^{uv} = \bar{a}_{ik}^{uv}; \\ 0 - \text{якщо } \bar{a}_{ij}^{uv} = 0, \end{cases}$$

$$\bar{o}_i^{uv} = \begin{cases} \bar{o}_i, \text{ якщо } p_{ij}^{uvw} > 0 \wedge \bar{a}_{ij}^{uv} = \bar{a}_{ik}^{uv}; \\ 0 - \text{якщо } \bar{o}_i = 0. \end{cases}$$

Введемо ще такі додаткові змінні: c_i^{uvw} – розмір поточного залишку ширини АЧП, по ширині якого потрібно розмістити i -ту смугу під час генерування w -го варіанта розміщення смуг по ширині АЧП для v -го варіанта розміщення ПО вздовж u -ої основної смуги; k^{uvw} – номер смуги, з якої починаємо обчислення повторюваності смуг під час генерування w -го варіанта розміщення смуг по ширині АЧП для v -го варіанта розміщення ПО вздовж u -ої основної смуги. Перед початком процесу генерування 1-го варіанта розміщення смуг по ширині АЧП для v -го варіанта розміщення ПО вздовж u -ої основної смуги названі змінні набувають таких значень: $c_u^{uv1} = \bar{\emptyset}^i$ і $k^{uv1} = 0$, а також $\mathcal{Y}_{no}^{uv1} = 0$.

Поточну повторюваність i -ої смуги і розмір поточного залишку ширини АЧП під час генерування w -го варіанта розміщення ширин смуг по ширині АЧП для v -го варіанта розміщення ПО вздовж u -ої основної смуги визначаємо за допомогою такої настанови:

$$\begin{pmatrix} y_i^{uvw} = \text{int} \left[\frac{c_i^{uvw}}{\bar{o}_i^{uv}} \right]; \\ c_{i+1}^{uvw} = c_i^{uvw} - \bar{o}_i^{uv} \cdot y_i^{uvw}; \end{pmatrix}, i = \overline{k^{uvw} + 1, m^{uv}} : k^{uvw} \geq u. \quad (8)$$

Поточну повторюваність j -го ПО для i -ої смуги під час генерування w -го варіанта розміщення смуг по ширині АЧП для v -го варіанта розміщення ПО вздовж u -ої основної смуги визначаємо так:

$$\left(p_{ij}^{uvw} = p_{ij}^{uvw}, j = \overline{1, n_i^{uv}} \right), i = \overline{u + 1, m^{uv}}. \quad (9)$$

Загальне заповнення ПО довжин смуг, кожна з яких має довжину $\bar{L}^n$, під час генерування v -го варіанта розміщення ПО вздовж u -ої основної смуги обчислюємо за такою формулою:

$$\mathcal{S}^{uv} = \left\{ s_i^{uvw} = \sum_{j=1}^{n_i^{uv}} \bar{a}_{ij}^{uv} \cdot p_{ij}^{uvw} : s_i^{uvw} \leq \bar{A}^i, i = \overline{u, m^{uv}} \right\}, \quad (10)$$

загальне заповнення ширини АЧП смугами під час генерування w -го варіанта розміщення смуг по ширині АЧП для v -го варіанта розміщення ПО вздовж u -ої основної смуги обчислюємо так:

$$\delta^{uvw} = \sum_{i=u}^{m^{uv}} \delta_i^{uv} \cdot y_i^{uvw} : \delta^{uvw} \leq \delta^i. \quad (11)$$

Загальне заповнення ПО усієї АЧП за схемою "сітка" обчислюємо за такою формулою:

$$\Omega^{uvw} = \delta^{uvw} \cdot S_u^{uvw} : \Omega^{uvw} \leq S^i, \quad (12)$$

а інтенсивність заповнення ПО усієї АЧП – за такою формулою:

$$Kz^{uvw} = \frac{\Omega^{uvw}}{S^i}, \quad (13)$$

де $S^n = L^n \cdot M^n$ – площа АЧП.

Показник (13) у процесі генерування допустимих карт розкрою набуває такі значення:

$$Kz^{uvw} = \begin{cases} 1, & \text{якщо } \Omega^{uvw} = S^i; \\ \Omega^{uvw} / S^i - \text{інакше}. \end{cases} \quad (14)$$

Наступний поточний $w=w+1$ варіант розміщення смуг по ширині АЧП базується на попередньому варіанті з такими змінами. Повторюваності смуг з попереднього варіанта їх розміщення по ширині АЧП переносимо в наступний варіант, тобто

$$y_i^{uvw} = y_i^{uv,w-1}, \quad i = \overline{k^{uvw}, m^{uv}-1}. \quad (15)$$

Повторюваність m^{uv} -ої смуги прирівнюємо до нуля ($y_{m^{uv}}^{uv} = 0$). Потім відшукуємо k^{uvw} -ту смугу, для якої виконується умова $y_{k^{uvw}}^{uv} > 0$. Повторюваність цієї смуги зменшуємо на одиницю, тобто $y_{k^{uvw}}^{uvw} = y_{k^{uvw}}^{uv} - 1$. Початковий розмір залишку ширини АЧП для k^{uvw} -ої смуги під час генерування w -го варіанта розміщення смуг по ширині АЧП обчислюємо за такою формулою:

$$c_{k^{uvw}}^{uvw} = \delta^i - \sum_{i=1}^{k^{uvw}} \delta_i^{uv} \cdot y_i^{uvw} : c_{k^{uvw}}^{uvw} \geq \delta_{min}^{uv}, \quad (16)$$

де $\delta_{min}^{uv} = \min \{ \delta_i^{uv}, i = \overline{u, m^{uv}} \}$ – мінімально допустима ширина смуги для v -го варіанта розміщення ПО вздовж u -ої основної смуги.

Після цього за допомогою настанови (8) визначаємо поточну повторюваність i -ої смуги і розмір поточного залишку ширини АЧП під час генерування w -го варіанта їх розміщення по ширині АЧП. Аналогічні розрахунки продовжуємо для кожного наступного варіанта розміщення смуг. Процес генерування всіх допустимих варіантів розміщення смуг по ширині АЧП припиняємо у випадку виконання такої умови:

$$y_i^{uvw} = 0 \wedge i = u, \quad (17)$$

тобто, повторюваність u -ої основної смуги має дорівнювати нулю.

Наступний поточний $v=v+1$ варіант розміщення ПО вздовж u -ої основної смуги базується на попередньому варіанті з такими змінами і відповідними доповненнями. Повторюваності ПО з попереднього варіанта їх розміщення вздовж u -ої основної смуги переносимо в наступний варіант, тобто

$$p_{ij}^{uvw} = p_{ij}^{u,v-1,w}, \quad j = \overline{l_i^{uv}, n_i^{uv}-1}; \quad i = u. \quad (18)$$

Повторюваність n_i^{uv} -го ПО прирівнюємо до нуля ($p_{i,n_i^{uv}}^{uv} = 0$). Потім відшукуємо i_i^{uv} -ий ПО, для якого виконується умова $p_{i_i^{uv}}^{uv} > 0$. Повторюваність цього

ПО зменшуємо на одиницю ($p_{i_i^{uv}}^{uvw} = p_{i_i^{uv}}^{uvw} - 1$).

Початкову довжину залишку основної смуги для i_i^{uv} -го ПО під час генерування v -го варіанта розміщення ПО вздовж смуги обчислюємо за такою формулою:

$$z_{i_i^{uv}}^{uvw} = \ddot{A}^i - \sum_{j=1}^{i_i^{uv}} \ddot{a}_{ij}^{uv} \cdot p_{ij}^{uvw} : z_{i_i^{uv}}^{uvw} \geq \ddot{a}_{i,min}^{uv}, \quad (19)$$

де $\ddot{a}_{i,min}^{uv} = \min \{ \ddot{a}_{ij}^{uv}, j = \overline{1, n_i^{uv}} \}$ – мінімально допустима довжина ПО для v -го варіанта розміщення ПО вздовж u -ої основної смуги.

Після цього за допомогою настанови (5) визначаємо поточну повторюваність j -го ПО і поточну довжину залишку смуги під час генерування v -го варіанта розміщення ПО вздовж смуги. Аналогічні розрахунки продовжуємо для кожного наступного варіанта розміщення ПО. Процес генерування всіх допустимих варіантів розміщення ПО вздовж смуги скінченної довжини припиняємо у випадку виконання такої умови:

$$(p_{ij}^{uvw} = 0, \quad j = \overline{1, n_i^{uv}-1}) \wedge i = u. \quad (20)$$

тобто, повторюваність ПО у кожній смугі дорівнює нулю з обов'язковою участю u -ої основної смуги.

Для будь-якої карти розміщення ПО у межах усієї АЧП за схемою "сітка" має виконуватися вимога щодо максимального заповнення смугами ширини АЧП, а також ПО – довжини основної смуги:

$$\begin{cases} \delta^i - \delta_{min}^{uv} \leq \delta^{uvw} \leq \delta^i, \\ \ddot{A}^i - \ddot{a}_{i,min}^{uv} \leq s_i^{uvw} \leq \ddot{A}^i, \quad i = \overline{u, m^{uv}}. \end{cases} \quad (21)$$

Зрозуміло, що для способу РП-ОДР ПО у межах усієї АЧП за схемою "сітка" без врахування обмежень на процес їх генерування необов'язково є перевірка вимоги щодо заповнення ПО кожної смуги, оскільки, згідно з виразом (1), усі смуги мають однакову довжину і однакове заповнення.

3. Метод регулярного послідовно-одиначного багатовимірного розміщення ПО у межах АЧП з комбінацією багатьох "сіток"

Процедура моделювання всіх допустимих карт розкрою з комбінацією багатьох "сіток" (рис. 3, л) без врахування обмежень на процес їх генерування полягає у послідовному розв'язанні таких задач: задачі 1D пакування смуг у межах ширини АЧП; задачі розкладання смуг одна під одною з врахуванням їх повторюваності; задачі 1.5D пакування ПО у межах однотипних розкладених смуг або задачі 1D пакування ПО у межах різднотипних смуг. Їх реалізація дає змогу отримати такі результати розрахунку:

- множину карт розміщення ПО у межах АЧП з комбінацією багатьох "сіток"

$$\begin{cases} \mathcal{G}_{en}^v = \{ \mathcal{G}_{en}^{vw}, v = \overline{1, Ks_u^u} \}, \quad u = \overline{1, m^c}, \\ \mathcal{G}_{en}^{vw} = \{ g_{en}^{uvw} = f[u, v, w, \dots], w = \overline{1, Kp_{en}^{uv}} \}; \end{cases} \quad (22)$$

- інтенсивності заповнення ПО усієї АЧП

$$\begin{cases} \mathcal{K}_{en}^{uvw} = \{ Kz_g^{uvw} \rightarrow \max, \quad g = \overline{1, m^{uv}} \}, \quad w = \overline{1, Kp_{en}^{uv}} \\ Kz_g^{uvw} = f[\ddot{A}^i, \mathcal{G}_{en}^{uv}, \mathcal{A}_g^{uv}, \mathcal{P}_g^{uvw}] \rightarrow \max; \end{cases} \quad (23)$$

- повторюваності основних і допоміжних ширин смуг по ширині АЧП

$$\begin{aligned} \mathcal{P}_{\text{ен}}^u &= \left\{ \mathcal{P}_{\text{ен}}^v = \left\{ \mathcal{P}_{\text{ен}}^{uv}, v=1, \overline{Ks_{\text{ен}}^u} \right\}, u=1, \overline{m^c} \right\}, \\ \mathcal{P}_{\text{ен}}^{uv} &= \left\{ y_i^{uv} = f[\mathcal{O}^i, \mathcal{O}^c, \mathcal{P}_{\text{ен}}^{u,v-1}], i=u, \overline{m^c} \right\}; \end{aligned} \quad (24)$$

- повторюваності основних і допоміжних ПО у розкладених смугах

$$\begin{aligned} \mathcal{P}_g^w &= \left\{ \mathcal{P}_g^{vw}, g=1, \overline{m^{uv}} \right\}, w=1, \overline{Kp_{\text{ен}}^{uv}}; \\ \mathcal{P}_g^{vw} &= \left\{ p_{gj}^{uvw} = f[\mathcal{A}^i, \mathcal{A}_g^{uv}, \mathcal{P}_g^{u,v,w-1}, j=1, \overline{n_g^{uv}}] \right\}, \end{aligned} \quad (25)$$

де: $\mathcal{Ks} = \{Ks_{\text{ен}}^u, u=1, \overline{m^c}\}$ – кількість допустимих варіантів розміщення ширин смуг по ширині АЧП з використанням u -ої основної смуги;

- $\left\{ \mathcal{Kp}_{\text{ен}}^u = \left\{ \mathcal{Kp}_{\text{ен}}^{uv}, v=1, \overline{Ks_{\text{ен}}^u} \right\}, u=1, \overline{m^c} \right\}$, – кількість $\mathcal{Kp}_{\text{ен}}^{uv} = \left\{ Kp_i^{uv}, i=u, \overline{m^c} \right\}$

допустимих варіантів розміщення ПО вздовж i -ої смуги для v -го варіанта розміщення широких смуг по ширині АЧП з використанням u -ої основної смуги;

- $\left\{ \mathcal{P}_{\text{ен}}^u = \left\{ \mathcal{P}_{\text{ен}}^{uv} = \left\{ y_i^{uv}, i=u, \overline{m^c} \right\}, v=1, \overline{Ks_{\text{ен}}^u} \right\}, u=1, \overline{m^c} \right\}$ – повторюваність смуги i -ої ширини для v -го варіанта розміщення ширин смуг по ширині АЧП з використанням u -ої основної смуги;

- $\left\{ \mathcal{M}^u = \left\{ \mathcal{M}^{uv}, v=1, \overline{Ks_{\text{ен}}^u} \right\}, u=1, \overline{m^c} \right\}$ – загальна кількість розкладених смуг для v -го варіанта розміщення смуг по ширині АЧП з використанням u -ої смуги;

- $\left\{ \mathcal{O}_{\text{ен}}^u = \left\{ \mathcal{O}_{\text{ен}}^{uv} = \left\{ \mathcal{O}_g^{uv}, g=1, \overline{m^{uv}} \right\}, v=1, \overline{Ks_{\text{ен}}^u} \right\}, u=1, \overline{m^c} \right\}$ – ширина розкладеної g -ої смуги для v -го варіанта їх розміщення по ширині АЧП з використанням u -ої основної смуги;

- $\left\{ \mathcal{N}_{\text{ен}}^u = \left\{ \mathcal{N}_{\text{ен}}^{uv} = \left\{ n_g^{uv}, g=1, \overline{m^{uv}} \right\}, v=1, \overline{Ks_{\text{ен}}^u} \right\}, u=1, \overline{m^c} \right\}$ – кількість ПО у розкладеній g -ій смугі для v -го варіанта їх розміщення по ширині АЧП з використанням u -ої основної смуги;

- $\left\{ \mathcal{A}_{\text{ен}}^u = \left\{ \mathcal{A}_{\text{ен}}^{uv}, v=1, \overline{Ks_{\text{ен}}^u} \right\}, u=1, \overline{m^c} \right\}$;

- $\mathcal{A}_{\text{ен}}^{uv} = \left\{ \mathcal{A}_g^{uv} = \left\{ a_{gj}^{uv}, j=1, \overline{n_g^{uv}} \right\}, g=1, \overline{m^{uv}} \right\}$ довжина j -го ПО, розміщеного вздовж розкладеної g -ої смуги для v -го варіанта їх розміщення по ширині АЧП з використанням u -ої основної смуги;

- $\left\{ \mathcal{Kp}_{\text{ен}}^u = \left\{ \mathcal{Kp}_{\text{ен}}^{uv}, v=1, \overline{Ks_{\text{ен}}^u} \right\}, u=1, \overline{m^c} \right\}$ – кількість допустимих карт розміщення ПО у межах АЧП для v -го варіанта розміщення широких смуг по ширині АЧП з використанням u -ої основної смуги;

- $\mathcal{P}_{\text{ен}}^w = \left\{ \mathcal{P}_{\text{ен}}^{vw}, w=1, \overline{Kr_{\text{ен}}^{uv}} \right\}, u=1, \overline{m^c}$;

- $\mathcal{P}_{\text{ен}}^{vw} = \left\{ \mathcal{P}_{\text{ен}}^{uvw} = \left\{ p_{gj}^{uvw}, j=1, \overline{n_g^{uv}} \right\}, g=1, \overline{m^{uv}} \right\}$ повторюваність j -го ПО, розміщеного вздовж розкладеної g -ої смуги з w -ої карти розміщення ПО

у межах АЧП для v -го варіанта розміщення ширин смуг по ширині АЧП з використанням u -ої основної смуги.

Алгоритм знаходження сукупності невідомих параметрів у виразах (22)-(25) базується на методі РП-ОБР ПО у межах АЧП з комбінацією багатьох "сіток" без врахування обмежень на процес їх генерування.

Перед початком процесу генерування варіантів розміщення ПО названі змінні набувають такі значення: $c_i^{uv} = \mathcal{O}^i$, $i^{uv} = 0$, $\mathcal{P}_{\text{ен}}^{uv} = 0$, де $i=u$; $u=1$; $v=1$.

Поточну повторюваність i -ої смуги і розмір поточного залишку ширини АЧП під час генерування v -го варіанта розміщення основних і допоміжних смуг по ширині АЧП з використанням u -ої основної смуги визначаємо за допомогою такої настанови:

$$\begin{aligned} \left(\begin{aligned} y_i^{uv} &= \text{int} \left[\frac{c_i^{uv}}{\mathcal{O}^c} \right]; \\ c_{i+1}^{uv} &= c_i^{uv} - \mathcal{O}^c \cdot y_i^{uv}; \end{aligned} \right), i = i^{uv} + 1, \overline{m^c} : i^{uv} \geq u. \quad (26) \end{aligned}$$

Розкладання смуг одна під одною з врахуванням їх повторюваності супроводжується виконанням певної послідовності дій, внаслідок чого утворюється така множина додаткових параметрів:

- загальна кількість розкладених смуг для v -го варіанта розміщення основних і допоміжних смуг по ширині АЧП з використанням u -ої основної смуги

$$\left\{ \mathcal{M}^u = \left\{ \mathcal{M}^{uv} = \sum_{i=u}^{\overline{m^c}} y_i^{uv}, v=1, \overline{Ks^u} \right\}, u=1, \overline{m^c} \right\}; \quad (27)$$

- ширина розкладеної g -ої смуги для v -го варіанта розміщення основних і допоміжних смуг по ширині АЧП з використанням u -ої основної смуги

$$\begin{aligned} \left\{ \mathcal{O}_{\text{ен}}^u = \left\{ \mathcal{O}_{\text{ен}}^{uv} = \left\{ \mathcal{O}_g^{uv}, g=1, \overline{n_g^{uv}} \right\}, v=1, \overline{Ks^u} \right\}, u=1, \overline{m^c} \right\} \\ \left\{ \mathcal{O}_{(i-1) \cdot y_i^{uv} + k}^{uv} = \mathcal{O}^{\hat{n}}, k=1, y_i^{uv} : y_i^{uv} \geq 0; i=u, \overline{m^c} \right\} \Rightarrow \\ \Rightarrow \left\{ \mathcal{O}_g^{uv}, g=1, \overline{n_g^{uv}} \right\} \end{aligned} \quad (28)$$

- кількість ПО у розкладеній g -ій смугі для v -го варіанта розміщення основних і допоміжних смуг по ширині АЧП з використанням u -ої основної смуги

$$\begin{aligned} \left\{ \mathcal{N}_{\text{ен}}^u = \left\{ \mathcal{N}_{\text{ен}}^{uv} = \left\{ n_g^{uv}, g=1, \overline{n_g^{uv}} \right\}, v=1, \overline{Ks^u} \right\}, u=1, \overline{m^c} \right\} \\ \left\{ n_{(i-1) \cdot y_i^{uv} + k}^{uv} = n_i^{ii}, k=1, y_i^{uv} : y_i^{uv} \geq 0; i=u, \overline{m^c} \right\} \Rightarrow \\ \Rightarrow \left\{ n_g^{uv}, g=1, \overline{n_g^{uv}} \right\} \end{aligned} \quad (29)$$

- довжина j -го ПО, розміщеного вздовж g -ої смуги для v -го варіанта розміщення основних і допоміжних смуг по ширині АЧП з використанням u -ої основної смуги

$$\begin{aligned} \left\{ \mathcal{A}_{\text{ен}}^u = \left\{ \mathcal{A}_{\text{ен}}^{uv}, v=1, \overline{Ks^u} \right\}, u=1, \overline{m^c} \right\}; \\ \mathcal{A}_{\text{ен}}^{uv} = \left\{ \mathcal{A}_g^{uv} = \left\{ a_{gj}^{uv}, j=1, \overline{n_g^{uv}} \right\}, g=1, \overline{n_g^{uv}} \right\}; \end{aligned} \quad (30)$$

$$\begin{aligned} \left\{ a_{(i-1) \cdot y_i^{uv} + k, j}^{uv} = a_{ij}^{ii}, k=1, y_i^{uv} : y_i^{uv} \geq 0; j=1, \overline{n_i^{ii}}; i=u, \overline{m^c} \right\} \\ \Rightarrow \left\{ a_{gj}^{uv}, j=1, \overline{n_g^{uv}} \right\}, g=1, \overline{n_g^{uv}} \end{aligned}$$

- кількість допустимих варіантів розміщення ПО вздовж розкладеної g -ої смуги довжини для v -го

варіанта розміщення основних і допоміжних смуг по ширині АЧП з використанням u -ої основної смуги

$$\left\{ \begin{aligned} \mathcal{K}_g^{uv} &= \left\{ \mathcal{K}_g^{uv}, g = \overline{1, n_g^{uv}} \right\}, v = \overline{1, K_s^u}, u = \overline{1, m^c} \right\}, \\ \left\{ \mathcal{K}_{(i-1) \cdot y_i^{uv} + k}^{uv} &= K p_i^{uv}, k = \overline{1, y_i^{uv}}; i = u, m^c \right\} \Rightarrow \\ &\Rightarrow \left\{ \mathcal{K}_g^{uv}, g = \overline{1, n_g^{uv}} \right\}; \end{aligned} \quad (31)$$

- кількість карт розміщення ПО у межах усієї АЧП для v -го варіанта розміщення основних і допоміжних смуг по ширині АЧП з використанням u -ої основної смуги

$$\mathcal{K}_g^{uv} = \left\{ \mathcal{K}_g^{uv}, v = \overline{1, K_s^u}, u = \overline{1, m^c} \right\}, \quad (32)$$

$$\mathcal{K}_g^{uv} = \prod_{i=u}^{m^c} \prod_{k=1}^{y_i^{uv}} K p_i^{uv}.$$

Процес розміщування ПО вздовж кожної з розкладених смуг супроводжується виконанням певної послідовності дій, перед початком яких необхідно підготувати ще такі додаткові змінні:

$$\left\{ \begin{aligned} \mathcal{Z}_g^{uv} &= \left\{ \mathcal{Z}_g^{uv}, w = \overline{1, K_g^{uv}}, v = \overline{1, K_s^u}, u = \overline{1, m^c} \right\} \\ \mathcal{Z}_g^{uvw} &= \left\{ \mathcal{Z}_g^{uvw}, j = \overline{1, n_g^{uv}}, g = \overline{1, n_g^{uv}}, w = \overline{1, K_g^{uv}} \right\} \end{aligned} \right\}$$

- поточна довжина залишку розкладеної g -ої смуги, вздовж якої потрібно розмістити j -ий ПО з w -ої карти розміщення ПО у межах усієї АЧП для v -го варіанта розміщення основних і допоміжних смуг по ширині АЧП з використанням u -ої основної смуги;

$$\left\{ \mathcal{Z}_g^{uv} = \left\{ \mathcal{Z}_g^{uv}, w = \overline{1, K_g^{uv}}, v = \overline{1, K_s^u}, u = \overline{1, m^c} \right\} \right\}$$

$$\left\{ \mathcal{Z}_g^{uvw} = \left\{ \mathcal{Z}_g^{uvw}, g = \overline{1, n_g^{uv}}, w = \overline{1, K_g^{uv}} \right\} \right\}$$

– номер ПО, з якого починаємо обчислення повторюваності ПО вздовж залишку розкладеної g -ої смуги під час генерування w -ої карти розміщення ПО у межах усієї АЧП для v -го варіанта розміщення основних і допоміжних смуг по ширині АЧП з використанням u -ої смуги.

Перед початком процесу генерування $w=1$ -ої карти розміщення ПО у межах усієї АЧП з комбінацією багатьох "сіток" для v -го варіанта розміщення основних і допоміжних смуг по ширині АЧП з використанням u -ої основної смуги названі змінні набувають такі значення:

$$\left\{ z_{gj}^{uvw} = \bar{A}^i; p_{gj}^{uvw} = 0; j_{gj}^{uvw} = 0 \right\}, g = u, n_g^{uv}; j = 1. \quad (33)$$

Процес розміщування ПО починаємо з розкладеної $g'=1$ -ої смуги. Номер ПО, з якого починаємо обчислення повторюваності ПО для розкладеної $g'=1$ -ої смуги $w=1$ -ої карти розміщення ПО у межах усієї АЧП з комбінацією багатьох "сіток", дорівнює одиниці ($j_{g'}^{uvw} = 0$).

Поточну повторюваність j -го ПО, розміщеного вздовж розкладеної g' -ої смуги з w -ої карти розміщення ПО у межах усієї АЧП, і поточну довжину залишку q' -ої смуги для $j+1$ -го ПО і v -го варіанта розміщення основних і допоміжних смуг по ширині АЧП з використанням u -ої основної смуги визначаємо за допомогою такої настанови:

$$\left\{ \left(\begin{aligned} p_{gj}^{uvw} \\ z_{g,j+1}^{uvw} \end{aligned} \right), j = \left\{ \begin{aligned} j_g^{uvw} + 1, n_g^{uv} : g = g'; \\ 1, n_g^{uv} : g > g'; \end{aligned} \right\}, g = \overline{g', n_g^{uv}} \right\}, \quad (34)$$

$$1 \leq w \leq K_g^{uv},$$

$$\text{де: } p_{gj}^{uvw} = \text{int} \left[\frac{z_{gj}^{uvw}}{\bar{A}^i} \right]; z_{g,j+1}^{uvw} = z_{gj}^{uvw} - \bar{A}^i \cdot p_{gj}^{uvw}.$$

Наступна поточна $w=w+1$ -а карта розміщення ПО у межах усієї АЧП для v -го варіанта розміщення основних і допоміжних смуг по ширині АЧП з використанням u -ої основної смуги базується на попередньому варіанті з такими змінами та доповненнями. Повторюваності ПО з попереднього варіанта їх розміщення переносимо в наступний варіант, тобто

$$\left\{ \begin{aligned} p_g^{uvw} &= p_g^{u,v,w-1}, g = \overline{1, n_g^{uv}}, 1 \leq w \leq K_g^{uv}; \\ &\Rightarrow p_{gj}^{uvw} = p_{gj}^{u,v,w-1}, j = \overline{1, n_g^{uv}}. \end{aligned} \right\} \quad (35)$$

Починаючи з останньої розкладеної $g' = n_g^{uv}$ -ої смуги, прирівнюємо до нуля повторюваність $j = n_g^{uv}$ -го ПО ($p_{g',j}^{uvw} = 0$). Потім у цій розкладеній смузі, починаючи з передостаннього до першого ПО, відшукуємо $j_{g'}^{uvw}$ -ий ПО, для якого значення повторюваності є більшим від нуля ($p_{g',j_{g'}^{uvw}}^{uvw} > 0$: $1 \leq j_{g'}^{uvw} \leq n_g^{uv}$). Повторюваність цього ПО зменшуємо на одиницю ($p_{g',j_{g'}^{uvw}}^{uvw} = p_{g',j_{g'}^{uvw}}^{uvw} - 1$) і переходимо до наявного, не завжди наступного за порядком, j -го ПО ($j_{g'}^{uvw} + 1 \leq j < n_g^{uv}$). Якщо ж такого ПО немає, то, у випадку, коли пошук відбувався в розкладеній $g'=1$ -ій смузі, необхідно припинити процес розміщування ПО вздовж смуг, інакше – потрібно перейти до попередньої ($1 \leq g' < n_g^{uv}$) розкладеної ($g'-1$ -ої смуги. У цій смузі прирівнюємо до нуля повторюваність останнього ПО і т.д. (див. вище). В усіх наступних після неї ($g' < g \leq n_g^{uv}$) розкладених смугах прирівнюємо до нуля повторюваності ПО і початкові номери ПО, з яких згодом почнемо подальші обчислення:

$$\left\{ \left(\begin{aligned} p_{gj}^{uvw} &= 0, j = \overline{1, n_g^{uv}}; \\ j_{g'}^{uvw} &= 1; \end{aligned} \right), g = \overline{g'+1, n_g^{uv}} \right\}, 1 \leq w \leq K_g^{uv}. \quad (36)$$

Початкову довжину залишку розкладеної g' -ої смуги, яка залишиться після розміщення на ній $j_{g'}^{uvw}$ -го ПО для продовження процесу генерування w -ої карти розміщення ПО у межах усієї АЧП для v -го варіанта розміщення основних і допоміжних смуг по ширині АЧП з використанням u -ої основної смуги, обчислюємо за такою формулою:

$$\left\{ z_{g',j_{g'}^{uvw}}^{uvw} = \bar{A}^i - \sum_{j=1}^{j_{g'}^{uvw}} \bar{A}^i \cdot p_{g',j}^{uvw} \right\}, 1 \leq w \leq K_g^{uv}. \quad (37)$$

А для інших розкладених смуг їх початкова довжина залишку дорівнюватиме довжині АПП, тобто:

$$\left\{ z_{gj}^{uvw} = \bar{A}^i, j = 1; g = \overline{g'+1, n_g^{uv}} \right\}, 1 \leq w \leq K_g^{uv}. \quad (38)$$

Після цього, починаючи з $j = j_{g'}^{uv} + 1$ -го ПО, продовжуємо процес генерування w -ої карти розміщення ПО у межах усієї АЧП. Тобто, за допомогою настанови (34) визначаємо поточну повторюваність цього ПО, який необхідно розмістити вздовж розкладеної g' -ої смуги, і поточну довжину її залишку для $j+1$ -го ПО і v -го варіанта розміщення основних і допоміжних смуг по ширині АЧП з використанням u -ої основної смуги і т.д. Аналогічні розрахунки продовжуємо для кожного наступного варіанта розміщення ПО.

Процес генерування всіх допустимих карт розміщення ПО у межах усієї АЧП з комбінацією багатьох "сіток" для v -го варіанта розміщення основних і допоміжних смуг по ширині АЧП з використанням u -ої основної смуги припиняємо у випадку виконання такої умови:

$$(p_{g',j}^{uv} = 0, j = \overline{1, n_g^{uv}} - 1) \wedge g' = 1, \quad (39)$$

тобто, під час переходу до розкладеної $g'=1$ -ої смуги виявилось, що у ній повторюваність кожного ПО дорівнює нулю.

Наступний поточний $v=v+1$ варіант розміщення основних і допоміжних смуг по ширині АЧП базується на попередньому варіанті з такими змінами. Повторюваності смуг з попереднього варіанта їх розміщення по ширині АЧП переносимо в наступний варіант, тобто

$$y_i^{uv} = y_i^{u,v-1}, i = \overline{1, m^c - 1}. \quad (40)$$

Повторюваність $i=m^c$ -ої (останньої) смуги прирівнюємо до нуля ($y_{m^c}^{uv} = 0$). Потім, починаючи з (m^c-1) -ої (передостанньої) смуги, відшукуємо i^{uv} -ту смугу, для якої виконується умова $y_{i^{uv}}^{uv} > 0$. У цій смугі повторюваність зменшуємо на одиницю ($y_{i^{uv}}^{uv} = y_{i^{uv}}^{uv} - 1$). Початковий розмір залишку ширини АЧП для i^{uv} -ої смуги під час генерування v -го варіанта розміщення основних і допоміжних смуг по ширині АЧП обчислюємо за такою формулою:

$$c_{i^{uv}}^{uv} = \varnothing^i - \sum_{i=u}^{i^{uv}} \varnothing_i^c \cdot y_i^{uv}. \quad (41)$$

Після цього за допомогою настанови (26) визначаємо поточну повторюваність i -ої смуги і розмір поточного залишку ширини АЧП під час генерування v -го варіанта розміщення основної та допоміжних смуг по ширині АЧП з використанням u -ої основної смуги. Аналогічні розрахунки продовжуємо для кожного наступного варіанта розміщення смуг. Процес генерування всіх допустимих варіантів розміщення смуг по ширині АЧП припиняємо у випадку виконання умови

$$y_i^{uv} = 0 \wedge i^{uv} = u, \quad (42)$$

тобто, повторюваність $i^{uv}=u$ -ої основної смуги дорівнює нулю.

Для будь-якого варіанта розміщення смуг по ширині АЧП чи ПО вздовж розкладених смуг з використанням методу повного РП-ОБР ПО у межах АЧП з комбінацією багатьох "сіток" має виконуватися вимога щодо максимального заповнення смугами ширини АЧП, а кожної зі смуг – ПО:

$$\begin{cases} \varnothing^i - \varnothing_{\min}^i \leq \sum_{i=u}^{m^c} \varnothing_i^c \cdot y_i^{uv} \leq \varnothing^i, \\ \bar{A}^i - \bar{a}_{g,\min}^{uv} \leq \bar{a}_g^{uv} \leq \bar{A}^i, g = \overline{1, n_g^{uv}}, \end{cases} \quad (43)$$

де: $\varnothing_{\min}^c = \min\{\varnothing_i^c, i = \overline{u, m^c}\}$ – мінімальна ширина смуги, яку можна розмістити по ширині АЧП; $\bar{a}_{g,\min}^{uv} = \min\{\bar{a}_{gj}^{uv}, j = \overline{1, n_g^{uv}}\}, g = \overline{1, n_g^{uv}}$ – мінімальна довжина ПО, який можна розмістити вздовж залишку розкладеної g -ої смуги для v -го варіанта розміщення основних і допоміжних смуг по ширині АЧП з використанням u -ої основної смуги.

У кожній з розроблених процедур моделювання допустимих карт розкрою можуть виконуватися відповідні системи обмежень і вимог, які визначають їх складність конфігурації та впливають на техніко-економічну ефективність. У роботі [2] розроблено формальні математичні моделі, в які входять процедура моделювання і математичне формулювання, алгоритм розв'язання і програмне забезпечення, складене з використанням технології структурного програмування. Проаналізовано деякі неординарні ситуації, які можуть виникати у процесі застосування кожної з цих моделей, розглянуто конкретні поради щодо виходу із них.

Висновки

1. Системний аналіз сучасного стану комбінаторних методів розв'язання двовимірних задач розкрою й пакування показав, що більшість дослідників використовують їх релаксацію до задачі меншої розмірності. Розроблені ними математичні моделі не завжди є адекватними досліджуваному процесу і не відображають важливих особливостей задачі в початковій її постановці, а отриманий розв'язок загалом не є оптимальним, здебільшого допустимим. З'ясовано, що у найбільш анонсованих роботах, у яких розміщувані об'єкти і області розміщення мають форму прямокутника, як правило, використовують евристичні методи, які навіть в двовимірному випадку не мають адекватних математичних моделей і ефективних методів оптимізації.

2. Розроблено математичні моделі процесу генерування допустимих карт розкрою, які враховують відомі концептуальні схеми та відповідні їм різні за складністю базові конфігурації карт розкрою. Для моделювання базових конфігурацій карт розкрою розроблено комбінаторні методи регулярного послідовно-одиначного двовимірного та багатовимірного розміщування прямокутних об'єктів у межах АЧП, які дають змогу враховувати різні технологічні та конструктивні обмеження, а також дотримуватись певних виробничих вимог.

ЛІТЕРАТУРА

1. Грицюк Ю. І. Оптимізація технологічного процесу розкрою плитних деревних матеріалів на меблевій заготовці : монографія / Ю. І. Грицюк. – Львів : Вид. дім "Панорама", 2004. – 484 с.
2. Грицюк Ю. І. Моделювання карт і оптимізація плану розкрою плитних деревних матеріалів на меблевій заготовці :

монографія / Ю. І. Грищок. – Львів : Вид. дім "Панорама", 2004. – 524 с.

3. Стоян Ю.Г. Методы и алгоритмы размещения плоских геометрических объектов / Стоян Ю.Г., Гиль Н.И. – К. : Вид-во "Наук. думка", АН УССР, ИПМаш, 1976. – 247 с.

4. Стоян Ю.Г. О комбинаторных задачах размещения прямоугольников / Стоян Ю.Г., Ємець О.О. // Экономика и матем. методы. – М. : Изд-во "Наука". – 1985. – № 5. – С. 869-881.

5. Стоян Ю.Г. Теорія і методи евклідової комбінаторної оптимізації / Стоян Ю.Г., Ємець О.О. – К. : Вид-во "Наук. думка", 1993. – 206 с.

Yu. I. Grycyuk

THE COMBINATORY METHODS OF ALLOWABLE MAPS FOR CUTTING OUT OF CHIPBOARD WOODEN MATERIALS GENERATING ON HALF-FINISHED PRODUCTS

Theoretical principles for modelling of allowable maps for cutting out of chipboards (platen wooden materials – PWM) on half-finished products considered in the paper. Also mathematical models and combinatory generating methods analyzed which consider the conceptual schemes and corresponding configurations of cutting out maps. It also gives a possibility to improve such maps through the combination of half-finished products or to develop their new configurations with expected complication due to the different variations of their combinations.

УДК 577.4

О. І. ДУМАНСЬКИЙ¹, Ю. М. ДЕБРИНЮК²

ДИФЕРЕНЦІЙНІ МОДЕЛІ У ЗАДАЧАХ ЛІСОВОГО ГОСПОДАРСТВА

Наведено диференційні моделі задач росту деревостанів динаміки лісового фонду, кінетики руйнування деревостанів природним шляхом або внаслідок дії антропогенних чинників. Наведені диференційні моделі дають змогу прогнозувати життєвість лісових екосистем внаслідок дії на них чинників живої та неживої природи, а також людської діяльності. Запропонована модель динаміки лісового фонду дає змогу обчислювати відчуження земельних площ та прогнозувати наслідки цього процесу.

1. Актуальність проблеми

У окремих випадках моделювання є єдиною можливим ефективним методом дослідження об'єктів та явищ. Вивчення ходу росту деревостанів, динаміки лісового фонду, вироблення підходів до якісної оцінки і прогнозування реакції деревостанів на зовнішні впливи є типовими прикладами, коли не можна обійтись без застосування моделювання. Зокрема життєдіяльність деревних рослин є важливим матеріально-енергетичним процесом, завдяки якому відбувається нагромадження продуктів фотосинтезу у вигляді маси деревини, коренів, листя, хвої тощо. Під час дослідження таких природних процесів як єдиного взаємопов'язаного цілого, з одного боку, об'єкт вивчення не доступний для прямого дослідження, з іншого – всі важливі процеси, які забезпечують нормальне його функціонування, тісно взаємопов'язані. Математичні моделі дослідження різних аспектів функціонування деревостанів та лісових екосистем дають змогу достовірніше виявити взаємозв'язки характерних параметрів об'єктів досліджень і відповідно – прогнозувати їх продуктивність та захист.

2. Огляд тематичних досліджень

На сьогодні опубліковано певну кількість монографій та наукових робіт, присвячених тематиці дослідження та побудови математичних моделей стосовно задач лісового господарства та лісовпорядкування. Це роботи Ф.С. Алексєєва [1], В.В. Амелкіна [2], К.С. Нікітіна і А.З. Швиденка [3], Ф.С. Робертса [4], Д. Сміта [5], Г.Ф. Хільмі [6, 7], В.Е. Шмідта [8], та ін. Аналіз цих робіт підтверджує перспективність та доцільність застосування математичних моделей під час вирішення актуальних завдань лісового господарства.

Побудова математичних моделей під час вирішення лісовпорядкувальних задач у більшості випадків буде мати наближений характер, оскільки дерево, як і будь-яка рослина, є біологічним об'єктом. Але ці моделі є обов'язковими, оскільки з їх

допомогою можна раціонально вести лісове господарство і оптимізувати заходи керування процесом експлуатації лісів.

У цьому дослідженні представлено побудовані диференційні моделі задач росту деревостанів, динаміки лісового фонду, кінетики руйнування деревостанів природним шляхом або внаслідок дії зовнішніх руйнівних чинників.

3. Основний матеріал дослідження з обґрунтуванням отриманих результатів

Розглянемо деякі типи диференційних моделей: стосовно росту деревостанів; процесу природного руйнування деревостанів і їх відмирання у зонах антропогенних впливів; процесу природного руйнування деревостанів; процесу відмирання деревостанів у зонах антропогенних впливів.

3.1. Диференційні моделі стосовно росту деревостанів

Модель 1. Для дерева, як біологічного об'єкта, властиві певні властивості росту. Незалежно від виду, дерево протягом певного періоду швидко росте у висоту і товщину, а потім пригальмовує ріст і, досягнувши певного віку, припиняє зовсім. Очевидно, що із розвитком крони, з одного боку, збільшується притік енергії завдяки фотосинтезу, а з іншого – виникають труднощі, пов'язані із збільшенням обсягів та відстані транспортування живильних речовин, тобто збільшуються витрати енергії на ці потреби. Досягнувши певного віку, рослинний організм старішає, продукує менше пластичних речовин, їх не вистачає для покриття енергетичних витрат на подальше збільшення розмірів дерева і воно поступово припиняє ріст.

Складемо рівняння балансу енергії, тобто побудуємо математичну модель росту дерева, виходячи із таких умов:

- зріле дерево у процесі росту зберігає геометричну подібність, тобто, із ростом дерева не змінюються

¹ Остап Іванович ДУМАНСЬКИЙ – кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри обчислювальної техніки і моделювання технологічних процесів, Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів. Тел.: +38093-657-95-20, E-mail: nauk_visnyk@gmail.com.

² 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: debrynuk@ukr.net

відношення геометричних розмірів (наприклад, висоти до діаметра або інші);

- вільну енергію (або активну речовину) дерево отримує лише за рахунок фотосинтезу;
- вільна енергія засвоюється для перебігу фотосинтезу, на побудову живого середовища (росту) і на подання до точок росту живильних речовин із ґрунту;
- в середньому за великий проміжок часу дерево отримує постійну кількість світла на одиницю поверхні і може поглинати потрібні речовини із необмеженого запасу.

Нехай x – лінійний розмір дерева, тобто його висота, площа поверхні листків – x^2 , об'єм дерева x^3 . Потрібно знати, $x = x(t)$ і нехай за $x_0(t_0) = 0$. Виразимо всі величини, які будуть входити у рівняння, через x .

Знайдемо вираз для вільної енергії E дерева. Ця енергія утворюється завдяки фотосинтезу у зеленій частині крони, і її є тим більше, чим більша фотосинтезна поверхня зеленої біомаси, тобто величина E пропорційна x^2 , і матимемо вираз $E = \alpha x^2$, де α – коефіцієнт пропорційності (він залежить від розмірів та форми листя та від інтенсивності фотосинтезу).

Оскільки, згідно з нашими припущеннями, інших джерел надходжень енергії немає, то встановимо розхід енергії, витраченої на ріст дерева.

Енергія витрачається передусім на потреби самого процесу фотосинтезу. Ці витрати теж пропорційні площі листової поверхні дерева, тобто βx^2 , де β – певний коефіцієнт пропорційності, але менший від α ($\beta < \alpha$).

Енергія витрачається також на транспортування живильних речовин в усі частини дерева. Очевидно, що ці витрати будуть тим більшими, чим більші шляхів транспортування, тобто чим більший об'єм самого дерева. Поряд з цим, транспортування живильних речовин пов'язане з подоланням сили ваги і буде тим більшим, чим вище дерево, тобто витрати будуть пропорційні як об'єму так і висоті x , а саме $\gamma x^3 = \gamma x^4$, де γ – певний коефіцієнт пропорційності.

Енергія витрачається також на збільшення маси дерева, тобто проходження процесу росту. Ця витрата буде пропорційна швидкості росту, тобто похідна за часом від маси ($m = gx^3$, де g – середня густина дерева, x^3 – об'єм).

Таким чином, витрата енергії дорівнюватиме

$$k \frac{d}{dt}(gx^3) = 3kgx^2 \frac{dx}{dt}.$$

Отже, маємо такий вигляд рівняння балансу

$$E = \beta x^2 + \gamma x^4 + 3kgx^2 \frac{dx}{dt}$$

$$\text{або} \quad \alpha x^2 = \beta x^2 + \gamma x^4 + 3kgx^2 \frac{dx}{dt}. \quad (1)$$

Розділивши рівняння (1) на $3kgx^2$ і позначивши

$$a = \frac{\alpha - \beta}{3kg}; \quad b = \frac{\gamma}{3kg}, \quad \text{отримаємо:} \quad \frac{dx}{dt} = a - bx^2, \quad a > 0, b > 0.$$

Оскільки дерево росте, то похідна dx/dt додатна і вираз $a - bx^2 > 0$ а, відповідно, $x^2 < a/b$. Тому

$$\text{рівняння маємо звести до вигляду:} \quad -\frac{dx}{b(x^2 - a/b)} = dt,$$

інтегруючи його, отримаємо загальний розв'язок

$$\frac{1}{2\sqrt{ab}} \ln \frac{\sqrt{a/b} + x}{\sqrt{a/b} - x} = t + c$$

Враховуючи, початкову умову $x(t_0) = 0$, отримаємо, що $c = -t_0$.

Тоді розв'язок матиме такий вигляд

$$\frac{1}{2\sqrt{ab}} \ln \frac{\sqrt{a/b} + x}{\sqrt{a/b} - x} = t - t_0. \quad (2)$$

Розв'язавши рівняння (2) відносно x , одержуємо

$$x = \sqrt{\frac{a}{b}} \frac{1 - e^{2\sqrt{ab}(t-t_0)}}{1 + e^{2\sqrt{ab}(t-t_0)}} \quad (3)$$

Згідно з цією формулою, якщо при $t \rightarrow \infty$, то $x \rightarrow \sqrt{a/b} \rightarrow \text{const}$.

Таким чином, схематично графік росту дерева матиме вигляд S-кривої.

Модель 2. Ріст дерева відбувається завдяки засвоєнню певної кількості речовин із довкілля (ґрунту, атмосфери, гідросфери). Якщо всі ці потоки узагальнити в один з врахуванням обмеженості, то маємо отримати таке диференціальне рівняння ходу росту деревостанів:

$$\frac{dx}{dt} = \frac{\alpha}{t} \cdot \left(\frac{\beta - x}{\beta} \right) \cdot x, \quad \text{або} \quad -\frac{\beta dx}{x(x - \beta)} = \frac{\alpha dt}{t}, \quad (4)$$

де: x – запас деревини ($\text{м}^3/\text{га}$), t – вік, α – кінематичний коефіцієнт (безрозмірний), β – максимально можливий запас деревини ($\text{м}^3/\text{га}$).

Інтегруючи рівняння (4), отримаємо

$$x = \frac{\beta \cdot t^\alpha}{C + t^\alpha} \quad (5)$$

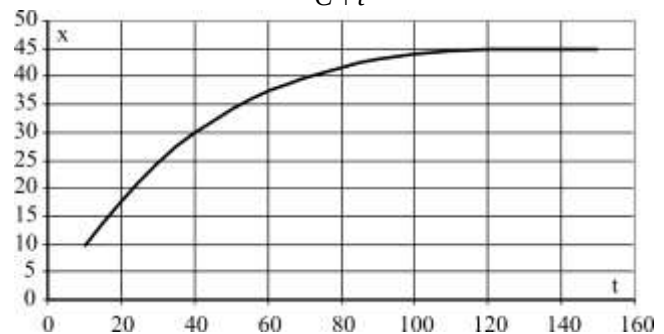


Рис. 1. Графік зміни росту запасу деревостанів, побудований за формулою (5) при $\alpha=1,5$, $\beta=790$, $C=800$

За формулою (5) можна моделювати ріст деревостанів у висоту і за діаметром. Залишаючи прийняті попередні позначення, отримаємо:

$$\bullet \text{ ріст у висоту } h = \frac{\beta_1 \cdot t^{\alpha_1}}{t^{\alpha_1} + C_1}; \quad (6)$$

$$\bullet \text{ ріст за діаметром } d = \frac{\beta_2 \cdot t^{\alpha_2}}{t^{\alpha_2} + C_2}, \quad (7)$$

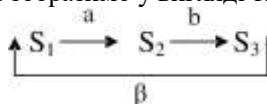
де: h – середня висота деревостану, м; α_1 і C_1 – безрозмірні параметри; β_1 – максимально можлива висота деревостану, м; d – середній діаметр дерева, см; α_2 і C_2 – безрозмірні параметри, β_2 – максимально можливий діаметр, см.

Модель 3. Диференційна модель динаміки лісового фонду.

Побудова відповідної математичної моделі процесу розвитку рослинного покриву на великих територіях є досить громіздкою і може не бути адекватною дійсному процесу. У цих випадках множини типів рослинності ділять на підмножини укрупнених одиниць і вивчають їх взаємні зміни у часі. Прикладом такого процесу прогресивного розвитку рослинного покриву є класична сукцесія (зміна порід) після виконання рубань на ділянці, яка зайнята клімаксовим типом лісу (сосняк → зруб → трава і куші → листяний ліс → сосняк). Припустимо, що існує n типів (станів) рослинного покриву, a_{ij} – інтенсивність переходу одиниці площі із i -го у j -ий стан і $a_{ij} = 1/\Delta t_{ij}$, де Δt_{ij} – час, необхідний для зміни i -го типу лісостану на j -ий; S_j – площа під j -им типом лісостану. Тоді матимемо таку систему звичайних диференціальних рівнянь

$$\frac{dS_i}{dt} = \sum_{j=1}^n a_{ji} S_j - \sum_{i=1}^n a_{ij} S_i, \quad i = \overline{1, m}. \quad (8)$$

Розглянемо простий випадок, коли $n=3$ і весь лісовий фонд класифіковано за трьома категоріями стану: зруб, листяний ліс і хвойні насадження. Їх взаємопереходи зобразимо у вигляді такої схеми:



де: a – інтенсивність заростання зрубу листяним лісом проміжної стадії сукцесії; b – інтенсивність зміни листяних порід хвойними; β – інтенсивність зрубів хвойних лісів.

У цьому випадку динаміку переходів площ із одного стану в інший опишемо такою системою диференціальних рівнянь

$$\begin{cases} \frac{dS_1}{dt} = \beta \cdot S_3 - a \cdot S_1; \\ \frac{dS_2}{dt} = a \cdot S_1 - b \cdot S_2; \\ \frac{dS_3}{dt} = b \cdot S_2 - \beta \cdot S_3. \end{cases} \quad (9)$$

Крім цього, повинно виконуватися таке співвідношення балансу площ:

$$S = \sum_{i=1}^3 S_i. \quad (10)$$

Задавши параметри a , b і β із системи рівнянь (9) та співвідношення балансу площ (10) можемо встановити розподіл площ лісового фонду за трьома типами станів. При $dS_i/dt = 0, i = \overline{1, 3}$ маємо стаціонарний розподіл площ лісового фонду, який ще називають фінальним. Із системи (9) і співвідношення (10) та умови стаціонарності розподілу знаходимо

$$\begin{cases} S_1^* = \frac{\beta \cdot b}{b \cdot \beta + a \cdot \beta + a \cdot b} S; \\ S_2^* = \frac{\beta \cdot a}{b \cdot \beta + a \cdot \beta + a \cdot b} S; \\ S_3^* = \frac{a \cdot b}{b \cdot \beta + a \cdot \beta + a \cdot b} S, \end{cases} \quad (11)$$

де: S_i^* – стаціонарна площа i -го типу лісостану. Кінетичні коефіцієнти моделі a , b , β , як бачимо, мають визначальне значення у математичній моделі динаміки лісового фонду.

Для розглянутого прикладу за $a=0,03$; $b=0,04$ і $\beta=0,2$ отримаємо, що у граничному випадку площі розподіляться таким чином: площа під вирубування становитиме $\approx 52,6\%$ від площі всього лісового фонду, площа під листяні породи проміжної стадії сукцесії $\approx 39,5\%$, а під найбільш цінними хвойними породами $\approx 7,9\%$ всіх лісових площ. Величина кінетичного коефіцієнта визначає частку площі відповідного типу лісостану, який через рік переходять у наступну стадію, згідно з наведеною вище схемою. Наприклад, значення $\beta=0,2$ вказує на те, що за рік зрубують п'яту частину площі хвойних насаджень, тобто досить багато, отже, у фінальному розподілі площ лісового фонду частка хвойних порід є достатньо малою.

3.2. Диференційні моделі процесу природного руйнування деревостанів та їх відмирання у зонах антропогенних впливів

Побудуємо математичну модель для загального випадку. Будемо вважати, що A_i – загальна кількість дерев на певній ділянці лісу, A_j – кількість відмираючих дерев внаслідок природного процесу або дії негативних антропогенних впливів, Δ – різниця між загальною кількістю дерев та їх відмираючою кількістю.

Складемо балансове рівняння

$$\Delta = \sum_{i=1}^m A_i - \sum_{j=1}^k A_j. \quad (12)$$

Якщо величина $\Delta=0$, то маємо певний баланс дерев на ділянці лісу; якщо $\Delta>0$ кількість здорових деревостанів зростає, і навпаки, коли $\Delta<0$ – переважають відмираючі деревостани. Якщо такий процес нетривалий, то такий стан може бути стерпним, але коли з кожним роком показник Δ за абсолютною величиною зростає, то це є сигналом, що існує або значний вплив атмосферних забруднень на лісову екосистему, або з'явилися осередки шкідників, які руйнують деревостан на досліджуваній ділянці.

Для опису динаміки досліджуваного процесу скористаємось апаратом диференціальних рівнянь. У цьому випадку крім складників A_i та A_j введемо

похідні цих величин, тобто $\frac{dA_i}{dt}$ і $\frac{dA_j}{dt}$, які вважатимемо швидкостями їх зміни під час врахування їх залежності від зовнішніх і внутрішніх чинників.

Введемо вектор $\vec{A} = |A_g, g = \overline{1, n}|$, де A_g – його компоненти, які відповідають величинам A_i та A_j , а через вектор $\vec{B} = |B_q, q = \overline{1, m}|$, де B_q – величини, що виражають вплив на швидкість зміни компонент вектора $\vec{A}$ дії зовнішніх чинників. Тоді отримаємо таку систему диференціальних рівнянь:

$$\frac{dA_g}{dt} = f_g(\vec{A}, \vec{B}), g = \overline{1, n} \quad (13)$$

Оскільки нас цікавить величина Δ , то швидкість її зміни виразимо через похідну за часом від формули (12), а саме,

$$\frac{d\Delta}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\sum_{i=1}^m A_i - \sum_{i=m+1}^n A_i \right) = \sum_{i=1}^m \frac{dA_i}{dt} - \sum_{i=m+1}^n \frac{dA_i}{dt} = \sum_{i=1}^m f_i(\bar{A}, \bar{B}) - \sum_{i=m+1}^n f_i(\bar{A}, \bar{B}). \quad (14)$$

Інтегруючи рівність (14) за заданого початкового значення $\Delta(0)$, отримаємо значення:

$$\Delta(t) = \Delta(0) + \int_0^t \left(\sum_{i=1}^m f_i(\bar{A}, \bar{B}) - \sum_{i=m+1}^n f_i(\bar{A}, \bar{B}) \right) dt. \quad (15)$$

Таким чином, якщо відома кожна з компонент вектора $\bar{A}$ у будь-який момент часу t , тобто всі значення функції $A(t)$, а також значення зовнішніх чинників $B_i(t)$ і вигляд функцій $f_i(\bar{A}, \bar{B})$, то, згідно з наведеної вище системи диференціальних рівнянь (13), знаходимо такі розв'язки

$$A(t) = \varphi_i(\bar{B}, \bar{A}(0)).$$

Якщо розв'язок системи рівнянь не можливо отримати у замкнутому вигляді, тобто аналітично, то можна скористатися наближеними методами розв'язку – аналітичними (метод рядів або Пікара) або чисельними (Ейлера або Рунге-Кутта).

3.3. Диференціальні моделі процесу природного руйнування деревостанів

Модель 1. Руйнування деревостанів внаслідок буревію. Побудуємо просту диференціальну модель впливу буревію на ділянку лісу. Вітер, проходячи через ліс, зазнає опору дерев, внаслідок чого втрачає частину своєї швидкості. На дуже короткому проміжку шляху ця втрачена швидкість пропорційна швидкості на початку цього шляху і його довжині. Нехай на відстані x від початку лісу швидкість вітру становитиме V . Тоді, відповідно, втрачена швидкість на ділянці лісу (шляху) dx дорівнює – dV (процес спадання швидкості). Оскільки вважаємо, що втрачена швидкість пропорційна V та dx , то диференціальне рівняння цього явища запишемо у вигляді $-dV = kVdx$, де k певний безрозмірний коефіцієнт.

Інтегруючи це рівняння, отримаємо його загальний розв'язок: $V = Ce^{-kx}$. Вважаючи, що за початкових умов $x=0$, $V=V_0$, знаходимо $C = V_0$.

Таким чином, закон зміни швидкості вітру має такий вигляд: $V = V_0 \cdot e^{-kx}$.

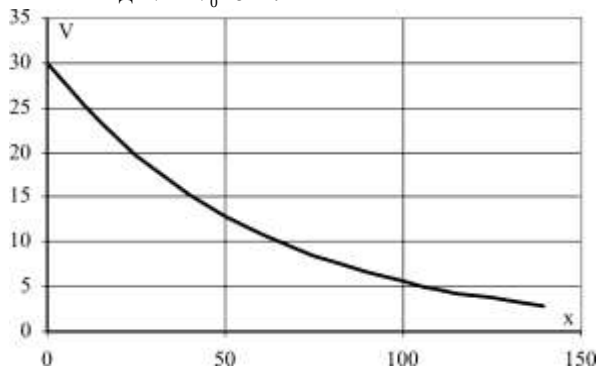


Рис. 2. Динаміка швидкості вітру при $V_0=30$ м/с і $V_1=29,5$ м/с

Коефіцієнта пропорційності k знайдемо з додаткової умови задачі. Нехай для $x=1$ м, швидкість

вітру була V_1 , тоді $V_1 = V_0 \cdot e^{-k}$ або $k = \ln \frac{V_0}{V_1}$. Тоді зміни швидкості вітру матиме вигляд $V = V_0 \cdot e^{-x \ln \frac{V_0}{V_1}}$.

Зміну швидкості вітру можна представити таким чином (рис. 2).

Модель 2. Розглянемо випадок природного відмирання дерев у вигляді лінійної моделі. Нехай на певній ділянці лісового масиву маємо $m(t)$ – середню кількість дерев у момент часу t і в станах A та B . До стану A зараховуємо дерева здорові, а до стану B – ослаблі та сильно ослаблі. Очевидно, швидкість зміни стану дерев $m(t)$ у часі можна задати диференціальним рівнянням $dm/dt = A - B$, або, якщо врахувати, що $A=am$ і $B=bm$, то $dm/dt = m(a-b)$, де a , b – коефіцієнти росту здорових та відмираючих дерев за одиницю часу відповідно.

Вважаючи, що у момент часу $t=t_0$, кількість здорових дерев $m=m_0$ знаходимо $m(t) = m_0 \cdot e^{(a-b)(t-t_0)}$.

Із цього розв'язку випливає, якщо $a > b$ і при $t \rightarrow \infty$, то кількість здорових дерев $m \rightarrow \infty$. Якщо ж $a < b$ і при $t \rightarrow \infty$ кількість здорових дерев $m \rightarrow 0$, тобто буде відмирати весь масив.

Тут наведено достатньо просту модель, яка насправді дуже наближено відображає дійсність. Практично всі моделі, які описують реальні явища і процеси, є за своєю будовою нелінійними.

Модель 3. Нелінійна модель. Розглядуваний процес можна описати рівнянням $dm/dt = am - bm^2$,

$$\text{розв'язок якого } m(t) = \frac{m_0 \cdot a / b \cdot e^{a(t-t_0)}}{m_0 e^{a(t-t_0)} + (a/b - m_0)}.$$

Згідно з цією моделлю, при $t \rightarrow \infty$, $m \rightarrow a/b$. Оскільки, виходячи з реальних умов $a > b$, то запропонована модель до певної міри може наближено відображати дійсну картину досліджуваного процесу.

Модель 4. Нехай кількісною мірою здорових деревостанів на деякій ділянці лісу у момент часу t є величина $x(t)$. За інтервал часу Δt зміна у лісовій екосистемі $x(t + \Delta t) - x(t)$ відбуватиметься під дією двох протилежних процесів – процесу розвитку лісової екосистеми і процесу природного відмирання її компонентів. Похідна величини $dx(t)/dt$ виражатиме швидкість зміни лісової екосистеми $x(t)$. Введемо величину $E(t)$ – зовнішнє джерело, яке забезпечує нормальну життєдіяльність деревостанів.

Запишемо таке диференціальне рівняння:

$$\frac{dx(t)}{dt} = \begin{cases} a_1 x(t) - a_2 x(t), & \text{якщо } x(t) \leq E(t); \\ a_1 E(t) - a_2 x(t), & \text{якщо } x(t) > E(t). \end{cases} \quad (16)$$

де a_1 та a_2 – деякі безрозмірні додатні коефіцієнти.

Запишемо розв'язок рівняння (16) для кожного випадку:

$$x(t) = \begin{cases} x_0 e^{(a_1 - a_2)t} & \text{якщо } x(t) \leq E(t); \\ x_0 e^{-a_2 t} + \int_0^t a_1 E(\tau) \cdot e^{-a_2(t-\tau)} d\tau & \text{якщо } x(t) > E(t). \end{cases} \quad (17)$$

У простому випадку, коли функція $E(t)$ є постійною, то розв'язок рівняння (16) матиме такий вигляд:

$$x(t) = \begin{cases} x_0 e^{(a_1 - a_2)t} & \text{і де } x(t) \leq E; \\ x_0 e^{-a_2 t} + \frac{a_1 E}{a_2} (1 - e^{-a_2 t}) & \text{і де } x(t) > E. \end{cases} \quad (18)$$

Проаналізуємо знак різниці $a_1 - a_2$. Якщо $a_1 < a_2$, то $a_1 - a_2 < 0$ і $a_1 E / a_2 < E$. У цьому випадку, якщо початкова кількість здорових дерев $x(0) = x_0$ була менша від E , то маємо перший розв'язок $x(t) = x_0 e^{(a_1 - a_2)t}$ і при $t \rightarrow \infty$, $x(t) \rightarrow 0$, тобто відбувається повне відмирання дерев протягом певного часу.

Якщо у початковому стані $x(0) = x_0$ і більше від E , то приймаємо друге значення розв'язку $x(t) = x_0 e^{-a_2 t} + a_1 E / a_2 (1 - e^{-a_2 t})$ і за умови $t \rightarrow \infty$, $x(t) \rightarrow a_1 E / a_2$, тобто відбувається стабільний процес розвитку лісової екосистеми.

Якщо здійснити аналогічний аналіз при $a_1 > a_2$, тобто $a_1 - a_2 > 0$ і $a_1 E / a_2 > E$, то отримаємо результат при $t \rightarrow \infty$, то $x(t) \rightarrow a_1 E / a_2$.

Таким чином, величина $a_1 E / a_2$ відображає певний рівноважний стан лісової екосистеми.

3.4. Диференційні моделі процесу відмирання деревостанів у зонах антропогенних впливів

Розглянемо один із видів антропогенних впливів на лісову екосистему у вигляді атмосферного забруднення – поширеного явища, що завдає значних екологічних, економічних, санітарно-гігієнічних та інших збитків. Очевидно, потрібно дослідити ці процеси з метою прогнозування наслідків їх впливів і відповідно розробити своєчасні природоохоронні заходи лісгосподарського або технологічного характеру.

Побудуємо математичну модель такої задачі. Нехай певна ділянка лісу (деревостану) перебуває під дією атмосферного забруднення. Внаслідок дії цього явища на лісову екосистему спостерігається різко виражений процес руйнування дерев. Якщо вважати, що маємо при цьому такі чотири категорії стану дерев: 1 – здорові, 2 – ослаблі, 3 – сильно ослаблі і 4 – відмираючі, то можна зобразити переходи особин із i -ої категорії в $i+1$ за такою схемою:

$$1 \xrightarrow{\alpha_1} 2 \xrightarrow{\alpha_2} 3 \xrightarrow{\alpha_3} 4,$$

де α_i – інтенсивність переходу дерев із стану i у стан $i+1$ (розмірність 1/час).

Згідно з формулою (12), складемо балансове рівняння, яке характеризуватиме зміну кількості дерев відповідно до категорій стану. Вважаємо, що N – кількість дерев на ділянці лісу, що перебуває під дією атмосферного забруднення, $m_i(t)$ – середня кількість дерев, яка у момент часу t перебуває у стані i .

Оскільки $\sum_{i=1}^4 m_i(t) = N$, то побудуємо таку диференційну модель у вигляді системи диференціальних рівнянь:

$$\begin{cases} \frac{dm_1}{dt} = -\alpha_1 m_1; \frac{dm_2}{dt} = \alpha_1 m_1 - \alpha_2 m_2; \\ \frac{dm_3}{dt} = \alpha_2 m_2 - \alpha_3 m_3; \frac{dm_4}{dt} = \alpha_3 m_3, \end{cases} \quad (19)$$

за таких початкових умов: у момент часу $t=0$,

$$m_1(0) = m_{10}, m_2(0) = m_{20}, m_3(0) = m_{30}, m_4(0) = m_{40}. \quad (20)$$

Інтегруючи кожне із рівнянь системи (19) за початкових умов (20), отримаємо такі розв'язки:

$$\begin{cases} m_1(t) = m_{10} e^{-\alpha_1 t}; \\ m_2(t) = \theta_0 m_{10} (e^{-\alpha_1 t} - e^{-\alpha_2 t}) + m_{20} \cdot e^{-\alpha_2 t}; \\ m_3(t) = \alpha_2 \alpha_1 m_{10} \left(\frac{e^{-\alpha_1 t}}{\theta_1} - \frac{e^{-\alpha_2 t}}{\theta_2} + \frac{e^{-\alpha_3 t}}{\theta_3} \right) + \\ + m_{20} \theta_4 (e^{-\alpha_3 t} - e^{-\alpha_2 t}) + m_{30} \cdot e^{-\alpha_3 t}; \\ m_4(t) = N - \sum_{i=1}^3 m_i(t). \end{cases} \quad (21)$$

$$\text{де: } \theta_0 = \frac{\alpha_1}{\alpha_2} - \alpha_1; \theta_1 = (\alpha_2 - \alpha_1) \cdot (\alpha_3 - \alpha_1);$$

$$\theta_2 = (\alpha_2 - \alpha_1)(\alpha_3 - \alpha_2); \theta_3 = (\alpha_3 - \alpha_2)(\alpha_3 - \alpha_1); \theta_4 = \frac{\alpha_2}{\alpha_3 - \alpha_2}$$

Згідно з отриманими розв'язками, за наявності значень α_i можемо прогнозувати процес впливу атмосферного забруднення на досліджувану ділянку деревостану або навпаки – маючи початкові значення $m_i(0)$ і спостережувані значення $m_i(t)$ за певний проміжок часу на основі формул (21) можемо обчислити кінетичні коефіцієнти α_i , розв'язавши систему нелінійних (трансцендентних) рівнянь (21).

Висновок

Резюмуючи, можемо констатувати, що наведені диференційні моделі є певними наближеними формулами, які дають змогу робити відповідний аналіз і прогнозування життєвості лісових екосистем при певних впливах на них зовнішніх чинників – як природних, так і антропогенних.

За запропонованою моделлю динаміки лісового фонду можна обчислювати відчуження земельних площ під житлові, транспортні, промислові споруди і для потреб сільського господарства, а також прогнозувати наслідки цього процесу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Алексеев А.С. Математические модели и методы в лесном хозяйстве : учебн. пособие. – Л. : Изд-во ЛТА, 1988. – 88 с.
2. Амеликин В.В. Дифференциальные уравнения в приложениях. – М. : Изд-во "Наука", 1987. – 160 с.
3. Никитин К.Е., Швиденко А.З. Методы и техника обработки лесоводственной информации. – М. : Лесн. пром-сть, 1978. – 270 с.
4. Робертс Ф.С. Дискретные математические модели с приложениями к социальным, биологическим и экологическим задачам. – М. : Изд-во "Наука", 1986. – 289 с.
5. Смит Дж. Модели в экологии. – М. : Изд-во "Мир", 1976. – 354 с.
6. Хильми Г.Ф. Теоретическая биогеофизика леса. – М. : Изд-во "Наука", 1957. – 156 с.
7. Хильми Г.Ф. Энергетика и продуктивность растительного покрова суши. – М. : Изд-во "Наука", 1976. – 89 с.
8. Шмидт В.М. Математические методы в ботанике. – Л. : Изд-во ЛГУ, 1984. – 356 с.

O. I. Dumanskyj, Yu. M. Debrynuik

**DIFFERENTIAL MODELS
IN PROBLEMS OF FORESTRY**

The application of the set of differential equations for the models construction in the relation to the problems of forestry in being examined. The

models concerning trees growth, dynamics of forest lands and the process of natural destruction of trees and their destruction in the zones of anthropogenic influences can be used to forecast the vitality of tree plantations. The proposed model of the forest lands dynamics gives a possibility to calculate the disposal of lands and to make a prognosis of its consequences.

УДК 621.867

М. П. МАРТИНЦІВ¹, І. В. БИЧИНЮК², Б. В. СОЛОГУБ³

ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ НЕСНИХ КАНАТІВ ПІДВІСНИХ БАГАТОПРОГІННИХ ЛІСОТРАНСПОРТНИХ УСТАНОВОК

Отримано рівняння руху вантажної каретки в зоні опорного башмака проміжної опори. На основі розв'язування рівнянь руху виведено залежність для визначення величини тиску несного каната на башмак, яка дасть змогу визначити контактні напруження і для реальних умов експлуатації запропонувати оптимальні параметри проміжної опори.

Більшість лісових масивів Українських Карпат розміщена на схилах крутизною понад 20° і протяжністю 800÷1200 м [1, 2]. Для освоєння таких лісів найефективнішим первинним транспортом деревини є багатопрогінні канатні установки [3-5]. Найнебезпечнішими, з точки зору надійності та довговічності основних елементів таких установок, є проміжні опори [6, 7]. Тому дослідження роботи канатів у зоні проміжних опор є актуальним завданням, вирішення якого дасть змогу підвищити ефективність роботи багатопрогінних підвісних канатних установок.

Для вивчення роботи несних канатів у зоні проміжної опори розглянемо розрахункову схему, представлену на рис. 1.

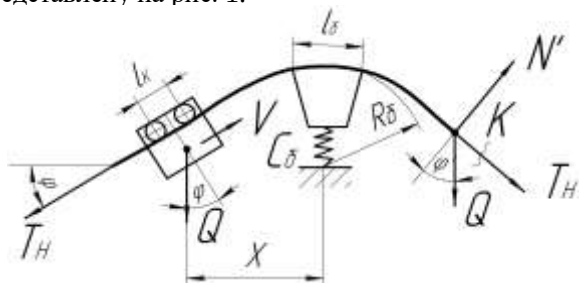


Рис. 1. Розрахункова схема руху вантажу в зоні проміжної опори

Допустимо, що вантаж рухається з постійною горизонтальною швидкістю v , здійснюючи вертикальні коливання. Квадрат циклічної частоти таких коливань можна визначити з залежності:

$$K^2 = \frac{q}{\delta_{\text{нб}}}, \quad (1)$$

де: q – вага погонного метра каната; $\delta_{\text{нб}}$ – статичний прогин каната в зоні башмака.

У зоні опорного башмака вантаж рухається по кривій поверхні, рівняння якої можна представити в такому вигляді

$$y = R_{\delta} \cdot \sin \frac{\pi \cdot x}{l_{\delta}}, \quad (2)$$

де: R_{δ} – радіус кривої поверхні башмака; l_{δ} – довжина поверхні башмака.

Підставивши у рівняння (2) $x = v \cdot t$, отримаємо:

$$y = R_{\delta} \cdot \sin \frac{\pi v \cdot t}{l_{\delta}}. \quad (3)$$

Гармонійне коливання $R_{\delta} \cdot \sin(\pi v t / l_{\delta})$ еквівалентне безпосередній дії сили збурення, яка дорівнює

$$F_{\text{за}} = R_{\delta} \cdot K^2 \cdot m \cdot \sin \frac{\pi \cdot v \cdot t}{l_{\delta}}, \quad (4)$$

де: K – частота вільних коливань; m – маса вантажу.

Тоді вимушені коливання вантажу можна описати таким рівнянням

$$y^* = R_{\delta} \left(\frac{1}{1 - \frac{p^2}{K^2}} \right) \sin pt, \quad (5)$$

де: p – циклічна частота вимушених коливань, яку визначають за формулою $p = \pi v / l_{\delta}$.

Амплітуду вимушених коливань можна визначити з залежності

$$A = \left| \frac{R_{\delta}}{1 - \frac{p^2}{K^2}} \right| = \left| \frac{R_{\delta}}{1 - \frac{\pi^2 \cdot v^2 \cdot \delta_{\text{нб}}}{l_{\delta}^2 \cdot g}} \right|. \quad (6)$$

За швидкості каретки, яка дорівнює $v = \frac{l_{\delta}}{\pi} \sqrt{\frac{g}{\delta_{\text{нб}}}}$,

в системі виникне явище резонансу. В цьому випадку $p = K$ і амплітуда $A \rightarrow \infty$.

Проаналізувавши наведені залежності, з'ясуємо, що якщо швидкість v збільшувати в 2, 3 і 4 рази, то амплітуда вимушених коливань становитиме відповідно 1/3, 1/8 і 1/15 амплітуди вільних коливань,

¹ Михайло Павлович МАРТИНЦІВ – академік підійомно-транспортної Академії наук України, доктор технічних наук, професор, Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів. Тел.: +38(032) 239-27-51.

² Ігор Васильович БИЧИНЮК – аспірант кафедри прикладної механіки, Національний лісотехнічний університет України. Україна, м. Львів. Тел.: +38(032) 239-27-51. E-mail: bychyniuk@gmail.com.

³ Богдан Володимирович СОЛОГУБ – дійсний член підійомно-транспортної Академії наук України, кандидат технічних наук, доцент, НУ "Львівська політехніка". Україна, м. Львів. Тел.: +38(032) 258-26-95.

а якщо швидкість зменшувати, то амплітуда вимушених коливань набуває значення більші від амплітуди вільних коливань. Отже, коли каретка наближається до опорного башмака і проходить через нього, швидкість її руху не можна зменшувати – це може призвести до виникнення резонансу.

Після проходження кареткою башмака спочатку вона продовжує рух за його траєкторією, тому тиск на канат є мінімальним. Рухаючись далі під дією сили тяжіння, каретка в точці К (рис. 1) чинить максимальний тиск на канат, спричиняючи в ньому виникнення додаткових напружень, що призводить до його інтенсивного зношування.

Для визначення віддалі, на якій відбувається зношування, встановлення залежності величини тиску від швидкості руху та зовнішнього навантаження представимо рівняння руху каретки після проходження башмака у вигляді системи рівнянь

$$\begin{cases} m \frac{d^2 y}{dt^2} = Q \cdot \cos \varphi; \\ m \frac{d^2 x}{dt^2} = Q \cdot \sin \varphi - F \cdot \cos \varphi, \end{cases} \quad (7)$$

де: m – маса вантажу; Q – вага вантажу; F – зусилля опору рухові вантажної каретки.

За статичної дії навантаження

$$F = Q \cdot \cos \varphi \cdot f_0,$$

де: f_0 – коефіцієнт опору рухові каретки на несному канаті, [5]; φ – кут підходу вантажної каретки до башмака. Тоді нормальна складова $N = F / f_0$. У системі натуральних координат, за яких $\rho = \rho(\varphi)$

$$\rho = \int_0^{\varphi} \rho d\varphi,$$

де: ρ – радіус кривизни каната, $\rho = \frac{a_i}{\cos^2 \varphi}$, [5]; a_i – параметри несного каната

Параметр несного каната можна визначити зі залежності [5]:

$$a_i = \sqrt{\frac{T_i \cdot g \cdot \cos^2 \varphi}{q}}$$

де: $q = 9,81 \text{ м/с}^2$ – пришвидшення вільного падіння.

Визначивши цей параметр, диференційні рівняння руху вантажу можна записати в такому вигляді

$$\begin{cases} \pm m \frac{dv}{dt} = -F + Q \cdot \sin \varphi; \\ \pm m \frac{v^2}{\rho} = N - Q \cdot \cos \varphi. \end{cases} \quad (8)$$

З другого рівняння

$$N = \pm m \frac{v^2}{\rho} + Q \cdot \cos \varphi. \quad (9)$$

Для запобігання відриву каретки від несного каната потрібно забезпечити $N > 0$, тобто

$$\frac{m \cdot v^2}{\rho} < Q \cdot \cos \varphi. \quad (10)$$

Звідси

$$v < \sqrt{\frac{Q \cdot \rho \cdot \cos \varphi}{m}}. \quad (11)$$

Для встановлення характеру зміни зусилля N , з яким канат діє на вантажну каретку, рівняння руху представимо у такому вигляді

$$m \frac{dv}{dt} = -N + Q \cdot \sin \varphi. \quad (12)$$

$$\text{Введемо заміни: } \frac{dv}{dt} = \frac{dv}{dx} \cdot \frac{dx}{dt}; \sin \varphi = \frac{x}{a_i},$$

де: δ – величина шляху, який пройшла каретка від башмака.

Підставивши значення $dx/dt = v$ у рівняння (12), отримаємо

$$m \cdot v \cdot \frac{dv}{d\delta} = -N + Q \cdot \frac{\delta}{a_i}. \quad (13)$$

Інтегруючи рівняння (20), отримаємо

$$m \int_{v_0}^v v \frac{dv}{dt} = \int_0^{\delta} \left(-N + Q \cdot \frac{x}{a_i} \right) dx, \quad (14)$$

$$\text{або} \quad \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = -N \cdot x + \frac{Q \cdot x^2}{2a_i}.$$

$$\text{Звідси} \quad N = \frac{1}{2x} \left[\frac{Q \cdot x^2}{a_i} - \delta (v^2 - v_0^2) \right]. \quad (15)$$

Із залежності (15) можна встановити зміну тиску каретки на несний канат після того, як вона перейшла через башмак.

Для визначення внутрішніх зусиль, які виникають в несному канаті і елементах проміжної опори, розглянемо розрахункову схему (рис. 2), на основі якої розробимо математичну модель роботи несного каната в зоні проміжної опори.

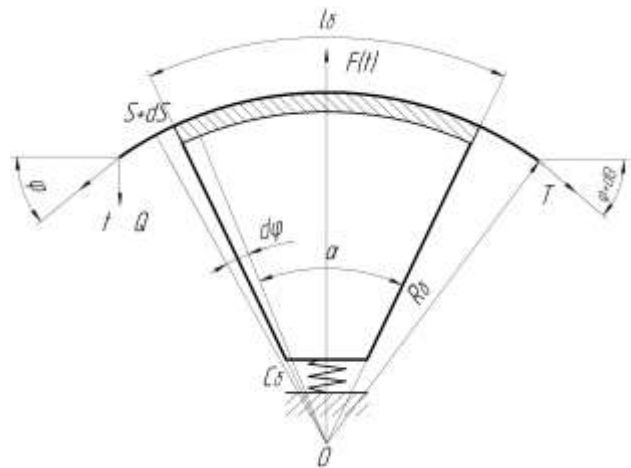


Рис. 2. Розрахункова схема опори багатопрогінної канатної установки

Враховуючи, що величина натягу несного каната під час його коливання змінюється не більше ніж на 10÷15 %, [5], можна вважати, що:

$$T = \frac{N}{\sin \varphi}. \quad (16)$$

Зусилля t і T забезпечують запас зчеплення каната з проміжною опорою і взаємопов'язані нерівністю:

$$\frac{T}{t} \leq e^{\mu\alpha}, \quad (17)$$

де: μ – коефіцієнт тертя каната по роliках опори;
 α – центральний кут дуги охоплення канатом опори.

Під дією розтягувальних зусиль в канаті виникає сила, яка може бути виражена залежністю:

$$S = E \cdot A \cdot \varepsilon, \quad (18)$$

де: E – модуль пружності каната; A – площа поперечного перетину каната; ε – відносна деформація каната.

Розділивши видовження ділянки каната на її початкову довжину $R \cdot d\varphi$, відносну деформацію можна представити в такому вигляді:

$$\varepsilon = \frac{1}{R} \frac{dU}{d\varphi}, \quad (19)$$

де: R – радіус кривизни каната на проміжній опорі.

Тоді зусилля в канаті з кутовою координатою φ запишемо в такому вигляді:

$$S = \frac{E \cdot A}{R} \cdot \frac{dU}{d\varphi}. \quad (20)$$

Продиференціюємо рівняння (9) за φ

$$\frac{dS}{d\varphi} = \frac{E \cdot A}{R} \cdot \frac{d^2U}{d\varphi^2} \quad (21)$$

і, врахувавши, що $dS = \pm \mu S \cdot d\varphi$, отримаємо

$$\pm \frac{d^2U}{d\varphi^2} - \mu \frac{dU}{d\varphi} = 0. \quad (22)$$

Корені характеристичного рівняння можна представити в такому вигляді:

$$\begin{cases} U_1 = C_1 \cdot e^{-\mu\varphi} + C_2, \text{ і } \text{д} \varphi \leq \alpha_n; \\ U_2 = D_1 \cdot e^{\mu\varphi} + D_2, \text{ і } \text{д} \alpha_n \leq \varphi \leq \alpha, \end{cases} \quad (23)$$

де: $\tilde{N}_1$ та D_1 – довільні постійні, які визначаються з граничних умов; α_n – граничний кут охоплення канатом проміжної опори.

Диференціюючи рівняння (23), отримаємо:

$$\begin{cases} C_1 = -\frac{R \cdot t}{E \cdot A \cdot \mu}; \\ D_1 = \frac{R \cdot T \cdot e^{-\mu\alpha}}{E \cdot A \cdot \mu}. \end{cases} \quad (24)$$

Підставляючи $\tilde{N}_1$ та D_1 у вирази (23), отримаємо:

$$\begin{cases} U_1 = -\frac{R \cdot t}{\mu \cdot E \cdot A} \cdot e^{-\mu\varphi} + C_2, \text{ і } \text{д} \varphi \leq \alpha_n; \\ U_2 = \frac{R \cdot T}{\mu \cdot E \cdot A} \cdot e^{\mu(\varphi-\alpha)} + D_2, \text{ і } \text{д} \alpha_n \leq \varphi \leq \alpha, \end{cases}$$

де $\tilde{N}_2$ та D_2 знаходимо з умови, що в перехідній точці $\varphi = \alpha_n$ пружне ковзання дорівнює нулю.

$$\text{Тоді} \quad \begin{cases} C_2 = \frac{R \cdot t}{E \cdot A \cdot \mu} \cdot e^{-\mu\alpha_n}; \\ D_2 = -\frac{R \cdot t}{E \cdot A \cdot \mu} \cdot e^{-\mu(\alpha-\alpha_n)}. \end{cases} \quad (25)$$

Величину пружного ковзання каната можна визначити з таких залежностей:

$$\begin{cases} U_1 = -\frac{R \cdot t}{\mu \cdot E \cdot A} (e^{-\mu\varphi} - e^{-\mu\alpha_n}); \\ U_2 = \frac{R \cdot t \cdot e^{-\mu\alpha}}{\mu \cdot E \cdot A} (e^{\mu\varphi} - e^{\mu\alpha_n}). \end{cases} \quad (26)$$

Знак "мінус" в U , означає, що напрямок ковзання не збігається з напрямком збільшення кута φ . Для визначення загального тиску каната на проміжну опору проінтегруємо рівняння (7), визначивши нормальну складову з залежності $N = F(t)/\mu$. У системі натуральних координат, за яких $R = R(\varphi)$,

$$R = \int_0^\varphi R \cdot d\varphi, \text{ де: } R - \text{ радіус кривизни каната,}$$

$$R = \frac{a_n}{\cos^2 \varphi}, \text{ [5]; } a_n - \text{ параметр каната.}$$

Тоді залежність можна записати так:

$$m \int_{v_0}^v \frac{dv}{dt} = \int_0^R \left(-F(t) + Q \frac{x}{a_n} \right) dx,$$

$$\text{звідси} \quad F(t) = \frac{1}{2x} \left[\frac{Q \cdot x^2}{a_n} - m(v^2 - v_0^2) \right]. \quad (27)$$

Із залежності (27) визначаємо величину тиску каната на проміжну опору, а відповідно – і контактні напруження. Це дасть змогу з умови міцності визначити основні параметри опори, які забезпечать оптимальні умови роботи несного каната.

ЛІТЕРАТУРА

1. Генсирук С.А. Комплексное хозяйство в горных условиях. – М.: Лесн. пром-сть, 1971. – 248 с.
2. Генсирук С.А. Ліси України. – К.: Вид-во "Наук. думка", 1992. – 408 с.
3. Шкіря Т.М. Технологія і машини лісосічних робіт. – Львів: Вид-во "Тріада плюс", 2003. – 352 с.
4. Адамовський М.Г., Мартинців М.П., Бадера Й.С. Підвісні канатні лісотransпортні системи. – Львів: ІЗМН, 1997. – 156 с.
5. Мартинців М.П. Розрахунок основних елементів підвісних канатних лісотransпортних установок. – К.: Вид-во "Ясмина", 1996. – 175 с.
6. Беляя Н.М., Прхоренко А.Г., Матишин Н.В. Исследование выносливости несущих канатов в зоне башмаков промежуточных опор // Лесное хозяйство, лесн., бум. и деревообр. пром-сть. – К.: Будівельник. – 1975. – Вип. 5. – С. 32-36.
7. Мартинців М.П., Адамовський М.Г., Матишин Н.В. Рух вантажної каретки у зоні опорного башмака підвісної лісотransпортної установки // Науковий вісник УкрДЛТУ: зб. наук.-техн. праць. – Львів: РВВ УкрДЛТУ. – 2002. – Вип. 12.8. – С. 114-120.

M. P. Martynciv, I. V. Bychynyuk, B. V. Solohub

CHARACTERISTICS OF WORK FOR BEARING CABLES OF MULTYSECTION TIMBER TRANSPORTING CABLEWAYS

The equalization for describing the motion of freight carriage in the area of beating shoe of intermediate bearing have been developed and presented in the article. On the basis of solutions for

the equalizations of motion dependence the determination of level of pressure of bearing cable on a shoe estimated. These results enable to define

contact tensions, and therefore to propose the optimum parameters for intermediate bearing for the real conditions of equipment exploitation.

СТОРИНКИ ПАМ'ЯТІ

Дмитро Лук'янович ДУДЮК
(12.06.1934–15.03.2008)

15 березня 2008 року на сімдесят четвертому році життя відійшов у вічність відомий учений, педагог, Заслужений діяч науки і техніки України, багаторічний проректор з наукової роботи нашого університету, головний редактор журналу "Науковий вісник НЛТУ України" Дмитро Лук'янович Дудюк. Пішов, залишивши нам гідний наслідування приклад порядності, доброзичливості, розсудливості та ще багатьох інших чеснот. Чомусь не хочеться вірити, що вже не почуємо його привітного голосу, мудрих настанов, а інколи – і критичних зауважень. Відтепер тільки подумки ми зможемо звіряти з ним свої помисли, поведінку та дії...

У нелегкий час його, допитливого і спраглого знань юнака, Доля привела з рідних на Тернопільщині Оришківців за студентську лаву енергетичного факультету славетної Львівської політехніки. Вроджений талант і наполеглива праця достойно винагородились дипломом з відзнакою у 1958 р.

Згодом була робота інженером – інспектором Енергозбуту "Львівенерго" у 1958-1964 роках, начальником енергобюро телевізійного заводу у 1964-1965 роках. Саме вона допомогла йому набутти значного виробничого досвіду, визначити чітко окреслене коло наукових зацікавлень.

Коли довелося вибирати між наукою і виробництвом, його уподобання припало на Львівський лісотехнічний інститут не випадково. Саме тут Він зумів якнайповніше зреалізувати творчі задуми. На науковій ниві чекали здобутки і розчарування, але Він завжди вірив, що власний шлях є єдиним із можливих, з гідністю сприймав випробування долі. Тому й залишив помітний у науці слід, розробивши методологічні засади оптимізації параметрів автоматичних ліній. Доробок сформованої ним наукової школи сьогодні добре відомий як в Україні, так і за її межами.

За час роботи Дмитро Лук'янович пройшов шлях від асистента (1965) до професора (1992), від інженера до доктора технічних наук (1991). Багато сил та енергії віддав справі виховання студентської молоді, працюючи на викладацьких посадах, заступником декана факультету механізації та автоматизації виробничих процесів (1968-1973) і факультету технології деревообробки (1973-1974), завідувачем кафедри автоматизації виробничих процесів, електротехніки і теплотехніки (1994-2008). Завдяки його повсякденній невтомній праці університет на високому рівні здійснює підготовку бакалаврів,

спеціалістів і магістрів напряму "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" й спеціальності "Автоматизоване управління технологічними процесами", покращилася матеріально-технічна база.

Свою педагогічну роботу Дмитро Лук'янович невтомно поєднував з плідною науковою діяльністю.

Він опублікував понад 300 наукових і науково-методичних праць, серед яких 5 монографій і 6 навчальних посібників. За його посібниками навчаються студенти не тільки нашого університету, а й споріднених вищих закладів освіти України та близького зарубіжжя. Його наукові здобутки – гідний внесок у царині вітчизняної науки. Держава достойно їх відзначила, пошанувала вченого почесним званням "Заслужений діяч науки і техніки України".

Ми знали його як творчого організатора вузівської науки, коли колектив довірив працювати понад 10 років, від березня 1983 до вересня 1994 рр., проректором з наукової роботи, бути головою

та заступником голови спеціалізованої вченої ради університету із захисту докторських дисертацій, членом експертної ради ВАК України. Набуття статусу університету також відбулося за його найактивнішої участі. Прикметно, що 1993-го року, під час виборів ректора на дорадчих зборах колективу, професор Д.Л. Дудюк отримав найбільшу кількість голосів. Така довіра співробітників була вислідом його невтомної праці на благо рідного університету.

Він завжди безкорисливо підтримував обдаровану молодь. Не один початківець завдяки його уважному, беззастережному ставленню досягнув успіхів у великій науці. Під його керівництвом захищено 10 кандидатських і 2 докторські дисертації. Саме завдяки наполегливості та старанням Дмитра Лук'яновича побачив світ збірник науково-технічних праць "Науковий вісник УкрДЛТУ", незмінним головним редактором якого Він був. Любов до науки Він зумів прищепити своїм дітям і онукам, які також плідно працюють на науковій ниві.

Світла пам'ять про Дмитра Лук'яновича – чуйну і доброзичливу людину, талановитого педагога, визначного науковця і мудрого керівника –назавжди залишиться у наших серцях.

Ректорат університету, співробітники та редакційна колегія збірника "Наукові праці ЛАНУ" глибоко сумують з приводу непоправної втрати і висловлюють співчуття рідним і близьким покійного.



*Ректорат НЛТУ України,
Редколегія збірника "Наукові праці ЛАНУ"*

ДО УВАГИ АВТОРІВ

До збірника "Наукові праці" Лісівничої академії наук України приймаються статті з теоретичних і прикладних проблем, оригінальні наукові роботи з різноманітних вагомих питань лісової галузі.

Пріоритетним правом публікації користуються члени Лісівничої академії наук (ЛАН) України. Інші автори можуть подавати матеріали за умови письмового представлення їх дійсними членами ЛАН України.

1. Обсяг статей (з таблицями, списком літератури, підписами до рисунків, анотаціями) не повинен перевищувати:

- для проблемно-теоретичних і дискусійних публікацій – 12 ст.;
- оригінальних статей – 10 ст.;
- коротких повідомлень – 5 ст.;
- рецензій, хроніки, нарисів про видатних постатей природознавства – 4 ст.

2. Огляди і статті з великими списками флори й фауни й таблицями великого розміру не приймаються.

3. Структуру проблемно-теоретичних і дискусійних статей визначає автор.

4. Оригінальна стаття повинна складатися з короткого вступу, методики досліджень, результатів і висновків. Виклад тексту повинен бути чітким, стислим, без довгих історичних екскурсів і повторень.

5. У коротких повідомленнях подаються конкретні результати досліджень без детального літературного огляду, висновків і рекомендацій.

6. У статтях, присвячених видатним вченим-дослідникам, подаються короткі автобіографічні дані й оцінка їх головних праць, які є пріоритетними у певній галузі знань.

7. Порядок викладання статей і повідомлень:

- УДК;
- українською мовою: ім'я, по батькові та прізвище автора у називному відмінку; заголовок; анотація не менше 500 символів; текст статті (див. пункти 4, 5, 6); література;
- англійською мовою: ім'я та прізвище автора; назва статті; анотація (дослівний переклад анотації українською мовою);
- відомості про кожного автора, прізвище, ім'я, по-батькові, вчене звання та науковий ступінь, посада і місце праці, контактні телефони, електронну адресу.

8. Матеріали до редакції подаються в електронному та паперовому (один примірник) варіантах. Паперовий варіант повинен бути підписаний автором чи авторами.

Текст статті готують в середовищі текстового 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

Збірник наукових праць
Наукові праці Лісівничої академії наук України

Випуск 6

2008 р.

Науковий редактор: *проф. Ю. М. Дебринюк, д-р с.-г. наук*

Оригінал-макет: *доц. Ю. І. Грицюк, канд. техн. наук*

Літературний редактор: *В.В. Дудок*

Підп. до друку 03.12.08. Формат 60×84/8. Папір офсетний. Друк офсетний.
Ум. др. арк. 23,33. Ум. фарбо-відб. 24,18. Облік.-вид-арк. 23,95. Тираж 300 прим.
Зам. № 53/2008

Видавець: Редакційно-видавничий центр НЛТУ України
79057, м. Львів, вул. Генерала Чупринки, 103
Тел./факс: +38067-944-11-15
E-mail: nauk.visnyk@gmail.com

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до
Державного реєстру видавців, виготовників і розповсюджувачів видавничої продукції
(Серія ДК, № 2062 від 17.01.2005 р.)