



Universitatea
Transilvania
din Braşov



State Biotechnological University, Ukraine

Ukrainian National Forestry University, Ukraine

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine

Transilvania University from Brasov, Romania

University of Valladolid, Spain

Eberswalde University for Sustainable Development, Germany

BOOK OF ABSTRACTS OF THE INTERNATIONAL CONFERENCE

«FORESTRY CONTRIBUTION TO THE EUROPEAN GREEN DEAL: BRIDGES BETWEEN EU AND UKRAINIAN EDUCATIONAL PRACTICES»

June 5-6, 2025

Kharkiv, Ukraine

Forestry Contribution to the European Green Deal: Bridges between EU and Ukrainian Educational Practices. Book of Abstracts of the International Conference (SBTU, Kharkiv, Ukraine, June 5-6, 2025). – Kharkiv, Ukraine, SBTU: 2025. – 260 p.

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.17079555>

Conference is held within the framework of the project «Modernizing Master Programs to Support Forest Sector Transformation towards Ukraine's Post-War Green Rebuilding» (ForestPost), №101179074 ERASMUS-EDU-2024-CBHE Erasmus+ program of EU.

The results of scientific research of scientists, academic staff, forest sector specialists, postgraduate and graduate students are presented. These results highlight pressing issues related to forests and forestry, wood processing technologies, the circular bioeconomy and forest management. The research is presented in the context of Ukraine's post-war green rebuilding and related areas.

This publication is designed for scientists, academic staff, forest sector specialists, and postgraduate and graduate students specializing in forestry, agriculture, biology, technology, management, and economics.

© State Biotechnological University, 2025

© Authors of abstracts, 2025

Editorial board:

Editor-in-Chief:	Anastasiia Suska , Dr., Prof., Dean of the Faculty of Forestry, Woodworking Technologies and Land Management of the State Biotechnological University, Ukraine
Deputy Editor-in-Chief:	Serhii Shevchenko , Dr., Associate Prof., Associate Prof. of the Department of Woodworking Technologies and Systems Engineering of Forest Complex of the State Biotechnological University, Ukraine
Editorial Board Members:	Ihor Soloviy , Prof. Dr., Professor at the Department of Economics, Tourism and Recreation, Ukrainian National Forestry University, Ukraine; Halyna Lesiuk , Dr., Deputy Head of International Office, Ukrainian National Forestry University, Ukraine; Iryna Koshkalda , Prof. Dr., Head of the Department of Land Management, Geodesy and Cadastre of the State Biotechnological University, Ukraine; Yuriy Karpets , Prof. Dr., Head of the Department of Forestry and Hunting of the State Biotechnological University, Ukraine; Yuliia Nikitchenko , Dr., Associate Prof, Project Manager, Eberswalde University for Sustainable Development, Germany
Executive Secretary:	Vitalii Nazarenko , Dr., Associate Prof., Head of the Department of Forest Crops, Land Reclamation and Horticulture of the State Biotechnological University, Ukraine

CONTENTS

Section 1. «FORESTS AND FORESTRY IN THE CONTEXT OF ENVIRONMENTAL CHALLENGES»

Bila Yu.M., Raspopina S. P., Goroshko V.V., Gordiyashchenko A.Yu. INFLUENCE OF FIELD PROTECTIVE FOREST STRIPS ON SOIL FERTILITY	17
Blyshchyk V.I. CARBON DEPOSITION POTENTIAL OF SELF- SEEDING PINE FORESTS OF POLISSYA IN THE CONTEXT OF UKRAINE'S EUROPEAN INTEGRATION OBLIGATIONS	19
Borodin Yu.M. CURRENT STATE OF FOREST FAUNA OF UKRAINE IN THE CONDITIONS OF CLIMATE CHANGE AND INCREASING ANTHROPOGENIC IMPACT: CHALLENGES FOR BIODIVERSITY CONSERVATION	21
Bravo F. ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND FORESTRY – NEW CHALLENGES	23
Buksha I.F., Pasternak V.P., Pivovarov T.S., Nazarenko V.V. MONITORING AND CERTIFICATION OF FORESTS AS TOOLS OF BALANCED FOREST MANAGEMENT	24
Bulat A.G. INFLUENCE OF MORPHOMETRIC INDICATORS OF CATALPA BIGNONIODES SEEDS ON THEIR SOWING QUALITY	27
Didenko M.M., Goroshko V.V. NATURAL REFORESTATION OF TERRESTRIAL OAK IN LEFT-BANK FOREST-STEP OF UKRAINE	30
Dubovich I.A., Matsko R.B., Rozhkovych O.M. MODERN SOCIO- ECONOMIC AND LEGAL PROBLEMS OF ECOLOGICAL TOURISM DEVELOPMENT IN THE TERRITORY OF THE FOREST FUND OF THE UKRAINIAN CARPATHIANS	33
Yelisavenko Y.A., Yurkiv Z.M., Rumyantsev M.G., Tarnopilskyi P.B. SUBSTITUTION OF THE FEASIBILITY OF CREATING FOREST CULTURES TAKING INTO ACCOUNT THE FEATURES OF FOREST CULTURE AREAS IN SE «VINNYTSKA FRS»	36
Garmash A.V. FEATURES OF FOREST REGENERATION PROCESSES OF SCOTTISH PINE (PINUS SYLVESTRIS L.) IN THE CONDITIONS OF THE LEFT-BANK FOREST-STEP OF UKRAINE	39
Horbenko N.E., Zayachuk V.Ya., Levchyk N.Ya., Genyk Ya.V., Zhmurko S.V., Chemerys I.A., Klyuchka S.I. SPECIES OF THE GENUS EUPHORBIA (EUPHORBIA L.) IN THE TERRITORIES OF FORESTRY ENTERPRISES OF UKRAINE AND THEIR INDICATIVE ROLE	41
Gordiyashchenko A.Yu., Goroshko V.V., Bila Yu.M., Didenko M.M. FOREST TYPOLOGICAL STRUCTURE OF FORESTS OF BRANCH «KLESIVSKE FORESTRY» OF THE SE «FORESTS OF UKRAINE»	44

Goroshko V.V., Bila Yu.M., Didenko M.M., Gordiyashchenko A.Yu. FORESTATION OF THE SMALL RIVERS' WATERSHEDS OF THE KHARKIV REGION	47
Gavrylyuk S.A., Myklush S.I., Khomyuk P.G. REMOTE SENSING OF THE LAND AS A TOOL FOR IMPROVING THE LEVEL OF TRAINING OF MASTERS IN FORESTRY	50
Karpets Yu.V., Taraban D.A., Lugova G.A. USE OF NEWEST SCIENTIFIC CONCEPTS AND OWN RESEARCH IN TEACHING SPECIAL DISCIPLINES IN FIELD OF STRESS RESISTANCE AND PRODUCTIVITY OF FORESTS	54
Korol M.M., Lavny V.V. SPATIAL STRUCTURE AND DISTRIBUTION OF THE STONEWOOD RESERVE OF PINE FORESTS IN THE CONDITIONS OF SMALL POLISSIA	57
Koshelyaeva Ya.V., Ivanov S.O. POLLERS ON THE BIRCH TREE	60
Kravets P.V., Khan Y.Y. EXPLORING THE ROLE OF NEB IN UKRAINE'S GREEN RECOVERY	62
Levchenko V.B., Romanyuk A.A. THE INFLUENCE OF CLIMATE CHANGE ON THE DYNAMICS OF THE ORIGIN AND SPREAD OF FOREST FIRE IN THE CONDITIONS OF THE POLISSIA NATURE RESERVE	64
Lugova G.A., Taraban D.A., Karpets Y.V. USE OF MODERN INFORMATION TECHNOLOGIES IN TEACHING PLANT PHYSIOLOGY FOR SPECIALTY «FORESTRY»	67
Lyakh I.V. IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON BIODIVERSITY IN THE CARPATHIAN REGION	70
Mann C. GREEN SKILLS FOR THE GREEN TRANSITION IN THE FORESTRY SECTOR: PATHWAYS FOR FUTURE- ORIENTED EDUCATION	72
Melenty V.O., Lezhenina I.P., Stankevych S.V., Zabrodina I.V. SUCKING PESTS OF PARK AND STREET PLANTINGS OF KHARKIV CITY AND REGION	77
Melnyk E.E., Sydorenko S.G., Bondar O.B. MODERN INCREASE IN FIRE DANGER IN UKRAINIAN FORESTS AT THE BEGINNING OF THE FIRE DANGEROUS PERIOD	80
Meshkova V.L. THE SHIFTING ROLE OF INDIVIDUAL BIOTIC FACTORS IN FOREST DECLINE IN THE FACE OF CLIMATE CHANGE	82
Moran O.I. MARKETING MANAGEMENT OF FORESTRY: EUROPEAN EXPERIENCE AND UKRAINIAN PROSPECTS IN THE CONTEXT OF GREEN TOURISM	85
Nalivaiko N.Ya. THE IMPACT OF ESG-CRITERIA ON UKRAINIAN BUSINESS IN WARTIME CONDITIONS: OPPORTUNITIES AND CHALLENGES	89
Novak A.A., Kopyi S.L., Kopyi M.L. CHARACTERISTICS OF THE FOREST FUND OF THE UZHGOROD FORESTRY DEPARTMENT OF THE CARPATHIAN FOREST OFFICE BRANCH	91

Osadchuk L.S., Kondratiuk L.M. SUSTAINABLE APPROACH TO STUDYING PROTECTED AREAS: DIGITAL VISUALIZATIONS AS RESPONSE TO CONTEMPORARY ENVIRONMENTAL CHALLENGES	94
Palamarenko O.V. ON THE IMPACT OF THE WAR OF 2022-2025 ON THE HUNTING FAUNA IN THE CONDITIONS OF THE LVIV REGION	97
Poznyakova S.I. INTRODUCED SPECIES IN FOREST PLANTS OF THE KHARKIV REGION	100
Raspopina S.P. IMPORTANT ASPECTS OF ORGANIZING THE FOREST SOIL MONITORING SYSTEM IN UKRAINE	102
Rumyantsev M.G., Yushchik V.S., Kobets O.V., Danylenko O.M. GROWTH INDICATORS OF PURE AND MIXED PINE CULTURES IN THE SOUTHERN PART OF THE LEFT-BANK FOREST-STEP	104
Shvidenko I.M. ASH EMERALD NARROW-BODYED GOLDWHEEL AGRILUS PLANIPENNIS FAIRMAIRE, 1888 (COLEOPTERA: BUPRESTIDAE) IN FOREST STRIPS OF LOZOVA DISTRICT, KHARKIV REGION	107
Soloviy I., Lesiuk H., Mihus I. MODERNIZING MASTER PROGRAMS TO SUPPORT FOREST SECTOR TRANSFORMATION TOWARDS UKRAINE'S POST-WAR GREEN REBUILDING: CHALLENGES AND PROSPECTS	111
Soshenskyi O.O. INCREASING THE RESILIENCE OF UKRAINIAN FORESTS TO CLIMATE CHANGE AND FIRE RISKS THROUGH SILVICULTURAL PRACTICES	114
Sukharyuk D.D. INTERNATIONAL FOREST RESEARCH STATIONAR ON REFORMATION OF DERIVATIVE SPRUCE FORESTS OF THE CARPATHIAN BIOSPHERE RESERVE	118
Utsky I.M., Zhadan I.V. SPREAD OF PATHOLOGICAL PROCESSES IN PINE FORESTS OF UKRAINE WITH VARIOUS COMPLETENESS FOR THE PERIOD 1994-2023	121
Vasilyshyn Kh.R. ENSURING THE SAFETY OF ECOTOURISM IN FOREST ECOSYSTEMS	125
Velychko O.B. ECOLOGICAL AND AMELIORATIVE ROLE OF THE FOREST LITTER IN THE FOREST AMELIORATIVE COMPLEX UNDER THE CONDITIONS OF THE CROSS-SECTION RELIEF OF THE LEFT BANK FOREST STEPPE OF UKRAINE	127
Yaroschuk R.A., Lavny V.V. INTERNATIONAL EXPERIENCE OF RESTORATION OF DAMAGED LAND THROUGH AFFORESTATION	129
Zibtsev S., Soshenskyi Ol., Zibtseva I., Kraxner F., Buck A. STRATEGIC INNOVATIONS IN FOREST EDUCATION: RECOMMENDATIONS OF THE INTERNATIONAL FORUM ON UKRAINE FOREST SCIENCE AND EDUCATION	132

**Section 2. «WOOD PROCESSING TECHNOLOGIES
FOR GREEN RECONSTRUCTION OF UKRAINE»**

Bazarnyk Y.A. RECYCLING TECHNOLOGIES OF CONSTRUCTION DEBRIS IN THE FACE OF WAR DAMAGE	134
Gorbacheva O.Yu., Mazurchuk S.M., Lomaga V.V., Buyskykh N.V. ON THE RESISTANCE OF THERMOMODIFIED ASH WOOD TO WEATHERING	137
Gayda S.V. DETERMINATION OF CHARACTERISTICS OF JOINERY BOARDS FROM USED WOOD	139
Gayda S.V. TECHNOLOGIES OF USED WOOD AS EFFECTIVE MECHANISMS FOR THE IMPLEMENTATION OF THE PRINCIPLES OF THE CIRCULAR ECONOMY	142
Gradisky Yu.O. INFORMATION APPROACH TO OPTIMIZATION OF THE DRYING PROCESS OF CHIPED WOOD BY ACTIVE VENTILATION	145
Kasyanchuk I.O. CERTAIN ASPECTS OF DEVELOPMENT OF WOOD-POLYMER MATERIAL FOR THERMAL INSULATION OF PIPELINES	146
Kindzera A.R., Kshivetsky B.Ya. ADHESIVE STRUCTURES FROM THERMAL MODIFIED WOOD FOR GREEN RECONSTRUCTION OF UKRAINE	149
Kozak Yu. O., Kushpit A.S. INFLUENCE OF PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF STRUCTURAL MATERIALS ON THE RELIABILITY OF WOODEN ELEMENTS IN GREEN RECONSTRUCTION PROJECTS	153
Kshivetskyi B.Ya., Maksymiv M.I. WOOD WASTE MANAGEMENT TECHNOLOGIES IN THE CONTEXT OF POST-WAR GREEN REBUILDING OF UKRAINE	155
Lyuty P.V. USE OF WOOD AND POLYMER WASTES OF PRODUCTION COMPOSITE MATERIALS	158
Manzyuk A.O., Mayevsky V.O. JUSTIFICATION OF THE CHOICE OF THE METHOD OF RESEARCHING EXPERIMENTAL SAMPLES OF WALL ELEMENTS WITH FILLER	162
Mayevsky V.O., Kopynets Z.P., Ferenc O.B. ON INCREASING THE EFFICIENCY OF WOOD RAW MATERIAL USE IN THE PRODUCTION OF JOINERY AND BUILDING PRODUCTS	165
Ortynska G.E. POSSIBILITY OF USING BIOPOLYMERS IN THE PRODUCTION OF PLYWOOD	167
Partas V.K. COMPLEX AUTOMATION OF DESIGN AND MANUFACTURING OF CASE FURNITURE BASED ON ASTRA SOLUTIONS	170

Pogoriliy V.K. MODELING THE INFLUENCE OF THE GEOMETRY OF THE ACTIVE WORKING BODY ON THE EFFICIENCY OF AIR PURIFICATION	174
Shevchenko S.A., Suska A.A., Anukhin I.P. COOPERATION OF THE LLC «CENTER «WOODWORKING TECHNOLOGY» WITH THE PROFILED DEPARTMENT OF THE STATE BIOTECHNOLOGICAL UNIVERSITY	176
Shevchenko S.A., Tupchiy O.M. METHODOLOGY OF CONDUCTING PRACTICAL ONLINE CLASSES ON NON-DESTRUCTIVE TESTING OF WOOD	177
Suska A.A., D'yakonov V.I., Skrypnyk O.S. INFLUENCE OF HOT PRESSING CONDITIONS ON THE PROPERTIES OF BIOCOMPOSITES MADE FROM BURIAL WOOD AND LIGNIN	179
Suska A.A., Skrypnyk O.S., Rudoy A.I. DEVELOPMENT AND IMPROVEMENT OF ADAPTIVE ACCESSORIES FOR DOOR OPENING MECHANISMS	181
Tupchiy O.M., Sosedko M.O. ECOLOGICAL MEANS OF PROTECTING WOOD FROM DESTRUCTION	184
Udovytskyi O., Salabay R., Salabay I. THE USAGE OF NON-TRADITIONAL COMPONENTS IN THE MANUFACTURING OF CONCRETE PRODUCTS	186
Yaremchuk L.A., Chornobay L.V. FEATURES OF TREATMENT OF WOOD WITH ENVIRONMENTALLY SAFE OILY MATERIALS	189

Section 3. «CIRCULAR BIOECONOMY AND FOREST MANAGEMENT»

Babynets A.V., Shvedyuk Y.V., Yarosh O.A. ECOSYSTEM MANAGEMENT PROGRAM ON THE BASIS OF TOURISM AND RECREATION DEVELOPMENT IN THE CARPATHIAN REGION	192
Chayka T.O. USE OF FOREST BIORESOURCES IN THE POST-WAR RECONSTRUCTION OF UKRAINE: POTENTIAL OF CIRCULAR BIOECONOMY IN THE CONTEXT OF THE EUROPEAN GREEN COURSE	196
Dynka P.K., Gogol T.M. SOCIO-ECOLOGICAL-ECONOMIC ASPECTS OF THE ACTIVITIES OF THE STATE ENTERPRISE "FORESTS OF UKRAINE" IN THE CONDITIONS OF REFORMING OF MANAGEMENT FOREST AND FORESTRY	199
Gerasimchuk O.P., Tkachuk O.L. FUNCTIONAL-MORPHOLOGICAL MODELING OF PROCESSING OF SCOTTISH PINE NEEDLES	201
Kendzora N.Z. FOREST WASTE AS A RESOURCE FOR SUSTAINABLE GREEN REBUILDING OF UKRAINE: ECOLOGICAL AND LEGAL ASPECTS	204

Khainus D.D., Mohylnyi S.H., Armands C. GEODETIC SUPPORT FOR MONITORING FOREST ECOSYSTEMS UNDER CLIMATE CHANGE CONDITIONS	207
Korol I.M. SYNERGY OF INDUSTRY 4.0 AND CIRCULAR ECONOMY: NEW HORIZONS FOR THE FOREST SECTOR	209
Koshkalda I.V., Shary G.I., Dombrovska O.A. ASSESSMENT OF ECOSYSTEM SERVICES OF FORESTS IN THE MODEL OF CIRCULAR BIOECONOMY	212
Koval O.I. POTENTIAL OF FOREST AREAS FOR THE DEVELOPMENT OF SOLIDARITY TOURISM IN THE CONDITIONS OF CIRCULAR BIOECONOMY	215
Makeeva L.M., Vynogradenko S.O., Mokyerova N.V. ECOLOGICAL PRINCIPLES OF ORGANIZATION OF FORESTRY LAND TERRITORY	217
Melnychenko I.V. COMPARATIVE ECOLOGICAL AND ECONOMIC EFFICIENCY OF INVESTMENT IN RENEWABLE ENERGY SOURCES: SOLAR ENERGY AND ENERGY FOREST RESOURCES	220
Murin A.V. CREATION OF VALUE ADDED CHAINS IN THE FOREST BIOECONOMY: REGIONAL APPROACH	223
Murin R.V. BIOECONOMY MODELS IN THE EU FOREST SECTOR: LESSONS FOR UKRAINE	226
Panchyshyn Ya.V. ESG-FACTORS IN FORESTRY AND THEIR INTEGRATION INTO NATIONAL FINANCIAL REGULATORY FRAMEWORKS	229
Pilicheva M.O., Masliy L.O. THE ROLE OF GEO-DATABASE DURING THE FORMATION OF NATIONAL GEOSPASTIAL DATA INFRASTRUCTURE FOR FOREST PLANTINGS	232
Riasnianska A.M., Kniaz O.V., Gurskiene V. BIOECONOMIC POTENTIAL OF THE FORESTRY SECTOR: UKRAINIAN REALITIES AND EU EXPERIENCE	235
Sadovyy I., Anopriienko T., Kurowska K. APPLICATION OF GIS TECHNOLOGIES IN FOREST PLANNING AND MANAGEMENT	238
Shelkova I.S., Dorozhko E.V., Perekhoda A.A. COMPREHENSIVE APPROACH TO EARLY DETECTION OF FOREST FIRES BASED ON INTEGRATION OF MULTILEVEL SATELLITE MONITORING SYSTEMS	240
Shutyak S.V. MANAGEMENT OF SELF-FORESTED LAND PLOTS: MANAGEMENT AND LEGAL ASPECTS	243
Siedov A., Grek M., Valciukiene J. USING SATELLITE DATA TO DETECT FOREST DEGRADATION AND COMBAT ILLEGAL LOGGING	247
Sopov D.S., Sopova N.V., Smirnova S.M. ANALYSIS OF THE FOREST FUND OF ODESSA REGION IN THE CONTEXT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT	249

Yukhno A.S. OPTIMIZATION OF FORESTRY LAND AREA IN THE CONDITIONS OF ENVIRONMENTAL CHALLENGES	252
Yurkiv N.M. CORPORATE SOCIAL RESPONSIBILITY OF BUSINESS AS A COMPONENT OF THE FUNCTIONING OF THE CIRCULAR ECONOMY	255
Zagvoyska L.D. SYSTEMS THINKING AND COGNITIVE TOOLS FOR THE SYNTHESIS OF KNOWLEDGE IN THE MASTER'S TRAINING IN SUSTAINABLE FORESTRY: INTEGRATION OF EDUCATIONAL PRACTICES OF EU AND UKRAINE	258

ЗМІСТ

Section 1. «FORESTS AND FORESTRY IN THE CONTEXT OF ENVIRONMENTAL CHALLENGES»

Біла Ю.М., Распопіна С. П., Горошко В.В., Гордіященко А.Ю. ВПЛИВ ПОЛЕЗАХИСНИХ ЛІСОВИХ СМУГ НА РОДЮЧІСТЬ ҐРУНТУ	17
Блищик В.І. ВУГЛЕЦЕДЕПОНУВАЛЬНИЙ ПОТЕНЦІАЛ САМОСІЙНИХ СОСНОВИХ ЛІСІВ ПОЛІССЯ В КОНТЕКСТІ ЄВРОІНТЕГРАЦІЙНИХ ЗОБОВ'ЯЗАНЬ УКРАЇНИ	19
Бородін Ю.М. СУЧАСНИЙ СТАН ЛІСОВОЇ ФАУНИ УКРАЇНИ В УМОВАХ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН І ЗРОСТАЮЧОГО АНТРОПОГЕННОГО ВПЛИВУ: ВИКЛИКИ ДЛЯ ЗБЕРЕЖЕННЯ БІОРІЗНОМАНІТТЯ	21
Bravo F. ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND FORESTRY – NEW CHALLENGES	23
Букша І.Ф., Пастернак В.П., Пивовар Т.С., Назаренко В.В. МОНІТОРИНГ І СЕРТИФІКАЦІЇ ЛІСІВ ЯК ІНСТРУМЕНТИ ЗБАЛАНСОВАНОГО ЛІСОУПРАВЛІННЯ	24
Булат А.Г. ВПЛИВ МОРФОМЕТРИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ НАСІННЯ <i>CATALPA BIGNONIOIDES</i> НА ЇХ ПОСІВНІ ЯКОСТІ	27
Діденко М.М., Горошко В.В. ПРИРОДНЕ ЛІСОВІДНОВЛЕННЯ ДУБА ЗВИЧАЙНОГО В ЛІВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ	30
Дубовіч І.А., Мацько Р.Б., Рожкович О.М. СУЧАСНІ СОЦІАЛЬНО- ЕКОНОМІЧНІ ТА ПРАВОВІ ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ ЕКОЛОГІЧНОГО ТУРИЗМУ НА ТЕРИТОРІЇ ЛІСОВОГО ФОНДУ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ	33
Єлісавенко Ю.А., Юрків З.М., Румянцев М.Г., Тарнопільський П.Б. ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ СТВОРЕННЯ ЛІСОВИХ КУЛЬТУР З УРАХУВАННЯМ ОСОБЛИВОСТЕЙ ЛІСОКУЛЬТУРНИХ ПЛОЩ У ДП «ВІННИЦЬКА ЛНДС»	36
Гармаш А.В. ОСОБЛИВОСТІ ЛІСОВІДНОВНИХ ПРОЦЕСІВ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ (<i>PINUS SYLVESTRIS</i> L.) В УМОВАХ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ	39
Горбенко Н.Є., Заячук В.Я., Левчик Н.Я., Генік Я.В., Жмурко С.В., Чемерис І.А., Ключка С.І. ВИДИ РОДУ МОЛОЧАЙ (<i>EUPHORBIA</i> L.) НА ТЕРИТОРІЯХ ЛІСОВИХ ПІДПРИЄМСТВ УКРАЇНИ ТА ЇХ ІНДИКАЦІЙНА РОЛЬ	41
Гордіященко А.Ю., Горошко В.В., Біла Ю.М., Діденко М.М. ЛІСОТИПОЛОГІЧНА СТРУКТУРА ЛІСІВ ФІЛІЇ «КЛЕСІВСЬКЕ ЛГ» ДСГП «ЛІСИ УКРАЇНИ»	44

Горошко В.В., Біла Ю.М., Діденко М.М., Гордіященко А.Ю. ЛІСИСТИСТЬ ВОДОЗБОРІВ МАЛИХ РІЧОК ХАРКІВЩИНИ	47
Гаврилюк С.А., Миклуш С.І., Хомюк П.Г. ДИСТАНЦІЙНЕ ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ ЯК ІНСТРУМЕНТ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ПІДГОТОВКИ МАГІСТРІВ З ЛІСОВОГО ГОСПОДАРСТВА	50
Karpets Yu.V., Taraban D.A., Lugova G.A. USE OF NEWEST SCIENTIFIC CONCEPTS AND OWN RESEARCH IN TEACHING SPECIAL DISCIPLINES IN FIELD OF STRESS RESISTANCE AND PRODUCTIVITY OF FORESTS	54
Король М.М., Лавний В.В. ПРОСТОРОВА СТРУКТУРА ТА РОЗПОДІЛ ЗАПАСУ СТОВБУРНОЇ ДЕРЕВИНИ СОСНОВИХ ЛІСІВ В УМОВАХ МАЛОГО ПОЛІССЯ	57
Кошеляєва Я.В., Іванов С.О. ПИЛЬЩИКИ НА БЕРЕЗІ	60
Kravets P.V., Khan Y.Y. EXPLORING THE ROLE OF NEB IN UKRAINE'S GREEN RECOVERY	62
Левченко В.Б., Романюк А.А. ВПЛИВ ЗМІН КЛІМАТУ НА ДИНАМІКУ ВИНЕКНЕННЯ ТА ПОШИРЕННЯ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ В УМОВАХ ПОЛІСЬКОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВІДНИКА	64
Лугова Г.А., Тарабан Д.А., Карпець Ю.В. ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ВИКЛАДАННІ ФІЗІОЛОГІЇ РОСЛИН ДЛЯ СПЕЦІАЛЬНОСТІ «ЛІСОВЕ ГОСПОДАРСТВО»	67
Лях І.В. ВПЛИВ ЗМІНИ КЛІМАТИЧНИХ УМОВ НА БІОРІЗНОМАНІТТЯ В УМОВАХ КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ	70
Mann C. GREEN SKILLS FOR THE GREEN TRANSITION IN THE FORESTRY SECTOR: PATHWAYS FOR FUTURE-ORIENTED EDUCATION	72
Меленті В.О., Леженіна І.П., Станкевич С.В., Забродіна І.В. СИСНІ ШКІДНИКИ ПАРКОВИХ ТА ВУЛИЧНИХ НАСАДЖЕНЬ МІСТА ХАРКОВА ТА ОБЛАСТІ	77
Мельник Є.Є., Сидоренко С.Г., Бондар О.Б. СУЧАСНЕ ПОСИЛЕННЯ ПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ В ЛІСАХ УКРАЇНИ НА ПОЧАТКУ ПОЖЕЖОНЕБЕЗПЕЧНОГО ПЕРІОДУ	80
Meshkova V.L. THE SHIFTING ROLE OF INDIVIDUAL BIOTIC FACTORS IN FOREST DECLINE IN THE FACE OF CLIMATE CHANGE	82
Моран О.І. МАРКЕТИНГОВЕ УПРАВЛІННЯ ЛІСОВИМ ГОСПОДАРСТВОМ: ЄВРОПЕЙСЬКИЙ ДОСВІД ТА УКРАЇНСЬКІ ПЕРСПЕКТИВИ В КОНТЕКСТІ ЗЕЛЕНОГО ТУРИЗМУ	85
Наливайко Н.Я. ВПЛИВ ESG-КРИТЕРІЇВ НА УКРАЇНСЬКИЙ БІЗНЕС В УМОВАХ ВОЄННОГО ЧАСУ: МОЖЛИВОСТІ ТА ВИКЛИКИ	89
Новак А.А., Копій С.Л., Копій М.Л. ХАРАКТЕРИСТИКА ЛІСОВОГО ФОНДУ УЖГОРОДСЬКОГО НАДЛІСНИЦТВА ФІЛІЇ «КАРПАТСЬКИЙ ЛІСОВИЙ ОФІС»	91

Osadchuk L.S., Kondratiuk L.M. SUSTAINABLE APPROACH TO STUDYING PROTECTED AREAS: DIGITAL VISUALIZATIONS AS RESPONSE TO CONTEMPORARY ENVIRONMENTAL CHALLENGES	94
Паламаренко О.В. ПРО ВПЛИВ ВІЙНИ 2022-2025 РР. НА МИСЛИВСЬКУ ФАУНУ В УМОВАХ ЛЬВІВЩИНИ	97
Познякова С.І. ВИДИ ІНТРОДУЦЕНТІВ У ЛІСОВИХ НАСАДЖЕННЯХ ХАРКІВЩИНИ	100
Распопіна С.П. ВАЖЛИВІ АСПЕКТИ ОРГАНІЗАЦІЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ЛІСОВИХ ҐРУНТІВ В УКРАЇНІ	102
Румянцев М.Г., Ющик В.С., Кобець О.В., Даниленко О.М. ПОКАЗНИКИ РОСТУ ЧИСТИХ І МІШАНИХ СОСНОВИХ КУЛЬТУР У ПІВДЕННІЙ ЧАСТИНІ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ	104
Швиденко І.М. ЯСЕНОВА СМАРАГДОВА ВУЗЬКОТІЛА ЗЛАТКА <i>AGRILUS PLANIPENNIS</i> FAIRMAIRE, 1888 (COLEOPTERA: BUPRESTIDAE) В ЛІСОСМУГАХ ЛОЗІВСЬКОГО РАЙОНУ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ	107
Soloviy I., Lesiuk H., Mihus I. MODERNIZING MASTER PROGRAMS TO SUPPORT FOREST SECTOR TRANSFORMATION TOWARDS UKRAINE'S POST-WAR GREEN REBUILDING: CHALLENGES AND PROSPECTS	111
Soshenskyi O.O. INCREASING THE RESILIENCE OF UKRAINIAN FORESTS TO CLIMATE CHANGE AND FIRE RISKS THROUGH SILVICULTURAL PRACTICES	114
Сухарюк Д.Д. МІЖНАРОДНИЙ ЛІСОДОСЛІДНИЙ СТАЦІОНАР З ПЕРЕФОРМУВАННЯ ПОХІДНИХ ЯЛИНОВИХ ЛІСІВ КАРПАТСЬКОГО БІОСФЕРНОГО ЗАПОВІДНИКА	118
Усцький І.М., Жадан І.В. ПОШИРЕННЯ ПАТОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В СОСНОВИХ ДЕРЕВОСТАНАХ УКРАЇНИ З РІЗНОЮ ПОВНОТОЮ ЗА ПЕРІОД 1994-2023 Р.	121
Василишин Х.Р. ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ЕКОТУРИЗМУ В ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМАХ	125
Величко О.Б. ЕКОЛОГО-МЕЛІОРАТИВНА РОЛЬ ЛІСОВОЇ ПІДСТИЛКИ В ЛІСОМЕЛІОРАТИВНОМУ КОМПЛЕКСІ В УМОВАХ ПЕРЕСІЧНОГО РЕЛЬЄФУ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ	127
Ярощук Р.А., Лавний В.В. МІЖНАРОДНИЙ ДОСВІД ВІДНОВЛЕННЯ ПОШКОДЖЕНИХ ЗЕМЕЛЬ ШЛЯХОМ ЗАЛІСЧЕННЯ	129
Zibtsev S., Soshenskyi Ol., Zibtseva I., Kraxner F., Buck A. STRATEGIC INNOVATIONS IN FOREST EDUCATION: RECCOMENDATIONS OF THE INTERNATIONAL FORUM ON UKRAINE FOREST SCIENCE AND EDUCATION	132

Section 2. «WOOD PROCESSING TECHNOLOGIES FOR GREEN RECONSTRUCTION OF UKRAINE»

Bazarnyk Y.A. RECYCLING TECHNOLOGIES OF CONSTRUCTION DEBRIS IN THE FACE OF WAR DAMAGE	134
Горбачова О.Ю., Мазурчук С.М., Ломага В.В., Буйських Н.В. ЩОДО СТІЙКОСТІ ТЕРМОМОДИФІКОВАНОЇ ДЕРЕВИНИ ЯСЕНА ДО ВИВІТРЮВАННЯ	137
Гайда С.В. ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК СТОЛЯРНИХ ПЛИТ ІЗ ВЖИВАНОЇ ДЕРЕВИНИ	139
Гайда С.В. ТЕХНОЛОГІЇ ВЖИВАНОЇ ДЕРЕВИНИ ЯК ДІЄВІ МЕХАНІЗМИ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРИНЦИПІВ ЦИРКУЛЯРНОЇ ЕКОНОМІКИ	142
Градиський Ю.О. ІНФОРМАЦІЙНИЙ ПІДХІД ДО ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ ПОДРІБНЕНОЇ ДЕРЕВИНИ АКТИВНИМ ВЕНТИЛЮВАННЯМ	145
Касянчук І.О. ОКРЕМІ АСПЕКТИ РОЗРОБЛЕННЯ ДЕРЕВО ПОЛІМЕРНОГО МАТЕРІАЛУ ДЛЯ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЇ ТРУБОПРОВОДА	146
Кіндзера А.Р., Кшивецький Б.Я. КЛЕЙОВІ КОНСТРУКЦІЇ ІЗ ТЕРМІЧНО МОДИФІКОВАНОЇ ДЕРЕВИНИ ДЛЯ ЗЕЛЕНОЇ ВІДБУДОВИ УКРАЇНИ	149
Козак Ю. О., Кушпінт А.С. ВПЛИВ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ НА НАДІЙНІСТЬ ДЕРЕВ'ЯНИХ ЕЛЕМЕНТІВ У ПРОЄКТАХ ЗЕЛЕНОЇ ВІДБУДОВИ	153
Кшивецький Б.Я., Максимів М.І. ТЕХНОЛОГІЇ УПРАВЛІННЯ ДЕРЕВНИМИ ВІДХОДАМИ В КОНТЕКСТІ ПОВОЄННОЇ ЗЕЛЕНОЇ ВІДБУДОВИ УКРАЇНИ	155
Лютий П.В. ВИКОРИСТАННЯ ДЕРЕВНО-ПОЛІМЕРНИХ ВІДХОДІВ ВИРОБНИЦТВА КОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ	158
Манзюк А.О., Маєвський В.О. ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ МЕТОДУ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ЗРАЗКІВ СТИНОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ З НАПОВНЮВАЧЕМ	162
Маєвський В.О., Копинець З.П., Ференц О.Б. ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ДЕРЕВИННОЇ СИРОВИНИ У ВИРОБНИЦТВІ СТОЛЯРНО-БУДІВЕЛЬНИХ ВИРОБІВ	165
Ортинська Г.Є. МОЖЛИВІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ БІОПОЛІМЕРІВ У ВИРОБНИЦТВІ ФАНЕРИ	167
Партас В.К. КОМПЛЕКСНА АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЄКТУВАННЯ ТА ВИРОБНИЦТВА КОРПУСНИХ МЕБЛІВ НА ОСНОВІ РІШЕНЬ АСТРА	170

Погорілий В.К. МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ГЕОМЕТРІЇ АКТИВНОГО РОБОЧОГО ОРГАНА НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ОЧИЩЕННЯ ПОВІТРЯ	174
Шевченко С.А., Суска А.А., Анухін І.П. СПІВПРАЦЯ ТОВ «ЦЕНТР «ТЕХНОЛОГІЇ ДЕРЕВООБРОБКИ» З ПРОФІЛЬНОЮ КАФЕДРОЮ ДЕРЖАВНОГО БІОТЕХНОЛОГІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ	176
Шевченко С.А., Тупчий О.М. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ПРАКТИЧНИХ ОНЛАЙН-ЗАНЯТЬ З НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ ДЕРЕВИНИ	177
Суска А.А., Д'яконов В.І., Скрипник О.С. ВПЛИВ УМОВ ГАРЯЧОГО ПРЕСУВАННЯ НА ВЛАСТИВОСТІ БІОКОМПОЗИТИВ ІЗ ГОРІЛОЇ ДЕРЕВИНИ ТА ЛІГНІНУ	179
Суска А.А., Скрипник О.С., Рудой А.І. РОЗРОБКА ТА ВДОСКОНАЛЕННЯ АДАПТИВНИХ АКСЕСУАРІВ ДЛЯ МЕХАНІЗМІВ ВІДКРИВАННЯ ДВЕРЕЙ	181
Тупчий О.М., Сосєдко М.О. ЕКОЛОГІЧНІ ЗАСОБИ ЗАХИСТУ ДЕРЕВИНИ ВІД РУЙНУВАННЯ	184
Udovytskyi O., Salabay R., Salabay I. THE USAGE OF NON-TRADITIONAL COMPONENTS IN THE MANUFACTURING OF CONCRETE PRODUCTS	186
Яремчук Л.А., Чорнобай Л.В. ОСОБЛИВОСТІ ОПОРЯДЖЕННЯ ДЕРЕВИНИ ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНИМИ ОЛІЙНИМИ МАТЕРІАЛАМИ	189

Section 3. «CIRCULAR BIOECONOMY AND FOREST MANAGEMENT»

Бабинець А.В., Шведюк Ю.В., Ярош О.А. ПРОГРАМА ЕКОСИСТЕМНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ В ОСНОВІ РОЗВИТКУ ТУРИЗМУ ТА РЕКРЕАЦІЇ КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ	192
Чайка Т.О. ВИКОРИСТАННЯ ЛІСОВИХ БІОРЕСУРСІВ У ПІСЛЯВОЄННОМУ ВІДНОВЛЕННІ УКРАЇНИ: ПОТЕНЦІАЛ ЦИРКУЛЯРНОЇ БІОЕКОНОМІКИ В КОНТЕКСТІ ЄВРОПЕЙСЬКОГО ЗЕЛЕНОГО КУРСУ	196
Динька П.К., Гоголь Т.М. СОЦІО-ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ ДІЯЛЬНОСТІ ДЕРЖАВНОГО ПІДПРИЄМСТВА «ЛІСИ УКРАЇНИ» В УМОВАХ РЕФОРМУВАННЯ УПРАВЛІННЯ ЛІСАМИ І ЛІСОВИМ ГОСПОДАРСТВОМ	199
Герасимчук О.П., Ткачук О.Л. ФУНКЦІОНАЛЬНО-МОРФОЛОГІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ПЕРЕРОБКИ ХВОЇ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ	201

Кендзьора Н.З. ЛІСОВІ ВІДХОДИ ЯК РЕСУРС ДЛЯ СТАЛОЇ ЗЕЛЕНОЇ ВІДБУДОВИ УКРАЇНИ: ЕКОЛОГІЧНІ ТА ПРАВОВІ АСПЕКТИ	204
Khainus D.D., Mohylnyi S.H., Armands C. GEODETIC SUPPORT FOR MONITORING FOREST ECOSYSTEMS UNDER CLIMATE CHANGE CONDITIONS	207
Король І.М. СИНЕРГІЯ ІНДУСТРІЇ 4.0 ТА ЦИРКУЛЯРНОЇ ЕКОНОМІКИ: НОВІ ГОРИЗОНТИ ДЛЯ ЛІСОВОГО СЕКТОРА	209
Кошкалда І.В., Шарий Г.І., Домбровська О.А. ОЦІНКА ЕКОСИСТЕМНИХ ПОСЛУГ ЛІСІВ У МОДЕЛІ ЦИРКУЛЯРНОЇ БІОЕКОНОМІКИ	212
Коваль О.І. ПОТЕНЦІАЛ ЛІСОВИХ ТЕРИТОРІЙ ДЛЯ РОЗВИТКУ СОЛІДАРНОГО ТУРИЗМУ В УМОВАХ ЦИРКУЛЯРНОЇ БІОЕКОНОМІКИ	215
Макєєва Л.М., Винограденко С.О., Мокєрова Н.В. ЕКОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ОРГАНІЗАЦІЇ ТЕРИТОРІЇ ЗЕМЕЛЬ ЛІСОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ	217
Мельниченко І.В. ПОРІВНЯЛЬНА ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ІНВЕСТИВАННЯ У ВІДНОВЛЮВАНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ: СОНЯЧНА ЕНЕРГЕТИКА І ЕНЕРГЕТИЧНІ ЛІСОВІ РЕСУРСИ	220
Мурин А.В. СТВОРЕННЯ ЛАНЦЮГІВ ДОДАНОЇ ВАРТОСТІ В ЛІСОВІЙ БІОЕКОНОМІЦІ: РЕГІОНАЛЬНИЙ ПІДХІД	223
Мурин Р.В. МОДЕЛІ БІОЕКОНОМІКИ В ЛІСОВОМУ СЕКТОРІ ЄС: УРОКИ ДЛЯ УКРАЇНИ	226
Панчишин Я.В. ESG-ФАКТОРИ В ЛІСОВОМУ ГОСПОДАРСТВІ ТА ЇХНЯ ІНТЕГРАЦІЯ В НАЦІОНАЛЬНІ ФІНАНСОВІ РЕГУЛЯТОРНІ РАМКИ	229
Пілічева М.О., Маслій Л.О. РОЛЬ БАЗИ ГЕОДАНИХ ПІД ЧАС ФОРМУВАННЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ ДЛЯ ЛІСОВИХ НАСАДЖЕНЬ	232
Riasnianska A.M., Kniaz O.V., Gurskiene V. BIOECONOMIC POTENTIAL OF THE FORESTRY SECTOR: UKRAINIAN REALITIES AND EU EXPERIENCE	235
Sadovyy I., Anopriienko T., Kurowska K. APPLICATION OF GIS TECHNOLOGIES IN FOREST PLANNING AND MANAGEMENT	238
Шелкова І.С., Дорожко Є.В., Перехода А.А. КОМПЛЕКСНИЙ ПІДХІД ДО РАННЬОГО ВИЯВЛЕННЯ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ НА ОСНОВІ ІНТЕГРАЦІЇ БАГАТОРІВНЕВИХ СУПУТНИКОВИХ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ	240
Шутяк С.В. УПРАВЛІННЯ САМОЗАЛІСНЕНИМИ ЗЕМЕЛЬНИМИ ДІЛЯНКАМИ: УПРАВЛІНСЬКІ ТА ПРАВОВІ АСПЕКТИ	243
Siedov A., Grek M., Valciukiene J. USING SATELLITE DATA TO DETECT FOREST DEGRADATION AND COMBAT ILLEGAL LOGGING	247

Сопов Д.С., Сопова Н.В., Смірнова С.М. АНАЛІЗ ЛІСОВОГО ФОНДУ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ В КОНТЕКСТІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ	249
Юхно А.С. ОПТИМІЗАЦІЯ ПЛОЩ ЗЕМЕЛЬ ЛІСОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ В УМОВАХ ЕКОЛОГІЧНИХ ВИКЛИКІВ	252
Юрків Н.М. КОРПОРАТИВНА СОЦІАЛЬНА ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ БІЗНЕСУ ЯК СКЛАДОВА ФУНКЦІОНУВАННЯ ЦИРКУЛЯРНОЇ ЕКОНОМІКИ	255
Загвойська Л.Д. СИСТЕМНЕ МИСЛЕННЯ ТА КОГНІТИВНІ ІНСТРУМЕНТИ ДЛЯ СИНТЕЗУ ЗНАНЬ У МАГІСТЕРСЬКІЙ ПІДГОТОВЦІ ЗІ СТАЛОГО ЛІСОВОГО ГОСПОДАРСТВА: ІНТЕГРАЦІЯ ОСВІТНІХ ПРАКТИК ЄС ТА УКРАЇНИ	258

Section 1. «FORESTS AND FORESTRY IN THE CONTEXT OF ENVIRONMENTAL CHALLENGES»

УДК 630*26:630*91

ВПЛИВ ПОЛЕЗАХИСНИХ ЛІСОВИХ СМУГ НА РОДЮЧІСТЬ ҐРУНТУ

Біла Ю.М., канд. с.-г. наук, доц.
Державний біотехнологічний університет

Распопіна С. П., д-р с.-г. наук, доц.
Державний біотехнологічний університет
УкрНДІЛГА ім. Г. М. Висоцького

Горошко В.В., канд. с.-г. наук, доц.
Державний біотехнологічний університет

Гордіященко А.Ю., викладач
Державний біотехнологічний університет

Позитивний вплив полезахисних смуг на врожайність сільськогосподарських культур є добре відомим; про це свідчать як роботи науково-дослідних установ, так і практика аграріїв. Відомо також, що врожайність с.-г. культур на полях, захищених смугами, підпорядковується наступній закономірності: від центру міжсмугового простору в напрямку до смуг урожаї всіх культур, зазвичай, значно зростають.

Освоюючи травопільні сівозміни в нових умовах міжсмугових полів, потрібно, звісно, мати повне уявлення про те, якими факторами визначається врожайність у цих умовах. Тому розглянемо наступні питання: чи створюються (в числі інших) сприятливі умови для зростання с.-г. культур на захищених смугами полях, чи підвищується активація поживних речовин, чи можна підвищити врожаї на міжсмугових полях з більшою доступністю потрібних для рослин елементів живлення [3]?

Для вирішення цих питань ми намагалися застосувати різні агрохімічні дослідження. Ці дослідження показали, що під впливом смуг знизилася загальна кількість гумусу, збільшилася гідролітична кислотність, збільшилася кількість доступної фосфорної кислоти. Загалом, характер зміни цих трьох показників свідчить про те, що під впливом смуг підвищується інтенсивність процесів у ґрунті, що призводить до збільшення його родючості [2].

Вивчалися три міжсмугових простори в Харківській області: між 2 і 3, 3 і 4, 7 і 8 смугами. Ширина полезахисних смуг 40-44 м, ширина міжсмугових полів 340 м. У дослідях порівнювалися: ґрунт у відкритому степу, ґрунт з середини самих смуг і ґрунт з міжсмугових полів на таких відстанях від смуг: 20, 40, 70, 110 м від західної смуги, на таких самих відстанях від східної смуги і в центрі (на відстані 170 м від обох смуг).

Там, де ми за допомогою аналітичних методів не могли встановити вплив лісових насаджень навіть на ґрунт, який безпосередньо знаходиться

під ними, рослини виявилося дуже чутливим індикатором. Вони виявили значне збільшення родючості ґрунту, який перебував протягом 45 років під впливом смуги. З багатовікової практики використання лісосік під рілля добре відомо, що в перші роки після оранки цих земель отримують високі врожаї с.-г. культур [4].

У проведеному досвіді встановлено високу родючість ґрунту лісосмуги. У даному випадку підтверджується чутливість методу проростків і правильність його вибору для вирішення нашої задачі.

Дослід було здійснено у 8-кратній повторності, і у всіх випадках результати досвіду підтверджують одне одного. У центрі міжсмугового поля на відстані 170 м від обох смуг розвиток рослин виявився найслабшим, так само, як і на ґрунті з незахищеного смугами поля. На зразках ґрунту, узятих з відстаней ближчих до смуг, розвиток проростків посилюється, причому (так само, як і в польових умовах) найбільш високі значення спостерігаються для відстаней 70 і 40 м від смуг. Потім на 20 м спостерігається деяке зниження [1].

У ґрунті лісових смуг має місце найбільше зростання цього показника. Ця обставина ще раз підтверджує положення про те, що ліс сам створює собі потрібні лісорослинні умови. Отже, ліс чинить на ґрунт сильний вплив у сенсі підвищення його родючості і безпосередньо під смугами, і на прилеглих до них ділянках. Цей вплив поширюється до 100 м. Суть справи полягає саме в посиленій активації потрібних рослинні поживних речовин.

Література

1. Біла Ю.М. Лісомеліоративна компонента екологічної оптимізації агроландшафтів Луганської області / Ю.М. Біла // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія «Лісівництво та декоративне садівництво». – К.: ВЦ НУБіП України, 2016. - Вип. 238, – С. 119-130.
2. Біла Ю.М. Формування лісомеліоративного комплексу екологічно збалансованих агроландшафтів байрачного лісу / Ю.М. Біла, Л.І. Ткач, В.Ю. Юхновський // Монографія. – Київ. – 2018. – 236 с.
3. Ведмідь М.М. Основні засади стратегії лісорозведення в Україні / М.М. Ведмідь, Ю.М. Дебринюк, С.П. Распопіна, В.Ю. Юхновський, Ю.М. Біла // Forestry Academy of Sciences of Ukraine. Наукові праці Лісівничої академії наук України. Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine. – 2019. - №2. С. 89-100.
4. Сидоренко С.В. Вплив щільності вертикальної структури лісових смуг на мікрокліматичні показники міжсмугового простору / С.В. Сидоренко, Ю.М. Біла // Лісівництво і агролісомеліорація: зб. наук. праць – Харків: Вид-во УкрНДЛПГА. – 2017. – №131. – С.104-113.

УДК 630*5/6

ВУГЛЕЦЕДЕПОНУВАЛЬНИЙ ПОТЕНЦІАЛ СОСНОВИХ ЛІСІВ ПОЛІССЯ В КОНТЕКСТІ ЄВРОІНТЕГРАЦІЙНИХ ЗОБОВ'ЯЗАНЬ УКРАЇНИ

Блищик В.І., кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
Національний університет біоресурсів і природокористування України,
Україна

Угода про асоціацію між Україною та ЄС та інші міжнародні зобов'язання України у сфері зміни клімату, зокрема й щодо Європейського зеленого курсу (European Green Deal), передбачають збереження біологічного та ландшафтного різноманіття, збільшенні лісистості та поглинання вуглецю, впровадження сталих практик управління лісовими і земельними ресурсами, удосконалення національної системи інвентаризації антропогенних викидів тощо [1]. Проте досягти кліматичної нейтральності Україні до 2050 року буде складно без належних заходів з лісорозведення.

Чистими поглиначами вуглекислого газу, як і засобами довготермінового депонування вуглецю є лісові насадження [2]. В той же час приблизно 25 % викидів парникових газів у світі є результатом розкорчовування земель, обробітку ґрунту під сільськогосподарські культури і внесення добрив [3]. Тому заліснення деградованих і малопродуктивних земель чи збереження вже існуючих лісів на самозалісених ділянках, допоможе збільшити лісовий покрив країни та обсяги поглинання вуглецю, сприятиме сталому розвитку громад та зменшить площу орних земель.

Обсяги депонованого вуглецю сосновими деревостанами на самозалісених землях Українського Полісся оцінювалися за допомогою 2 показників – надземної біомаси в абсолютно сухому стані та відсотку вмісту вуглецю в 1 т абсолютно сухої органічної речовини. Для цього було проведено збір дослідних даних на кругових пробних площах постійного радіуса у 2019–2023 рр. Наступний етап дослідження передбачав їх лабораторне опрацювання і розроблення моделей компонентів фітомаси.

Результати попередніх досліджень і багатоваріантний пошук регресійних залежностей показав, що для оцінки компонентів фітомаси соснових насаджень на землях сільськогосподарського призначення (Lb_i) можна використати рівняння, аргументами якого виступають середні діаметр (D), висота (H) та відносна повнота (P) деревостанів:

$$Lb_i = a_0 \cdot D_{a_1} \cdot H_{a_2} \cdot P_{a_3}.$$

На основі цього рівняння та середніх значень вмісту вуглецю (0,5 для деревини та 0,45 для зелених частин дерева) було опрацьовано нормативи у табличній формі компонентів самосійних соснових деревостанів

(стовбурної деревини, кори стовбурів, деревини і кори гілок, хвої) та їх надземної частини. Для унаочнення було здійснено їхню візуалізацію, зокрема на рис. наведено обсяги депонованого вуглецю надземною частиною соснових деревостанів різного походження [4] та відхилення у порівнянні з самосійними лісами.

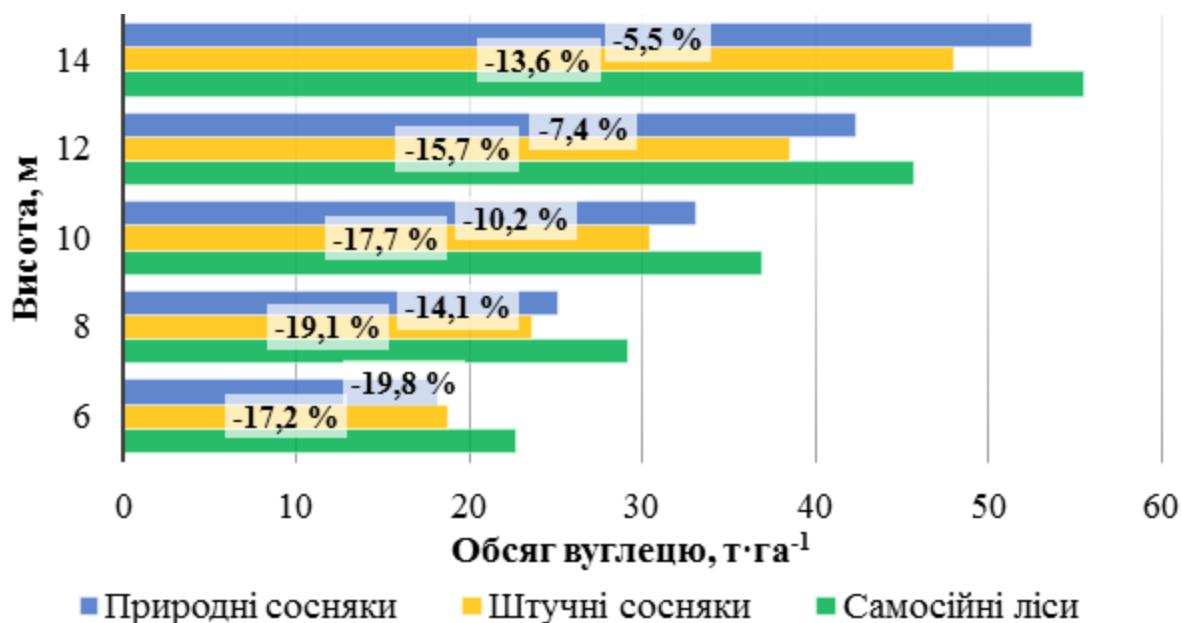


Рисунок – Оцінювання обсягів депонованого вуглецю різними сосновими деревостанами за середнього діаметра 10 см і відносної повноти 0,9

Аналізуючи дані рис. варто відмітити, що накопичення депонованого вуглецю надземною частиною соснових деревостанів збільшується з висотою і у молодому віці (біля 20 років) істотно переважає на самозалісених ділянках Українського Полісся. Ці результати свідчать про важливість збереження самосійних соснових лісів і необхідність подальших досліджень їх екосистемних функцій.

Література

1. Про основні засади державної кліматичної політики (2024). Закон України № 3991-IX. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3991-20>
2. Національний кадастр антропогенних викидів із джерел та абсорбції поглиначами парникових газів (2018). <https://unfccc.int/documents/106947>
3. IPBES (2019). Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. <https://zenodo.org/records/6417333>
4. Лакида, П. І. (Ред.) (2013). *Нормативи оцінки надземної фітомаси деревостанів головних лісотвірних порід України*. Корсунь-Шевченківський: ФОП Гавришенко В. М.

УДК 630*232:502.74:591.9(477)

СУЧАСНИЙ СТАН ЛІСОВОЇ ФАУНИ УКРАЇНИ В УМОВАХ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН І ЗРОСТАЮЧОГО АНТРОПОГЕННОГО ВПЛИВУ: ВИКЛИКИ ДЛЯ ЗБЕРЕЖЕННЯ БІОРИЗНОМАНІТТЯ

Бородін Ю.М., к.с.-г. наук, старший викладач
Державний біотехнологічний університет, Україна

Лісові екосистеми України є невід’ємною складовою природного середовища та відіграють виняткову роль у підтриманні біологічного різноманіття, кліматичної стабільності, водного балансу та захисту ґрунтів. У межах різноманітних лісотипів – від дубових суборів і грабово-дубових свіжих судібров до смерекових ялинових пралісів Карпатського регіону – сформовані стійкі зоокомплекси, у яких представники фауни виступають інтегральною частиною біогеоценозу [1, 2].

Останні роки відзначаються посиленням клімато-геофізичних чинників, які змінюють середовище існування лісової фауни. Йдеться, зокрема, про підвищення середньорічної температури, скорочення тривалості снігового покриву, зсув меж вегетаційного періоду та нестабільність опадів. В умовах північно-східного Лісостепу України, за даними власних досліджень, проведених у 2021–2024 рр. у межах дослідно-виробничих лісництв Харківської області (Зміївське, Валківське, Куп’янське), зафіксовано більш ранній початок фенофаз розвитку листяної рослинності та відповідне переорієнтування активності фауни, зокрема сезонної міграції та територіального розселення [6, 7, 8].

На тлі кліматичних зрушень зростає антропогенне навантаження на лісові біотопи. Це включає інтенсифікацію суцільних та вибіркового рубок, прокладання транспортних комунікацій, меліоративну зміну гідрологічного режиму у пониженнях, а також зростання рекреаційного тиску. У результаті структура лісостанів змінюється: збільшується площа порушених насаджень, переважають молодняки та середньовікові ліси, що створює інші умови для перебування фауни, особливо у межах екотонів – перехідних зон між лісом і відкритими ландшафтами [3, 4, 6, 7, 8].

Власні спостереження у лісомисливських угіддях лісового фонду підтверджують адаптивну реакцію представників лісової фауни до змінених еколого-ценотичних умов у лісових масивах середньої зімкненості. Зафіксовано зміну маршрутів переміщення копитних (*Capreolus capreolus*, *Sus scrofa*), що обумовлено зміною просторової структури лісостанів та мікрокліматичних умов. Зокрема, тварини демонструють більшу гнучкість у виборі шляхів пересування та місць відпочинку, що допомагає їм ефективно уникати антропогенного впливу та реагувати на сезонні зміни кормової бази.

Крім того, спостерігається підвищена активність хижих ссавців у нічний час у напрямку до кормових територій. Цей феномен може бути зумовлений зменшенням денного антропогенного навантаження та

більшою доступністю здобичі, що формує нові екологічні ніші та змінює поведінкові стратегії цих видів.

Варто зазначити, що одночасно відзначається більш широке використання фауною мікробіотопів, пов'язаних з вологими зниженнями рельєфу, узліссями, смугами природного поновлення деревостанів та іншими мікросередовищами. Це свідчить про значну пластичність адаптивних механізмів лісової фауни, що дозволяє видам максимально використовувати наявні ресурси навіть за умов швидких змін у середовищі існування.

В умовах трансформації лісокористування та зміни кліматичних характеристик ключовим завданням сучасної лісової науки є гармонізація охорони фауни з раціональним лісовпорядкуванням, що передбачає впровадження адаптивних біотехнічних заходів, таких як створення кормових полів, штучних укриттів і біотехнічних споруд для поліпшення умов існування ключових видів. Важливим напрямом також залишається розвиток системного моніторингу фауністичних індикаторів, які найбільш чутливо реагують на зміни екосистемного стану лісів. Такий підхід дозволить забезпечити екологічну стабільність і функціональну повноту лісових біогеоценозів, підтримуючи біорізноманіття та зберігаючи природні ресурси у відповідь на сучасні виклики та загрози [4, 5, 6, 7, 8].

Література

1. Букша І.Ф. 2002. Внесок лісового господарства України у зменшення ризику зміни клімату // Деякі аспекти глобальної зміни клімату в Україні : зб. статей. Ініціатива з питань зміни клімату. К. 132–148.
2. Букша І.Ф., Пастернак В.П., Бондарук Г.В. 2000. Сценарне моделювання та прогноз динаміки лісових ресурсів при змінах клімату. Лісівництво і агролісомеліорація. Вип. 98: 44–52.
3. Краснов В. П., Ткачук В. І., Орлов О. О. Довідник із захисту лісу. Київ : Видавничий дім «ЕКО-інформ», 2011. 528 с.
4. Пузріна Н.В., Мешкова В.Л., Миронюк В.В., Бондар А.О., Токарева О.В., Бойко Г.О. Моніторинг шкідливих організмів лісових екосистем: навчальний посібник. Київ : НУБіП України, 2021. 274 с.
5. Швиденко А.З., Букша І.Ф., Краковська С.В. Уразливість лісів України до змін клімату : монографія. Київ, Ніка-Центр: 2018. 184 с.
6. <https://www.earthdoc.org/content/papers/10.3997/2214-4609.2023520235>
7. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S030147972300141X>
8. <https://www.mdpi.com/1999-4907/15/1/65>

ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND FORESTRY – NEW CHALLENGES

Bravo F., Prof. Dr.,
Universidad de Valladolid, Spain

Artificial Intelligence (AI) is reshaping the landscape of forestry, offering innovative solutions to manage, monitor, and understand forest ecosystems. In this presentation the transformative potential of AI in forestry is explored alongside the challenges that accompany its integration.

Forestry today is governed by principles such as sustainability, multifunctionality, and adaptive management. AI technologies enhance decision-making across these domains, supporting tasks like site classification, yield prediction, hazard assessment, and illegal logging detection. The application of AI spans various subfields, including computer vision for remote sensing, natural language processing for interpreting textual data, sensor data analysis for real-time monitoring, and augmented reality for field operations.

The methodologies employed in forestry-related AI range from machine learning and deep learning to reinforcement learning and expert systems. Algorithms such as logistic regression, k-means clustering, and advanced neural networks (CNNs, RNNs, GANs, LSTMs) enable automation and predictive modeling. However, the effectiveness of these tools relies on the quality of data, computational resources, and their adaptation to forestry-specific contexts. Despite its promise, the adoption of AI in forestry is not without obstacles. Data limitations, technical barriers, and integration challenges pose significant concerns. Moreover, ethical considerations such as bias, transparency, and environmental impact, including energy consumption and electronic waste—must be addressed to ensure responsible use. Rather than replacing human expertise, AI should serve as a companion to foresters, augmenting their capabilities. The presentation emphasizes the evolving role of forestry professionals, suggesting a progression from expert users at the undergraduate level to AI developers at the doctoral level. This evolution necessitates a shift in forestry education, incorporating data science, communication skills, and stakeholder engagement. The environmental and ethical implications of AI also warrant attention. Concerns about job displacement and biased decision-making underscore the need for careful implementation. A case study on Retrieval-Augmented Generation (RAG) illustrates how large language models can be fine-tuned for forestry applications, demonstrating the practical utility of AI in synthesizing research and supporting decision-making is presented. This contribution includes examples of AI tools in forestry lectures and how to handle unethical uses and promote the responsible use of the tools.

In conclusion, AI presents unprecedented opportunities to enhance forest management through improved data analysis and decision support. Its integration must be guided by ethical principles, environmental sustainability, and a commitment to complementing human expertise.

УДК 504.06(477)

МОНІТОРИНГ І СЕРТИФІКАЦІЇ ЛІСІВ ЯК ІНСТРУМЕНТИ ЗБАЛАНСОВАНОГО ЛІСОУПРАВЛІННЯ

Букша І.Ф., к. с.-г. наук, с.н.с.,
Пастернак В.П., д. с.-г. наук, проф.,

Пивовар Т.С., к. с.-г. наук, с.н.с.

Український науково-дослідний інститут
лісового господарства та агролісомеліорації

Назаренко В.В., к. с.-г. наук, доц.

Державний біотехнологічний університет, Україна

У контексті сучасних суспільних вимог до лісового господарства важливо забезпечити збалансоване управління лісами, зокрема – за допомогою моніторингу і сертифікації лісів. Моніторинг лісів включає облік, оцінку, інтерпретацію даних і звітність з використанням інформації, отриманої, у тому числі, в межах Національної інвентаризації лісів (НІЛ). Одним із завдань НІЛ та моніторингу є визначення критеріїв збалансованого лісоуправління: збереження і відповідне примноження лісових ресурсів та їх внеску до глобального вуглецевого циклу; збереження здоров'я і життєздатності лісових екосистем; підтримка, збереження і відповідне підвищення біологічного різноманіття у лісових екосистемах; збереження і підтримка продуктивних функцій лісів [2].

Лісова сертифікація є важливою частиною організації управління лісовим господарством. Крім сертифікації системи управління лісами, також сертифікується система відстеження постачання деревини та іншої продукції від лісової ділянки до споживача на усіх етапах руху сировини і її перетворення на готову продукцію.

В Україні сертифікація лісів проводиться за схемами FSC та PEFC [1, 4, 7]. Станом на 26 березня 2025 року більшість лісів охоплена сертифікацією лісоуправління FSC (4,44 млн. га) [7], а за схемою PEFC сертифіковано площу 209,97 тис. га [2].

Forest Stewardship Council® (FSC®) – міжнародна неурядова організація, створена у 1993 році з метою просування екологічно відповідального, соціально вигідного та економічно життєздатного управління лісами у світі. Загальні принципи та критерії управління лісами, розроблені FSC, були використані для підготовки FSC національного стандарту системи ведення лісового господарства для України, який набув чинності 30 березня 2020 року та використовуються акредитованими FSC організаціями для лісової сертифікації [5]. Для сприяння впровадженню FSC національного стандарту розроблено: «Посібник з питань практичної реалізації FSC® національного стандарту системи ведення лісового господарства для України» [3]. Протягом 2022–2024 рр. розроблено оновлення для стандарту, що враховує ризики для здоров'я і безпеки працівників лісового господарства та інших учасників

процесу лісової сертифікації внаслідок забруднення лісів вибухонебезпечними предметами. Оновлений FSC стандарт системи ведення лісового господарства для України набув чинності 23 вересня 2024 року [6]. Спеціальний додаток J до FSC стандарту для України визначає конкретні вимоги щодо планування, організації, проведення та моніторингу діяльності лісових господарств з урахуванням територій, забруднених вибухонебезпечними предметами.

FSC національний стандарт інтегрує вимоги щодо екологічної, соціальної та економічної складових на всіх етапах діяльності лісокористувачів, підтримуючи збалансоване управління лісами. FSC національний стандарт передбачає обов'язкове інформування та залучення зацікавлених сторін – таких як місцеві громади, екологічні організації, профспілки, органи влади – на всіх етапах управління лісами: від планування до моніторингу. Це сприяє підвищенню прозорості та довіри до лісогосподарської діяльності. Стандарт базується на циклі «планування–виконання–контроль–коригування», що дозволяє гнучко реагувати на зміни та забезпечує постійне вдосконалення практик ведення лісового господарства.

Асоціацією Національної системи добровільної лісової сертифікації розроблено національну схему сертифікації PEFC (Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes) згідно вимог міжнародної, неурядової, неприбуткової організації, заснованої в 1999 році, основною метою якої є сприяння сталому управлінню лісами через систему лісової сертифікації та маркування лісової продукції.

Розуміння схем сертифікації та моніторингу дуже важливо для працівників лісогосподарських підприємств і система лісівничої освіти враховує ці нагальні потреби – для формування у студентів відповідних теоретичних знань та практичних навичок запроваджено дисципліну «Моніторинг і сертифікація лісів» на рівні магістра у вищих навчальних закладах за спеціальністю «Лісове господарство». У процесі вивчення курсу студенти отримують знання про призначення моніторингу та його види, системи методів спостереження і його забезпечення, методи контролю, управління базами даних моніторингу лісів, розуміння теоретичних засад функціонування системи сертифікації лісів; використання інструментів різних схем сертифікації лісів; визначення критеріїв та індикаторів сертифікації лісів; інтегруванні вимог лісової сертифікації в систему менеджменту; оформленні документів з сертифікації лісів. Особливістю вивчення даної дисципліни є те, що значна увага приділяється засвоєнню практичних навиків в організації моніторингу і сертифікації лісів. Вивчення навчальної дисципліни базується на знаннях з ведення лісового господарства, отриманих студентами при освоєнні навчальних програм освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр», а програма дисципліни на основі раніше отриманих знань передбачає вивчення особливостей професійної діяльності майбутніх фахівців лісового господарства з питань проведення моніторингу та

сертифікації лісів. Набуті знання мають стати передумовою для впровадження принципів сталого управління лісами на практиці.

Таким чином, системи моніторингу та сертифікації відіграють ключову роль у впровадженні принципів сталого управління лісами. Моніторинг забезпечує достовірну інформацію для прийняття рішень, а сертифікація – підтверджує відповідність лісогосподарської практики міжнародним екологічним, соціальним і економічним стандартам. В умовах сучасних викликів, зокрема пов'язаних із воєнними ризиками, ці інструменти набувають ще більшої ваги для забезпечення прозорості, відповідальності та безпеки у лісовому секторі. Формування у майбутніх фахівців знань і навичок у сфері моніторингу та сертифікації лісів є необхідною умовою для ефективного впровадження принципів збалансованого лісоуправління в Україні.

Література

1. Асоціація «Національна система лісової добровільної сертифікації» <https://woodcertification.com.ua>.
2. Визначення критеріїв та індикаторів сталого ведення лісового господарства на основі даних інвентаризації і моніторингу лісів / І.Ф. Букша, Т.С. Пивовар, В.П. Пастернак, М.І. Букша, В.А. Солодовник, В.Ю. Яроцький. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Сер.: Лісівництво та декоративне садівництво. 2014. Вип. 198 (1). С. 14-23.
3. Посібник з питань практичної реалізації FSC® національного стандарту системи ведення лісового господарства для України / Бондарук Г.В. та ін.; за ред. Кравця П.В. 2021. 172 с. URL: <https://ua.fsc.org/ua-uk/forest-managementcertification>.
4. Стандарт Національної системи лісової добровільної сертифікації «Стале лісоуправління. Загальні положення». UA SFM ST 02:2020. URL: <http://woodcertification.com.ua>.
5. FSC-STD-UKR-01-2019. The FSC National Forest Stewardship Standard of Ukraine. Forest Stewardship Standards (FSS). V(1-0) <https://connect.fsc.org/document-center/documents/fa2301da-7339-467f-b032-47d4be82ceaa>.
6. FSC-STD-UKR-01.1-2024. FSC Forest Stewardship Standard for Ukraine. Forest Stewardship Standards (FSS) V(1-1) <https://connect.fsc.org/document-centre/documents/resource/428>.
7. FSC факти та цифри в Україні <https://ua.fsc.org/ua-uk/fsc-facts-figures-in-ukraine>.

УДК 582.091: 635.9

ВПЛИВ МОРФОМЕТРИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ НАСІННЯ *CATALPA BIGNONIOIDES* НА ЇХ ПОСІВНІ ЯКОСТІ

Булат А.Г., канд. с.-г. наук, доц.
Державний біотехнологічний університет, Україна

На етапі розвитку сучасного зеленого будівництва неможливо собі уявити благоустрій без застосування інтродукованих видів рослин. Майже кожного року на «зеленому» ринку благоустрою з'являються все нові та нові види рослин, що раніше не зростали на території нашої держави зовсім або не використовувались в озелененні. У Харківській області в паркових зонах та алейних посадках все частіше з'являється катальпа бігніонієвидна (*Catalpa bignonioides* Walt.). Таке широке використання в міському озелененні представників цього роду обумовлене їх високими декоративними властивостями, особливо під час цвітіння [1].

Інтродукція різних видів катальпи і широке впровадження їх у зелене будівництво тісно пов'язане з можливістю їх насіннєвого розмноження. Саме насіннєве розмноження збільшує стійкість наступного покоління проти несприятливих факторів середовища, має особливе значення в акліматизації [2]. З огляду на зростаючий інтерес до *C. bignonioides*, важливим є глибше розуміння особливостей її насіннєвого розмноження, що передбачає детальний аналіз зв'язку між морфометричними характеристиками насіння та їхньою схожістю, енергією проростання та життєздатністю.

Недостатня вивченість цього питання ускладнює процес стандартизації та якісного добору насіння, що, у свою чергу, впливає на ефективність вирощування садивного матеріалу. Відтак, дослідження взаємозв'язку між морфометричними параметрами насіння (зокрема довжиною, шириною, товщиною, масою 1000 насінин тощо) та їхніми посівними якостями є вкрай актуальним.

Результати такого дослідження можуть стати підґрунтям для розробки ефективних методів сортування та добору насіння з високим потенціалом проростання, що дозволить удосконалити технологію вирощування садивного матеріалу *Catalpa bignonioides* та забезпечити стабільне отримання якісних сіянців.

Метою дослідження є встановлення залежності між морфометричними характеристиками насіння *Catalpa bignonioides* та їх посівними якостями.

У 2025 році було проведено дослідження з вивчення впливу посівних якостей насіння залежно від його фракційного складу. Експериментальні дослідження здійснено в лабораторних умовах тепличного комплексу Державного біотехнологічного університету. У дослідженні передбачено три варіанти досліду, кожен з яких закладено в трикратній повторності. Початкова кількість насіння у кожному варіанті становила понад 100 шт.

Матеріалом для досліду слугувало насіння, зібране у вегетаційний період попередніх років з дерев генеративного віку, що зростають в умовах урбанізованих екотопів м. Харків.

Посівні якості оцінювалися в лабораторних умовах; схожість визначали за відсотком насіння, що дало нормальні проростки. Оцінювання посівних якостей насіння (схожості та енергії проростання) проводили відповідно до вимог державного стандарту ДСТУ 8558:2015 [2]. Визначення маси 1000 насінин та вологості здійснювали згідно з нормативами ДСТУ 5036:2008 [3].

При вивченні морфометричних особливостей насіння *Catalpa bignonioides* нами встановлена їх наступні характеристики: довжина від 1,6 до 3,2 см; ширина від 0,3 до 0,5 см; товщина – 2 мм.

Для більш глибокого аналізу впливу морфологічних характеристик на посівні якості насіння катальпи, нами було здійснено фракціонування насінневого матеріалу за розміром, а саме на дрібну фракцію (довжина насіння до 2 см), середню (від 2,1 до 3 см), крупну (понад 3 см). На нашу думку, таке групування дозволить в подальшому більш чітко оцінити залежність енергії проростання та схожості від морфометричних показників насіння.

Нашими дослідженнями встановлено, що в середньому показник маси 1000 насінин крупної фракції не перевищував 6,47 г. Середня маса насіння середньої фракції мала проміжні значення, становила 6,02 г.

Найменшу середню масу (5,14 г.) мало насіння дрібної фракції. Зменшення ваги насіння відносно крупної фракції на рівні 20%. Таким чином підтверджується теза, що абсолютна маса насіння залежить від його розмірів, що передусім визначається біологічними властивостями виду.

Результати досліджень засвідчили, що насіння *C. bignonioides* характеризується різною тривалістю періоду проростання (15–25 днів). Виявлено пряму залежність між фракційністю насіння та тривалістю його проростання: чим менше насіння за розміром, тим довший період проростання.

На нашу думку, розтягнутий період проростання насіння зумовлений біологічною неоднорідністю насінневого матеріалу в межах одного виду. Така неоднорідність виникає внаслідок нерівномірного дозрівання насіння, а також може пояснюватися тим, що навіть дрібне, але повністю дозріле насіння біологічно готове до проростання. Однак під час зберігання воно втрачає більше вологи порівняно з крупним, що спричиняє перехід у триваліший період спокою. Ця гіпотеза частково підтверджується показниками початку проростання: насіння дрібної фракції запізнювалося з появою сходів на 4 дні порівняно з насінням крупніших фракцій.

Після фракційного поділу насіння було встановлено, що варіанти крупної та середньої фракцій не мали суттєвих відмінностей за показниками схожості, які становили відповідно 91% та 97%. За рівнем схожості насіння цих фракцій наближається до нормативних вимог ДСТУ, відповідаючи першому класу якості.

Натомість у варіанті з дрібною фракцією спостерігалось суттєве зниження схожості – 62%.

У лабораторних дослідженнях фракції насіння різної крупності виявили різну енергію проростання. Найвищий показник (89%) зафіксовано у варіанті з крупною фракцією. Середня фракція також продемонструвала відносно високу енергію проростання – 78%. Натомість насіння дрібною фракції відзначилось значно нижчим показником – лише 11%.

У результаті дослідження виявлено, що найбільший вплив на схожість та енергію проростання насіння має їх маса та довжина. Зокрема, більші за розміром насінини характеризувалися вищим відсотком проростання та коротшим періодом до появи проростків. Спостерігається пряма залежність між масою 1000 насінин і лабораторною схожістю, що свідчить про потенційне використання цього показника як індикатора посівної якості.

Таким чином, морфометричний аналіз насіння *Catalpa bignonioides* є ефективним інструментом попередньої оцінки його посівної придатності. Отримані результати можуть бути використані у практиці лісового насінництва та при відборі посівного матеріалу для вирощування декоративних і лісових насаджень.

Література

1. Булат А.Г. Порівняння морфометричних показників рослин *Catalpa bignonioides* Walt. за різних умов урбогенного навантаження. Збірник наукових праць Уманського НУС. 2024. Ч. 1. Вип. 105. С. 73–83. DOI: [10.32782/2415-8240-2024-105-1-73-83](https://doi.org/10.32782/2415-8240-2024-105-1-73-83)
2. Булат А. Г. Насіннєве розмноження CATALPA BIGNONIOIDES WALT в умовах закритого ґрунту. Лісівництво, деревообробка та озеленення: стан, досягнення і перспективи: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції з проблем вищої освіти і науки в системі МОН України, Харків, 22–23 листопада 2022 р. Харків: ДБТУ, 2022. С. 62–63
3. ДСТУ 8558:2015. Насіння дерев і кущів. Методи визначення посівних якостей (схожості, життєздатності, доброякісності). К.: Держспоживстандарт України. 2017. 87 с.
4. ДСТУ 5036:2008. Насіння дерев та кущів. Методи відбирання проб, визначання чистоти, маси 1000 насінин та вологості. К.: Держспоживстандарт України, 2009. 46 с.

УДК*630.23

ПРИРОДНЕ ЛІСОВІДНОВЛЕННЯ ДУБА ЗВИЧАЙНОГО В ЛІВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Діденко М.М., к.с.-г.н., доц.

Горошко В.В., к.с.-г.н., доц.

Державний біотехнологічний університет, Україна

Однією з найбільш поширених в Україні і продуктивних лісових порід є Дуб звичайний (*Quercus robur* L.). Серед дубових лісів за походженням, саме природні насінневі ліси є найбільш стійкими та продуктивними [1, 2].

Збільшення площі порослевих дубових лісів у лісовому фонді Лівобережного Лісостепу [5] призводить до зниження санітарного стану та продуктивності дубових лісів в лісовому фонді Лівобережного Лісостепу країни [4]. На ділянках вирубаних стиглих та перестійних дубових лісів створюються лісові культури, які за стійкістю, а часто і продуктивністю поступаються природним лісам насінневого походження [3, 11], що призводить до утворення лісів спрощеної форми, структури, яка не відповідає біологічним вимогам дуба [2].

Незважаючи на значні отримані результати досліджень, щодо питань формування природного насінневого поновлення, відображених у значній кількості наукових розробок комплексна оцінка чинників: частота й інтенсивність плодоношення, впливу біотичних чинників пошкодження жолудів на їхнє проростання та стан сходів, особливостей формування природного поновлення дуба звичайного під наметом лісу та на зрубі, а також заходів сприяння розвитку природного поновлення цієї породи залишається актуальним завданням (Діденко М.М., 2017). Тому для забезпечення збереження лісів, підвищення продуктивності та ефективності виконання ними екологічних функцій необхідно приділяти увагу вивченню можливостей вирощування деревостанів найбільш цінних порід природного насінневого походження. Однією з таких порід в Україні є дуб звичайний.

Одним зі шляхів направлених на виявлення потенційної спроможності дуба до відновлення дубових лісів природним способом є прогнозування плодоношення або його стимулювання із послідуєчим встановленням надійності лісовідновлення під наметом лісу або на зрубках та своєчасним впровадженням заходів направлених на поліпшення умов збереження та формування природних лісів насінневого походження.

За даними [10] проведення прохідних рубок поліпшує плодоношення дуба звичайного та розвиток природного поновлення через зниження щільності лісової підстилки. Також серед заходів сприяння розвитку природного поновлення пропонується зріджувати намет материнського деревостану [13], проведення рихлення підстилки і верхнього (3–5 см) шару ґрунту 1–2-метровими смугами через 5–6 м [9, 12].

З метою подальшого розвитку підросту дуба звичайного дослідники (Мельников Е. Е., 2009; Шишкин А. С., 1972) після змикання крон головної породи рекомендували проводити її освітлення із залишенням біогруп дуба звичайного через підвищену їх життєздатність та поліпшений ріст в самій біогрупі.

Відповідно до чинної інструкції з проектування, технічного приймання, обліку та оцінювання якості лісокультурних об'єктів (2010), до площ, які відновилися природним шляхом, мають бути зараховані зруби, на яких після проведення рубки кількість природного насінневого поновлення головної породи становить 3–4 тис. шт / га, а трапляння на площі – 50–60 % (3-й клас якості)

Успішність природного лісовідновлення дуба звичайного значною мірою залежить від інтенсивності й частоти плодоношення. Ці показники залежать від властивостей виду (зокрема фенологічної форми), генотипу окремих дерев [8].

За нашими даними, у рік найвищого врожаю середня інтенсивність плодоношення дуба звичайного у насадженнях ранньої та пізньої фенологічних форм становила 109,4 і 63,8 тис. шт./га відповідно. Також відмічено, що вже наступного року після високого плодоношення цей показник зменшився у 13,5 і 10,3 разу в деревостанах ранньої та пізньої фенологічних форм дуба відповідно. Із аналізу багаторічних даних оцінки плодоношення дуба звичайного (2005-2015рр.), інтенсивність плодоношення в насадженнях ранньої фенологічної форми є вищою (64%) від насаджень пізньої фенологічної форми (36%), тобто відрізнялася у 1,8 разу [6, 7].

У загальній вибірці даних середнє трапляння природного поновлення дуба звичайного становило 20,1 % (що відповідає недостатньому рівню), мінімальне – 15 % (що відповідає поганому рівню), а максимальне – 70 % (що відповідає доброму рівню). Таким чином, на окремих ділянках насаджень природне поновлення дуба можна було характеризувати як добре, а на деяких – як погане.

Погане відновлення дуба визначено на 83,6 % обстежених ділянок (51 виділ), задовільне – на 8,2 % (5 виділів), недостатнє – на 4,9 % (3 виділи), добре – на 3,3 % (2 виділи).

Література

1. Білоус В. І. Дуб звичайний в лісах України: Монографія. Вінниця: Книга-Вега, 2009. 176 с.
2. Гвоздяк Р. И., Гордиенко М. И., Гойчук А. Ф. Дуб черешчатый в Украине. К.: Наук. думка, 1993. 224 с.
3. Генсірук С. А. Ліси України. 3-тє вид. [доопр. і розш.]. Львів : Наук. тов. ім. Шевченка, 2002. 496 с.
4. Головач Р. В. Санітарний стан природних дубових деревостанів Лівобережного Лісостепу. Лісівництво і агролісомеліорація. 2010. Вип. 117. С. 183–186.

5. Гульчак В. П. Державний облік лісів України – підсумки та прогнози. Лісовий і мисливський журнал. 2012. №2. С. 6–8.
6. Діденко М. М. Плодоношення дубових деревостанів в умовах свіжої кленово-липової діброви. Матеріали підсумкової наукової конференції професорсько-викладацького складу, аспірантів і здобувачів ХНАУ. 11–14 січня 2011 р. Харків: ХНАУ, 2011. С. 90–91.
7. Діденко М. М. Плодоношення та відновлення дуба звичайного в свіжій кленово-липовій діброві. Екологізація сталого розвитку агросфери, культурний ґрунтогенез і ноосферна перспектива інформаційного суспільства: Тези доп. міжнар. наук. конф. студентів, аспірантів і молодих учених до 190-річчя ХНАУ ім. В.В. Докучаєва. Х., 2006. С.104–105.
8. Лось С. А. Аналіз 15-річної динаміки інтенсивності цвітіння і плодоношення клонів дуба звичайного на північному сході України. Лісівництво і агролісомеліорація. 2008. Вип. 113. С. 42–50.
9. Природне поновлення деревних порід на однорічних зрубках в умовах свіжої кленово-липової діброви Лівобережного Лісостепу [М. Г. Румянцев, В. П. Чигринцев, В. А. Ігнатенко, В. П. Самодай]. Лісівнича наука в контексті сталого розвитку (Матеріали наукової конференції, присвяченої 150-річчю від дня народження академіка Г. М. Висоцького, 90-річчю від дня народження професора П. С. Пастернака та 85-річчю від часу заснування Українського ордена «Знак Пошани» науково-дослідного інституту лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького (29 – 30 вересня 2015 р., м. Харків). Х.: УкрНДІЛГА, 2015. С. 43–45.
10. Сендонін С. Є. Динаміка природного насіннєвого поновлення дуба звичайного (*Quercus robur* L.) у свіжих дібровах південної частини Правобережного Лісостепу залежно від комплексу абіотичних факторів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.–г. наук : 06.03.03. К., 2009. 20 с.
11. Ткач В. П., Кобець О. В. Особливості росту та формування штучних дубових насаджень Великоанадольського лісового масиву. Лісівництво і агролісомеліорація. 2015. Вип. 127. С. 31–42.
12. Ткач В. П., Лук'янець В. А., Румянцев М. Г. Попереднє поновлення деревних порід в умовах свіжої кленово-липової діброви Лівобережного Лісостепу. Лісівництво і агролісомеліорація. 2014. Вип. 124. С. 47–54.
13. Deby *Quercus robur* L., *Q. petraea* (Matt.) Liebl. Nasze drzewa lesne. Monografie popularnonaukowe. T.11. Poznan-Kornik, 2006. 972 s.

УДК 338.48:504:502.131.1:349.6(477.87)

СУЧАСНІ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНІ ТА ПРАВОВІ ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ ЕКОЛОГІЧНОГО ТУРИЗМУ НА ТЕРИТОРІЇ ЛІСОВОГО ФОНДУ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ

Дубовіч І.А., канд. геогр. наук, професор

Мацько Р.Б., аспірант

Рожкович О.М., аспірант

Національний лісотехнічний університет України

Активізація туристичної діяльності в Українських Карпатах у другій половині ХХ – на початку ХХІ століття зумовила зростання антропогенного навантаження на лісові екосистеми, що негативно вплинуло на стан довкілля регіону. Це актуалізує необхідність здійснення всебічних теоретичних, методичних та прикладних досліджень, спрямованих на наукове обґрунтування раціонального використання територій лісового фонду з метою забезпечення сталого розвитку туризму.

Територія лісового фонду Українських Карпат характеризується високим рівнем біорізноманіття та наявністю цінних панорамних і ландшафтних ресурсів, що формує значний потенціал для розвитку екологічного туризму. Водночас ефективне використання цих територій у еколого-туристичних цілях потребує стратегічного планування та управління, а також впровадження комплексних заходів для забезпечення сталого функціонування цієї форми туризму. Незважаючи на позитивну динаміку розвитку екологічного туризму в Україні, у цій сфері все ще зберігається низка недостатньо досліджених проблем.

Вітчизняна наука, що досліджує використання територій лісового фонду для розвитку екологічного туризму, перебуває на етапі становлення та розглядається як відносно новий напрям, подібно до самого об'єкта наукових досліджень екологічного туризму. У зв'язку з цим актуалізується потреба у всебічному вивченні сучасних соціально-економічних та правових аспектів розвитку екологічного туризму в межах лісового фонду Українських Карпат.

Зазначимо, що територія лісового фонду Українських Карпат характеризується високим природно-ресурсним потенціалом для розвитку екологічного туризму. Загальна площа лісового фонду в межах Карпатського регіону становить орієнтовно 2 млн га, з яких близько 1,8 млн га вкриті лісом [3].

З метою дослідження актуальних проблем та перспектив розвитку екологічного туризму на території лісового фонду Українських Карпат нами було здійснено упродовж 2020 року соціологічне опитування (понад 200 осіб). Це опитування було анонімним та включало переважно осіб, зацікавлених у подорожах до Українських Карпат і таких, що мають певний досвід та обізнаність у сфері екологічного туризму [1]. Із проведеного соціально-економічного дослідження випливає, що більшу

частку опитаних (86%) серед населення України цікавить такий вид туризму, як екологічний. 66% респондентів здійснювали подорож на території лісового фонду Українських Карпат. В основному опитані респонденти використовують ліс: для прогулянки та пейзаж терапії – 40%, оздоровлення – 25%, відпочинок біля річки – 12%, пікнік, дозвілля – 8%, збирання грибів – 7%, відвідування культурних / історичних / духовних пам'яток – 5%, збирання ягід – 3% та ін. Звертають увагу на природні умови і ресурси при виборі території лісового фонду Українських Карпат – 98% опитаних громадян. На думку респондентів, основними причинами, які перешкоджають розвитку екологічного туризму на території лісового фонду Українських Карпат є: *відсутність інформації, незнання потенційних відвідувачів про можливості функціонування екологічного туризму на території лісового фонду Українських Карпат (43%); відсутність ефективного економіко-правового регулювання (28%); відсутність належної інфраструктури (19%); висока вартість для відпочинку (10%); інші чинники (1%)* [1].

Ефективний розвиток екологічного туризму можливий лише шляхом утворення відповідних соціо-еколого-економічних структур та налагодження тісної співпраці між ними, враховуючи критерії та показники, які відповідають концепції сталого розвитку.

Необхідно звернути увагу, що наслідки глобальної пандемії COVID-19 та війна Росії проти України яскраво продемонстрували вразливість туристичної галузі до зовнішніх потрясінь. Зокрема, відзначається скорочення кількості туроператорів і туристичних агентств, зростання рівня безробіття, зниження валового внутрішнього продукту, погіршення екологічного стану, зокрема якості повітря, а також значне зменшення потоку іноземних туристів, що є прямим наслідком воєнних дій. У воєнний період, розвиток екологічного туризму на території лісового фонду Українських Карпат, як і в Україні загалом, перебуває на етапі становлення та має стриманий характер. Діяльність у цій сфері обмежена, зокрема через заборони на відвідування окремих лісових масивів, гірських маршрутів, водойм та інших природних об'єктів. Водночас екологічний туризм зберігає популярність, особливо в західних регіонах України, оскільки сприяє психологічному відновленню, фізичному оздоровленню та надає реабілітаційну підтримку населенню в умовах війни, адже перебування на природі має позитивний терапевтичний ефект. Попри складну ситуацію, зберігається обґрунтована надія на поступове відновлення та розвиток екологічного туризму після завершення бойових дій. Запровадження екологічного туризму як одного з чинників формування альтернативних джерел доходу сприятиме фінансовій стійкості, соціальній стабільності та охороні довкілля, водночас виступаючи ефективним засобом підвищення соціально-економічного рівня розвитку Українських Карпат [2].

До пріоритетних заходів, необхідних для розвитку екологічного туризму на території лісового фонду Українських Карпат, слід віднести:

- 1) розроблення та впровадження ефективної нормативно-правової бази, що регулюватиме діяльність у сфері екологічного туризму;

- 2) облаштування спеціалізованих рекреаційних зон та розвиток відповідної туристичної інфраструктури в межах лісового фонду;
- 3) створення екотуристичних комплексів із дотриманням встановлених правил, стандартів та екологічних інструкцій;
- 4) впровадження обов'язкової еко-сертифікації туроператорів, які здійснюють діяльність у сфері екологічного туризму;
- 5) урахування фізико-географічних характеристик Українських Карпат, зокрема природних умов, ресурсного потенціалу, типів лісів, ландшафтної структури, кліматичних особливостей тощо.

Висновки

1. Концептуальні засади використання території лісового фонду для розвитку екологічного туризму базуються на синергетично-інтегральному застосуванні економічних, соціальних, екологічних, правових та інституційних критеріїв і показників відповідно до концепції сталого розвитку.
2. Економіко-правове регулювання екологічного туризму наразі здійснюється в межах загального правового поля, що охоплює туристичну сферу в Україні, що обумовлює необхідність прийняття окремого закону «Про екологічний туризм».
3. Підходи щодо принципів застосування екологічного туризму на території лісового фонду, які зосереджуються на ключових питаннях сталого використання природних ресурсів, їх збереження, покращення добробуту місцевого населення, та системного процесу розвитку, дозволяють відслідковувати зміни в екологічних, соціальних, культурних, економічних та інституційних напрямках.
5. Сьогодні екологічний туризм повинен розглядатися як новий перспективний вид подорожей та відпочинку, пріоритетний напрям у державній екологічній політиці, інструмент економічного розвитку та екологічної безпеки країни та її регіонів.

Література

1. Дубовіч І.А., Фомічева Т.Є., Василишин Х.Р. Сучасні проблеми та перспективи розвитку екологічного туризму на території лісового фонду Українських Карпат / Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія «Економічні науки». – Херсон: «Видавничий дім «Гельветика». – 2021. – Вип.44. – С. 75-80. URL: <https://ejournal.kspu.edu/index.php/ej/article/view/768/741>.
2. Дубовіч І.А., Фомічева Т.Є., Петрецькі Н.-М. Концептуальні засади розвитку екологічного туризму на території лісового фонду Українських Карпат відповідно до природних умов та ресурсів / Науковий економічний журнал «ІНТЕЛЕКТ XXI», №2. Журнал включено до міжнародної наукометричної бази Index Copernicus. – Одеса : Видавничий дім «Гельветика», 2022. С. 8-12. http://www.intellect21.nuft.org.ua/journal/2022/2022_2/4.pdf
3. Фоменко Н.В. Рекреаційні ресурси та курортологія: підручник. К.: Центр навчальної літератури, 2007. – 312 с.

УДК 630.232.4

ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ СТВОРЕННЯ ЛІСОВИХ КУЛЬТУР З УРАХУВАННЯМ ОСОБЛИВОСТЕЙ ЛІСОКУЛЬТУРНИХ ПЛОЩ У ДП «ВІННИЦЬКА ЛНДС»

Єлісавенко Ю.А., канд. с.-г. наук,

Юрків З.М. канд. с.-г. наук, доц.

Державне підприємство «Вінницька лісова
науково-дослідна станція», Україна

Румянцев М.Г. канд. с.-г. наук, ст. досл.,

Тарнопільський П.Б.

Український науково-дослідний інститут лісового господарства та
агролісомеліорації імені Г.М. Висоцького, Україна

Успішність штучного лісовідновлення визначається правильно обраною технологією створення лісових культур, яка суттєво залежить від особливостей лісокультурної площі та типу лісу. Неправильно визначена лісовпорядкуванням технологія створення культур може в майбутньому суттєво знизити стійкість та продуктивність насаджень, а також сприятиме неефективному виконанню ними відповідних функцій.

Мета досліджень – обґрунтувати необхідність внесення відповідних змін до технології створення лісових культур з урахуванням особливостей лісокультурних площ у Турбівському лісництві ДП «Вінницька ЛНДС».

Характеристику дослідних лісових культур, які заплановано створити на свіжих зрубках у 2025 р., наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Характеристика дослідних лісових культур у Турбівському лісництві ДП «Вінницька ЛНДС»

№ ділянки	Квартал/виділ	Площа, га	Тип лісу	Схема змішування порід*	Схема розміщення садових місць, м
1	4/9.1	0,6	D ₂ -гД	$\frac{4-5pC31pD3}{5pD31pГшз}$	4,0 × 0,7
2	7/19.1	2,4	D ₂ -гД	$\frac{4pD31pГхч}{5pD31pГхч}$	4,0 × 0,7
3	8/9.1	2,4	C ₂ -гдС	$\frac{4-5pC31pD3}{5pD31pЯв}$	4,0 × 0,7
4	19/16.1	0,8	C ₃ -гД	$\frac{4-5pC31pD3(Лпд)}{16pC31pЛпд2pD31pЛпд}$	2,5 × 0,7
5	23/4.1	2,3	C ₂ -гдС	$\frac{4-5pC31pD3}{16pC34pДчр}$	2,5 × 0,7
6	29/18.3	0,6	C ₂ -гД	$\frac{4pD31pГхч}{5pD31pМде}$	4,0 × 0,7

Примітка: *у чисельнику запропонована лісовпорядкуванням; у знаменнику – науковцями.

На ділянці 1 передбачено лісові культури створити за схемою змішування порід 5pD31pГшз замість 4-5pC31pD3, запропонованою

лісовпорядкуванням. Необхідність внесення змін обумовлено типом лісу – свіжою грабовою дібровою із корінними дубовими деревостанами. Тому на цій ділянці недоцільно створювати культури сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.). У багатих грудових умовах сосна формує деревину низької технічної якості, тому вводити її в склад культур недоцільно як в економічному, так і в екологічному плані. Натомість груша звичайна (*Pyrus communis* L.) в запропонованій схемі змішування, виконуватиме одночасно роль супутньої та плодової породи, тим самим сприяючи привабленню диких звірів і птахів, що відповідно зменшуватиме розвиток шкідливої ентомофауни у створених культурах.

На ділянці 2 передбачено лісові культури створити за схемою змішування порід 5рД31рГхч замість 4рД31рГхч, запропонованою лісовпорядкуванням. Введення ще одного ряду дуба звичайного (*Quercus robur* L.) викликано необхідністю зменшення в початковому складі частки горіха чорного (*Juglans nigra* L.), оскільки він характеризується доволі швидким ростом в перші роки та може суттєво пригнічувати дуб звичайний. Крім того, введення до складу культур ще одного ряду дуба звичайного забезпечить формування в майбутньому корінного деревостану з відповідною участю головної породи. Водночас горіх чорний не слід повністю виключати зі складу, оскільки він є господарсько цінною породою, а таксова вартість його деревини – в 2,5 рази вищою, ніж дуба звичайного.

На ділянці 3 передбачено лісові культури створити за схемою змішування порід 5рД31рЯв замість 4–5рС31рДз, запропонованою лісовпорядкуванням. Така зміна обумовлена невідповідністю типу лісорослинних умов (ТЛУ) визначеного лісовпорядкуванням (С₂) та результатами досліджень, проведених науковцями ДП «Вінницька ЛНДС», в ході яких встановлено, що на цій ділянці ТЛУ є перехідним – від свіжого сугруду (С₂) до свіжого груду (D₂). Такі зміни обумовлені необхідністю уточнення нормативів зі створення лісових культур дуба звичайного у таких ТЛУ. Введений до складу культур клен-явір (*Acer pseudoplatanus* L.), який є важливою супутньою породою для дуба звичайного в умовах Поділля, виконуватиме ґрунтополіпшуючу роль та сприятиме більш успішному росту дуба звичайного.

На ділянці 4 передбачено лісові культури створити за схемою змішування порід 16рС31рЛпд2рД31рЛпд замість 4–5рС31рДз(Лпд), запропонованою лісовпорядкуванням. Така зміна зумовлена попереднім 20-річним досвідом науковців станції зі створення та вирощування лісових культур за відповідною запропонованою схемою змішування порід. За запропонованою схемою змішування формуватиметься куліса соснового насадження за участі липи серцелистої (*Tilia cordata* Mill.) та дуба звичайного. Ряди липи у таких умовах виступатимуть в ролі «буферних» рядів, які створюватимуть сприятливіші умови для росту дуба звичайного. Липа в даних умовах виступає також як важлива супутня порода, опад якої сприятиме зменшенню кислотності ґрунту та покращенню його мінералізації. Дана ділянка культур буде продовженням

«каскаду» створених насаджень у попередні десятиліття, що характеризуються доволі високою продуктивністю у цьому віці та ефективністю використання лісорослинного потенціалу земель.

На ділянці 5 передбачено лісові культури створити за схемою змішування порід 16рС34рДчр замість 4–5рС31рДз, запропонованою лісовпорядкуванням. Упродовж останніх десятиліть науковці ДП «Вінницька ЛНДС» широко вводять до складу культур інтродукованих деревних видів з метою вивчення особливостей їхнього росту, розвитку впливу на інші деревні види та проявів «інвазійної» активності. Створювані лісові культури за кулісного способу змішування характеризуються доволі високою продуктивністю та ступенем використання лісорослинного потенціалу земель. Введення до складу культур куліси із чотирьох рядів дуба червоного (*Quercus rubra* L.), який є типовим кальцієфільним видом, зумовлено необхідністю створення сприятливіших умов для росту сосни за рахунок покращення хімічного складу ґрунту через підвищення вмісту в ньому кальцію, зниження кислотності та збільшення загальної родючості поверхневого горизонту. З іншого боку введення дуба червоного є ефективним заходом зниження класу пожежної небезпеки новостворених насаджень.

На ділянці 6 передбачено лісові культури створити за схемою змішування порід 5рДз1рМде замість 4рДз1рГхч, запропонованою лісовпорядкуванням. Така зміна зумовлена оцінювання особливостей росту в культурах дуба звичайного та модрини європейської (*Larix decidua* Mill.). У свіжих сугрудах модрина характеризується дещо нижчим рівнем продуктивності, порівнюючи із грудами. Тому в умовах свіжого сугруду модрина може виступати ефективним компонентом у якості підгону для дуба звичайного. Окрім цього введення модрини в культури дає можливість значно підвищити загальну продуктивність деревостанів та додатково отримати деревину хвойних порід високої технічної якості.

На ділянках створених лісових культур передбачається вивчення впливу різних супутніх порід на успішний ріст головної породи, сумісного опаду головних та супутніх порід на мінералізацію та кислотність ґрунту, прояв «інвазійної» активності деяких порід в регіоні досліджень тощо.

Отримані результати в подальшому будуть враховані у рекомендаціях зі створення та вирощування лісових культур у регіоні досліджень, зокрема при визначенні оптимальних схем змішування порід та схем розміщення садивних місць, а також доцільності вирощування культур за участю аборигенних та інтродукованих видів.

УДК 630*234

ОСОБЛИВОСТІ ЛІСОВІДНОВНИХ ПРОЦЕСІВ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ (*PINUS SYLVESTRIS* L.) В УМОВАХ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Гармаш А.В., ст. викладач
Державний біотехнологічний університет, Україна

В умовах Лівобережного Лісостепу України сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.) здатна формувати деревостани як в бідних борових умовах, так і в багатих сугрудових, маючи широкий ареал розповсюдження. Під час дослідження лісовідновних процесів ми намагалися охопити різні типи лісорослинних умов, найбільша кількість пробних площ розташовувалася в умовах A_1 , A_2 , B_2 та C_2 . Основними об'єктами дослідів є соснові деревостани на постійних пробних площах у філії «Жовтневе ЛГ» (Бабаївське та Мереф'янське лісництва), ДП «Скрипаївське НДЛГ» і НПП «Слобожанський» (Володимирівське ПНДВ).

Найпоширенішим типом лісу в межах аналізованих підприємств є свіжий дубово-сосновий субір (B_2 -дС), який охоплює до 65% площ соснових лісів. На пробних площах у філії «Жовтневе ЛГ» встановлено, що найбільш продуктивним є тип B_2 -дС із запасом деревини до 564 м³/га при повноті 0,69–0,75 і віці насаджень до 95 років. У ДП «Скрипаївське НДЛГ» у віці 60–70 років запас у типі A_2 -С становив від 340–465 м³/га за повноти 0,5–0,74. У НПП «Слобожанський» на ділянках типу B_2 -дС запас досягав 585 м³/га у віці 110–120 років за повноти 0,88–0,90.

За віковою структурою деревостани переважно належать до середньовікових і стиглих: найбільша площа (7822,6 га) припадає на VII клас віку. Молодняки представлені переважно II класом віку, площа яких становить 3480 га. Високий рівень продуктивності засвідчується розподілом за бонітетами: 51,6% площ – I бонітет, менш ніж 1% – V.

Повнота насаджень варіює від 0,3 до 1,0. Найпоширенішою є повнота 0,8 – 43,5% площ, повнота 0,7 – 28,5%. У більш родючих типах (C_2 -лдС) середня повнота дещо нижча через активний розвиток підліску. У типі B_2 -дС повнота змінюється від 0,65 до 0,92, у типі A_2 -С – 0,47–0,74, у типі C_2 -лдС – 0,66–0,89.

Одним з основних об'єктів дослідження є природне поновлення, оскільки переважна більшість деревостанів відноситься до штучно відновлених лісів, в умовах погіршення екологічної ситуації, природні ліси є ефективним та економічно вигідним рішенням. Було визначено, що найбільш інтенсивне природне поновлення в розріджених деревостанах з повнотою 0,6 і нижче. На таких ділянках природне відновлення сосни складає близько 2500 шт/га, тоді як при повноті 0,8 – близько 500 шт/га. У НПП «Слобожанський» зафіксовано поновлення сосни віком 4–8 років із середньою висотою 2,74 м, також у складі поновлення наявні дуб звичайний – до 1000 шт/га, береза повисла – 500 шт/га, липа дрібнолиста –

400 шт/га. На ділянках у НПП «Слобожанський» густота поновлення сосни зменшилась з 6250 до 5000 шт/га за чотири роки спостережень, що пов'язано із загибеллю частини сіянців у віці до 3 років.

Проаналізувавши дослідні ділянки, було встановлено, що для появи життєздатного природного поновлення важливий режим освітлення, на ділянках з розсіяним освітленням або мозаїчного типу підріст з'являється найчастіше, за умови помірного трав'яного покриву. У філії «Жовтневе ЛГ» та НПП «Слобожанський» встановлено, що оптимальні умови для поновлення сосни спостерігалися в типі В₂-дС, особливо в місцях з мозаїчним режимом освітлення. Найбільш продуктивним виявився підріст на ділянках із розривами пологів діаметром до двох середніх висот – до 2500 шт/га, висота понад 2,5 м. У зоні суцільного зімкнення пологів поновлення слабе або відсутнє.

Значний вплив на поновлення має структура трав'яного покриву. Щільний рослинний покрив формує дернину, особливо із домінуванням злакових, а саме куничника наземного, костриці Беккера, тонконогу дібровного та пригнічує сходи сосни, знижуючи їх кількість до 300–500 шт/га та погіршує їх стан. На ділянках з частковим покривом і меншим проективним покриттям трав кількість сходів була значно більшою. У типі В₂-дС трав'яний покрив становив до 90%, мохів – до 80%. У типі А₂-С – трава 20–60%, лишайники 20–70%. У типі С₂-лдС – трава 20–25%, мохи – до 30%. У типі А₁-С – лишайники до 40%, трава – 15%, мохи – 3%.

На ділянках з щільним трав'яним покривом, підвищується вірогідність загибелі сходів першого року. Ті сіянці, що з'являються поодинокі під пологом, часто перебувають у пригніченому стані і не досягають значних розмірів (такі слабкі особини можуть лишатися висотою менше 0,5 м навіть у 5–8-річному віці). Натомість підріст, що виник групами на відносно відкритих місцях, розвивається краще і більш рівномірно.

У результаті досліджень можемо сказати, що найстійкіше природне поновлення сосни звичайної формується у змішаних середньоповнотних насадженнях на ділянках із мозаїчним режимом освітленості, помірною повнотою та контрольованим трав'яним покривом. Надто густа трава або щільний полог гальмують поновлення, зменшують його кількість і життєздатність.

Література

1. Garmash A.V., Gordiyshenko A.Yu., Borysenko O.I., Pyvovar T.S. Scots pine stands in the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Folia Forestalia Polonica, Series A – Forestry*. 2023. Vol. 65 (3). P. 153–165. DOI: 10.2478/ffp-2023-0015
2. Garmash, A. V. Соснові деревостани лісостепу Харківщини: продуктивність і природне поновлення. Український орден «Знак пошани» науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г.М. Висоцького Лісівництво і Агролісомеліорація, (135), 2019р. 14-23 с. <https://doi.org/10.33220/1026-3365.135.2019.14>

УДК 582.682.1:630.16:630.18:630*89:632.51

ВИДИ РОДУ МОЛОЧАЙ (*EUPHORBIA* L.) НА ТЕРИТОРІЯХ ЛІСОВИХ ПІДПРИЄМСТВ УКРАЇНИ ТА ЇХ ІНДИКАЦІЙНА РОЛЬ

Горбенко Н.Є., канд. с.-г. наук, доц.
Національний лісотехнічний університет, Україна,
Заячук В.Я., канд. с.-г. наук, доц.
Національний лісотехнічний університет, Україна,
Левчик Н.Я., канд. біол. наук, наук. співр.
Національний ботанічний сад імені М.М. Гришка НАН України, Україна,
Геник Я.В., докт. с.-г. наук, професор, директор ННІ ЛСПГ
Національний лісотехнічний університет, Україна,
Жмурко С.В., канд.с.-г. наук,
Національний лісотехнічний університет, Україна,
Чемерис І.А., завідувач кафедри, канд. біол. наук, доц. Черкаський
державний технологічний університет, Україна,
Ключка С.І., канд. пед. наук, доц.
Черкаський державний технологічний університет, Україна,

Рід Молочай (*Euphorbia* L.), як і інші 5 родів, належить родині Молочайні (*Euphorbiaceae* Juss.) [7]. На території лісових підприємств представники роду Молочай поширені у лісових фітоценозах, кормових угіддях, територіях лісових розсадників та на орних землях. Поширення, морфолого-біологічні, біохімічні властивості та використання слід розглядати у розрізі їх отруйності, джерела лікарської сировини, подекуди інвазійності. Дані аспекти потребують додаткового вивчення. Цікавою є індикаційна роль молочаїв та їх зростання на територіях лісових підприємств, що і становило мету даного дослідження.

На заліснених територіях молочаї можуть становити інтерес як індикатори типів лісорослинних умов. Так, як індикатори умов місцезростання можуть виступати наступні молочаї: *Euphorbia seguieriana* Neck. – А₁ – у Лісостепі (індикатор сухих борів), А₂, В_{1,2} – у Поліссі, Лісостепі, *E. virgata* Waldst. & Kit. – рослина лісових узлісь, бур'ян біля доріг, житла, *E. cyparissias* L. – росте на схилах, по лісовим узліссям, поблизу житла, доріг. Дані щодо індикаційної ролі молочаїв можуть різнитися у роботах різних авторів. Так, в лісівничих методиках відзначається участь *E. agraria* M.Bieb. в умовах С₂ у Криму, *E. amygdaloides* L. – в умовах D₁₋₃, рідше С₁₋₃ – в Криму, *E. chamaesyce* L. – у С₁ в Криму, *E. cyparissias* L. – у ВС₁₋₂, *E. glareosa* Pall. ex M.Bieb. – у В₁, рідше С₁₋₂, *E. taurinensis* All. – у В₁₋₂ у Криму, *E. myrsinites* L. – у ВС₁ у Криму, *E. palustris* L. – у сирих типах тривалозаплавних лісів, *E. petrophila* С.А.Мей. – у CD₁ у Криму, *E. pilosa* L. досить характерний для С₃, рідше С_{2,4}, D, *E. semivillosa* (Prokh.) Krylov нітрофіл, відзначався у типах CD₁₋₂, *E. seguieriana* Neck. – у С₁, Крим, *E. stricta* L. – у С₀₋₁, Крим, *E. illirica* Lam. – у CD₂, Крим, *E. virgata* Waldst. & Kit. – у В₁, Крим. Для

лісів Карпат згадуються як індикатори *E. cyparissias* L. – для BC₁₋₂, *E. amygdaloides* L. для CD₂₋₃ [1,3].

На території кормових угідь прийнято вважати найбільш поширеними наступні види: молочай болотний (*Euphorbia palustris* L.), м. Сегієрів (*E. seguieriana* Neck.), м. степовий (*E. stepposa* Zoz ex Prokh.), м. скельний (*E. petrophila* C.A.Mey.), м. кипарисовидний (*E. cyparissias* L.), м. лозяний (*E. virgata* Waldst. & Kit.), м. сонячний (*E. helioscopia* L.), також *E. saratoi* Ardoino, м. простертий (*E. humifusa* Willd.), м. дрібноквітковий (*E. chamaesyce* L.) [2, 5, 6]. Сировина рослин отруйна, при висушуванні стає менш отруйною, має лікувальні властивості.

Велика рогата худоба частково або повністю уникає місць, уражених молочаями. Проте кози із задоволенням споживають токсичні для інших тварин рослини, надаючи перевагу листовим видам молочаю. Тому ангорські кози були запропоновані як агенти біологічного контролю для листових видів молочаю на екологічно чутливих або обмежено доступних територіях [9].

Молочаї представляють проблему в якості бур'янів (чужорідних видів) посівів, шкілок для території лісових розсадників та ріллі. Оскільки рослини, як молочай лозяний – *E. virgata* Waldst. & Kit., дуже добре розмножуються за допомогою кореневих паростків. Наприклад, у орному шарі присутні також насіння та органи вегетативного розмноження багаторічного бур'яну молочаю сонячного – *E. helioscopia* L. [2]. Для боротьби з ними застосовуються механічне викопування та гербіциди. Використання останніх має бути регламентоване списком хімічних засобів, дозволених на території лісових підприємств (правила, описані процедурою проходження FSC сертифікації, критерій 10.2) [4,8].

Проте слід зазначити, що молочаї на поверхні листків мають захист із епікутикулярних восків, які є їх додатковим захистом від негативного впливу зовнішнього середовища: висихання і проникнення в тканини гербіцидів або інших ксенобіотиків. Особливо добре епікутикулярні воски виявлені у молочаю польового – *Euphorbia agraria* M.Bieb. та молочаю верболистого – *E. salicifolia* Host. Проте проростки та сходи бур'янів молочаю чутливі до дії гербіцидів на основі ацифлуорофену. Важливо, що рослини стають стійкішими до дії гербіцидів в умовах сонячної, вітряної та спекотної погоди. Крім того, глюкозида рослин виконують захисну від поїдання функцію, як у молочаю кипарисовидного – *E. cyparissias* L. У розсадниках степової зони на орних землях серед поширених видів багаторічних бур'янів-ефемероїдів зустрічається *E. esula* subsp. *esula* [2].

Отже, молочаї, що зростають на лісових територіях України, мають великі перспективи використання: як індикатори умов місцезростання, отруйні для більшості тварин, але є джерелом цінної лікарської сировини. Необхідним є контроль за їх інвазійним поширенням та регламентованим використанням дозволених гербіцидів проти них.

Література

1. Герушинський З. Ю. Типологія лісів Українських Карпат: навч. посіб. Львів : Піраміда, 1996. 208 с.
2. Іващенко О.О., Іващенко О.О. Загальна гербологія : монографія. Київ : Фенікс, 2019. 752 с.
3. Краснов В.П., Орлов О.О., Ведмідь В.В. Атлас рослин-індикаторів і типів лісорослинних умов Українського Полісся. Новоград-Волинський : НОВОГрад, 2009. 488 с.
4. Посібник з питань практичної реалізації FSC® національного стандарту системи ведення лісового господарства для України. Заг. ред. П. В. Кравець. FSC України, 2017. 171 с. Режим доступу: https://ua.fsc.org/sites/default/files/2021-12/Посібник%20з%20питань%20практичної%20реалізації%20FSC%20націо-нального%20стандарту_0.pdf
5. Рябчук В. П., Заячук В. Я., Горбенко Н. Є. Недеревна продукція лісу. Кормові ресурси лісу: навч. посіб. Львів : “СПОЛОМ”, 2019. 140 с.
6. Рябчук В. П., Заячук В. Я., Осадчук Л. С. Практикум з недеревної продукції лісу та підсобного господарства: навч. посіб. Львів: ВМС, 2000. 161 с.
7. Чопик В. І., Федорончук М. М. Флора Українських Карпат. Тернопіль : Терно-граф, 2015. 712 с.
8. FSC національний стандарт системи ведення лісового господарства для України. FSC-STD-UKR-01-2019 V 1-0. 2019, 141 с. Режим доступу: https://ua.fsc.org/sites/default/files/2021-12/FSC-STD-UKR-01-2019%20V1-0%20FSC%20національний%20стандарт%20системи%20ведення%20лісового%20господарства%20для%20України_0.pdf
9. Kirby D. R., Hanson T. P., Hull C.S. Diets of Angora Goats Grazing Leafy Spurge *Euphorbia esula*-Infested Rangeland. *Weed Technology*. 1997. Volume 11. P.734-738

УДК 630[×]618

**ЛІСОТИПОЛОГІЧНА СТРУКТУРА ЛІСІВ
ФІЛІЇ «КЛЕСІВСЬКЕ ЛГ» ДСГП «ЛІСИ УКРАЇНИ»**

Гордіященко А.Ю., ст. викладач
Горошко В.В., доцент, канд. с.-г. наук
Біла Ю.М., доцент, канд. с.-г. наук
Діденко М.М., доцент, канд. с.-г. наук
Державний біотехнологічний університет

Філія «Клесівське ЛГ» ДСГП «Ліси України» згідно до адміністративного районування, розташована в зоні Полісся Рівненської області. Сучасний рівень лісистості досліджуваного регіону є доволі високим і становить близько 36 %.

За лісотипологічною структурою ліси досліджуваного підприємства є вкрай різноманітними. Широке біорізноманіття ґрунтового покриву підтверджується представленістю різних трофотопів – від борів (А) до сугрудів (С). Серед площ земель вкритих лісовою рослинністю найбільш представленими є суборові умови (В), їх площа складає майже 3,4 тис га або 62 % площі цих земель. Борові умови (А) представлені на площі майже 1,1 тис. га або 20 %, сугрудові займають відповідно близько 1,0 тис. га або 18 % площі вкритих лісовою рослинністю земель. Аналіз матеріалів щодо водного режиму ґрунтів свідчить про наявність сухих, свіжих, вологих, сирих та мокрих гігротопів. При цьому відзначимо відсутність дуже сухих умов.

Досліджувані ліси характеризують широким біорізноманіттям представлених типів лісу. У складі лісових фітоценозів формується 20 різних типів лісу. При цьому в бідніших за родючістю ґрунту трофотопах формується менша кількість типів лісу, ніж у більш багатших. У борах (А) та суборах (В) представлено по 6 типів лісу, у сугрудах (С) – 8. У складі досліджуваних лісових фітоценозів превалює за площею вологий дубово-сосновий суббір. Площа відповідного типу лісу складає фактично 1,8 тис. га або 33 % від площі усіх досліджуваних лісів (табл. 1).

Таблиця 1. Поділ площі вкритих лісовою рослинністю земель філії «Клесівське ЛГ» ДСГП «Ліси України» Ясногірського лісництва на типи лісу

Індекс типу лісу	Назва типу лісу	Площа, га	Частка, % *
A ₁ -C	Сухий сосновий бір	71,1	1,31
A ₂ -C	Свіжий сосновий бір	389,6	7,16
A ₃ -C	Вологий сосновий бір	377,6	6,94
A ₄ -C	Сирий сосновий бір	131,7	2,42

A ₄ -CO	Сирий сосновий бір осушений	7,3	0,13
A ₅ -C	Мокрий сосновий бір	109,7	2,02
B ₂ -ДС	Свіжий дубово-сосновий субір	449,2	8,26
B ₃ -ДС	Вологий дубово-сосновий субір	1819,1	33,43
B ₃ -ДСА	Вологий дубово-сосновий субір з азалією	15,4	0,28
B ₄ -ДС	Сирий дубово-сосновий субір	949,1	17,44
B ₄ -Д-СО	Сирий дубово-сосновий субір осушений	22,1	0,41
B ₅ -БС	Мокрий березово-сосновий субір	106,8	1,96
C ₂ -Г-ДС	Свіжий грабово-дубово-сосновий сугрудок	86,2	1,58
C ₃ -ГД	Вологий грабовий сугрудок	1,5	0,03
C ₃ -Г-ДС	Вологий грабово-дубово-сосновий сугрудок	498,1	9,15
C ₃ -ДСА	Вологий грабово-сосновий сугрудок з азалією	1,1	0,02
C ₄ -Г-ДС	Сирий грабово-дубово-сосновий сугрудок	76,9	1,41
C ₄ -Вл.О	Сирий чорновільховий сугрудок осушений	11,9	0,22
C ₄ -Вл.ч	Сирий чорновільховий сугрудок	287,6	5,29
C ₅ -Вл.ч	Мокрий чорновільховий сугрудок	29,3	0,54

Примітка: * частка від загальної площі досліджуваного лісництва

Зазначимо, що доволі значну площу займає сирий дубово-сосновий субір, його частка становить майже 17 %. Інші типи лісу, такі як сухий сосновий бір, сирий грабово-дубово-сосновий сугрудок, свіжий грабово-дубово-сосновий сугрудок, мокрий березово-сосновий субір, мокрий сосновий бір, сирий сосновий бір, сирий чорновільховий сугрудок, вологий сосновий бір, свіжий сосновий бір, свіжий дубово-сосновий субір, вологий грабово-дубово-сосновий сугрудок займають менші площі, при цьому частка кожного з них становить 1 - 9 %. Решта типів лісу займають незначні площі та їх частка не досягає навіть 1,0 %.

Серед представлених деревостанів у складі вологого дубово-соснового субору за площею переважають корінні соснові деревостани. Корінні соснові деревостани займають близько 1,4 тис. га або 61 % площі типу лісу. При цьому похідні деревостани, які представлені березняками, осичниками, низькобонітетними дубняками займають майже 0,4 тис. га 39 % площі типу лісу. Сосняки у В₃-ДС характеризуються доволі нерівномірною віковою структурою. У складі соснових деревостанів найбільш представленими є деревостани IX – XII класів, які займають близько 530 га або 38 % загальної площі усіх сосняків. Деревостани I-IV класів віку займають 340 га (25%), V – VIII – 518 га (37%).

Висновок. Лісотипологічна структура лісів досліджуваної філії «Клесівське ЛГ» Ясногірського лісництва характеризується високим біорізноманіттям. У складі досліджуваних лісових формацій представлено 20 різних типів лісу, серед яких домінує вологий дубово-сосновий субір. За площею в превалюючому типі лісу переважають корінні сосняки – 61 %

площі типу лісу. При цьому частка похідних деревостанів складає фактично 39 % площі типу лісу. Біологічне різноманіття похідних деревостанів є вкрай низьким та характеризується максимальною представленістю березових деревостанів, а також незначних площ осичників та низько бонітетних дубняків. У зв'язку з масовим всиханням соснових деревостанів на території нашої держави, лісівники мають зосередити свої зусилля на створенні високопродуктивних соснових насаджень, стійких до заселення шкідників, зокрема верхівковим короїдом.

Література

1. Гордіященко А.Ю. Особливості типологічної структури лісів філії «Клесівське ЛГ» ДСГП «Ліси України»/ А.Ю. Гордіященко, В.В. Горошко, Ю.М. Біла // Сучасність і перспективи розвитку лісової галузі, ландшафтної архітектури і землевпорядкування. Матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції (24-25 квітня 2025 р.). — Харків, 2025. — 22-24 с. (Україна)
2. Державне агентство лісових ресурсів України
<https://forest.gov.ua/napryamki-diyalnosti/lisi-ukrayini/zagalna-harakteristika-lisiv-ukrayini>
3. Жежкун А.М. Всихання соснових деревостанів Східного Полісся: поширення, наслідки, заходи подолання / А.М. Жежкун, І.В. Порохняч // Наукові праці Лісівничої академії наук України. 2020, вип. 21, – 126-134 с. (Україна)

УДК 630*187(477)

ЛІСИСТІСТЬ ВОДОЗБОРІВ МАЛИХ РІЧОК ХАРКІВЩИНИ

Горошко В.В., канд. с.-г. наук, доцент

Біла Ю.М., доцент, канд. с.-г. наук

Діденко М.М., доцент, канд. с.-г. наук

Гордіященко А.Ю., викладач

Державний біотехнологічний університет

Сучасне суспільство використовує природні ресурси однобоко, що веде за собою, безповоротну втрату продуктивних земель, погіршення якості та зменшення водних запасів [1], у тому числі порушення природного ландшафту та екологічної рівноваги водозборів річок Харківщини - у тому числі і приток основного джерела питної води м. Харків - річки Сіверський Донець. Зважаючи на доволі важливі захисні та інші екологічні функції лісів на водозборах, збільшення лісистості водозборів не лише посилить екологічні функції лісів, а і загалом підвищить рівень екологічної стійкості водозборів [2]. Тому дослідження лісистості водозбору річки Сіверський Донець та її приток набуває нового значення, а при веденні лісового господарства на водозбірній основі є одним з найбільш актуальних та пріоритетних.

Серед усіх багатогранних функцій які виконують ліси на водозборах річок важливими є водоохоронні та водорегулювальні. Виконуючи відповідні функції, ліси сприяють рівномірному надходженню води в джерела (особливо в період посух), захищають річки від засмічування й забруднення. Як зазначає у своїх працях А.Г Міхович [2], ліси збільшують опади, а також перехоплюють поверхневий весняний стік, який потім повільно у вигляді підгрунтового стоку стікає з водозбору до певних понижень рельєфу та потрапляє у річковий стік лише у літній період. Рівень виконання відповідних функцій лісами залежить від багатьох факторів. Одним з головних факторів впливу на рівень виконання відповідних функцій, на нашу думку, є лісистість водозборів, місце лісів у структурі земель, характер розміщення лісів, їх продуктивність, вікова структура, санітарний стан та інш.

Водозбори річок Харківщини за структурою земель відмінні між собою. Площі сільськогосподарського користування займають домінуюче місце в структурі земель. Їх частка на різних водозборах становить 52 – 97 %. На водозборах річок Роганка, Рудка, В'ялий, Студенок, Муром, Гнилиця, Великий Бурлук, Липець, Хотімля землі сільськогосподарського користування представлені на 80 % площі водозборів. Значна частка сільськогосподарських угідь у структурі земель водозборів обумовлює необхідність оптимізації цієї структури. Значним чином зменшити наслідки інтенсивного сільськогосподарського використання земель водозборів річок можливо у наслідок створення нових систем захисних лісосмуг, смуг певного цільового призначення, а за необхідності –

проведенням часткового заліснення земель сільськогосподарського призначення.

У структурі земель водозборів приток досліджуваних річок водойми та шляхи займають найменшу частку, яка не перевищує 5 % площі водозборів. За результатами проведених натурних обстежень встановлено, що у наслідок низької представленості або навіть повної відсутності захисних та інших лісосмуг відбувається погіршення стану шляхів. Також нами зафіксовано підвищення інтенсивності процесу замулювання річок.

Частка площ земель урботериторій залежно від водозбору сягає 3 – 21 %. У складі водозборів річок Липець, Харків, Лопань, Чугівка, Уди, Оскіл, Мерефа частка урботериторій доволі велика, при цьому їх площі навіть іноді більші за площі лісових фітоценозів. Зокрема, частина площ укритих лісовою рослинністю земель у складі водозбору річки Чугівка становить 19 %, урботериторій – 21 %, річки Липець – 4 та 13 %, Лопань – 13 і 17 %, Уди – 10 і 14 %, Оскіл 11 і 18 % відповідно. Значні площі урботериторій на водозборах обумовлюють велике рекреаційне навантаження на ліси, що є причинної їх дегресії, яка може чинитися як результат дії синергії стрес-чинників природного та антропогенного походження. Вище зазначені фактори обумовлюють необхідність формування додаткових площ лісів зелених зон в межах лісів відповідних водозборів.

Для підвищення екологічної стійкості водозборів у їх межах необхідно формувати оптимальне співвідношення різних типів угідь. Площі урботериторій у складі оптимальної структури земель водозборів не повинні перевищувати 20 – 40 %. Встановлено, що структура земель більшості водозборів річок Харківщини не є оптимальною та з екологічної точки зору досліджувані водозбори характеризуються низькою стійкістю.

До групи малозалісених водозборів відносяться водозбори річок Роганка, В'ялий, Харків, Чугівка, Студенок, Лопань, Студенок, Мжа, Уди, Оскіл з лісистістю на рівні 5 – 19 %. Водозбори з лісистістю до 4 % належать до групи практично безлісних (водозбір річки Рудка, Липець, Муром, Гнилиця, Хотімля, Сухий та Великий Бурлук). Натомість водозбори річок Мерефа, Тетлега, Велика Бабка з лісистістю на рівні 26 – 32 % належать до групи середньозалісених. Отже, більшість водозборів річок Харківщини належать до груп малозалісених і практично безлісних. На водозборах слід формувати лісистість, при досягненні рівня якої значною мірою посиляться корисні екологічні функції лісів.

Висновки. У структурі земель більшості водозборів річок Харківщини за площею переважають землі сільськогосподарського призначення та урботериторії. Переважна більшість водозборів належать до груп малозалісених або фактично безлісних. Існуюча структура земель водозборів з екологічної точки зору не є оптимальною, що зумовлює необхідність впровадження системи заходів направлених на її оптимізацію.

Література

1. Геник Я.В. Фітомеліорація та рекультивація як складники сталого розвитку територій. Науковий вісник НЛТУ України. – 2009. – Вип. 19.12 – С. 8 – 12.
2. Горошко В.В. Лісові насадження водозборів річок середньої течії Сіверського Дінця / В.В. Горошко, Ю.М. Біла, С.П. Распопіна, М.М. Діденко, А.Ю. Гордіященко, В.Ю. Юхновський // Київ: Кондор. 2022. – с. 207.

УДК 528.88:378.147:630

**ДИСТАНЦІЙНЕ ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ ЯК ІНСТРУМЕНТ
ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ПІДГОТОВКИ МАГІСТРІВ
З ЛІСОВОГО ГОСПОДАРСТВА**

Гаврилюк С.А., канд. с.-г. наук, доц.

Миклуш С.І., д. с.-г. наук, професор

Хомюк П.Г., канд. с.-г. наук, доц.

Національний лісотехнічний університет України, Україна

Під дистанційним зондуванням Землі (ДЗЗ) розуміють процес отримання даних про об'єкт знімання на відстані без безпосереднього контакту з ним із метою вивчення його фізичного, геологічного, біологічного стану тощо (за Миклуш та ін., 2012). У закордонній літературі розуміють не тільки процес отримання даних, але розглядають як науку та мистецтво отримання інформації про об'єкт, місцевість чи явище шляхом аналізу даних, отриманих пристроєм, який не контактує з досліджуваним об'єктом, місцевістю чи явищем (Jensen, 2014). Тут ДЗЗ розглядають як сферу наукового пізнання, яке пов'язане з певним творчим процесом, де для отримання інформації про об'єкт слід поряд з науковим підходом використовувати елементи творчої інтерпретації даних. Об'єкти на матеріалах дистанційного зондування мають як різне візуальне, так і кількісне виявлення, що зумовлює використання нестандартних схем до їх оцінки та характеристик.

Вважається, що ДЗЗ бере початок від отримання першої «фотографії» (Жозеф Нісефор Ньепс у 1827 році) за допомогою геліографа. Проте тут слід також згадати ще дві епохальні події, що відбулися в історії розвитку ДЗЗ. Перша – це отримання перших знімків із літака Вілбуром Райтом (Wilbur Wright) у 1909 році на території Італії поблизу Рима (History of Aerial..., n.d.). Друга – це освоєння космосу, коли 24 жовтня 1946 року з ракетносія V-2 було отримано перший знімок Землі з космосу (On this day..., 2019). Ці віхи історії зумовили бурхливий розвиток ДЗЗ, який у останні десятиріччя тяжіє до космічного знімання.

За даними звіту Джонатана Макдауела (McDowell, 2025) у 2024 році відбулося 258 успішних запуски ракет, які вивели на орбіту 2854 штучні супутники Землі. За кількістю запусків ракет до 2021 року лідерство утримував Китай, а після – знову у лідерах США. Тенденція виглядає так, що із загальної кількості запусків ракет у 2017 році на рівні 86, до 2024 ця цифра зростає до 258 запусків, тобто більша майже у три рази. Із виведених у 2017 році 457 штучних супутників землі, до 2024 їх кількість зростає до 2854 шт. або у 5,5 разів. З 2017 по 2024 роки у середньому на один запуск ракети США виводили на навколоземні орбіти від 9,9 (у 2017) до 29,0 у 2021 році штучних супутників Землі. У середньому на один запуск американської ракети припадає виведення на орбіту понад 19 супутників, тоді як для Китаю цей показник становить 2,6. Такий значний

поступ у кількості запущених штучних супутників землі одним ракетоносієм зумовлений тим, що сьогодні штучні супутники Землі мають незначну вагу і параметри. Так, за даними Orbiting Now (2025), станом на 31 травня 2025 року на навколоземних орбітах у активному стані перебуває 12 603 штучних супутників Землі, з яких понад 4 600 – це малі штучні супутники Землі (How many satellites..., 2023), а понад 900 – це міні супутники вагою від 100 до 180 кг. Тобто сьогодні іде тенденція до використання невеликих за розмірами штучних супутників Землі, що дозволяє за один запуск виводити на орбіту більшу їх кількість.

Використання матеріалів ДЗЗ у лісовому господарстві бере свій початок практично від зародження аерофотознімання. У 1921 році було підняте питання про використання аерофотознімків для оцінки лісів, і відтоді для проведення лісовпорядних робіт обов'язковою умовою є використання матеріалів дистанційного зондування Землі. Останній Порядок здійснення лісовпорядкування (2023) та Інструктивно-методичні вказівки з ведення лісовпорядкування (2022) регламентують, що «Лісовпорядкування здійснюється із застосуванням матеріалів дистанційного зондування Землі». Вимоги до матеріалів ДЗЗ регламентуються пунктом 6 Інструктивно-методичних...(2022).

Обов'язкова вимога використання даних ДЗЗ зумовила потребу у підготовці відповідних фахівців. Саме тому з 1928 року однією із обов'язкових дисциплін, яку мали опанувати студенти спеціальності «Лісове господарство», була «Дистанційне зондування Землі» (син. «Аерофотознімання», «Дистанційні методи»). Очевидно, що за майже 100-річну історію змінилися і вимоги до таких фахівців.

В Національному лісотехнічному університеті України цю дисципліну слухають студенти-бакалаври. Кількість кредитів цієї дисципліни не була усталеною – від 3 до 4,5 кредитів ЄКТС. Структура дисципліни передбачала проведення лекційних та лабораторних робіт.

Донедавна контент дисципліни включав переважно вивчення матеріалів аерофотознімання, зокрема вивчення будови аерофотоапаратів, аерофотоплівки, розрахунок елементів планового аерофотознімання, визначення якості аерофотознімання, накидний монтаж і т.д. Очевидно, що такий зміст навчального матеріалу вже не відповідає сучасним вимогам до підготовки фахівців. Тому починаючи від 2020 року науковці університету почали працювати над удосконаленням курсу, а у 2024-2025 навчальному році структуру та зміст дисципліни було кардинально перероблено із врахуванням вимог та можливостей, які дає сьогоднішній розвиток галузі.

Як зазначалося вище, станом на сьогодні аерофотознімання для потреб лісового господарства застосовують все рідше, оскільки визначеним вимогам сьогодні відповідають матеріали космічного знімання, які є не тільки дешевшими, але й забезпечують кращу спектральну, радіометричну та часову розрізнявальні здатності. Наприклад, Махар з просторовим розрізненням 0,5 м у мультиспектральному діапазоні коштує 15 USD за 1 км², а у стереорежимі – 30 USD (<https://landinfo.com/satellite-imagery-pricing/#Maxar-DigitalGlobe-Mono-2D-Imagery%20Maxar>). Послуги

аерофотознімання стартують від 2000 грн за 1 га (<https://geoplan.com.ua/ua/price-ua/>). Враховуючи обсяги знімання, які потрібні для проведення лісовпорядкування, а також певні обмеження у використанні авіації у сучасних умовах, очевидним є той факт, що сьогодні дані космічного знімання є незамінними.

Донедавна основним підходом до опрацювання даних дистанційного зондування Землі було, по-перше, використання вартісного програмного забезпечення (ERDAS Imagine, ENVI та ін.), по-друге – використання окремих знімків (кадрів), які вимагають потужних комп'ютерних засобів. Попри навіть можливість використання безкоштовних зображень середнього просторового розрізнення, які можна було завантажити на будь-яку територію Землі (напр. сервіси USGS Earth Explorer, Sentinel Hub), це вимагає значних затрат часу та значних обсягів для зберігання даних. Тому у останні роки для загального користування з'явилися безкоштовні онлайн ресурси, які працюють з даними дистанційного зондування Землі через хмарні середовища. Це дає змогу працювати з даними ДЗЗ у віртуальному режимі без необхідності їх завантаження на локальний комп'ютер та опрацювання їх у дороговартісних програмних продуктах. Серед таких сервісів сьогодні якісно вирізняється Google Earth Engine (GEE) (<https://earthengine.google.com/>), який працює на серверах компанії Google, має каталог даних планетарного масштабу, динамічно поповнюється новими матеріалами, є абсолютно безкоштовним для використання. Важливою перевагою цього сервісу є те, що він містить не тільки дані ДЗЗ, але й наповнений вже готовими даними наземного вкриття (напр. програма Copernicus) та окремими об'єктами земної поверхні (сітка річок, фотосинтетично активна рослинність тощо), які також можна успішно використовувати для вирішення різних завдань.

Враховуючи переваги даного сервісу, в НЛТУ України в рамках дисципліни «Дистанційне зондування Землі в лісовому господарстві», було впроваджено використання середовища Google Earth Engine для ознайомлення з даними ДЗЗ та їх використання для потреб лісового господарства. Для цього були розроблені 4 практичні роботи:

- Реєстрація та огляд можливостей Google Earth Engine (GEE).
- Основи програмування в Google Earth Engine (GEE).
- Основи роботи з векторними даними.
- Основи роботи з космічними знімками.

Розроблені практичні роботи, які виконують студенти, мають характер тільки вступу до використання даних ДЗЗ для потреб лісового господарства, оскільки не дають змоги у повній мірі розкрити питання дешифрування матеріалів ДЗЗ та опрацювання вже доступних матеріалів аналізу об'єктів земного вкриття. Саме тому, на наш погляд, для кращого розуміння підходів до застосування даних ДЗЗ, їх класифікації, та використання для вирішення практичних задач на рівні не тільки окремих суб'єктів господарювання, але й на регіональному і національному рівні, доцільно розширити та деталізувати дисципліну як на рівні бакалавра, так і магістра. Зокрема, на освітньому рівні магістра через наявність готових матеріалів вегетаційного

вкриття, окремих категорій земного вкриття, важливо вміти працювати з такими матеріалами для оцінки змін в лісовому вкритті, визначенні кількісних параметрів лісів чи окремих насаджень тощо. Це сприятиме не тільки кращому розумінню змін у вкритих лісовою рослинністю лісових ділянках, але й дозволить прослідковувати тенденції таких змін у часі для виваженого прийняття рішень на рівні суб'єктів господарювання, окремих адміністративних одиниць чи навіть на національному рівні.

Тому науковцями НЛТУ України в рамках проекту FORESTPost була висловлена думка введення до навчальних планів дисципліни «Оцінка фітомаси наземними та дистанційними методами», в рамках якої можна зосередити увагу на використанні даних ДЗЗ для оцінки фітомаси лісів у середовищі Google Earth Engine як продовження курсу освітнього рівня бакалавра. Це не вимагає використання платних програмних продуктів, робота в середовищі може проводитися як на комп'ютерній техніці, так і з використанням смартфонів, доступ до всіх матеріалів тільки через власний аккаунт, що дає змогу роботи з будь-якого засобу у будь-якому куточку світу. Викладання такого курсу може бути доцільним для підготовки фахівців і з інших спеціальностей, зокрема екологія, охорона навколишнього природного середовища, садово-паркове господарство тощо.

Література

Інструктивно-методичні вказівки з ведення лісовпорядкування. (2022). Отримано з https://lisproekt.gov.ua/fileadmin/user_upload/Instruktivno-metodichni_vkazivki.pdf

Миклуш, С.І., Гаврилюк, С.А., & Часковський О.Г. (2012). *Дистанційне зондування Землі в лісовому господарстві: навчальний посібник*. Львів: ЗУКЦ.

Про затвердження Порядку здійснення лісовпорядкування. Постанова Кабінету Міністрів України №112 від 7 лютого 2023 року. Отримано з <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/112-2023-%D0%BF#Text>

History of Aerial Photography. Professional Aerial Photographers Association (PAPA). (n.d.). Retrieved from https://papa.clubexpress.com/content.aspx?page_id=22&club_id=808138&module_id=158950

How Many Satellites are in Space? Konsberg. (2023). Retrieved from <https://nanoavionics.com/blog/how-many-satellites-are-in-space/>

Jensen, J. R. (2014). *Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective* (2nd ed.). Pearson: New International Edition.

McDowell, J. (2025). *Space Activities in 2024*. Retrieved from <https://planet4589.org/space/papers/space24.pdf>

On this day in space history, the first photo is taken from space. Space Center Houston. (2019). Retrieved from <https://spacecenter.org/first-photo-taken-from-space/>

Orbiting now. Active satellite orbit data (2025). Retrieved from <https://orbit-ing-now.com/#>

UDC 630.1 : 602 : 581.1

**USE OF NEWEST SCIENTIFIC CONCEPTS AND OWN RESEARCH
IN TEACHING SPECIAL DISCIPLINES IN FIELD
OF STRESS RESISTANCE AND PRODUCTIVITY OF FORESTS**

Karpets Yu.V., Doctor of Biological Sciences, Professor

Taraban D.A., PhD student, assistant

Lugova G.A., Candidate of Biological Sciences, Associate Professor
State Biotechnological University, Ukraine

The absolute majorities of plant organisms are stationary in environment space and are not able to avoid the influence of negative factors by moving to more comfortable conditions. Therefore, the search for methods to increase resistance to the action of a whole spectrum of stressors is always relevant in all branches of production related to plant cultivation. During normal plant growth in the natural environment, changes in ecological factors occur constantly, which causes the need for constant changes in metabolism to resist stressors and adapt to negative environmental factors. In turn, such a need for permanent changes leads to a decrease in general and especially in useful bioproductivity due to additional energy and nutrient expenditure for repair and restructuring of metabolism.

Plants do not have a nervous and circulatory system. Therefore, the perception of external information and the formation of response reactions in plants occurs only by biochemical means and, mainly, at the cellular level. These biochemical pathways of perception of external information and its transduction inside the cell to the genetic apparatus are called signaling (or more fully – plant cell signaling). Modern knowledge in this area was formed within the concept of plant signaling, which has now become a full-fledged scientific theory. All applied concepts (theories) in the field of forest stress resistance and productivity are based on this theory.

The search and development of practical methods for increasing plant resistance to ensure maximum useful productivity have always been and will be relevant in all industries related to the cultivation of plants in an open environment. Such methods in the modern sense are divided into classical and newest.

Classical methods include two groups: breeding and agrotechnological. In forestry, as a specific branch of plant cultivation, which is associated with the cultivation of forest woody plants, agrotechnological methods are called forestry methods or forest technology methods.

Given the low efficiency of classical methods for increasing the resistance and productivity of forest plants, modern and newest methods have gained significant popularity in developed countries over the past two decades, the use of which in forestry is effective on a par with agricultural production. Such methods include genetic engineering and metabolomic (other designations are molecular-cellular or physiological) methods.

The concept (theory) of gene planning of woody plants received an impetus for intensive development in mid-September 2006, when the scientific journal «Science» published an article reporting on the sequencing of the genome of first representative of the tree species – *Populus trichocarpa* Torr. & A.Gray. Currently, GMO trees are actively used in forestry in developed countries. China holds the lead in implementation, where new forest plantations are made every year on an area of about 4 million hectares, most of them using GMO tree seedlings (poplar, eucalyptus, caragana, pine, etc.).

The theory (concept) of pre-treatment and post-treatment with physiologically active compounds, that are environmentally safe, has been developing for about 100 years. Metabolomic methods were widely used already in the 20th century, but their application was more phenomenological in nature without understanding the aspects of molecular and cellular impact. In the 90s of the last century, thanks to advanced achievements in biophysics and biochemistry, it was possible to decipher the signaling pathways of plants, which ensure the formation of adaptive reactions to the action of various stressors. Currently, metabolomic methods are mainly associated with the use of plant treatment with natural physiologically active compounds or their mimetics, which are able to stimulate the formation of induced resistance and, as a result, field bioproductivity of plants.

Metabolomic methods are actively studied in our scientific group. In particular, we studied the signaling mechanisms of resistance formation (Karpets, 2007; Karpets, Cherkis, 2008), the possibility of using salicylic acid (Karpets et al., 2014), sodium nitroprusside (Karpets, 2018; Karpets et al., 2018a; 2018b), sedaxane (Karpets, Shklyarevskiy, 2019), brassinosteroids (Shklyarevskiy et al., 2019) and other compounds to increase the resistance and productivity of English oak, Scots pine and Crimean pine in laboratory and field conditions. At the same time, the direct participation of students in our research was useful both for the clarity of theoretical and practical study, and to prepare for further admission to postgraduate studies and preparation of dissertations for the degree of Doctor of Philosophy.

The concept (theory) of wood synthesis is based on the functioning of the cellulose synthase enzyme. This is the primary and main enzyme for the synthesis of cellulose, as the main component of the cell wall skeleton in plants. It is the functioning of cellulose synthase that determines the beginning of wood synthesis, the transition from early to late wood and the end of wood synthesis during the growing season. In addition, it is this enzyme that determines the properties and quality of wood at the microscopic level.

Successful mass reforestation and afforestation is impossible without the use of scientific knowledge of the theory (concept) of the interaction of woody plants in forest plantations. Research in this area requires a long time and constant investigational plots. One of these objects is located near the city of Kharkiv – Experimental poly-chess cultures in the plot No. 1, quarter No. 89, tract «Velykyy lis», South Forestry Department, Kharkiv Forestry Research Station of Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration.

Within the framework of this object, the dynamics of the interaction of 12 species of woody plants is studied for more than 50 years.

Currently, on a global scale, we already have sufficient fundamental and practical basis for the development of a complex of genetic engineering and metabolomic methods for increasing the resistance and productivity of woody plants in manufacture conditions in Ukraine.

Thus, teaching disciplines in the field of forest stress resistance and productivity and preparation highly qualified specialists for the post-war green rebuilding of forests in Ukraine is impossible without the use of the newest world scientific concepts and theories, as well as own research in this field.

References

Karpets Yu.V. (2007) About possible mechanisms of the heat resistance induction of Soft wheat and Scotch pine plantlets by short-term heat action // Bulletin of Kharkiv National Agrarian University. Series Biology. Is. 3 (12). P. 63-70.

Karpets Yu.V., Cherkis T.M. (2008) Dynamics of phenol peroxidase activity in the healthy and infected by Fusarium wilt pine seedlings // Forestry and Forest Melioration. Is. 112. P. 241-248.

Karpets Yu.V., Vainer A.O., Obozny O.I., Yastreb T.O. (2014) Induction of resistance of seedlings of Scotch pine to infectious damping-off (Fusarial wilt) by influence of exogenous salicylic acid // Bulletin of Kharkiv National Agrarian University. Series Biology. Is. 2 (32). P. 63-69.

Karpets Yu.V. (2018) Influence of sodium nitroprusside on growth of Pedunculate oak seedlings and defeat by powdery mildew of their leaf surface // Bulletin of Kharkiv National Agrarian University. Series Biology. Is. 2 (44). P. 81-93. <https://doi.org/10.35550/vbio2018.02.081>

Karpets Yu.V., Shklyarevskiy M.A., Lugova G.A. (2018a) Induction of nonspecific resistance of Scotch pine seedlings under influence of NO donor sodium nitroprusside. 1. Increase of resistance against root rot disease // Bulletin of Kharkiv National Agrarian University. Series Biology. Is. 1 (43). P. 57-65. <https://doi.org/10.35550/vbio2018.01.057>

Karpets Yu.V., Shklyarevskiy M.A., Lugova G.A. (2018b) Induction of nonspecific resistance of Scotch pine seedlings under influence of NO donor sodium nitroprusside. 2. Increase in resistance against soil drought // Bulletin of Kharkiv National Agrarian University. Series Biology. Is. 1 (43). P. 66-75. <https://doi.org/10.35550/vbio2018.01.066>

Karpets Y.V., Shklyarevskiy M.A. (2019) Influence of sedaxane on growth and resistance of seedlings of Scotch pine to root rot disease and soil drought // Bulletin of Kharkiv National Agrarian University. Series Biology. Is. 2 (47). P. 82-91. <https://doi.org/10.35550/vbio2019.02.082>

Shklyarevskiy M.A., Taraban D.A., Pavlov Yu.P., Karpets Yu.V. (2019) Induction of nonspecific resistance of seedlings of Scotch pine by influence of 24-epibrassinolide // Bulletin of Kharkiv National Agrarian University. Series Biology. Is. 3 (48). P. 75-86. <https://doi.org/10.35550/vbio2019.03.075>

УДК: 630*232.3 : 630*165.6 : 912(477.83)

ПРОСТОРОВА СТРУКТУРА ТА РОЗПОДІЛ ЗАПАСУ СТОВБУРНОЇ ДЕРЕВИНИ СОСНОВИХ ЛІСІВ В УМОВАХ МАЛОГО ПОЛІССЯ

Король М.М., канд. с.-г. наук, доц.

Лавний В.В., д. с.-г. наук, проф.

Національний лісотехнічний університет України

Ліси сьогодення стикаються з великими викликами, що пов'язано з наслідками зміни клімату, що призводить до збільшення екстремальних погодних умов і тиску шкідників. Лісостани відносно повільно реагують на зміни в навколишньому середовищі, що робить їх вразливими до пошкоджень і хвороб. Тому потрібно формувати кліматично адаптовані, мішані та різновікові ліси з переважно автохтонних деревних видів [1].

Під час вивчення структури деревостану та встановлення диференціації стовбурного запасу необхідно перш за все розуміти, який у нас лісостан, гомогенний чи гетерогенний. Для гомогенних рядів формування деревостану починається після змикання крон і є характерним для деревостанів штучного походження. Гетерогенні ряди притаманні для складних різновікових деревостанів. У гомогенних рядах початковий етап формування лісотвірного процесу починається на стадії молодняка, де в основі лежить екологічна та біологічна складова деревного виду. Для гетерогенних рядів процеси формування деревостану проходять за іншими закономірностями [2]. Вибірку дерев із лісостану потрібно проводити із врахуванням будови крони дерев, оскільки від їх освітлення та структури намету залежатиме інтенсивність фотосинтезу, що впливатиме на підвищений темп приросту за діаметром й висотою [5].

Мале Полісся – це зона мішаних лісів із рівнинним, інколи горбистим рельєфом, клімат тут атлантично-континентальний, тривалість вегетаційного періоду становить до 220 днів, а річна кількість опадів – 680-800 мм. Основні типи ґрунтів – сірі лісові, лучні, дерново-опідзолені, лучно-болотні та дернові [3]. Основними лісотвірними видами тут є сосна звичайна, дуб звичайний і вільха чорна.

У регіоні дослідження переважають штучні насадження, які становлять майже 75 % від загальної площі вкритих лісовою рослинністю земель. Деревостани природного походження збереглися здебільшого у заболочених місцях та важкодоступних ділянках, де відсутня інфраструктура. Оцінку просторової структури та запасу стовбурної деревини ми проводили на підставі отриманих дослідних даних соснових лісів, що ростуть у свіжому грабово-дубово-сосновому сугруді.

Дослідження таксаційної будови деревостану соснових деревостанів ми проводили за діаметром, висотою й запасом. Для гомогенних рядів, як правило, найкраще застосовувати трьохпараметричну функцію щільності Вейбулла (*a-параметр положення*, *b-параметр масштабу*, *c-параметр форми*), гама-розподіл, бета-розподіл та S_b -Джонсон розподіл. Для

гетерогенних рядів необхідно застосовувати семипараметричну функцію Вейбулла [2, 4].

Отримані результати вказують, що середні діаметри соснових деревостанів у віковому діапазоні від 40 до 75 років коливається від 25 см до 37 см, де розмах варіації становитиме до 12 см. Коефіцієнт варіації вказує на сильну варіабельність ознаки, але такі дані притаманні й іншим дослідникам, оскільки діаметр дерев є дуже варіабельною ознакою. Асиметрія і ексцес, що вказують на форму кривої, набирають, як додатних так і мінусових значень, тобто певної закономірності не прослідковується. Іншим об'ємоутворюючим показником стовбура дерева є його висота та закономірності диференціації висоти у деревостані. Аналіз статистики рядів розподілу за висотою показав, що варіабельність ознаки (*коефіцієнт мінливості*) є слабкою і не перевищує 10 %, що вказує на гомогенність ряду. Показники форми кривої, а саме асиметрія набуває мінусового значення, отже ряди лівосторонні і асиметрія помірна та сильна, оскільки більше 0,25, ексцес приймає плюсове значення, крива гостровершинна. Такий розподіл притаманний штучним і одновіковим деревостанам, де розмах варіації за діаметром є значним і становить у середньому 32-40 см, а за висотою – 10-14 м.

Досліджувані соснові деревостани є асиметричними, а більша кількість дерев за діаметром розміщена у лівій частині від середнього дерева. Це вказує на те, що під час формування соснових деревостанів більше вибирались дерев грубших ступеней товщини, а асиметрія за діаметром мінусова. Запас соснових деревостанів на дослідних ділянках зростає від 260 м³/га у віці 42 роки до 460 м³/га у віці 75 років.

Вивчаючи структуру лісу необхідно постійно знати, що вона характеризується трьома складовими: перше – це поширення особин на площі, друге – зайнятість особинами (деревними видами) вертикальних ніш, третє – це віковий діапазон. Проведені дослідження вказують на те, що основний верхній ярус становить більше 75 % від загальної кількості дерев. Третій ярус повністю відсутній, це знову вказує на штучне походження соснових деревостанів, де варіабельність висоти для одновікових деревостанів є незначною. Другий ярус складається в основному із підгінних деревних видів – граба звичайного та берези повислої.

Загалом для соснових деревостанів Малого Полісся відслідковується у більшості випадків рівномірний тип розміщення дерев, а видове різноманіття залежить у першу чергу від складу створених лісових культур у минулому і може набувати як високого, так і низького значення. При участі сосни звичайної у складі деревостану до 7 одиниць – це зазвичай середня видова різноманітність. Часто у даному типі лісу зустрічаються похідні сосняки, де видове різноманіття є низьким.

За даними проведених досліджень встановлено, що в умовах Малого Полісся соснові деревостани є переважно штучного походження, де добре проявляється рівномірний тип розміщення дерев на площі, вертикальні ніші майже не заповнені, а видове різноманіття у більшості випадків є

середнім.

This research was supported by the National Research Foundation of Ukraine, project No. 2021.01/0184 / Робота підтримана грантом НФДУ, проєкт № 2021.01/0184

Література

1. Brang P., Spathelf P., Larsen J.B. et al. (2014). Suitability of close-to-nature silviculture for adapting temperate European forests to climate change. *Forestry*, 87: 492–503.
2. Hui G. Reproduktion der Baumverteilung im Bestand unter Verwendung des Struktur-parameters Winkelmass. /G. Hui, M. Albert, B. Chen // *Allg. Forst- u. Jagdztg.* – 2003. – В. 174. – S. 5-6.
3. Андрієнко Т.Л. "Мале Полісся" – проєктований національний природний парк України (Хмельницька область). – Кам'янець-Подільський: ПП Мошинський, 2007. – 40 с.
4. Бойко С.Б. Горизонтальна структура природних соснових деревостанів різного віку / С.Б. Бойко, О.М. Тарнопільська // *Науковий вісник НЛТУ України.* – 2011. – № 21.4. – С. 33-36.
5. Гриник Г.Г. Дослідження впливу горизонтальної структури ялинових деревостанів на будову за відносними показниками морфологічних показників деревостанів ДП «Сколівське лісове господарство». *Науковий вісник НЛТУ України.* – 2006. – № 16.6. – С. 52-56.
6. Лісівнича наука: витоки, сучасність, перспективи (матеріали наукової конференції, присвяченої 80-річчю від дня заснування УкрНДІЛГА (12-14 жовтня 2010 р., м. Харків). – Харків: УкрНДІЛГА, 2010. – 239 с.

УДК 630.4

ПИЛЬЩИКИ НА БЕРЕЗІ

Кошеляєва Я.В., канд. с.-г. наук

Іванов С.О., аспірант

Державний біотехнологічний університет, Україна

Береза повисла (*Betula pendula* Roth) є невід'ємною складовою лісових насаджень. У багатьох регіонах останнім часом погіршився санітарний стан дерев цього виду, що пов'язано переважно зі зміною клімату та антропогенними чинниками [1, 2]. Ослаблені дерева стають сприйнятливим для комах-фітофагів і збудників хвороб. Листям берез живляться комахи різних рядів, зокрема імаго Твердокрилих (Coleoptera) під час додаткового живлення, а також гусениці Лускокрилих (Lepidoptera) та личинки Перетинчастокрилих (Hymenoptera), зокрема пильщиків [3–5].

Більшість пильщиків є поліфагами, але деякі живляться лише листям берези, спроможні формувати осередки масового розмноження, спричиняти сильне пошкодження листя. Це додатково ослаблює дерева, які потім заселяють стовбурові шкідники. У Лівобережному Лісостепу березові пильщики ще мало вивчені, що й обумовлює актуальність наших досліджень.

Дослідження проведені у 2015–2025 рр. під час вивчення чинників ослаблення березових насаджень (стовбурових комах, бактеріальної водянки тощо) переважно в Харківській області, частково у Сумській і Полтавській областях.

Усі личинки пильщиків мають гризучий ротовий апарат, але деякі з них живляться відкрито, а інші (так звані мінери) мають потаємний спосіб життя.

Березовий мінер *Scolioneura betuleti* (Klug, 1816) відкладає яйця під кутикулу листка знизу біля краю. Личинки прогризають великі й широкі міни біля краю листків. Після закінчення розвитку личинки спускаються у ґрунт, де зимують у земляних коконах. Лялькуються на початку травня наступного року. Є свідчення про можливість розвитку двох поколінь, причому личинки першого живяться у травні-червні, а другого – у серпні-вересні.

Березовий малий мінер *Fenusa pumila* Leach, 1817 прогризає міни між двома бічними жилками. На листку може бути декілька мін різного розміру. Життєвий цикл подібний до вище описаного виду. Також зимує в земляному кокони і може мати покоління на рік. Обидва мінери надають перевагу різним видам роду *Betula*, але трапляються також на вільсі (*Alnus*). В Європі цей мінер не завдає помітної шкоди, але після проникнення в США виявився там важливим шкідником лісу.

Решта пильщиків, які трапляються в березових насадженнях Лівобережного Лісостепу, мають відкритий спосіб життя.

Березовий північний пильщик, або березовий крезус звичайний *Craesus septentrionalis* (Linnaeus, 1758) поширений у різних природних зонах від Полісся до Степу [5]. Має два покоління на рік. Самка відкладає яйця рядком на нижньому боці листків не тільки берези, але й вільхи, тополі, верби й інших видів дерев. Личинки з однієї кладки яєць живляться разом, спочатку прогризають дрібні отвори біля країв листка, а пізніше з'їдають листок суцільно, залишаючи черешок. Після завершення розвитку лялькуються в ґрунті в щільних коконах.

Великий березовий пильщик *Cimbex femoratus* (Linnaeus, 1758) має одне покоління на рік, зимує на стадії еонімфи в коконі під лісовою підстилкою та у верхньому шарі ґрунту. Деякі личинки залишаються в діапаузі. Імаго вилітають у травні та здійснюють додаткове живлення соком, що виходить із кільцеподібних надрізів на корі гілок. На цих ділянках утворюються характерні кільцеподібні валики. Запліднена самка відкладає яйця по одному в «кишеньки», які утворює яйцекладом в тканині листка. Личинки після вилуплення спочатку скелетують листки, а в останніх віках залишають лише грубі жилки. Личинки живляться з нижнього боку листків берези, а коли не живляться, згортаються кільцями. Після завершення розвитку опускаються в землю й коконуються під рослинними рештками або у верхньому шарі ґрунту.

Самки березового плямистого пильщика *Arge pullata* Zaddach, 1859 відкладають яйця поодиночці в крайові зубчики листків. У цьому листі утворюються припухлості. Личинок можливо розпізнати за характерним забарвленням – синіми плямами на жовтому тлі.

Література

1. Мешкова В. Л., Кошеляєва Я. В., Скрильник Ю. Є., Зінченко О. В. Симптоми та ознаки пошкодження й ураження дерев берези повислої в Дергачівському лісництві. Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія «Фітопатологія та ентомологія». 2018. № 1–2. С. 101–110. <https://knau.kharkov.ua/vfn201816.html>
2. Мешкова В.Л., Скрильник Ю.Є., Кошеляєва Я.В. Санітарний стан берези повислої у Лівобережному лісостепу України: монографія. Харків: Мачулін, 2023. 163 с. 5 с. іл. ISBN 978-617-8195-37-3
3. Фауна України. Т. 10. Ермоленко В.М. Рогохвости та пильщики. Випуск 2. Тентредоподібні пильщики. Київ. 1972. 202с.
4. Ellis WN 2001-2025. Plant parasites of Europe: leafminers, galls and fungi. <https://bladminers.nl> (Accessed: June 3, 2025)
5. UkrBIN. 2024. UkrBIN, Database on Biodiversity Information. Available from: <https://www.ukrbn.com> (Accessed: June 3, 2025).

УДК 711.4:502.131.1(477)

EXPLORING THE ROLE OF NEB IN UKRAINE'S GREEN RECOVERY

Kravets P.V., PhD Forestry,
Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after
G.M. Vysotsky, Ukraine
Khan Y.Y., PhD Forestry,
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine

The New European Bauhaus (NEB) is an innovative framework for implementing the European Green Deal by combining the aesthetic, environmental, and social dimensions of environmental transformation (European Commission, 2020). Since the start of the full-scale aggression against Ukraine, the initiative has evolved from general foundations to concrete mechanisms for supporting recovery.

The conceptual framework of NEB is based on three interrelated principles: Beautiful (aesthetic quality of space), Sustainable (environmental responsibility), and Together (social inclusiveness). These principles form a holistic approach to creating a living environment that goes beyond purely functional requirements. The Beautiful principle emphasizes the importance of design quality, cultural expression, and emotional connection to built environments. A comparison with the principles of the Forest Stewardship Council (FSC) reveals similarities in their comprehensive approach: both systems integrate environmental, social, and economic aspects, complementing them with an aesthetic dimension in the case of NEB. This convergence creates synergies particularly relevant for sustainable reconstruction efforts.

The institutional structure of NEB in Ukraine is being developed through dedicated initiatives that bring together European and Ukrainian stakeholders. The program is structured around three pilot activities: housing urgency (addressing urgent housing needs through innovative temporary solutions), circular housing (introducing circular economy principles into construction practices), and capacity building (strengthening the institutional capacity of municipalities). Coordination mechanisms involve multiple levels of governance, from European institutions providing strategic guidance to local authorities implementing projects on the ground. Ukrainian partner organizations play a crucial role in ensuring local expertise and context-specific solutions, bridging international best practices with national realities.

Due to build back better approach largely integrates the principles of the NEB for all aspects of the recovery, reconstruction and modernisation of Ukraine (Ministry of Economy of Ukraine, 2024). This has an impact on transformation of the construction sector manifests in the transition to low-carbon technologies and circular models. Research on housing urgency has identified multiple categories of accommodation, from emergency shelters to

standard housing, creating a framework for systematic approaches. The use of timber as a primary construction material significantly reduces the energy intensity of construction compared to traditional materials. Modular constructions ensure speed of assembly and the possibility of relocation, addressing both immediate needs and long-term flexibility requirements.

Integration with European programs opens access to funding and expertise through various mechanisms. Climate neutrality missions support Ukrainian cities in achieving environmental goals through preparatory activities and knowledge transfer. Environmental programs focus on waste management and water infrastructure in reconstruction contexts. Academic alliances create platforms for knowledge exchange between European and Ukrainian institutions, fostering innovation in sustainable construction methods and materials.

The FSC has been an official partner of the NEB initiative, implementing joint projects that demonstrate the potential of sustainable timber in construction (Forest Stewardship Council, 2021). Educational and awareness-raising activities showcase how certified wood can significantly reduce building carbon emissions while maintaining aesthetic quality. In Ukraine, this partnership manifests through active promotion of sustainable construction principles, integrating forest certification standards with reconstruction efforts. The collaboration emphasizes that sustainable forest management and innovative architecture can work together to create beautiful, environmentally responsible living spaces.

The NEB provides a comprehensive framework for Ukraine's green recovery through the integration of aesthetic, environmental, and social parameters. A multi-level coordination system from European programs to local initiatives ensures the adaptation of international experience to the national context. The transformation of the construction sector through the introduction of low-carbon technologies and circular approaches creates the basis for sustainable development.

References

European Commission. (2020). About the initiative. New European Bauhaus. https://new-european-bauhaus.europa.eu/about/about-initiative_en
<https://www.ukrainefacility.me.gov.ua/en/>

Forest Stewardship Council. (2021). FSC-certified wood recognized as an essential part of beautiful and sustainable interiors. <https://fsc.org/en/newscentre/general-news/fsc-certified-wood-recognized-as-an-essential-part-of-beautiful-and>

Ministry of Economy of Ukraine. (2024). Ukraine Facility Plan. <https://www.ukrainefacility.me.gov.ua/en/>

УДК 630*431.1

ВПЛИВ ЗМІН КЛІМАТУ НА ДИНАМІКУ ВИНЕКНЕННЯ ТА ПОШИРЕННЯ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ В УМОВАХ ПОЛІСЬКОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВІДНИКА

Левченко В. Б., канд. с.-г. наук, доц.

Малинський фаховий коледж,

Національний університет «Чернігівський колегіум»

імені Т. Г. Шевченка, Україна

Романюк А. А., спеціаліст вищої категорії, викладач-методист,

Житомирський агротехнічний фаховий коледж, Україна

Лісові пожежі в умовах Поліського природного заповідника, а також зони Центрального Полісся України займають важливе місце в сукцесійних змінах, трансформаціях структури лісів [1]. Характеристики лісових пожеж та їх наслідки для лісових екосистем у різних регіонах України звичайно мають свої особливості, тому у кожному регіоні необхідні дослідження з оцінки пожеж щодо особливостей місцевих лісорослинних умов [2]. Проблеми природних лісових пожеж в Поліському природному заповіднику, їх вплив на біогеоценози стали як ніколи актуальними починаючи ще з 2020 року, а після повномасштабного вторгнення рф на територію України – набули особливо гострого та актуального характеру [3]. Застосування країною – агресором різних видів БпЛА, фугасних запалювальних боєприпасів призводить до виникнення осередків займання та поширення пожеж в природні лісові екосистеми Поліського природного заповідника.

Дослідження по вивченню пірогенезу в умовах Поліського природного заповідника базуються на зібраних матеріалах в умовах Перганського, Копищанського, Селезівського природоохоронних науково-дослідних відділеннях Поліського природного заповідника з використанням всесвітньостандартизованих методологій FIREMON (США). Під час проведення досліджень були використані такі методи, як аналіз літературних джерел, математичний та статистичні методи моделювання пірогенезу в умовах природно-заповідного фонду.

Прогнозовані глобальні зміни клімату, пов'язані з підвищенням концентрації в атмосфері парникових газів можуть призвести до зміни числа та площі лісових пожеж, а також ступеня їх впливу на лісові екосистеми Поліського природного заповідника. До тепер масштаби вплив пожеж на лісові екосистеми було вивчено недостатньо, а їх наслідки явно недооцінювались. Для визначення впливу погодних умов на виникнення та поширення лісових пожеж в умовах Перганського, Копищанського, Селезівського ПНДВ Поліського природного заповідника, ми зіставили кількість пожеж з температурним режимом та кількістю опадів за період з 2013 по 2024 рік, починаючи з квітня кожного року та закінчуючи жовтнем. За результатами досліджень, стан природної пожежної небезпеки

як в умовах Поліського природного заповідника, так і зони Центрального Полісся в цілому ми пропонуємо розраховувати за так званим Коефіцієнтом пожежної небезпеки ($K_{ПН}$) за запропонованою нами формулою:

$$K_{ПН} = T * K_{займ.} / O$$

де: $K_{ПН}$ – коефіцієнт пожежної небезпеки, T – середньодобова температура повітря, °C, $K_{займ.}$ – клас займання надземного покриття, O – кількість опадів, мм.

Тенденції виникнення пожеж в ПНДВ Поліського природного заповідника за роками (з 2013 по 2024 роки) відображено на рисунках 1, 2 за кількістю та площею пожеж.

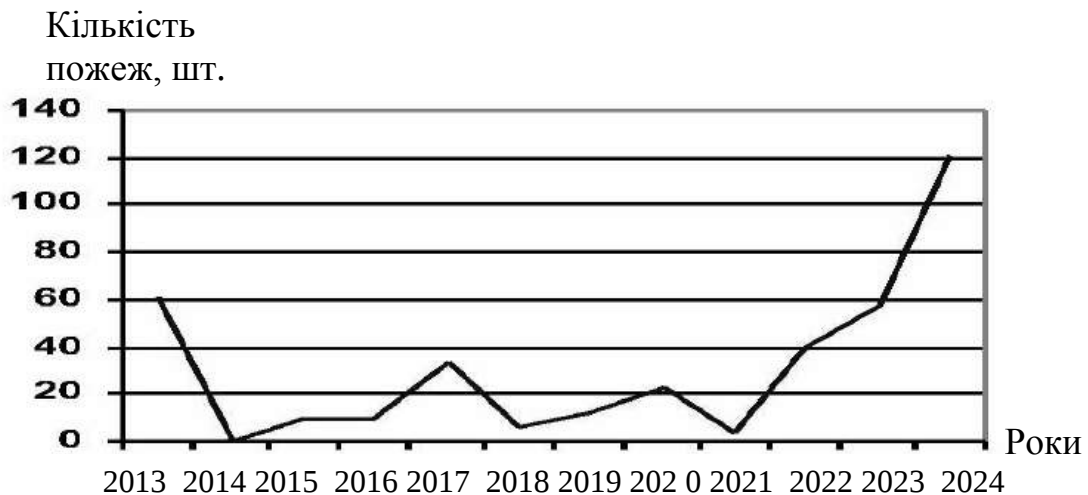


Рисунок 1 – Кількість пожеж в умовах ПНДВ Поліського природного заповідника



Рисунок 2 – Сумарний коефіцієнт пожежної небезпеки в умовах ПНДВ Поліського природного заповідника

З рисунків 1, 2 видно, що з 2013 по 2024 роки в умовах ПНДВ Поліського природного заповідника відбувається поступове збільшення як кількості пожеж, так і їх площ. Таке явище можна пояснити поступовим збільшенням річної температури, тобто потеплінням клімату, внаслідок чого підвищення сумарного значення коефіцієнта займистості. Слід зазначити, що на збільшення кількості лісових пожеж в умовах ПНДВ Поліського природного заповідника після повномасштабного вторгнення

рф на територію України впливають й влучання БпЛА типу Шахед – 131/136 після роботи ППО, а також різного роду фугасні боєприпаси.

На об'єктах проведення досліджень, де фіксувались падіння уламків БпЛА типу Шахед – 131/136 після роботи засобів ППО ЗСУ, ми визначили індекс горимості I_r (км/100 тис. га), що становить собою середній сумарний периметр пожежі від падіння БпЛА, або спрацьовування боєприпасу. Він прямо пропорційний числу пожеж та їх площі і відображає витрати сил та засобів на гасіння пожеж.

$$I_r = K \sqrt{n} * S$$

де: n – відносне число пожеж від застосувань БпЛА, боєприпасів, шт.;

S – відносна площа пожеж від влучань БпЛА, боєприпасів, га.;

K – коефіцієнт пожежної небезпеки ($K=0,5$).

Ми встановили, що максимальні індекси горимості припадають на 2020, та 2022-2024 роки, причому у 2023 році через частіші випадки падіння уламків БпЛА Шахед – 131/136 після їх збивання силами ППО відбувається збільшення цього індексу в 2 рази.

Результатами наших досліджень встановлено, що наведені по ПНДВ Поліського природного заповідника дані свідчать про тісну залежність погодних умов та природних пожеж. Визначено, що у спекотні та посушливі роки ймовірність природних пожеж в умовах Поліського природного заповідника сильно зростає. Доведено, що в Поліському природному заповіднику після повномасштабного вторгнення рф на територію України внаслідок застосування ворогом БпЛА Шахед – 131/136 та боєприпасів різного виду, відбувається збільшення кількості пожеж. Це також пов'язано з підвищенням сумарного значення коефіцієнта пожежної небезпеки.

Література

1. Ворон В. П. Мельник Є. Є., Сидоренко С. Г. Тенденції виникнення пожеж в лісах зеленої зони м. Харкова. Проблемы пожарной безопасности. 2012. Вып. 32. С. 37–42.

2. Levchenko V.B., Shulga I.V., Zalevsky R.A., Bezverkha L.M. Influence of climatic conditions on the state of fire hazard in forest edatopas of Zhytomyr Oblast Department of Forestry and Hunting and forecast of changes in climatic conditions for the period up to 2050. Innovative Solutions In Modern Science № 8(27), 2018. doi 10.26886/2414-634X.8(27)2018.3 S. 26 – 53.

3. Сидоренко С.Г., Ворон В.П., Мельник Є.Є., Сидоренко А.Г. Особливості формування стиглих деревостанів після низових пожеж. Лісівництво і агролісомеліорація. Харків: УкрНДІЛГА. 2015. Вип. 127. С. 169–176.

УДК 581.1 : 004.9

**ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
ПРИ ВИКЛАДАННІ ФІЗІОЛОГІЇ РОСЛИН ДЛЯ СПЕЦІАЛЬНОСТІ
«ЛІСОВЕ ГОСПОДАРСТВО»**

Лугова Г.А., канд. біол. наук, доцент

Тарабан Д.А., аспірант, асистент

Карпець Ю.В., д-р біол. наук, професор

Державний біотехнологічний університет, Україна

Сучасна екологічно орієнтована освіта з використанням інформаційних технологій для забезпечення сталого розвитку аграрного та лісового господарства передбачає включення в навчальний процес сучасних інструментів для вирішення критично важливих питань сьогодення. У нинішньому освітньому просторі України використання інформаційно-комунікаційних технологій є одним із найефективніших інструментів підвищення якості освітнього процесу. Для застосування інформаційних технологій в навчанні і на практиці необхідні спеціалізовані програмні інструменти. Ці інструменти включають в себе одну або кілька пов'язаних програм для певного типу пристрою, технологія яких дозволяє користувачеві досягти бажаного результату (текстові процесори, електронні таблиці, системи управління базами даних, електронні записники, електронні календарі, інформаційні системи, функціональні інформаційні системи, експертні системи і т.д.) (Волосюк та ін., 2017).

Особливо ефективним методом підвищення освітнього процесу стосується викладання природничих дисциплін, зокрема фізіології рослин, яка потребує візуалізації складних біологічних процесів. Відсутність прямого спілкування зі студентами в умовах лабораторій та необхідність наочної деталізації при вивченні фізіологічних процесів у рослин ускладнює розуміння і засвоєння дисципліни. Але на допомогу стають різні види інформаційних технологій, які вносять вагомий внесок для полегшення засвоєння матеріалу.

У зв'язку зі стрімким розвитком інформаційних технологій та появою нових форм освіти, відкриваються й нові можливості для студентів і викладачів. Сучасні інформаційні технології в сільському та лісовому господарстві охоплюють широкий спектр рішень, кожне з яких спрямоване на підвищення ефективності, стійкості та продуктивності рослин, що має вирішальне значення для глобальної продовольчої та екологічної безпеки (Кошелева та ін., 2022; Карпець, Тарабан, 2024).

Далі наведено перелік та проаналізовано основні інформаційні інструменти, які можуть бути використані у викладанні фізіології рослин.

1. Мультимедійні засоби (PowerPoint, Prezi, Canva) дають можливість використання слайдів із графіками, зображеннями та анімацією головних процесів, які вивчає фізіологія рослин: фотосинтезу, транспірації, мінерального живлення тощо.

2. Відеоматеріали та інтерактивна анімація надають візуалізацію функціонування продохів, транспорту речовин ксилемою і флоемою, явища фототропізму тощо.

3. Віртуальні лабораторії (PhET, Labster) – це інтерактивні цифрові платформи, які дозволяють проводити експерименти та дослідження онлайн, імітуючи реальні лабораторні умови. Вони дають доступ до обладнання, хімічних реактивів та процесів, які важко або неможливо відтворити в звичайній аудиторії, тим самим дозволяють розширити можливості лабораторного навчання. Проведення експериментів у симульованому середовищі є особливо актуальним в умовах дистанційного навчання (Симуляції, 2025).

4. Онлайн-ресурси (Google Classroom, Moodle, Zoom) сприяють організації самостійної роботи, тестування, зворотного зв'язку, форумів для обговорення освітньо-наукових тем.

5. Інтерактивні платформи (Kahoot, Quizizz, LearningApps) мають можливість використання ігрових форм тестування, підвищення мотивації до вивчення теоретичного матеріалу. Сервіс Kahoot є зручним для проведення інтерактивних опитувань здобувачів освіти в умовах дистанційного навчання (Білик, Аль-Нашар, 2023). Серед сервісів, що дають змогу проводити опитування, здійснювати перевірку рівня знань з використанням мобільних пристроїв, а також автоматизують процес оцінювання, є сервіси Kahoot та Quizizz (Слободянюк, 2018; Заболотний та ін, 2019).

6. Доповнена та віртуальна реальність (AR/VR) надає можливість «зануритися» в структуру клітини, будову окремих органів деревних рослин, вивчити локалізацію процесів в рослинних тканинах. VR-навчання може проводитись за допомогою різних пристроїв, включаючи VR-гарнітури, мобільні гарнітури VR, планшети та смартфони, VR-проектори. Доповнена реальність, на відміну віртуальної реальності, не замінює реальний світ, а доповнює його цифровими образами як розважального, так й інформаційного характеру. Інтеграція віртуальних об'єктів у матеріальний світ здійснюється шляхом накладання на зображення, що знімається за допомогою камери, дво- і тривимірних об'єктів, орієнтуючись на спеціальні маркери (Литвинова та ін., 2023).

7. Наукові бази даних і цифрові гербарії надають доступ до актуальної наукової інформації, рідкісних візуальних матеріалів і мікрофотографій.

8. Онлайн та офлайн інструменти для статистичної обробки біологічних даних розширюють наочність та пришвидшують отримання візуалізації біологічних результатів (Taraban et al., 2025).

Таким чином, застосування сучасних інформаційно-комунікаційних технологій у викладанні фізіології рослин дозволяє не лише підвищити зацікавленість студентів у предметі, а й сформувати в них системне бачення біологічних процесів лісових екосистем, розвивати цифрову та наукову грамотність. Введення новітніх цифрових інструментів в освітній процес є запорукою успішної підготовки конкурентоспроможних фахівців у галузі агро-біологічних наук.

Література

Білик В., Аль-Нашар А. (2023) Сервіс Kahoot для проведення інтерактивних опитувань здобувачів освіти // *International Science Journal of Education & Linguistics*. V. 2, N. 1. P. 77-85.

Волосюк Ю.В., Кузьома В.В., Коваленко О.А. та ін. (2017) Інформаційні технології. Навчальний посібник / ред. А.В. Нелєпова. К. : Кафедра. 200 с.

Заболотний В.Ф., Мисліцька Н.А., Слободянюк І.Ю. (2019) Хмаро орієнтовані технології навчання. Вінниця : ТОВ «Нілан-ЛТД». 150 с.

Карпець Ю.В., Тарабан Д.А. (2024). Стан, проблеми та перспективи використання сучасних методів підвищення стійкості і продуктивності деревних рослин в Україні // *Всеукраїнська науково-практична конференція «Лісівництво, переробляння деревини та землевпорядкування: здобутки, стан і перспективи»*: матеріали конференції. Харків, 29–30 жовтня 2024. С. 32-34.

Кошелева О., Кравчук О., Цисельська О. (2022). Формування моделі надання освітніх послуг ЗВО в умовах воєнного стану // *Бібліотекознавство. Документознавство. Інформологія*. №2, С. 114-122.

Литвинова С.Г., Сороко Н.В., Богачков Ю.М. та ін. (2023). Використання засобів доповненої та віртуальної реальностей в навчальному середовищі закладів загальної середньої освіти : методичні рекомендації / ред. С.Г. Литвинова. К.: ІЦО НАПН України. 74 с.

Симуляції (станом на 18.05.2025). Інформаційні ресурси: <https://phet.colorado.edu/uk/simulations/filter?subjects=biology&type=html>

Слободянюк І.Ю. (2018) Інтернет-сервіс Kahoot як сучасний засіб моніторингу навчальної діяльності на уроках фізики. Чернігівські методичні читання з фізики та астрономії.: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф., 26-28 червня. Чернігів. С. 68-70.

Taraban D.A., Karpets Yu.V., Yastreb T.O., Lugova A.A., Pysarenko V.M., Kolupaev Yu.E. (2025). Effect of melatonin priming on seed germination, carbohydrate metabolism, and antioxidant system in *Triticum aestivum* (Poaceae) under drought and salt stress. *Ukrainian Botanical Journal*, 82(2): 128–143. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj82.02.128>

УДК 574.5:551.583(477.87)

ВПЛИВ ЗМІНИ КЛІМАТИЧНИХ УМОВ НА БІОРІЗНОМАНІТТЯ В УМОВАХ КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ

Лях І.В., начальник наукового відділу
Національний природний парк «Сколівські Бескиди», Україна

Територія Карпатського регіону вирізняється досить широким видовим та екосистемним різноманіттям, для якого на сьогоднішній день кліматичні зміни являються однією із найбільших глобальних загроз. Потепління, зменшення кількості опадів, часті екстремальні погодні явища – все це впливає на кожен елемент гірської природи – від мохів до величних букових лісів.

Все більш частіше ми можемо спостерігати підвищення середньорічної температури, зміну режиму опадів, зростання частоти злив і посух. зокрема швидше танення снігового покриву і, тим самим, збільшення тривалості вегетаційного періоду і ще більше підсушування ґрунту. Проаналізувавши метеодані попередніх десятиліть, можна ствердно сказати, що середні температури літніх місяців (червень-серпень) порівняно з нормою зросли на 1,4-2,0° (1991-2020) і аж на 2,3-3,1° (2011-2020), хоча в зимовому періоді (грудень-березень) – лише на 0,2-0,6° та 0,5-1,5° відповідно.

Одним із найбільш очевидних наслідків є те, що види, які пристосовані до холоднішого клімату, на даний час змушені мігрувати ще вище по гірських хребтах, або вибирати інші місця, адаптуючись під температурні зміни. Це все може призвести до зміни конкуренції між видами і втрати біорізноманіття в окремих оселищах. Найвразливішими є види, приурочені до типів оселищ, що виявляють тенденцію до скорочення, а саме: післясніжникові улоговини, високогірні дрібнокам'янисті осипища, оголені скелі й гігрофітні ділянки (болотні, приджерельні, приструмкові). Оскільки Українські Карпати – це середньовисокі гори, площа оселищ, придатних для холодолюбних видів тут дуже обмежена і саме вони зазнають скорочення і зникнення

Кліматичні зміни також порушують цикли життя багатьох видів. Рослини починають цвісти раніше, ніж з'являються запилювачі (джмелі чи бджоли), порушуються ланцюги живлення, а тварини втрачають звичні джерела корму. Це призводить до зниження чисельності популяцій, а іноді й до локального зникнення видів тварин.

Також відбувається опосередкована зміна біотичних чинників: на вищі гіпсометричні рівні піднімаються угруповання дерев, чагарників і монтанних видів трав, рослинні пояси зміщуються у висхідному висотному напрямку; деревно-чагарникова рослинність витісняє лучну; посилюється конкуренція за поживні ресурси і за світло з боку конкурентних видів трав.

Окремої уваги заслуговують водні ресурси. Карпати – це джерело численних річок і струмків, які живлять не лише природу, а й громади. Проте через зменшення кількості снігу взимку та високу температуру влітку, малі водотоки міліють або повністю пересихають. Це загрожує цілісності водних екосистем, де мешкають рідкісні земноводні, безхребетні та риби.

Не менш небезпечними є наслідки поширення шкідників і інвазивних видів. У нових кліматичних умовах активізуються лісові шкідники, зокрема короїд, що знищує ялинові ліси. А нехарактерні для Карпат рослини, такі як золотарник канадський чи борщівник Сосновського, витісняють місцеву флору, змінюючи вигляд і функціонування екосистем.

Втім, зміна клімату — це не лише екологічна, а й соціальна проблема. Вона зачіпає традиційне господарювання, загрожує туризму (витоптування ґрунтового покриву, ерозія ґрунту), змінює спосіб життя місцевих громад. Люди втрачають звичні природні ресурси, а з ними — і частину своєї ідентичності.

Перелічені вище зміни біогеоценотичного покриву роблять гірські регіони ще більш вразливими до явища глобального потепління, зокрема почастішання катастрофічних погодних явищ і активізації комах-фітофагів, тому потребують всебічного вивчення та розроблення стратегії адаптації території до сучасних викликів в умовах кліматичних змін.

Висновки

Зміна клімату — один із головних викликів для біорізноманіття Карпат. Реакція природних систем може бути непередбачуваною, але вже зараз очевидно, що без активних заходів зі збереження природного середовища численні види можуть опинитися під загрозою зникнення. Лише спільні зусилля вчених, природоохоронців, місцевих жителів і влади здатні забезпечити сталий розвиток Карпатського регіону в умовах змін клімату

Література

1. Канарський Ю.В. Характер і особливості кліматичних змін у Західному Поліссі, Західному Волино-Поділлі та Карпатському регіоні / Збереження біорізноманіття у гірських і рівнинних регіонах України в умовах кліматичних змін. За ред. В.Кияк, І.Данилик, І.Шпаківська, О.Кагало, О.Лобачевська. – Львів: Простір-М, 2022. – С. 7-18.
2. Літописи природи Національного природного парку «Сколівські Бескиди» за 1999-2024 р.р. Т. 1-24
3. Леневиц Оксана, Канарський Юрій. Кліматичні показники та зміни у Сколівських Бескидах. С.149-154. https://skolebeskydy-park.in.ua/wp-content/uploads/2024/08/Materialy-konferentsii-NPP-Skolivski-Beskydy_2-1.pdf

UDC 630:37.014.5:502.1

GREEN SKILLS FOR THE GREEN TRANSITION IN THE FORESTRY SECTOR: PATHWAYS FOR FUTURE-ORIENTED EDUCATION

Mann C., Prof. Dr.,
Eberswalde University for Sustainable Development, Germany

Contemporary society confronts multiple challenges, with the forestry sector under particularly intense pressure. Climate change, biodiversity loss, prolonged droughts, storm damage, and increasingly frequent forest fires pose existential threats to forest ecosystems. At the same time, forestry has gained unprecedented strategic significance—as a cornerstone of global climate mitigation, biodiversity conservation, and the expanding bioeconomy.

This dual reality of crisis and opportunity necessitates a fundamental rethinking of forestry education and the competencies required of future professionals. The sector's evolving role in carbon sequestration, habitat preservation, and the sustainable supply of renewable resources combined with rapid technological advancements in wood construction and the digitalization of forest management places new and complex demands on professional competencies. In addition, the globalization of timber markets and the integration of forestry into broader sustainability and policy frameworks require practitioners with diverse, inter- and transdisciplinary, and future-oriented skill sets.

Education plays a central role in supporting the green transition by developing the human capacity required to manage complex socio-ecological systems. In the forestry sector, green competences are key to enabling a shift toward more sustainable, adaptive, and integrated forest management approaches that align with environmental, social, and economic priorities. Through well-designed educational frameworks, future professionals can acquire not only technical competencies but also the interdisciplinary perspectives and collaborative capacities needed to engage with diverse stakeholders and policy environments. As forestry becomes increasingly embedded in global sustainability agendas, the development of systems thinking and adaptive capabilities will be critical for effective leadership and long-term sectoral resilience. This aligns with broader international frameworks, such as UNESCO's education for sustainable development objectives, which emphasize the integration of ecological, social, and economic dimensions into learning processes (UNESCO, 2017).

Understanding the concept of a green transition requires conceptual clarity and alignment of terminology. Drawing from socio-technical systems research, a transition is defined as a process of change from one state, position, or condition to another—typically characterized by gradual and incremental adjustments within a subsystem. In the case of forestry, this refers to sectoral shifts in management, governance, and knowledge practices. Unlike transformation, which entails fundamental and often rapid changes across entire systems,

transitions are usually slower and more adaptive in nature (Geels & Schot, 2007; Loorbach et al., 2017).

The green transition in forestry refers to a strategic shift toward more integrated ecological, social, and economic sustainability. Traditionally, forestry has emphasized- and is largely depending on- economic functions, while social and ecological dimensions have often received comparatively less focus. Within the context of global sustainability frameworks—such as the UN Sustainable Development Goals and the EU Green Deal—forestry is increasingly recognized for its multifunctional roles: providing carbon storage, regulating biodiversity, and supporting rural livelihoods. And managing this transition effectively requires professionals who can interpret, mediate, and act across diverse social, technological, and institutional domains. In this context, green skills are essential.

Green skills in forestry encompass a broad set of competencies that enable professionals to promote sustainability across all dimensions of forest management. These skills are inherently interdisciplinary, combining ecological knowledge, technical expertise, and socio-political awareness. A strong foundation in ecosystem dynamics and adaptive management strategies is essential for understanding how forests function and respond to environmental stressors. At the same time, professionals must possess technical capabilities related to forest infrastructure, the use of equipment, and the integration of emerging technologies such as artificial intelligence. Equally important are social science competencies, which support the ability to engage with diverse stakeholder groups, mediate conflicting interests, and navigate complex governance settings. In parallel, digital competencies are becoming increasingly central, including skills in data collection, remote sensing, spatial analysis, and the application of digital tools for evidence-based forest planning and monitoring. Together, these capabilities form the basis of a modern skillset that is responsive to the demands of the green transition and aligned with the evolving role of forestry in sustainability governance.

At Eberswalde University for Sustainable Development (Germany), for example, the educational approach is structured around the following core areas of green skills development: sustainable forest management, climate adaptation and mitigation, digital and technological competencies, circular bioeconomy, environmental governance and policy, nature conservation, social innovation, and communication. These areas reflect the evolving demands placed on forestry professionals and are integrated into both theoretical instruction and applied learning formats.

One example of this approach is the focus on digital and technological skills. As forestry becomes increasingly data-driven, students must be able to engage with large, diverse datasets and apply them to forest planning and monitoring. Students are trained to work across multiple scales and data platforms, emphasizing the generation, analysis, and integration of information to support evidence-based decision-making.

Students develop practical experience in drone imagery analysis, learning how to capture and interpret aerial data for forest inventory and monitoring.

They also receive training in the use of LiDAR and portable laser scanning technologies to generate detailed three-dimensional point clouds and tree structure models. These exercises are complemented using open-source GIS tools to build spatial analysis capabilities. An innovative component of the teaching strategy is the marteloscope, a virtual forest simulation environment where students can explore the implications of different silvicultural decisions under varying ecological and economic constraints.

A major objective is also to foster systems thinking in data use. Students learn to combine drone-derived aerial data with ground-based laser scanning results, synthesizing these inputs into comprehensive forest stand assessments. This integration strengthens their understanding of how data sources can be aligned and interpreted for adaptive management purposes. One practical outcome is the ability to assess wood quality with high precision. Using advanced scanning tools, students produce discrete 3D models that inform stand-level decisions and are directly applied in digital marteloscopes, where they evaluate the consequences of alternative thinning approaches on habitat provision and structural complexity.

A second example focuses on environmental governance and policy. Forestry operates within an increasingly complex multi-policy environment where management decisions are influenced not only by forestry regulations but also by agricultural, rural development, and energy policy frameworks. Students are trained to navigate these horizontal policy settings and understand the vertical dimensions of forestry governance that stretch from local to national and EU levels.

To bring these dynamics to life, an intensive role-playing simulation is employed based on the Spreewald Biosphere Reserve. This protected area, located near Berlin, faces real-world water scarcity challenges exacerbated by climate change. In this four-hour simulation, students assume the roles of key stakeholder groups—including Biosphere reserve administrators, tourism operators, water and soil managers, farmers, municipal representatives, and environmental authorities. Prior to the simulation, students conduct research into the legal, ecological, and economic constraints affecting each group.

The exercise proceeds through structured negotiation rounds, including position statements, formal deliberations, informal lobbying periods, and a final vote. These stages simulate authentic decision-making conditions and expose students to the procedural and relational aspects of environmental governance. Outcomes are typically policy mixes and combined strategies, requiring trade-offs and negotiated cost-sharing arrangements among stakeholders. More importantly, the simulation allows students to experience firsthand the tensions and asymmetries of multi-actor policy environments, while developing the practical skills necessary to facilitate compromise, mediate conflict, and understand power dynamics in collaborative forest management processes.

Building on the above outlined examples, it is evident that contemporary forestry education must evolve beyond traditional disciplinary boundaries to address the competencies required for the green transition. While maintaining a strong foundation in core subject knowledge, there is a need to expand curricula

through interdisciplinary modules that equip students with integrated perspectives on ecological, technological, and social dimensions of forest management. Recent research has emphasized the importance of aligning university curricula with evolving industry demands for green skills, particularly through applied and problem-based learning formats (da Costa et al., 2025).

A key component of this approach involves transdisciplinary teaching formats. These include the use of Living Labs and transfer projects, which provide structured environments for collaboration between students and external stakeholders. Such formats enable the practical application of academic knowledge to real-world problems, encouraging context-specific learning and reflexivity. Innovative pedagogical formats, including strategy-based role-play games, have shown promise in developing critical thinking and stakeholder negotiation skills among forestry students (Waeber et al., 2023). Additionally, dedicated courses on innovation, transformation, and project management introduce students to processes of systemic change and their operational implications. Required communication skills are addressed explicitly through training in science communication, with a focus on improving students' ability to convey complex forestry-related information to non-specialist audiences, including policymakers and civil society actors. This aligns with the increasing importance of public engagement and transparency in forest governance.

Furthermore, international collaboration forms an integral part of the educational strategy. Programmes supported by Erasmus+, DAAD, and other frameworks offer opportunities for exposure to diverse forestry systems, policy environments, and management practices. These exchanges contribute to the development of cross-cultural competencies and a more comprehensive understanding of how local forestry challenges connect to global sustainability goals.

Overall, the objective is to prepare forestry professionals who can operate effectively across knowledge domains and institutional contexts. The emphasis is placed on developing competencies in systems thinking, stakeholder coordination, and adaptive decision-making through applied learning settings such as fieldwork, stakeholder interaction, and digital simulations. Rather than reducing the complexity of forest governance systems, the educational model equips students to analyse and engage with that complexity in a structured and methodologically sound manner.

In conclusion, the outlined pathways represent essential steps toward comprehensive reform in forestry education. Realizing meaningful impact will require ongoing innovation, strengthened international collaboration, and sustained commitment to developing professionals capable of addressing the complex challenges of sustainability in forest management.

References

1. Geels, F. W., & Schot, J. (2007). Typology of sociotechnical transition pathways. *Research Policy*, 36(3), 399–417. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.01.003>

2. Loorbach, D., Frantzeskaki, N., & Avelino, F. (2017). Sustainability transitions research: Transforming science and practice for societal change. *Annual Review of Environment and Resources*, 42, 599–626. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-102014-021340>
3. UNESCO. (2017). Education for Sustainable Development Goals: Learning objectives. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247444>
4. da Costa, T., Aranda Lopez, L. I., Perussello, C., Quinn, F., Crowley, Q. G., McMahon, H., & Holden, N. M. (2025). Addressing the demand for green skills: Bridging the gap between university outcomes and industry requirements. *Sustainability*, 17(6), 2732. <https://doi.org/10.3390/su17062732>
5. Waeber, P. O., Melnykovich, M., Riegel, E., Chongong, L. V., Lloren, R., Raher, J., Reibert, T., Zaheen, M., Soshenskyi, O., & Garcia, C. A. (2023). Fostering innovation, transition, and the reconstruction of forestry: Critical thinking and transdisciplinarity in forest education with strategy games. *Forests*, 14(8), Article 1646. <https://doi.org/10.3390/f14081646>

УДК 632.7

СИСНІ ШКІДНИКИ ПАРКОВИХ ТА ВУЛИЧНИХ НАСАДЖЕНЬ МІСТА ХАРКОВА ТА ОБЛАСТІ

Меленті В.О., доктор філософії

Леженіна І.П., канд. с.-г. наук, доц.

Станкевич С.В., канд. с.-г. наук, доц.

Забродіна І.В., канд. с.-г. наук, доц.

Державний біотехнологічний університет, Україна

Міські зелені насадження виконують ключову роль у забезпеченні екологічної стабільності урбанізованих територій. Серед них особливо важливими є хвойні рослини, які, завдяки своїм біологічним особливостям, відіграють провідну роль у фільтрації повітря, регуляції мікроклімату та фітонцидній дії. Харків як одне з найбільших міст України має значний потенціал у сфері озеленення, зокрема хвойними породами.

Ялина (*Picea*) є важливою лісоутворювальною породою в Україні, особливо в західних регіонах, а також у міському озелененні. У зв'язку з кліматичними змінами та урбанізацією, значно зросла вразливість ялини до різних шкідників, серед яких особливу загрозу становлять сисні комахи – фітофаги, що живляться соками рослини, порушуючи її фізіологічні процеси.

Одним із факторів, що знижують життєдіяльність хвойних, є пошкодження дерев шкідниками. Видова різноманітність шкідників ялин значно зменшується під дією факторів міського середовища (особливості міського клімату, різноманітна кількість полутантів навколишнього середовища, надмірне ущільнення та забруднення верхніх шарів ґрунту, відсутність лісової підстилки в результаті прибирання опалого листя тощо). У літературі описується переважання на ялинах комах, які ведуть прихований і напівприхований спосіб життя. За частотою зустрічання і щорічного поширення шкідники ялин сильно варіюють, але є ряд видів комах, які заподіюють шкоду ялинам щорічно і їх чисельність з року в рік тільки зростає.

Мета дослідження – визначення основних видів сисних шкідників у регіоні дослідження.

Дослідження проводилися у період з 2017 – 2024 рр. в Ботанічному саду ХНУ ім. В. Н. Каразіна, Центральному парку культури і відпочинку ім. Горького, Дендрологічному парку, Дендрологічному парку імені Б. Ф. Остапенка Державного біотехнологічного університету, парку “Фельдман-Екопарк”, міський сад ім. Т. Г. Шевченка, парк ХТЗ, розсадники декоративних рослин та вуличні насадження міста Харків.

Методи дослідження: Дослідження включали регулярний моніторинг чисельності шкідників, вивчення їх впливу на розвиток рослин.

За літературними даними на ялинах відомо декілька десятків видів сисних шкідників, це переважно представники ряду рівнокрилі –

Homoptera, в тому числі кокциди (щитівки, несправжні щитівки, борошнисті червці), попелиці, хермеси та класу павукоподібні – *Arachnida* – павутинні кліщі. Вони висмоктують соки з хвої, пагонів, гілок, стовбурів і навіть коріння. Мають невеликі розміри і малопомітні. Їх можна виявити за липкими виділеннями, які вкривають поверхню хвої та гілок, або за наявності галів. Ці шкідники при масовому розмноженні сильно послаблюють молоді дерева.

Обстеження ялин показало, що дерева у значній мірі заселені фітофагами, проте в умовах Харкова та області видовий склад та міра заселеності суттєво відрізняється. Серед сисних шкідників переважають ялинові несправжні щитівки.

У межах міста у вуличних насадженнях ялини переважає мала ялинова несправжня щитівка. У паркових насадженнях міста (міський сад ім. Т. Г. Шевченка, парк ХТЗ, центральний парк культури та відпочинку ім. Горького) трапляється і велика, і мала ялинові несправжні щитівки.

У Харківській області в насадженнях переважає велика ялинова несправжня щитівка, трапляються і ялини, які були заселені і великою, і малою ялиновими несправжніми щитівками одночасно.

Несподівана ялинова несправжня щитівка у насадженнях ялини трапляється рідше за інші види. Розглянемо більш детально біотопічний розподіл щитівок в межах міста та області.

У вуличних і паркових насадженнях міста Харків ялини у більшій мірі ялини заселяє мала ялинова несправжня щитівка 95 % та 98 %

У той же час в паркових насадженнях міста міра заселеності щитівками інша. Ялини у Ботанічному саду ХНУ ім. В. Н. Каразіна у значній мірі заселені великою ялиною несправжньою щитівкою (таблиця 2). Ялина канадська форма Коніка була заселена двома видами великою і малою ялиновими несправжніми щитівками.

У Харківській області у дендрологічному парку імені Б. Ф. Остапенка Державного біотехнологічного університету ялини заселяють: велика ялинова несправжня щитівка – *Physokermes piceae* Schrank, 1801, мала ялинова несправжня щитівка – *Physokermes hemicryphus* Dalman, 1826 та несподівана ялинова несправжня щитівка *Physkermes inopinatus* Danzig & Kozar, 1973. Як видно з таблиці в значній мірі ялину європейську та колючу заселяє велика ялинова несправжня щитівка, мала ялинова та несподівана щитівки трапляються рідше. До того ж мала ялинова несправжня щитівка траплялась на ялині європейській разом з великою ялиною несправжньою щитівкою.

У парку “Фельдман-Екопарк” ялини заселяють: велика ялинова несправжня щитівка – *Physokermes piceae* Schrank, 1801, мала ялинова несправжня щитівка – *Physokermes hemicryphus* Dalman, 1826 та несподівана ялинова несправжня щитівка *Physkermes inopinatus* Danzig & Kozar, 1973. Як видно з таблиці, у значній мірі ялину європейську та колючу заселяє велика ялинова несправжня щитівка (85 % та 45 %) та несподівана ялинова несправжня щитівка (55 %), у меншій мірі ялини заселяє мала ялинова несправжня щитівка.

Отже, в межах міста у вуличних насадженнях домінує мала ялинова несправжня щитівка, в паркових насадженнях міста домінує велика ялинова несправжня щитівка.

В межах області в паркових насадженнях домінують велика ялинова та несподівана ялинова несправжні щитівки.

Несподівана ялинова несправжня щитівка траплялась рідше за інші види. Ми виявили її в чотирьох місцях: Дендрологічний парк ДБТУ, парк “Фельдман-Екопарк”.

За нашими спостереженнями у Харкові та області є декоративні насадження ялин, які вільні від ялинових несправжніх щитівок. У місті Харків ми виявили три таких локації: Меморіальний комплекс, алея на вул. Сумській, угруповання ялин (30 екземплярів) в Салтівському житловому масиві. У місті Чугуїв – центральна алея, в місті Ізюм – Меморіальний комплекс.

У Харківській області не виявлено фітофагів у насадженнях с. Бабаї, с. Водяне.

Враховуючи, що розташування ялинових насаджень має острівний характер, відсутність ялинових несправжніх щитівок на ялинах обумовлена, перш за все, здоровим посадковим матеріалом, що це необхідно враховувати при висаджуванні ялин.

УДК 630.43:630.561.24

СУЧАСНЕ ПОСИЛЕННЯ ПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ В ЛІСАХ УКРАЇНИ НА ПОЧАТКУ ПОЖЕЖОНЕБЕЗПЕЧНОГО ПЕРІОДУ

Мельник Є.Є., канд. с.-г. наук, с.н.с.,
Український орден «Знак пошани» науково-дослідний інститут лісового
господарства та агролісомеліорації імені Г. М. Висоцького, Україна

Сидоренко С.Г., канд. с.-г. наук, с.н.с.,
Український орден «Знак пошани» науково-дослідний інститут лісового
господарства та агролісомеліорації імені Г. М. Висоцького, Україна

Бондар О.Б., канд. с.-г. наук, доц.,
Західноукраїнський національний університет, Україна

В умовах сучасних екологічних викликів пов'язаних з глобальним потеплінням та змінами клімату ліси України потребують посиленої уваги до контролю, попередження виникнення пожеж та оперативної їх ліквідації фактично вже на початку пожежонебезпечного періоду. Додатковим не менш важливим загрозовим фактором є військові дії Росії проти України (Бондар, 2025). Це призводить до величезного збільшення загрози виникнення вогню фактично на всій території лісів України.

Сценарії зміни клімату з підвищенням температури повітря передбачають подальше збільшення ризику посух та пожежної небезпеки в Україні навіть на початку пожежонебезпечного періоду (Іванюта, 2020). В останні роки і через малосніжні зими та в результаті частих відлиг накопичення значної маси снігу може не відбуватися, внаслідок чого ґрунт в достатній мірі не накопичує вологу. Все це впливає на підвищення рівня пожежної небезпеки фактично одразу на початку весни.

Як приклад весна 2025 року, коли за даними різних інформаційних джерел фактично вже в березні в багатьох регіонах України встановилась тепла і суха погода. В таких умовах в основному через людський фактор, тобто підпал трави, боліт, луків поряд з лісовими масивами призвели до значної кількості не лише невеликих, але навіть масштабних пожеж, які несли за собою ще більш негативні наслідки.

Також, на жаль, не менш вагомим залишається і військовий фактор, тобто виникнення займань у лісі в результаті як прямих влучань зброї агресора у зоні фактичних бойових дій, так і численних прильотів ракет і безпілотних літальних апаратів практично на всій території України, та навіть через падіння їх уламків після ураження системам протиповітряної оборони (Matsala et al., 2025).

На основі аналізу багаторічної динаміки лісових пожеж в Україні ще до початку активних бойових дій було встановлено (Ворон, 2021; Сидоренко, 2020), що для лісових територій найбільш характерними є два піки горимості – травень і серпень. Переважна більшість пожеж за рік припадала саме на ці місяці. Натомість в останні кілька років піки горимості досить яскраво проявляються вже в перші місяці весни, причому

не лише на сусідніх не лісових територіях, але й у самому лісі. Як приклад вже вище зазначений початок весняного періоду 2025 року. Саме у цей час за офіційними даними з багатьох інформаційних джерел зафіксовано значну кількість випадків пожеж в лісах України. Тобто в цей період за рахунок різкого потепління відмерлий тогорічний живий надґрунтовий покрив та лісова підстилка, швидко висохли та стали досить легкозаймистим горючим матеріалом. А досить часте не обережне поводження з вогнем у лісі та навіть навмисні випалювання трави, а також продовження активних бойових дій Росії проти України спричинили таку велику кількість займань та виникнення пожеж.

Отже, в результаті глобального потепління клімату зміни в кількості пожеж та горимості лісів все більше проявляються і на території України. Помітне підвищення цих показників на початку пожежонебезпечного періоду (в березні та квітні місяцях) можна пояснити аномально теплими зимами та високими ранньовесняними температурами.

Тому лісові території України потребують посиленого контролю та патрулювання фактично вже одразу після сходження снігового покриву на початку пожежонебезпечного періоду, особливо в сучасний період ведення активних бойових дій.

Література

Бондар О. Б., Мельник Є. Є., Погорєлова О. М., Бицюра Л. О., Головатюк Л. М. Аналіз результатів впливу військових дій на довкілля та інфраструктуру України. Науковий вісник НЛТУ України. Том 35 № 1. 2025. С. 60-67. DOI: <https://doi.org/10.36930/40350108>

Ворон В. П., Коваль І. М., Сидоренко С. Г., Мельник Є. Є., та інш. Пірогенна трансформація лісів України. Х: ТОВ Планет-Прінт, 2021. 286 с.

Іванюта С.П., Коломієць О. О., Малиновська О. А., Якушенко Л. М. Зміна клімату: наслідки та заходи адаптації: аналіт. доповідь.. К., : НІСД, 2020. 110 с.

Сидоренко С. Г., Сидоренко С. В. Аналіз горимості лісів України як передумова лісопожежного районування. Лісівництво і агролісомеліорація. Вип. 137, 2020. С. 91-101.

Matsala M., Odruzhenko A., Sydorenko S., Sydorenko Sv. War threatens 18 % of protective plantations in eastern agroforestry region of Ukraine. Available from: Forest Ecology and Management. 15 February 2025. Vol.578, 122361.

UDC 630.4

THE SHIFTING ROLE OF INDIVIDUAL BIOTIC FACTORS IN FOREST DECLINE IN THE FACE OF CLIMATE CHANGE

Meshkova V.L., Dr. Habil, Professor.
Ukrainian Research Institute of Forestry & Forest Melioration
named after G.M. Vysotsky, Ukraine

Many years ago, foliage-browsing insects with an open lifestyle were considered the main forest pests. Their populations increased every few years and caused tree defoliation and sometimes mortality. Weakened trees were susceptible to stem pests and pathogens, which accelerated the death of some trees. Chemical, bacterial, and viral preparations were used to control foliage-browsing insects. However, even with a treatment efficiency of 97%, only 3% of the most resistant individuals survived, which, in the presence of available food, had high fertility and restored their populations in 2–3 years. Periodically, one or another pest dominated, and the forest treatment had to be repeated almost annually, which harmed non-target species, including entomophages, detritivores, coprophages, etc. In the 1990s, aerial treatment of deciduous forests with insecticides virtually ceased, due to economic reasons and the possibility of trees restoring their foliage and health after defoliation. The forests withstood the refusal of treatments, and the areas of foci of classic foliage-browsing insects decreased. An increase for the 70 years the proportion of indifferent species (which don't undergo outbreaks), small species (with wingspan below 20 mm), and species with a hidden and semi-hidden lifestyle was confirmed [2]. Small size and such a lifestyle allow survival under high anthropogenic pressure. The species with multivoltine development, which rapidly increase in population number, or polyphages, which can feed on various host plants, if the foliage of the preferred plant has not yet flushed or has already been consumed by other insects, have gained advantages.

Climate change and increasing anthropogenic pressure were the main reasons for the shift in the role of biotic factors in forest decline. Climate change has manifested in warming, catastrophic natural events (fires, hurricanes, etc.), and precipitation decrease in some regions. An increase in air temperature directly affects the timing of the onset and end of seasons, soil thawing, the beginning of tree sap flow, the dates and rates of leaf development, insect hatching, and the beginning of feeding after hibernation. Tree buds start developing in the spring after the soil thaws and the roots absorb water. Egg hatching of phytophages may precede bud flushing of the host plant, coincide with it, or occur later, when the leaf has already developed. In each region and each stand, the populations of phytophages adapted to hatching almost simultaneously with the appearance of the foliage of the preferred food plant. If the caterpillars hatched much earlier than the buds opened, they starved. If the caterpillars hatched almost simultaneously with the opening of the buds, they could penetrate the bud and feed on the most useful food, rich in nitrogen, which

positively affects the fertility of the imago. If the caterpillars hatched much later than the buds opened, they consumed old leaves, which had less nitrogen and more protective substances (phenols, tannins), negatively affecting the survival and fertility of individuals.

In such a situation, polyphages have an advantage because they migrate to other tree species if the foliage of preferred tree species is absent. Thus, the winter moth has an advantage over the green oak leafroller. In years with the most favorable ratio of rates and dates of warming of air and soil, egg hatching and bud flushing for caterpillars, outbreaks of phytophages that overwinter at the egg stage, occur more often.

Climate warming has affected the depth of soil freezing, the rate and dates of its thawing in the tree root zone. Therefore, in particular, in the east of Ukraine, oak buds began to open earlier than the hatching of phytophagous caterpillars that overwinter in the crowns. This is one of the reasons for the decrease in the frequency, severity, and duration of outbreaks of foliage-browsing insects in recent decades.

Shift of the synchronicity of soil thawing and the emergence of parasitoids that overwinter in the forest litter can also affect their role in regulating the phytophage population. Assume that the parasitoid is adapted to infest the 3rd instar caterpillar. After the parasitoid emerges from the litter and carries out maturation feeding on flower nectar, its prey is already at an older instar. Then the parasitoid's larva will no longer have time to complete development in the host. However, an increase in air temperature promotes the acceleration of the development of plants, phytophages, and entomophages. Therefore, the consequences of the mismatch may depend on the regional climate and the microclimate of forest areas, which is determined by the type of forest site conditions, the species composition and structure of the forest, the proximity of the forest plots to clear-cuts, unclosed plantations, burnt areas, etc. [1]. Thus, if the percentage of oak has decreased from 80 to 40%, and its age has exceeded 80 years, the threat of phytophage outbreaks is reduced.

The lack of precipitation is accompanied by a decrease in the groundwater level, which was especially felt in Polissya, where the roots of trees were relatively shallow. Therefore, the bark beetle outbreaks of the last decade caused greater damage in Polissya than in the Steppe zone, where trees are adapted to a permanent moisture deficit. Low precipitation against the increasing temperatures increases evaporation, and trees shed some of their leaves. A smaller number of phytophagous caterpillars is sufficient to defoliate the trees with a smaller mass of leaves. At a low hydrothermal coefficient, leaf miners and sucking insects (bugs, aphids) gain an advantage, and the latter facilitate the transfer of pathogens from diseased to healthy trees.

The role of stem pests in weakening trees is increasing; they gnaw galleries under the bark, disrupt the flow of water and nutrients from the soil to the crown, cause additional damage during maturing feeding, and carry pathogens. Some species of stem pests deteriorate the quality of harvested wood and its products, which is bad for forestry. However, many of these species play a positive role in the forest ecosystem, participating in wood decomposition.

Forest decline is accompanied by selective and then clear sanitary felling. Natural regeneration does not always allow for forest restoration in areas after felling and fires. A high-quality seed harvest is necessary to have enough planting material for reforestation and afforestation. However, during the development of fruits, cones, and seeds, they are affected by adverse weather conditions, pests, and pathogens, including alien species.

In addition to native pests and pathogens, alien species are constantly penetrating the forests of Ukraine, many of which are already established. Many of them have not yet been sufficiently studied in the new environment. Among them, the most dangerous at the moment are the emerald ash borer, *Agrilus planipennis* Fairmaire, 1888 (Coleoptera: Buprestidae), the oak lace bug, *Corythucha arcuata* (Say, 1832) (Heteroptera: Tingidae), and the acorn moth *Blastobasis glandulella* (Riley, 1871) (Lepidoptera: Blastobasidae). Emerald ash borer was found in 2019 in the Luhansk region [3] and is now present in the urban stands, shelter belts, and forests of Kharkiv, Poltava, Sumy, and Kyiv regions, and damages *Fraxinus* sp. The oak lace bug was found in the Kherson region in 2017 [4] and has now spread northward. The acorn moth damages *Quercus*, *Juglans* and *Aesculus* fruits and is already found in over 10 regions of Ukraine [5].

References

1. Borysenko, O. I., Meshkova, V.L. (2021). Prediction of fires and insect pests foci spread in the pine stands using GIS. Kharkiv: Planeta-Print, 148 p.
2. Meshkova, V. (2021). Foliage-browsing Lepidoptera (Insecta) in deciduous forests of Ukraine for the last 70 years. *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 22, 173–179.
3. Meshkova, V., Borysenko, O., Kucheryavenko, T., Skrylnyk, Y., Davydenko, K., Holusa, J. (2023). Potential Westward Spread of Emerald Ash Borer, *Agrilus planipennis* Fairmaire, 1888 (Coleoptera: Buprestidae) from Eastern Ukraine. *Forests*, 14, 736.
4. Meshkova, V.L., Nazarenko, S. V., Glod, O. I. (2020). The first data on the study of *Corythucha arcuata* (Say, 1832) (Heteroptera: Tingidae) in Kherson region of Ukraine. *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 21, 30–38.
5. Sokolova, I., Us, V., Meshkova, V. (2025). *Blastobasis glandulella*: a poorly studied alien pest of *Quercus*, *Juglans* and *Aesculus* fruits. The 2nd International Electronic Conference on Entomology. Sciforum-113460. p.172.

УДК 630.9:339.138:338.48

МАРКЕТИНГОВЕ УПРАВЛІННЯ ЛІСОВИМ ГОСПОДАРСТВОМ: ЄВРОПЕЙСЬКИЙ ДОСВІД ТА УКРАЇНСЬКІ ПЕРСПЕКТИВИ В КОНТЕКСТІ ЗЕЛЕНОГО ТУРИЗМУ

Моран О.І., к.е.н., аспірант
Національний лісотехнічний університет України, Україна

Лісові ресурси є стратегічним природним капіталом кожної країни, який забезпечує екологічну рівновагу, економічний розвиток і соціальний добробут. Лісові ресурси мають величезний потенціал не лише в економічному, а й в екологічному та соціальному вимірах. Одним із ефективних напрямів розвитку лісового господарства є поєднання принципів сталого управління з можливостями зеленого туризму. В Європі вже сформовано потужні моделі маркетингового управління лісами, що орієнтуються як на збереження, так і на розвиток екотуристичної привабливості. Україна, маючи багаті лісові ресурси, поступово наближається до європейських практик.

У сучасних умовах глобалізації та зростання екологічної свідомості маркетинговий підхід до управління лісовим господарством стає ключовим інструментом для забезпечення сталого розвитку.

Особливе значення набуває інтеграція лісового господарства з зеленим туризмом, який поєднує рекреаційний потенціал лісів із заходами з їх збереження. У Європі цей напрямок вже давно є частиною національних стратегій, тоді як в Україні він лише формується.

Можна виділити наступні основні моделі маркетингового управління лісовим господарством:

- Публічно-приватне партнерство (PPP) - у Швеції, Австрії, Німеччині. Це дозволяє залучати інвестиції від приватного сектору та розвивати інфраструктуру без прямого навантаження на бюджет держави.

- Екорекреаційні парки - Фінляндія, Франція, Польща. Такі парки поєднують функції збереження лісів, освітньої діяльності та активного туризму.

- Інституційно орієнтоване управління з активною участю місцевих громад - Латвія, Словенія. Це сприяє не лише розвитку територій, але й формуванню екосвідомості серед місцевого населення.

Основними інструментами маркетингу тут використовуються:

- Екобрендинг лісів (наприклад, сертифікація FSC, PEFC).
- Екотуристичні маршрути з QR-навігацією, віртуальні тури.
- Проведення міжнародних форумів і фестивалів екотуризму.
- Підтримка блогерів, тревел-інфлюенсерів, співпраця з туристичними операторами.

Європейська практика показує важливість системного підходу, поєднання екологічної політики з активною маркетинговою стратегією.

Додатковим фактором успіху є інтеграція з цифровими технологіями та залучення молодшої аудиторії через онлайн-канали.

Таблиця 1

Приклади маркетингових стратегій у лісовому секторі ЄС

Країна	Підхід до маркетингу	Основні інструменти	Результати
Фінляндія	Екотуризм	Онлайн-маркетинг, мобільні додатки	+20% відвідуваності лісів
Німеччина	Еколого-освітні тури	Сертифікація, навчальні маршрути	Покращення іміджу галузі
Латвія	Громадська участь	Промо-кампанії, брендинг сіл поруч	Розвиток сільських громад

Європейська практика показує важливість системного підходу, поєднання екологічної політики з активною маркетинговою стратегією. Додатковим фактором успіху є інтеграція з цифровими технологіями та залучення молодшої аудиторії через онлайн-канали.

Приклади успішних практик:

1. Німеччина: Національний парк «Баварський ліс»:

- Маркетингова стратегія: акцент на екологічність та освітні програми.
- Доходи: понад 120 млн євро щорічно від туризму.
- Інструменти: мобільний додаток із аудіогідами та співпраця з місцевими виробниками (екологічні сувеніри).

2. Швеція: концепція «Ліс – це бізнес і відпочинок»:

- Державно - приватне партнерство у розвитку туристичної інфраструктури.
- Доходи: 850 млн євро на рік (з них 30% – від зеленого туризму).

Таблиця 2

Порівняльний аналіз маркетингових моделей у лісовому господарстві ЄС

Країна	Ключові інструменти	Дохід від туризму (млн євро/рік)
Німеччина	Брендинг, цифрові платформи	1 200
Швеція	ДПП, рекреаційні зони	850
Польща	Інтерактивні парки	500
Україна	Фрагментарні ініціативи	50

1. Стан лісового господарства та зеленого туризму в Україні:

- 15,9% території України займають ліси (переважно Полісся, Карпати).
- Понад 60% лісів — державної форми власності.
- Регіони з найвищим туристичним потенціалом: Карпати (1,2 млн га), Полісся (2,5 млн га), Крим (до 2014 року).
- Розвинута мережа рекреаційних пунктів, баз лісництва.

- Позитивна динаміка попиту на внутрішній туризм з орієнтацією на природу.

Таблиця 3

Порівняльний аналіз розвитку зеленого туризму в Україні

Фактор	Характеристика
Сильні сторони	Велика площа лісів, унікальні ландшафти (Карпати), низькі ціни для туристів.
Слабкі сторони	Відсутність єдиної стратегії, пога інфраструктура, недостатня підтримка держави.
Можливості	Інтеграція з ЄС, залучення інвестицій, розвиток еко-брендингу.
Загрози	Незаконна вирубка лісів, екологічні катастрофи, військові дії.

2 Проблеми:

- Недостатній рівень цифровізації: відсутність інтерактивних мап, слабка онлайн-присутність лісових господарств.
- Відсутність чіткої державної стратегії щодо просування зеленого туризму.
- Обмежена участь місцевих громад та відсутність мотивації для створення ППП.

Таблиця 4

Основні бар'єри розвитку лісового туризму в Україні

Бар'єр	Причина	Рекомендація
Відсутність маркетингу	Недофінансування, нестача кадрів	Співпраця з туристичними агенціями
Низька впізнаваність	Брак комунікаційних кампаній	Розробка бренду «Ліси України»
Інфраструктурні проблеми	Зношені дороги, бракує навігації	Інвестування через програми ЄС

3. Перспективи:

- Впровадження європейських підходів (наприклад, моделі PPP).
- Залучення грантів і технічної допомоги ЄС (програми LIFE, ENI, Erasmus+).
- Розробка національної програми екотуризму у лісовому господарстві.
- Створення регіональних «екотуристичних кластерів» на базі природних парків і лісгоспів.

4. Потенційні туристичні продукти:

- Тематичні маршрути: «Дорога лісових духів», «Мандрівка до карпатських водоспадів».
- Освітні тури для школярів і студентів.
- Програми «лісової терапії» для військових і ВПО.
- Екотабори та вікенди для родин.

5.Рекомендації з маркетингового управління:

- Розробити національний бренд «Ліси України» з айдентикою, слоганом, SMM-комунікацією.
- Створити віртуальні маршрути, мобільні додатки, інтерактивні мапи для лісового туризму.
- Побудувати модель локального партнерства між лісгоспами, громадами та туристичними фірмами.
- Впровадити цифровий маркетинг: SEO, контекстна реклама, соціальні мережі.
- Запровадити систему екологічної сертифікації маршрутів.
- Проводити фестивалі екотуризму, лісові школи, хакатони з екостартапами.
- Розробити гайд для громад - як створити свій мікро-маршрут у лісі.
- Запровадити пільгові програми для шкільних груп та маломобільних туристів.

Україна має значний потенціал для поєднання лісового господарства з зеленим туризмом. Європейський досвід демонструє, що маркетинг у цій сфері може бути не лише засобом просування, а й інструментом сталого розвитку. Для цього необхідна інтегрована стратегія на національному та регіональному рівнях.

Серед першочергових завдань: створення правового поля для екотуризму в лісах, запуск національних кампаній із просування, залучення цифрових технологій. Українські ліси — це не лише природне багатство, а й потужний ресурс для соціального та економічного розвитку громад.

Література

- 1.Європейська комісія. EU Forest Strategy 2030. Brussels: European Commission, 2021.
- 2.FSC Europe, 2025. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.fsc.org>.
- 3.Державне агентство лісових ресурсів України. Стратегія розвитку лісів до 2030 року. Київ, 2023.
- 4.Міністерство охорони довкілля та природних ресурсів України, 2025. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://menr.gov.ua>.
- 5.Зелений туризм в Україні: аналітична записка. Київ: Український центр європейської політики, 2023.

УДК: 630:330.131.7:005.35

ВПЛИВ ESG-КРИТЕРІЇВ НА УКРАЇНСЬКИЙ БІЗНЕС В УМОВАХ ВОЄННОГО ЧАСУ: МОЖЛИВОСТІ ТА ВИКЛИКИ

Наливайко Н.Я., к.е.н, доц.

Національний лісотехнічний університет України, Україна

У сучасних умовах повномасштабної війни в Україні питання сталого розвитку та впровадження ESG-критеріїв (Environmental, Social, Governance) набувають особливої актуальності. Лісове господарство, як одна з ключових галузей, що забезпечує екологічну рівновагу та економічну стабільність, стикається з новими викликами та можливостями в контексті ESG-підходів. Розгляд впливу ESG-критеріїв на діяльність лісогосподарських підприємств в умовах воєнного часу є важливим для формування стратегій відновлення та розвитку галузі.

В умовах війни український бізнес опинився в ситуації підвищеного ризику, що вимагає гнучкості, соціальної відповідальності та екологічної стійкості. Саме ESG-критерії можуть стати орієнтиром для компаній, які прагнуть не лише зберегти свою діяльність, а й інтегрувати принципи сталого розвитку у довгострокову стратегію. Для лісового господарства це означає посилення ролі екологічних стандартів, прозорого управління та турботи про добробут працівників і місцевих громад у зоні бойових дій або поблизу них.

Крім того, імплементація ESG-підходів може стати інструментом підвищення міжнародної довіри до українських підприємств, зокрема у сфері експорту деревини та супутньої продукції. Інвестори, донори та партнери дедалі частіше оцінюють компанії не лише за фінансовими показниками, а й за ступенем відповідності принципам відповідального ведення бізнесу. У цьому контексті вивчення впливу ESG на лісогосподарську галузь в умовах війни дозволить окреслити як поточні проблеми, так і перспективи для сталого розвитку в посткризовий період.

Екологічний аспект (Environmental). Війна завдала значної шкоди лісовим ресурсам України. За даними KPMG Ukraine, протягом перших місяців війни знищено понад 100 тисяч гектарів лісів та степів, багато ділянок залишаються замінованими, що унеможлиблює їх використання та відновлення [1].

Це призводить до втрати біорізноманіття, погіршення якості повітря та води, а також зменшення здатності лісів поглинати вуглекислий газ. Упровадження екологічних стандартів, таких як сертифікація FSC, сприяє підвищенню відповідальності підприємств за стан довкілля та забезпечує доступ до міжнародних ринків. Однак, за даними ForestCom, у деяких регіонах, зокрема в Сумській області, спостерігається зменшення площ сертифікованих лісів [2].

Соціальний аспект (Social). Лісове господарство є важливим джерелом зайнятості в сільських регіонах. В умовах війни підприємства

стикаються з проблемами мобілізації персоналу, що призводить до дефіциту кадрів . Крім того, порушення логістичних маршрутів та зростання цін на паливе ускладнюють постачання продукції та підвищують собівартість виробництва [2].

Соціальні ініціативи, спрямовані на підтримку працівників та місцевих громад, набувають особливого значення. Зокрема, компанії впроваджують програми з навчання та перекваліфікації персоналу, а також беруть участь у благодійних проєктах [3].

Управлінський аспект (Governance). Ефективне корпоративне управління є ключовим фактором стійкості бізнесу в умовах кризи. Прозорість, підзвітність та дотримання етичних норм сприяють зміцненню довіри з боку інвесторів та партнерів. Впровадження ESG-звітності дозволяє підприємствам систематизувати інформацію про свою діяльність та оцінити її вплив на довкілля та суспільство [3].

Водночас, за даними Економічної правди, у лісовій галузі України існують проблеми з прозорістю закупівель та корупційними ризиками. Подолання цих викликів є необхідною умовою для інтеграції до європейського ринку та залучення міжнародних інвестицій [4].

Отже, впровадження ESG-критеріїв у лісовому господарстві України в умовах воєнного часу є необхідним кроком для забезпечення сталого розвитку галузі. Екологічна відповідальність, соціальна орієнтованість та ефективне управління сприяють підвищенню конкурентоспроможності підприємств та відкривають нові можливості для залучення інвестицій. Водночас, існують значні виклики, пов'язані з наслідками війни, які потребують комплексного підходу та підтримки з боку держави та міжнародної спільноти. Формування нової стратегії розвитку лісового господарства має базуватися на принципах сталого розвитку та відповідати вимогам європейської інтеграції.

Література

1. ESG та сталий розвиток для бізнесу під час війни. URL: <https://kpmg.com/ua/uk/blogs/home/posts/2023/02/esg-ta-stalyy-rozvytok-dlya-biznesu-pid-chas-viyny.html>
2. Як війна вплинула на лісову господарку України. URL: <https://forestcom.org.ua/news-post/yak-vijna-vplinula-na-lisovu-gospodarku-ukrayini-uzagalnene-sprijnyattya-zacikavlenih-storin>
3. Допомога підприємцям у створенні та розвитку бізнесу. URL: <https://business.diia.gov.ua/>
4. З якими проблемами лісова галузь заходить у 2024 рік. URL: <https://epravda.com.ua/columns/2024/01/2/708317>

УДК: 630*6

ХАРАКТЕРИСТИКА ЛІСОВОГО ФОНДУ УЖГОРОДСЬКОГО НАДЛІСНИЦТВА ФІЛІЇ «КАРПАТСЬКИЙ ЛІСОВИЙ ОФІС»

Новак А.А., канд. с.-г. наук, доцент

Копій С.Л., канд. с.-г. наук, доцент

Копій М.Л., канд. с.-г. наук, доцент

Національний лісотехнічний університет України, Україна

Лісові насадження Ужгородського надлісництва, загальною площею 89975,4 га, за своїм функціональним призначенням, належать до усіх чотирьох категорій, передбачених ст. 39 Лісового Кодексу України [2]. Переважаюча частка з них – це експлуатаційні ліси, на які припадає 42,4% лісостанів надлісництва (рис. 1). Ліси з особливим режимом лісокористування становлять 57,6%, однак, це лише в сукупності. Якщо розглядати функціональне призначення захисних лісостанів надлісництва в розрізі окремих категорій, то 22,6% припадає на рекреаційно-оздоровчі ліси, які, в основному, є лісопарковою або лісогосподарською частинами лісів зелених зон навколо населених пунктів. Ще 19,2% лісового фонду надлісництва є лісами природоохоронного, наукового та історико-культурного призначення. Власне захисні ліси надлісництва, переважна частина з яких є захисними смугами вздовж автомобільних та залізничних доріг, байрачними захисними лісами, складають 15,8% лісового фонду. Лісистість Ужгородського надлісництва становить 96,5%



Рисунок 1 – Розподіл насаджень Ужгородського надлісництва за функціональним призначенням.

Серед типів лісу, які є домінуючими в лісовому фонді надлісництва, і є, в основному, буковими [1], можемо відзначити вологу грабову бучину (D₃-г-Бк) (18,2%), вологу чисту бучину (D₃-Бк) (15,4%), вологу чисту суббучину (С₃-Бк) (12,4%). Вологі грабові суббучини (С₃-г-Бк) (9,8%), вологі буково-смерекові яличини (D₃-бк-см-Яц) (7,5%), вологі смереково-ялицеві

бучини (D₃-см-яц-Бк) (6,5%) та свіжі грабові бучини (D₂-г-Бк) (5,3%) поширені меншою мірою. Інші типи лісу у лісовому фонді надлісництва складають 19,8% (рис. 2).

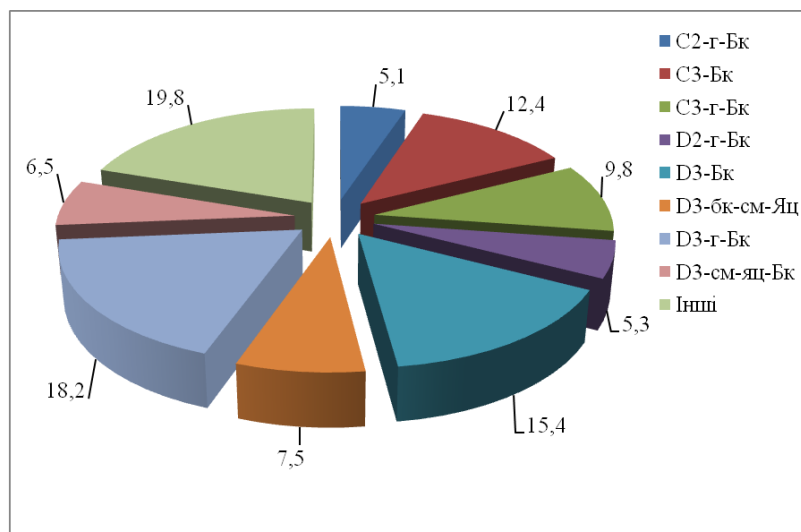


Рисунок 2 – Розподіл насаджень Ужгородського надлісництва за типами лісу.

Як зазначалося вище, панівною деревною породою в лісовому фонді Ужгородського надлісництва є бук лісовий, який займає 74,2% вкритих лісовою рослинністю земель (рис. 3). Значно меншою мірою поширені дуб скельний (5,3%), ялиця біла (4,5%), граб звичайний (3,5%), береза повисла (3,1%), а також дуб звичайний та смерека (2,6% та 1,2% відповідно). Інші деревні породи складають у лісовому фонді надлісництва 5,7%.

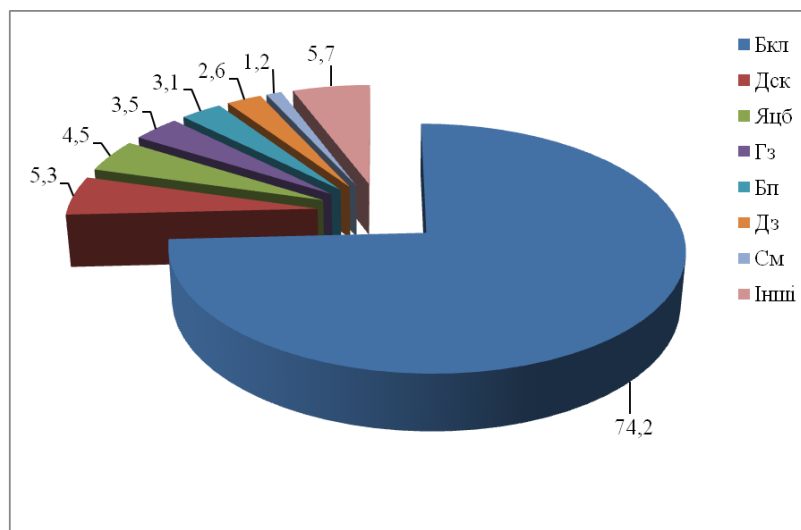


Рисунок 3 – Розподіл насаджень Ужгородського надлісництва за панівними породами.

Вікова структура насаджень надлісництва є дещо розбалансованою і нерівномірною, з явною перевагою середньовікових лісостанів (55,4%). Молодняками зайнято 11,4% вкритої лісовою рослинністю площі, пристигаючими – 13,7%, а на стиглі та перестійні деревостани припадає

лише 19,5 лісового фонду надлісництва (рис. 4). Така порушеність вікової структури лісостанів вказує на не завжди раціональне та надміру інтенсивне господарювання в лісах надлісництва у минулі роки. Виправити існуючу ситуацію можливо при суворому контролі за лісовідновленням (якісному створенні лісових культур та своєчасних доглядах за ними, правильному сприянні природному лісовідновленню), а також при вчасному та раціональному проведенні лісогосподарських заходів із формування і оздоровлення лісів з суворим дотриманням організаційно-технічних показників.

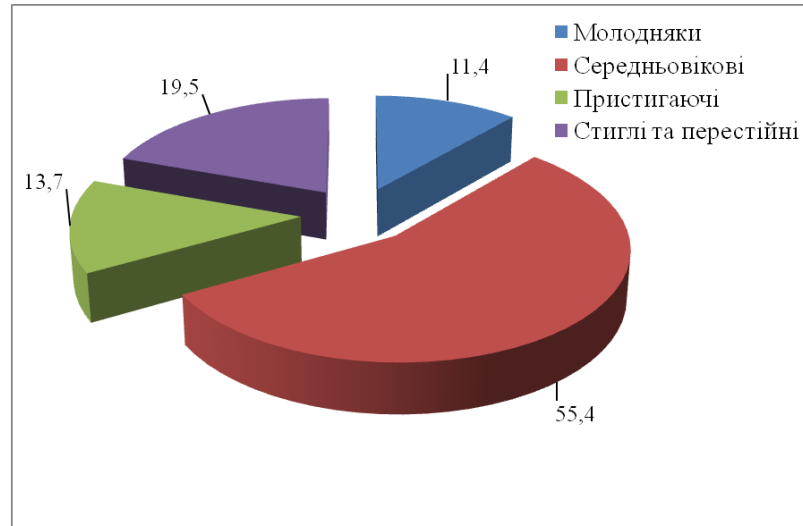


Рисунок 4 – Розподіл насаджень Ужгородського надлісництва за класами росту.

Повнотна структура лісів надлісництва свідчить про перевагу в лісовому фонді надлісництва середньоповнотних насаджень (60,1%), з яких найбільшу площу (34,3%) складають лісостани з повнотою 0,7. На високоповнотні насадження припадає 37,5%, однак, насадження з повнотою 1,0 складають всього 1,7%. Низькоповнотні лісостани поширені лише на 8,8% площі лісового фонду надлісництва, з них рідколісся займають 0,4%. Середня повнота насаджень надлісництва становить 0,72.

У розрізі бонітетів в Ужгородському надлісництві переважають насадження I-го класу бонітету. Вони займають 45,3% площі лісового фонду. Меншою мірою поширені насадження Ia (32,0%) та II-го (13,3%) класів бонітету. Насаджень нижче II-го класу бонітету дуже мало: лише 4,3%. Проте, і найбільш високопродуктивні деревостани (Iб бонітету і вище) складають також досить невелику частку: 4,9%. Загалом, середній бонітет лісостанів по надлісництву становить Ia,8, що є досить високим показником.

Література

1. Герушинський З.Ю. Типологія лісів Українських Карпат: навчальний посібник. Львів: Піраміда, 1996. 208 с.
2. Лісовий кодекс України: Кодекс України від 21.01.1994 № 3852-XII: станом на 15 листоп. 2024р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3852-12#Text>.

UDC 630*0

**SUSTAINABLE APPROACH TO STUDYING PROTECTED AREAS:
DIGITAL VISUALIZATIONS AS RESPONSE TO CONTEMPORARY
ENVIRONMENTAL CHALLENGES**

Osadchuk L.S., D.Sc., Prof.
Kondratiuk L. M., Senior Lecturer
Ukrainian National Forestry University, Ukraine

Global environmental challenges such as climate change, forest ecosystem degradation, biodiversity loss, and the depletion of natural resources represent only a portion of the pressing issues of our time. In Ukraine, these challenges are further intensified by the negative impact of military actions on natural ecosystems. As result, there is a growing demand for innovative, sustainable, and technologically efficient approaches to conserving natural heritage. One such solution is the implementation of digital tools that make it possible to study, document, and promote unique protected areas with minimal interference in natural environments.

Integrating digital visualizations into formal and non-formal education enables the creation of interactive learning environments that foster ecological thinking. Using virtual tours in school curricula, online courses, virtual museums, or mobile applications ensures flexibility and enhances students' engagement with nature conservation issues through real-world examples (Osadchuk, Kondratiuk, 2024).

Digital visualizations allow users to experience immersive environments where they can comprehensively understand a given site without disturbing ecological processes or protection regimes. These visualizations are based on 360-degree panoramic (spherical) imaging, which enables users to virtually "navigate" through the territory and observe it in a format close to real-life perception (Milgram, Kishino, 1994). When combined with geotagged information, interactive maps, audio, and video content, virtual tours not only visualize the object but also form structured educational and research spaces.

In the context of protected areas, such visualizations open new possibilities. Forest ecosystems, in particular, characterized by complex structures, remoteness, or limited visitation, can be effectively represented in digital formats as an alternative to physical access, while maintaining the scientific and aesthetic value of the site (Foehrder, Mund, Spathelf, 2021).



Figure 1. Virtual tour of the Zalyvky wetlands (Roztochya Biosphere Reserve)

Ecological safety is one of the key advantages of digital visualizations. Compared to traditional tourism or field studies, virtual tours impose no physical burden on ecosystems, do not disturb animal habitats, and prevent trampling of vegetation. This approach is especially important in fragile environments, where even minor human activity may lead to degradation of natural conditions.

360-degree documentation of forest and protected areas can serve as a visual archive of ecosystem status, allow for comparative analysis of dynamic changes, and enable early detection of adverse developments such as forest dieback or soil erosion. This facilitates remote monitoring and analytical work without needing constant field presence.

Despite the numerous benefits of digital visualizations in environmental protection, implementing such solutions faces several limitations. First, creating a high-quality virtual tour requires expensive, specialized equipment—such as 360° cameras, drones with image stabilization, and powerful computers to process large volumes of visual data. Additionally, regulatory restrictions associated with the protection status of many areas require special permits for filming, particularly with aerial devices. Ethical considerations must also be taken into account, as filming may be inappropriate in certain territories, especially during sensitive periods such as the breeding seasons of rare species.

Other challenges include technical barriers related to content creation, platform configuration, and hosting - tasks that require specialized digital literacy. The lack of digital archiving policies in many public institutions also risks the long-term availability of developed virtual content. Nevertheless, the potential of digital visualizations to be integrated into multiple domains remains high.

Virtual tours can support inventory and monitoring programs for protected areas in environmental protection. They can also be used to present the results of scientific research, such as changes in forest ecosystems caused by natural or anthropogenic factors. A distinct niche is the promotion of sustainable tourism: virtual routes can be placed on the websites of national parks, ecological trails, and other digital platforms for domestic and international tourism. This

approach broadens audience engagement while reducing recreational pressure on sensitive territories.

Thus, digital visualizations, particularly virtual tours, have the potential to become a key tool for the sustainable management and popularization of protected areas, especially forest ecosystems. They combine ecological safety, accessibility, educational functionality, and monitoring capability, making them a universal medium for interdisciplinary collaboration among ecologists, educators, and the wider public. In the context of today's challenges, such as restricted physical access to natural sites, environmental risks, and the need for the digital transformation of society, these tools are timely and relevant. Their application fosters the development of digital environmental awareness and supports the adaptation of conservation activities to new conditions.

References

Foehrder, T., Mund, J.-P., Spathelf, P. (2021). Advantages of 360° Virtual Forest Tours to Supplement Academic Forestry Education. *GI_Forum*. 1. 34-44. https://doi.org/10.1553/giscience2021_02_s34

Milgram, P., Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE Transactions on Information and Systems*, E77-D (12), 1321–1329.

Osadchuk, L. S., Kondratiuk, L. M. (2024). Virtual tours: an innovative approach to studying forest ecosystems. *Forestry Education and Science: Current Challenges and Development Prospects*. International Science-Practical Conference, October 23-25, 2024, Lviv, Ukraine. <https://doi.org/10.36930/conf150.1.03>

УДК 639.1

ПРО ВПЛИВ ВІЙНИ 2022-2025 РР. НА МИСЛИВСЬКУ ФАУНУ В УМОВАХ ЛЬВІВЩИНИ

Паламаренко О.В., к.б.н.

Національний лісотехнічний університет України, Україна

В умовах масштабної війни на території України відбуваються зміни у популяціях мисливських тварин. Через заборону полювання чисельність птахів та звірів в окремих місцевостях (віддалених від лінії фронту) почала зростати, змінилася також поведінка тварин.

На території Львівської області, відповідно до Наказу №154/22 від 08.08.2022 р., дозволено регулювати чисельність лисиці (*Vulpes vulpes* L, 1758), вовка (*Canis lupus*), єнотовидного собаки (*Nyctereutes procyonoides*) [1]. Це пов'язано із загрозою для життя та здоров'я людей, зокрема й у зв'язку з поширенням сказу. З «популярними» видами мисливських птахів ситуація інша – їх чисельність не регулюють.

На прикладі лисиці та крижня (*Anas platyrhynchos*) в умовах Львівщини ми аналізуємо вплив деяких прямих та непрямих наслідків війни.

Спостереження за крижнями та лисицями нами проведені у 2022-2025 рр. Місце досліджень – Львівська область, Львівський район, околиці сіл Липники, Солонка, Поршна, Наварія, Раковець, Кугаїв. Водойми, на яких спостерігали за птахами – річка Зубра, Щирецьке водосховище та річка Щирка (басейн Дністра).

Для тварин відсутність тиску з боку мисливців у сезон полювання є явищем позитивним. Птахам і звірам вдається збільшити чисельність. Зменшується дія стресового фактору від пострілів, переслідування, присутності мисливських собак. Шанси на дорослішання і подальше розмноження отримують усі молоді особини.

Негативним наслідком росту чисельності популяцій мисливських тварин є поширення захворювань, які несуть загрозу для свійських тварин та людини. За інформацією Львівської військової обласної адміністрації [2] відомо, що у січні-лютому 2025 року було підтверджено понад 20 випадків сказу у тварин (собаки, коти, лисиці). Інфіковано також коня. У лісових та мисливських угіддях у 2024 році розкладено понад 600000 доз вакцин від сказу для хижих звірів. У 2025 році заплановано збільшити площу розкладання вакцин та їх кількість до майже 700000 порцій. Тобто, ріст чисельності хижих звірів спонукає збільшувати витрати на вакцинування.

Слід також зазначити, що фактор тиску на популяції за час масштабної війни на території України, не зведений до нуля. Залишається незаконне добування тварин, яке має місце і на Львівщині. Зокрема, нам відомі факти незаконного добування крижнів в південній околиці Львова.

Відомо про нанесення збитків лисицею домогосподарствам у місці проведення досліджень. Це полювання на свійську птицю. Лисиць

спостерігали навіть у денні години в населених пунктах. Для прикладу, у 2023 році, в околицях сіл Липники та Солонка, за повідомленнями місцевих мешканців, атаки лисиці на курей відбувалися регулярно. Така поведінка обумовлена більш щільним поселенням звіра, якого у попередній мисливський сезон не добували.

На рис. 1 зображена нора лисиці поблизу села Липники. Розміщена вона біля підніжжя пагорба на узліссі (Липниківське лісництво). До найближчих будівель від нори лисиці не більше 200 м.



Рис.1. Нора лисиці в околицях с. Липники

За даними Державної служби статистики України у 2019 році [3], до масштабної війни, на Львівщині реєстрували 3007 особин лисиці, а добували протягом року 2045 голів. Враховуючи те, що самка народжує від 4-х до 13-ти малюків, ріст чисельності популяції у 2022-2025 роках відбувся дуже помітний. Молодим особинам довелося розселятися у більш небезпечні місця, які у попередні роки лисиці намагалися уникати.

Отже, якщо вилучити близько 70% лисиць, то популяція цього екологічно пластичного виду зможе відновитися за чотири роки. Якщо добувати близько 20% особин із популяції, то через рік чисельність повністю відновиться.

Харчова поведінка лисиць під час масштабної війни зазнала змін. Відомо, що в межах Львова лисиці активно підбирали залишки їжі, яку люди викладали бездомним котам та собакам біля багатоквартирних будинків. Така ж ситуація і у Львівському районі. Смітники та ділянки довкола них активно відвідували лисиці не лише у сутінковий та нічний час, а навіть, у окремих випадках, у світлий період доби.

За 2023 рік на Львівщині добуто 752 лисиці [4]. Якщо порівняти цей показник з даними 2019 року, коли добували понад 2000 голів, то стає зрозумілим подальший ріст чисельності особин даного виду.

Крижні в районі досліджень є осілими. Вони тут успішно розмножуються та зимують. Доволі довірливо по відношенню до людини

ставляться майже весь рік. Виключенням є період розмноження. Взимку, коли значна частина водойм вкрита кригою, крижні скупчено ночують на відстійниках очисних споруд поблизу с. Липники. В умовах Щирецького водосховища птахи скупчуються на незамерзлих ділянках, а також у місцях впадіння річок.

Отже, непрямі наслідки війни (заборона полювання) для крижня та лисиці в умовах Львівщини дозволили їм збільшити чисельність, заселитися на нові території, вплинули на поведінку.

Птахи та звірі, які до масштабної війни у період полювання, були доволі лякливими та усіяко уникали людей, стали менш обережними. І перната дичина і хутрові звірі через надмірний ріст чисельності, більшу скупченість можуть нести загрозу у поширенні захворювань, що небезпечні для свійських тварин та людини. Такі зміни в подальшому, коли буде дозволене полювання, можуть сприяти більшій вразливості тварин та швидкому підриву їх популяцій.

Прямі наслідки війни у мовах Львівської області мало виражені. Однак, поблизу полігонів та військових об'єктів у Львівському районі, на яких активно іде підготовка військовослужбовців, а також під час масованих атак, тварини зазнають стресу від вибухів, пострілів та шуму загалом.

Література

1. Наказ «Про встановлення обмежень щодо проведення полювання та регулювання питань мисливства в період воєнного стану на території Львівської області». № 154/22 від 08.08.2022р. https://lvivlis.gov.ua/upload/users_files/1/upload/serpen%202022/Nakaz%20na%20v%20period.pdf
2. Департамент агропромислового розвитку. 19.02.2025. *Від початку року на Львівщині від сказу провакцинували 11 тисяч тварин.* <https://loda.gov.ua/news/129145>
3. Державна служба статистики України. Головне управління статистики у Львівській області. *Кількість мисливських тварин та їх добування за видами у 2019 році.* https://www.lv.ukrstat.gov.ua/ukr/si/year/2019/t299919_29.pdf
4. Західне міжрегіональне управління лісового та мисливського господарства. 09.01.2024 р. *Про результати регулювання чисельності хижаків у Львівській області.* <https://w.forest.gov.ua/news?id=5449>

УДК 630*182

ВИДИ ІНТРОДУЦЕНТІВ У ЛІСОВИХ НАСАДЖЕННЯХ ХАРКІВЩИНИ

Познякова С.І., канд. с.-г. наук, доц.
Державний біотехнологічний університет, Україна

У лісовій галузі значну увагу приділяють інтродукованим видам деревних рослин. В Україні акліматизовано значну кількість видів, які походять з інших країн. Введення нових порід у лісові насадження може сприяти підвищенню продуктивності та стійкості деревостанів, скороченню термінів їх вирощування, посиленню захисної функції лісів.

Створювати лісові культури за участю видів інтродуцентів неможливо без детальної інформації про зростання цих видів у природних умовах та довготривалого випробування їх у нових місцях росту. Важливим моментом залишається вивчення досвіду інтродукції деревних рослин, який набуто ботанічними садами, дендропарками, науково-дослідними установами, лісовими підприємствами [1, 2, 3].

У лісових насадженнях Харківської області поширені близько 20 видів деревних рослин, які є інтродуцентами в даному регіоні. Наступні породи у різних лісництвах займають найбільшу площу: *Quercus rubra* L., *Robinia pseudoacacia* L., *Acer negundo* L., *Pinus pallasiana* D. Don., *Larix decidua* Mill., *Fraxinus pennsylvanica* L., *Populus* × *canadensis* Moench, *Juglans regia* L., *Picea abies* (L.) H. Karst., *Pseudotsuga menziesii* (Mirb) Franco, *Pinus strobus* L., *Pinus ponderosa* Douglas ex Lawson.

За результатами аналізу повидільної бази даних Жовтневого надлісництва встановлено, що деревостани за участю інтродукованих видів поширені на площі 663 га, що становить 1,5 % від вкритої лісом площі. Більш детальна характеристика таких насаджень дозволить оцінити поширення та продуктивність порід інтродуцентів в умовах Харківщини.

Деревостани з переважанням *Robinia pseudoacacia* L. у Жовтневому надлісництві займають найбільшу площу, порівняно з іншими інтродукованими видами – 407,7 га. Акацієві насадження ростуть в умовах сухої й свіжої діброви, відповідно займають 50 % і 26 % площі і в сухому та свіжому сугруді – 22 % від площі акацієвих насаджень. На таких родючих ґрунтах безумовно формуються високопродуктивні насадження: І а–І б класу бонітету – 16 %, І класу бонітету – 37 %, ІІ класу бонітету – 33 % від площі акацієвих насаджень. За віком переважають стиглі та перестійні насадження *Robinia pseudoacacia* L.

Quercus rubra L. займає площу 44,1 га. Більша частка насаджень представлена у свіжій діброві. Деревостани ростуть за І а–І класом бонітету на площі 26,3 га, за ІІ–ІІІ класом бонітету – на площі 15 га. За віком переважають молоді насадження від 7 до 35 років.

Fraxinus pennsylvanica L. займає доволі велику площу у Жовтневому надлісництві, порівняно з іншими видами інтродуцентами – 92,8 га. Переважають перестійні деревостани I класу бонітету.

Populus × canadensis Moench є головною породою на площі 48,4 га. Перестійні насадження тополі канадської вирізняються низьким бонітетом. На площі 25,6 га деревостани мають IV клас бонітету.

Juglans regia L. у Жовтневому надлісництві займає площу 31,4 га. Середньовікові насадження ростуть в умовах свіжої діброви за III–IV класом бонітету. *Juglans nigra* L. займає площу лише 1,3 га. Середньовікові насадження ростуть за I–II класом бонітету.

Pinus pallasiana D. Don поширена на площі 15,1 га, в умовах свіжого субору та сухого сугруду, клас бонітету насаджень – I–II. *Picea abies* (L.) H. Karst. росте в умовах свіжої діброви на площі 6,6 га. Молоді та середньовікові насадження ростуть за Iа–I та III–IV класом бонітету. Культури *Larix decidua* Mill. створені на площі лише 1,3 га в умовах свіжої діброви. Молоді насадження ростуть за I а класом бонітету.

Acer negundo L. поширений на площі 8,6 га. Стиглі та перестійні насадження мають II і III клас бонітету. *Acer saccharinum* L. є головною породою на площі 2,8 га. *Acer pseudoplatanus* L. займає 2,6 га. В умовах сухої діброви формується деревостан II класу бонітету. *Phellodendron amurense* Rupr. займає лише 0,6 га, що є найменшою площею, порівняно з іншими видами інтродуцентами. 58-річні насадження бархату амурського ростуть за I а класом бонітету.

На сьогодні у лісовій галузі необхідно вирішувати багато питань, які пов'язані з інтродукцією деревних рослин. Це питання інвазійності видів, доцільності введення інтродуцентів у лісові насадження, наявності насіння і посадкового матеріалу.

Література

1. Познякова С.І., Швиденко І.М. Перспективи використання видів інтродуцентів у лісових насадженнях Лівобережного Лісостепу України. International scientific and practical conference «Challenges, threats and developments in biology, agriculture, ecology, geography, geology and chemistry»: conference proceedings, July 2–3, Lublin: «Baltija Publishing», 2021. С. 272–276. doi.org/10.30525/978-9934-26-111-4-65

2. Суска А.А., Познякова С.І. Перспективні види хвойних для лісового господарства у Лівобережному Лісостепу України.// Міжнародна науково-практична конференція Наближене до природи лісівництво: проблеми та перспективи. Київ, 25-26 квітня 2024 року. С. 139-140.

3. Яцик Р.М., Гайда Ю.І., Гудима В.М. Основи інтродукції та адаптації деревно-кущових видів рослин. Івано-Франківськ: НАІР, 2017. 175 с.

УДК 630*114:631.42](477)

ВАЖЛИВІ АСПЕКТИ ОРГАНІЗАЦІЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ЛІСОВИХ ҐРУНТІВ В УКРАЇНІ

Распопіна С.П., доктор с.-г. наук, доц.
УкрНДІЛГА ім. Г.М. Висоцького,
Державний біотехнологічний університет, Україна

Упродовж 2023 -2024 рр. в Україні прийнято низку державних законів і постанов, щодо реформування та функціонування державної системи моніторингу довкілля та її підсистем відповідно до міжнародних стандартів екологічного управління, що дозволяє пришвидшити досягнення цілей сталого розвитку. Натепер державна система моніторингу довкілля поєднує у собі вісім підсистем та, зокрема, включає моніторинг лісів. Своєю чергою моніторинг лісів передбачає проведення моніторингу лісових ґрунтів, як одного з ключових абіотичних компонентів лісової екосистеми, що значною мірою визначає стан і продуктивність лісів, ефективне виконання лісами їхніх різнобічних функцій, підтримує родючість земель, біорізноманіття та екологічну стабільність ландшафтів. Моніторинг лісових ґрунтів є обов'язковим елементом, що забезпечує стаке управління лісовими екосистемами.

Зважаючи на євроінтеграційний курс України, розбудова та розвиток моніторингу лісових ґрунтів має відбуватися у світлі вимог Європейського Союзу. Генеральною ініціативою щодо моніторингу лісів у Європі, зокрема й лісових ґрунтів, є програма ICP Forests. В Україні координаційним національним центром моніторингу лісів вже близько 30 років є УкрНДІЛГА ім. Г.М. Висоцького [1]. Отже, згідно з програмою ICP Forests, моніторинг лісових ґрунтів є складовою частиною моніторингу лісів. Його здійснюють за пакетом певних обов'язкових і факультативних показників, що не тільки комплексно характеризують поточну якість ґрунтів, а й дозволяють оцінити та спрогнозувати динаміку змін їхнього стану унаслідок взаємодії з зовнішніми факторами, такими як: забруднення довкілля, зміна клімату, пошкодження й руйнування природних екосистем внаслідок великомасштабної військової агресії РФ, та іншими антропогенними і природними чинниками. Завдяки оперативному виявленню змін у стані ґрунтів, система моніторингу надає можливість вжити відповідні заходи зі збереження та відновлення ґрунтів, що має важливе значення для довгострокового управління лісовими ресурсами та підтримання належного стану довкілля. Отже, ефективна організація системи моніторингу лісових ґрунтів в Україні, є не лише науковою, але й соціально значущою потребою.

Моніторинг лісових ґрунтів у рамках програми ICP Forests передбачає чітке дотримання основних принципів і низки методичних вимог на всіх етапах його проведення [4]. Стисло їх охарактеризуємо: 1) ґрунтові дослідження здійснюють на ділянках моніторингу I та II рівня за пакетом

обов'язкових і факультативних показників ґрунту, які визначають за еталонними методиками (як на етапі натурних, так і аналітичних досліджень); 2) морфологічне описання ґрунтового профілю проводять за методикою польових досліджень ґрунтів ФАО (2006) [2], а таксономічну назву ґрунту визначають відповідно до Міжнародної системи класифікації ґрунтів на основі WRB (Світова реферативна база ґрунтів) [3]; 4) результати аналітичних вимірювань параметрів ґрунту верифікують через участь у лабораторних інтеркалібраційних тестуваннях, після чого їх передають до центральної бази даних.

Ліс є високоорганізованою, багатофункціональною (ресурсна, природоохоронна, кліматорегулююча, соціальна, естетична, рекреаційна, тощо) екосистемою, для управління якою необхідні глибокі, мультипрофільні знання, тобто не тільки з питань лісівництва, лісознавства, ведення лісового господарства, а й інших фундаментальних, природничих, технічних, прикладних наук різних галузей. Саме тому комплексна багаторівнева структура підготовки фахівців лісового господарства в Україні була і залишається важливим питанням. Зі свого боку інтеграція нашої країни до ЄС зумовлює необхідність різнобічної актуалізації освітньо-професійних програм (ОПП) усіх рівнів вищої освіти у тому числі, через введення нових дисциплін. Так, наприклад, ОПП магістерського рівня за спеціальністю «Лісове господарство» доцільно доповнити дисципліною, яка вивчає методику формулювання назв та ідентифікації ґрунтових одиниць у системі WRB, методичні підходи гармонізації WRB і національної класифікації ґрунтів, тощо.

Врахування в освітніх програмах нових тенденцій лісової та загальнодержавної політики, сприятиме ефективній реалізації в Україні Європейського зеленого курсу та концепції сталого розвитку загалом.

Література

1. Букша І.Ф., Пастернак В.П., Пивовар Т.С. Рекомендації щодо розбудови державної системи моніторингу лісів України. Харків, УкрНДІЛГА, 2019. 35 с.
2. Guidelines for Soil Description. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2006.
3. IUSS Working Group WRB. World Reference Base for Soil Resources. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. 4th edition. International Union of Soil Sciences (IUSS). Vienna, Austria, 2022. 236.
4. URL: <http://icp-forests.net/page/icp-forests-manual> (дата звернення: 13.05.2025).

УДК 630.232.4:633.877.3

ПОКАЗНИКИ РОСТУ ЧИСТИХ І МІШАНИХ СОСНОВИХ КУЛЬТУР У ПІВДЕННІЙ ЧАСТИНІ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ

Румянцев М.Г., канд. с.-г. наук, ст. досл.,

Ющик В.С.,

Кобець О.В., канд. с.-г. наук, ст. досл.

Український науково-дослідний інститут лісового господарства та
агролісомеліорації імені Г.М. Висоцького, Україна

Даниленко О.М.

Державне підприємство «Харківська лісова
науково-дослідна станція», Україна

Відтворення соснових деревостанів в Україні здійснюють переважно штучним способом – створенням лісових культур. Соснові культури різняться за технологією створення. Так, їх створюють за часткового або суцільного обробітку ґрунту, механізованим або ручним способами, за різними схемами розміщення садивних місць, різним садивним матеріалом (сіянцями із відкритою або закритою кореневою системою), чистими або мішаними за складом тощо.

В останні роки у вітчизняній лісовій галузі чітко простежується тенденція до збільшення обсягів створення мішаних за складом лісових культур, у тому числі й за участі сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.). Такі насадження є більш стійкими до зміни клімату, техногенного навантаження, ураження хворобами та шкідниками лісу, а також менше пошкоджуються пожежами. В якості супутніх порід до складу соснових культур у відповідних типах лісу (борових, суборових і сугрудових) у різних природних зонах України вводять березу повислу (*Betula pendula* Roth.), дуб звичайний (*Quercus robur* L.) і червоний (*Quercus rubra* L.), клен гостролистий (*Acer platanoides* L.), клен-явір (*Acer pseudoplatanus* L.), липу серцелисту (*Tilia cordata* Mill.), робінію звичайну (*Robinia pseudoacacia* L.), грушу звичайну (*Pyrus communis* L.), яблуню звичайну (*Malus domestica* Borkh.), абрикос звичайний (*Prunus armeniaca* L.), модрина європейську (*Larix decidua* Mill.), ялину звичайну (*Picea abies* (L.) Karst.) та ін.

Відмітимо, що дослідження особливостей росту чистих і мішаних за складом соснових культур у Лівобережному Лісостепу є фрагментарними, зокрема в Полтавській області взагалі не проводили впродовж останніх декількох десятиліть. Це й зумовило актуальність проведених досліджень.

Ріст чотирирічних лісових культур сосни звичайної, чистих і мішаних за складом (із березою повислою, дубом звичайним і дубом червоним), досліджували восени 2024 р., в умовах свіжого дубово-соснового субору, на чотирьох ділянках у Новосанжарському лісництві Полтавського

надлісництва філії «Слобожанський лісовий офіс» (до 2025 р. – філія «Полтавське ЛГ»)

Садіння культур на всіх ділянках проведено навесні 2021 р. На ділянці 1 (квартал 84, виділ 14.1, площа 0,9 га) культури створено чистими за складом (10рСз), на ділянці 2 (квартал 84, виділ 16.1, площа 0,9 га) – за схемою змішування порід 6рСз4рДч, на ділянці 3 (квартал 84, виділ 16, площа 0,6 га) – 4рСз2рДз, а на ділянці 4 (квартал 52, виділ 13, площа 0,9 га) – 5рСз2рБп.

Категорія лісокультурної площі для ділянок 1, 3 і 4 – свіжий зруб, утворений після суцільної вузьколісосічної рубки головного користування, а для ділянки 2 – свіжий зруб, утворений після суцільної санітарної рубки ураженого кореневою губкою соснового деревостану.

На всіх ділянках культури створено сіянцями із відкритою кореневою системою за схемою розміщення садивних місць $2,5 \times 0,7$ м (початкова густота – 5714 шт.га^{-1}), механізованим способом (лісосадильною машиною СЛЧН-1 в агрегативанні з трактором МТЗ-892), за часткового обробітку ґрунту (прокладання борозен плугом комбінованим лісовим (ПКЛ-70) в агрегативанні з трактором МТЗ-892).

Догляд за культурами на всіх ділянках здійснювали впродовж перших трьох років їх вирощування. У перший рік вирощування культур проведено по три ручні (видалення небажаної трав'яної рослинності сапкою в рядах) і механізовані (видалення небажаної трав'яної рослинності кушорізом в міжряддях) догляди; на другий рік – по два ручні та механізовані догляди й на третій рік – по одному ручному та механізованому догляду. Доповнення лісових культур на всіх ділянках проводили на другий і третій роки їх вирощування в обсязі 15–20 % від початкової густоти.

Отримані дані обробляли статистичними методами за допомогою відповідних пакетів програм MS Excel. Значущість різниці між контролем (чисті за складом культури) та дослідними варіантами перевіряли з використанням t_f -критерію Ст'юдента ($t_{0,05} = 2,01$).

За результатами проведених обліків було встановлено, що в умовах свіжого дубово-соснового субору чисті за складом культури характеризуються найменшими показниками росту (висотою, приростом за висотою та діаметром на рівні кореневої шийки). Так, за висотою вони поступалися відповідно на 5, 7 і 10 %, як порівняти з культурами, створеними за схемою змішування порід 6рСз4рДч, 5рСз2рБп та 4рСз2рДз. За приростом у висоту ця різниця становила відповідно 8, 15 і 21 %, а за діаметром кореневої шийки – 6, 14 і 23 % (табл. 1 і 2).

Чисті за складом культури значуще поступаються культурам, створеним за схемою змішування порід 7рСз3рБп і 4рСз2рДз, за всіма показниками росту ($t_{0,05} = 2,01$; $t_f = 2,02$ – $5,51$). Натомість, порівнюючи з культурами, створеними за схемою змішування порід 6рСз4рДч, різниця за приростом у висоту була значущою ($t_{0,05} = 2,01$; $t_f = 2,17$), а за висотою та діаметром на рівні кореневої шийки – незначущою ($t_{0,05} = 2,01$; $t_f = 1,22$ і $1,57$) (див. табл. 1 і 2).

Таблиця 1 – Середня висота та приріст за висотою досліджуваних чотирирічних культур сосни звичайної

Схема змішування порід досліджуваних культур	Висота, см			Приріст за висотою, см		
	$M^{\pm m}$	t_f	+/- до контролю, %	$M^{\pm m}$	t_f	+/- до контролю, %
10рСз	68,4 $^{\pm 2,01}$	–	–	23,3 $^{\pm 0,73}$	–	–
6рСз4рДч	71,8 $^{\pm 1,41}$	1,22	+5	25,1 $^{\pm 0,38}$	2,17	+8
4рСз2рДз	75,1 $^{\pm 1,75}$	2,49	+10	28,2 $^{\pm 0,95}$	4,12	+21
5рСз2рБп	73,4 $^{\pm 1,45}$	2,02	+7	26,8 $^{\pm 0,68}$	3,51	+15

Примітка: $M^{\pm m}$ – середнє значення вимірюваного показника та його стандартна похибка; t_f – t-критерій Ст'юдента ($t_{0,05} = 2,01$).

Таблиця 2 – Середній діаметр на рівні кореневої шийки досліджуваних чотирирічних культур сосни звичайної

Схема змішування порід досліджуваних культур	Діаметр на рівні кореневої шийки, мм		
	$M^{\pm m}$	t_f	+/- до контролю, %
10рСз	13,1 $^{\pm 0,39}$	–	–
6рСз4рДч	13,9 $^{\pm 0,33}$	1,57	+6
4рСз2рДз	16,1 $^{\pm 0,38}$	5,51	+23
5рСз2рБп	14,9 $^{\pm 0,41}$	3,18	+14

Примітка: $M^{\pm m}$ – середнє значення вимірюваного показника та його стандартна похибка; t_f – t-критерій Ст'юдента ($t_{0,05} = 2,01$).

Найбільшу (91 %) збережуваність сосни звичайної відмічено в культур, створених за схемою змішування порід 4рСз2рДз, а найменшу (78 %) – у культур, створених за схемою змішування 6рСз4рДч. У чистих за складом культур збережуваність становила 80 %, а культур, створених за схемою змішування 5рСз2рБп, – 83 %.

Таким чином, у південній частині Лівобережного Лісостепу доцільно створювати мішані за складом соснові культури, в першу чергу із дубом звичайним і березою повислою, за схемою змішування порід – 4–5рСз2рДз або Бп. Такі культури у віці чотирьох років характеризуються вищими показниками росту та збережуваністю головної породи, порівнюючи з чистими. Крім того, мішані культури є більш стійкими до наслідків зміни клімату, техногенного навантаження, ураження хворобами та шкідниками лісу, а також менш пошкоджуються пожежами.

УДК 630.4

**ЯСЕНОВА СМАРАГДОВА ВУЗЬКОТІЛА ЗЛАТКА
AGRILUS PLANIPENNIS FAIRMAIRE, 1888 (COLEOPTERA:
BUPRESTIDAE) В ЛІСОСМУГАХ ЛОЗІВСЬКОГО РАЙОНУ
ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Швиденко І.М., канд. с.-г. наук, доц.
Державний біотехнологічний університет, Україна

Одним з найнебезпечніших інвазійних шкідників ясена, що поширився останнім часом в Україні, є ясенова смарагдова вузькотіла златка *Agrilus planipennis* Fairmaire (Coleoptera: BUPRESTIDAE). В 2019 році її вперше виявлено в Україні [2, 5], а з 2021 року вона поширюється у Харківській області [5, 6]. На Харківщині її виявили спочатку в Кам'янському лісництві ДП «Куп'янське лісове господарство», звідки вона стала поширюватися на захід. У 2021 році достовірно підтверджено наявність златки на території Дворічанського національного парку, де златка заселяла 2 види ясена – *Fraxinus pennsylvanica* Marsh. і *Fraxinus excelsior* L. [6].

У 2023 році *A. planipennis* було виявлено в місті Харків та по околицях населених пунктів Елітне, Бобрівка, Циркуни, Лісне, Черкаська Лозова, Мала Данилівка, Пісочин, Лідне, Покотилівка, Безлюдівка, Хроли, Докучаєвське. Ознаки заселення дерев також виявлені в лісосмугах уздовж дороги Харків – Богодухів [6].

Ясенова смарагдова вузькотіла златка є агресивним карантинним видом. Вона може заселяти здорові і ослаблені дерева різних видів роду ясен: ясен пенсильванський (зелений), я. звичайний та інші. Заселені дерева поступово всихають за 2–3 роки, причому відмирання починається зверху, з гілок крони і просувається до низу стовбура [1, 3, 4]. Личинки розвиваються під корою, лялькуються, а після завершення розвитку лялечок вилітають жуки.

Заселеність дерев ясеновою смарагдовою вузькотілою златкою можливо розпізнати за слідами живлення дятлів (шматкам кори біля дерев), зрідженим кронам дерев, появою на стовбурах у місцях вильоту жуків D-подібних льотних отворів (рис. 1А) і характерних ходів під корою (рис. 1Б).

Дослідження проводили в лісосмугах північної частини Лозівського району Харківської області наприкінці травня та на початку червня 2025 року. Обстежено 82 екземпляри ясеня, серед яких переважав ясен пенсильванський.

Стосовно кожного дерева вимірювали висоту та оцінювали санітарний стан. Результати досліджень показали, що лише 9,8 % дерев належали до І категорії, тобто мали задовільний санітарний стан, це були молоді дерева із середньою висотою 6,25 м (табл. 1).

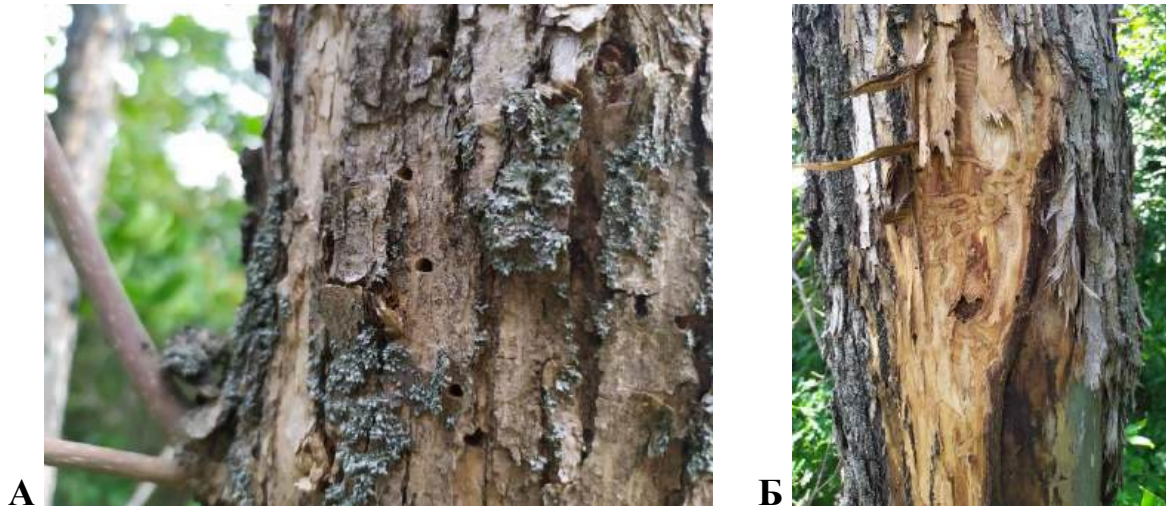


Рисунок 1 – Осередок ясеневої смарагдової вузькотілої златки в лісосмугах Лозівського району Харківської області: А – D-подібні льотні отвори; Б – личинкові змієподібні ходи (фото автора)

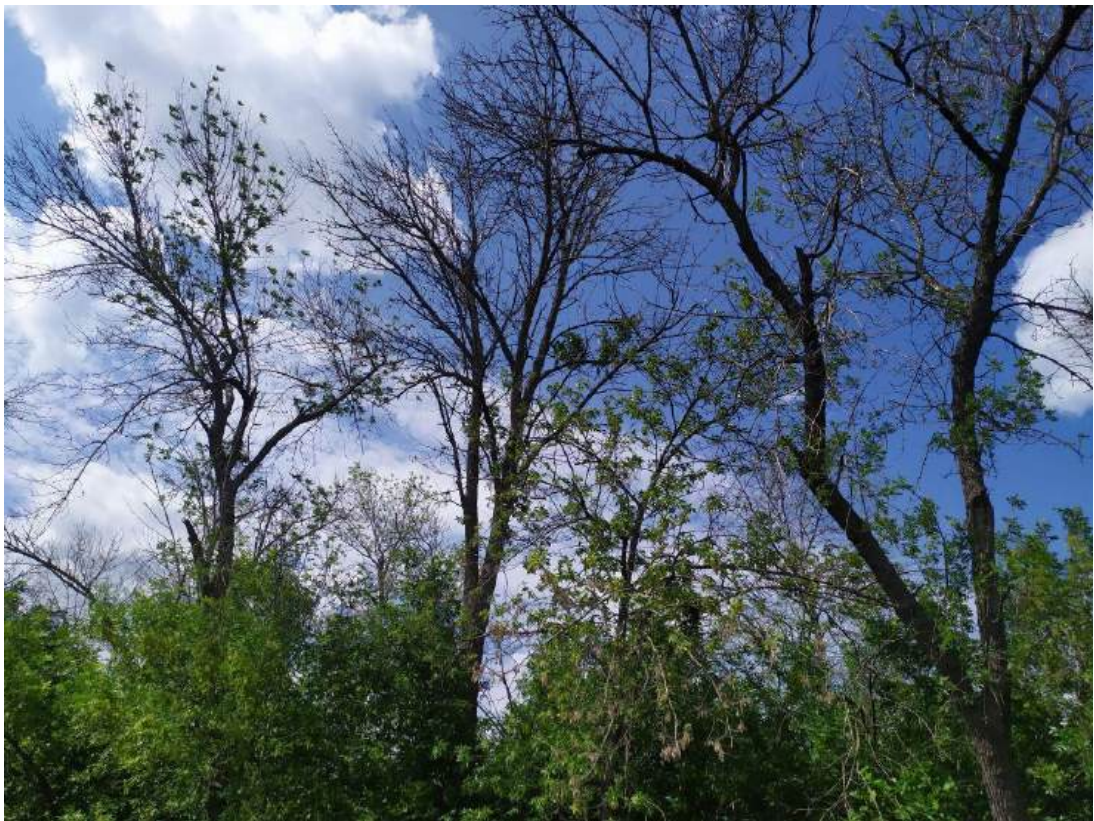


Рисунок 2 – Загальний вигляд заселених дерев ясеня пенсільванського (фото автора)

Найбільшу частку (35,4 %) становили дерева V категорії санітарного стану (свіжий сухостій), а ще 24,4 % – дерева VI категорії санітарного стану (старий сухостій). Середня висота цих дерев становила 13,96 та 13,00 м відповідно, тобто златка заселяла насамперед старші дерева (див. табл. 1).

Таблиця 1 – Розподіл дерев ясеня пенсільванського за категоріями санітарного стану

Категорія санітарного стану	Частка, %	Середня висота, м
I	9,8	6,25
II	13,4	7,36
III	8,5	9,57
IV	8,5	12,14
V	35,4	13,96
VI	24,4	13,00

Розподіл дерев за висотою та категоріями санітарного стану вказує, що пошкодження ясененою смарагдовою вузькотілою златкою має системний характер і охоплює всі вікові групи (рис. 3). Древа II–IV категорій санітарного стану разом становлять 30,4 % і мають початкові або помірні ознаки ослаблення.



Рисунок 3 - D-подібні льотні отвори на молодих деревах ясеня пенсільванського діаметром до 4 см (фото автора)

Отже встановлено, що 90 % дерев ясеня пенсільванського в обстежених лісосмугах Лозівського району Харківської області заселені ясененою смарагдовою вузькотілою златкою. Масове заселення цим шкідником призводить до загибелі дерев ясеня, про що свідчить перебування понад 59 % дерев цього виду у п'ятій і шостій категоріях санітарного стану. Першими гинуть високорослі дерева, що підтверджує вибіркову активність шкідника щодо середньовікових і стиглих дерев. Така ситуація вказує на катастрофічне погіршення санітарного стану насаджень, де основною породою є ясен, а також необхідність видалення заселених дерев та заміни їх на стійкіші види. Це ще раз підкреслює важливість посилення моніторингу за залишковими здоровими деревами ясеня пенсільванського.

Література

1. Davydenko K., Skrylnik Y., Borysenko O., Menkis A., Vysotska N., Meshkova V., Olson A., Elfstrand M., Vasaitis R. Invasion of Emerald ash borer *Agrilus planipennis* and ash dieback pathogen *Hymenoscyphus fraxineus* in Ukraine. A concerted action. *Forests*. 2022, 13, 789. <https://doi.org/10.3390/f13050789>
2. Drogvalenko A.N., Orlova-Bienkowskaja M.J., Bieńkowski A.O. Record of the Emerald Ash Borer (*Agrilus planipennis*) in Ukraine is confirmed. *Insects*. 2019. 10: 338. <https://doi.org/10.3390/insects10100338>
3. Meshkova V., Borysenko O., Kucheryavenko T., Skrylnyk Y., Davydenko K., Holusa J. Potential Westward Spread of Emerald Ash Borer, *Agrilus planipennis* Fairmaire, 1888 (Coleoptera: Buprestidae) from Eastern Ukraine. *Forests*. 2023, 14, 736. <https://doi.org/10.3390/f14040736>
4. Matsiakh I. Інвазія ясеневій вузькотілої златки *Agrilus planipennis* Fairmaire (Coleoptera: Buprestidae): тактика дій. *Лісове господарство, лісова, паперова і деревообробна промисловість*. 2019. 45, 65-90. <https://doi.org/10.36930/42194510>
5. Кучерявенко Т. В., Скрильник Ю. Є., Давиденко К. В., Зінченко О. В., Мешкова В. Л. Перші дані щодо біологічних особливостей *Agrilus planipennis* Fairmaire, 1888 (Coleoptera: Buprestidae) на території України. *Український ентомологічний журнал*. 2020. №1–2(18). С. 57–65.
6. Скрильник Ю.Є., Кучерявенко Т.В., Зінченко О.В. Поширення смарагдової ясеневій златки *Agrilus planipennis* Fairmaire, 1888 (Coleoptera: Buprestidae) у Харківській області. *Захист і карантин рослин у XXI столітті: проблеми і перспективи*: матер. II міжнар. наук.-практ. конф., присвяч. ювілейним датам від дня народження видатних вчених-ентомологів докт. біол. наук, професорів О.О. Мігуліна та О.В. Захаренка, м. Харків, ДБТУ, 19-20 жовтня 2023 р. Житомир: Рута, 2023. С. 142-145.

УДК 330.[003.1+732.4]

MODERNIZING MASTER PROGRAMS TO SUPPORT FOREST SECTOR TRANSFORMATION TOWARDS UKRAINE'S POST-WAR GREEN REBUILDING: CHALLENGES AND PROSPECTS

Soloviy I., Prof. Dr.,

Lesiuk H., Dr.,

Mihus I., MSc Student

Ukrainian National Forestry University, Ukraine

Over the past few decades, Ukraine's forest sector has shown steady, favorable development, surpassing most other industries in the national economy in terms of annual growth rates. Since the onset of Russia's full-scale invasion of Ukraine, the forest sector has suffered extensive ecological and economic damage. By the end of 2024, around 800,000 hectares of forest land remained under temporary occupation. Additionally, about 450,000 hectares are potentially contaminated with explosives and require thorough inspection and demining. (State Forest Resources Agency of Ukraine, 2024). The war has led not only to the physical destruction of forest areas but also to the disruption of ecosystem connections, soil degradation, water contamination, and biodiversity loss (EPL, 2023).

These challenges have brought renewed urgency to Ukraine's cooperation with Europe and aligning its priorities with Europe's. In this context, Ukraine's movement toward European integration is particularly important, as it offers a strategic framework for green rebuilding and necessary institutional and sectoral reforms. Other challenges include gaps between education and the rapidly changing labor market, low interest to forest-based study programs, lack of systematic cooperation between HEIs and industry.

In this context, modernizing master's-level education in forestry is strategically important for developing a new generation of specialists capable of leading the sustainable transformation of the industry in alignment with the European Green Deal.

These challenges created preconditions for the preparing application to the Erasmus+ CBHE project "Modernizing master programs to support forest sector transformation towards Ukraine's post-war green rebuilding" (ForestPost) by the Ukrainian National Forestry University (Coordinator), National University of Life and Environmental Sciences, State Biotechnological University, Transylvanian University of Brasov, University of Valladolid, Eberswalde University for Sustainable Development and 33 associated partners.

The wider objective of the project is to develop the synergy between Ukrainian HEIs and forest sector for strengthening the joint contribution to the green post-war rebuilding of Ukraine through the implementation of new study courses based on the dual education approach, considering the global and local challenges, urgent needs of forest sector, and developing students' green skills.

Specific objectives are the following:

1. Update the content of forest-based master study program in accordance with the labor market demand, and global and national challenges.
2. Strengthen the application of dual education approach in forest-based education.
3. Develop green skills of students through implementation of new study courses.
4. Develop the links between Ukrainian forestry institutions, EU institutions and industry.
5. Popularize forestry education and disseminate knowledge on forestry's contribution to the EU Green Deal in Ukraine.

The ForestPost project is focused on green skills, which are strongly required for the transition to a green economy (occupation-specific skills), and necessary to establish and promote green jobs that can lead the sector transformation. In line with the New Industrial Strategy for Europe, green skills are an integral component to adequately equip, re- and upskill people for the future. Meanwhile, international collaborations like the Erasmus+ ForestPost project highlight the educational innovations needed to support Ukraine's green recovery.

The transition to a green economy is not only about technological innovation or regulatory compliance. It demands a fundamental transformation in how people learn, work, and solve problems – centring on an adaptable workforce equipped with the skills to lead change, not just manage it. A successful green transition requires education systems, industries, and policy frameworks to align around a new paradigm of skills development that is inclusive, interdisciplinary, and innovation-driven (Busemeyer et al., 2025; CEDEFOP, 2023).

The activities towards acquisition of students' green skills will be based on the concept of the greening of education. Greening of education is understood as a process of saturation of study programs in all fields with environmental aspects in order to form an ecological-economic thinking instead of one-sided traditional economic thinking. Greening education is aimed to educate new generations with the holistic vision of the real world challenges, attitudes of responsibility and active social behavior as an agent of sustainability transformations.

Ukrainian forest-based master's programs share foundational similarities with their EU counterparts, but lack integration of interdisciplinary and forward-looking content that aligns with global macro trends. The programs have a limited focus on emerging topics, such as digital innovation, artificial intelligence, and climate adaptation, which are critical for the future of the forest sector. Current curricula underutilize opportunities for industry collaboration, dual education models, and hands-on learning. This limits graduates' readiness for the evolving demands of the labor market.

In order to future-proof forest-based education, programs must emphasize resilience planning, ecosystem services modeling, and multifunctional forest management. As part of the project, the establishment of sustainability communication centers at universities is planned to foster collaboration among

academia, business, government, and civil society. These hubs will facilitate knowledge exchange and promote environmental awareness. Modernizing forest-based master's programs in Ukraine is not just an educational task, but a strategic necessity for environmental security and sustainable development. It must be rooted in dual education, interdisciplinarity, and international integration, especially in light of post-war challenges. With the backing of international partners, educational innovations can cultivate a new generation of eco-conscious professionals who will drive Ukraine's green transformation.

References

- State Forest Resources Agency of Ukraine (2024). Public report of the head of the State Forest Resources Agency of Ukraine for 2024. <https://forest.gov.ua/storage/app/sites/8/uploaded-files/%20%D0%B7%D0%B2%D1%96%D1%82%20%D0%B7%D0%B0%202024%20%D1%80%D1%96%D0%BA.pdf> (in Ukrainian)
- Busemeyer, M. R., Carstensen, M. B., Kemmerling, A. et al. (2025). Foundations for a Green Economy: How Institutions Shape Green Skills. npj Clim. Action 4, 27 <https://doi.org/10.1038/s44168-025-00234-5>
- CEDEFOP (2023). Skills in transition: the way to 2035. Luxembourg: Publications Office. <http://data.europa.eu/doi/10.2801/438491>
- EPL – Environment-People-Law (2023). War and post-war environmental policy of Ukraine: realities and prospects. https://analytics.intsecurity.org/wp-content/uploads/2023/09/Ukr_EPL_07_Environmental-Policy_Ukraine.pdf (in Ukrainian)

УДК 711.4:502.131.1(477)

INCREASING THE RESILIENCE OF UKRAINIAN FORESTS TO CLIMATE CHANGE AND FIRE RISKS THROUGH SILVICULTURAL PRACTICES

Soshenskyi O.O., PhD in Forestry,

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine

Climate change, pest outbreaks, and forest fires are among the most critical challenges for forest ecosystems in Ukraine. Since 1990, Ukraine has experienced a growing frequency and severity of forest fires, particularly large-scale. The combination of prolonged droughts, rising temperatures, human-induced factors, and the ongoing Russian aggression against Ukraine has significantly intensified the wildfire situation (Zibtsev et al., 2024). In this context, enhancing forest resilience through adaptive silvicultural practices has become a strategic priority. Transitioning from multispecies, even-aged stands to structurally diverse, mixed-species forests plays a vital role in reducing fire hazards, resilience to climate change and increasing overall ecosystem stability. This approach is also endorsed by the European Union's Forest Strategy for 2030.

Following the shift from a planned to a market-based economy, Ukrainian forest enterprises gained access to international markets. However, attention to afforestation and fire management has declined due to reduced willingness to invest in forest protection against pests, diseases, and fires. Since 2016, government funding for forest management in Ukraine has ceased entirely, prompting extensive exploitation of forest resources, mainly timber for economic purposes such as wages, taxes, and support for rural communities (e.g., school and clinic repairs). At the same time, the economic crisis hindered the adaptation of outdated Soviet forest management approaches to current market and climate conditions.

In recent decades, Ukraine's timber harvesting structure has undergone significant changes due to anthropogenic pressures and climate change. During the past, planned economy era (1970s–1980s), most timber was obtained through final felling of mature stands, with a minor share from sanitary cuttings. Currently, the situation has reversed: sanitary cuttings now account much more (up to half), while the share from thinning and final fellings has significantly decreased. The majority of harvested timber now comes from late commercial thinning in 40–70-year-old stands. As a result, the average timber stock in mature stands is substantially lower than standard growth models predict. Clear-cutting dominates final fellings (89% by area), while selective and gradual felling methods account for only 11%, affecting the timber quality, when only

41% of the wood harvested from final fellings is merchantable, with the rest being fuelwood or non-liquid wood (SSSU, 2023).

Another factor contributing to forest vulnerability is intensive artificial regeneration. Over the past decade, an average of 67% of new forests were planted, with only 33% naturally regenerated (SSSU, 2023). Expanding the use of natural regeneration of native species through appropriate silvicultural measures is essential for creating favorable conditions for seedling establishment and natural regeneration survival.

Lack of early thinning and intensive late-stage commercial thinning in overstocked stands, especially during the critical growth phase of Scots pine (ages 25–35) has led to deteriorating forest health, narrow crowns, and increased competition for light and nutrients. Combined with climate change, these structural weaknesses have reduced forest resilience.

To improve the health and resilience of forests, greater use of natural regeneration and optimized stand structure is required. These measures enhance forest health and foster structurally complex, climate-resilience of stands that also support biodiversity conservation (European Commission, 2020).

Traditional forest practices such as clear-cutting and monocultures do not ensure long-term sustainability and create significant ecological risks. In contrast, close-to-nature forestry (CTNF) has emerged as a key strategy to enhance forest stability and resilience. This approach emphasizes the creation of mixed-species, uneven-aged stands that mimic natural forest structures and dynamics, thereby supporting biodiversity, structural complexity, and ecosystem stability (European Commission, 2020; European Commission, 2021).

The State Forest Management Strategy of Ukraine until 2035 (Cabinet of Ministers of Ukraine, 2021) recognizes CTNF as a fundamental tool for ecological resilience and climate adaptation. Empirical studies (for example in Roztochchia region, Boyarka Forest Research Station) demonstrate the effectiveness of natural regeneration under shelterwoods and group selection systems in establishing Scots pine and other native species, resulting in structurally diverse and stable forests. Integrating broadleaved species into conifer-dominated stands reduces fire risk and enhances resilience (Fig.).

Adaptive silvicultural practices such as selective thinning and enrichment planting are crucial for transitioning existing forests toward more resilient structures. These practices not only improve resilience to climatic and biotic stressors but also enhance critical ecosystem services including carbon sequestration, water regulation, and habitat provision. CTNF will support climate-resilient landscapes and long-term resource sustainability in Ukraine.



Figure. Example of transformation from a pure artificial Scots pine stand into a mixed, uneven-aged forest (Boyarka Forest Research Station)

CTNF is particularly promising in mountainous areas, where clear-cutting often creates ecological and social conflicts. The concept enables continuous regeneration and development of forest stands that resemble natural structures, relying on natural regeneration processes and the formation of multi-aged, multilayered stands (Krynytskyi et al., 2014). While CTNF has great potential in the Carpathians, large-scale implementation will require systemic changes in forest governance, additional efforts from forest enterprises, foresters training, and forest road infrastructure development. A gradual transition from clear-cutting to selective and group shelterwood systems is essential. The economic viability of CTNF in mountain regions depends on factors such as resource availability, qualified personnel, conservation technologies, market conditions, and ecosystem services. CTNF is grounded in a deep understanding of forest ecology, regeneration dynamics, growth processes, resilience mechanisms, and forest-society interactions. Notably, silvicultural approaches in pine forests differ significantly from those in broadleaved or mixed stands due to species-specific light requirements and ecological traits. For instance, shade-tolerant species like fir, spruce, and beech can persist under canopy for 60–80 years, while light sensitive species like pine, larch, and oak may perish within 1–4 years without sufficient light.

Considering Ukraine's development trajectory, socio-environmental pressures, and EU integration process, the relevance of CTNF will continue to grow. Expanding its implementation requires scientific research, regulatory frameworks, and the dissemination of best practices through student training, forester capacity building, podcasts, and public events. As part of the ForestPost

project (Modernizing master programs to support forest sector transformation towards Ukraine's post-war green rebuilding) founded by European Union, new teaching materials and outreach strategies are being developed for the implementation of CTNF into education and forest management.

This abstract emphasizes the strategic role of silviculture in enhancing forest resilience to cumulative stressors and provides a foundation for future policy reforms toward sustainable forest management in Ukraine.

References

1. Cabinet of Ministers of Ukraine (2021). State Forest Management Strategy of Ukraine until 2035. Verkhovna Rada of Ukraine. ULR: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1777-2021-%D1%80#Text>.
2. European Commission (2020). *EU Biodiversity Strategy for 2030*. ULR: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A52020DC0380>.
3. European Commission (2021). *EU Forest Strategy for 2030*. ULR: https://commission.europa.eu/document/cf3294e1-8358-4c93-8de4-3e1503b95201_en.
4. Krynytskyi, H. T., Cherniavskyi, M. V., et al. (2014). Close-to-nature and multifunctional forest management in the Carpathian region of Ukraine and Slovakia: A manual. NGO FORZA. Uzhhorod: P.P. "Kolo". 278 p.
5. SSSU (2023). State Statistics Service of Ukraine. *Statistical data on population and environment*. ULR: https://ukrstat.gov.ua/operativ/menu/menu_u/cg.htm.
6. Zibtsev, S., Pasternak, V., Vasylyshyn, R., Myroniuk, V., Sydorenko, S., & Soshenskyi, O. (2024). Assessment of carbon emissions due to landscape fires in Ukraine during war in 2022. *Ukrainian Journal of Forest and Wood Science*, 15(1), 126–139. <https://doi.org/10.31548/forest/1.2024.126>.

УДК 630*001.83(100):582.475.2:502.4(477-924.52)

**МІЖНАРОДНИЙ ЛІСОДОСЛІДНИЙ СТАЦІОНАР
З ПЕРЕФОРМУВАННЯ ПОХІДНИХ ЯЛИНОВИХ ЛІСІВ
КАРПАТСЬКОГО БІОСФЕРНОГО ЗАПОВІДНИКА**

Сухарюк Д.Д., канд. біол. наук
Карпатський біосферний заповідник, Україна

Упродовж декількох століть в Українських Карпат у складі і віковій структурі лісів відбулися суттєві зміни. Понад третину лісового фонду карпатського регіону складають деревостани штучного походження. На місці колишніх природних чистих і мішаних листяних, ялинових і ялицевих лісів на сотнях тисяч гектарів були створені культури екологічно нестабільних і нестійких ялинників, в яких періодично відбуваються розлади деревостанів унаслідок різних біотичних і абіотичних факторів. В даний час спостерігається інтенсивне всихання ялинників, особливо в їх штучних угрупованнях.

За прогнозами багатьох вчених в найближчі десятиліття, унаслідок кліматичних змін, зростатиме інтенсивність впливу стихійних явищ на ялинові екосистеми. Тому актуальною проблемою на сьогодні є розробка і проведення ефективних заходів з підвищення стійкості ялинових лісів шляхом формування насаджень за видовим складом порід, ценотичною і віковою структурою близьких до природних угруповань, яким властива здатність до саморегуляції, самозахисту та самовідновлення. Екологічною моделлю для ренатуралізації трансформованих і похідних лісів є первинні ліси і праліси (Стойко, 2006).

Одним із ефективних заходів відтворення наближених до природи лісів є переформування одновікових і одноярусних чистих деревостанів, що дозволяє створювати цільові деревостани за зразком корінних типів лісу (Чернявський зі співавт., 2008; Парпан, 2018).

Ялинові ліси Карпатського біосферного заповідника(КБЗ) займають площу 12860 га, з яких 5119 га природного і 7741 га – штучного походження.

У 2005 році за участі фахівців Швейцарського федерального інституту лісових, снігових і ландшафтних досліджень (WSL) та Національного лісотехнічного університету України на території Чорногірського відділення КБЗ був створений лісодослідний стаціонар з переформування похідних ялинових лісів. Метою експериментально-дослідних робіт на стаціонарі є формування цільових різновікових багоярусних буково-ялицево-ялинових угруповань зі складом насадження 4-6Ял3-4Яц2-3Бк+Яв+Яс.

Науковий полігон розміщений на південно-західному мегахилі крутизною до 20° на висоті 1060-1160 м н. р. м. Тип лісу – вологий буково-ялицевий ялинник. Деревостани – 100-річні ялинові культури повнотою 0.8-0.9. Стаціонар включає 12 дослідних ділянок площею по 1 га. На 9

ділянках проводяться рубки переформування різної інтенсивності, а 3 ділянки залишені як контрольні. Лісотаксаційна характеристика дослідних ділянок та дані обмірів дерев і обліків природного поновлення за 2006 та 2018 роки наведені в таблиці.

Лісотасаційні роботи і рубки переформування на 9 пробних площах проводились у 2006 році, а чергові інвентаризації деревостанів - у 2012 і 2018 роках.

Таблиця. Динаміка видового складу і структури деревостанів та природного поновлення після проведення рубок переформування

ділянки	Площа ділянки, га	Кількість дерев	Загальний запас, м ³	Інтенсивність вибірки, %	Повнота деревостану	Склад насаджень	Дані обліків природного поновлення лісоутворюючих порід (особин /га)				
							Ялина	Ялиця	Бук	Інші породи	Всього
2006											
1	1,0	669	936	22,9	0,85	9ЯЛЕ1ЯЦБ+БКЛ	100	1300	4840	2380	8620
2	1.0	676	955	Контроль	0,85	9ЯЛЕ1ЯЦБ+БКЛ	340	3200	3860	1040	2440
3	1.0	649	919	14,0	0,80	8ЯЛЕ2ЯЦБ+БКЛ	840	4800	10480	1600	17720
4	1.0	575	917	18,0	0,85	8ЯЛЕ2ЯЦБ+БКЛ	620	6840	3440	460	11360
5	1.0	623	934	21,5	0,80	9ЯЛЕ1ЯЦБ+БКЛ	520	–	100	540	1160
6	1.0	526	900	34,8	0,85	8ЯЛЕ2ЯЦБ+БКЛ	258	1640	2620	1970	8810
7	1.0	820	920	29,7	0,85	8ЯЛЕ2ЯЦБ+БКЛ	260	400	9940	20	10620
8	1.0	756	945	29,3	0,85	9ЯЛЕ1ЯЦБ+БКЛ	380	20	1720	320	2440
9	1.0	756	991	16.2	0,85	8ЯЛЕ2ЯЦБ+БКЛ	800	–	6260	220	7280
10	1.0	649	863	Контроль	0,80	9ЯЛЕ1ЯЦБ+БКЛ	380	4840	80	260	5560
11	1.0	699	961	17,7	0,80	8ЯЛЕ2ЯЦБ+БКЛ	340	820	3800	20	5180
12	1.0	857	1080	Контроль	0,85	8ЯЛЕ2ЯЦБ+БКЛ	104	–	10854	146	11104
2018											
1	1.0	542	531	22.9	0,65	5ЯЛЕ4ЯЦБ1БКЛ+ЯВ	12660	7120	400	2460	22640
2	1.0	645	948	Контроль	0,85	8ЯЛЕ2ЯЦБ+БКЛ	680	4600	260	300	5840
3	1.0	523	768	14.0	0,69	7ЯЛЕ2ЯЦБ1БКЛ+ЯВ	2780	7540	1620	420	12360
4	1.0	469	742	18.0	0,71	7ЯЛЕ2ЯЦБ1БКЛ	16260	9260	1180	440	27140
5	1.0	487	686	21.5	0,63	8ЯЛЕ1ЯЦБ1БКЛ	20740	3060	1380	2220	27400
6	1.0	243	364	34.8	0,34	3ЯЛЕ4ЯЦБ3БКЛ+ЯВ	1820	2620	1440	140	6020
7	1.0	449	452	29.7	0,42	3ЯЛЕ6ЯЦБ1БКЛ	16560	14720	780	300	32360
8	1.0	514	678	29.3	0,64	6ЯЛЕ3ЯЦБ1БКЛ+ЯВ	4760	5340	780	440	11320
9	1.0	651	839	16.2	0,72	7ЯЛЕ2ЯЦБ1БКЛ+ЯВ	1360	12160	1420	320	15260
10	1.0	653	849	Контроль	0,80	9ЯЛЕ1ЯЦБ+БКЛ	3700	540	540	100	4880
11	1.0	589	787	17.7	0,71	7ЯЛЕ2ЯЦБ1БКЛ+ЯВ	16800	4120	480	300	21700
12	1.0	852	1076	Контроль	0,85	8ЯЛЕ2ЯЦБ+БКЛ	3125	9229	542	100	13896

Дані досліджень показали, що запас ростучих дерев після проведення рубок зменшився на всіх дослідних ділянках. Збільшення освітленості, унаслідок утворення великих вікон у наметах деревостанів, сприяло інтенсивному розвитку дерев і зростанню запасів насаджень на всіх ділянках з різним ступенем втручання. В деревостанах з високим відсотком вибірки дерев обліковано значну кількість молодих дерев, які появились з підросту вищих його класів висот.

Встановлено, що видовий склад насаджень після проведення рубок переформування відчутно змінився, частка ялини зменшилась на 10-50%, а

участь ялиці зросла на 10-30%. Однак, надмірне зрідження деревостану призвело до різкого зменшення запасу і стійкості ростучого деревостану. Великі розміри вікон у деревостані (понад 0,1 га) і надмірна кількість сонячного світла призводить до пригнічення молодих дерев тіньовитривалих порід та заростання ділянок трав'яною рослинністю, що утруднює появу підросту лісоутворюючих порід.

На переважній більшості дослідних ділянок суттєво зросла загальна кількість особин природного поновлення і його породного складу. Велика інтенсивність вибірки запасу деревостану і збільшення освітленості під його наметом може сповільнювати появу особин природного поновлення, а в окремих випадках призводити навіть до зменшення його кількості. Оптимальною є незначна інтенсивність втручання (вибірка до 20% загального запасу) та створення невеликих прогалин у наметі лісу. При появі невеликих розладів (поодинокі всохлі або вітровальні дерева) доцільно утриматись від проведення санітарно-оздоровчих заходів, за винятком загроз появи епідемій шкідників і хвороб лісу. Результати досліджень на стаціонарі з переформування монодомінантних культур ялини в цілому свідчать про чітку тенденцію змін у складі і структурі деревостанів і природного поновлення у напрямку формування насаджень, наближених до природних, що відповідає основним критеріям сталого управління лісами.

Література

1. Парпан В.І. Рекомендації з рубок переформування в основних типах лісу Українських Карпат. Наукові основи ведення лісового господарства в Українських Карпатах. Збірник рекомендацій УкрНДІґірліс. Випуск 5. Івано-Франківськ. 2018. С. 100-115.
2. Стойко С. М. Праліси як екологічні моделі для ренатуралізації вторинних фітоценозів. Укр. ботан. журн. 2006. Випуск 63, №3. С. 358–368.
3. Чернявський М.В., Сухарюк Д.Д., Шпільчак М.Б., Коммармот Б., Бюргі А., Швіттер Р. Переформування похідних смеречників у мішані структуровані ліси у Карпатському біосферному заповіднику. Львів: Науковий вісник НЛТУ України, вип. 18.3, 2008. С.31-37.

УДК 630.416.16

**ПОШИРЕННЯ ПАТОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В СОСНОВИХ
ДЕРЕВОСТАНАХ УКРАЇНИ З РІЗНОЮ ПОВНОТОЮ
ЗА ПЕРІОД 1994-2023 Р.**

Усцький І.М., канд. с.г. наук, пров. науковий співробітник

Жадан І.В., старший науковий співробітник

Український науково-дослідний інститут лісового господарства та
агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького, Україна

Повнота насадження є основним критерієм призначення рубок догляду. Враховуючи те, що більшість соснових насаджень в Україні штучного походження одновікові, чисті, та близькі до них за складом, вирощування їх без рубок догляду провокує різні, в залежності від віку, лісопатологічні проблеми. Соснові насадження створювались в основному в 50-70 роках минулого століття на великих площах в основному на борових терасах лівих берегів річок, зандрових рівнинах Полісся та на низькобальних сільськогосподарських землях, часто без врахування ґрунтових умов і переважно під меч Колесова. На значних площах цих насаджень рубки догляду проводились із запізненням, часто вже у віці жердняку, що сприяло поширенню коренових гнилей, та спалахів масового розмноження хвоєгризів та короїдів. До того ж вони потерпали від пожеж, вітровалів та буреломів. Рубки догляду в середньовікових насадженнях призначались переважно в насадженнях з повнотою 0,8 і вище і рідко в насадженнях з повнотою 0,7 і нижче, в яких домінували вже санітарні рубки. Враховуючи вікові особливості насаджень в яких відмічені патологічні процеси важливо розглянути їх поширення в деревостанах з різною повнотою.

З цією метою аналізувались бази даних лісових насаджень в яких спостерігались патологічні процеси на порталі «Моніторинг патологій лісу» [2] за період 1994-2024р. Виявлення таких насаджень відбувалось як шляхом лісопатологічних обстежень, так і в процесі господарської діяльності. В процесі моніторингу обліковуються насадження, які були пошкоджені різними чинниками (пожежами, вітровалами, буреломами, підтопленням, сніголамом, шкідниками, хворобами та ін.), та всі виявлені насадження з наявним патологічним всиханням, ознакою якого є відпад дерев 1-2 класів Крафта, та пошкодженнями і ознаками які створюють прецедент для призначення та проведення санітарних заходів згідно Санітарних правил в лісах України [4]. З цією метою проведено узагальнення площ всихаючих соснових деревостанів з різною відносною повнотою та проведено кореляційний аналіз між частками цих площ та роками періоду в яких вони були відмічені. В даному випадку тіснота та напрям кореляційних зв'язків свідчить про поширення патологічних процесів – прямі кореляційні зв'язки різної тісноти свідчать про їх збільшення, а обернені навпаки про зменшення.

Результати узагальнень свідчать (рис.1), що станом на всі терміни періоду 1994-2023рр найбільшого поширення патологічні процеси набули в деревостанах з повнотою 0,7 - від 40% до 50% в залежності від року обліку. Дещо менше в деревостанах з повнотою 0,8 - від 22% до 34%. Від 12% до 17% від площ всихаючих сосняків станом на термін обліків, були деревостани з повнотою 0,6 (рис.1). Високоповнотні деревостани (0,9-1,0) серед всихаючих соснових насаджень складали від 6% до 8%.

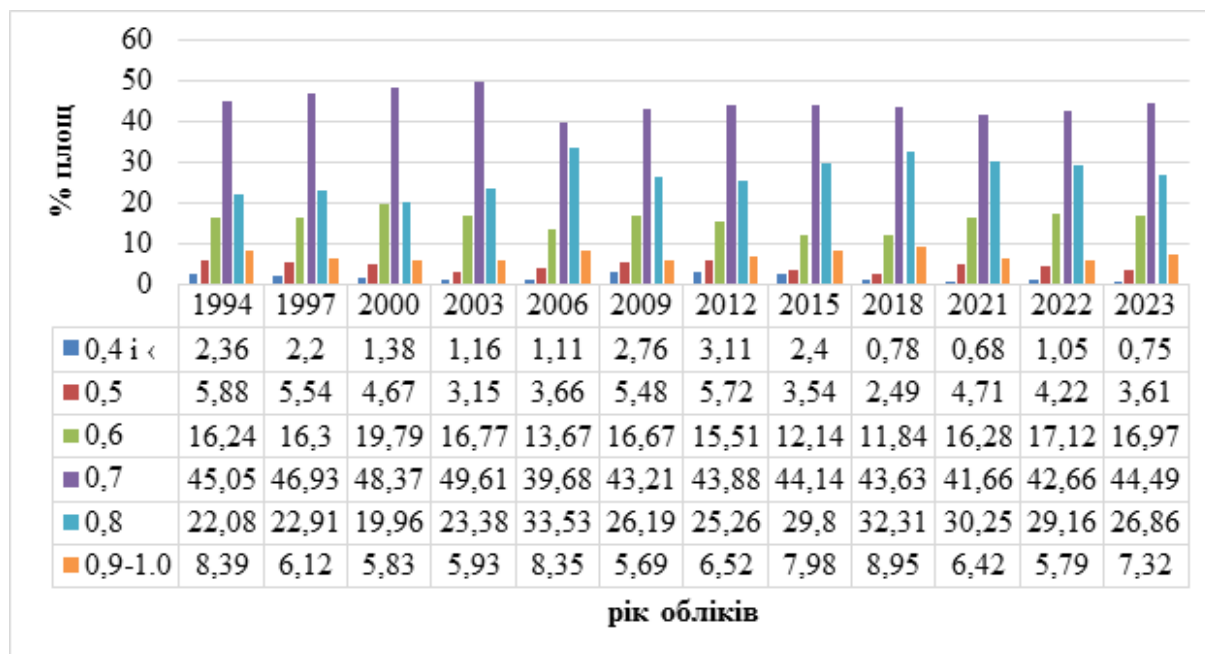


Рисунок 1 - Частка площ всихаючих соснових деревостанів з різною повнотою від загальної площі всихаючих сосняків станом на рік обліку.

Низькоповнотні всихаючі соснові деревостани з повнотою 0,5 займають дещо менші площі порівняно із високоповнотними -3-6%, а з повнотою 0,4 і < - 1-3%. Загалом не залежно від року обліку частки всихаючих насаджень з різною повнотою в тій чи іншій мірі відповідають загальним площам сосняків з різною повнотою не залежно від їх стану.

Дещо інше представлення дає участь всихаючих соснових насаджень з різною повнотою станом на рік обліку в загальній площі цих насаджень за увесь період 1994-2023рр. (рис. 2). Так станом на 1994 та 1997рр. спостерігається не чітка тенденція до нерівномірного зниження частки площ всихаючих сосняків із збільшенням їх повноти. Така вже чітко виражена тенденція відмічена станом на 2009р. та 2012р. Проте вже станом на 2003р., 2006р., 2015р., - 2023рр. навпаки спостерігається тенденція до поступового збільшення частки площ всихаючих насаджень із збільшенням їх повноти особливо станом на 2006 та 2018р. Станом на 2000р. , 2021р. та 2022р. ці тенденції не чіткі і нелінійні.

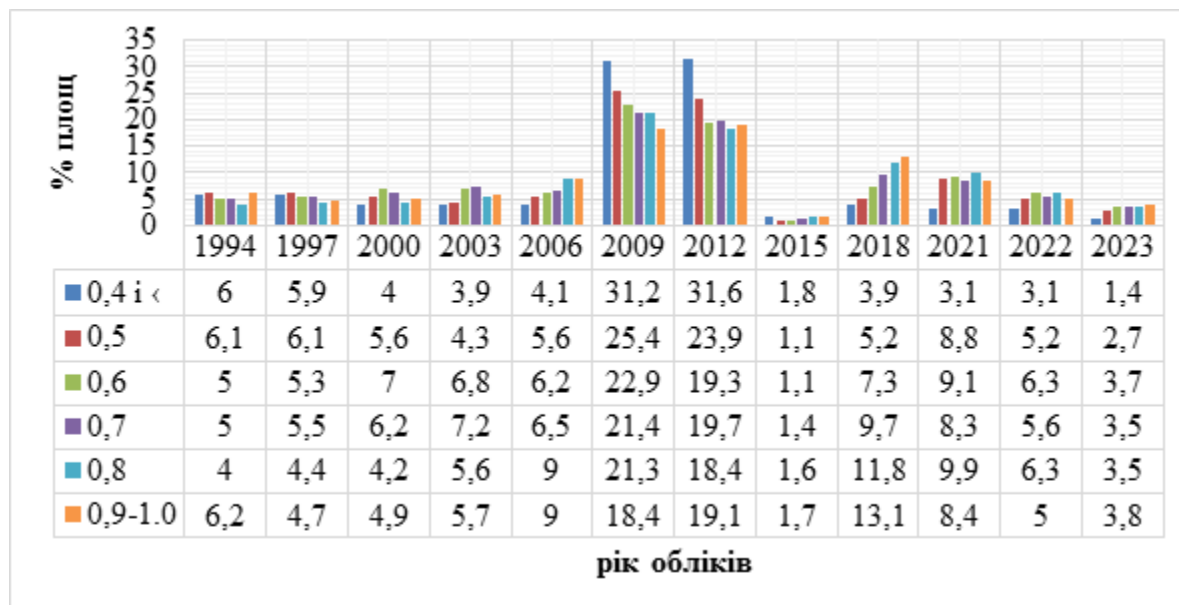


Рисунок 2 - Частка всихаючих соснових деревостанів з різною повнотою від загальної площі всихаючих соснових деревостанів з цими повнотами станом за період 1994-2023 рр.

Результати кореляційного аналізу між частками площ всихаючих насаджень і їх повнотами за всі роки обліків періоду 1994-2023рр свідчить (рис. 3), про наявність статистично підтверджених обернених тісних зв'язків станом на 1997р. ($r_{0,01} = -0,877$), 2009р. ($r_{0,01} = -0,937$) та 2012р. ($r_{0,01} = -0,825$). Водночас станом на 2006р., 2018р., та 2023р. між цими показниками відмічені тісні статистично підтверджені прямі зв'язки відповідно $r_{0,01} = 0,964$, $0,996$, $0,826$ тобто чим більша повнота тим більша частка площ всихаючих деревостанів.



Рисунок 3 - Тіснота та напрям кореляційних зв'язків повнот насаджень із часткою відповідних площ всихаючих соснових деревостанів станом на рік обліків за період 1994-2023р.

Вірогідно поширення патологічних процесів в соснових деревостанах по мірі зниження та мірі підвищення повноти пов'язане з особливістю умов які змінюються через 6-9 років. Зв'язки за 2022р. та 2023р. пов'язані із воєнними діями і не є характерними для цих змін. Підтвердження цих

висновків потребує подальших досліджень. Можливо збільшення площ всихаючих деревостанів в соснових насадженнях по мірі зниження їх повноти (обернена залежність) пов'язане із збільшенням впливу буревіїв, які спричиняють вітровали та буреломи в розріджених деревостанах. Зокрема в умовах Карпат найбільша ймовірність виникнення вітровалів і буреломів лісу існує у низькоповнотних деревостанах [5;1]. Збільшення площ всихаючих деревостанів по мірі збільшення їх повноти (пряма залежність) вірогідно пов'язано із посушливими умовами цих років та підвищенням середньої температури вегетаційного періоду. Зокрема в умовах Київського Полісся найбільше поширення патологічних процесів виявилось в лісах з відносною повнотою 0,7 та 0,75 [3]. Відмічено, що в умовах Західного Полісся поширення лісопатологічних процесів пов'язане з витратною частиною водного балансу, яка суттєво зростає при збільшенні температури [6].

Література

1. Лавний В.В., Сухарюк Д.Д., Особливості вітровалів та буреломів лісу в Українських Карпатах. Науковий вісник НЛТУ, 2007, вип.17.7 – с.65-70
2. Моніторинг патологій лісу. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://urifmfp.org.ua/>
3. Мороз В.В. Фітосанітарний стан соснових насаджень філії ДП “Поліське лісове господарство”. Збалансоване лісокористування - № 4, 2024р. – с. 98-107
4. Санітарні правила в лісах України. – К.: Міністерство лісового господарства України, 1995, зі змінами: постанова КМУ від 07.08.2013 р. N 748, від 23.03.2016 р. N 213, від 26.10.2016 р. N 756 – 11 с.
5. Шпарик Ю.С., Вітер Р.М., Вплив вітру на стан деревостанів і лісівничі заходи для попередження вітровалів в Українських Карпатах. Науковий вісник НЛТУ- вип. 22.15-2012р. - с.24-29
6. Getmanchuk, A., Kychylyuk, O., Voytyuk, V., & Borodavka, V. (2017). The Regional Changes of Climate as Primary Causes of Strong Withering of Pine Stands in Volyn Polissya. Scientific Bulletin of UNFU, 27(1), 120–124. Retrieved from <http://nv.nltu.edu.ua/index.php/journal/article/view/178>

УДК 502.1:338.48

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ЕКОТУРИЗМУ В ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМАХ

Василишин Х.Р., канд. екон. наук,
Національний лісотехнічний університет України

Безпечний екотуризм розглядається як складова сталого природокористування в контексті реалізації Європейського зеленого курсу (European Commission, 2020) [1]. Екотуризм, як один із напрямів сталого розвитку, здобуває дедалі більше значення в Європі та Україні (Weaver, 2021) [2]. Лісові екосистеми приваблюють туристів своєю естетичною, культурною та екологічною цінністю. Водночас, неконтрольоване відвідування таких територій може призвести до деградації довкілля та створення небезпеки для життя та здоров'я відвідувачів.

Особливої актуальності питання безпеки набуває в контексті реалізації Європейського зеленого курсу, що передбачає не лише збереження природного середовища, а й розвиток екологічної відповідальності та участі громад у збереженні природи [1].

Ліси займають близько 16% території України й мають великий рекреаційний потенціал (Мінекономіки України, 2021) [4]. Екотуристичні маршрути у лісах часто мають освітній, оздоровчий і природоохоронний характер. Разом з тим, основні ризики для безпеки включають:

- фізичну небезпеку: непрохідний рельєф, падіння дерев, отруйні рослини, укуси комах та тварин (FAO, 2022) [5];
- природні катастрофи: зсуви, повені, лісові пожежі;
- відсутність інфраструктури: непозначені маршрути, відсутність мобільного зв'язку, перешкоди для людей з обмеженими можливостями;
- антропогенний вплив: перевантаження екосистем, сміття, витоку трав'яного покриву, шумове забруднення (IUCN, 2020) [3].

На нашу думку, безпека екотуризму має включати три ключові компоненти: інфраструктурну, екологічну та організаційну, а також може бути адаптована для українських лісових господарств та громад.

1. Інфраструктурна безпека передбачає:

- чітка навігація: маркування стежок, інформаційні стенди, GPS-навігація.
- облаштування маршрутів: оглядові майданчики, перила, мостики, місця для відпочинку.
- елементи SMART-інфраструктури: QR-коди з інформацією, мобільні застосунки із супроводом та тривожною кнопкою.

2. Екологічна безпека забезпечує:

- визначення рекреаційного навантаження та обмеження кількості відвідувачів.
- зонування територій: створення буферних, туристичних і заповідних зон [3].

- освітні кампанії для туристів: поширення принципу *Leave No Trace*.

3. Організаційна безпека передбачає:

- підготовка персоналу: навчання гідів, волонтерів, співробітників лісгоспів основам безпеки.
- реєстрація туристичних груп, повідомлення про маршрути.
- налагоджена співпраця з рятувальними службами, лікарнями, місцевими органами влади [5].

У багатьох країнах ЄС (Австрія, Словенія, Швеція) питання безпеки в екотуризмі регулюються на рівні стратегій сталого туризму [2]. Серед практик, які можуть бути запозичені слід зазначити:

- цифрова трансформація маршрутів: мобільні додатки, інтерактивні карти, віртуальні гіди.
- еко-сертифікація маршрутів (*Green Destinations, Europarc*).
- партнерські платформи між лісовими господарствами, освітніми закладами та туристичними операторами.
- впровадження освітніх модулів для туристів: міні-курси безпеки, екологічна грамотність, поведінка в лісі.

Висновки

1. Безпека має бути інтегрованою частиною планування і розвитку екотуристичних маршрутів.
2. Потрібна міжсекторальна взаємодія: лісове господарство, громади, служби безпеки, освітні та туристичні установи.
3. Доцільно розробити національні стандарти безпеки екотуризму з урахуванням європейських підходів.
4. Освіта відіграє ключову роль у формуванні безпечної поведінки в лісі – слід інтегрувати екологічну безпеку в шкільні та позашкільні навчальні програми.
5. Цифрові рішення дозволяють значно покращити інформованість туристів та оперативно реагувати на надзвичайні ситуації [4].

Література

1. European Commission. (2020). The European Green Deal. https://ec.europa.eu/info/publications/european-green-deal_en
2. Weaver D. (2021). Sustainable Tourism. Routledge.
3. IUCN. (2020). Guidelines for development of ecotourism in protected areas.
4. Програма розвитку туризму в Україні до 2030 року. Мінекономіки України, 2021.
5. FAO. (2022). Forest Recreation and Nature Tourism: Safety and Sustainability.

УДК 630*114.351:630*232:630*17:582.632.2

**ЕКОЛОГО-МЕЛІОРАТИВНА РОЛЬ ЛІСОВОЇ ПІДСТИЛКИ
В ЛІСОМЕЛІОРАТИВНОМУ КОМПЛЕКСІ
В УМОВАХ ПЕРЕСІЧНОГО РЕЛЬЄФУ
ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

Величко О.Б., канд. с.-г. наук, доц.
Державний біотехнологічний університет, Україна

Лісова підстилка являє собою важливий компонент лісу, здійснює комплексний вплив на протиерозійні функції захисних лісових насаджень, виконуючи важливу еколого-меліоративну роль в питаннях підвищення водозатримуючої здатності лісових ґрунтів, поліпшення структури ґрунту, інтенсифікацію кругообігу речовин в лісових екосистемах.

Дослідженнями були охоплені ділянки природних лісів в межах вододільного плато при відсутності ухилів, а також на пологих та покатих схилах південно-східної експозиції з ухилами відповідно 5° , 10° , 15° , 20° .

Грубизна лісової підстилки змінюється зі збільшенням крутизни схилу. Так на схилах 15° та 20° грубизна лісової підстилки зменшується на 0,5-1,0 см порівняно з рівними ділянками та схилами до 5° . Середній запас лісової підстилки обумовлений зміною рельєфу та коливається від 12 до 21,2 т/га в залежності від крутизни схилів.

Ступень розкладення лісової підстилки також змінюється в залежності від ухилу. Найбільшу частку в лісовій підстилці складають напіврозкладена (53,5%) та розкладена (29,6%) фракції, що складає 85,15% від загального запасу лісової підстилки. Зі зміною крутизни схилів до 15° та 20° запаси розкладеної та напіврозкладеної фракції у лісовій підстилці майже в 1,5 рази менше ніж на рівних ділянках, в той час як у свіжому опаді зниження запасів зі зміною крутизни схилів не спостерігається.

Зі збільшенням крутизни схилів в умовах пересіченого рельєфу запаси лісової підстилки зменшуються та відповідно зменшується її водопоглинальна та водорегулювальна роль в дубово-ясеневих насадженнях природного походження.

На схилах 5° затримується води на $2,6 \text{ м}^3/\text{га}$ (7,4%), на схилах 10° на $6,0 \text{ м}^3/\text{га}$, або 17,15% на схилах 15° – на $11,9 \text{ м}^3/\text{га}$, або 34,0%, а на схилах 20° – на $16,5 \text{ м}^3/\text{га}$, або 47,15% порівняно з рівними ділянками. При збільшенні крутизни ухилів на 5° спостерігається зниження запасів лісової підстилки в середньому на 4 т/га та зменшення водопоглинальної здатності лісової підстилки в середньому на $4 \text{ м}^3/\text{га}$, що пов'язано зі зменшенням запасу лісової підстилки.

В перерахунку на одну тону лісової підстилки водопоглинальна здатність не змінюється.

На водозатримуючу здатність лісової підстилки впливає фракційний склад.

В залежності від фракційного складу лісової підстилки найбільший об'єм води затримується напіврозкладеною до 60% та розкладеною - 31,4% не залежно від крутизни схилів.

Процеси мінералізації лісової підстилки більш інтенсивно відбуваються в лісових культурах, що позитивно впливає на покращення водозатримувальної здатності лісової підстилки.

При розробці типів лісових культур для захисних лісових насаджень на схилах потрібно враховувати, що під дубово-ясиновими та дубово-сосновими насадженнями формуються лісова підстилка, що має високу водозатримуючу здатність.

Література

1. Величко А.Б. Водопоглащающая способность почвы в защитных лесных полосах. В сб. Лесоводство и агролесомелиорация. К., 1982, вып.64, С. 48-51.
2. Величко О.Б. Вивчення впливу полезахисної лісової смуги на деякі фізико-хімічні і водно-фізичні показники чорнозему типового слабо змитого в умовах лівобережного Лісостепу Дніпровсько-Донецької западини відрогів середньоросійської височини. Вісник ХНАУ. Серія «Грунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія ґрунтів» - Харків. 2020. - №1. – С.166-174.
3. Лісові меліорації: підруч./Пилипенко О.І., Юхновський В.Ю., Дударець С.Н., Малюга В.М.; за ред. В.Ю. Юхновського. – К.:Аграрна освіта, 2010 – 282с.

УДК 630*907:631.618

МІЖНАРОДНИЙ ДОСВІД ВІДНОВЛЕННЯ ПОШКОДЖЕНИХ ЗЕМЕЛЬ ШЛЯХОМ ЗАЛІСНЕННЯ

Ярошук Р.А., к.с.-г.н., доцент, докторант

Лавний В.В., д.с.-г.н., професор

Національний лісотехнічний університет України

Війна в Україні завдала значної шкоди екологічним системам країни, особливо в сільськогосподарських та лісових регіонах. Постійні обстріли, пересування важкої техніки та хімічне забруднення суттєво погіршили стан ґрунтів. Внаслідок цього понад 30% сільськогосподарських земель зазнали деградації через фізичні ушкодження та забруднення токсичними речовинами. Відновлення таких земель є критично важливим завданням для забезпечення продовольчої безпеки та екологічної рівноваги. Ліси забезпечують засоби до існування понад мільярд людей, які живуть у крайній бідності, забезпечуючи важливе джерело продовольства, паливної деревини та дикого корму. На додаток до цих переваг, відновлення земель сприяє працевлаштуванню місцевого населення та покращує надання екосистемних послуг (Edwards D. P. et al., 2010). Наочним прикладом є ініціатива FAO-RECOFTC FLR, завдяки якій було розпочато багатонаціональне дослідження з метою аналізу стану відновлення лісів (FAO/RECOFTC, 2016). Мета дослідження полягала в тому, щоб сприяти розробці стратегій, дій та політично керівних принципів, які сприяють досягненню багатьох цілей, включаючи збереження біорізноманіття лісів, захист екосистем, пом'якшення наслідків зміни клімату та справедливий розподіл лісових багатств. При цьому до аналізу включали: історичну перспективу деградації земель; прямі та непрямі причини деградації земель та їхні наслідки; лісову політику та її наслідки; основні стратегії відновлення лісів і земель, соціально-економічні параметри успіху, а також приклади успішних ініціатив з відновлення лісів. Були відібрані наступні країни – Китай, Індонезія, М'янма, Непал, Філіппіни, Таїланд і В'єтнам (Chazdon, R. L. et al., 2020). Власність на землю в країнах, що розвиваються, характеризується законодавством, яке наголошує на державній чи приватній власності та применшує ресурси, що належать громаді; загалом землі у приватній власності становлять лише невелику частину загальної земельної площі в цих країнах. Величезна кількість людей, які залежать від лісу, отримує засоби для існування в державних лісах. Як наслідок, часто виникають конфлікти між місцевими громадами та представниками підприємств лісового господарства, а проблеми землеволодіння для місцевих громад досі не можуть бути вирішені (Harada, K., et al., 2015). Оскільки незахищеність володіння сприяє вирубці та деградації лісів, а також захопленню землі, забезпечення чітких і надійних прав на землю, ліси та вуглець через соціальні гарантії REDD+

може гарантувати як збереження лісів, так і стійкі місцеві засоби до існування.

Нижче представлено 10 найбільш масштабних програм, які спрямовані на відновлення лісових насаджень у світі:

1. Зелена Велика стіна (The Great Green Wall) – Африка (Sileshi G.W. et al., 2023);

2. Китайська програма з відновлення земель "Great Green Wall Initiative" (Turner M. D. et al., (2023);

3. Програма "Bonn Challenge" – глобальна ініціатива з відновлення лісів (Stanturf JA et al., 2019);

4. Програма REDD+ (Reduced Emissions from Deforestation and Forest Degradation) – Глобальна ініціатива ООН (Goetz S. J. et al., (2015);

5. Програма "Great Plains Shelterbelt" – США (Gardner R. (2009);

6. Програма "Green Belt Movement" – Кенія (Boyer-Rechlin B. (2010);

7. "Sustainable Land Management Program" – Ефіопія (World Bank, 2008);

8. Програма "Million Trees Initiative" – Австралія (Broadhurst L. et al., 2017);

9. Проект відновлення ґрунтів у регіоні Сахель – World Bank (Mbow C., 2017);

10. Програма з відновлення деградованих лісів "Amazon Rainforest Restoration" – Бразилія (da Cruz, D.C. et al. 2021).

Отже, глобальні амбіції щодо відновлення лісових ландшафтів можуть бути підірвані проектами, які ігнорують ключові принципи, такі як залучення місцевих громад до прийняття та впровадження рішень, справедливий розподіл вигод і моніторинг для адаптивного управління. Це тягне за собою небезпеку подальшої деградації, розчарування місцевих зацікавлених сторін і, зрештою, провал проекту. Інші проекти стикаються з технічними проблемами, пов'язаними із садінням дерев та створенням регіональних розсадників.

Література

Boyer-Rechlin B. Women in forestry: A study of Kenya's Green Belt Movement and Nepal's Community Forestry Program // Scandinavian Journal of Forest Research. – 2010. – Vol. 25, Suppl. 9. – P. 69–72. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://doi.org/10.1080/02827581.2010.506768>

Broadhurst L., Coates D. Plant conservation in Australia: Current directions and future challenges // Plant Diversity. – 2017. – Vol. 39, № 6. – P. 348–356. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://doi.org/10.1016/j.pld.2017.09.005>

Chazdon R. L., Lindenmayer D., Guariguata M. R. et al. Fostering natural forest regeneration on former agricultural land through economic and policy interventions // Environmental Research Letters. – 2020. – Vol. 15, № 4. – Article 043002. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab79e6>

da Cruz D. C., Benayas J. M. R., Ferreira G. C. et al. An overview of forest loss and restoration in the Brazilian Amazon // *New Forests*. – 2021. – Vol. 52. – P. 1–16. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1007/s11056-020-09777-3>

World Bank. Ethiopia – Sustainable Land Management Project (English). – Washington, DC, 2008. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://documents.worldbank.org/curated/en/234841468256201143>

FAO/RECOFTC. Forest landscape restoration in Asia-Pacific forests / ed. by Appanah S. – Bangkok, Thailand, 2016. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.fao.org/3/a-i5412e.pdf>

Gardner R. Trees as technology: planting shelterbelts on the Great Plains // *History and Technology*. – 2009. – Vol. 25, № 4. – P. 325–341. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1080/07341510903313014>

Goetz S. J., Hansen M., Houghton R. A. et al. Measurement and monitoring needs, capabilities and potential for addressing reduced emissions from deforestation and forest degradation under REDD+ // *Environmental Research Letters*. – 2015. – Vol. 10, № 12. – Article 123001. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/10/12/123001>

Harada K., Prabowo D., Aliadi A. et al. How Can Social Safeguards of REDD+ Function Effectively Conserve Forests and Improve Local Livelihoods? A Case from Meru Betiri National Park, East Java, Indonesia // *Land*. – 2015. – Vol. 4, № 1. – P. 119–139. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://doi.org/10.3390/land4010119>

Mbow C. The Great Green Wall in the Sahel // *Oxford Research Encyclopedia of Climate Science*. – 2017. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://oxfordre.com/climatescience/view/10.1093/acrefore/9780190228620.001.0001/acrefore-9780190228620-e-559>

Sileshi G. W., Dagar J. C., Kuyah S., Datta A. The Great Green Wall Initiatives and Opportunities for Integration of Dryland Agroforestry to Mitigate Desertification // In: Dagar J. C., Gupta S. R., Sileshi G. W. (eds). *Agroforestry for Sustainable Intensification of Agriculture in Asia and Africa*. – Singapore: Springer, 2023. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://doi.org/10.1007/978-981-19-4602-8_6

Stanturf J. A., Kleine M., Mansourian S. et al. Implementing forest landscape restoration under the Bonn Challenge: a systematic approach // *Annals of Forest Science*. – 2019. – Vol. 76. – Article 50. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1007/s13595-019-0833-z>

Turner M. D., Davis D. K., Yeh E. T. et al. Great Green Walls: Hype, Myth, and Science // *Annual Review of Environment and Resources*. – 2023. – Vol. 48, № 1. – P. 263–287. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-112321-111102>

UDC 630*43(477)

**STRATEGIC INNOVATIONS IN FOREST EDUCATION:
RECOMMENDATIONS OF THE INTERNATIONAL FORUM
ON UKRAINE FOREST SCIENCE AND EDUCATION**

Zibtsev S., Dr. Prof.

Soshenskyi Ol., Ph.D., Associate Professor

Zibtseva I., Senior Specialist

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

Kraxner F., Ph.D., Head of the AFE Program

International Institute of Applied Systems Analysis (IIASA), Austria

Buck A., Ph.D., Executive Director, Janice Burns, SPDC Coordinator

International Union of Forest Research Organisations (IUFRO)

Modern, target-oriented research and quality education, more exchange with international peers and partners, better science-policy interaction and improved coordination and communication with international and national actors are crucial for ensuring a sustainable future of Ukraine's forests.

Major current challenges for Ukrainian forest sector were identified during the two-day hybrid Forum on Ukraine Forest Science and Education: Needs and Priorities for Collaboration at the IIASA premises in Laxenburg, Austria. The event was organized jointly by the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine (NUBiP), the International Institute of Applied System Analysis (IIASA), and the International Union of Forest Research Organizations (IUFRO) (<https://www.iufro.org/events/forum-on-ukraine-forest-science-and-education-needs-and-priorities-for-collaboration>).

Forest education in Ukraine has been severely disrupted by war, including funding and resources, curriculum updating and planning, and the mobility and networks of students and academics. Students are losing motivation to take up forestry, for several reasons. Male students in particular have had their studies disrupted by military recruitment and service. Unclear prospects for future research and career paths, and the absence of Ukraine forest experts among teaching staff due to 'brain drain' have made forestry a less attractive option for students at Ukrainian universities. Students are also aware that forestry curricula need to be updated to incorporate digital skills, as well as studies in environmental protection and sustainable forest management.

Unsafe field locations are another consideration. Vast areas of Ukraine's forests are contaminated with unexploded ordnance and mines. Students have reported having to relocate their research due to active battle and remnants of war. A students' association survey showed that forestry students in Ukraine are under mental pressure, experiencing shorter sleep, less in-person interaction with peers, less time engaging in physical activities, and spending less time studying than before the war.

Pathways to international opportunities may help revive forest education in Ukraine, such as through English-language training, English-taught programs,

exchange and networking programs for students and teachers, funds or grants for mobility, and partnerships with international organizations, government, and forestry companies to provide internships and career options for students. Forest literacy should be introduced from early education, building capacity through to higher education. Forest education is the basis for forest science, sustainable forest management, and for robust forest strategy development in Ukraine. Priorities requiring local and international support.

Priority 1. Updated Curricula.

Conduct a comprehensive student needs assessment. Integrate more social aspects into forest education, such as studies in governance, policy, and entrepreneurship. Enhance the digital readiness of students. Incorporate innovative teaching and facilitation methods, such as incubators for business ideas and online tools. Integrate interdisciplinary knowledge and experiential learning.

How to implement. Medium-term actions. Provide input to update and innovate the curricula for forest education to enhance the competences and digital readiness of students. Long-term actions. Enhance knowledge transfer and integration of value-adding innovation and technologies in Ukraine through field-based learning experiences in cooperation with UN organizations, such as FAO and UNEP – Carpathian Convention.

Priority 2: Mobility and Exchange.

Develop opportunities for bilateral student and educator mobility and exchange. Participate in European educational consortia, including as hosts. Design and offer summer schools and scientific workshops to attract new students, and international teachers and researchers to forest science in Ukraine.

How to implement. Short-term actions. Participate in and support summer schools and workshops. Medium-term actions. Support Ukrainian involvement in international events, networks and collaborative research by offering capacity building, training and internships.

Priority 3: Joint Research Projects.

Develop projects on climate change mitigation and adaptation, including studies to support a national strategy for landscape fire management. Introduce students and researchers to the EU New European Bauhaus initiative and calls for participation. Integrate demining process approaches into research and teaching using the latest technologies.

How to implement. Immediate actions. Initiate a joint scientific project, in cooperation with technical UN agencies, on integrated demining, to remediate and restore landscapes degraded by war. Short-term actions. Develop joint projects with donors on sustainable forest management in climate change and post-war conditions. Medium-term actions. Encourage the Ukraine forest industry to fund applied projects in partnership with universities and research institutes in Ukraine and abroad. Long-term actions. Address underrepresented research fields in forestry, such as social science, biotechnology, and others.

**Section 2. «WOOD PROCESSING TECHNOLOGIES
FOR GREEN RECONSTRUCTION OF UKRAINE»**

УДК 504.06(477)

**RECYCLING TECHNOLOGIES OF CONSTRUCTION DEBRIS
IN THE FACE OF WAR DAMAGE**

Bazarnyk Y.A., PhD student
Ukrainian National Forestry University

1. Construction Waste Generation Caused by the War and Its Composition

As a result of the full-scale military aggression by Russia, Ukraine has faced extensive destruction of critical infrastructure across residential, industrial, and public sectors. By early 2024, this devastation produced over 600,000 tons of construction and demolition (C&D) debris, with at least 450,000 tons accumulated between February 2022 and June 2023.

This waste typically includes hazardous and toxic components such as asbestos, petroleum-based residues, heavy metals, and explosive remnants, presenting serious challenges for safe and effective recycling. The typical composition of war-related debris is estimated as:

- 52% concrete and reinforced concrete;
- 32% masonry materials (bricks, blocks);
- 8% asphalt and mortar residues;
- 4% ferrous and non-ferrous metal;
- 2% wood and plastic;
- 2% other materials, including glass, ceramics, and drywall.

2. Economic Feasibility and Technical Benefits of Recycling

While the combined cost of demolition, transportation, and recycling for each cubic meter of debris ranges from \$80 to \$100, significant long-term economic and environmental gains are achievable. Among these:

- Recycled aggregates from concrete require significantly less energy (up to eightfold savings) compared to extracting virgin materials;
- Construction costs can be reduced by up to 30% through the use of secondary raw materials;
- Recycled components enhance the performance of newly produced concrete, due to superior adhesion properties.

Useful outputs of recycling include:

- Construction aggregates (e.g., sand, gravel);
- Recovered metals;
- Fuel-rich organic fines.

A notable example comes from the Kharkiv region, where mobile crushing units are deployed at or near sites of destruction to convert rubble into usable materials for building temporary roads, shelters, and defensive structures. Similarly, a pilot recycling hub in the Lviv region, supported by Canadian

partners, has demonstrated the efficient conversion of damaged bricks, tiles, concrete, and timber into construction-grade secondary materials.

3. Recycling Infrastructure and Innovation

To support recovery efforts, Ukraine has begun installing a mix of stationary and mobile recycling infrastructure:

- Stationary crushing and sorting lines are placed in cities and non-combat zones;

- Mobile solutions operate closer to conflict-affected areas.

These technologies are applied to:

- Produce specialized types of concrete, including thermal-insulating and high-strength variants;

- Enable 3D printing of new building elements;

- Use in mobile and modular mixing stations.

This distributed model of recycling allows for localized processing, shortening logistics chains and accelerating the availability of usable materials during reconstruction.

4. Legal Framework and International Practices

Ukraine's regulatory environment has been significantly modernized with the adoption of the Law on Waste Management (No. 2320-IX) in 2022, aligning national policy with the EU Waste Directive 2008/98/EC. The Cabinet of Ministers Resolution No. 1073 further outlines the processes for managing war-related waste, including its identification, classification, and permitted reuse.

Globally, leading practices provide valuable benchmarks:

- In Austria, 87% of C&D waste is recycled, and sorting is legally required at construction sites;

- The Netherlands enforces strict landfill restrictions and levies taxes to incentivize recycling;

- EU countries require formal justification before allowing any recyclable waste to be disposed of.

5. Strategic Role in Post-War Recovery and Future Vision

The management and reintegration of construction waste are considered one of the foundations of Ukraine's broader Regenerative Industrial Construction Strategy. The strategy emphasizes:

- Transition to closed-loop material cycles;

- Establishment of local recycling and manufacturing clusters;

- Use of industrialized building systems (IBS) for fast, modular, and resource-efficient reconstruction.

However, the sector still faces persistent challenges:

- Legacy gaps in regulation and oversight;

- Shortage of processing equipment and trained operators;

- Spread of unauthorized dumping sites;

- High strain on existing waste systems in cities housing displaced populations.

Expanding successful local initiatives—such as those in Kharkiv and Lviv—into a national network of recovery infrastructure is key to sustainable post-war redevelopment.

References

1. BAWP, Bundesabfallwirtschaftsplan Österreich (Federal Waste Management Plan Austria), Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, Austria, 2023.
2. AWG, Abfallwirtschaftsgesetz (Waste Management Act), Republic of Austria, 2002. URL: <https://www.ris.bka.gv.at/>
3. Cabinet of Ministers of Ukraine, Resolution No. 1073 on Approval of the Procedure for Waste Management Generated by Damage (Destruction) of Buildings and Structures, Kyiv, 2022. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1073-2022-п>
4. Law of Ukraine No. 2320-IX, On Waste Management, Adopted on June 20, 2022. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2320-20>
5. O. Kolesnichenko, A trillion-dollar problem. What Ukraine will do with hundreds of thousands of tons of garbage created by Russians, Ekonomichna Pravda (2023). URL: <https://www.epravda.com.ua/publications/2023/06/19/701281/>
6. Ecobusiness Group, How to build a qualitatively new model of waste management in Ukraine: The Ministry of Environment presented the Roadmap for the reform, Ecobusiness (2022). URL: <https://ecolog-ua.com/news/yak-pobuduvaty-yakisno-novu-model-povodzhennya-z-vidkhodamy-v-ukrayini>
7. V. Hubareva, Waste from the war: What is it and how to deal with it?, Rubryka (2022). URL: <https://rubryka.com/article/waste-from-war/>
8. Suspilne Kharkiv, Concrete is being transported, sorted and reused: How construction waste is recycled after destruction in Kharkiv region, Suspilne (2024). URL: <https://suspilne.media/kharkiv/415662>
9. Lviv Regional Military Administration, In Lviv region, a project is being implemented to recycle construction debris from destroyed objects, Lviv OVA (2024). URL: <https://loda.gov.ua/news/107241>

УДК 674.031.916.165-048.77:674.047.1

ЩОДО СТІЙКОСТІ ТЕРМОМОДИФІКОВАНОЇ ДЕРЕВИНИ ЯСЕНА ДО ВИВІТРЮВАННЯ

Горбачова О.Ю., канд. техн. наук, доц.

Мазурчук С.М., канд. техн. наук, доц.

Ломага В.В., докт. філософії

Буйських Н.В., канд. техн. наук, доц.

Національний університет біоресурсів і природокористування України,
Україна

Старіння деревини є природним процесом, який істотно впливає на її механічні та фізичні властивості. Вплив старіння на деревину може призвести до погіршення її характеристик, що в свою чергу може викликати проблеми у будівництві та експлуатації дерев'яних конструкцій. Старіння також впливає на механічні властивості деревини, серед яких важливими показниками є міцність, жорсткість та в'язкість. Наприклад, міцність на зсув або згин може знижуватися через розпад целюлози, в результаті чого конструкції втрачають здатність витримувати навантаження. Із часом деревина втрачає здатність до деформації без руйнування, що є особливо небезпечним явищем у конструкціях, де діють різні типи навантаження.

Відомо, що термічне модифікування дещо покращує властивості деревини та забезпечує збільшення можливих напрямів використання. Проте дія вологи, УФ-випромінювання та інших факторів середовища негативно впливає на поверхню деревини, тобто відбуваються процеси вивітрювання. Все це дозволяє стверджувати, що доцільним є проведення дослідження, присвяченого стійкості властивостей термомодифікованої деревини до дії змінних умов середовища.

Тому об'єктом дослідження була стійкість деревини ясена різного ступеня модифікування до абіотичних факторів середовища. І група – контрольні, II група – термомодифіковані за температури 180 °С, III група – за 200 °С. В ході дослідження підтверджено, що стійкість кольору термомодифікованих зразків деревини є вищою у порівнянні з необробленими. Зменшення значення координати L від 68,4 до 33,6, свідчить про зниження показників світлості, тобто потемніння деревини. Аналіз зміни розмірів показав збільшене набрякання для необробленої деревини та становить 7,49 %, а для III групи – 1,75 %. Різниця показників всихання значно менша – 2,09 % для деревини модифікованої за 200 °С, що в 2 рази менше порівняно з необробленою.

Аналіз зміни основних фізичних параметрів деревини досліджуваних груп залежно від середнього значення її щільності наведено на рис. 1.

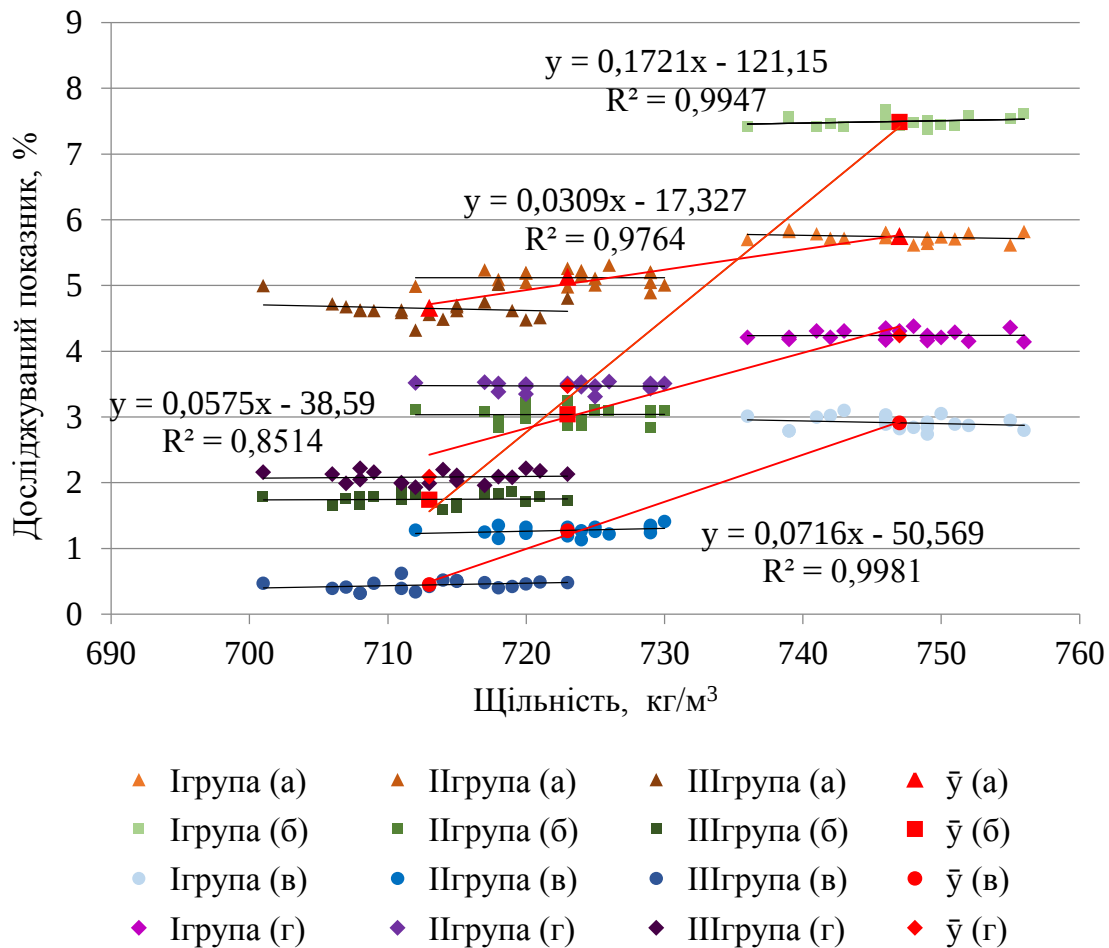


Рисунок 1 – Кореляція між середньою щільністю та фізичними показниками: *а* – вологопоглинання; *б* – набрякання; *в* – рівноважний вміст води; *г* – всихання; $\bar{y}$ – середнє значення показника в кожній групі

Встановлено лінійну залежність зміни фізичних характеристик деревини залежно від її щільності обумовленої ступенем модифікування. Про значущість зв'язку свідчать коефіцієнти кореляції, що наближаються до 1. Аналіз механічних властивостей показав, що термомодифікування підвищує в 2 рази стійкість деревини до навантажень стиску поперек волокон. Отримані результати підтверджують, що термічне модифікування робить клітинні стінки деревини більш гідрофобними через усунення гідрофільних та гідроксильних груп геміцелюлоз.

Отже, комплексний підхід до аналізу впливу вивітрювання на естетичні, фізичні та механічні властивості термічно модифікованої деревини дозволяє виявити принципи стійкості матеріалу залежно від режиму обробки. Визначені механізми трансформації показників матеріалу сприяють встановленню оптимальних параметрів термічного модифікування, що покращують його характеристики. Це створює передумови для впровадження нових технологічних рішень, орієнтованих на екологічність та енергоефективність у виробництві.

УДК 674-419.33

ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК СТОЛЯРНИХ ПЛИТ ІЗ ВЖИВАНОЇ ДЕРЕВИНИ

Гайда С.В., доктор техн. наук, професор
Національний лісотехнічний університет України

Актуальність. У сучасних умовах дефіциту первинних деревинних ресурсів та потреби в енергозбереженні та зменшенні відходів переробна галузь активно шукає шляхи залучення вживаної деревини (ВЖД) до виробництва столярних плит (СП). Використання ВЖД не лише знижує навантаження на лісові масиви, але й відповідає принципам циркулярної економіки та сприяє «зеленому» післявоєнному відновленню лісового сектору України, яке наразі активно просувають міжнародні організації та профільні ініціативи (ForestPost). Водночас комбіновані СП із ВЖД можуть стати економічно вигідним рішенням для будівництва та меблевої промисловості, якщо буде гарантована їхня потрібна міцність та довговічність під статичним згином [1-11].

Проблемність. Через попередню експлуатацію ВЖД – вплив циклічного навантаження, втрата вологості, мікротріщини та інші процеси – її механічні характеристики можуть суттєво відрізнятися від первинної деревини. Нестача експериментальних даних про поведінку комбінованих СП при статичному згині ускладнює розроблення надійних конструктивних рекомендацій. Зокрема, відсутні достовірні оцінки оптимальних співвідношень поперечних перерізів несучих елементів із первинної та вживаної деревини та при залученні також рейок із ДСП, що необхідно для забезпечення необхідної жорсткості та формостійкості виробів. Це створює ризики зниження якості та безпеки будівельних і меблевих конструкцій на основі таких плит. Тому, визначення характеристик міцності та розробка рекомендацій щодо проектування і технології виготовлення СП із ВЖД є нагальним практичним завданням.

Мета дослідження – визначення характеристик різних конструкцій столярних плит із вживаної деревини. **Об'єкт дослідження** – столярна плита із вживаної деревини. **Предмет дослідження** – вплив характеристик рейок на показники міцності столярної плити із вживаної деревини.

Матеріали. Використано: рейки із сосни (*Pinus sylvestris*) зі стандартною вологістю 10 ± 2 %: рейки із реконструйованих виробів попереднього використання (тріщини, мікротріщини оброблені, вологість 12 ± 3 %). плити товщиною 16 мм, отримані з відходів виробництва, з вологістю 8 ± 2 %. Розкрій рейок на еталонні зразки довжиною 520 мм. Склеювання рейок у столярний щит проводилось під навантаженням 0,8 МПа, з використанням клею ПВА (D3) з витримкою 24 години при 20 °C та 60 % відносної вологості. Сформовані столярні щити личкувались фанерою товщиною 3 мм.

Методика. Реалізовано В-план другого порядку для двох змінних факторів: x_1 – ширина рейки ПД або ВЖД ($B_{ВЖД}$): рівні 28, 48, 68 мм; x_2 – ширина рейки з ДСП ($B_{ДСП}$): рівні 28, 48, 68 мм. Кожна комбінація факторів під час виготовлення СП із ВЖД була повторена п'ять разів ($n = 5$), що забезпечує оцінку взаємодії та квадратичних ефектів. Отримані взірці СП із ВЖД були протестовані на статичний згин та статистично опрацьовані за показниками міцності для побудови математичної моделі та порівняльного аналізу.

Результати досліджень. Отримано партії СП із ВЖД товщиною 22 мм та форматом 520x520 мм згідно методичної сітки укладання певних ширин рейок. Випиляні взірці розміром 330x50x22 мм випробовувались на міцність на випробувальній сертифікованій установці РМ-05 за ДСТУ 28840-92 (рис. 1).



Рисунок 1 – Взірець СП із ВЖД після випробування

Побудовано математичну модель, що характеризує вплив характеристик (комбінованого укладання за ширинами та матеріалом) рейок на показники міцності СП із ВЖД в кодованих значеннях:

$$y = 25,279 - 2,042x_1 - 4,081x_2 - 0,095x_1^2 + 1,036x_2^2 + 0,018x_1x_2.$$

Тоді як в натуральних значеннях змінних факторів при відкиданні незначущих ($0,095$ при x_1^2 та $0,018$ при x_1x_2) модель має вигляд:

$$\sigma = 46,951 - 0,1021B_{ВЖД} - 0,4825B_{ДСП} + 0,00257B_{ДСП}^2.$$

Результати засвідчили, що суттєво на міцність СП із ВЖД на статичний згин впливає ширина рейки з ВЖД (ДСП), і значно менше – ширина рейки ВЖД (масив). Міцність на статичний згин СП із ВЖД товщиною 22 мм для всіх експериментальних зразків задовольняє вимоги стандарту ДСТУ(ГОСТ) 13715.

Висновки. За результатами випробувань комбіновані СП із ВЖД показують найвищі механічні характеристики при укладанні рейок шириною 28 мм. Так, міцність на статичний згин для конструкцій СП з ВЖД та ДСП шириною 28 мм сягнула 32,363 МПа. З'ясовано, що збільшення ширини до 48 мм і 68 мм призводить до зниження міцності, що можна пояснити порушенням оптимального розподілу навантажень і деформацій, а також поєднання різних матеріалів. Пропонується для досягнення максимальних міцнісних характеристик СП із ВЖД при

комбінованому укладанні рейок з масиву та рейок з ДСП формувати співвідношення поперечних перерізів рейок 1:2.

Література

1. Gayda S.V., Kiyko O.A. Shape stability as a quality criterion for PCW-made blockboards. Scientific Works of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine. – Lviv: UNFU, 2018. – Vol.17. – P. 185-192, (in Ukrainian). doi: <https://doi.org/10.15421/412135>
2. Gayda S.V., Kiyko O.A. Determining the regime parameters for the surface cleaning of post-consumer wood by a needle milling tool. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2020. – Vol. 5(1(107)). – P. 89-97, (in in Ukrainian). doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.212484>
3. Gayda S.V. Kiyko O.A. The investigation of properties of blockboards made of post-consumer wood. Drewno, 2020. – Vol. 63(206), 77-102. doi: <https://doi.org/10.12841/wood.1644-3985.352.10>
4. Gayda S.V. A technology and properties of furniture board (FB) made of post-consumer wood. Actual problems of forest complex. – Bryansk: BSETA, 2017. – Vol.48. – P. 34-38 (in Russian).
5. Gayda S.V. A investigation and analysis of characteristics of solid furniture boards made of post-consumer wood. Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry. – Lviv: UNFU, 2018. – Vol. 44. – P. 15-25, (in Ukrainian). doi: <https://doi.org/10.36930/42184402>
6. Lesiv L.E. Study of the characteristics of combined of blockboards made of post-consumer wood. Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry. – Lviv: UNFU, 2022. – Vol. 48. – P. 69-86, (in Ukrainian). doi: <https://doi.org/10.36930/42214806>
7. Gayda S.V., Lesiv L.E. A determination and comparison of properties of post-consumer wood of the basic conifers. Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry. – Lviv: UNFU, 2019. – Vol. 45. – P. 39-46 (in Ukrainian). doi: <https://doi.org/10.36930/42194506>
8. Gayda S.V., Lesiv L.E. Mathematical model of forecasting volumes of post-consumer wood production. Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry. – Lviv: UNFU, 2023. – Vol. 49. – P. 33-47. <https://doi.org/10.36930/42234903> (in Ukrainian).
9. Gayda S.V. Scientific and technical basis of the use of used wood in woodworking: thesis of the Doctor of Technical Sciences in the specialty 05.23.06. – Lviv: UNFU, 2019. – 465. (in Ukrainian).
10. Гайда С.В., Лесів Л.Е. Побудова моделі міцності зрощених заготовок із вживаної деревини ялиці: матеріали тез доповідей всеукраїнської НПК (м. Харків, 7-8 жовтня 2024 р.). – Харків : Державний біотехнологічний університет, 2024. – С. 187-189. <https://biotechuniv.edu.ua/wp-content/uploads/2024/12/conf-07-08-10-24-mater.pdf>
11. Гайда С.В., Лесів Л.Е. Порівняльний аналіз комбінованих столярних плит із вживаної деревини: матеріали тез доповідей XIV Міжнародної науково-практичної конференції (м. Чернігів, 23–24. 05. 2024 р.). – Чернігів : НУ «Чернігівська політехніка», 2024. – Т.1. – С. 215-217.

УДК 674-419.33

ТЕХНОЛОГІЇ ВЖИВАНОЇ ДЕРЕВИНИ ЯК ДІЄВІ МЕХАНІЗМИ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРИНЦИПІВ ЦИРКУЛЯРНОЇ ЕКОНОМІКИ

Гайда С.В., доктор техн. наук, професор
Національний лісотехнічний університет України, serhiy.hayda@nltu.edu.ua

Актуальність. У сучасних умовах культурно-економічного розвитку України галузі меблевого та деревообробного виробництва стикаються з гострою нестачею якісної сировини й одночасно з необхідністю зменшити навантаження на природні лісові ресурси. Перехід до циркулярної економіки передбачає замикання ресурсних потоків та максимальне залучення вторинної сировини. Використання вживаної деревини як альтернативного ресурсу надасть змогу не тільки скоротити споживання первинних лісоматеріалів, але й знизити обсяги відходів та залишків, що утворюються на виробництві та у побуті. З огляду на післявоєнну відбудову України та «зелений» курс розвитку лісового сектору (ForestPost), впровадження технологій матеріального перероблення вживаної деревини стає особливо актуальним: це дозволить зменшити дефіцит деревини, пришвидшити економічне відновлення регіонів та підвищити екологічну безпеку галузі. Таким чином, дослідження методів вторинного перероблення деревини безумовно сприятиме реалізації національної стратегії циркулярної економіки та реалізації її принципів, а також підтримці відновлювальних процесів у лісовому господарстві [1-11].

Проблемність. Незважаючи на поступову увагу до ідей циркулярної економіки, на сьогодні в Україні відсутні комплексні, ресурсозберігаючі та екологічнобезпечні технології для практичного використання вживаної деревини (ВЖД) у виробництві нових конструкційних матеріалів. Існуючі практики переважно обмежуються нерегламентованим спалюванням або простим складуванням відходів, що призводить до додаткового викиду вуглекислого газу та втрачених можливостей економії паливних ресурсів і матеріалів. Крім того, бракує чітких практичних рекомендацій щодо класифікації, сортування та підготовки вторинної деревини до подальшого перероблення з урахуванням стандартів якості меблевих і конструкційних виробів. Це створює технологічні перешкоди й фінансові ризики для виробників, які бажають інтегрувати ВЖД у свій виробничий цикл. Відсутність узгоджених критеріїв оцінювання якості вживаної деревини та методик її перероблення стримує розвиток ринку вторинної сировини й ускладнює залучення інвестицій у відповідні виробничі процеси.

Мета – розроблення шляхів використання вживаної деревини, зокрема у виробництві конструкційних матеріалів – столярних плит. Об'єкт дослідження – використання вживаної деревини в деревообробці.

Предмет – розроблення технологічних рішень з перероблення ВЖД як дієвих механізмів для реалізації принципів циркулярної економіки.

Результати. Розроблено загальну концепцію перероблення та утилізації ВЖД та шляхи її матеріального використання (рис. 1). Обґрунтовано використання у технологічних процесах деревообробки очищеної ВЖД в масивному вигляді – для виробництва конструкційних матеріалів, зокрема заготовок, столярних плит та меблевих щитів; в подрібненому – для стружкових плит та гранул і брикетів з відповідними технологічними рішеннями. Встановлено, що важливим аспектом ефективного використання деревинних відходів є формування оптимальної системи їхнього раціонального кругообігу, що сприятиме економії первинної сировини та зменшенню викидів CO₂. Систематизовано ВЖД за ступенем забруднення на чотири категорії, що забезпечить її ідентифікацію та визначення обсягів для матеріального використання. Розроблено класифікатор ВЖД, що адаптований для входження у державну систему класифікації та кодування техніко-економічної інформації, необхідної для оцінювання запасів та для реалізації принципів циркулярної економіки. Розроблено математичну модель розрахунку потенціалу ВЖД, який в Україні у 2024 році близько 1,726 млн. т.



Рисунок 1 – Шляхи перероблення вживаної деревини

Завдання та перспективи реалізації технологічних рішень з перероблення ВЖД згідно принципів циркулярної економіки: визначення статусу “вживана деревина” як вторинного ресурсу, що відповідає вимогам екологічної безпеки; налагодження каналів збору вживаної деревини від будівельних майданчиків, меблевих виробництв, домогосподарств, муніципальних пунктів прийому; розроблення правових актів та положень, які регламентують процеси збору, обробки, транспортування та використання вживаної деревини, що сприятиме стабільності галузі;

податкові пільги чи гранти для підприємств, що впроваджують інноваційні лінії перероблення; впровадження штучного інтелекту (машинного зору) під час сортування вживаної деревини для швидкої класифікації за наявністю дефектів, лакофарбових покриттів чи інших забруднювачів.

Література

1. Гайда С.В., Лесів Л.Е. Побудова моделі міцності зрощених заготовок із вживаної деревини ялиці: матеріали тез доповідей всеукраїнської НПК (м. Харків, 7-8 жовтня 2024 р.). – Харків : Державний біотехнологічний університет, 2024. – С. 187-189. <https://biotechuniv.edu.ua/wp-content/uploads/2024/12/conf-07-08-10-24-mater.pdf>
2. Гайда С.В., Лесів Л.Е. Порівняльний аналіз комбінованих столярних плит із вживаної деревини: матеріали тез доповідей XIV Міжнародної науково-практичної конференції (м. Чернігів, 23–24. 05. 2024 р.). – Чернігів : НУ «Чернігівська політехніка», 2024. – Т.1. – С. 215-217.
3. Gayda S.V., Lesiv L.E. A determination and comparison of properties of post-consumer wood of the basic conifers. Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry. – Lviv: UNFU, 2019. – Vol. 45. – P. 39-46 (in Ukrainian). doi: <https://doi.org/10.36930/42194506>
4. Gayda S.V., Lesiv L.E. Mathematical model of forecasting volumes of post-consumer wood production. Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry. – Lviv: UNFU, 2023. – Vol. 49. – P. 33-47. <https://doi.org/10.36930/42234903> (in Ukrainian).
5. Gayda S.V., Kiyko O.A. Shape stability as a quality criterion for PCW-made blockboards. Scientific Works of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine. – Lviv: UNFU, 2018. – Vol.17. – P. 185-192, (in Ukrainian). doi: <https://doi.org/10.15421/412135>
6. Gayda S.V., Kiyko O.A. Determining the regime parameters for the surface cleaning of post-consumer wood by a needle milling tool. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2020. – Vol. 5(1(107)). – P. 89-97, (in in Ukrainian). doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.212484>
7. Gayda S.V. Kiyko O.A. The investigation of properties of blockboards made of post-consumer wood. Drewno, 2020. – Vol. 63(206), 77-102. doi: <https://doi.org/10.12841/wood.1644-3985.352.10>
8. Gayda S.V. Scientific and technical basis of the use of used wood in woodworking: thesis of the Doctor of Technical Sciences in the specialty 05.23.06. – Lviv: UNFU, 2019. – 465. (in Ukrainian).
9. Gayda S.V. A technology and properties of furniture board (FB) made of post-consumer wood. Actual problems of forest complex. – Bryansk: BSETA, 2017. – Vol.48. – P. 34-38 (in Russian).
10. Gayda S.V. A investigation and analysis of characteristics of solid furniture boards made of post-consumer wood. Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry. – Lviv: UNFU, 2018. – Vol. 44. – P. 15-25, (in Ukrainian). doi: <https://doi.org/10.36930/42184402>
11. Lesiv L.E. Study of the characteristics of combined of blockboards made of post-consumer wood. Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry. – Lviv: UNFU, 2022. – Vol. 48. – P. 69-86, (in Ukrainian). doi: <https://doi.org/10.36930/42214806>

УДК 614.844.2:536.46

ІНФОРМАЦІЙНИЙ ПІДХІД ДО ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ ПОДРІБНЕНОЇ ДЕРЕВИНИ АКТИВНИМ ВЕНТИЛЮВАННЯМ

Градиський Ю.О., канд. техн. наук, доц.
Державний біотехнологічний університет, Україна

Використання інформаційного підходу до фізичного і математичного моделювання стану вологості подрібненої деревини під час сушіння та зберігання в бункерних галереях з активним вентиляванням дає змогу зменшити енерговитрати та збільшити терміни зберігання. Для досягнення такого ефекту розглянуто залежність корисності реакції об'єкта від умовної ентропії. Умовна ентропія технічної системи дозволяє обґрунтувати контрольовані параметри активного вентилявання та розробити засоби контролю процесу сушіння. Аналіз поведінки подрібненої деревини, її реакції на зовнішні впливи дають змогу сказати, що для її сушіння ефективніше ті періоди зовнішнього впливу, коли реакція перебуває у фазі превентивного гальмування. Саме в цьому стані подрібнена деревина використовує внутрішню енергію для вирішення цілей процесу сушіння. З принципу максимуму інформації впливають основні прийоми, використання яких під час сушіння подрібненої деревини дасть ефект ресурсоощадження [1].

Проведені дослідження з оптимізації процесу сушіння та зберігання подрібненої деревини активним вентиляванням при використанні інформаційного підходу дають змогу зробити такі висновки.

Розглянуто інформаційний підхід до математичного опису адаптації структур до внутрішніх і зовнішніх змін з метою збереження якості подрібненої деревини і зменшення енерговитрат. Розроблена модель залежності реакції фізичного об'єкта від умовної ентропії системи, на підставі якої створені основні принципи, що забезпечують збереження подрібненої деревини [1].

Література

1. Градиський Ю.О., Д'яконов В.І., Сосєдко М.О., Шевченко С.А. Термодинамічний підхід до оптимізації сушіння подрібненої деревини активним вентиляванням. (2024). *Журнал з менеджменту, економіки та технологій*. № 2. С. 85-93. URL: <https://journal-met.kh.ua/index.php?do=download&id=8627&area=static>.

УДК 691.075.5

ОКРЕМІ АСПЕКТИ РОЗРОБЛЕННЯ ДЕРЕВО ПОЛІМЕРНОГО МАТЕРІАЛУ ДЛЯ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЇ ТРУБОПРОВОДА

Касянчук І.О., аспірант

Національний університет біоресурсів і природокористування
України, Україна

Основним продуктом для виготовлення теплоізоляції з деревини є тирса, яка має ряд позитивних властивостей, таких як низька ціна, довговічність, екологічність. Але має і ряд негативних властивостей, зокрема, схильність до гниття, яке виникає через зволоження або неефективну вентиляцію та ін. Застосування в'яжучих на основі синтетичних смол при формуванні теплоізоляційних виробів з тирси деревини підвищує екологічну безпечність, атмосферостійкість виробів, оскільки такі смоли характеризуються стійкістю до води та перепаду температур, а також знижує утворення мікроорганізмів в структурі виробу, адже матеріал, що утеплює споруду, стає більш міцним і твердим, а також не просідає з часом [1]. З вище згаданого можна зробити висновок, що основна технічна характеристика отриманих теплоізоляційних матеріалів є теплопровідність, тобто здатність матеріалу до передачі тепла, яка залежить від щільності матеріалу, виду в'яжучого. Для цього є необхідність визначення теплофізичних властивостей виробів з деревної тирси та сухих сумішей синтетичних смол для тепло ізолювання трубопроводів, що і обумовило необхідність проведення досліджень у даному напрямку.

Для встановлення теплофізичних характеристик дерево полімерного матеріалу при теплоізоляції трубопровода були виготовлені зразки (рис. 1).



Рис. 1. Зразок виробу для досліджень

Для встановлення теплофізичних характеристик дерево полімерного матеріалу були проведені дослідження щодо його теплопровідності при дії нагрівального пристрою (рис. 2).



Рис. 2. Процес визначення теплопровідності зразка дерево-полімерного матеріалу під дією нагрівача

Результати досліджень з визначення температури та тривалості індукційного часу передавання температури через шар дерево полімерного матеріалу виконували за методикою та на обладнанні, які наведені вище, отримані результати наведено на рис. 3. Виходячи з результатів вимірної температури, було визначено теплофізичні характеристики дерево полімерного матеріалів (табл. 1).

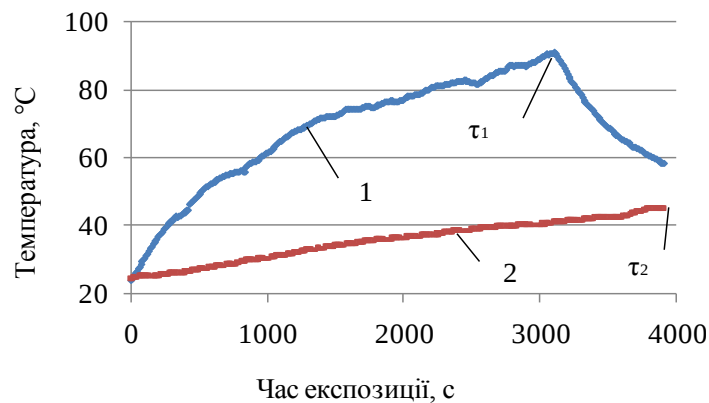


Рис. 3. Результати випробувань теплопровідності дерево полімерного матеріалу: 1 – нагрівальна крива, 2 – значення температури на оберненій поверхні зразка. Точки τ_1 – відповідають значенню температури нагрівальної кривої, τ_2 – відповідно значенню температури на оберненій поверхні.

Таблиця 1. Теплофізичні характеристики теплоізоляційного виробу з деревини

Товщи- на, мм	Маса , г	Розрахункові характеристики виробів з очерету				
		Густи- на ρ , кг/м ³	Теплова активність, Вт·с ^{1/2} /(м ² ·К)	Температу- ропровід- ність, м ² /с	Теплопро- відність λ , Вт/(м·К)	Теплоємність, кДж/(кг·К)
8,0	36	375	83,3	$2,9 \cdot 10^{-8}$	0,014	1145,5

Як впливає з таблиці 1, температуропровідність дерево полімерного матеріалу склала не більше $2,9 \cdot 10^{-8}$ м²/с, теплопровідність зразка не перевищила 0,014 Вт/(м·К). Окрім того, теплоємність виробу відповідає значенню 1145 кДж/(кг·К), що відповідно класифікує як теплоізолювальний матеріал.

Таким чином, особливості гальмування процесу передавання тепла через теплоізоляційний шар, що виготовлений з дерева полімерного матеріалу пояснюються наявністю пор, в яких відсутній рух повітря, що супроводжується перенесенням тепла.

Література

1. Tsapko, Y., Zavialov, D., Bondarenko, O., Marchenco, N., Mazurchuk, S., Horbachova, O. (2019). Determination of thermal and physical characteristics of dead pine wood thermal insulation products. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, Vol. 4/10(100), pp. 37–43. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.175346>.
2. Tsapko, Y., Likhnyovskyi, R., Horbachova, O., Mazurchuk, S., Tsapko, A., Sokolenko, K., Matviichuk, A., Sukhanevych, M. (2022). Identifying parameters for wood protection against water absorption. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, Vol. 6/12(120), pp. 71–81. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.268286>.
3. Tsapko, Y., Likhnyovskyi, R., Tsapko, A., Kovalenko, V., Slutska, O., Illiuchenko, P., Sokolenko, K., Gulyk, Y. (2023). Determining the patterns of extinguishing polar flammable liquids with a film-forming foaming agent. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 3.10.123, 48–56. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.278910>.

УДК 674.213:69.025.351.3:678.073

КЛЕЙОВІ КОНСТРУКЦІЇ ІЗ ТЕРМІЧНО МОДИФІКОВАНОЇ ДЕРЕВИНИ ДЛЯ ЗЕЛЕНОЇ ВІДБУДОВИ УКРАЇНИ

Кіндзера А.Р., аспірант

Кшивецький Б.Я., д.т.н., проф.

Національний лісотехнічний університет України, Україна

У сучасних умовах необхідності відновлення та розвитку інфраструктури України, особливої актуальності набуває концепція «зеленого» будівництва – підходу, орієнтованого на зменшення негативного впливу на довкілля, раціональне використання ресурсів та підвищення енергоефективності будівель [1]. Розвиток «зеленого» будівництва в Україні із впровадженням сучасних клейових технологій на основі деревини є стратегічно важливим кроком. Деревина як відновлюваний матеріал відіграє ключову роль у формуванні вуглецево нейтрального будівництва, а використання клейових технологій дає змогу значно розширити її конструкційний потенціал.

У контексті «зеленої» відбудови України, важливим є впровадження в секторі будівництва клейових конструкцій з деревних матеріалів, які мають покращені показники довговічності та енергоефективності з одночасним застосуванням екологічно безпечних клейових композицій, які забезпечуватимуть високу міцність клейового шва та довговічність клейового з'єднання в умовах довготривалої експлуатації в складних кліматичних умовах. Одним із перспективних матеріалів в такому аспекті є термічно модифікована деревина (ТМД), зокрема ясеня, яка характеризується підвищеною біостійкістю, стабільністю розмірів та зниженою гігроскопічністю [2]. ТМД ясеня може використовуватись у конструкціях, в яких методом склеювання поєднується немодифікована деревина з модифікованою, з передбачуваним орієнтуванням модифікованої деревини назовні (віконні та дверні рами, тощо) [3]. Для склеювання елементів конструкції доцільним є застосування полівінілацетатних клеїв (ПВА) з класом довговічності D4, які забезпечують вимоги щодо водостійкості, є доступними за ціною пропозицією та, одночасно з цим, не виділяють токсичних речовин у процесі експлуатації, тому є екологічно-безпечними, що робить їх привабливими для «зеленої» відбудови [4, 5]. Проте, у результаті процесу термічного модифікування деревини за температур 160–220 °C у середовищі з обмеженим доступом кисню, відбувається низка фізико-хімічних змін в її структурі [6, 7], які погіршують здатність до склеювання ПВА клеями (Таблиця 1).

Отже, всі вище перелічені зміни в ТМД ускладнюють формування міцного клейового з'єднання при використанні вододисперсних полівінілацетатних клейових композицій. Тому, для забезпечення належної міцності клейових з'єднань, необхідно проводити попередню підготовку

поверхні ТМД (шліфування, активування) з одночасним коригуванням технологічних режимів склеювання – продовжити час попередньої витримки поверхні з нанесеним клеєм, процес склеювання елементів в пресовому обладнанні проводити за максимально допустимих тисків із збільшенням тривалості витримки.

Таблиця 1 – Фізико-хімічні зміни в структурі термічно модифікованої деревини та їх вплив на склеювання

Зміни спричинені термічною модифікацією	Причини змін	Вплив на процес склеювання ТМД
Зменшення вмісту гідрофільних груп (–ОН)	Розкладання геміцелюлоз, як найменш термічно стійких компонентів деревини	Зменшується кількість активних центрів для утворення хімічних зв'язків між полімерними ланцюгами клею і ТМД
Збільшення вмісту кристалічної целюлози з одночасним зменшенням аморфної	Часткова деструкція целюлоз за вищих температур	Волокна стають більш жорсткими, що ускладнює проникнення клейових композицій у клітинну структуру ТМД
Зменшення полярності деревини та зменшення її загальної поверхневої енергії	Переструктурування лігніну, наявність екстрактивних речовин	Зниження змочуваності поверхні (підвищення гідрофобності), що спричиняє слабшу адгезію між клеєм і ТМД
Зменшення пористості	Переполімеризований лігнін заповнює внутрішню порожнину клітин	Зменшення проникності клеїв в структуру ТМД, що знижує механічне зчеплення клею із деревинною структурою

Оскільки експлуатація клейових конструкцій передбачає орієнтацію термічно модифікованих елементів назовні, це обумовлює необхідність врахування довготривалої дії комплексу зовнішніх факторів на їх стан. Зокрема, ТМД ясеня зазнаватиме безпосереднього впливу температуро-вологісних коливань, ультрафіолетового випромінювання, атмосферних опадів, вітрових навантажень та механічних чинників у вигляді пилу. В свою чергу, клейовий шов проявлятиме чутливість до змін вологості й температури, а в періоди інтенсивних опадів — до деформацій, спричинених частковим набуханням ТМД, викликаним проникненням вологи в її структуру.

У зв'язку з цим, актуальним є проведення комплексної оцінки впливу дії зовнішніх факторів на стан поверхні ТМД та міцність клейових

з'єднань для прогнозування терміну експлуатації клейових конструкцій, а також розробки заходів щодо продовження їх довговічності.

Метою роботи було дослідження полівінілацетатних клейових з'єднань "ТМД ясеня/немодифікована сосна", які піддавалися тривалому впливу зовнішніх факторів, щодо змін стану термічно модифікованої поверхні та міцності зразків.

Тестові зразки "ТМД ясеня/немодифікована сосна", початкова середня міцність яких складала 7,12 МПа, розміщувалися на стенді зовнішньої експозиції та з тримісячною періодичністю вилучалися з нього для оцінювання деструктивних змін поверхні, а також встановлення змін щодо міцності клейових з'єднань. Метод скануючої електронної мікроскопії (СЕМ) застосовували для фіксування деструктивних змін ТМД ясеня, а оцінку міцності зразків проводили за допомогою розривної машини. Фіксування деструктивних змін ТМД ясеня за допомогою СЕМ зображень дали змогу стверджувати, що після літніх періодів витримки в умовах зовнішнього середовища (за найвищої інтенсивності сонячної радіації), ТМД характеризувалася більш значущими деструктивними змінами, спричинені, в більшій мірі, фотохімічними реакціями. Одночасно з цим, клейові зразки демонстрували найбільш значне зниження міцності з'єднань, що пов'язано з властивостями ПВА-клеїв. Вони належать до групи термопластичних, які під впливом нагрівання та охолодження багаторазово переходять із в'язкотекучого стану в твердий. Хоча волого-температурне навантаження на клейову плівку приводить до її видовження, тобто забезпечується її еластичність, за температури близько 40 °С починається розм'якшення полімеру, тому висока теплостійкість клейового шва за підвищених температур не забезпечується повною мірою.

Загалом, СЕМ дослідження показали, що після 24 місяців витримки в природних умовах, поверхнева структура ТМД ясеня зазнала пошкоджень на глибину до 0,2 мм. Шляхом вимірювання кутів змочування було встановлено, що поверхня стала більш гідрофільною, та характеризувалася скороченням тривалості проникнення води в її структуру. Таким чином, можна припустити, що в разі подальших деградаційних процесів термомодифікованої деревини ясеня, у її структуру проникатиме все більша кількість вологи, що сприятиме набухання як деревини, так і клейового шва, а отже, призводитиме до зниження міцності клейового з'єднання. Однак, слід зазначити, що навіть з урахуванням прискореного водопоглинання, характерного для поверхні ТМД ясеня, загальний час проникнення крапель у структуру є значно довший порівняно з немодифікованою деревиною [8]. Окрім цього, як показали результати вимірювання міцності, середня міцність клейових з'єднань зменшилась до 5,13 МПа.

Висновок. Використання полівінілацетатних клейових конструкцій "ТМД ясеня/немодифікована сосна" є перспективним в секторі «зеленого» будівництва, оскільки володіють покращеними показниками довговічності, енергоефективності та екологічності. Однак, як показали експериментальні

дослідження, фактори навколишнього середовища негативно впливають як на клейове з'єднання, так і на поверхню ТМД ясеня. Тому, подальші дослідження повинні бути проведені в напрямку пошуку рішень щодо підвищення адгезії ПВА клеїв до ТМД та розробці ефективних покриттів для захисту ТМД від зовнішніх природних чинників.

Література

1. Farenjuk, G., Kaliukh, I., & Ischenko, Y. (2020). Концепція «зеленого будівництва» та її застосування при проектуванні та розрахунках геотехнічних конструкцій. *Наука та будівництво*, 24(2), 19-43. <https://doi.org/10.33644/scienceandconstruction.v24i2.3>
2. Hill, C., Altgen, M., & Rautkari, L. (2021). Thermal modification of wood — a review: chemical changes and hygroscopicity. *Journal of Materials Science*, 56, 6581–6614. doi: 10.1007/s10853-020-05722-z
3. Datskiv, H., & Kshyvetsky, B. (2023). Results of experimental studies on the strength of adhesive-bonded joints of thermally modified ash wood. *Ukrainian Journal of Forest and Wood Science*, 14(1), 27-38. doi: 10.31548/forest/1.2023.27
4. Kshyvetsky, B., Kindzera, D., Sokolovskyi, I., Storozhuk, V., Mayevska, O., Somar H, & Kindzera, A. (2024). Features of the formation of cohesive and adhesive strength by non-structured and structured polyvinyl acetate films during wood gluing. *Voprosy khimii i khimicheskoi tekhnologii*, 3, 89-97. doi: 10.32434/0321-4095-2024-154-3-89-97
5. Kshyvetsky, B., Kindzera, D., Sokolovsky, Ya., Somar, H., & Sokolovskyi, I. (2023). Prediction of the strength of oakwood adhesive joints bonded with thermoplastic polyvinyl acetate adhesives. *Chemistry & Chemical Technology*, 17(1), 110–117. doi: 10.23939/chcht17.01.110
6. Lunguleasa, A., & Spirchez, C. Influence of Thermal Treatment on Properties of Ash Wood. (2025). *Forests*, 16, article number 155. doi: 10.3390/f16010155
7. Mamonová, M., Ciglian, D., & Reinprecht, L. SEM Analysis of Glued Joints of Thermally Modified Wood Bonded with PUR and PVAc Glues. (2022). *Materials*, 15, article number 6440. doi: 10.3390/ma15186440
8. Žlahtič, M., & Humar, M. (2016). Influence of artificial and natural weathering on the hydrophobicity and surface properties of wood. *BioRes. BioResources*, 11(2), 4964-4989. doi:10.15376/biores.11.2.4964-4989

УДК 634.52

ВПЛИВ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ НА НАДІЙНІСТЬ ДЕРЕВ'ЯНИХ ЕЛЕМЕНТІВ У ПРОЄКТАХ ЗЕЛЕНОЇ ВІДБУДОВИ

Козак Ю. О., аспірант

Кушніт А.С., канд. техн. наук, доц.

Національний лісотехнічний університет України, Україна

За останні роки деревина визнається одним із найперспективніших будівельних матеріалів завдяки своїм фізико-механічним характеристикам (міцність, легкість, природна теплоізоляція) та високим екологічним показникам. У контексті зеленої архітектури вона забезпечує оптимальний баланс між енергозбереженням, економічністю та біологічною стійкістю, а сучасні технології обробки, модифікації й стабілізації значно підвищують її експлуатаційні властивості, зменшуючи негативний вплив на довкілля [1].

Фізико-механічні властивості деревини, зокрема її висока міцність, мала вага і здатність природно ізолювати тепло, є основою надійності будівельних конструкцій, оскільки ефективне відведення вологи зменшує ризик виникнення парникових ефектів у порівнянні з бетоном чи сталлю. Сучасні методи, зокрема модульні системи й збірні панельні технології, дозволяють створювати будівлі, які відзначаються високою якістю повітря, комфортною температурою та економією електроенергії [2, 3].

Екологічна перевага деревини полягає в її відновлюваності і меншому карбоновому сліду, оскільки виробництво дерев'яних елементів потребує значно меншої кількості енергії, що підтверджується аналізом життєвого циклу [5]. Метод "Cradle-to-Gate" дозволяє оцінити вбудовану енергію, потенціал глобального потепління і вплив на кислотність довкілля, що є важливим аргументом на користь розширеного використання деревини як базового матеріалу в контексті сталого розвитку.

Практичне застосування дерев'яних конструкцій у зеленій архітектурі можна розглянути на прикладі кампусу університету [1], де впроваджуються інноваційні технології: від використання пористих облицювальних матеріалів, що підвищують природну вентиляцію та освітлення, до інтеграції сонячних панелей, що забезпечують автономне виробництво електроенергії. Особливо важливою є дерев'яні фасади, що поєднує традиційний підхід із сучасними методами обробки, дозволяючи не лише знизити експлуатаційні витрати, а й мінімізувати негативний вплив на довкілля. Дослідження, присвячені сприйняттю користувачами сучасних методів дерев'яного будівництва, підтверджують зростання популярності та ефективності впровадження енергоефективних рішень із застосуванням деревини [3, 4].

Використання дерев'яних конструкцій дозволяє забезпечити високу міцність, довговічність, значну економію енергії, зниження виробничих витрат та скорочення вуглецевого сліду. Поєднання традиційних

характеристик із сучасними технологіями обробки створює платформу для нових підходів у будівництві, що гарантують високі експлуатаційні показники та екологічну безпеку майбутніх об'єктів. Підвищення акценту на використанні деревини сприятиме переходу до більш сталих практик, забезпечуючи здорове й енергоефективне середовище для майбутніх поколінь.

Література

1. Hermawan, et al., "Green Architecture of Nahdlatul Ulama Yogyakarta University Campus Building from Material and Energy Aspects" (2023). <https://doi.org/10.17509/jare.v5i2.62912>.
2. Švajlenka, J., Kozlovská, M., & Pošiváková, T. (2018). Analysis of Selected Building Constructions Used in Industrial Construction in Terms of Sustainability Benefits. *Sustainability*, 10(12), 4394. <https://doi.org/10.3390/su10124394>.
3. Švajlenka, J., & Kozlovská, M. (2018). Perception of User Criteria in the Context of Sustainability of Modern Methods of Construction Based on Wood. *Sustainability*, 10(2), 116. <https://doi.org/10.3390/su10020116>.
4. Dobson, D. W. , Sourani, A. , Sertyesilisik, B. , & Tunstall, A. (2013). Sustainable Construction: Analysis of Its Costs and Benefits. *American Journal of Civil Engineering and Architecture*, 1(2), 32-38.
5. Sustainability in Industrial Construction. Conference Presentation – Plenary. Event Date Jun 30, 2008. <https://www.construction-institute.org/sustainability-in-industrial-construction-dbf798797c3b1e82bd99d9f3358070f>.
6. Козак, Ю. О., Кушпін, А. С. (2024). Вплив властивостей матеріалів на міцність дерев'яних конструкцій. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції "Сучасність і перспективи розвитку лісової галузі, ландшафтної архітектури і землевпорядкування" — Харків, (ДБТУ, 24–25 квітня 2025 р.). — 235 с.

УДК 624.011.15

ТЕХНОЛОГІЇ УПРАВЛІННЯ ДЕРЕВНИМИ ВІДХОДАМИ В КОНТЕКСТІ ПОВОЄННОЇ ЗЕЛЕНОЇ ВІДБУДОВИ УКРАЇНИ

Кшивецький Б.Я., д-р тех. наук, проф.,
Максимів М.І., аспірант,
Національний лісотехнічний університет України

В останнє десятиліття наука про сталий розвиток перейшла від питань дефіциту ресурсів до питань глобальних змін і обмежень, досліджуючи планетарні межі, що убезпечують життєвий простір для існування людства. Антропогенний тиск перевищує шість із дев'яти визначених планетарних меж, пов'язаних з викидами вуглецю, втратою біорізноманіття, змінами земельних систем, біогеохімічними потоками, змінами у прісноводних ресурсах та новими забруднювачами [1].

Зміна клімату, погіршення стану довкілля становлять екзистенційну загрозу для Європи та світу. За допомогою Європейського зеленого курсу спільнота ЄС прагне забезпечити перехід до сучасної, ресурсоефективної та конкурентоспроможної економіки, яка до 2050 р. досягне таких трьох цілей: запобігання чистим викидам парникових газів; відокремлення зростання від використання ресурсів; не залишатиме нікого у скрутному становищі.

Новий Європейський Баугаус (New European Bauhaus, NEB) має на меті втілити Європейський зелений курс у конкретні проекти та розробити сталі рішення у будівельному секторі. NEB поєднує сталість з інноваціями, інклюзивністю, беручи до уваги культурну спадщину Європи. Це міст між світом науки та технологій, мистецтва та культури [2, 3].

Ця флагманська ініціатива є перспективною для реалізації стратегії повоєнної відбудови України, що зазнає руйнівної агресії з боку російських військ. Серед найбільш постраждалих секторів - житловий сектор України, що має найвищі потреби в реконструкції та відновленні: 13 % житлового фонду пошкоджено або зруйновано, торкнувшись 2,5 млн домогосподарств. Для відновлення потрібно майже 84 млрд доларів США або 81 млрд євро від загальних довгострокових потреб. Викиди парникових газів, зумовлені бойовими діями, реконструкцією будівель, ландшафтними пожежами, пошкодженнями енергетичної інфраструктури, переміщенням біженців і цивільної авіації зросли на 30 % або 55 млн т CO₂-еквіваленту протягом третього року війни і склали 230 млн т CO₂-еквіваленту з моменту початку повномасштабного вторгнення 24 лютого 2022 р., що еквівалентно річним викидам Австрії, Угорщини, Чехії та Словаччини разом узятих, або річним викидам 120 млн автомобілів на викопному паливі [4].

В Україні деревина традиційно належить до основних конструкційних матеріалів, особливо в житловому будівництві. Це будівельний матеріал біогенного походження, природний органічний

композиційний матеріал, єдиний серед основних конструкційних матеріалів – відновний, на відміну від інших будматеріалів – цементу, бетону, сталі, каміння.

Перевагами деревини і деревних відходів як будівельного матеріалу є сприятливі фізико-хімічні властивості: висока міцність і пружність за порівняно малої щільності, що забезпечує невелику масу виготовлених з неї конструкцій з відносно високим коефіцієнтом конструктивної якості; хімічна стійкість у середовищах, агресивних до бетону і сталі. Серед інших позитивних якостей варто відзначити легкість технологічного оброблення для надання виробам потрібних форм; низьку теплопровідність; надійну склеюваність; високу міцність під дією напружень стискання-розтягування. Стружку і тирсу - побічні продукти перероблення деревини і лісопиляння – використовують у складі будівельних конгломератів - деревостружкових, деревоволокнистих плитах, арболіті, ксилоліті. Важливою технологічною властивістю деревини є її здатність утримувати цвяхи, гвинти (сосна, ялина, вільха). На противагу хвойним, у листяних породах (наприклад, дубі) цвяхи і гвинти утримуються в 16 разів міцніше.

Недоліки деревини і деревних відходів як конструкційного матеріалу: анізотропність (неоднорідна будова); легка займистість; схильність до загнивання при зміні вологості; підвищена гігроскопічність з можливим викривленням і розбуханням.

Розрізняють три типи технологій перероблення деревних відходів: механічного; термічного; хімічного.

Для застосування тих чи інших технологій використання відходів від руйнувань будівель важливо спершу визначити їхній обсяг. Розрахунковий обсяг відходів від руйнувань визначають за двома категоріями: 1) основні компоненти відходів – частини (уламки, бій) будівельних конструкцій, заповнень дверних та віконних блоків, інженерних мереж тощо; 2) супутні компоненти – матеріали, предмети, що знаходилися всередині або поруч з об'єктом у момент пошкодження (руйнування) або виконання робіт з його демонтажу, зокрема устаткування, особисті речі, предмети вжитку (меблі, побутова техніка), органічні речовини, побутові відходи. Норми утворення відходів від руйнувань за основними компонентами наводять залежно від типу будинку в розрізі груп відходів: бетон, цегла, деревина, метали, віконні та дверні блоки і скло. Норма утворення відходів від руйнувань за супутніми компонентами для деревини (меблі з деревини, ДСП, МДФ, інші предмети побуту з деревини чи деревоволокнистих матеріалів) за звичайних умов становить $0,014 \text{ т} / \text{м}^2$. Для порівняння: для електронного й електричного обладнання – $0,04 \text{ т} / \text{м}^2$; металів – $0,005 \text{ т} / \text{м}^2$ компонентів відходів, що піддаються біологічному розкладанню – $0,005 \text{ т} / \text{м}^2$ [5].

Сортування – невід'ємний елемент системи управління відходами від руйнувань. Сучасні технології дають змогу відокремити деревину та деревні відходи від маси інших відходів. Важливо ідентифікувати і відокремлювати небезпечні відходи (наприклад, з хімічними домішками).

Згідно сценаріїв закінчення життєвого циклу деревини для сталого використання деревних ресурсів оптимально застосовувати деревину у виробі, розрахунковий термін експлуатації яких (щонайменше) відповідає періоду ротації деревини, що забезпечує «лісозаготівлю зі сталим доходом». З метою продовження терміну служби Європейський парламент встановив принцип каскадного використання деревини в такому порядку: продукція на основі деревини, повторне використання, перероблення, біоенергетика, утилізація. Виділяють такі три основні варіанти поводження з деревиною після однієї одиниці обслуговування: повторне використання, спалювання, або захоронення на полігоні [6].

Підсумовуючи, наголосимо, що деревні відходи є цінним природним ресурсом, придатним до використання для потреб повоєнної відбудови економіки України. З початку повномасштабного російського вторгнення утворюється значний об'єм деревних відходів внаслідок руйнувань будівель, зокрема, житлових будинків. Застосування сучасних технологій сортування та перероблення відходів деревини відповідно до каскадного принципу сприятиме забезпеченню галузей економіки, зокрема будівельного сектора, потрібними ресурсами і продукцією, отриманою з переробленої деревини. Такий підхід сприятиме збереженню і примноженню лісів як невід'ємного чинника досягнення і підтримання гідного рівня життя всіх з дотриманням планетарних меж у довготерміновій перспективі.

Література

1. Persson, L. M., Breitholtz, M., Cousins, I.T. et al. Outside the Safe Operating Space of the Planetary Boundary for Novel / Entities. *Environmental Science & Technology* 2022, 56, 3, 1510-1521. DOI: 10.1021/acs.est.1c04158.
2. New European Bauhaus. About the initiative. https://new-european-bauhaus.europa.eu/about/about-initiative_en.
3. Максимів М. Роль деревини та деревних відходів у зеленому будівництві в контексті пом'якшення наслідків зміни клімату й економіки замкнених циклів / Мат-ли IV Міжнар. наук.-практичної конференції «Green Construction» («Зелене будівництво»). - Київ: КНУБ. 2025. - С. 193-196.
4. Anne Himmelfarb. Ukraine - Fourth Rapid Damage and Needs Assessment (RDNA4): February 2022 - December 2024 (English). Washington, D.C. : World Bank Group. <http://documents.worldbank.org/curated/en/099022025114040022>.
5. Сатін І., Панченко О., Фляшовський В. Методичні рекомендації щодо визначення обсягів утворення відходів, що утворились у зв'язку з пошкодженням (руйнуванням) будівель та споруд внаслідок бойових дій, терористичних актів, диверсій. - ГО «РЕСІНК», 2024. – 58 с.
6. Ramage, M. H., Burrige, H., Busse-Wicher, M et al. The wood from the trees: The use of timber in construction / *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Volume 68, Part 1, 2017, Pages 333-359..

УДК 630*816.2

ВИКОРИСТАННЯ ДЕРЕВНО-ПОЛІМЕРНИХ ВІДХОДІВ ВИРОБНИЦТВА КОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ

Лютий П.В., канд. тех. наук

Національний лісотехнічний університет України

У світлі зростаючого усвідомлення екологічних викликів і необхідності скорочення викидів шкідливих речовин, деревообробна промисловість, зокрема виготовлення деревинно-композиційних матеріалів, активно впроваджує більш екологічно безпечні та сталі рішення. Одним із таких напрямів є виробництво деревинно-полімерних матеріалів (ДПМ), що ґрунтується на повторному використанні полімерів і деревинних відходів. Такий підхід відповідає засадам циркулярної економіки та розглядається як екологічно доцільна технологія [1, 2, 3].

Деревинно-полімерні матеріали (ДПМ) знаходять широке застосування в будівництві, а також у меблевій, транспортній та пакувальній галузях. Найбільшу частку їх використання у 2024 році становила саме будівельна сфера – 62,7% від загального обсягу [4]. Зокрема, ДПМ активно використовуються для виготовлення дахового покриття, облицювальних елементів, віконних і дверних профілів. У країнах, що розвиваються, ці матеріали часто виступають заміною масивної деревини завдяки підвищеній міцності, стійкості до зовнішніх впливів і довговічності [5].

Концепція ДПМ не є новою – перші технології виникли ще у 1970-х роках, однак активне комерційне застосування розпочалося з 1990-х років у Північній Америці, особливо у виробництві настилів та огорожень [1,6]. У 1996 році розпочала масове виробництво деревинно-полімерного настилу компанією Trex Company, Inc. у США [7]. Це стало відправною точкою для формування ринку деревинно-полімерних композитів (WPC) у США. У виробництві використовувалися деревинні відходи та вторинні термопластичні полімери, що відповідало зростаючій тенденції до екологізації промисловості. До 2000 року обсяг ринку ДПМ у США перевищив 45 тис. тонн, що становило близько 2% від загального ринку полімерних композитів. Європейські країни швидко перейняли цей досвід: до 2000 року ринок ДПМ у Західній Європі демонстрував стабільне щорічне зростання на рівні 15–20%. Основними напрямками використання стали будівництво, меблева та автомобільна промисловість.

У період з 2000 по 2010 рік європейські виробники зосередили зусилля на вдосконаленні виробничих технологій, зокрема коекструзії, що дало змогу значно покращити механічні властивості матеріалів та їхню стійкість до впливу зовнішнього середовища. Підвищення екологічної обізнаності населення сприяло зростанню популярності ДПМ як сталого заміника тропічної деревини. До 2010 року ринок ДПМ у Європі сягнув

220 тис. тонн на рік, а до 2020 року — досягнув стадії зрілості з обсягом у 611,8 тис. тонн.

Цей період став відправною точкою для формування ринку деревинно-полімерних композитів (WPC) у США. Виробництво базувалося на використанні деревинних відходів і вторинних термопластичних полімерів, що відповідало загальному тренду на екологізацію промисловості. До 2000 року обсяг ринку ДПМ у США перевищив 45 тис. тонн, що становило близько 2% від загального ринку полімерних композитів. Європа швидко перейняла цю тенденцію: вже до 2000 року ринок ДПМ у Західній Європі демонстрував щорічне зростання на рівні 15–20%. Основними напрямками застосування стали будівництво, меблева та автомобільна промисловість. Упродовж 2000–2010 років європейські виробники зосередили увагу на вдосконаленні технологій, зокрема коекструзії, що дало змогу створювати матеріали з покращеними механічними властивостями та підвищеною стійкістю до впливу довкілля.

Зростання екологічної свідомості серед споживачів сприяло поширенню ДПМ як екологічно прийнятної альтернативи тропічній деревині. До 2010 року обсяг ринку ДПМ у Європі сягнув 220 тис. тонн на рік. У 2020 році ринок досяг стадії зрілості з річним обсягом 611,8 тис. тонн і середньорічним темпом зростання 6,8% у період 2019–2022 років [8]. ДПМ поєднують властивості деревини та термопластичних полімерів і мають такі переваги:

- покращені механічні характеристики (вища жорсткість, міцність) [1, 9, 10];
- знижена щільність і стирання у порівнянні з неорганічно армованими композитами [11];
- висока волого- та біостійкість у порівнянні з масивною деревиною [1,3,5];
- добра акустична ізоляція та зниження вібрацій;
- знижені виробничі витрати та маса виробів;
- екологічність, придатність до вторинної переробки, можливість біорозкладу [1, 5].

Світовий ринок ДПМ оцінювався у 7,97 млрд доларів США у 2024 році прогнозом досягнення близько 20,0 млрд доларів США до 2034 року [4]. За прогнозами, темпи зростання ринку сягатимуть 11,6% щорічно у період з 2025 по 2032 рік [4, 12,13,14] (рис. 1).

Лідером світового ринку є США із часткою 39,3% у 2024 році та з обсягом 3,1 млрд доларів США. Європейський ринок склав 1,12 млрд доларів США у 2024 році [4].

Серед ключових чинників, що сприяли динамічному зростанню ринку деревинно-полімерних матеріалів (ДПМ), варто відзначити їхні екологічно безпечні властивості, конкурентні переваги порівняно з традиційними деревинними композитами, а також зростаючий попит на продукцію для зовнішнього використання. Додатковими драйверами стали активізація ремонтних і реконструкційних робіт у житловому секторі, а також

масштабне розширення будівництва та розвиток інфраструктури у глобальному масштабі [1, 4, 14].

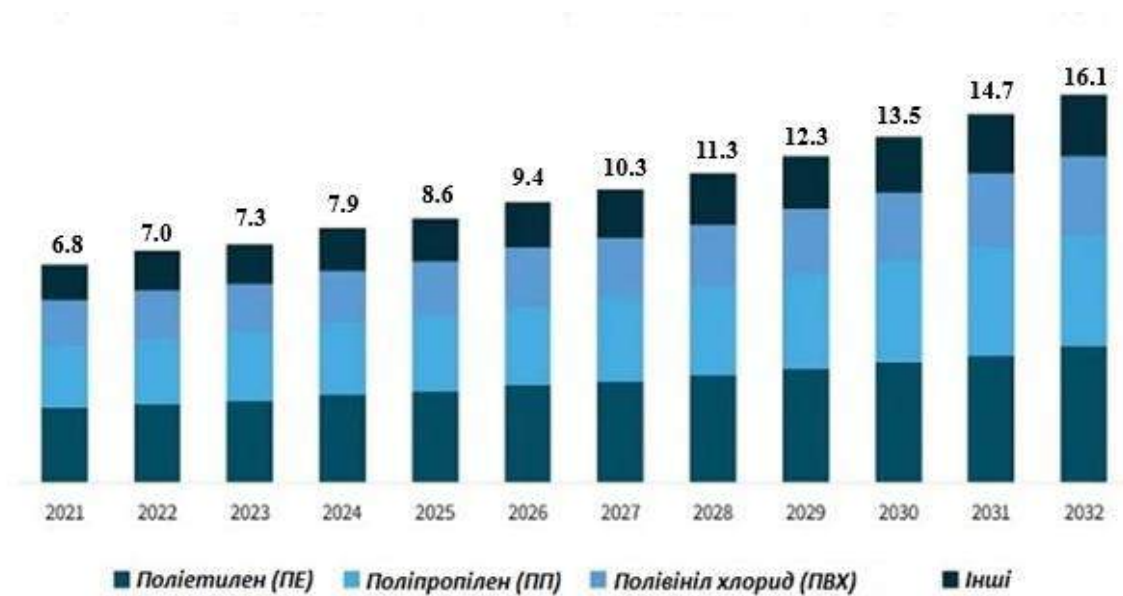


Рисунок 1 – Прогнозування ринку ДПМ [14]

Таким чином, ДПМ є однією з найбільш перспективних груп композитів майбутнього, що відповідає критеріям зеленої економіки, інженерної ефективності та відновлюваності ресурсів.

Література

1. Klyosov, A. A. Wood-Plastic Composites. Hoboken: John Wiley & Sons, 2007. 700 p.
2. Borah J. S., Kim D. S. Recent development in thermoplastic/wood composites and nanocomposites: A review // Korean Journal of Chemical Engineering. – 2016. – Vol. 33. – P. 3035–3049. DOI: [10.1007/s11814-016-0183-6](https://doi.org/10.1007/s11814-016-0183-6)
3. Wolcott M., Muszynski L. Materials and wood-based composites // Wood Engineering Challenges in the New-Millennium-Critical Research Needs. Proceedings of the Pre-Conference Workshop for ASCE Structures, Vancouver, BC, Canada, 23–24 April 2008. – Reston, VA: American Society of Civil Engineers, 2008.
4. Wood-Plastic Composite Market Size, Share & Industry Analysis, by Material (Polyethylene, Polypropylene, Polyvinyl Chloride and Others), by Application (Decking, Automotive, Sliding & Fencing, Technical Application, Furniture, Consumer Goods and Others), and Regional Forecast, 2020–2027 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.fortunebusinessinsights.com/wood-plastic-composite-market-102821>.
5. Pokhrel G., Gardner D. J., Han Y. Properties of Wood–Plastic Composites Manufactured from Two Different Wood Feedstocks: Wood Flour and Wood Pellets // Polymers. – 2021. – Vol. 13, No. 16. – Article 2769. DOI: [10.3390/polym13162769](https://doi.org/10.3390/polym13162769).

6. Gardner D. J., Han Y., Wang L. Wood–Plastic Composite Technology // Current Forestry Reports. – 2015. – Vol. 1. – P. 139–150. DOI: 10.1007/s40725-015-0016-7.
7. Clemons C. Wood–Plastic Composites in the United States: The interfacing of two industries // Forest Products Journal. – 2002. – Vol. 52, No. 6. – P. 10–18.
8. Europe Wood Plastic Composites Market Size, Share & Trends Analysis Report By Type (Polyethylene, Polyvinyl Chloride, Polypropylene and Others), By Application, By Country and Growth Forecast, 2023–2030 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/wood-plastic-composites-market>.
9. Bledzki A. K., Gassan J. Composites reinforced with cellulose based fibres // Progress in Polymer Science. – 1999. – Vol. 24. – P. 221–274. DOI: 10.1016/S0079-6700(98)00018-1.
10. Malkapuram R., Kumar V., Negi Y. S. Recent development in natural fiber reinforced polypropylene composites // Journal of Reinforced Plastics and Composites. – 2009. – Vol. 28. – P. 1169–1189. DOI: 10.1177/0731684407087759.
11. Braghiroli F. L., Passarini L. Valorization of biomass residues from forest operations and wood manufacturing presents a wide range of sustainable and innovative possibilities // Current Forestry Reports. – 2020. – Vol. 6. – P. 172–183. DOI: 10.1007/s40725-020-00119-y.
12. Global Wood Plastic Composites Market: By Type, Product, Application, Size, Share, Trends, Analysis, Segment and Forecast 2016–2022 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.zionmarketresearch.com/report/wood-plastic-composites-market>
13. Fortune Business Insights. Wood-Plastic Composite Market Report [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.fortunebusinessinsights.com/wood-plastic-composite-market-102821>.
14. Grand View Research. Wood-Plastic Composites Market Analysis [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/wood-plastic-composites-market>.

УДК 674-419

ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ МЕТОДУ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ЗРАЗКІВ СТІНОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ З НАПОВНЮВАЧЕМ

Манзюк А.О., аспірант

Маєвський В.О., доктор техн. наук, проф.

Національний лісотехнічний університет України, Україна

За результатами попередніх досліджень, встановлено, що наповнювач позитивно впливає на теплофізичні характеристики дерев'яних будівельних стінових елементів, забезпечуючи їхню низьку теплопровідність та конструкцію в цілому і зменшуючи її вагу [1].

Для досліджень розроблено та виготовлено дослідні зразки дерев'яних стінових елементів з наповнювачем. Габаритні розміри зразків: довжина 250 мм ширина 300 мм висота 250 мм. Конструкція зразків наведена на рис. 1-3.

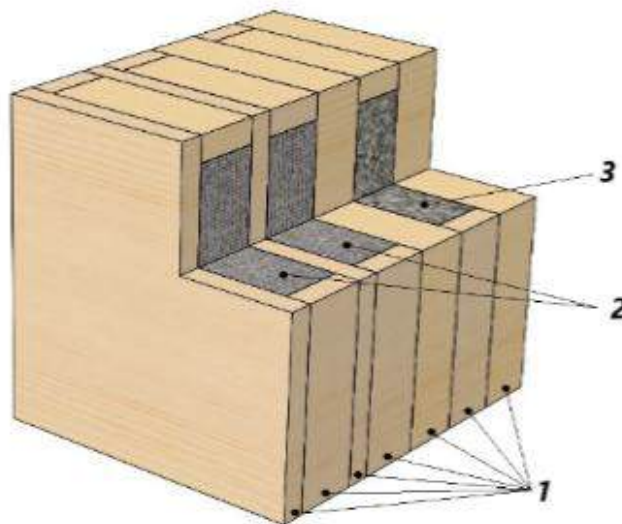


Рисунок 1 – Дослідний зразок стінового елементу з наповнювачами «А» та «В», де: 1 – деревина породи Сосна; 2 – наповнювач «А»; 3 – наповнювач «В»

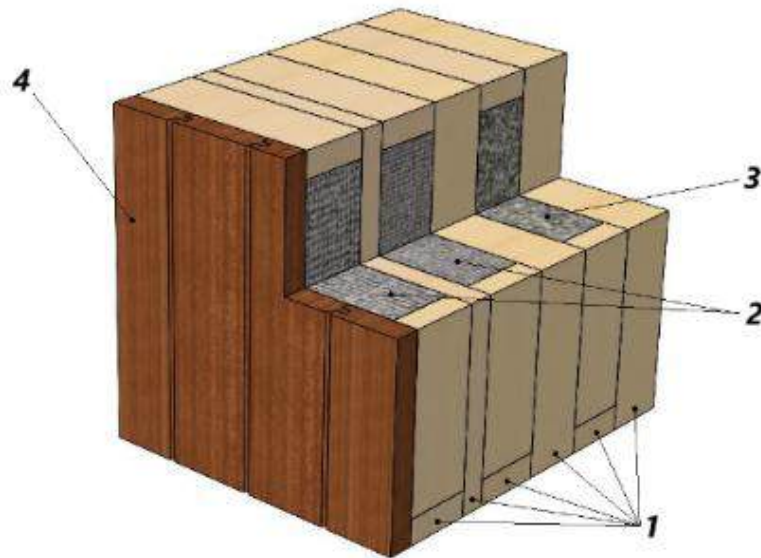


Рисунок 2 – Дослідний зразок стінового елемента з наповнювачами «А» та «В», і зовнішнім шаром з термодеревини, де: 1 – деревина породи Сосна; 2 – наповнювач «А»; 3 – наповнювач «В»; 4 – термодеревина

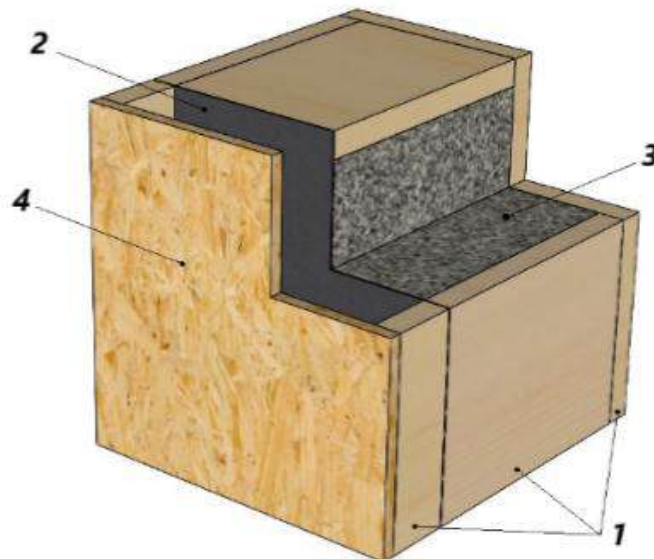


Рисунок 3 – Дослідний зразок стінового елемента каркасного типу з наповнювачем, де: 1 – деревина породи Сосна; 2 – супердифузійна мембрана; 3 – наповнювач «В»; 4 – OSB плита.

Результати аналізу літературних джерел [2-4] свідчать, що методів визначення теплопровідності стінових елементів є багато, і кожен має свої переваги та недоліки.

Розглянемо основні методи визначення теплопровідності стінових елементів.

Метод плоскої пластини. Цей метод передбачає розміщення зразка між двома пластинами з різною температурою, де при цьому вимірюється тепловий потік.

Метод теплового потоку. Встановлюються тепловий потік і температурні датчики на внутрішній та зовнішній поверхнях стіни. Цей метод дає змогу визначити реальне значення теплопровідності на об'єкті.

ІЧ-термографія (інфрачервона камера). Цей метод не визначає теплопровідність напряду, але виявляє тепловтрати, містки холоду, дефекти утеплення. Тому цей метод добре використовувати для попереднього аналізу.

Метод теплового імпульсу. Випромінюється короткий тепловий імпульс, після чого вимірюється реакція матеріалу. Цей метод використовується рідше, через складність обладнання.

Використання спеціалізованого програмного забезпечення, зокрема з елементами комп'ютерного моделювання для прогнозування термічної поведінки стінових елементів дає змогу створювати детальні моделі та аналізувати вплив різних факторів на теплопровідність.

Висновок: Отже, для вимірювання теплопровідності стінових елементів з наповнювачем на першому етапі досліджень використали програмне забезпечення «U-WERT» [5] з комп'ютерним моделюванням. Це дало змогу отримати наближені результати теплопровідності та зрозуміти, чи добре розроблена конструкція стінового елемента, а за потреби – внести необхідні зміни. На другому етапі досліджень використали метод теплового потоку для експериментального дослідження зразків дерев'яних стінових елементів з наповнювачем, який дає змогу отримати результати наближені до реальних.

Література

1. Manziuk A.O., Mayevsky V.O. Особливості розроблення дерев'яних енергоефективних елементів з наповнювачами для будівельних конструкцій / Forestry Education and Science: Current Challenges and Development Prospects. International Science-Practical Conference, October 23-25, 2024, Lviv, Ukraine, 2024. – 3 p. <https://doi.org/10.36930/conf150.3.7>.
2. ДСТУ Б В.2.7-182:2009 Будівельні матеріали. Методи визначення терміну ефективної експлуатації та теплопровідності будівельних ізоляційних матеріалів у розрахункових та стандартних умовах. – 2010., 32 с.
3. Риндюк С.В. Метод визначення теплопровідності будівельних матеріалів та виробів: дис... канд. техн. наук: 05.23.05 / Вінницький національний технічний ун-т. Вінниця. – 2018. – 154 с.
4. Фаренюк Г. Г. Методи експериментального визначення показників теплової надійності конструкцій фасадної теплоізоляції / Г. Г. Фаренюк // Будівельні матеріали, виробы та санітарна техніка. – 2010. – Вип. 36. – С. 76–83.
5. Ubakus: Online U-Wert-Rechner [Electronic resource] / Ralf Plag. – Electronic data. – 17. Mai 2024. – Mode of access: Internet. – doi: <https://www.ubakus.de/u-wert-rechner/index.php?>– Title from the screen (viewed 10.09.2024).

УДК 674.214

ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ДЕРЕВИННОЇ СИРОВИНИ У ВИРОБНИЦТВІ СТОЛЯРНО- БУДІВЕЛЬНИХ ВИРОБІВ

Маєвський В.О., доктор техн. наук, проф.

Копинець З.П., канд. техн. наук

Ференц О.Б., канд. техн. наук, доц.

Національний лісотехнічний університет України, Україна

Україна має значний потенціал для подальшого розвитку деревообробної промисловості [1]. Однак накладання сучасних викликів, у зв'язку з повномасштабною військовою агресією та подоланням її наслідків, впливатиме на тенденції розвитку деревообробної промисловості. Зокрема, відбудова зруйнованого житла, промислових та громадських будівель вимагатиме і продукції деревообробки (вікон, дверей, елементів дахових конструкцій тощо). Перспективним є будівництво дерев'яних будинків як для періодичного проживання (модульні будинки з деревини для внутрішньо переміщених осіб), так і будинків для постійного проживання (зокрема, стійково-балкової конструкції). Використання відходів від переробки деревинної сировини (тирси, стружки, золи) для виготовлення цементних будівельних композитів з належними експлуатаційними характеристиками, також є важливим чинником розвитку деревообробної та будівельної галузей в контексті сталого розвитку [2]. Використання матеріалів з деревини у будівельній галузі сприятиме зниженню викидів вуглецю порівняно з використанням традиційних матеріалів, які використовують у будівництві.

Рациональне використання деревинної сировини у технологічних процесах виготовлення столярно-будівельних виробів є одним із визначальних чинників для конкурентоспроможності продукції на ринку. Тому доцільність пошуку шляхів зниження витрати деревинної сировини для виготовлення продукції деревообробки є актуальним як з екологічної, так й економічної точок зору.

Одним з ефективних шляхів зниження витрати деревинної сировини є вдосконалення конструкцій напівфабрикатів, зокрема тришарових клеєних брусів для столярних виробів. Використання запропонованих профільних клеєних брусів складного перетину дасть змогу економити високоякісну деревину не перетворюючи її в стружку [3].

Для прикладу, порівняємо баланси деревинної сировини: соснових сухих обрізних пиломатеріалів під час виготовлення віконного блоку з тришарових клеєних брусів прямокутного та профільних складних поперечних перетинів (рис. 1). В дослідженні розглядаємо виготовлення 1000 шт. віконних блоків розміром 100x100 см з двома поворотними стулками.

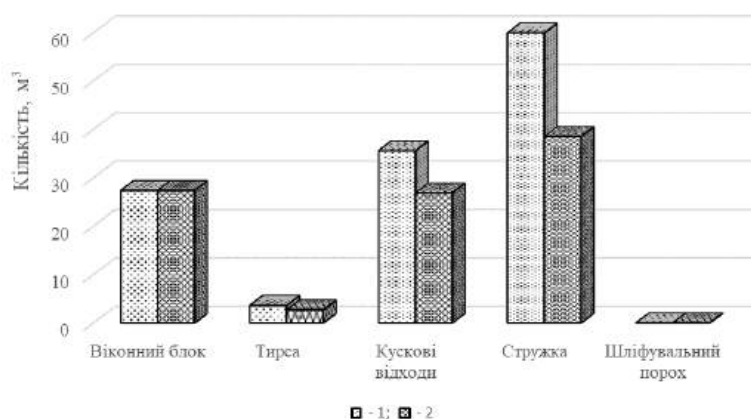


Рисунок 1 – Порівняння балансів деревинної сировини під час виготовлення віконного блоку з двома поворотними стулками з тришарових клеєних брусів: 1 – прямокутного перетину; 2 – профільних складного перетину

Для виготовлення 1000 шт. віконних блоків з двома поворотними стулками з тришарових клеєних брусів прямокутного перетину потрібно $126,61 \text{ м}^3$ сухих обрізних пиломатеріалів, а з тришарових профільних клеєних брусів складного перетину – $95,59 \text{ м}^3$, економія становить $31,02 \text{ м}^3$. Як бачимо, застосування тришарових клеєних брусів складного перетину дасть змогу зменшити витрати високоякісної деревини, що позитивно впливатиме на економічні показники діяльності підприємства.

Література

1. Деревообробна промисловість України та країн світу: стан, проблеми і перспективи розвитку : кол. моногр. / за ред. М. О. Кизима, І. О. Губаревої ; авт. кол. : М. О. Кизим, І. О. Губарева, В. Є. Хаустова, О. Ю. Іванова, Є. М. Крячко, Є. С. Колбасін, Р. В. Харченко. Харків : ФОП Лібуркіна Л. М., 2021. 272 с.
2. Копинець З.П., Рутковська І.З., Салабай І.І. Перспективи використання деревини, як заповнювача в цементних будівельних композитах / Матеріали тез доповідей XIV Міжнародної науково-практичної конференції «Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем» (м. Чернігів, 22–23 травня 2025 р.): у 2 т. – Чернігів: ЧНТУ, 2025. – Т. 2. – ст. 179-180.
3. Маєвський В.О., Копинець З.П., Ковбасюк В.М., Миськів Є.М., Якуба М.М. Технологічні аспекти регулювання витрат деревинної сировини під час виготовлення віконних блоків з тришарового клеєного бруса. Наукові праці Лісівничої академії наук України: збірник наукових праць. – Львів: Видавництво «Компанія «Манускрипт», 2019. – Вип. 18. – С. 208-216. <https://doi.org/10.15421/411922>

УДК 630*816.2

МОЖЛИВІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ БІОПОЛІМЕРІВ У ВИРОБНИЦТВІ ФАНЕРИ

Ортинська Г.Є., канд. тех. наук
Національний лісотехнічний університет України

На сьогоднішній день у виробництві деревинно-композиційних матеріалів, зокрема фанери, традиційно застосовуються клеї на основі карбамідоформальдегідних (КФС) та фенолоформальдегідних смол (ФФС), які забезпечують високу міцність клейових з'єднань та високу якість продукції. Проте широке використання таких клеїв обмежується низкою чинників: високою вартістю і вичерпністю сировинної бази; наявністю у складі смол формальдегіду, що є легкою токсичною речовиною, яка здатна негативно впливати на довкілля та здоров'я людини. Крім того Міністерство Охорони Здоров'я України та Міжнародне агентство з дослідження раку визначили, що формальдегід є канцерогеном. У зв'язку з цим особливо актуальним є питання розроблення та впровадження альтернативних безформальдегідних, екологічно чистих на біологічній основі клеїв, які могли б застосовуватися для виготовлення фанери.

Сьогодні значна увага приділяється застосуванню біополімерів у різних галузях промисловості, оскільки вони є економічно вигідними та виробляються з відновлюваних ресурсів, зокрема з відходів аграрного виробництва. Біополімери - це природні біологічно активні речовини, що отримуються з мінеральної, рослинної або тваринної сировини. Завдяки своїй універсальності біополімери знаходять застосування в харчовій, фармацевтичній та деревообробній промисловостях. Серед найбільш поширених біополімерів, які використовуються у деревообробці, варто відзначити рослинні протеїни, лігнін, дубильні речовини, крохмалі, декстрини, борошно та інші.

Проводилися дослідження для виготовлення фанери із застосуванням клейових композицій на основі лігніну. Їх можна розділити на дві групи: клеї, що містять фенолформальдегід, та клеї, що не містять формальдегіду. У першій групі лігнін використовується як часткова заміна фенолу, тоді як в другій лігнін реагує з хімічними речовинами, відмінними від формальдегіду, утворюючи біоклеї з меншою токсичністю [1].

Включення немодифікованого лігніну до складу фенольної смоли обмежується низьким рівнем заміщення та демонструє зниження міцності склеювання із більш тривалим часом пресування, тому лігнін вимагає хімічного модифікування, щоб покращити властивості клею.

В останні роки були розроблені клеї на основі танін-лігніну. Використовувані дубильні речовини були таніни із органосольв-лігнінами або крафт-лігнінами [2]. Додавання лігніну в клейові склади може покращити механічні властивості фенольного клею [3]. Лігнін утворює

дуже стійке з'єднання з дубильними речовинами і покращує їх реакційну здатність з затверджувачем [2].

Рослинний протеїн – ще один природний ресурс для виробництва екологічно чистих клеїв для деревини. Загалом клеї на основі протеїнів мають високу в'язкість, короткий термін служби і дуже чутливі до води [4], що є ключовими технічними перешкодами для їх широкого застосування. Потрібно модифікувати структуру протеїнів, щоб поліпшити водостійкість, технологічну здатність та міцність склеювання клею на основі протеїнів. Було проведено велика кількість досліджень з виробництва клеїв на основі протеїнів, отриманих з різних культур, таких як соя [5, 6], ріпак, насіння бавовни, клейковина пшениці, та горох.

Соя представляє собою бобову культуру, з якої можна отримати різні корисні компоненти, такі як жири, вуглеводи та протеїни. Ці компоненти знаходять застосування в різних галузях, включаючи харчову, фармацевтичну, деревообробну та інші. Серед них особливо поширені соєві протеїни, які доступні у формі борошна, концентрату та ізоляту [2].

Хімічний склад соєвих протеїнів визначається їхньою біополімерною природою. Ці біополімери складаються з макромолекул, які включають понад 18-20 амінокислот, пов'язаних між собою амідним зв'язком у структурі поліпептидного ланцюга.

Клейові композиції на основі соєвого протеїну також мають певний недолік, їх водостійкість є меншою порівняно із клеями на основі синтетичних смол. Тому соєвий протеїн рекомендують модифікувати гідроксидом натрію, карбамідом, синтетичними смолами для підвищення водостійкості.

З метою покращення якісних властивостей клейових композицій та розширення діапазону їх використання рекомендується модифікувати соєві протеїни за допомогою термічного, хімічного та ензимного методів. Ці методи модифікування призводять до денатурації протеїнових молекул, а ступінь денатурації залежить від природи модифікувальних речовин, параметрів процесу обробки. Наприклад, ступінь денатурації зростає під час підвищення температури термообробки та збільшені концентрації хімічного модифікатора. Таким чином, концентрація модифікувальних речовин, їх рН середовища, і температура обробки впливає на ефективність модифікованих клеїв на основі соєвих протеїнів [5, 6, 7].

Підготовку досліджуваних клейових композицій розпочинали з приготування суспензії соєвого протеїну. Для цього використовували ізолят соєвого протеїну з вмістом білка 92%, який змішували з дистильованою водою у співвідношенні 1:5. Суміш нагрівали до температури 90 °C з подальшим додаванням модифікувальних речовин: лимонної (цитратної) кислоти, гідроксиду натрію та фенолоформальдегідної смоли. Кількість кожного з компонентів становила 1, 3 та 5 мас. ч. відповідно на 100 мас. ч. приготовленої суспензії.

Для експериментальних досліджень використовували лущений березовий шпон. На основі отриманих клейових композицій виготовляли п'ятишарову фанеру за такими параметрами пресування: тиск – 1,8 МПа,

температура – 150 °C, тривалість – 10 хв, витрата клею – 150 г/м². Оцінювання якості склеювання здійснювали шляхом визначення міцності фанери на зріз відповідно до вимог ДСТУ EN 314-2.

У результаті було отримано однорідні клейові композиції з підвищеною в'язкістю, що дещо ускладнювало їх нанесення на поверхню шпону контактним способом. Встановлено, що модифікувальні речовини істотно впливають на рН клейового середовища, що, у свою чергу, визначає здатність до утворення міцних адгезійних зв'язків. Модифікувальні речовини підвищують водостійкість клейових композицій, про це свідчать випробування зразків після вимочування їх у холодній воді впродовж 24 годин. Вищі показники міцності клейового з'єднання спостерігалися у клеїв на основі суспензії соєвого протеїну ізоляту, що модифікувалися лужними речовинами (гідроксидом натрію, фенолоформальдегідною смолою) і вони відповідають вимогам стандарту.

Для промислового виробництва доцільно використовувати соєвий протеїн, оскільки він є швидковідновлювальним джерелом, процес модифікування не є складним, має високий рівень заміщення та хорошу міцність зчеплення.

Література

1. Richard P. W. Bio-Based Polymers and Composites. / Richard P. W., Xiuzhi Susan Sun // Publisher: Elsevier Science & Technology Books. Pub. Date: July 2005.
2. Privalov P. L. Stability of Proteins: Small Globular Proteins / Privalov P. L. // Adv. Protein Chem 1979, 33, P. 24-167.
3. Dunn, L. B.; Hojilla, M. P. Foaming Properties of Soy Proteins and Their Use in Plywood. Adhesives. Abstract, in New Industrial Products Based on Soy Proteins, United Soybean. Board, Kansas City, MO; 1998.
4. Kalapathyio. U., Hettiarachchy N. S., Myers, D. J., and Rhee, K. C. Shear Strength and Water Resistance of Modified Soy Protein Adhesives, 1996 J. Am. Oil Chem. Soc. 73, 1063-1066.
5. Mo X., Sun X. Effects of Storage Time on Properties of Soybean Protein-based Plastics. Soy Derived Protein as Raw Material for Structural Wood Adhesives. Abstract, in New Industrial Products Based on Soy Proteins. /J. Polym. //Em. 2003, 11, 15-22.
6. Privalov P. L. Stability of Proteins: Small Globular Proteins Adv. Protein Chem 1979, 33, P. 24-167.
7. Dunn L.B., Hojilla M.P. Foaming Properties of Soy Proteins and Their Use in Plywood. Adhesives. Abstract, in New Industrial Products Based on Soy Proteins, United Soybean. Board, Kansas City, MO; 1998.

УДК 004.94

КОМПЛЕКСНА АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЄКТУВАННЯ ТА ВИРОБНИЦТВА КОРПУСНИХ МЕБЛІВ НА ОСНОВІ РІШЕНЬ АСТРА

Паргас В.К., канд. техн. наук, доц.

Національний університет кораблебудування, ТОВ Технос, Україна

Представлений опис, структура та функції комплексу програмних засобів Астра, які забезпечують наскрізну автоматизацію процесів проєктування та виробництва корпусних меблів. Показано приклад інтеграції автоматизованих систем на основі інформаційних інтерфейсів, побудованих на відомих форматах файлів.

Складна економічна ситуація, яка склалася з початком війни, безумовно, вплинула і на меблеву галузь. Негативні фактори, такі як втрата частини ринку, подорожчання сировини, нестача кваліфікованих кадрів, змушена релокація та інші, за даними Економічної правди [1], знизили дохід меблевої галузі на 44%. Тем не менш, як стверджує Українська Асоціація Меблевиків [2], відбувається реструктуризація галузі за різними напрямками, що привело до зростання ефективності в останній час. Відмічається, що одним з цих напрямів є зростання експорту через підвищення якості виробів. На наш погляд, висока якість напрямку залежить від рівня механізації та автоматизації виробничих процесів, тільки на основі використання високоякісного обладнання, в тому числі і верстатів з числовим програмним керуванням (ЧПК), можлива зростання якості виробів, зростання продуктивності та зменшення термінів виготовлення меблевих виробів.

Комплекс програмних засобів Астра [3] у складі програми автоматизованого проєктування корпусних меблів *Астра Конструктор Меблів*, програма автоматизованого розкрою *Астра Розкрій*, програма управління процесом різки *Астра Cutting*, а також програма генерації керуючих програм для верстатів з ЧПУ *Астра САМ*, забезпечують наскрізну автоматизацію процесів проєктування та виробництва корпусних меблів. Кожна з цих програм може функціонувати окремо, однак вони пов'язані інформаційно між собою і, у випадку спільного використання, надають найбільший ефект підприємству.

Головним застосуванням, безумовно, є Астра Конструктор Меблів, призначений для проєктування меблевих виробів і підготовки їх для виготовлення. Для проєктування обраний інтерфейс, який, в деякій мірі, моделює процес збірки виробу. Крім того, розроблено безліч інструментів з визначення форми деталей, позиціонування об'єктів на сцені, взаємне розташування та визначення розмірів деталей. Однак основними конструкторськими інструментами вважаються ті, які забезпечують можливість спроектувати вироби, готові до передачі у виробництво. До цих інструментів відносяться:

- призначення та зміна матеріалу «на лету»;

- крайкування деталей виробу у автоматичному і ручному режимах;
- редагування контуру деталі з можливістю вставки типових елементів: контурні вирізи, внутрішні вирізи, округлення, зрізи кутів;
- призначення кріплень в автоматичному та ручному режимах;
- конструювання виробу за допомогою «майстрів» - шухляди, фасади, полиці;
- підготовка креслень виробу та деталей зі схемою присадки з можливістю редагування;
- підготовка деталей для розкрою з урахуванням товщини крайки, отворів кріплень, контуру деталі;
- формування різноманітних звітів.

Підкреслюємо, що основною ідеологією програми Астра Конструктор Меблів є можливість пристосовувати застосунок до власних потреб конструктора. Це забезпечується через присутність інструментів для налаштування: структури бібліотеки матеріалів, фурнітури та виробів; розмірів кріплень та правил встановлення; конструювання власної фурнітури та призначення правил встановлення; конструювання власних моделей шухляд і використання в майстрові шухляд; налаштування правил встановлення напрямних для шухляд; налаштування складу та змісту звітів.

Застосунок Астра Розкрій формально використовується на етапі технологічної підготовки виробництва, однак, окрім розрахунку і редагування карт розкрою, що є основною функцією, також виконує додаткові функції:

- облік матеріалів на складі;
- розрахунок і облік залишків з можливістю їх використання у майбутніх проєктах;
- розрахунок вартості проєктів;
- друк етикеток для деталей замовлення, листів матеріалу та залишків;
- створення замовлень на розкрій з бібліотечних виробів;
- підготовка керуючих програм для пилових центрів.

Особливість програми Астра Розкрій полягає в гнучкості алгоритму розрахунку карт розкрою в залежності від особливостей обладнання для порізки листових матеріалів, що виключає помилки при виконанні технологічного процесу різки.

Для більш ефективного виконання остаточних технологічних процесів виготовлення деталей (крайкування, обробка торців, свердлення, пазування) широко використовуються етикетки з нанесенням ідентифікаційної та технологічної інформації, у тому числі і ім'я відповідної керуючої програми. Саме для забезпечення друку відповідної етикетки протягом процесу різки листових матеріалів призначена програма Астра Cutting.

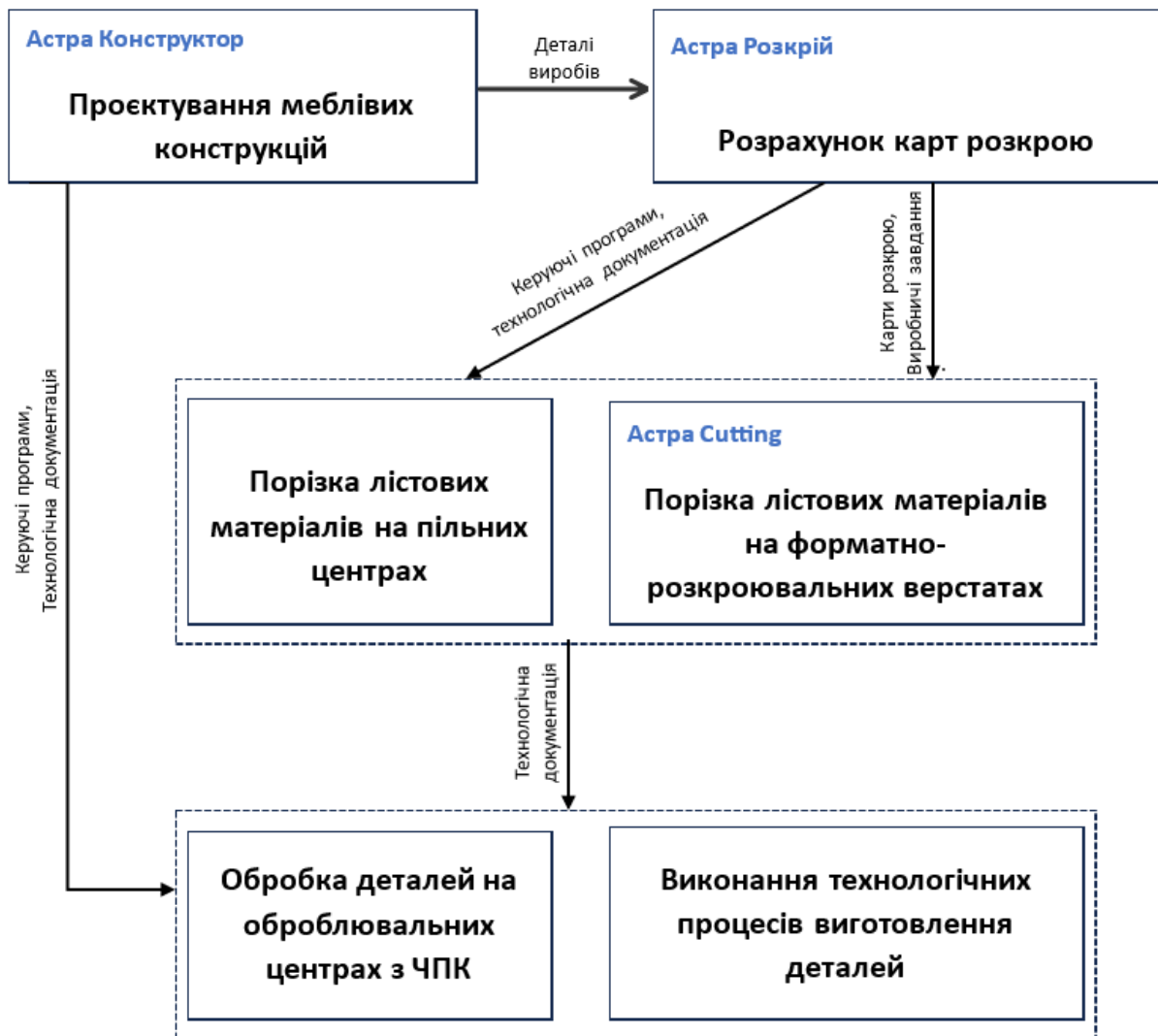


Рисунок 1. Загальна схема функціонування комплексу програм

Оператор верстату має можливість одразу після вирізки деталі наклеїти етикетку. Однак застосунок має розширені функції управління виконанням виробничих задач. Частину функцій застосунку призначено для майстра цеху і передбачають відслідковування процесу виконання завдань та можливість динамічного розподілу завдань за верстатами.

Таким чином, комплекс програм можна пристосувати до конкретних умов виробництва. При спільному використанні програм (рис. 1) вихідні дані одного застосунку використовуються у якості початкових даних іншого застосунку. Для універсальності впровадження програмних засобів дані передаються за допомогою інтерфейсних файлів відомих форматів, однак для користувача це виконується у фоновому режимі, наприклад, розкрій можна виконати в середовищі Астра Конструктор. Якщо на підприємстві існує обладнання з ЧПК, тоді застосунки забезпечують виробництво керуючими програмами, доступ до яких надається за допомогою штрих-кодів, нанесених на етикетках. В інших випадках дані передаються на папері або у електронному вигляді на відповідні ділянки виконання технологічних процесів.

Наразі у галузі використовуються декілька програмних засобів для автоматизації процесів виробництва меблів, однак всі вони забезпечують

тільки частину робіт. В цих умовах важлива інтеграція різних систем для забезпечення наскрізної автоматизації всіх виробничих процесів. У зв'язку з відмінністю моделей об'єктів проектування інтеграція можлива на основі інтерфейсних файлів представлення інформації. Табличну інформацію зручно передавати відомими форматами, які створюються застосунком Microsoft Excel, а для передачі довільних даних описового характеру найбільш зручний формат xml або json. Саме такі можливості реалізовані в комплексі програм Астра, що дає можливість створення інтегрованої системи з такими системами, як Гіблаб [4] і Віяр Про [5], а також з будь-якої системою управління виробництвом [6].

Висновки: Автоматизація проектування та виробництва корпусних меблів відіграє важливу роль у зменшенні витрат, підвищенні продуктивності та якості продукції. Саме наскрізна автоматизація всіх процесів, яка забезпечується комплексом Астра, є найбільш ефективною і дозволяє значно скорочуючи час розробки і реалізації проєктів.

Література

1. Яна Малачівська-Данчак. Як війна вплинула на обсяги виробництва меблів та їх експорт. -Економічна правда, 15 липня 2024 р., Режим доступу: <https://epravda.com.ua/columns/2024/07/15/716593/>
2. Розвиток української меблевої галузі, 28 березня 2024 року. - Українська Асоціація Меблевіків, Режим доступу: <https://uafm.com.ua/rozvytok-ukrayinskoyi-meblevoyi-galuzi-u-2023-rotsi/>
3. Програмне забезпечення для професійного виробництва меблів. Режим доступу: <https://astrapro.com.ua/>
4. GIBLAB – програмний комплекс меблевого виробництва.- Режим доступу: <https://giblab.com/#home>
5. Сайт компанії Віяр. Режим доступу: <https://viyar.ua/ua/>
6. Linking Astra R-Nesting with your company's software? – Режим доступу: <https://www.astranest.com/default.asp?page=linking-nesting-software>

УДК 621.928.93

МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ГЕОМЕТРІЇ АКТИВНОГО РОБОЧОГО ОРГАНА НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ОЧИЩЕННЯ ПОВІТРЯ

Погорілий В.К., ст. викладач

Державний біотехнологічний університет, Україна

На деревообробних підприємствах задля забезпечення екологічних вимог і вимог охорони праці важливо зменшувати вплив деревного пилу що утворюється під час робочого процесу на довкілля та здоров'я працівників. Дослідження свідчать, що деревний пил становить загрозу для дихальної системи і може призводити до розвитку професійних захворювань [1]. Це зумовлює необхідність удосконалення конструкцій очисників повітря та підвищення їхньої ефективності.

Ми розглянули вплив геометричних параметрів активних робочих органів циклону на ефективність очищення повітря. Особливу увагу приділено перехідній зоні між корпусом очисника та його активними робочими органами - дисками, де формуються складні повітряні потоки. Саме характер цих потоків буде впливати на ефективність осадження деревної частинки.

Для того щоб зрозуміти як буде поводити себе повітряний потік було застосовано аналітичне моделювання. Для спрощення моделі ми припускаємо, що потік поводить себе як ідеальна рідина, а його лінії можна апроксимувати дугами еліпсів [2]. Це дало змогу визначати модуль швидкості у кожній точці зони очищення, враховуючи змінну площу поперечного перерізу.

Формули для ексцентриситету еліпса та компонентів швидкості мають вигляд:

$$e = \sqrt{1 - \frac{b^2}{a^2}}, (1)$$

$$V_r = V_B \cdot \cos \alpha, (2)$$

$$V_z = V_B \cdot \sin \alpha, (3)$$

де: e – ексцентриситет еліпса;

a, b – півосі еліпса;

V_r і V_z – радіальна та вертикальна складові швидкості відповідно;

V_B – модуль швидкості;

α – кут нахилу лінії потоку.

Отримані аналітичні залежності дозволяють зрозуміти, як зміна радіуса диску або висоти повітряного зазору впливає на розподіл швидкостей і, відповідно, на ефективність уловлювання пилу. Як зазначено у [2], це відкриває можливості для подальших досліджень та оптимізації конструкцій очисників.

З огляду на отримані результати, доцільно також враховувати вплив нерівномірного розподілу швидкості по висоті перехідної зони. Це може мати критичне значення для часток з різним діаметром, оскільки траєкторії їх руху будуть залежати від характеру потоку в кожній окремо взятій точці. Крім того, в умовах експлуатації можливе виникнення вихрових зон, які можуть знижувати ефективність осадження. Аналіз цих ефектів потребує додаткового чисельного моделювання та експериментального підтвердження. У майбутньому це дозволить точніше прогнозувати ефективність очищення для конкретних режимів роботи циклону. Подальші дослідження передбачають побудову комплексної тривимірної моделі, яка враховуватиме реальні умови експлуатації та аеродинамічні характеристики потоку. Такий підхід стане основою для розробки нових високоефективних систем очищення повітря у деревообробних цехах.

Література

1. Osman E., Pala, K. Occupational exposure to wood dust and health effects on the respiratory system in a minor industrial estate in Bursa/Turkey. *International journal of occupational medicine and environmental health*. 2009.22(1).Pp. 43-50. doi: 10.2478/v10001-009-0008-5
2. Shevchenko S.A., Diakonov V.I., Pohorilyi V.K. Improving efficiency of air purifiers from wood dust to reduce industrial load on environment. *Technical service of agriculture, forestry and transport*. 2024. No 24. Pp. 98-107.

**СПІВПРАЦЯ ТОВ «ЦЕНТР «ТЕХНОЛОГІЇ ДЕРЕВООБРОБКИ»
З ПРОФІЛЬНОЮ КАФЕДРОЮ
ДЕРЖАВНОГО БІОТЕХНОЛОГІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ**

Шевченко С.А., докт. техн. наук, доцент
Суска А.А., докт. екон. наук, професор
Державний біотехнологічний університет,
Анухін І.П.

ТОВ «Центр «Технології деревообробки», заст. директора

Співпраця ТОВ «Центр «Технології деревообробки» з профільною кафедрою тодішнього Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка розпочалась у 2008 році з впровадження САПР меблів у навчальний процес. Наступними заходами за участі підприємства стала серія науково-практичних семінарів, проведених у 2013-2014 рр. на базі кафедри, за тематикою лісопиляльного виробництва, сушіння деревини, виробництва меблів та дерев'яного домобудування.

У травні 2017 р. викладацько-студентська делегація кафедри, разом з представниками інших профільних закладів освіти України, відвідала виставку обладнання й технологій для лісової галузі та обробляння деревини LIGNA 2017 у м. Ганновер (Німеччина) та підприємство фірми Wood-Mizer у Польщі. Цей проєкт було здійснено Українською асоціацією деревообробного обладнання, одним із засновників якої є ТОВ «Центр «Технології деревообробки».

Восени 2021 р. було проведено ряд виїзних практичних занять з особливостей конструкцій верстатів і інструментів для обробляння масивної деревини та виробництва корпусних меблів.

Подальша співпраця відбувається у форматі гостьових онлайн-лекцій заст. директора підприємства Анухіна І.П.. Перша з них відбулась в травні 2022 р. й стосувалась фрезерних центрів Conturex і кутових центрів Unicontrol виробництва Weinig Gruppe (Німеччина) та їх застосуванням при виготовленні поширених у Європі віконних профілів.

У травні 2023 р. було проведено лекцію з технології та обладнання для переробки залишків деревини із зони збігу колод у заготованки для меблевого виробництва.

Лекція з технологій і обладнанні для виготовлення паркету на прикладах продукції і верстатів фірм Bauwerk (Швейцарія), Marinus Machinebouw (Нідерланди), Weinig Gruppe (Німеччина) і Wintersteiger (Австрія) відбулася в квітні 2024 р.

У березні 2025 р. темою чергової лекції стали різноманітні методи неруйнівного контролю деревини та відповідне обладнання виробництва Weinig Gruppe (Німеччина) і Brookhuis Applied Technologies (Нідерланди).

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ПРАКТИЧНИХ ОНЛАЙН-ЗАНЯТЬ З НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ ДЕРЕВИНИ

Шевченко С.А., докт. техн. наук, доцент

Тупчий О.М., ст. викладач

Державний біотехнологічний університет,

Розвиток біоциркулярної економіки призведе до розширення використання деревини та деревних матеріалів у різноманітних сферах, що потребуватиме якомога ефективнішого її використання. До того ж, глобальне потепління вже впливає на щільність, пружність, міцність та інші параметри деревини [1]. Отже, використання методів неруйнівного контролю деревини [2] стає все більш актуальним.

При проведенні практичних онлайн-занять основну увагу пропонується приділяти наступним аспектам неруйнівного контролю деревини:

- обробка експериментальних даних з визначенням стохастичного взаємозв'язку між діагностичним параметром і показником механічних властивостей деревини;
- моделювання фізичних процесів при неруйнівному контролі деревини й обчислення відповідних значень діагностичних параметрів;
- моделювання роботи найпростіших алгоритмів обробки сигналів, які ілюструють процеси обробки інформації в системах неруйнівного контролю деревини.

Перелік виконуваних практичних робіт охоплює:

- визначення стохастичного взаємозв'язку між статичним модулем пружності та границею міцності деревини при статичному вигині (за результатами обробки експериментальних даних з літературних джерел) та граничних значень діагностичного параметра для віднесення пиломатеріалу до певного класу міцності згідно з [3, 4] із заданою довірчою ймовірністю;
- моделювання визначення модуля пружності деревини за результатами вимірювання періоду та декременту затухання вільних згинних коливань зразка;
- моделювання роботи алгоритму визначення тривалості проходження пружних хвиль від ударного збурення вздовж зразка деревини в умовах завад для наступного обчислення швидкості звуку в деревині та її динамічного модуля пружності;
- моделювання послаблення рентгенівського випромінювання при проходженні поперек колоди із гнилизною (пустотою);
- визначення кута нахилу волокон до вісі зразка деревини з використанням ефекту трахеїд (впливу трахеїд на поширення лазерного випромінювання в деревині [2]);
- моделювання сортування зразків деревини на групи відповідно їх кольору.

Практичні роботи виконуються в електронній таблиці із використанням вбудованих засобів визначення параметрів лінійної регресії та пошуку екстремуму цільової функції.

При обробці експериментальних даних з літературних джерел, представлених у вигляді діаграм точкового стилю, використовується 2D САПР LibreCAD для визначення масштабу діаграми та вимірювання відстаней точок від початку координат діаграми. Наступне переведення вимірних відстаней у значення фізичних параметрів здійснюється в електронній таблиці.

В електронній таблиці здійснюється й обробка зображень (визначення середніх значень кольорових складових тощо). Для цього графічний файл перетворюється в текстовий файл формату TSV (містить згруповані по колонках і рядках числові значення, розділені символами табуляції), що є зручним при імпортуванні даних в електронну таблицю, за допомогою програми на мові C++ [5].

Література

1. United Nations Economic Commission for Europe. Forest Sector Outlook Study 2020-2040. June 2022. 93 p. <https://doi.org/10.18356/9789210012973>
2. Ross Robert J. (Ed.). Nondestructive evaluation of wood: second edition. General Technical Report FPL-GTR-238. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. Forest Products Laboratory, 2015. 169 p.
3. ДСТУ EN 338:2022 Конструкційний лісоматеріал. Класи міцності (EN 338:2016, IDT).
4. SPS 2. Special Product Standard for machine graded lumber. Effective: April 1, 2019. Canada, BC, Vancouver. National lumber Grades Authority. 50 p.
5. Шевченко С.А. Методика проведення занять з обробки зображень в системах технічного зору. Новітні технології в агроінженерії: проблеми та перспективи впровадження : матеріали II Всеукр. наук.-практ. інтернет-конф., 2-3 червня 2022 р. Полтава : Полтавський державний аграрний університет, 2022. С. 140-142. URL: <https://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/node/9650/zbirnykmaterialivkonferenciymavpdau2-3chervnya2022.pdf> (дата звернення 25.05.2025)

ВПЛИВ УМОВ ГАРЯЧОГО ПРЕСУВАННЯ НА ВЛАСТИВОСТІ БІОКОМПОЗИТІВ ІЗ ГОРІЛОЇ ДЕРЕВИНИ ТА ЛІГНІНУ

Суска А.А., доктор екон. наук, професор

Д'яконов В.І., канд. техн. наук, доцент

Скрипник О.С., канд. техн. наук, доцент

Державний біотехнологічний університет, Україна

Використання горілої деревини як сировинного ресурсу є одним із перспективних напрямків подолання наслідків антропогенних катастроф і бойових дій, що супроводжуються масовим знищенням лісових насаджень [1,2].

Утилізація обвугленої деревини шляхом її введення до складу біокомпозитів із технічним лігніном дозволяє створити нові екологічно прийнятні матеріали для меблевого виробництва та будівництва [3]. Окрім того, такий підхід сприяє не лише раціональному використанню відходів після лісових пожеж, а й зменшенню негативного впливу на навколишнє середовище за рахунок зниження потреби у вирубці живих дерев.

Гаряче пресування залишається ключовою технологією для виготовлення біокомпозитів завдяки своїй здатності забезпечувати високу міцність і однорідність матеріалу [4].

Слід враховувати, що деревина після дії лісових пожеж має змінені фізико-хімічні властивості, зокрема підвищений вміст вуглецю та знижений вміст летких речовин, що впливає на її поведінку під час гарячого пресування. Можливим напрямком вирішення проблем з температурним впливом може бути встановлення пульсуючого нагрівання. Це режим, при якому температура в зоні пресування періодично змінюється в межах певного діапазону (наприклад, між 160–200 °C) замість постійного нагріву. Такий підхід дозволяє краще контролювати термопластичну поведінку лігніну, який за надмірного перегріву може деградувати, а за недостатнього – не виконувати ефективно функцію зв'язуючого. Особливо це актуально при використанні обвугленої деревини, структура якої менш стабільна, а пористість підвищена, що створює ризик нерівномірного прогрівання матеріалу під час типового нагріву [5].

Таким чином, оптимізація умов гарячого пресування, зокрема температури, є ключовим фактором для покращення фізико-механічних властивостей біокомпозитів на основі горілої деревини та лігніну. Подальші дослідження у цьому напрямку сприятимуть розробці ефективних та екологічно чистих матеріалів для будівельної та меблевої промисловості.

Література

1. Suska A. A. Ways to utilize wood remains after forest fires caused by war / A. A. Suska , V. I. Diakonov ,O. S. Skrypnyk , O. V. Dyakonov , O. O. Borovenskyi // Science and technology: challenges, prospects and innovations. Proceedings of the 4th International scientific and practical conference. CPN Publishing Group. Osaka, Japan. 2024. Pp. 234-236. URL: <https://sci-conf.com.ua/wp-content/uploads/2024/11/SCIENCE-AND-TECHNOLOGY-CHALLENGES-PROSPECTS-AND-INNOVATIONS-28-30.11.24.pdf> (date of access: 27.04.2025). – Title from screen.
2. Suska A. A. Production of energy-efficient solid biofuel from wood waste after forest fires caused by war / A. A. Suska , V. I. Diakonov ,O. S. Skrypnyk, O. O. Borovenskyi // Science and technology: challenges, prospects and innovations. Proceedings of the 4th International scientific and practical conference. CPN Publishing Group. Osaka, Japan. 2024. Pp. 30-32. URL: <https://sci-conf.com.ua/wp-content/uploads/2024/11/SCIENCE-AND-TECHNOLOGY-CHALLENGES-PROSPECTS-AND-INNOVATIONS-28-30.11.24.pdf> . (date of access: 27.04.2025). – Title from screen.
3. Utilization of Fire-Impacted Timber: A Summary of a Survey of Mill Procurement Personnel and a Review of the Literature / Harberts Isaac C. et al. University Digital Conservancy :: Home. URL: <https://conservancy.umn.edu/items/678443d7-2cc1-4eb6-a2b3-eca97b993e45> (date of access: 24.11.2024).
4. Effect of Hot-Pressing Temperature on the Properties of Eco-Friendly Fiberboard Panels Bonded with Hydrolysis Lignin and Phenol-Formaldehyde Resin / Ivo Valchev [et al.] // Polymers. – 2024. – Vol. 16, no. 8. – P. 1059. – URL: <https://doi.org/10.3390/polym16081059> (date of access: 02.06.2025). – Title from screen.
5. A Critical Review on Wood-Based Polymer Composites: Processing, Properties, and Prospects [Electronic resource] / Manickam Ramesh [et al.] // Polymers. – 2022. – Vol. 14, no. 3. – P. 589. – URL: <https://doi.org/10.3390/polym14030589> (date of access: 27.04.2025). – Title from screen.

УДК 621.86:005.95:365.1

РОЗРОБКА ТА ВДОСКОНАЛЕННЯ АДАПТИВНИХ АКСЕСУАРІВ ДЛЯ МЕХАНІЗМІВ ВІДКРИВАННЯ ДВЕРЕЙ

Суска А.А., д-р екон. наук, проф.

Скрипник О.С., канд. техн. наук, доц.

Рудой А.І., ст. гр. 187-246-01

Державний біотехнологічний університет, Україна

Україна перебуває в стані війни вже 12-й рік. Зміна характеру війни та інтенсивності бойових дій, нажаль, призводить до збільшення кількості поранень серед військових та цивільних громадян. Також від початку повномасштабного вторгнення суттєво змінився характер поранень і травмувань, що призводять до ампутацій кінцівок. Станом на кінець 2017 року, співвідношення ампутацій в структурі бойової хірургічної травми складало: нижньої кінцівки – 67,5%, верхньої кінцівки – 32,5% [1]. Станом на червень 2024 року кількість ампутацій верхніх кінцівок зросла до 45% [2]. Повертаючись після реабілітації до звичного життя, людина стикається з тим, що навколишній простір не пристосований для людей з обмеженими можливостями. Ця проблема ставить перед суспільством завдання державного та громадського рівня щодо забезпечення безбар'єрності та адаптації фізичного простору для осіб з інвалідністю.

Однією з ключових проблем є можливість самостійного відкривання та закривання дверей. Більшість механізмів відкривання дверей спроектовані для користувачів, які можуть вільно користуватися руками, що унеможлиблює або значно ускладнює їхнє використання людьми з травмами верхніх кінцівок. Це призводить до зниження рівня незалежності, ускладнює виконання побутових завдань і може негативно впливати на психологічний стан людини. Відсутність ефективних інклюзивних рішень потребує розробки нових конструкцій і механізмів відкривання дверей, які враховуватимуть специфічні потреби користувачів із частковою чи повною втратою функцій рук.

Метою цієї роботи є демонстрація концепції розробки та/або вдосконалення адаптивних рішень з можливістю гнучкого налаштування, які мають забезпечити зручність та враховувати потреби якомога більшої частини користувачів.

При розробці адаптивних рішень треба враховувати той факт, що користуватись тим чи іншим виробом доведеться не тільки цільовій групі осіб, а також й іншим групам, які можуть мати різні вади або не мати їх зовсім. Тому слід подбати, щоб пристрій був однаково зручним для різних категорій користувачів, забезпечуючи безбар'єрність та універсальність у використанні.

Як приклад, пропонується розглянути варіант вдосконалення вже існуючого адаптивного аксесуара – подовжувача дверної ручки «Тру Гріп» (Tru Grip) [3], який було відзначено багатьма нагородами. Подовжувач

виконано у вигляді пластикової насадки, що кріпиться за допомогою пластикових стяжок на звичайну дверну ручку важільного типу. Подовжена частина має загин догори під кутом 30 градусів. Виготовляється у двох варіантах – ліва та права, що також дозволяє змінювати напрямок монтажу донизу або догори загином (Рис.1).



Рисунок 1 - Подовжувача дверної ручки «Тру Гріп» (Tru Grip) [3].

Умовними недоліками даного аксесуара можна вважати обмежену можливість регулювання розташування важеля (лише два варіанти) та порушення естетичного вигляду як самої ручки, так і дверей загалом.

Розглянемо можливу конструкцію вдосконаленої дверної ручки. Ручка складається з двох частин. Перша частина – циліндрична, монтується однією стороною на стандартний чотиригранний «квадрат» (як звичайна ручка), а інша сторона має зовнішній профіль 12-променевої зірки та повздовжній отвір із різьбою для фіксаційного болта. Друга частина – подовжений важіль, який з одного боку має відповідний 12-променевий поперечний отвір для насаджування на першу (циліндричну) частину ручки, а з іншого – загин до дверей під кутом 90 градусів, що забезпечує додаткову зручність під час взаємодії (Рис. 2,а,б).

Таким чином ми отримуємо конструкцію ручки з можливістю регулювання відносно осі обертання. Вона має 5 робочих положень розташування важеля з кроком у 30 градусів (Рис. 2,в). Така конструкція надає можливість вибору оптимального положення ручки, що має задовольнити потреби всіх користувачів. Оскільки пара ручок дзеркально відображені (ліва та права), то заміна їх між собою призведе до зміни загину ручки – догори або донизу (Рис. 2,г). Збільшена довжина ручки зменшує силу натискання, яку треба докласти для відкриття дверей. Однорідність аксесуара створює привабливий зовнішній вигляд, що усуває естетичні недоліки зразка.

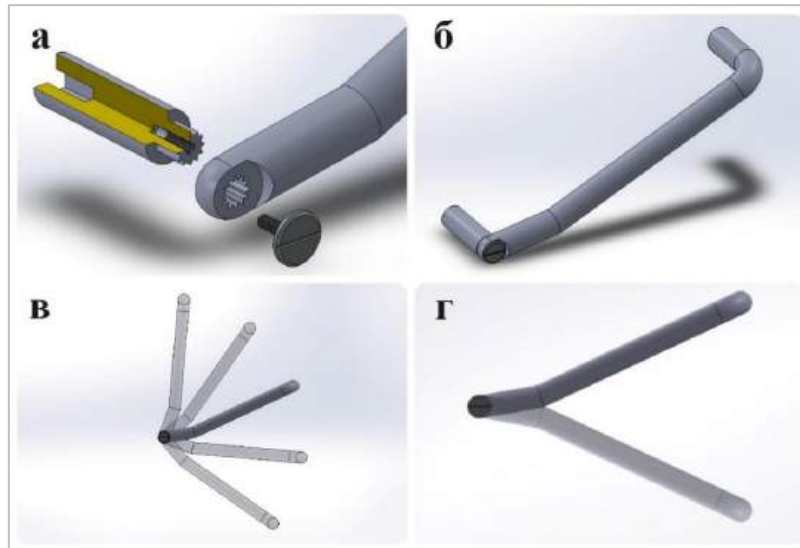


Рисунок 2 – Дослідний зразок ручки (а – схема складання; б – загальний вигляд; в – варіанти розміщення відносно осі обертання; г – варіанти розміщення (ліва/права)).

Під час розробки даного аксесуара, зроблено спробу врахувати можливість зручної взаємодії з механізмом відкривання дверей різними групами людей: люди з травмами верхніх кінцівок, люди на колісному кріслі, діти, люди похилого віку та дорослі люди без обмежень. Враховуючи потреби конкретної групи людей, конструкція аксесуара дає можливість підібрати оптимальний варіант розташування важеля, який буде зручним для всіх користувачів. Розробникам адаптивних рішень, в першу чергу слід керуватися потребами цільової групи осіб, але, по можливості, враховувати потреби й інших потенційних користувачів. Цей приклад демонструє, як при збереженні адаптивних функцій для людей з інвалідністю, можна не погіршити зручність для інших користувачів та не порушити естетичний вигляд предмета адаптації.

Література

1. Цема Є. В. Клініко-статистичне дослідження рівня ампутації кінцівки у поранених (Є.В. Цема, І.П. Хоменко, А.А. Беспаленко, О.А. Бур'янов, В.Г. Мішалов, А.Ю. Кіх). *Клінічна хірургія*. 2017. № 10. с. 51–54. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/KIKh_2017_10_19 (дата звернення: 04.02.2025).
2. Стеценко С. Майже сотня тисяч людей через війну мають ампутації. Як Центр протезування Superhumans дає їм шанс. *Радіо Свобода*. URL: <https://www.radiosvoboda.org/a/olha-rudneva-pro-protezuvannya-v-ukrayini-ta-tsentr-superhumans/32977005.html> (дата звернення: 04.02.2025).
3. Tru grip - door handle extension kit | disability horizons shop. *Disability Horizons Shop Disability Living Aids and Accessories*. URL: <https://shop.disabilityhorizons.com/products/tru-grip-door-handle-extension-set/> (date of access: 07.02.2025).

УДК 674.048

ЕКОЛОГІЧНІ ЗАСОБИ ЗАХИСТУ ДЕРЕВИНИ ВІД РУЙНУВАННЯ

Тупчий О.М., старший викладач.

Сосєдко М.О. старший викладач.

Державний біотехнологічний університет, Україна

Деревина є однією з найпоширенішою відновлювальною сировиною для швидкого створення житла з урахуванням екологічних вимог. Проте вона має ряд недоліків, зокрема: висока гігроскопічність, легкозаймистість, руйнація структури деревини внаслідок ураження дереворуйнівними грибами, комахами, ультрафіолетовим випромінюванням. Враховуючи зазначене, виникає потреба застосування екологічних засобів захисту деревини, які задовольняють вимоги споживачів до дерев'яних будинків [2], а також відповідаю вимогам Європейського зеленого курсу (ЄЗК). Зокрема, в ЄЗК одним з пунктів зазначено енергоефективне будівництво та реконструкція [1].

Згідно даних за період від початку повномасштабного вторгнення РФ і до 31.12.2023 р., в усій країні пошкоджено або зруйновано 10% житлового фонду, через це постраждало близько 2 млн домогосподарств і з кожним днем пошкодження та руйнація житла збільшується [3]. У зв'язку із цим в Україні гостро постає проблема щодо забезпечення енергоефективним житлом громадян. Вимоги до використання матеріалів для відбудови містять наступне: низька вартість, відновлюваність, екологічність.

Розглянемо сучасні екологічно чисті підходи захисту деревини, які замінюють традиційні.

Технологія термомеханічного модифікування деревини [2] полягає у пресуванні гарячого (обробленого парою чи нагрітого) матеріалу, що підвищує біостійкість, при цьому технологія не шкодить довкіллю.

Одним із перспективних напрямів є використання біологічних засобів – мікроорганізмів, ферментів і екстрактів рослинного походження. Такі речовини діють як природні антисептики, пригнічуючи розвиток грибів, бактерій та комах. Наприклад, ефірні олії евкаліпта, сосни, кедр, а також екстракти кори верби або дуба проявляють виражені фунгіцидні властивості. Важливою перевагою цих речовин є їхня біорозкладність, відсутність накопичення у ґрунті та безпечність для здоров'я людини [4].

Обробка натуральними оліями та воском створює гідрофільну плівку на поверхні деревини, підсилює природну красу деревини. Найчастіше для обробки дерев'яних поверхонь використовують такі популярні олії, як: ляна, тунгова, тикова, олія волоського горіха, олія чайного дерева, лимонна олія. Ці засоби глибоко проникають у структуру деревини, зміцнюючи її та запобігаючи надмірному зволоженню [4]. Такі методи ідеально підходять для внутрішнього оздоблення приміщень, дитячих

меблів та конструкцій, що контактують з харчовими продуктами. Крім того, вони зберігають природний вигляд і текстуру деревини.

Застосування розчинів на основі борних сполук забезпечує ефективний захист від ураження комахами та профілактику грибкових уражень. При цьому, завдяки низькій концентрації токсичних компонентів, засоби відповідають екологічним вимогам.

Інноваційним напрямом є використання наноматеріалів для створення функціональних покриттів з антимікробними та гідрофобними властивостями [2]. Наприклад, наночастинки діоксиду титану (TiO_2), цинку (ZnO), срібла (Ag) здатні забезпечити тривалий антисептичний ефект без застосування токсичних хімікатів. Наноструктуровані покриття також можуть зменшувати проникність деревини водою, що значно підвищує її атмосферостійкість і знижує ризик біологічного ураження.

Також необхідно пам'ятати і про використання конструктивного захисту деревини. Правильне проектування дерев'яних конструкцій, встановлення спеціальних навісів дають змогу збільшити термін служби дерев'яних виробів без необхідності застосування хімічних засобів.

На сьогодні екологічно безпечні методи захисту деревини демонструють високий потенціал для широкого впровадження в промисловість. Біозасоби, нанопокриття та натуральні компоненти можуть не лише ефективно захищати деревину, а й відповідати сучасним екологічним вимогам. Подальші дослідження мають бути спрямовані на підвищення тривалості захисної дії природних засобів, удосконалення технологій нанесення та адаптацію таких методів до масового виробництва.

Література

1. Європейський Зелений Курс | Представництво України при Європейському Союзі. <https://ukraine-eu.mfa.gov.ua/posolstvo/galuzeve-spivrobitnictvo/klimat-yevropejska-zelena-ugoda>
2. Dennis Jones, Dick Sandberg. A Review of Wood Modification Globally – Updated Findings from COST FP1407. *Interdisciplinary Perspectives on the Built Environment*. 2020. Vol 1. 31 p. <https://doi.org/10.37947/ipbe.2020.vol1.1>
3. Інвестиції у первинну житлову нерухомість у період війни | Національний інститут стратегічних досліджень <https://niss.gov.ua/doslidzhennya/sotsialna-polityka/investytsiyi-u-pervynnu-zhytlovu-nerukhomist-u-period-viyny>.
4. Yaremchuk L., Olyanyshyn T., Maksymiv V., Hogaboam L. Models of oil wood coating materials selection according to technological, operational, ecological and economic criteria. 2014. *Pro Ligno*, 10(2).

УДК 624.01-691

THE USAGE OF NON-TRADITIONAL COMPONENTS IN THE MANUFACTURING OF CONCRETE PRODUCTS

Udovytskyi O., PhD in Technical Sciences, Assoc. Prof.
Salabay R., PhD in Technical Sciences, Assoc. Prof.
Salabay I., PhD in Technical Sciences, sen. Teacher
Ukrainian National Forestry University, Ukraine

Actuality. In modern construction, the possibilities of using non-traditional components in the preparation of concrete products are being actively explored. Alternative aggregates, such as crushed glass or rubber crumbs, wood or clay waste, can reduce the cost of concrete and increase its environmental friendliness, while the use of industrial waste allows for its beneficial disposal and reduces the consumption of natural resources.

Non-traditional components that are not currently used for mass production of concrete products can improve concrete properties, in particular their thermal insulation characteristics. The use of alternative materials in concrete mixtures helps to reduce carbon dioxide emissions generated in cement production. Non-traditional components, such as waste wood and clay, are natural or secondary resources. In addition, the recycling and reuse of waste in concrete reduces the need for landfills and contributes to a cleaner environment.

In this context, the introduction of non-traditional components in the production of concrete mixtures and other building materials is relevant in terms of the rational use of natural resources and the reduction of the negative environmental impact of industrial waste.

Historical background and current state of the problem. In Ukraine, there has been a tradition of building houses from saman, a building material made from a mixture of clay, straw, sand and water, formed in blocks or applied directly to the frame walls. Due to the availability of raw materials and ease of manufacturing, this material was the basis for the construction of peasant dwellings, outbuildings and even churches. Such houses had good thermal insulation properties: they were warm in winter and cool in summer.

The physical and mechanical properties of saman blocks are comparable [1] to aerated concrete or arbolite, a building material based on wood chips. Saman has many advantages: it is an environmentally friendly material due to the use of only natural components, it has good noise and heat insulation characteristics, and its manufacturing technology does not require significant production costs.

With the development of industrial technologies, stone and brick buildings have replaced saman houses. However, the problem of environmentally friendly and energy-efficient construction is becoming increasingly important today, so interest in the usage of lignocellulosic natural materials for the manufacturing of building products is growing again.

One of the possible directions in the production of concrete products is the usage of non-traditional materials in concrete mixtures, in particular wood waste and clay, which can be used as an additive to cement to improve the plasticity of the mixture.

The use of wood waste in concrete mixtures reduces the weight of finished products and improves their thermal and sound insulation properties, reduces the density of concrete, making it suitable for lightweight structures. Also, the addition of organic fibers, in particular wood fibers, increases the crack resistance of concrete products.

The methodology for selecting a concrete mix formulation based on clay, cement, wood and water includes several key steps:

- determining the requirements for the resulting material in terms of its physical and mechanical properties;
- selection and preparation of components and production of test samples;
- laboratory testing of samples with different proportions of components.

Analysis of literary sources. In Europe, several thousand cubic meters of wood products are wasted each year, of which less than 50% is recycled [2, 3]. With the increasing focus on recycling [4], wood waste has become a central source of secondary raw materials. Several alternative wood-cement composites have been developed, using wood as a filler [5] and wood waste to partially or completely replace conventional aggregate [6].

An analysis of current researches on the development of cement composites using wood waste shows that there are a number of functional and environmental benefits of using wood as a secondary raw material in building materials [7-9]. In particular, work [10] notes that wood waste can act as an active carbon dioxide sink in the production of wood concrete, which reduces CO₂ emissions and has a positive impact on the environmental efficiency of construction. In addition, wood fillers give composites additional performance properties. They increase the heat and noise insulation characteristics of materials, which partially compensates for the decrease in their mechanical parameters [11].

At the same time, the combined usage of wood waste with other types of technogenic waste in cement compositions remains an area that has not been sufficiently studied. The works of a number of authors [7-11] provide a detailed analysis of the chemical composition, physical and mechanical properties, and perspectives for the practical application of such composites in various construction areas.

Conclusions. Despite all the work done on the study of wood-cement mixtures, some aspects still need to be investigated and optimized. It is necessary to take into account the nature of such wood particles and the possibility of using other binders, in particular clay.

A reasonable selection of concrete mix components can result in materials that not only reduce the negative impact on the environment but also allow for an expanded range of special-purpose concrete products. The use of recycled materials in concrete is a promising and a modern approach to environmental management and sustainable development of the construction industry.

References

1. <https://kievnovbud.com.ua/ua/2016/08/budivnictvo-budinku-iz-solomiyak-pobu-duvati-solomyanij-budinok/>
2. Mantau, U.; Saal, U.; Prins, K.; Steierer, F.; Lindner, M.; Verkerk, H.; Eggers, J.; Leek, N.; Oldenburger, J.; Asikainen, A.; et al. Real Potential for Changes in Growth and Use of EU Forests; Final Report; EuWood: Hamburg, Germany, June 2010; https://franzjosefadrian.com/wpcontent/uploads/2013/06/euwood_final_report.pdf.
3. Bourguignon, D. Understanding Waste Streams Treatment of Specific Waste. 2015. <https://www.europarl.europa.eu/EPRS/EPRS-Briefing-564398-Understanding-waste-streams-FINAL.pdf>.
4. Gayda S.V. (2019). Scientific and technical basis of the use of used wood in woodworking: thesis of the Doctor of Technical Sciences in the specialty 05.23.06. – Lviv: UNFU. – 465 (in Ukrainian).
5. Gayda S.V. (2000). Materials for the Production of wood Products. Lviv: BMC. – 160 p.
6. Li, M.; Khelifa, M.; El Ganaoui, M. Mechanical characterization of concrete containing wood shavings as aggregates. *J. Sustain. Built Environ.* 2017, 6, 587–596.
7. Dias, S.; Almeida, J.; Santos, B.; Humbert, P.; Tadeu, A.; António, J.; de Brito, J.; Pinhão, P. Lightweight cement composites containing end-of-life treated wood - Leaching, hydration and mechanical tests. *Constr. Build. Mater.* 2021, 317.
8. Schmidt, W.; Alexander, M.; John, V.M. Education for sustainable use of cement based materials. *Cem. Concr. Res.* 2018, 114, 103–114.
9. Chen, Y.; Wu, F.; Yu, Q.; Brouwers, H.J.H. Bio-based ultra-lightweight concrete applying miscanthus fibers: Acoustic absorption and thermal insulation. *Cem. Concr. Compos.* 2020, 114, 103829.
10. Caldas, L.R.; Saraiva, A.B.; Lucena, A.F.; Da Gloria, M.Y.; Santos, A.S.; Filho, R.D.T. Building materials in a circular economy: The case of wood waste as CO₂-sink in bio concrete. *Resour. Conserv. Recycl.* 2020, 166, 105346.
11. Bederina, M.; Marmoret, L.; Mezreb, K.; Khenfer, M.; Bali, A.; Quéneudec, M. Effect of the addition of wood shavings on thermal conductivity of sand concretes: Experimental study and modelling. *Constr. Build. Mater.* 2007, 21, 662–668.

УДК 684.674

ОСОБЛИВОСТІ ОПОРЯДЖЕННЯ ДЕРЕВИНИ ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНИМИ ОЛІЙНИМИ МАТЕРІАЛАМИ

Яремчук Л.А., докт. техн. наук, професор

Чорнобай Л.В., аспірантка

Національний лісотехнічний університет України

В житлових та громадських приміщеннях, в даний час, особливо актуальною проблемою є створення покриття підлоги, яке вимагає не тільки захисту від негативного впливу і необхідних декоративних показників, але безпеки споживача і виробника продукції. Звиклим для опорядження паркетних і дощатих підліг є нанесення лакового покриття, але чи дійсно це один із найкращих засобів підвищення декоративних характеристик і терміну експлуатації дерев'яних підлогових настилів [2].

За останні роки виробники лакофарбової продукції розробили екологічно безпечні і стійкі до навантаження сучасні опоряджувальні матеріали для дерев'яних настилів підлоги на основі просочувальних олій і восків.

Проте виробники та споживачі продукції настилів підлоги часто ставлять дискусійні питання про якісні характеристики синтетичних і олійних матеріалів, тому дослідження характеристик поліуретанового лаку та олій, які використовуються для опорядження настилів підлоги є потрібними та актуальними [1].

Метою даної роботи є дослідження та порівняння експлуатаційних характеристик захисно-декоративних покриттів настилів підлоги поліуретанового лаку та висихаючої олії.

Для проведення експериментальних досліджень в роботі були підібрані матеріали, вибрано обладнання та прилади і методики проведення експериментів. В даних матеріалах висвітлено частина проведених експлуатаційних властивостей покриттів, а саме:

- а) визначення стійкості до стирання;
- б) визначення водостійкості, теплостійкості.

Так як дані показники є важливими при експлуатації підліг.

Матеріали та приладдя, які використовувалися в експериментальних дослідженнях.

Для досліджень використовувалися наступні матеріали:

- зразки дуба 100x500 мм;
- олія для паркету - Parquet від фірми Borma Wachs (Teoton);
- поліуретановий лак для паркету - Parkett Elit від фірми Aura;
- шліфшкурка №380.

Для досліджень використовувалися наступні прилади: прилад Граднера; термонагрівач; сушильна шафа; віскозиметр ВЗ-4.

Визначення водостійкості лакофарбових покриттів. Так як настили підлоги вимагають вологого прибирання, тобто змочування водою одним

із показників, які визначають якість ЗДП є водостійкість. Початковий блиск по ФБ-2 складав 46% для олії, 58% для поліуретанового лаку. Дані експериментальних досліджень занесені в табл.1.

Таблиця 1 –Визначення водостійкості лакофарбових покриттів

Таблиця 1. Висновки про відсутність лакофарбових покриттів						
Товщина покриття, мкм	Тривалість випробування, доби	Початковий блиск/кінцевий, %	Результати огляду			
			Пузирі	Відшарування	Розтріскування	Загальний стан покриття, кількість балів
Олія Parquet oil						
16	5 діб	36/27	Відсутнє	Відсутнє	Відсутнє	2
25		38/38	Відсутнє	Відсутнє	Відсутнє	1
36		38/38	Відсутнє	Відсутнє	Відсутнє	1
43		35/35	Відсутнє	Відсутнє	Відсутнє	2
Поліуретановий лак Parkett Elit						
21	5 діб	45/45	Відсутнє	Відсутнє	Відсутнє	2
35		53/53	Відсутнє	Відсутнє	Відсутнє	1
76		57/53	Незначне	Відсутнє	Відсутнє	2
85		61/52	Незначне	Відсутнє	Незначне	3

*Кількість балів водостійкості:

- 1 - відсутність зміни у покритті;
- 2 - незначні зміни в покритті (зміна блиску, поодинокі пузири);
- 3 - ½ площі змін на покритті (пузиріння, незначна зміна блиску);
- 4 - 2/3 зміни на покритті (поодинокі відшарування плівки, втрата блиску, збільшення пузиріння).

Визначення водостійкості покриттів підтвердило високу водостійкість олійних матеріалів, проте при низьких витратах і значно тонкошаровому покритті змінився блиск покриття, що викликано можливим проникненням води під плівку, яка при малій товщині не забезпечує добре перекриття підкладки. Щодо зміни блиску при великій витраті олії це могло бути викликано набуханням погано полімеризованої плівки з водою. Поліуретанові покриття мають також відносно стійку плівку до води, проте зі значно нижчою водостійкістю у порівнянні з олійними покриттями. Але так, як покриття витрималося у воді протягом 5 діб, то відомо, що покриття підлог, особливо паркетних не повинно бути під дією води такий тривалий час [3].

Визначення стійкості до стирання. Для проведення експерименту було зважено 2 кг кварцевого піску. Випробування проводилось від початкової маси 0,5 кг. Випробування продовжувалось до стану початкового стирання покриття. Кількість піску, яка привела до стирання відповідає міцності покриття. Дані експериментальних досліджень представлено на рис.1.

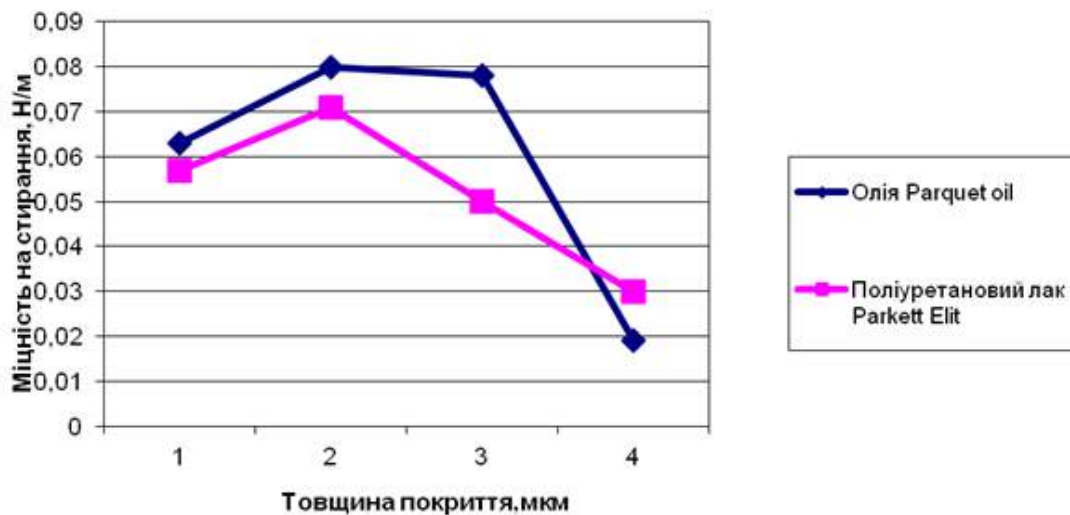


Рисунок 1–Графік значень стійкості до стирання

*Олійне покриття: 1 – товщина 16; 2 – товщина 25; 3 – товщина 36; 4 – товщина 43.

*Поліуретанове покриття: 1 - товщина 21; 2 – товщина 35; 3 – товщина 76; 4 – товщина 85.

Як показали дослідження зносостійкості покриттів вона залежить від товщини експлуатаційної плівки та виду ЛФМ. При максимальній витраті олії зносостійкість знижується, так як відбувається засалювання плівки. Проте для поліуретанового ЛФМ такий дефект не спостерігається, тому можна відзначити, що підвищення товщини покриття для поліуретанових лаків не знижує зносостійкість на відміну від олійних.

Література

1. Іващенко О.Д. та інші. Хімія та методи дослідження сировини та матеріалів / О.Д. Іващенко. - К.: Знання, 2011. - 606 с.
2. Prieto, J., & Kiene, J. 2018. Wood Coatings. European Coatings. - 392 p.
3. Яремчук Л.А., Хмарик Л.В. Дослідження фізико-механічних властивостей захисно-декоративних покриттів на основі модифікованих олій / Вісник Харківського НТУ с/гос-тва імені П.Василенка. – Харків: ХНТУСГ ім. П.Василенка. – 2013, вип. 143. – С. 119-125.

**Section 3. «CIRCULAR BIOECONOMY
AND FOREST MANAGEMENT»**

УДК 338:502.4

**ПРОГРАМА ЕКОСИСТЕМНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ В ОСНОВІ
РОЗВИТКУ ТУРИЗМУ ТА РЕКРЕАЦІЇ КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ**

Бабинець А.В., магістр з менеджменту
Шведюк Ю.В., канд. екон. наук, доцент кафедри менеджменту
Національний лісотехнічний університет України
Ярош О.А., заступник директора – головний природознавець
Ужанський національний природний парк, Україна

Екосистемний підхід – це стратегія комплексного управління земельними, водними та живими ресурсами, що забезпечує стале надання природних послуг з використанням традиційних методів [1]. Екосистемний менеджмент забезпечує підтримку функціонування та стійкості екосистем і спрямований на розподіл ресурсів у справедливий спосіб та доступ до них. Екосистемний менеджмент – це концепція, яка складається з п'яти взаємопов'язаних елементів, зображених на рис. 1.

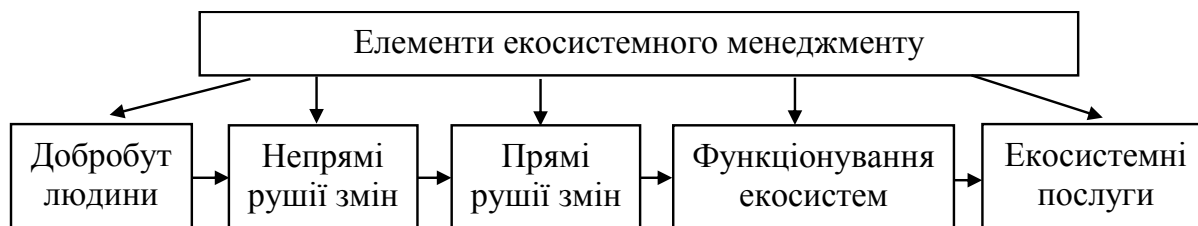


Рисунок 1 – Елементи екосистемного менеджменту

До пріоритетних напрямів екосистемного менеджменту можна віднести: сировину та матеріали, охорону здоров'я, рекреацію, екотуризм, очищення води, рибальство, поводження з відходами. За підтримки ЮНЕП, реалізація програми екосистемного менеджменту охоплює чотири етапи (рис. 2).



Рисунок 2 – Алгоритм програми екосистемного менеджменту

Етап обґрунтування необхідності полягає в тому, щоб вчасно надати потрібну інформацію та сприяти обізнаності населення шляхом проведення семінарів, орієнтованих на управління екосистемами та екосистемними послугами, їхній зв'язок з добробутом людини.

Етап генерування знань забезпечує визначення прямих і непрямих рушіїв змін екосистем, розроблення можливих сценаріїв розвитку та проведення економічної оцінки екосистемних послуг.

Етап переходу від знань до дій допомагає визначити пріоритетні послуги та розробити ефективну стратегію, яка зможе мінімізувати негативний вплив змін умов довкілля на екосистемні послуги.

Етап моніторингу, оцінки та зворотного зв'язку забезпечує аналіз процесу надання екосистемних послуг у порівнянні з базовими показниками та сприяє розвитку потенціалу для розроблення механізмів зворотнього зв'язку.

Екосистемний підхід спрямований на забезпечення стійкості біорізноманіття та стале природокористування. Особи, які приймають рішення у сфері управління природними ресурсами, використовують екосистемний підхід для того, щоб проаналізувати рушійні сили, які діють в екосистемі, та розробити відповідні заходи. Наступним етапом дослідження є реалізація запропонованих рекомендацій в практичній діяльності.

Широкий спектр екосистемних послуг забезпечує процес, який виникає між живими організмами та їхнім середовищем, і сприяє формуванню цінностей, які відчуває людина. Екосистемні послуги можна поділити на чотири категорії [2]: забезпечення (деревина, недеревні продукти лісу); регулювання (стійкість до природних явищ); підтримання (кругообіг поживних речовин); культурні (відпочинок, рекреація, туризм, краса природи, екологічна освіта).

Стримуючі чинники розвитку туризму та рекреації в Карпатському регіоні представлені на рис. 3, серед них варто виокремити: недостатнє використання природно-ресурсного потенціалу Карпатського регіону; нанесення шкоди природним екосистемам, віднесених до Червоної та Зеленої книг; відсутність маркетингової стратегії суб'єктів підприємницької діяльності, які працюють у сфері туризму та рекреації; зменшення привабливості природних комплексів через надмірний туризм і рекреацію; нерівномірне рекреаційне навантаження на території природно-заповідного фонду (ПЗФ); неконтрольований туризм; низька якість туристично-рекреаційної інфраструктури; низький рівень відвідуваності офіційних інтернет-ресурсів об'єктів ПЗФ; низький рівень екологічної культури туристів і рекреантів; недостатньо знань місцевого населення щодо розвитку сільського, зеленого та екологічного туризму; недостатній стартовий капітал для ведення бізнесу в сфері туризму та рекреації.

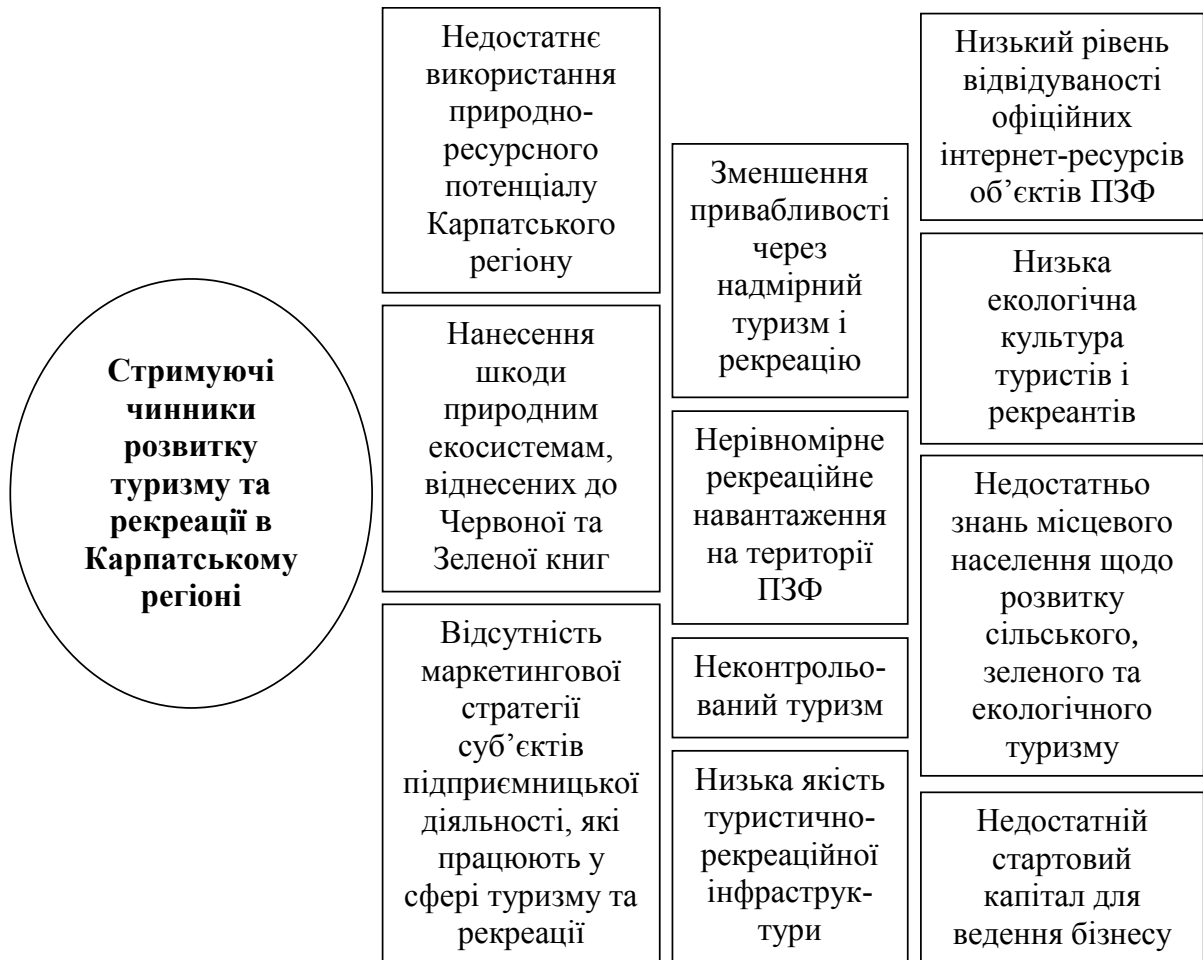


Рисунок 3 – Стримуючі чинники розвитку туризму та рекреації в Карпатському регіоні

Перспективні напрями розширення туристично-рекреаційного потенціалу Карпатського регіону зображено на рис. 4, серед них доцільно розглянути: розроблення нових екологічних маршрутів, прокладання екологічних стежок на цінних з природоохоронної точки зору територіях, але недостатньо відомих громадськості; розширення співпраці між різними групами стейкхолдерів, пошук партнерів; розвиток екологічної освіти, підвищення екологічної свідомості та обізнаності потенційних туристів і рекреантів; розвиток екологічного, сільського та зеленого туризму в Карпатському регіоні; розвиток рекреаційного лісокористування на території об'єктів ПЗФ [3]; маркетингова стратегія для суб'єктів підприємницької діяльності, які працюють у сфері туризму та рекреації.



Рисунок 4 – Перспективні напрями розширення туристично-рекреаційного потенціалу Карпатського регіону

Розширення туризму та рекреації в Карпатському регіоні потребує залучення різних груп зацікавлених сторін (органів місцевого самоврядування, адміністрацій об'єктів ПЗФ, місцевого населення та бізнесу, інвесторів, освітніх і наукових установ, громадських екологічних організацій), які мають безпосередній вплив на розвиток природоохоронних територій до прийняття рішень у сфері управління природними ресурсами.

Література

1. Ecosystem Approach. Convention on Biological Diversity. [Electronic source]. – Available from: <https://www.cbd.int>
2. Nikitin I. The ecosystem approach as the basis for the formation and development of ecosystems in ecosystem economy. International Science Journal of Management, Economics&Finance. Vol. 3, №5, 2024. – P. 1-11. <https://doi.org/10.46299/j.isjmef.20240305.01>
3. Shvediuk I. The development of practical guidelines for improving management at the protected area: Schorfheide-Chorin Biosphere Reserve case study. – Вісник НУВГП, серія «Економічні науки». – Вип. №1 (97). – Рівне, 2022. – С. 34-42. <https://doi.org/10.31713/ve120228>

УДК 630:330.15:628.5:504.05(477)

ВИКОРИСТАННЯ ЛІСОВИХ БІОРЕСУРСІВ У ПІСЛЯВОЄННОМУ ВІДНОВЛЕННІ УКРАЇНИ: ПОТЕНЦІАЛ ЦИРКУЛЯРНОЇ БІОЕКОНОМІКИ В КОНТЕКСТІ ЄВРОПЕЙСЬКОГО ЗЕЛЕНОГО КУРСУ

Чайка Т.О., канд. екон. наук

Полтавське відділення Академії наук технологічної кібернетики України,
Україна

Післявоєнне відновлення України є не лише питанням фізичної реконструкції, а й стратегічною нагодою для системної трансформації економіки на засадах сталості, ефективності й екологічної відповідальності. У цьому контексті циркулярна біоекономіка, що базується на використанні поновлюваних біоресурсів і принципах «reduce–reuse–recycle», виступає ключовим інструментом реалізації Європейського зеленого курсу (European Green Deal) в Україні [1]. Особливої уваги заслуговує потенціал лісового сектору, який може відіграти стратегічну роль у формуванні стійкої, ресурсоефективної та низьковуглецевої економіки.

Залишки деревини, що утворюються в результаті заготівлі та переробки лісу (гілля, тріска, кора), є потужним джерелом біоенергії. Їх використання дозволяє зменшити залежність від імпортного викопного палива, особливо вразливу в умовах війни Україну. Згідно з оцінками The European Commission's Knowledge Centre for Bioeconomy, деревна біомаса складає понад 60 % усієї відновлюваної енергії, що споживається в ЄС [2]. Основну частку біоенергії становить тверде біопаливо (70 %), у складі якого деревна (лісова) біомаса є провідною – 66 %. Така структура свідчить про стратегічне значення деревної біомаси в енергетичному балансі ЄС, особливо в умовах енергетичної трансформації та відмови від викопного палива [3].

Деревина та її похідні активно використовуються в ЄС для виробництва біопластиків, деревостружкових панелей, теплоізоляційних матеріалів та упаковки. Такі продукти здатні замінити традиційні матеріали на основі викопної сировини та сприяти зменшенню вуглецевого сліду в промисловості [4]. В Україні це особливо актуально в контексті перезапуску виробництва й потреби в екологічно нейтральних матеріалах для реконструкції інфраструктури.

Внаслідок бойових дій велика кількість територій України зазнала деградації або хімічного забруднення. Такі землі не підлягають швидкому поверненню до аграрного обігу, але можуть бути залучені до природоорієнтованих рішень, зокрема до лісовідновлення або створення природних заповідників. Подібні ініціативи узгоджуються з європейськими підходами до відновлення біорізноманіття та утворення «carbon sink» [5, 6].

Лісові екосистеми відіграють ключову роль у вуглецевому балансі, діючи як природні поглиначі CO₂. Відновлення лісів в Україні може суттєво посилити позиції країни в міжнародній системі вуглецевого обліку та сприяти отриманню вуглецевих кредитів, що вже обговорюється в контексті післявоєнної економіки [7, 8]. Заліснення також підвищує кліматичну стійкість, стримуючи ерозію та підтримуючи водний баланс.

Будівельний сектор – один з найбільших джерел викидів CO₂. Використання деревини як будівельного матеріалу дозволяє скоротити емісії вдвічі порівняно з бетоном або цеглою. Європейський Союз активно просуває дерев'яне будівництво як частину Green Deal [9], і такий підхід має бути включений у плани реконструкції українських міст і сіл. Крім того, деревина доступна та швидко відновлювана – критично важливо в умовах обмежених ресурсів.

У країнах ЄС вже діють спеціалізовані програми підготовки лісових інженерів, екологів та економістів у сфері біоекономіки. Варто відзначити наступні: 1) трирічна бакалаврська програма з сталого лісового біоекономіки в Університеті Східної Фінляндії (UEF); 2) магістерська програма Erasmus Mundus «Bioeconomy: Forest and People» (BFORPPL), яка реалізується консорціумом університетів, включаючи Університет Східної Фінляндії й Університет Вальядоліда в Іспанії; 3) Urban Forest Innovation Lab (UFIL) в Куенці, Іспанія; 4) магістерська програма «Управління лісовими екосистемами та лісова біоекономіка» в Університеті прикладних наук і мистецтв Гільдесгайм/Гольцмінден/Геттінген (HAWK); 5) Університет сталого розвитку Еберсвальде (HNEE).

Українські вищі заклади можуть адаптувати кращі практики ЄС, включивши в освітні програми компоненти циркулярної біоекономіки, лісової енергетики та управління природними ресурсами. Це особливо актуально для закладів, розташованих у регіонах з потенціалом заліснення та біоенергетичного розвитку. Варто вивчити й адаптувати моделі, як-от Erasmus Mundus Master in Circular Economy, Bioeconomy & Sustainable Development або програми EFI Bioregions Facility, що підтримують розвиток місцевих екосистем знань та інновацій.

Станом на сьогодні в Україні освітньо-професійні програми за спеціальністю «Біоекономіка» на першому (бакалаврському) рівні вищої освіти реалізуються у Львівському національному університеті ветеринарної медицини та біотехнологій, а також у Київському національному університеті технологій та дизайну. На другому (магістерському) рівні вищої освіти відповідну підготовку забезпечує лише Західноукраїнський національний університет, де запроваджено освітньо-професійну програму «Екологія та біоекономіка».

Отже, лісовий сектор має вагомий потенціал для підтримки зеленої реконструкції України шляхом формування основ циркулярної біоекономіки. Інтеграція лісових біоресурсів у стратегії відновлення дозволить не лише забезпечити енергетичну й матеріальну незалежність, а й створити нові можливості для зайнятості, регіонального розвитку та залучення інвестицій. Для реалізації цього потенціалу необхідна підтримка

міжсекторальної співпраці, освітніх реформ і впровадження кращих європейських практик управління лісами та біоресурсами.

Література

1. Чайка Т. О. Впровадження циркулярної економіки у післявоєнне відновлення України. *Ефективність функціонування сільськогосподарських підприємств. Функціонування сільськогосподарських підприємств на засадах циркулярної економіки* : XII Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., 6–7 червня 2023 р. Львів : Галицька видавнича спілка, 2023. С. 112–116.
2. European Commission's Knowledge Centre for Bioeconomy. URL: https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC109354/biomass_4_energy_brief_online_1.pdf (дата звернення: 12.05.2025).
3. Bioenergy report outlines progress being made across the EU. URL: https://energy.ec.europa.eu/news/bioenergy-report-outlines-progress-being-made-across-eu-2023-10-27_en (дата звернення: 12.05.2025).
4. Hague B., Kozáková J., Veselá A. Closing the loop on wood. Circular Bioeconomy Opportunities in the Value Chain for Forest Products and Wood in Czechia. URL: <https://circulareconomy.europa.eu/platform/sites/default/files/2023-07/Closing-the-loop-on-wood.pdf> (дата звернення: 12.05.2025).
5. Чайка Т. О., Короткова І. В. Відновлення родючості ґрунту в Україні після воєнних дій. *Захист і відновлення екологічної рівноваги та забезпечення самовідновлення екосистем* : колективна монографія ; за заг. ред. Т. О. Чайки. Полтава : Астроя, 2023. С. 232–281.
6. Holovko I., Haug C. Rebuilding Ukraine. Principles of a green post-war reconstruction. Berlin: adelphi consult GmbH, 2023.
7. Чайка Т. О. Відновлення сільськогосподарських земель і рекреаційних зон в Україні за рахунок вуглецевих кредитів. *Наукові читання імені В. М. Виноградова* : V Всеукр. наук.-практ. конф. здобувачів вищої освіти та молодих учених, 25–26 трав. 2023 р. Херсон : ХДАЕУ, 2023. С. 74–77.
8. Saha D., Bilek P., Stubbe R., et al. (2022). *Putting the green reconstruction of Ukraine into action: Requirements for programme design and policy*. Berlin/Kyiv: Economics GmbH, 2022. URL: https://en.ecoaction.org.ua/wp-content/uploads/2022/07/PP_02_2022_Putting_the_green_reconstruction_of_Ukraine_into_action.pdf (дата звернення: 12.05.2025).
9. European Commission. *Climate-smart use of wood in the construction sector to support the New European Bauhaus*. URL: <https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/portal/screen/opportunities/topic-details/horizon-cl6-2024-climate-01-5> (дата звернення: 12.05.2025).

УДК 502.58:630.64(477)

**СОЦІО-ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ ДІЯЛЬНОСТІ
ДЕРЖАВНОГО ПІДПРИЄМСТВА «ЛІСИ УКРАЇНИ» В УМОВАХ
РЕФОРМУВАННЯ УПРАВЛІННЯ ЛІСАМИ І ЛІСОВИМ
ГОСПОДАРСТВОМ**

Динька П.К., канд. екон. наук, доц.

Гоголь Т.М., аспірант,

Національний лісотехнічний університет, Україна

Радикальна реформа управління лісовим господарством і лісами України, яка розпочалася у вересні 2022 р., внесла докорінні зміни в організаційну структуру управління одного із основних лісокористувачів - Державного агентства лісових ресурсів України, яке розпоряджається понад 70 % державного лісового фонду [1].

В процесі цього реформування у складі лісового відомства було утворене найбільше серед європейських країн Державне лісогосподарське підприємство «Ліси України» з єдиним адміністративним центром управління у м. Києві та підпорядкованими йому внутрішніми підрозділами у складі десяти регіональних офісів, 143 регіональних філій та 1450 лісництв, які отримали обмежену господарсько-фінансову самостійність [2].

Впродовж 2024-2025 рр. організаційна структура управління Державного підприємства «Ліси України» ще більше спростилася. І натеper унітарне лісогосподарське підприємство складається із 12 філій-регіональних офісів, 98 надлісництв та 1345 лісництв[2].

Основними видами діяльності ДП «Ліси України» є охорона, захист лісів від лісопорушень, шкідників і хвороб та забезпечення сталого раціонального відтворення лісів, а також охорона, захист, відтворення та невиснажливе раціональне використання мисливських угідь і ресурсів лісової мисливської фауни на територіях, які надані у користування цьому підприємству.

У структурі продукції підприємства в 2024 р. левову частку (98,1 %) складали лісозаготівлі, зокрема, круглі лісоматеріали. Водночас, послідовно скорочуються власні виробничі деревино оброблювальні потужності, внаслідок чого частка реалізованої переробленої деревини зменшилася із 9,8 % в 2023 р. до 0,9 % в 2024 р.. Частка інших видів профільної діяльності підприємства, таких як лісівнича, а також інша лісогосподарська діяльність, сільське та мисливське господарство та частка виробництв, пов'язаних з ними, у загальному обсязі реалізованої продукції, робіт, послуг є незначною, і заледве складає один відсоток. Таким чином, ДП «Ліси України» протягом трьох років перетворилось із комплексного лісогосподарського підприємства у спеціалізоване лісозаготівельне підприємство.

В соціальному аспекті ДП «Ліси України» активно сприяє працевлаштуванню осіб з інвалідністю, частка яких у 2024 р. склала майже 9,0 %, що у двічі вище від встановленого законодавством нормативу. Однак, частка жінок серед працівників підприємства скоротилася із 16,0 % до 15,0 %, що на фоні загального скорочення чисельності працюючих на 20,2 % і призову, переважно, чоловіків до Збройних сил України викликає питання до гендерної політики підприємства.

В офіційній звітності підприємства за 2024 р. [2] в царині екологічних аспектів основна увага звертається на заходи із охорони природи та зменшення шкідливих впливів на довкілля, серед яких охорона водних ресурсів, поводження з відходами, зменшення забруднення повітря, економія електроенергії тощо.

Однак, ми вважаємо, що в екологічному аспекті підприємству, насамперед, потрібно завершити сертифікацію новоутворених надлісництв за стандартами FSC та PEFC, які регламентують вимоги до ведення лісового господарства та ланцюгів постачання лісопродукції, а також забезпечують стале управління лісами.

В економічному аспекті можна відзначити певне стабілізування чистого доходу від реалізації продукції підприємства за два за два роки його діяльності в обсязі 21,1 млрд. грн, що склало 3500,00 грн. на 1 га площі лісового фонду. Собівартість продукції підприємства залишилася на рівні 16,0 млрд. грн. Валовий прибуток стабілізувався на рівні 7,1 млрд. грн. Чистий прибуток у 2024 р. зменшився на 0,4 млрд. грн. у порівнянні із 2023 р. (до 2,5 млрд. грн.), що склало всього 400,00 грн. на 1 га площі лісів підприємства

За підсумками 2024 р. ДП «Ліси України» перерахувало до державного бюджету у вигляді податку на прибуток 822,4 млн. грн. та додатково 429,2 млн. грн. відрахувань від чистого прибутку, які сплачують суб'єкти господарювання, засновані на державній власності. Підприємство також перерахувало до бюджетів місцевих громад 981,0 млн. грн., з яких майже половину склали рентні платежі за спеціальне використання лісових ресурсів, зокрема, за право заготівлі деревини від рубань головного і проміжкового користування. Загальна сума платежів до бюджетів усіх рівнів за 2024 р. сягнула 2826,1 млн. грн., що склало всього 450 грн. на один гектар площі лісового фонду підприємства і приблизно відповідає обсягу адміністративних витрат на одиницю його площі.

Література

1. Державне агентство лісових ресурсів України. Офіційний сайт. URL: <https://forest.gov.ua/>
2. Державне підприємство «Ліси України». Офіційний сайт. URL: <https://e-forest.gov.ua/>

УДК 630*88:677.021.2:582.475.2

ФУНКЦІОНАЛЬНО-МОРФОЛОГІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ПЕРЕРОБКИ ХВОЇ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ

Герасимчук О.П., канд. техн. наук, доц.

Ткачук О.Л., канд. техн. наук, доц.

Луцький національний технічний університет, Україна

Сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.) – одна з найпоширеніших хвойних порід, яка займає значну частку лісового покриву України. Її хвоя містить цінні біологічно активні речовини (ефірні олії, органічні кислоти, фенольні сполуки тощо) з протигрибковими, антибактеріальними та іншими лікувальними властивостями. Продукти переробки сосни широко використовують у медицині, фармації та інших галузях (Маніліч & Конечна, 2023). Водночас значні обсяги хвої як побічного продукту лісозаготівель залишаються невикористаними: крони сосни часто спалюються або залишаються перегнивати, що спричиняє викиди CO₂ та втрату цінної сировини. Отримання з хвої натуральних текстильних волокон розглядається як перспективний напрям утилізації цієї сировини із суттєвим економічним та екологічним потенціалом (Forest Wool, *n.d.*; Tkachuk & Gerasymchuk, 2023).

Існуючі способи виділення волокна з хвойної сировини належать до трьох основних типів: біологічного, механічного та хімічного (Tkachuk & Gerasymchuk, 2023). Біологічний спосіб ґрунтується на тривалому мікробіологічному розкладанні хвої у воді, є екологічним і дешевим, але повільним і важко керованим. Механічний спосіб передбачає деформацію та руйнування хвої (наприклад, плющення між валами) для вивільнення волокна; він технологічно простий і безпечний для довкілля, проте сам по собі не забезпечує повного розділення хвойного волокна. Хімічний спосіб використовує реагенти (луги, кислоти) для розчинення компонентів хвої (смоли, лігнін тощо) і вивільнення целюлозних волокон; цей метод швидкий і дає змогу цілеспрямовано впливати на структуру сировини, але потребує оптимізації умов та контролю екологічних ризиків. Жоден із зазначених підходів окремо не дозволяє отримати якісне текстильне волокно у промислових масштабах, тому доцільним є поєднання різних видів обробки.

Для раціонального поєднання методів застосовано функціонально-морфологічне моделювання, що поєднує аналіз функцій технологічного процесу з морфологічним підходом Ф. Цвікі (Zwicky, (1989). Морфологічний аналіз хвої сосни звичайної (на основі її анатомічної будови) дозволив виділити ключові функціональні етапи переробки: руйнування воскового покриття епідермісу, руйнування кутикулярної мембрани, видалення смолистих речовин та видалення лігніну-. Кожен із цих етапів може бути реалізований альтернативними способами – біологічним, механічним або хімічним. Всі теоретично можливі комбінації

етапів і способів системно розглянуто за допомогою «морфологічного ящика» Цвікі (рис. 1). Неконкурентоспроможні варіанти було відкинуто: зокрема, встановлено, що біологічне чи хімічне руйнування кутикули є малоефективним, механічне видалення лігніну неможливе тощо (перекреслені клітинки на рисунку).

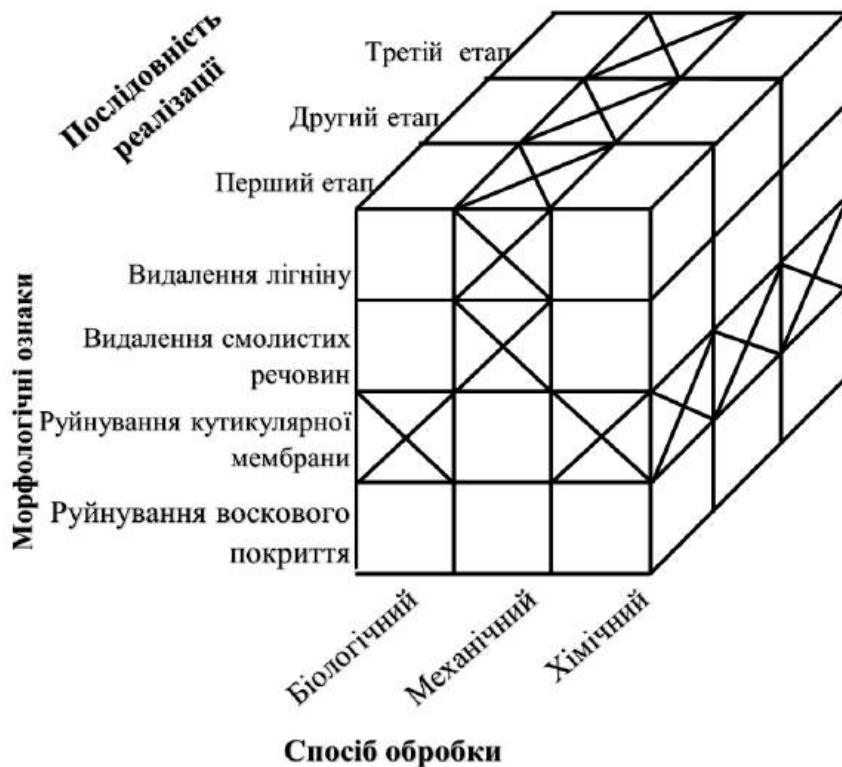


Рисунок 1 – «Морфологічний ящик» Цвікі

Проведене функціонально-морфологічне моделювання процесу переробки хвої сосни звичайної дозволило обґрунтувати ефективний комбінований метод отримання текстильного волокна. Механічна обробка на першому етапі руйнує восково-кутикулярний шар хвої та забезпечує доступ реагентів до внутрішніх структур, а наступна хімічна обробка забезпечує видалення смолистих речовин і часткове видалення лігніну, необхідне для вивільнення целюлозних волокон. Отримане хвойне волокно складається з комплексних пучків елементарних волокон і містить незначні залишки лігнінових домішок. (рис. 2).

Мікроструктура отриманого волокна наведена на рис. 3. Елементарні волокна, в основному, об'єднанні у комплексні. Товщина елементарних волокон приблизно однакова, комплексні волокна мають різну товщину і прозорість. Темні ділянки в середині комплексного волокна, а також на поверхні волокна свідчать про наявність невидалених смолистих речовин та інших забруднень.



Рисунок 2 – Волокно, отримане з хвої сосни звичайної



Рисунок 3 – Мікроструктура волокна хвої сосни звичайної

Застосування запропонованого функціонально-морфологічного підходу підтвердило свою результативність. Для підвищення якості волокна потрібні подальші дослідження з удосконалення режимів делігніфікації та оцінювання прядильних характеристик матеріалу.

Література

1. Маніліч, М., & Конечна, Р. (2023). Сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.): аналітичний огляд літератури. Сучасна медицина, фармація та психологічне здоров'я, 2(11), 96–108. <https://doi.org/10.32689/2663-0672-2023-2-14>.
2. Herasymchuk, O., & Tkachuk, O. (2023). Regarding the question of obtaining natural textile fibers from pine needles. In V International Symposium «Creativity. Technology. Marketing», 31 March 2023, Chişinău, Moldova (pp. 203–209). Chişinău: Tehnica UTM.
3. Forest Wool/Pine needle fiber. (n.d.). Green Product Award – Produkte. Retrieved May 12, 2025, from <https://www.gp-award.com/en/produkte/Forest-Wool>
4. Zwicky, F. (1989). Morphologische Forschung. Glarus: Baeschlin.

УДК 630.4 + 628.4.042

ЛІСОВІ ВІДХОДИ ЯК РЕСУРС ДЛЯ СТАЛОЇ ЗЕЛЕНОЇ ВІДБУДОВИ УКРАЇНИ: ЕКОЛОГІЧНІ ТА ПРАВОВІ АСПЕКТИ

Кендзьора Н.З., канд. с.-г. наук,
Національний лісотехнічний університет України, Україна

З початком повномасштабної війни Україна постала перед викликом великої післякризової відбудови, яка повинна не лише відновити інфраструктуру, а й забезпечити її сталий розвиток. У цьому контексті дедалі більше уваги приділяється так званій «зеленій відбудові» – підходу, який поєднує економічну доцільність із екологічною відповідальністю. Відповідно до підходів Європейської комісії, пріоритетами мають бути декарбонізація, збереження біорізноманіття, ефективне використання ресурсів та адаптація до кліматичних змін (The European Green Deal, 2023). Одним із недооцінених, але перспективних напрямів такої відбудови є повторне використання лісових відходів, що утворюються внаслідок лісозаготівель, стихійних лих, лісових пожеж або бойових дій (Біоенергетика, 2024).

В Україні лісові відходи довгий час не розглядалися як ресурс. Йдеться про гілля, тонкомірну деревину, вершини дерев, пні, кору, тирсу, обрізки, деревну трухлявину та навіть відходи після споживання (як-от використана конструкційна деревина). Лише в рамках планових лісозаготівель до 30% маси дерев залишається в лісі у вигляді відходів. У регіонах, що постраждали від бойових дій, ця цифра може бути ще вищою через пошкодження насаджень артилерією, пожежами, мінуванням і знищенням лісової інфраструктури. Часто такі залишки не утилізуються, а залишаються на місці, що створює ризики лісових пожеж, ерозії ґрунтів і поширення шкідників (Kaflyk, 2018).

Водночас досвід Європейського Союзу свідчить, що лісова біомаса є важливим компонентом циркулярної економіки. Вона використовується як джерело енергії, сировина для будівництва та засіб для поліпшення ґрунтів у сільському господарстві (XV World Forestry Congress, 2022). В Україні цей напрям лише починає розвиватися. Одним із найперспективніших варіантів є перетворення лісових відходів на біопаливо – пелети, брикети або тріску для котелень (Шомко та ін., 2020). У низці українських міст вже працюють муніципальні котельні на біомасі, які зменшують залежність від імпортованих енергоресурсів і одночасно вирішують проблему утилізації відходів. За даними Держенергоефективності, частка біопалива в загальному балансі ВДЕ збільшується, однак темпи цього зростання залишаються недостатніми (Біоенергетика, 2024).

Окрім енергетичного використання, лісові відходи можуть відігравати ключову роль у будівельній сфері. Із подрібненої деревини виготовляють плити, фанеру, утеплювачі та інші композитні матеріали, які мають нижчий вуглецевий слід у порівнянні з цементом або пластиком. Це

особливо актуально в умовах відбудови житла та об'єктів соціальної інфраструктури після руйнувань. Також варто врахувати агроекологічний потенціал деревних залишків. Тріску та подрібнене гілля використовують для мульчування, поліпшення структури ґрунтів, як субстрат для компостування, а іноді – як альтернативу торфу, видобуток якого пов'язаний із деградацією болотних екосистем.

На практиці в Україні існує низка локальних ініціатив, які демонструють можливості циркулярного використання лісових залишків. Наприклад, окремі громади у співпраці з лісгоспами придбали мобільні подрібнювачі, які дозволяють оперативно перетворювати гілля після буревіїв на мульчу для парків і узбіч. Це не лише знижує витрати на вивезення, а й сприяє озелененню міст та адаптації до кліматичних змін.

Проте використання лісової біомаси неможливо розглядати поза контекстом сталості. Надмірне вилучення деревних залишків може призвести до деградації ґрунтів, виснаження поживних речовин, скорочення мікробного різноманіття та негативного впливу на процеси природного відновлення лісу. Саме тому важливо дотримуватись балансу між вилученням і залишенням органічної маси в лісі. Зонування територій, оцінка впливу на довкілля (ОВД) для масштабних програм утилізації, моніторинг якості ґрунтів і запровадження стандартів сталого використання біомаси мають стати обов'язковими елементами відповідальної політики.

Правовий аспект проблеми також вимагає негайної уваги (Трегуб, 2022). Сьогодні в Україні відсутнє чітке правове поле для класифікації та управління лісовими відходами. Закон «Про управління відходами» (ЗУ «Про управління відходами», 2023) не виокремлює їх в окрему категорію, а Лісовий кодекс України (Лісовий кодекс України, 1994) не передбачає правового режиму для обігу деревної біомаси як ресурсу. Закон «Про альтернативні види палива» (ЗУ «Про альтернативні види палива», 2000) містить загальне визначення біомаси, але не деталізує процедур збору, обліку, транспортування та переробки деревних залишків. Як наслідок, часто неможливо легально реалізовувати вторинну деревину або отримати компенсацію за її утилізацію. Відсутність стимулів для громад, що могли б організовувати місцеву переробку, та нерозвиненість ринку біопалива ускладнюють реалізацію навіть найкращих ініціатив.

Рекомендації, що випливають із аналізу, передбачають кілька ключових напрямів: внесення змін до Лісового кодексу України з включенням термінів «лісові відходи» та «деревна біомаса»; ухвалення окремого підзаконного акту про порядок збирання, транспортування та використання лісових залишків; створення національного реєстру біомаси з відкритими даними; запровадження фінансових стимулів для громад, які впроваджують циркулярні рішення; адаптація європейських стандартів до українських реалій тощо.

Таким чином, лісові відходи – це не лише проблема, а й ресурс. За умов належного правового врегулювання, екологічного балансу й інституційної підтримки вони можуть відіграти важливу роль у процесі

зеленої відбудови України. Їх використання сприятиме зниженню викидів парникових газів, енергонезалежності громад, розвитку місцевої економіки та збереженню природних ресурсів. Післявоєнне відновлення має бути не лише швидким, а й сталим – і лісова біомаса може стати одним з інструментів цієї трансформації.

Література

Біоенергетика. (2024). URL: <https://sae.gov.ua/diialnist/vidnovliuvanna-enerhetyka/alternatyvna-enerhetyka/bioenerhetyka>

Енергетичне використання в Україні відходів деревини. URL: <https://bio.ukr.bio.ua/articles/1892/>

Закон України «Про альтернативні види палива». (2000). URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1391-14?find=1&text=%D0%B1%D1%96%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%81%D0%B0#w1_1

Закон України «Про управління відходами». (2023). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2320-20?find=1&text=%D0%BB%D1%96%D1%81%D0%BE%D0%B2%D1%96#Text>

Лісовий кодекс України. (1994). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3852-12#Text>

Трегуб, О. (2022). Стале зростання біоенергетичної галузі України на основі лісової та аграрної біомаси: правові підходи. Law. State. Technology, 3, 9–17. <https://doi.org/10.32782/LST/2022-3-2>

Шомко, О. М., Іванська, М. Ю., Бачинська, О. М., & Давидова, І. В. (2020). Перспективи використання відходів деревини лісових господарств як біологічних енергетичних ресурсів. Технічна інженерія, 1(85), 254–260. [https://doi.org/10.26642/ten-2020-1\(85\)-254-260](https://doi.org/10.26642/ten-2020-1(85)-254-260)

Kaflyk, M. S. (2018). Environmental and economic approaches of wood biomass from residuals usage for energy production. Scientific Bulletin of UNFU, 28(9), 49–53. <https://doi.org/10.15421/40280909>

The European Green Deal. Striving to be the first climate-neutral continent. (2023). URL: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en

XV World Forestry Congress. (2022). URL: <https://www.fao.org/event/world-forestry-congress/programme/introduction-to-the-thematic-focus/en>

UDC 528.4:630:502.3(477)

GEODETIC SUPPORT FOR MONITORING FOREST ECOSYSTEMS UNDER CLIMATE CHANGE CONDITIONS

Khainus D.D., PhD (Economics), Associate Professor
State Biotechnological University, Ukraine

Mohylnyi S.H., Doctor of Technical Sciences, Professor
State Biotechnological University, Ukraine

Armands C., Dr.sc.ing., prof.,
Latvia University of Life Sciences and Technologies, Jelgava, Latvia

In the context of global environmental changes, forests play a key role in maintaining ecological balance, absorbing greenhouse gases, and preserving biodiversity. However, the increasing intensity of anthropogenic impact – in particular, climate change, atmospheric pollution, soil degradation, and the rising frequency of forest fires – poses new challenges for forestry. Under climate warming, there is a decrease in the natural resilience of forest stands to pests and diseases, as well as disruptions in the seasonal growth cycles of plants, complicating traditional forest management methods. Therefore, there is a need to adapt forestry to new environmental conditions by introducing sustainable approaches to forest management, including ecosystem-based management, the use of geoinformation technologies for monitoring forest ecosystems, the restoration of natural landscapes, and the enhancement of community involvement in forest conservation. Effective responses to environmental challenges require interdisciplinary cooperation, scientific research, and the development of new strategies for managing forest resources under changing conditions.

Climate change has an increasingly significant impact on natural ecosystems, particularly forests. Manifestations include rising average annual temperatures, more frequent droughts and forest fires, and the emergence of new pests and diseases. Forests play a key role in the global carbon cycle, absorbing up to 30% of anthropogenic CO₂, while also preserving biodiversity and maintaining the water balance [1].

In this context, there is a pressing need for high-precision and regular observations of forest ecosystem dynamics, which can be achieved through modern geodetic technologies. Geodetic monitoring enables the rapid assessment of changes in forest cover, the detection of degradation processes, and the modeling of spatial dynamics of forest areas [2].

Modern geodetic approaches to monitoring include the use of Global Navigation Satellite Systems (GNSS), satellite and aerial imagery, LiDAR, unmanned aerial vehicles (UAVs), and Geographic Information System (GIS) technologies [3; 4].

GNSS technologies provide highly accurate point positioning, which is essential for long-term monitoring projects. UAV and LiDAR surveys enable

the generation of digital surface models and precise 3D reconstructions of forest cover, including stand parameters (height, density, structure) [5].

High-resolution satellite imagery (e.g., Sentinel-2, WorldView-3) is used to assess vegetation conditions using indices such as NDVI, SAVI, EVI, and others.

Regular monitoring of forest changes allows for the detection of tree die-off zones, pest outbreaks, and anthropogenic impacts – all of which are critical for adapting to new climate conditions [6].

Geodetic data is integrated into GIS, enabling spatial analysis, risk forecasting, and the planning of reforestation measures. Of particular importance is the ability to model forest development scenarios under the influence of various factors, including changes in temperature, humidity, and groundwater levels [7].

Geodesy is a vital tool for ensuring effective monitoring of forest ecosystems, especially in the face of global environmental challenges. The integration of GNSS, UAVs, LiDAR, and GIS technologies enables the acquisition of accurate spatial information needed for analysis, forecasting, and decision-making related to the conservation and sustainable use of forest resources.

References

1. Bonan, G.B. Forests and climate change: Forcings, feedbacks, and the climate benefits of forests // *Science*. – 2008. – Vol. 320(5882). – P. 1444-1449.
2. Švubová, R. et al. Use of Geodetic Surveying for Monitoring of Forests under Climate Change // *Forests*. – 2022. – 13(9): 1372.
3. Li, R. et al. Remote Sensing of Forests: Current Status and Perspectives // *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*. – 2021. – Vol. 173. – P. 185-205.
4. White, J.C. et al. A History of Aerial Photography and LiDAR Remote Sensing for Forest Inventory // *Forests*. – 2016. – 7(5): 89.
5. Wulder, M.A. et al. LiDAR sampling for large-area forest characterization: A review // *Remote Sensing of Environment*. – 2012. – Vol. 121. – P. 196-209.
6. Pettorelli, N. et al. Satellite remote sensing for applied ecologists: opportunities and challenges // *Journal of Applied Ecology*. – 2014. – Vol. 51(4). – P. 839-848.
7. Franklin, S.E. *Remote Sensing for Biodiversity and Wildlife Management*. – CRC Press, 2010. – 336 p.

УДК 658.56:338

СИНЕРГІЯ ІНДУСТРІЇ 4.0 ТА ЦИРКУЛЯРНОЇ ЕКОНОМІКИ: НОВІ ГОРИЗОНТИ ДЛЯ ЛІСОВОГО СЕКТОРА

Король І.М., аспірант,
Національний лісотехнічний університет України

Інтеграція передових технологій Індустрії 4.0 з принципами циркулярної економіки відкриває безпрецедентні перспективи для трансформації лісового сектора. Ця синергія обіцяє не лише підвищення ефективності та конкурентоспроможності галузі, але й кардинальне посилення її екологічної стійкості, що є особливо актуальним в умовах глобальних кліматичних змін та вичерпання природних ресурсів (UNECSE, 2023). В основі цієї трансформації лежить концепція "Розумного лісового господарства" (Forestry 4.0), що передбачає широке впровадження цифрових технологій на всіх етапах життєвого циклу деревини – від вирощування лісу до утилізації та повторного використання продукції (Damaševičius et al., 2024). Низка технологій Індустрії 4.0 виступають каталізаторами переходу до циркулярної моделі в лісовій галузі. Концепція Forestry 4.0 об'єднує ці технології для створення інтелектуальних, пов'язаних між собою та ефективних систем управління лісом та ланцюгами постачання деревини (Damaševičius et al., 2024). До них можемо віднести наступні технології:

- Інтернет речей (IoT) та сенсорні технології. Розміщення сенсорів у лісових масивах та на обладнанні дозволяє в режимі реального часу моніторити стан дерев, умови їх росту, ризики пожеж чи поширення шкідників. Це сприяє прецизійному лісівництву, оптимізації використання ресурсів та мінімізації втрат.

- Штучний інтелект (ШІ) та великі дані (Big Data). Аналіз великих масивів даних, зібраних з дронів, супутників та наземних сенсорів, за допомогою алгоритмів ШІ дозволяє прогнозувати ріст лісів, оптимізувати плани рубок та логістику (Damaševičius et al., 2024).

- Дрони та LiDAR-технології. Безпілотні літальні апарати, оснащені лазерними сканерами (LiDAR), створюють високоточні тривимірні моделі лісових насаджень. Це дає змогу проводити інвентаризацію лісів, планувати оптимальні маршрути для техніки, мінімізуючи пошкодження екосистеми.

- Блокчейн. Ця технологія забезпечує прозорість та незмінність даних у ланцюжку постачання деревини. Відстежуючи походження кожного стовбура, блокчейн унеможливорює нелегальні рубки, що є ключовим для функціонування ринків сертифікованої деревини (Damaševičius et al., 2024).

- Цифрові двійники (Digital Twins): Створення віртуальних копій реальних лісових ділянок або виробничих процесів дозволяє моделювати

різні сценарії без втручання в реальний світ, оптимізуючи прийняття рішень та знижуючи ризики.

Синергія Індустрії 4.0 та циркулярної економіки проявляється у посиленні ключових принципів "R-стратегій". Цифровізація дозволяє ефективніше реалізовувати каскадне використання деревини та замикати цикли матеріалів у лісовому секторі (Sacchelli et al., 2023).

Таблиця 1 – Відповідність технологій Індустрії 4.0 принципам циркулярності

Принцип циркулярності	Застосування технологій Індустрії 4.0
Reduce (Скорочення)	Прецизійне лісівництво на основі даних з IoT та ШІ мінімізує використання ресурсів. Оптимізація розкрою деревини за допомогою ШІ зменшує кількість відходів на виробництві.
Reuse (Повторне використання)	Цифрові платформи та маркетплейси, що базуються на даних про життєвий цикл продукту, сприяють розвитку ринку вживаних дерев'яних виробів.
Remanufacture (Відновлення)	Дані про склад та стан виробів з деревини спрощують їхнє розбирання та відновлення до стану нових продуктів.
Recycle (Переробка)	Автоматизовані системи сортування дозволяють ефективно розділяти деревні відходи для їх переробки у нові матеріали, що є основою для циркулярної біоекономіки, яка долає розрив між політикою та реаліями (Sacchelli et al., 2023).

Інтеграція передових технологій Індустрії 4.0 з принципами циркулярної економіки відкриває насамперед такі основні перспективи для трансформації лісового сектора на засадах сталого розвитку: підвищення ресурсної ефективності (максимальне використання кожного кубометра деревини та мінімізація відходів); створення нових бізнес-моделей адже перехід до циркулярної біоекономіки має значні макроекономічні наслідки, створюючи нові ринки та додану вартість (Navarro-Cáceres et al., 2022); підвищення прозорості та боротьба з нелегальним обігом деревини, покращення іміджу галузі та доступ до "зелених" ринків (Damaševičius et al., 2024); декарбонізація - більшення терміну служби дерев'яних виробів сприяє довшому утриманню вуглецю; підвищення конкурентоспроможності - оптимізація витрат та створення інноваційних продуктів з високою доданою вартістю (Navarro-Cáceres et al., 2022). До викликів для успішної інтеграції передових технологій Індустрії 4.0 у лісовому секторі варто віднести такі: високі початкові інвестиції (впровадження нових технологій вимагає значних капіталовкладень); нестача кваліфікованих кадрів (потреба у фахівцях, які володіють

знаннями як у лісовому господарстві, так і в ІТ); кібербезпека (захист великих масивів даних від несанкціонованого доступу); стандартизація та регуляторна база (необхідність розробки єдиних стандартів та адаптації законодавства), що є ключовим бар'єром на шляху до сталої циркулярної біоекономіки (UNECE, 2023).

Незважаючи на існуючі виклики, синергетичний ефект від поєднання Індустрії 4.0 та циркулярної економіки має потенціал докорінно змінити лісовий сектор, перетворивши його на високотехнологічну, ефективну та екологічно відповідальну галузь. Для України освоєння цих нових підходів може стати стратегічним пріоритетом у повоєнному відновленні та інтеграції в європейські економічні та екологічні простори.

Література

Damaševičius, R., Mozgeris, G., Kurti, A., & Maskeliūnas, R. (2024). Digital transformation of the future of forestry: an exploration of key concepts in the principles behind Forest 4.0. *Frontiers in Forests and Global Change*, 7. <https://doi.org/10.3389/ffgc.2024.1424327>

Navarro-Cáceres, M., Acuña-Opazo, C., & Morales-Piderit, C. (2022). The Macroeconomic Implications of the Transition of the Forestry Industry towards Bioeconomy. *Forests*, 13(11), 1961. <https://doi.org/10.3390/f13111961>

Sacchelli, S., Borghi, C., & Bernetti, I. (2023). Circular Bioeconomy and the Forest-Wood Sector: Bridging the Gap between Policies and Disadvantaged Forest Areas. *Applied Sciences*, 13(3), 1349. <https://doi.org/10.3390/app13031349>

United Nations Economic Commission for Europe (UNECE). (2023). *Sustainable and circular bioeconomy in forest-based industries How to get there*. United Nations. https://unece.org/sites/default/files/2024-02/2326211_E_PDF_WEB.pdf

УДК 502.131.1:630 : 330.35

ОЦІНКА ЕКОСИСТЕМНИХ ПОСЛУГ ЛІСІВ У МОДЕЛІ ЦИРКУЛЯРНОЇ БІОЕКОНОМІКИ

Кошкалда І.В., д-р екон. наук, проф.

Державний біотехнологічний університет, Україна

Шарий Г.І., д-р екон. наук, проф.

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія
Кондратюка», Україна

Домбровська О.А., канд. екон. наук, доц.

Державний біотехнологічний університет, Україна

Модернізація економіки в умовах обмеженості ресурсів та екологічних викликів потребує переходу до моделей, що поєднують економічну ефективність із збереженням природного капіталу. Циркулярна біоекономіка розглядається як стратегічний підхід до сталого розвитку, що базується на відновлюваних біологічних ресурсах та ефективному управлінні ними. У цьому контексті ліси відіграють ключову роль як джерело не лише продукційних, але й регулювальних, підтримувальних та культурних послуг [1].

Поняття "екосистемні послуги" охоплює всі вигоди, які людина отримує від функціонування природних екосистем. За міжнародною класифікацією CICES (Common International Classification of Ecosystem Services) [2], їх поділяють на продукційні, регулювальні, культурні та підтримувальні. Оцінка цих послуг є передумовою для формування ефективної лісової політики в рамках біоекономічного підходу.

Таблиця 1 - Підходи до оцінки екосистемних послуг лісів

Підхід до оцінки	Опис методу	Приклади інструментів / моделей
Біофізичний	Кількісна оцінка обсягів послуг	InVEST, ARIES, GIS-аналіз
Економічний	Визначення грошової вартості послуг	Метод тіньових цін, витрати на заміщення, WTP (готовність платити)
Соціальний	Виявлення нематеріальних вигод	Опитування, картування цінностей, участь громад
Інтегрований	Поєднання різних підходів	Мультикритеріальний аналіз (MCA), SEEA EA (Системи екологічно-економічного обліку)

Джерело: узагальнено за [3,4,5]

Циркулярна біоекономіка передбачає не лише повторне використання біоресурсів, але й врахування всього спектру екосистемних вигод. Лісові

екосистеми поглинають вуглець, знижуючи вплив на зміну клімату, регулюють водний режим та запобігають ерозії ґрунтів, зберігають біорізноманіття і підтримують екологічну рівновагу, забезпечують ресурси для виробництва деревини, біоенергії, фармацевтики, мають культурну цінність, зокрема рекреаційну, історичну та естетичну. Ефективна інтеграція лісів у циркулярну біоекономіку потребує врахування не лише ринкових вигод, а й неринкових екосистемних послуг.

У країнах ЄС активно застосовуються моделі оцінки екосистемних послуг для прийняття управлінських рішень [6]:

- Фінляндія використовує національну систему обліку природного капіталу для планування лісокористування.

- Швеція впроваджує принципи "екосистемних контрактів", де місцеві громади отримують компенсацію за збереження лісових послуг.

- Німеччина активно використовує моделі InVEST для аналізу сценаріїв використання лісів.

З метою ілюстрації можливостей такого підходу, нижче наведено приклад орієнтовної грошової оцінки окремих екосистемних послуг лісів на основі середньоєвропейських даних (таблиця 2).

Таблиця 2 - Приклад оцінки окремих екосистемних послуг лісів (умовна модель)

Вид послуги	Одиниця виміру	Орієнтовна вартість (€/га/рік)
Поглинання CO ₂	т CO ₂ /га/рік	50–150
Фільтрація води	м ³ води/га/рік	20–80
Збереження біорізноманіття	індекс видового багатства	100–300
Рекреаційні послуги	відвідувач/га/рік	10–50

Джерело: значення є орієнтовними і базуються на усереднених даних ЄС та публікаціях [3, 7,8].

В Україні оцінка екосистемних послуг лісів залишається фрагментарною та має низку викликів, серед яких – відсутність єдиного нормативного підходу, слабка інтеграція даних про лісові ресурси в систему просторового планування, а також недостатня обізнаність органів влади й громадськості щодо цінності нересурсних вигод лісів. Водночас перспективи розвитку цієї сфери полягають у розробці національних методичних підходів із урахуванням міжнародного досвіду, зокрема CICES та MAES [9], інтеграції оцінки екосистемних послуг у лісову політику та Стратегію розвитку біоекономіки, а також у впровадженні інструментів природного капіталу на рівні місцевого самоврядування.

Оцінка екосистемних послуг лісів є необхідною умовою для впровадження принципів циркулярної біоекономіки. Такий підхід дозволяє комплексно враховувати всі вигоди, які суспільство отримує від лісів, і формувати політику, орієнтовану на довгострокове збереження та раціональне використання природного капіталу. Для України критично

важливо запровадити національні механізми моніторингу та оцінки екосистемних послуг як основу для прийняття рішень у сфері лісового господарства, екологічної політики та регіонального розвитку.

Література

1. Pedersen S., Gangås K. E., Chetri M., Andreassen H. P. Economic Gain vs. Ecological Pain-Environmental Sustainability in Economies Based on Renewable Biological Resources. *Sustainability*, 2020, 12(9), 3557. <https://doi.org/10.3390/su12093557>
2. Haines-Young R., Potschin M. Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 and Guidance on the Application of the Revised Structure / Report prepared for the European Environment Agency. – Nottingham, UK: Fabis Consulting Ltd, 2018. – 72 p. URL: <https://cices.eu>
3. The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Ecological and Economic Foundations / Ed. P. Kumar. – London: Earthscan, 2010. – 410 p.
4. United Nations. System of Environmental-Economic Accounting – Ecosystem Accounting (SEEA EA). – New York: UN, 2021. – 314 p. URL: <https://seea.un.org/ecosystem-accounting>
5. Hinson C., O’Keeffe J., Mijic A., Bryden J., Van Grootveld J., Collins A. M. (2022). Using natural capital and ecosystem services to facilitate participatory environmental decision making: Results from a systematic map. *People and Nature*, 4, 652–668. <https://doi.org/10.1002/pan3.10317>
6. Többen J., Stöver B., Reuschel S., Distelkamp M., Lutz C. Sustainability implications of the EU's bioeconomy transition along global supply chains *Journal of Cleaner Production*, 2024, Vol. 461, 142565 <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.142565>
7. de Groot, R. S., et al. Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units. *Ecosystem Services*, 2012, 1(1), 50–61. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212041612000101>
8. EEA (2020). *Accounting for ecosystems and their services in the European Union (INCA)*. Report № 23/2020. URL: <https://www.eea.europa.eu/publications/accounting-for-ecosystems>
9. European Commission. *Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services: An analytical framework for ecosystem condition. 2nd Report* – Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2018. – 78 p. – (Technical Report 2018 – 048). URL: https://ec.europa.eu/environment/nature/knowledge/ecosystem_assessment/pdf/2ndMAESWorkingPaper.pdf

УДК 338.48:630*6(477)

ПОТЕНЦІАЛ ЛІСОВИХ ТЕРИТОРІЙ ДЛЯ РОЗВИТКУ СОЛІДАРНОГО ТУРИЗМУ В УМОВАХ ЦИРКУЛЯРНОЇ БІОЕКОНОМІКИ

Коваль О.І., аспірант,
Національний лісотехнічний університет України, Україна

Одним із перспективних напрямів розвитку сучасного туризму в Україні є солідарний туризм, який поєднує в собі соціальні, економічні та екологічні цілі, спрямовані на досягнення сталого розвитку регіонів. Особливий потенціал для розвитку цього виду туризму мають лісові території, які традиційно асоціюються з природним, культурним та рекреаційним ресурсом.

Важливість солідарного туризму зумовлена його здатністю вирішувати не лише питання економічного характеру, але й сприяти соціальному розвитку місцевих громад та збереженню навколишнього середовища. У цьому аспекті солідарний туризм тісно переплітається з концепцією циркулярної біоекономіки, що передбачає мінімізацію відходів, раціональне використання ресурсів та впровадження принципів сталого розвитку.

На сьогодні Україна має значні лісові ресурси, що можуть бути залучені до розвитку цього напрямку. Втім, досі не розроблено єдиного підходу до використання цих територій в межах солідарного туризму. Виникає необхідність визначення організаційних та економічних заходів, які дозволять реалізувати цей потенціал.

Ключовими умовами успішності такого розвитку є налагодження ефективної співпраці між місцевими громадами, бізнесом та органами місцевого самоврядування. Важливо також сформувати відповідну туристичну інфраструктуру, яка буде орієнтована на екологічну стійкість та відповідатиме стандартам циркулярної економіки.

Досвід європейських країн свідчить про те, що лісові території можуть ефективно використовуватися в рамках моделі солідарного туризму, забезпечуючи додаткові економічні надходження до бюджетів місцевих громад, підвищуючи зайнятість та сприяючи збереженню природних екосистем.

У контексті українських реалій, доцільно запропонувати створення спеціальних туристичних маршрутів, які будуть інтегровані в систему місцевої циркулярної економіки. Це включає використання місцевих продуктів, екологічно чистих технологій, розвиток освітніх та культурних програм для туристів, які сприятимуть формуванню екологічної свідомості та відповідального ставлення до природних ресурсів.

Також перспективним є залучення інформаційних технологій для підтримки та просування солідарного туризму. Це може включати

розробку мобільних додатків, створення інтерактивних онлайн-платформ та застосування цифрового маркетингу.

Реалізація запропонованих заходів потребує розробки комплексних регіональних програм із залученням науковців, експертів, представників бізнесу та громадських організацій, які спільно працюватимуть над формуванням стратегічних напрямів розвитку солідарного туризму.

Отже, розвиток солідарного туризму на лісових територіях є перспективним напрямом, який дозволяє вирішувати широкий спектр завдань, пов'язаних із соціально-економічним розвитком, екологічною безпекою та сталим використанням природних ресурсів.

Література

1. Geissdoerfer, M., et al. (2017). The Circular Economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757–768.
2. Lew, A.A. (2018). Tourism planning and place making: Place-making or placemaking? *Tourism Geographies*, 20(3), 448–466.
3. Weaver, D.B. (2020). *Sustainable Tourism: Theory and Practice*. Routledge.
4. Saarinen, J. (2019). Critical sustainability: setting the limits to growth and responsibility in tourism. *Sustainability*, 11(12), 3294.
5. Hall, C.M., & Ram, Y. (2019). Walkability and tourism: exploring the links between built environment and tourism. *Journal of Sustainable Tourism*, 27(5), 633–651.

УДК 330.14

ЕКОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ОРГАНІЗАЦІЇ ТЕРИТОРІЇ ЗЕМЕЛЬ ЛІСОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Макєєва Л.М., канд. наук держ. упр., доц.

Винограденко С.О., канд. екон. наук, доц.

Мокєрова Н.В., старший викладач,

Державний біотехнологічний університет, Україна

Збереження екологічної рівноваги та забезпечення сталого розвитку лісових екосистем є одними з пріоритетних завдань сучасного лісового господарства. Це питання набуває особливої актуальності на фоні кліматичних змін, зростаючого антропогенного впливу та процесів реформування системи управління лісовими ресурсами в Україні. Планування використання земель лісогосподарського призначення має базуватися на принципах раціонального та сталого застосування природних ресурсів із впровадженням новітніх технологій [1].

В українському законодавстві існує низка нормативно-правових актів, що спрямовані на підвищення екологічної безпеки в лісовому секторі. Зокрема, Укази Президента України від 21 листопада 2017 року № 381 та від 7 червня 2021 року № 228/2021 визначають ключові напрями розвитку лісового господарства, серед яких – створення додаткових лісових площ, належний догляд за існуючими лісовими масивами та посилення контролю за законністю лісовідведення і вирубок [2].

Збалансоване використання лісових ресурсів розглядається як стратегічний підхід, що ґрунтується на принципах сталого розвитку, який забезпечує експлуатацію лісових екосистем без виснаження їхнього біологічного потенціалу та збереження екологічної цілісності для майбутніх поколінь. Такий підхід інтегрує економічні, екологічні та соціальні аспекти, сприяючи гармонійному розвитку лісового господарства.

Раціональне лісокористування базується на використанні науково обґрунтованих даних, викладених у лісовпорядних проектах, що містять детальну інформацію щодо категорій лісових угідь, породного складу, вікової структури насаджень та режимів охорони. Заготівля деревини повинна здійснюватися з урахуванням допустимих обсягів вирубки, які не перевищують середньорічного приросту лісових насаджень. Для ефективного управління лісовими територіями доцільно впроваджувати функціональне зонування, поділяючи їх на заповідні, рекреаційні, експлуатаційні та водоохоронні зони [2].

Лісові масиви виступають важливими центрами біорізноманіття, тому уникнення створення монокультур, особливо у випадку штучних лісонасаджень, є надзвичайно актуальним завданням. Перевага повинна надаватися змішаним та корінним породам дерев, які володіють кращою адаптацією до локальних екологічних умов і характеризуються

підвищеною стійкістю до впливу шкідників, захворювань та кліматичних змін [3].

Важливо також розширювати площі лісів на деградованих та малопродуктивних земельних ділянках, що сприятиме підвищенню загального екологічного потенціалу відповідних регіонів. Регулярний моніторинг стану лісових ресурсів, здійснюваний із застосуванням методів дистанційного зондування Землі, геоінформаційних систем (ГІС) та лісової інвентаризації, дозволяє своєчасно виявляти зміни, коригувати плани лісокористування та запобігати виникненню негативних екологічних наслідків.

Рациональна організація території земель лісогосподарського призначення має базуватися на інтеграції зазначених підходів у просторове планування, що сприяє запобіганню конфліктів між різними видами землекористування, збереженню екосистемних послуг лісів, протидії ерозійним і зсувним процесам, а також адаптації до змін клімату.

Сучасні технологічні рішення, зокрема використання безпілотних літальних апаратів (БПЛА), забезпечують високоточне виконання кадастрових та моніторингових робіт у лісовому господарстві. Впровадження БПЛА дозволяє оперативно збирати і аналізувати дані щодо стану лісових масивів, що значно підвищує ефективність управління земельними ресурсами та сприяє своєчасному реагуванню на екологічні виклики [4].

Кліматичні зміни є одним із найсерйозніших викликів для лісового господарства, оскільки вони впливають на структуру, функціональні характеристики та продуктивність лісових екосистем. Для мінімізації негативних наслідків кліматичних змін на лісові екосистеми важливо впроваджувати адаптаційні стратегії, які включають підбір видів дерев, стійких до коливань кліматичних умов; застосування методів лісівництва, наближених до природних процесів; відновлення осикових лісів як важливого компоненту екосистеми; а також використання природних механізмів адаптації рослинності.

Процес децентралізації влади в Україні істотно вплинув на механізми управління лісовими ресурсами, передавши значну частину повноважень місцевим громадам. Децентралізація також створює передумови для розвитку лісової інфраструктури на рівні територіальних громад. Місцеві органи влади можуть залучати інвестиції для організації рекреаційних зон, сприяння розвитку екотуризму і проведення заходів з відновлення лісових насаджень. Ці процеси не лише сприяють збереженню природних ресурсів, але й стимулюють економічний розвиток на місцях.

На нашу думку, сучасне управління лісовими ресурсами неможливо уявити без впровадження цифрових технологій. До них належать геоінформаційні системи (ГІС), які використовуються для систематичного моніторингу стану лісових масивів, а також електронні системи обліку деревини, що підвищують точність і прозорість ведення обліку. Ці технологічні рішення надають місцевим громадам можливість більш

ефективно управляти лісовими ресурсами, зменшуючи ризики незаконних рубок та сприяючи підвищенню прозорості лісогосподарської діяльності.

Отже, організація території земель лісогосподарського призначення повинна ґрунтуватися на принципах екологічної збалансованості, раціонального використання природних ресурсів та інтеграції передових технологій. Ключовими напрямками є забезпечення сталого використання лісових угідь, впровадження адаптаційних заходів у відповідь на зміни клімату та ефективне управління ресурсами на місцевому рівні. Досягнення поставлених цілей потребує вдосконалення нормативно-правового забезпечення, активного впровадження інноваційних технологій та налагодження конструктивної співпраці між усіма рівнями управління лісовим господарством.

Література

1. Про схвалення Стратегії екологічної безпеки та адаптації до зміни клімату України на період до 2030 року : розпорядження Кабінету Міністрів України від 20 жовт. 2021 р. № 1363-р. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1363-2021-p>
2. Титаренко В. В. Екологізація лісового господарства України: нормативно-правове забезпечення // Економіка та суспільство. – 2023. – № 35(8). – С. 121–126. – Режим доступу: <https://economics.com.ua/s122-ekologizaciya-lisovogo-gospodarstva-ukrayini-normativno-pravove-zabezpechennya>
3. Опенько І. А. Еколого-економічні засади раціонального використання та охорони земель лісогосподарського призначення в умовах децентралізації влади : дис. ... д-ра екон. наук : 08.00.06 / Нац. ун-т біоресурсів і природокористування України. – Київ, 2021. – 495 с. – Режим доступу: <https://uacademic.info/ua/document/0521U100221>
4. Хавар Ю., Губар Ю., Сай В., Гулько О., Винарчик Л. Використання безпілотних літальних апаратів для організації території земель лісогосподарського призначення // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Серія: Геодезія та управління територіями. – 2022. – № 96. – С. 101–110. – Режим доступу: <https://science.lpnu.ua/uk/istcgcap/vsi-vypusky/vypusk-96-2022/vykorystannya-bezpilotnyh-litalnyh-aparativ-dlya-organizaciyi>

УДК 620.97

ПОРІВНЯЛЬНА ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ІНВЕСТИВАННЯ У ВІДНОВЛЮВАНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ: СОНЯЧНА ЕНЕРГЕТИКА І ЕНЕРГЕТИЧНІ ЛІСОВІ РЕСУРСИ

Мельниченко І.В., аспірант кафедри економіки, туризму і рекреації,
Національний лісотехнічний університет, Україна

У контексті глобальних екологічних викликів та зростаючої потреби у сталому розвитку, відновлювані джерела енергії набувають ключового значення в енергетичній політиці більшості країн світу. Зокрема, актуальними стають питання оптимізації інвестицій у ті види відновлюваної енергетики, що забезпечують не лише економічну доцільність, але й мінімальний вплив на навколишнє середовище. Сонячна енергетика та енергетичні лісові ресурси (зокрема, біомаса) є перспективними напрямками розвитку альтернативної енергетики, однак характеризуються різними рівнями еколого-економічної ефективності.

У сучасних умовах інвестування супроводжується зростаючою кількістю ризиків, які значною мірою обумовлені воєнним станом в Україні. Геополітична нестабільність, невизначеність ринкових механізмів та обмежена прогнозованість прибутковості у короткостроковій перспективі створюють об'єктивні труднощі для стратегічного планування вкладень. Разом із тим, саме в такий період особливого значення набувають проекти, що забезпечують енергетичну безпеку, зменшують залежність від імпорتنих енергоносіїв і водночас сприяють сталому розвитку. Саме відновлювані джерела енергії – зокрема сонячна енергетика та біомаса, що базується на енергетичних лісових ресурсах – виступають перспективними об'єктами для таких інвестицій.

Серед основних ризиків інвестування в Україні на сьогодні є ризики щодо агресивних дій росії, а також невизначеність ринкових настроїв щодо грошових витрат [1]. І хоча інвестування не допускає припущень, економічні наслідки війни в Україні прямо пропорційно залежні від прямого впливу війни [2, с. 81].

Сонячна енергетика демонструє високий потенціал, особливо в регіонах України з відповідними природними умовами, зокрема на Закарпатті. Там уже реалізовано низку успішних проєктів зі створення сонячних електростанцій, які не лише забезпечують електроенергією місцеві громади, але й значно скорочують рівень викидів парникових газів [3, с. 208].

Сонячна енергетика має дещо обмежені можливості використання (залежить від погоди, широти розташування території та ін.). В країнах ЄС широко використовуються так звані «сонячні зобов'язання» відносно будівництва з використанням нових сонячних технологій. Це сприяє істотним змінам у житловому фонді та промисловості, готуючи його до неминучого дефіциту викопного палива, дає потужний сигнал для

користувачів, підприємців – сприяє розвитку будівельного бізнесу (проєкт «Тисяча дахів» у Німеччині та програма «Мільйон сонячних дахів» у США). Наразі розвиток сонячної енергетики в Україні знаходиться на стадії, яку Європа пройшла 7- 10 років тому. У той же час ми маємо одну з найпривабливіших інвестиційних структур в Європі для розвитку галузі. Дійсно, тут були створені сприятливі умови: наявність ресурсів і земельних ділянок, пільговий тариф, державна підтримка і цільова енергетична стратегія, мета якої – досягти 25% виробництва чистої енергії до 2035 року. В результаті інтерес до відновлюваної енергетики в Україні продовжує зростати [4, с. 93]

У той же час енергетичні лісові ресурси – деревна біомаса – є не менш важливим компонентом українського енергетичного балансу. Враховуючи, що з початком повномасштабної російсько-української війни, деревина як найпоширеніший в Україні вид біопалива для окремих регіонів є основним, а в багатьох випадках, і безальтернативним джерелом енергії, безпекова та соціальна пріоритетність в особливий період воєнного стану може не співпадати із екологічною та економічною доцільністю та з каскадним принципом і вимогами сталості використання ресурсів лісової біомаси та інших видів відновлювальних джерел енергії [5, с. 2]. Так, до прикладу, у 2023 році споживання лісової біомаси сягнуло пікових значень, при цьому фактичне використання дров перевищило доступні ресурси більш ніж удвічі. Цей факт свідчить про безумовну соціальну важливість ресурсу, проте й викликає занепокоєння з екологічної точки зору: надмірна експлуатація лісових масивів без урахування каскадного принципу сталості загрожує вичерпанням ресурсу, деградацією екосистем і втратами біорізноманіття [6, с. 38].

Варто додати, що у лісогосподарських підприємствах Державного агентства лісових ресурсів України (Держлісагентство) запроваджено Систему електронного обліку (ЕОД) заготовленої та реалізованої деревини. Головним оператором Єдиної державної системи електронного обліку деревини є державне підприємство «Лісогосподарський інноваційно-аналітичний центр», яке належить до сфери управління Держлісагентства. При цьому, відомству підпорядковано лише 73 % лісового фонду України, а 27 % лісів належать постійним лісокористувачам інших відомств, у яких майже не впроваджено електронний облік [6, с. 190]. Відтак, не всі лісокористувачі в Україні охоплені електронною системою обліку деревини, що створює ризики неефективного управління ресурсами, а в деяких випадках – неконтрольованого використання. Це свідчить про те, що повноцінна інтеграція енергетичної лісової біомаси у державну політику з відновлюваної енергетики потребує не лише фінансових, а й регуляторних інвестицій.

Порівнюючи ці два напрями – сонячну енергетику і енергетичні лісові ресурси – варто зазначити, що кожен з них виконує різні функції в енергетичній системі. Сонячна енергетика є більш стабільною в екологічному плані та передбачуваною з погляду технологічного розвитку

й окупності. Її головним обмеженням залишається залежність від кліматичних умов і потреба у початкових капіталовкладеннях. Натомість деревна біомаса, особливо в умовах війни, забезпечує швидку реакцію на критичні потреби населення, однак її екологічна стійкість є умовною і потребує ретельного планування з урахуванням регіональних особливостей і довгострокового балансу.

Таким чином, еколого-економічна ефективність інвестування у відновлювані джерела енергії в Україні має оцінюватися не лише з позиції фінансових витрат і прибутків, а й у ширшому контексті – з урахуванням безпекових, соціальних і екологічних пріоритетів. Це особливо актуально у час повномасштабної війни, коли енергетика перестає бути виключно економічною сферою, а трансформується у критичний компонент національної безпеки та стійкості.

Література

1. Скрипаль А. Інвестування в Україну під час війни. 2022. URL: <https://trans.info/ro/investuvannya-vukrayinu-pid-chas-viyny-327240> (дата звернення: 29.05.2025)
2. Віблій П. І. Інвестиційний потенціал України в умовах війни. Галицький економічний вісник. Т. : ТНТУ, 2023. Том 82. № 3. С. 80–89.
3. Шабала О. П. Стан та ефективність використання відновлювальних джерел енергії в західному регіоні України: перспективи, особливості та реалізація. Менеджмент ХХІ століття: глобалізаційні виклики: матеріали. 2024. С. 208-210.
4. Пазюк В. М., Токарчук О. А., Токарчук Д. М. Сучасний стан проблеми енергоефективності в світі та в Україні. Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2021. № 1 (112). С. 88-99. DOI: 10.37128/2520-6168-2021-1-11
5. Динька П. К., Соловій І. П., Гоголь Т. М. Соціо-еколого-економічні аспекти енергетичного використання лісових ресурсів. Академічні візії. Випуск 39. 2025. С. 1-11.
6. Аналіз ринку лісової та деревної біомаси в Україні / упоряд.: Богомаз М. В., Епік О. В. Київ: WWF-Україна, 2024. 54 с.
7. Сакаль О. В., Третьак Н. А., Штогрин Г. С., Бегаль І. І. Реалії та перспективи розвитку ринку лісових ресурсів в умовах платформної економіки. Науковий вісник ІФНТУНГ. С. 184-194. DOI: 10.31471/2409-0948-2020-1(21)-184-194.

УДК: 630*9:330.341.1(477)

СТВОРЕННЯ ЛАНЦЮГІВ ДОДАНОЇ ВАРТОСТІ В ЛІСОВІЙ БІОЕКОНОМІЦІ: РЕГІОНАЛЬНИЙ ПІДХІД

Мурин А.В., аспірант,
Національний лісотехнічний університет України, Україна

Сучасна економічна парадигма все більше орієнтується на принципи сталого розвитку, ефективного використання ресурсів і збереження екологічного балансу. У цьому контексті лісова біоекономіка набуває стратегічного значення як галузь, що поєднує економічну вигоду та екологічну відповідальність. Проте, для досягнення максимальної ефективності цієї моделі необхідно сформувати дієві ланцюги доданої вартості (ЛДВ), які забезпечують повноцінне використання лісових ресурсів та створення високої доданої вартості на кожному етапі переробки [6]. Особливо актуальним є регіональний підхід до формування таких ланцюгів, оскільки природно-ресурсний потенціал, економічні умови та соціальні виклики різних регіонів України суттєво відрізняються.

Лісова біоекономіка – це частина ширшої біоекономічної моделі, яка базується на використанні біологічних ресурсів, процесів і принципів з метою виробництва енергії, матеріалів та продуктів з доданою вартістю [1, 3]. На відміну від традиційної лісової промисловості, яка зосереджена на заготівлі деревини, біоекономічна модель передбачає глибоку переробку, інноваційні продукти (наприклад, біопластики, композити, біоенергія) та збереження екосистемних послуг лісів [1; 2].

Ланцюги доданої вартості – це послідовність операцій, які трансформують сировинний ресурс у кінцевий продукт або послугу з вищою економічною цінністю. У контексті лісової біоекономіки це можуть бути наступні етапи: заготівля деревини → первинна обробка (пиломатеріали) → вторинна обробка (меблі, елементи конструкцій) → біохімічна або біоенергетична трансформація залишків.

Україна має великий потенціал у сфері лісової біоекономіки, але рівень його реалізації суттєво відрізняється між регіонами. Наприклад:

- Карпатський регіон має високий лісистість та гірські умови, що потребує розвитку малих і середніх деревообробних підприємств, локальних енергетичних проєктів на основі біомаси, а також екотуризму як елементу ЛДВ [2].

- Полісся характеризується наявністю великих масивів соснових і мішаних лісів, які можуть бути джерелом сировини для целюлозно-паперової та біохімічної промисловості, а також розвитку виробництва деревного вугілля з екологічно безпечними технологіями [1; 3].

- Центральна та Східна Україна, де ліси займають меншу площу, можуть зосередитися на переробці вторинної біомаси (відходи сільського господарства та деревообробки) як частини інтегрованих біоекономічних кластерів [3; 7].

Регіональний підхід дозволяє врахувати локальні соціальні, екологічні та економічні умови, адаптувати стратегії розвитку ЛДВ до наявного потенціалу та потреб громад. Для ефективного формування ЛДВ у лісовій біоекономіці на регіональному рівні необхідні наступні умови:

- Інституційна підтримка: створення регіональних кластерів біоекономіки, інноваційних хабів та науково-дослідницьких центрів.
- Фінансування та інвестиції: сприяння розвитку малих і середніх підприємств через гранти, пільгове кредитування, державно-приватне партнерство.
- Освіта та підготовка кадрів: розвиток освітніх програм у сфері біоекономіки, екологічного менеджменту та технологій лісопереробки.
- Цифровізація: впровадження цифрових інструментів обліку ресурсів, управління логістичними ланцюгами, моніторингу екосистем.
- Правове регулювання: оновлення лісового законодавства з урахуванням принципів циркулярної економіки та декарбонізації.

Формування ЛДВ у лісовій біоекономіці стикається з рядом труднощів: слабка кооперація між учасниками ланцюгів; недосконалість логістичної та виробничої інфраструктури в окремих регіонах; обмежений доступ до фінансування для інноваційних підприємств; загрози нелегальної вирубки та нераціонального використання ресурсів; низький рівень обізнаності населення щодо переваг біоекономіки [3; 5]. Подолання цих викликів вимагає комплексного підходу на основі міжсекторальної взаємодії.

Лісова біоекономіка є перспективним напрямом розвитку, що дозволяє одночасно стимулювати економічне зростання, сприяти зайнятості на місцях і зберігати екологічну рівновагу. Формування ефективних ланцюгів доданої вартості в цій сфері неможливе без врахування регіональної специфіки, ресурсного потенціалу, соціальних потреб та екологічних обмежень. Регіональний підхід до розвитку ЛДВ у лісовій біоекономіці має стати ключовим елементом державної політики, орієнтованої на сталий розвиток і інтеграцію України у європейську модель зеленої економіки. Збалансована регіональна політика, спрямована на розвиток локальних кластерів, підтримку інновацій і координацію між усіма учасниками ЛДВ, є запорукою формування конкурентоспроможної та екологічно відповідальної лісової галузі майбутнього.

Література

1. Forest bioeconomy at regional scale: a systematic literature review and research agenda / T. Hetemäki, A. Lovric, H. Korhonen та ін. // *Forest Policy and Economics*. – 2023. – Vol. 154. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1389934123001478>
2. Євгенюк, С. І. Роль лісової біоекономіки у формуванні сталого розвитку Карпатського регіону / С. І. Євгенюк, О. М. Дзюбенко//*Український журнал лісівництва та деревообробної науки*. – 2023. – № 4(14). – С. 26–39. – URL: <https://forestscience.com.ua/web/uploads/pdf/Ukrainian%20Journal%20of%20F>

[orest%20and%20Wood%20Science_2023_Vol.%2014%2C%20No.%204_26-39.pdf](#)

3. Lindner, M. Assessment of the Development of Forest-Based Bioeconomy in European Regions / M. Lindner, G. Winkel, J. García-Gonzalo // *Sustainability*. – 2022. – Vol. 14, № 8. – Article 4747. – DOI: <https://doi.org/10.3390/su14084747>. – URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/8/4747>

4. Adaptation of Ukrainian forestry legislation to EU forestry legislation in the framework of inclusive, competitive and sustainable functioning and development of value chains in agriculture / FAO, EU, SFI Ukraine. – 2021. – URL: <https://www.sfi-ukraine.org.ua/en/int-project/adaptation-of-ukrainian-forestry-legislation-to-eu-forestry-legislation-in-the-framework-of-inclusive-competitive-and-sustainable-functioning-and-development-of-value-chains-in-agriculture-fisheerie/>

5. Bioeconomy Regions Summit: place-based forest bioeconomy transition. – European Forest Institute. – 2023. – URL: <https://bioregions.efi.int/bioeconomy-regions-summit-place-based-forest-bioeconomy-transition/>

6. Optimising forest operations for sustainable forest management in Europe – CORDIS. – Horizon Europe Project (FORWARDS), 2024. – URL: <https://cordis.europa.eu/project/id/101157658>

7. Ramcilovic-Suominen, S. Social sustainability in the forest-based bioeconomy: *Forest Policy and Economics*. – 2025. – Vol. 157. – Article 102983. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1389934125001029>

УДК: 630.004.6:502.131.1(4+477)

МОДЕЛІ БІОЕКОНОМІКИ В ЛІСОВОМУ СЕКТОРІ ЄС: УРОКИ ДЛЯ УКРАЇНИ

Мурин Р.В., аспірант,
Національний лісотехнічний університет України, Україна

У контексті Європейського зеленого курсу біоекономіка на основі відновлюваних ресурсів, зокрема лісових, стає ключовим напрямом сталого розвитку. У країнах Європейського Союзу вже сформувалися різні підходи до впровадження біоекономіки в лісовому секторі: скандинавська модель акцентує на інноваціях і високотехнологічній переробці деревини, центральноевропейська – на інтеграції лісового господарства з регіональним розвитком, тоді як південна Європа фокусується на багатофункціональному використанні лісів та соціальних аспектах.

Досвід ЄС демонструє важливість міждисциплінарної співпраці, наявності стратегій біоекономіки на національному рівні, підтримки інноваційного підприємництва та розвитку освіти. Україна, маючи значний лісовий потенціал, може адаптувати ці моделі, враховуючи власні регіональні та інституційні особливості. Особливу увагу варто приділити створенню стимулів для сталого лісокористування, розвитку біопродуктів з високою доданою вартістю та модернізації освітніх програм для підготовки фахівців нової генерації

Зростаюча увага до питань зміни клімату, виснаження природних ресурсів та необхідності переходу до сталої економіки визначили курс країн Європейського Союзу на розвиток біоекономіки [1, 2]. Біоекономіка, як економіка, заснована на відновлюваних біологічних ресурсах, охоплює широкий спектр секторів, серед яких особливо важливе місце займає лісовий. Лісова біоекономіка забезпечує не лише постачання біосировини, а й підтримку екосистемних послуг, сталий розвиток сільських територій та інновації у виробництві матеріалів, енергії та хімікатів [3, 6]. Україна, маючи значний лісовий потенціал, повинна вивчати й адаптувати ефективні європейські моделі біоекономіки, орієнтуючись на власний контекст [5].

Аналізуючи моделі біоекономіки в лісовому секторі ЄС, слід підкреслити декілька типових підходів до розвитку лісової біоекономіки, що формувалися в залежності від природних умов, соціально-економічних реалій та інституційного середовища [3, 7]. Умовно їх можна поділити на три ключові моделі: скандинавську, центральноевропейську та південну.

Моделі біоекономіки в лісовому секторі ЄС відрізняються за регіональними особливостями. Скандинавська модель (Фінляндія, Швеція) вирізняється високою інтенсивністю лісокористування, впровадженням інноваційних технологій та біоматеріалів (наноцелюлоза, біопластики), а також цифровізацією лісового менеджменту. Центральноевропейська модель (Німеччина, Австрія) фокусується на багатофункціональності лісів,

розвитку локальних ланцюгів доданої вартості та залученні малого бізнесу. Південна модель (Італія, Іспанія, Португалія) орієнтована на протидію кліматичним загрозам і залучення громад до екотуризму й збору недеревних ресурсів, що сприяє збереженню біорізноманіття та стійкому розвитку регіонів.

Україна має значний потенціал для розвитку лісової біоекономіки. Приблизно 16% її території вкрито лісами, зосередженими переважно в Карпатському регіоні, Поліссі та на півночі Лівобережжя [7]. Водночас сектор має низку системних проблем – зокрема, застаріле обладнання, недостатню переробку деревини в країні, слабку інтеграцію з наукою, а також неефективну лісову політику [5].

Аналіз європейських моделей дозволяє виокремити декілька ключових напрямів, які можуть бути використані в Україні:

1. Стратегічне планування - першим кроком має стати розробка національної стратегії розвитку біоекономіки з фокусом на лісовий сектор [5]. Документ має визначити пріоритети: розвиток нових біоматеріалів, стимулювання внутрішньої переробки деревини, підтримку інноваційних кластерів, залучення інвестицій.

2. Інституційна реформа та міжвідомча координація – необхідно покращити координацію між відомствами, відповідальними за лісове господарство, економіку, освіту та екологію [6, 7]. В ЄС такі стратегії координуються між міністерствами сільського господарства, навколишнього середовища та науки – подібну практику доцільно впровадити і в Україні.

3. Освіта та професійна підготовка. Окремим напрямом є модернізація освітніх програм у лісотехнічних університетах. Доцільним є запровадження міждисциплінарних курсів з біоекономіки, циркулярної економіки, екосистемного менеджменту [4, 5]. Також варто створювати магістерські програми спільно з європейськими закладами освіти.

4. Інновації та переробка. Розвиток наукоємних секторів, як-от біопереробка деревини, виробництво біопластиків, екоупаковки, біохімії, потребує стимулювання через пільгове оподаткування, доступ до кредитування, створення технопарків [2, 3, 6]. Водночас слід підтримувати малий і середній бізнес, зокрема у регіонах, де лісове господарство є основою економіки.

5. Локальні ініціативи та багатофункціональне використання лісів. На прикладі південних країн ЄС варто підтримувати місцеві ініціативи, пов'язані з використанням недеревних ресурсів лісу, екотуризмом, ремеслами [6]. Це не лише забезпечить альтернативне джерело доходу, а й сприятиме збереженню традицій, культури та біорізноманіття.

Підсумовуючи, європейський досвід показує, що біоекономіка в лісовому секторі – це не лише про сировину, а про системну трансформацію управління, освіти, інновацій та місцевого розвитку [1], [3, 6]. Для України важливо перейти від декларативних стратегій до конкретних інструментів впровадження циркулярної біоекономіки, використовуючи напрацювання країн ЄС. Адаптація успішних моделей –

шлях до зростання доданої вартості в лісовому секторі, підвищення екологічної стійкості та інтеграції до Європейського зеленого курсу [3, 5].

Література

1. European Commission. A sustainable bioeconomy for Europe: strengthening the connection between economy, society and the environment. Updated Bioeconomy Strategy. Brussels, 2018. 107 p. URL: <https://research-and-innovation.ec.europa.eu>
2. Scarlat N., Dallemand J. F., Monforti-Ferrario F., Nita V. The role of biomass and bioenergy in a future bioeconomy: Policies and facts // Environmental Development. 2015. Vol. 15. P. 3–34. DOI: 10.1016/j.envdev.2015.03.006.
3. Hetemäki L. (Ed.). Future of the European forest-based sector: Structural changes towards bioeconomy. Joensuu: European Forest Institute, 2014. 107 p. URL: <https://efi.int>
4. Lier M., Aarne M., Kärkkäinen L., Korhonen K. T., Yli-Viikari A., Packalen T. Sustainable development in the Finnish forest sector – indicators and trends. Helsinki: Natural Resources Institute Finland (Luke), 2018. URL: <https://www.luke.fi>
5. Міністерство економіки України. Проєкт Концепції розвитку біоекономіки в Україні до 2030 року. 2023.
6. FAO. Forests for a sustainable future: Forest pathways for green recovery and building inclusive, resilient and sustainable economies. Rome: FAO, 2021. URL: <https://www.fao.org>
7. Державне агентство лісових ресурсів України. Стратегія сталого управління лісами України до 2035 року. Київ, 2023. URL: <https://forest.gov.ua>

УДК 005.334:336.71:(061.1ЄС)

ESG-ФАКТОРИ В ЛІСОВОМУ ГОСПОДАРСТВІ ТА ЇХНЯ ІНТЕГРАЦІЯ В НАЦІОНАЛЬНІ ФІНАНСОВІ РЕГУЛЯТОРНІ РАМКИ

Панчишин Я.В., аспірант
Національний лісотехнічний університет України, Україна

Глобальна фінансова система все частіше визнає, що здоров'я лісів нашої планети нерозривно пов'язане з економічною стабільністю. В результаті, екологічні, соціальні та управлінські (ESG) фактори, специфічні для лісового сектору, поступово впроваджуються в національні рамки фінансового регулювання в усьому світі. Ця інтеграція знаменує собою кардинальний зсув від сприйняття лісів лише як джерела деревини до визнання їхньої вирішальної ролі в регулюванні клімату, збереженні біорізноманіття та соціальному добробуті – все це має суттєві фінансові наслідки.

Ключові ESG-фактори, що зараз займають центральне місце у фінансовому нагляді за інвестиціями в лісове господарство, є багатограними. В екологічній площині регулятори зосереджуються на збереженні біорізноманіття та екосистем, кліматичному впливі лісогосподарської діяльності, включаючи поглинання вуглецю та темпи знеліснення і деградації лісів, а також на сталому управлінні водними ресурсами та якістю ґрунтів. Ризик лісових пожеж, що стає все більшою проблемою зі зміною клімату, також стає ключовим фактором.

З соціальної точки зору, увага приділяється трудовим стандартам та охороні праці працівників лісового господарства. Надзвичайно важливим є те, що земельні права корінних народів та місцевих громад, їхня залученість та справедливий розподіл вигод тепер розглядаються як суттєві соціальні ризики та можливості. Прозорість та відстежуваність усього ланцюга постачання деревини також підлягають ретельній перевірці для боротьби з незаконними рубками та забезпечення відповідального походження ресурсів.

Управління становить основу цього нового регуляторного поштовху. Фінансові органи все частіше вимагають від лісогосподарських компаній надійних планів управління, чітких антикорупційних політик та незалежної сторонньої сертифікації від авторитетних організацій, таких як Лісова опікунська рада (FSC) або Програма підтримки сертифікації лісів (PEFC). Прозоре та стандартизоване звітування про показники ESG також стає обов'язковою вимогою, що дозволяє інвесторам та регуляторам точно оцінювати ризики та впливи.

Одним із ключових аспектів ESG Due Diligence є створення платформи для ефективної комунікації між потенційними інвесторами та ініціаторами проектів. За допомогою оцінки ESG-показників, такі як екологічні ризики, соціальна прийнятність і прозорість управління,

інвестори отримують повну картину стану проекту, що мінімізує інформаційну асиметрію. Це дозволяє залучити ті фінансові ресурси, які відповідають специфіці проекту, уникнувши невідповідних джерел фінансування. ESG Due Diligence також виступає інструментом сегментації інвесторів, допомагаючи ідентифікувати ті групи, які мають релевантний досвід і пріоритети. Наприклад, екологічно спрямовані інвестори будуть зацікавлені у фінансуванні проектів відновлення, що впроваджують зелені технології, скорочують викиди вуглецю та відповідають вимогам кліматичної нейтральності. Інституційні інвестори, такі як пенсійні фонди або фонди сталого розвитку, орієнтуються на довгострокові перспективи й стабільність проектів, що підкріплюються ефективним управлінням і низькими ризиками. [1]

Інтеграція цих специфічних для лісового господарства ESG-факторів у фінансові регуляторні рамки відбувається за допомогою низки ключових механізмів:

- Таксономії сталого фінансування. Все більше юрисдикцій, зокрема Європейський Союз, розробляють "зелені" або "сталі" таксономії. Ці системи класифікації визначають, які види економічної діяльності, включаючи лісове господарство, можна вважати екологічно сталими. Щоб відповідати вимогам, лісогосподарські операції повинні відповідати конкретним технічним критеріям відбору, що стосуються біорізноманіття, пом'якшення наслідків зміни клімату та інших ESG-факторів. Фінансові продукти, що позиціонуються як "сталі", повинні розкривати частку своїх інвестицій, яка відповідає цій таксономії, безпосередньо впливаючи на потоки капіталу в напрямку відповідального лісового господарства.

- Посилені вимоги до розкриття інформації та звітності. Регулятори вимагають детальнішого та стандартизованого розкриття ESG-ризиків та можливостей фінансовими установами та корпораціями. Це включає звітування про ланцюги постачання, вільні від знеліснення, вуглецеві сліди лісових активів та вплив на біорізноманіття. Ця прозорість дозволяє фінансовим установам краще управляти ризиками, а інвесторам – приймати більш обґрунтовані рішення.

- Пруденційне регулювання та управління ризиками. Центральні банки та фінансові регулятори починають включати фінансові ризики, пов'язані з кліматом, у тому числі ті, що виникають внаслідок знеліснення та деградації лісів, до свого пруденційного нагляду за банками та страховими компаніями. Це може включати вимогу до фінансових установ проводити стрес-тести для оцінки їхньої стійкості до цих ризиків та утримувати додатковий капітал під високоризикові інвестиції в лісове господарство.

- Кодекси управління та рекомендації для інвесторів. Національні кодекси управління оновлюються, щоб явно включити ESG-аспекти, заохочуючи інституційних інвесторів до активної взаємодії з лісогосподарськими компаніями щодо їхніх показників сталості. Крім того, фінансові регулятори та галузеві асоціації видають рекомендації щодо

того, як інтегрувати ESG-фактори в інвестиційний аналіз та процеси прийняття рішень для лісових активів.

- Незважаючи на значний прогрес, виклики залишаються. Відсутність глобально стандартизованих показників та рамок звітності для ESG-даних, пов'язаних з лісовим господарством, може призвести до невідповідностей та "грінвошингу" (неправдивого "озеленення" бренду). Складність моніторингу великих та віддалених лісових територій також є практичною перешкодою.

Проте напрямок руху очевидний. Інтеграція ESG-факторів у фінансове регулювання лісового сектору буде поглиблюватися. Ця еволюція зумовлена зростаючим розумінням того, що стале та відповідальне управління лісами є не лише екологічним чи соціальним імперативом, а й фундаментальною передумовою для довгострокової фінансової стабільності та процвітання. У міру розвитку цієї інтеграції вона обіцяє спрямувати значний капітал на захист та стале використання одного з найважливіших ресурсів нашої планети.

Література

1. Алексін Г.О. ESG Due Diligence в задачах повоєного відновлення України // Сталий розвиток економіки. – 2024. – №4(51). – С. 217-218. DOI: <https://doi.org/10.32782/2308-1988/2024-51-31>

УДК 528.4:332.3

РОЛЬ БАЗИ ГЕОДАНИХ ПІД ЧАС ФОРМУВАННЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ ДЛЯ ЛІСОВИХ НАСАДЖЕНЬ

Пілічева М.О., канд. техн. наук, доц.,

Маслій Л.О., ст. викладач,

Харківський національний університет міського господарства
імені О.М. Бекетова, Україна

Сьогодні база геоданих (БГД) є комплексною структурою, в якій поєднується різнобічна географічна інформація, що широко застосовується в геоінформаційних системах (ГІС). Дані в БГД проходять структурування з метою виконання довготривалого зберігання, швидкого доступу і аналізу, а також слугують основним засобом візуального представлення просторової складової, що дозволяє відображати локальні характеристики об'єктів, зокрема: геометричні властивості, взаємозв'язки та динаміку змін [1]. Зазначені дані, які входять в БГД, називаються геопросторовими даними, які зазвичай представляються різними типами просторової інформації: географічні об'єкти, просторові відносини тощо. У сфері лісового господарства до складу бази геоданих входять такі ключові елементи:

- географічне розташування лісових територій, яке передбачає точне визначення місцезнаходження об'єкта, включно з географічними (геодезичними) координатами, висотою над рівнем моря та іншими геопросторовими даними, що забезпечують однозначну ідентифікацію лісових ділянок;
- атрибутивна інформація про лісові об'єкти, яка містить відомості про характеристики та властивості дерев – вид, вік, діаметр стовбура, щільність насаджень тощо, що дозволяє здійснювати детальний опис лісових ресурсів;
- просторові взаємозв'язки, які відображають відносини між різними елементами лісової екосистеми, зокрема, розташування ділянок відносно одна одної, взаємодію між деревами, а також зв'язки з природними об'єктами (наприклад, водними об'єктами, гірськими хребтами тощо);
- часові характеристики, що дозволяють аналізувати зміни лісового покриву в динаміці: процеси росту, вирубки, зміни структури насаджень, вплив антропогенних факторів;
- метадані, які містять технічні довідкові (пошукові) відомості про системи координат, джерела даних, формати збереження, методи збору даних тощо, тобто усю необхідну інформацію для коректної інтерпретації та обробки геопросторових даних, що забезпечує достовірність і ефективність аналізу в межах лісогосподарської діяльності.

Елементи БГД становлять фундаментальну основу для зберігання інформації про місцезнаходження та просторові об'єкти, особливо при формуванні структурованих наборів даних, що охоплюють різноманітні типи просторової інформації, що зберігається.

Модель бази геоданих заснована на принципах і особливостях реляційної структури, яка представляє кожен інформаційний елемент як запис в таблиці, а взаємозв'язки між ними забезпечуються за допомогою ключових полів та встановлених відношень.

Існують два основні типи баз геоданих: персональні та багатокористувацькі [2]. Персональні БГД зберігаються локально на окремих комп'ютерах і є зручними для роботи з невеликими обсягами даних, особливо коли не передбачено спільного доступу або колективного редагування. Підтримка подібних БГД зазвичай інтегрована в багатьох сучасних геоінформаційних програмних продуктах. Багатокористувацькі БГД зберігаються на серверах і функціонують на основі популярних комерційних систем управління базами даних (СУБД), таких як PostgreSQL або SQL Server. Такі СУБД встановлюються на сервері та забезпечують взаємодію з базами даних у межах корпоративної геоінформаційної системи. Вони відповідають за надійне зберігання, структурування, доступ та оперування з великими обсягами просторової інформації, даючи змогу ефективно керувати наявними відомостями, виконувати запити та організовувати колективну роботу з даними.

Багатокористувацькі БГД відіграють ключову роль у функціонуванні Національної інфраструктури геопросторових даних (НІГД), оскільки забезпечують спільний доступ до географічної інформації для різних державних органів – основних розробників і користувачів таких даних. У межах НІГД вони є базою для побудови геопорталів та інших користувацьких ГІС, бо забезпечують централізоване зберігання, обробку та розповсюдження геопросторових даних, що сприяє ефективному управлінню інформацією на національному рівні.

У межах НІГД БГД виконує низку важливих функцій:

- виступає основним сховищем різноманітної географічної інформації, включаючи дані дистанційного зондування, топографо-картографічні матеріали, різноманітні тематичні карти, просторову інформацію про природні ресурси, населені пункти, об'єкти інфраструктури тощо;
- забезпечує уніфікацію, структурування та стандартизацію геопросторових даних, що сприяє зручному доступу та сумісності між різними користувачами й програмними продуктами;
- формує механізми доступу до інформації для державних установ, приватних осіб і організацій із дотриманням вимог безпеки та конфіденційності;
- надає інструменти для обробки і просторового аналізу даних, що дозволяє проводити наукові дослідження, аналітику, здійснювати моніторинг, розробляти прогнози та приймати обґрунтовані управлінські рішення.

Таким чином, для ефективного використання географічної інформації різних галузях, включаючи лісове господарство, потрібно правильно сформувати та організувати доступ до бази геоданих (БГД).

Лісове господарство тісно пов'язане з використанням НІГД, що забезпечує управління та моніторинг використання лісових ресурсів. База геоданих лісових об'єктів представляє собою централізоване сховище геопросторових даних про лісові території, яке включає відомості щодо структури об'єктів лісового господарства, їхніх меж і площ, складу, біомаси та стану насаджень тощо. Така інформація є критично важливою для прийняття обґрунтованих управлінських рішень – від планування використання лісових угідь до оцінки економічних та екологічних наслідків господарської діяльності, а також проведення моніторингових робіт.

Використання БГД і НІГД забезпечує консолідацію геопросторової інформації про об'єкти лісового господарства, зібрані різними установами та організаціями, стандартизуючи формати даних і протоколи обміну, що сприяє їхній узгодженості, сумісності та надійності, що, в свою чергу, створює уніфікований доступ до відомостей для всіх учасників сфери лісового господарства.

Завдяки цьому НІГД створює ефективну інформаційну основу, яку можуть використовувати лісівники, науковці, державні установи, органи місцевого самоврядування та інші зацікавлені сторони для прийняття обґрунтованих рішень, що спрямовані на стале управління, охорону та збереження лісових ресурсів.

Література

1. Girardello M., Oton G., Piccardo M., Pickering M., Elia A., Ceccherini G., Garcia M., Migliavacca M., Cescatti, A. A dataset on the structural diversity of European forests. *Earth System Science Data Discussions*. 2024. DOI <https://doi.org/10.5194/essd-2024-471>.
2. Koshkalda I., Sadovy I., Siedov A., Linards S., Jolanta L. Use of land management and cadastre data for forestry land management. *Baltic Surveying*. 2024. Vol. 20. No 20. P. 33–41. <https://doi.org/10.22616/j.balticsurveying.2024.20.004>.

UDC 630*165:330.3(477)

BIOECONOMIC POTENTIAL OF THE FORESTRY SECTOR: UKRAINIAN REALITIES AND EU EXPERIENCE

Riasnianska A.M., PhD in Economics, Associate Professor
State Biotechnological University, Ukraine

Kniaz O.V., PhD in Economics, Associate Professor
State Biotechnological University, Ukraine

Gurskiene V., Doctor of Technological Sciences, Associate Professor,
Department of Land Use Planning and Geomatics, Vytautas Magnus University,
Kaunas, Lithuania

In the context of global economic transformations and growing emphasis on sustainable development, the implementation of resource-efficient economic models has become increasingly relevant. One such model is the bioeconomy, which focuses on the efficient use of biological raw materials for the production of energy, materials, and high value-added products. Ukraine's forestry sector holds significant potential in this regard due to its developed resource base and capacity for advanced wood processing. The forest fund exceeds 10 million hectares, and the annual wood increment is sufficient to meet domestic needs and form an export base. However, the sector remains predominantly raw-material-oriented, and waste is weakly integrated into bioeconomic cycles, impeding the development of a circular model. War, climate risks, and energy security challenges further intensify the need for a "green" transition. The development of wood-based clusters, bioenergy, investment attraction, and adaptation of European practices can enhance the economic and environmental outcomes of forest resource utilization.

Moreover, Ukraine's adherence to international environmental commitments, such as the EU Green Deal and the Sustainable Development Goals (SDGs), necessitates the shift toward a low-carbon, resource-efficient economy. Integrating principles of circular economy and climate resilience into forestry management practices is essential for long-term sustainability. The alignment of national forest policy with EU bioeconomy strategies also opens up opportunities for technological partnerships, research collaboration, and integration into pan-European value chains.

Ukraine's forest resources, including timber and by-products of its harvesting and processing, offer considerable potential for developing a bioeconomy—a modern economic model based on the sustainable use of renewable biological raw materials. According to WWF-Ukraine, the main sources of forest biomass include logging residues (32%), fuelwood (31%), and waste from other forest users (23%). Approximately 14% of the potential is represented by secondary resources from the wood-processing industry such as sawdust, chips, bark, and shavings. This resource potential can be effectively employed in three key areas that not only reduce dependence on imported energy but also create added value in the forestry sector:

1. Bioenergy. Currently, wood is mainly used in Ukraine for heating purposes (about 97% of forest biomass is utilized for thermal energy), while its role in electricity generation remains minimal. Promising directions include modernizing existing boiler facilities, introducing cogeneration units (mini-CHPs) based on wood waste, and expanding pellet production and exports to EU countries, where demand for biofuels is steadily rising. Additionally, decentralized renewable energy systems based on biomass can contribute to energy independence in remote and rural areas.

2. Biomaterials. Ukraine possesses the necessary raw materials for producing particleboards (chipboard, MDF), plywood, paper, cardboard, adhesives, and lignin-based polymers. A separate direction is the production of structural materials such as CLT-panels, widely used in wooden residential construction in European countries. To realize this potential, equipment modernization, implementation of environmental certification systems, and support for local producers are essential. Strengthening value chains and creating local hubs for bioproduct innovation will accelerate industrial modernization and promote green jobs.

3. Chemical components. Resins, turpentine, fatty acids, lignin, and tannins contained in forest raw materials can be utilized for the production of biopolymers, biofertilizers, pharmaceuticals, and cosmetics. Although this industry is still underdeveloped in Ukraine, it holds the highest potential for generating high value-added products and diversifying forest products in international markets. Investment in research and development (R&D), technology transfer, and public-private partnerships will be critical to unlocking this segment.

Despite its considerable bioeconomic potential, the development of Ukraine's forestry sector faces several barriers: outdated wood processing equipment, lack of modern infrastructure for biomass logistics and heating, a complex and unstable regulatory environment that limits access to external markets (e.g., the roundwood export ban), insufficient long-term investment, limited bank lending, and high investor risk. Environmental challenges, including wildfires and climate change, also necessitate additional adaptation expenditures. These factors collectively hinder the transition of the sector toward a high value-added bio-oriented model.

The prospects for bioeconomy development in Ukraine's forestry sector are closely tied to the implementation of national strategies and international initiatives that promote sustainable biomass processing, establishment of wood-based clusters, modernization of forest infrastructure, and investment attraction. Key areas of progress include automation, bioenergy, and export of value-added products, particularly pellets. European grant programs and growing demand for "green" materials provide favorable conditions for sectoral growth. With digitalization, regulatory stability, and technological upgrades, the bioeconomy could become a key driver of the forestry sector in post-war recovery. Additionally, aligning forestry education with new bioeconomy competencies, creating incubators for bio-based startups, and fostering international cooperation will enhance the resilience and innovation capacity of the sector.

Table 1 - Comparative characteristics of forest biomass use in Ukraine and leading EU countries [1-2]

Country	Forest Cover (%)	Role of Forest Biomass	Key Characteristics
Ukraine	15.9%	Biomass is mainly used for heating (97%)	Low forest cover, limited processing capacity, active pellet export to Poland
Finland	>75%	~20% of energy from wood; 70% RES (mostly biomass)	Focus on biofuels, biomaterials, and green technologies (doubling production by 2030)
Sweden	~70%	60% RES from biomass; ~70% of heating	Main energy from forest residues, developed district heating, strong forest policy
Austria	48%	83% of bioenergy from wood; 31% total RES	Extensive use of wood biomass for heating, widespread green technologies, expanded protected forest areas

Compared to EU countries, Ukraine significantly lags in forest cover and biomass utilization but has the opportunity to adopt effective practices. Finland (>75%) has advanced wood processing and biofuel production. In Sweden (~70%), biomass is the primary energy source, while in Austria (~48%) it provides most bioenergy through heating networks. These approaches may serve as benchmarks for the development of Ukraine's forestry bioeconomy.

In conclusion, Ukraine's forestry sector possesses strong bioeconomic potential based on the use of renewable resources and wood by-products. Despite its current raw-material orientation, the industry can be transformed into a modern system with advanced processing, bioenergy, and high value-added production. Major barriers include technological obsolescence, limited investment, and regulatory deficiencies. However, strategic reforms, international support, and adaptation of EU experience offer a pathway to an efficient, environmentally oriented bioeconomy.

References

1. General characteristics of forests of Ukraine. State Forest Resources Agency of Ukraine. URL: <https://forest.gov.ua/napryamki-diyalnosti/lisi-ukrayini/zagalna-harakteristika-lisiv-ukrayini>
2. Use of biomass for energy production in Ukraine. WWF. URL: <https://wwf.ua/?12112966/Balance-of-biomass-production-and-use>

UDC 528.9:630.6

APPLICATION OF GIS TECHNOLOGIES IN FOREST PLANNING AND MANAGEMENT

Sadovyy I., PhD in Economics, Associate Professor
State Biotechnological University, Ukraine
Anopriienko T., PhD in Economics, Associate Professor
State Biotechnological University, Ukraine
Kurowska K., PhD habil., Associate Professor
University of Warmia and Mazury in Olsztyn, Poland

Forests are critically important ecosystems that support biodiversity, provide water resources, and mitigate climate change by absorbing carbon. Effective planning and sustainable forest management contribute both to economic development and nature conservation. Particular attention is paid to the application of Geographic Information Systems (GIS) and Remote Sensing (RS) for spatial analysis, forest monitoring, and decision support. These technologies assist in forest road design, ecosystem service assessment, identification of suitable areas for forestry, and detection of environmental risks. Despite active research in this field, scholars emphasize the lack of comprehensive studies and highlight the need for further systematic research to enhance forest management efficiency through geoinformatics [1].

In some countries, the lack of scientific planning at early stages has led to negative environmental impacts from forest roads. Forest fires, which rank as the second most significant driver of ecosystem degradation after agriculture and urbanization, cause extensive environmental damage. To prevent and respond effectively, spatial 3D modeling of fire spread based on GIS is applied, taking into account terrain, weather, vegetation type, and other factors. Such models enable visualization of fire propagation, identification of high-risk zones, and planning of optimal firefighting routes. Complementary methods include comprehensive risk assessment based on statistical and mathematical approaches.

As early as the 1990s, researchers proposed developing forest fire risk maps, and current approaches integrate satellite data (RS) and GIS to identify fire-prone zones and hotspots. For example, combining hotspots from MODIS, NOAA, and Landsat satellites with fire risk maps allows for more accurate detection of threat sources. Some researchers use mobile GIS platforms and IoT systems to collect and transmit real-time fire data, enhancing response accuracy and speed. Since a single satellite cannot provide complete monitoring due to weather conditions or revisit limitations, multi-source RS data is used.

Although Mixed Integer Programming (MIP) problems provide accurate results, their application is limited by scale. Therefore, heuristic algorithms, particularly genetic algorithms, simulated annealing, and tabu search, are actively being implemented. When combined with GIS, these approaches allow for the creation of optimal road networks, considering terrain, load, and other

factors. The integration of GIS with LiDAR and decision support systems ensures accuracy, practicality, and comprehensiveness in the analysis, making these approaches more effective than traditional methods [2].

Forest transportation is a key stage in the production of forest products, linking timber harvesting with storage. Modern computer technologies and GIS significantly improve the efficiency and accuracy of this process. GIS is used to plan transportation routes for trucks, optimizing roads based on various constraints, such as speed limits and distance. GIS-based models also allow for real-time monitoring of road conditions, reducing costs and improving transportation efficiency. The use of multi-layered data in GIS enables more accurate estimation of transportation costs and selection of optimal routes, considering biogeographical distribution and ecological conditions. GIS also supports the development of decision-making models, particularly through linear programming and methods like AHP, for optimizing forest product transportation under various conditions.

Traditional timber harvesting often focuses on economic benefits, neglecting ecological aspects, so integrating ecological advantages into the timber harvesting planning process has become an important direction. GIS plays a key role in this process by providing both spatial and non-spatial data for solving tasks such as harvesting order, plot size, and timber flow distribution. Various researchers have used GIS to create decision support systems, combining it with mathematical planning methods and digital analysis for more precise planning. [2].

The spatial distribution of forest resources can vary from clustered to random patterns depending on various factors such as tree species and terrain. GIS and Remote Sensing (RS) are essential tools for forest resource management, as they enable efficient monitoring, planning, and forecasting of changes in ecosystems. The use of technologies such as UAVs, multispectral, and LiDAR imagery allows for highly accurate classification of tree species and assessment of forest resources based on spatial and spectral data. The methodologies used in forestry to optimize management can significantly contribute to sustainable development, considering both economic and ecological aspects.

References

1. Hanson, N., Prajapati, S., Tukpah, J., Mewada, Y., & Padir, T. (2024). Forest Biomass Mapping with Terrestrial Hyperspectral Imaging for Wildfire Risk Monitoring. arXiv preprint arXiv:2411.16107
2. Kweon, Y., et al. (2024). Application of geoinformatics in forest planning and management. *Forests*, 15(3), 439. <https://www.mdpi.com/1999-4907/15/3/439>

УДК 528.9

КОМПЛЕКСНИЙ ПІДХІД ДО РАНЬОГО ВИЯВЛЕННЯ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ НА ОСНОВІ ІНТЕГРАЦІЇ БАГАТОРІВНЕВИХ СУПУТНИКОВИХ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ

Шелкова І.С.

Дорожко Є.В., канд. техн. наук, доц.

Перехода А.А.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

Сучасні виклики у сфері протипожежного моніторингу лісових екосистем вимагають принципово нових підходів до організації систем раннього виявлення загорянь. Традиційні методи спостереження за лісовими масивами часто виявляються недостатньо оперативними для забезпечення ефективного реагування на надзвичайні ситуації, особливо в умовах підвищеної пожежної небезпеки лісів.

Геоінформаційні системи (ГІС) є важливими інструментами для аналізу просторових даних, що дають змогу здійснювати комплексний моніторинг та прогнозування різних процесів, включаючи надзвичайні ситуації. У контексті прогнозування лісових пожеж ГІС стає незамінним інструментом, адже дозволяє вирішувати комплекс завдань:

- оцінку та прогнозування пожежної небезпеки в лісових масивах;
- моніторинг процесів виникнення та розвитку лісових пожеж;
- аналіз процесів виявлення та гасіння лісових пожеж.

Основу ГІС-моніторингу складають дані з різноманітних джерел: супутникові знімки, безпілотні літальні апарати, наземні датчики та метеорологічні станції. Інтеграція цієї інформації в єдину систему забезпечує комплексне бачення ситуації та дозволяє прогнозувати розвиток пожеж з високою точністю. Обробка даних відбувається автоматично, що значно скорочує час реакції на загрозу. Запропонована концепція базується на принципі багаторівневої інтеграції спеціалізованих платформ, кожна з яких виконує специфічні функції в загальній структурі системи. Перший рівень представлений локалізованими системами оперативного виявлення осередків пожеж у лісових масивах з урахуванням швидкості і напрямку вітру (рис. 1). Другий рівень формують глобальні аналітичні платформи з розширеними можливостями класифікації та обробки даних (рис. 2). Для прогнозування поведінки лісових пожеж глобальні платформи використовують спеціальні алгоритми та моделі, які враховують особливості лісової місцевості, тип лісової рослинності, вологість повітря, температуру та опади. Система аналізує комплекс метеорологічних умов в межах лісових масивів, що дозволяє передбачити шлях поширення вогню та його інтенсивність у лісовому середовищі.



Рисунок 1 – Платформа SaveEcoBot [1]

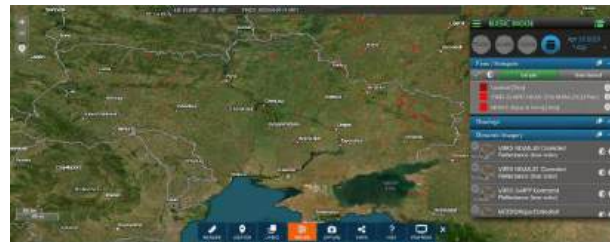


Рисунок 1.2 – Супутниковий сервіс FIRMS [2]

Третій рівень включає тривимірне моделювання рельєфу лісової місцевості, що дає можливість прогнозувати поведінку пожежі з урахуванням висотних змін та лісових схилів (рис. 3). Відомо, що вогонь швидше поширюється вгору лісовим схилом, ніж на рівній поверхні або вниз.



Рисунок 1.3 – Інтерактивна топографічна карта України [3]

Для ефективного прогнозування пожеж та їх наслідків у режимі реального часу необхідні оперативні та точні дані. Ключовим елементом такої інтегрованої системи є супутникові дані, отримані під час прольоту над Землею. Супутники виконують «миттєвий знімок» подій, що відіграє вирішальну роль у системах моніторингу пожеж. Кожне виявлення гарячої точки/активної пожежі представляє собою центр пікселя, позначеного як такий, що містить одну або кілька пожеж чи інших теплових аномалій. При цьому важливо враховувати просторову роздільну здатність різних сенсорів: для MODIS піксель становить приблизно 1 км (рис. 4 (а)), а для VIIRS – приблизно 375 м (рис. 4 (б)), що безпосередньо впливає на точність локалізації осередків займання. Необхідно зазначити, що «місцеположення», яке визначається супутниковими системами, є центральною точкою пікселя, а не обов'язково точними координатами фактичної пожежі. Фактичний розмір пікселя змінюється залежно від

параметрів сканування та відстеження, що має важливе значення для точності прогнозування.

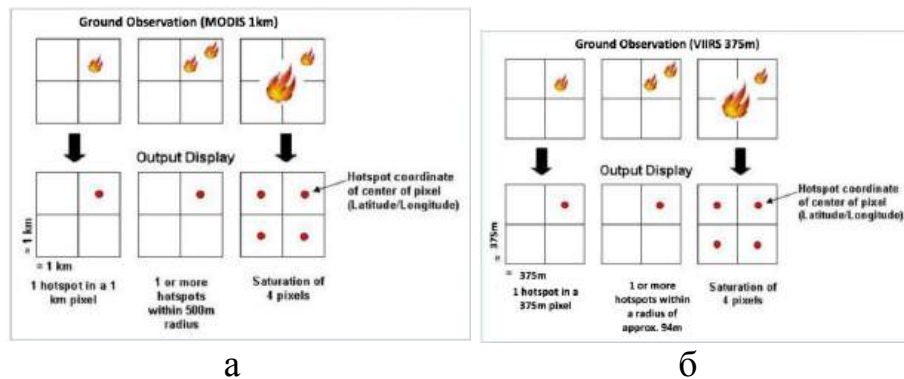


Рисунок 4 – Візуалізація розпізнавання гарячих точок за допомогою супутникових даних MODIS та VIIRS [2]

Висновки. Використання геоінформаційних систем у сфері протипожежного моніторингу лісових екосистем відкриває нові можливості для оперативного виявлення, аналізу та прогнозування лісових пожеж. Інтеграція даних з різномірних джерел, включаючи супутникові знімки, метеоінформацію та тривимірні моделі рельєфу, дозволяє створювати багаторівневі аналітичні платформи, які значно підвищують ефективність реагування на надзвичайні ситуації. Такий підхід забезпечує не лише вчасне виявлення загроз, а й глибоке розуміння їхнього розвитку, що є ключовим чинником у мінімізації наслідків лісових пожеж та захисті екологічної безпеки.

Література

1. SaveEcoBot: веб-сайт. URL: <https://www.saveecobot.com/> (дата звернення 15.05.2025).
2. Супутниковий сервіс FIRMS від NASA: веб-сайт. URL: <https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/> (дата звернення 15.05.2025).
3. Топографічна карта України: веб-сайт. URL: <https://uk-ua.topographic-map.com/place-92gn5k/%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D0%B0/> (дата звернення 15.05.2025).

УДК 342(330.5)

УПРАВЛІННЯ САМОЗАЛІСНЕНИМИ ЗЕМЕЛЬНИМИ ДІЛЯНКАМИ: УПРАВЛІНСЬКІ ТА ПРАВОВІ АСПЕКТИ

Шутяк С.В.,

адвокат, здобувач освітньо-наукової програми доктора філософії за спеціальністю "Публічне управління та адміністрування" Національного лісотехнічного університету України, асистент кафедри цивільного права та процесу Навчально-наукового інституту права, психології та інноваційної освіти, асистент кафедри права Львівського університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З.Гжицького

Запровадження поняття самозалісена земельна ділянка мало збільшити площі лісових територій. Благородна мета, проте, спосіб втілення викликає ряд застережень.

Відповідно до Цивільного кодексу України є чотири форми власності – власність народу України (на всі природні ресурси – земля та ліс у тому числі), державна, комунальна та приватна власність. Всі форми власності є рівними за законом. Тому виникає закономірне запитання, чому віднесення земельної ділянки приватної власності до самозалісеної ділянки здійснюється її власником, а щодо земельних ділянок державної та комунальної власності - органом, який здійснює розпорядження нею або за погодженням із землекористувачем, заставодержателем за поданням відповідного територіального органу центрального органу виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері лісового господарства. Чому у приватну власність уповноважений орган не втручається, а в комунальну власність втручається? Виникає закономірне питання, якщо на приватній землі сільськогосподарського призначення виросте ліс, вона автоматично стане лісовою? Обмеження у її розпорядженні стануть такими як і у громад, лише по процедурі особливо цінних земель? А догляд за лісом хто буде здійснювати? А продавати вирощену лісову деревину?

Розвиток довкільного права ще раз підкреслює його складність та комплексність, взаємозалежність з іншими галузями та інститутами права. Запровадження такого інституту як самозалісені земельні ділянки не повинно було породжувати масових позовів прокуратури щодо бездіяльності громад із переведення земель запасу – тобто без визначеного цільового призначення до самозалісених територій. Адже самозалісені ділянки стають частиною державного лісового фонду із накладенням на ці ділянки відповідних обмежень. Хоча ДП Ліси України не є розпорядниками землі, а лише управителями лісовим фондом. Проте запропонований алгоритм передбачає, що орган місцевого самоврядування зможе розпоряджатися такою територією лише у спеціальному порядку встановленому для особливо цінних земель, з погодженням Кабінету Міністрів України, що суттєво звужує можливості громади у реалізації статті 142 Конституції України, яка визначає, що економічною основою

розвитку територіальних громад є, зокрема, природні ресурси у їхніх межах, тобто землі усіх категорій.

Запровадження нового правового регулювання певних правовідносин не має автоматично породжувати великої кількості судових спорів прокуратури про бездіяльність громад. Тобто, механізм реалізації закону мав би передбачити виконання запроваджених нових норм не через судові позови про бездіяльність. І це є ознакою недосконалості закону та доказом необхідності доопрацювання механізму реалізації.

Закладене розмежування між формами приватної та комунальної власності, ігнорування права власності народу України у контексті правового регулювання самозаліснених земель стало передумовою норм закону про захист добросовісного набувача (проект 12089). Адже, закладені переваги приватного права власності над іншими, правом народу України, державною та комунальною. І практика реалізації цього закону показує, що прокуратура позбавлена можливості повертати незаконно набуту власність, зокрема, і в межах лісових масивів.

Податкове законодавство визначає розмір плати за лісові землі на рівні 0,1 відсотку від нормативної грошової оцінки земель, що є найнижчою ставкою податку на землі порівняно з іншими земельними ділянками. Таким чином громади втрачають можливості наповнення бюджету через виведення із господарського обороту землі визнані самозалісненими.

Порівняння обов'язків органів місцевого самоврядування, визначених статтями 118, 123 та 57-1 Земельного кодексу України свідчить про те, що рада може вирішувати надання статусу певним територіям як самозалісненими на власний розсуд у межах закону, приймаючи рішення про відмову у віднесенні земель до самозаліснених. Це підтверджується і нормами Закону України «Про місцеве самоврядування в Україні» який визначає виключною компетенцією сільської ради – вирішення питань розпорядження земельними ділянками.

Недосконалим є процедура внесення інформації про самозаліснену ділянку. Наприклад, відповідно до Закону України «Про землеустрій» землеустрій - сукупність соціально-економічних та екологічних заходів, спрямованих на регулювання земельних відносин та раціональну організацію території адміністративно-територіальних одиниць, суб'єктів господарювання, що здійснюються під впливом суспільно-виробничих відносин і розвитку продуктивних сил. Порядок ведення Державного земельного кадастру визначає два терміни: земельні ділянки вкриті лісовою рослинністю та земельні ділянки, не вкриті лісовою рослинністю. Причому вказується, що статус цих територій може бути у динаміці. Ділянка на якій пройшла рубка не буде мати на ній лісу певний час, але вона ж не перестає вважатися лісовою? Чому ділянка, яка заросла лісовою рослинністю, яка може бути з такої видалена – автоматично стає лісовою?

З огляду на вище наведене вбачається доцільним запропонувати зміни до Лісового кодексу для покращення правового регулювання самозаліснених земель.

Зокрема, вбачається за доцільне ввести термін нормативи лісистості областей і залежно від рівня їх досягнення визначати кількість територій, які доцільно відносити під заліснення, чи визнавати самозалісеними – тобто до земель лісового фонду. Тоді громади зможуть оцінювати ризики набуття землями статусу самозаліснення та вживати заходів для належного управління землями.

Покращення правового регулювання вимагає процедура контролю за належним доглядом за земельними ділянками. Якщо вважати всі землі потенційно придатними для сільського господарства, то допуск до їхнього заростання лісом можна трактувати як погіршення їхнього стану. Постійний контроль за належним утриманням територій – попереджав би заростання лісовими рослинами вільних земель. Залишається відкритим питання власності народу України на ліси. А саме, чи дійсно усі самозалісені землі повинні передаватися в управління ДП Ліси України, чи все ж мажуть залишатися в управлінні громади – як комунальні ліси?

Перегляду потребує саме поняття самозалісена ділянка. Адже визначення вказує, що це будь-яка категорія земель (крім земель лісогосподарського призначення, природно-заповідного та іншого природоохоронного призначення) площею понад 0,5 гектара, вкрита частково чи повністю лісовою рослинністю, заліснення якої відбулося природним шляхом. Землі запасу громади не мають категорії до формування проектів землеустрою. Тлумачення потребують поняття «вкрита частково чи повністю лісовою рослинністю», адже лісова рослинність це і малина з ожиною може бути. І лісовими землями є землі без рослинності. Тому доцільно переглянути усі земельні ресурси, а ті які природньо не заростають – вилучати із лісових земель. Термін – заліснення природнім шляхом – теж потребує оцінки та деталізації. Адже заростання саме лісовими рослинами може відбуватися шляхом проведення догляду за ділянками з недопущення проростання не лісових рослин шляхом втручання людини у цей процес – тоді ділянка не вважатиметься самозалісеною. І найважливіше. Ініціатива щодо надання земель статусу самозалісненості не може залежати від ініціативи органу державної влади, який здійснює управління лісовими територіями та має явний інтерес у збільшенні площ такої категорії земель.

Література

1. Шутяк, С. В. (2023). Взаємозалежність принципів верховенства права та належного врядування на прикладі управління об'єктами тваринного світу [2023: XXIII Міжнародна науково-практична конференція "Екологія. Людина. Суспільство"](https://doi.org/10.20535/EHS2710-3315.2023.289131) <https://doi.org/10.20535/EHS2710-3315.2023.289131>
2. Shutyak, S. V., & Zayachuk, V. Y. (2024). Правове регулювання загального та спеціального використання об'єктів рослинного та тваринного світу: фінансові та управлінські аспекти. *Forestry Education and Science: Current Challenges and Development Prospects. International Science-*

Practical Conference, October 23-25, 2024, Lviv, Ukraine.
<https://doi.org/10.36930/conf150.4.7>

3. Березовський, П. П., Шутяк, С. В., Яценко, Г. А., Костюніна, Ю. О., & Березовська, Н. І. (2024). Аналіз стану державного регулювання у сфері охорони навколишнього природного середовища за різними напрямками, здійснених в межах підготовки національної доповіді про стан навколишнього середовища в Україні у 2023 році. Ефективність державного управління, 1(78/79), 39–45. <https://doi.org/10.36930/507806>

4. Donges, L., Stolpe, F., Sperfeld, F. et Kovac, S. (2020): Civic space for participation in climate policies in Colombia, Georgia and Ukraine. Independent Institute for Environmental Issues. Berlin. ISBN 978-3935563-42-0.

UDK 528.85:630*1

USING SATELLITE DATA TO DETECT FOREST DEGRADATION AND COMBAT ILLEGAL LOGGING

Siedov A., Senior lecturer,
Grek M., Cand. Sc. (Technological), Assoc. Prof.,
State Biotechnological University, Ukraine;
Valciukiene J., Dr. Sc. (Technological),
Head of the Department of Land Use Planning and Geomatics,
Vytautas Magnus University, Lithuania

Forest resources play a critical role in maintaining the global climate, regulating water balance, conserving biodiversity, and supporting the livelihoods of humanity as a whole. However, every year the world loses millions of hectares of forest due to deforestation, fires, plant diseases, etc. According to FAO, about 420 million hectares of forests were lost between 2000 and 2020, with a significant portion of these losses being due to illegal or poorly controlled logging [1].

In the conditions of global environmental challenges, especially climate change, it is extremely important to have access to accurate and regular data on the state of forest ecosystems. In this context, remote sensing (RS) technologies and geographic information systems (GIS) open up new opportunities for effective monitoring of the state of forest resources [2].

Today, satellite platforms provide large amounts of regular and freely available data that can be used to monitor changes in forest cover. For example, the Sentinel-2 satellites (European Space Agency) provide images with a spatial resolution of up to 10 m every 5 days, and Landsat 8/9 (NASA/USGS) — with a resolution of 30 m every 16 days [3,4].

These data allow detecting not only complete deforestation, but also gradual degradation of the forest, for example, a decrease in the density of the cover due to selective logging, pests or fires. Vegetation indices, such as NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), NBR (Normalized Burn Ratio) and EVI (Enhanced Vegetation Index), are widely used to quantitatively assess the state of vegetation [5].

The use of GIS technologies for processing and analyzing remote sensing data makes it possible to create dynamic maps of forest cover changes based on archives of satellite services. This approach allows not only to record the fact of forest destruction, but also to analyze and predict the rates and spatial patterns of such changes.

Modern methods include automated image processing using machine learning algorithms, which allow you to identify areas with potential degradation or illegal logging. Cloud-based processing platforms, in particular Google Earth Engine, are becoming increasingly popular, which allows you to analyze large volumes of satellite data in real time.

Despite its great capabilities, satellite monitoring, at the same time, has certain limitations and restrictions. In particular, for monitoring the state of forest resources at the local level, the available possible accuracy of calculating the area of damaged areas can be reduced. It can be increased by performing local aerial photography using unmanned aerial vehicles (UAVs) in combination with ground surveying (marking ground control points, etc.).

Another challenge is the low level of implementation of modern technologies, which is associated with a lack of specialists, technical base and political will. It is also necessary to integrate satellite data with national cadastres, forest registers and management systems, which requires appropriate standardization and interagency cooperation.

Satellite technologies play a key role in detecting forest degradation and combating illegal logging. They provide transparent, regular and reliable monitoring, which allows for informed management decisions, planning response measures and ensuring public control. In the future, it is important to develop integrated monitoring systems, combining satellite data, machine learning and local knowledge to ensure sustainable management of forest resources.

References

1. FAO. Global Forest Resources Assessment. Main report. 2020. URL: <https://openknowledge.fao.org/items/d6f0df61-cb5d-4030-8814-0e466176d9a1> (date of application: 13.05.2025).
2. Siedov A. Monitoring of forest resources condition based on the remote sensing data of the Earth by means of GIS / A. Siedov, N. Stoiko, S. Smyrnova, A. Fedorova, V. Prokopenko // International Conference of Young Professionals «GeoTerrace-2023» 02-05 October 2023, Lviv, Ukraine. URL: <https://eage.in.ua/wp-content/uploads/2023/09/GeoTerrace-2023-073.pdf> (date of application: 15.05.2025).
3. Sentinel-hub. Copernicus Browser: веб-сайт. URL: <https://browser.dataspace.copernicus.eu> (date of application: 13.05.2025).
4. Planet Labs Inc. Planet Imagery Product Specifications: веб-сайт. URL: https://assets.planet.com/docs/Planet_Combined_Imagery_Product_Specs_letter_screen.pdf (date of application: 01.05.2025).
5. Siedov A. Modern capabilities of obtaining remote sensing data as an integral tool for maintaining industry cadastres / O. Dombrovska, D. Hoptsii, O.Kulbaka, A. Siedov, V. Surkova. // International Conference of Young Professionals, GeoTerrace 2022. URL: <https://openreviewhub.org/geoterrace/paper-2022/modern-capabilities-obtaining-remote-sensing-data-integral-tool-maintaining> (date of application: 26.03.2025)

УДК 630*6:502.131.1(477.74)

АНАЛІЗ ЛІСОВОГО ФОНДУ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ В КОНТЕКСТІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

Сопов Д.С., Ph.D. з наук про Землю, доц.
Одеський державний аграрний університет, Україна
Сопова Н.В., старший викладач
Державний біотехнологічний університет, Україна
Смірнова С.М., канд. геол. наук, доц.
Державний біотехнологічний університет, Україна

Лісовий фонд Одеської області є важливим компонентом екологічної системи регіону, хоча його частка у загальному покритті території відносно невелика. В умовах зміни клімату, зростаючого антропогенного навантаження та глобальної потреби в збереженні біорізноманіття, аналіз стану та перспектив розвитку лісового фонду в контексті сталого розвитку є надзвичайно актуальним.

Одеська область належить до зон з недостатнім лісовим покриттям: лісистість території складає близько 5–7 % [1]. Основні лісові масиви зосереджені у північних і центральних районах області. Лісові ресурси представлені переважно штучними насадженнями – акацією, дубом, сосною, ясенем та іншими породами, які створені з метою захисту ґрунтів від ерозії, рекреації та покращення мікрокліматичних умов.

Кліматичні особливості регіону, серед яких виділяються спекотні літні температури, недостатня кількість опадів та регулярні сильні вітри, значно ускладнюють процеси сталого управління лісовими ресурсами. Ці чинники сприяють підвищенню ризику деградації лісів і зниженню їх природного відновлення [2]. Додатковий негативний вплив чинять антропогенні фактори, зокрема активна урбанізація, інтенсивне розорювання земель для сільськогосподарських потреб та неефективне або нераціональне використання природних ресурсів. Такі виклики вимагають комплексного підходу для розробки адаптивних стратегій, спрямованих на збереження екосистемної рівноваги та забезпечення сталого розвитку лісового фонду.

Як відомо, сталий розвиток базується на гармонійному поєднанні екологічних, економічних та соціальних факторів, що забезпечують довготривалу стабільність і добробут суспільства. У цьому контексті ліси Одеської області відіграють надзвичайно важливу роль, виконуючи ключові функції, які сприяють збереженню природного середовища, підтримці економіки регіону та покращенню якості життя місцевого населення (рис. 1).



Рисунок 1 – Роль лісового фонду у сталому розвитку

Серед ключових проблем, які гальмують сталий розвиток лісового фонду Одеської області, можна виділити ряд важливих аспектів. Основні з них представлені на схемі, зображеній на рисунку 2. Ці проблеми потребують детального аналізу та ефективних заходів для їх вирішення, оскільки вони безпосередньо впливають на екологічний стан регіону та стійкість лісових ресурсів.



Рисунок 2 – Основні проблеми, що перешкоджають сталому розвитку лісового фонду Одеської області

Для забезпечення сталого розвитку лісового фонду Одеської області необхідно впровадити комплекс заходів, спрямованих на вирішення існуючих проблем та оптимізацію використання природних ресурсів. Основні напрями таких дій представлені на схемі, зображеній на рисунку 3. Ці заходи включають як екологічні, так і соціально-економічні ініціативи, що сприятимуть збереженню та відновленню лісів, підвищенню їх продуктивності, а також поліпшенню загального екологічного балансу в регіоні.



Рисунок 3 – Заходи для досягнення сталого розвитку лісового фонду Одеської області

Отже зрозуміло, що лісовий фонд Одеської області є важливим елементом екологічної стабільності регіону. У контексті сталого розвитку необхідно зосередити зусилля на збільшенні площі лісових насаджень, покращенні їхнього стану та підвищенні екологічної свідомості населення. Лише завдяки комплексному підходу можна забезпечити гармонійний розвиток регіону, який відповідатиме потребам нинішніх і майбутніх поколінь.

Література

1. Фондові матеріали Головного управління Держгеокадастру у Одеській області, 2025 рік.
2. Клімат та сільське господарство Одещини. *Odesa* : веб-сайт. URL: <https://odesa.name/uk/eternal-4172-klimat-ta-silске-gospodarstvo-odeshhyny>

УДК 631.15:332.33

ОПТИМІЗАЦІЯ ПЛОЩ ЗЕМЕЛЬ ЛІСОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ В УМОВАХ ЕКОЛОГІЧНИХ ВИКЛИКІВ

Юхно А.С., канд. екон. наук, доц.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Еколого-економічне управління земельними ресурсами є комплексною державною системою заходів, що спрямована, зокрема, на оптимізацію площ земель лісогосподарського призначення. Незважаючи на те, що сто років тому В.В. Докучаєв вже пропонував оптимальне співвідношення лук, ріллі, лісу та водних об'єктів, уніфікованої екологічно оптимізованої структури угідь для України досі не розроблено.

Різні дослідники сходяться на думці про необхідність зменшення сільськогосподарської освоєності та розораності земельного фонду за рахунок його оптимізації та переведення частини угідь до складу земель лісогосподарського призначення. Однак, щодо кількісних показників, їхні погляди розходяться.

Наприклад, Н.В. Козлов та Н.В. Палапа [1] рекомендують співвідношення ліс : луки і пасовища : рілля : вода на рівні 30 : 30 : 20 : 20. Ця рекомендація базується на досвіді провідних країн Західної Європи та Північної Америки, де розораність становить, наприклад, в Англії, Франції, Німеччині — 28-32%, у США — 15,8%.

Н.М. Бавровська та А.Г. Мартин [2] пропонують зменшити рівень освоєності та розораності території України шляхом консервації деградованих та малопродуктивних земель. О.О. Созінов [3] рекомендує оцінювати екологічний стан агроландшафту за співвідношенням рілля : природні кормові угіддя (сіножаті та пасовища) : ліси на рівні 1 : 1,6 : 3,6.

Е. Гойке та І. Риборські [4] визначають екологічну стабільність агроландшафтів за допомогою коефіцієнтів: для лісів – 1,0; пасовищ – 0,58; сіножатей – 0,62; ріллі – 0,14.

Проте, на нашу думку, цей коефіцієнт для ріллі (0,14) не може бути застосований при оптимізації земельних угідь України. Він був виведений на основі досліджень розчленованих ландшафтів підзолистих, горнопідзолистих та сильно змитих ґрунтів Словаччини, що є неприйнятним для орних земель України, сформованих на повнопрофільних чорноземах рівнинних плато.

Ю.П. Бялович [5] встановлює оптимальну лісистість для зони Лісостепу України на рівні 18%, а для зони Степу – 9%.

З метою дослідження та визначення оптимального складу земельних угідь в рамках еколого-економічного управління земельними ресурсами, з урахуванням показників аграрного зонування, нами були обрані Сумська та Харківська області. Ці регіони відносяться до потужних сільськогосподарських зон, мають вигідне місце розташування відносно ринків збуту аграрної продукції та значний аграрний потенціал (близько

80% їх земельного фонду займають сільгоспугіддя, а також тут розташовані високорозвинені науково-дослідні установи та навчальні заклади).

За даними Державного агентства лісових ресурсів України, оптимальна лісистість для Сумської області становить 20,00%, для Харківської – 15,00%, а для України в цілому – 20,00%. В Сумській області пропонується збільшити лісистість до 461,2 тис. га.

На території Сумської області налічується 58,2 тис. га деградованих, малопродуктивних та забруднених земель, у Харківській – 57,1 тис. га, а по Україні загалом – 2339,2 тис. га.

Важливими заходами з оптимізації структури угідь має стати вилучення з обробітку еродованих та забруднених земель. Їхнє залуження, заліснення або трансформація в інші угіддя дозволить знизити рівень розораності території до екологічно оптимального, встановити рекомендоване співвідношення угідь та лісистість, а також підвищити родючість ґрунтів.

Визначені межі аграрних зон на території Сумської та Харківської областей, що базуються на природно-кліматичних, економічних та екологічних показниках, включають однорідні земельні масиви. Ці зони характеризуються певним виробничим потенціалом, рівнем еколого-антропогенного навантаження, співвідношенням земельних угідь, типом сільськогосподарського виробництва та зональної спеціалізації, а також рівнем працевіддачі. Це дозволяє органам державного управління визначити потенційні можливості виробничої діяльності аграрних підприємств. Межі аграрних зон формуються з урахуванням напряму економічного використання земель в аграрному секторі.

Аграрне зонування слід розглядати як ключовий механізм еколого-економічного управління земельними ресурсами. При його здійсненні у межах адміністративних областей виділяються зони, що характеризуються такими класифікаційними ознаками, як:

- співвідношення земельних угідь;
- коефіцієнт ерозійної небезпеки;
- рівень змиву ґрунту;
- наявність територій, забруднених промисловими відходами;
- відносна однорідність ґрунтово-кліматичних умов, що впливають на ефективність використання земельних ресурсів та розвиток зональних типів сільськогосподарського виробництва;
- врахування спеціалізації сільськогосподарських підприємств.

Розраховано фактичне та оптимальне співвідношення земельних угідь у межах аграрних зон Сумської та Харківської областей (табл. 1).

Таблиця 1 – Фактичне та оптимальне співвідношення земельних угідь у межах аграрних зон Сумської та Харківської областей*

Аграрні зони	Співвідношення земельних угідь (рілля: природні кормові угіддя : ліси та інші лісовкриті площі)	
	фактичне	оптимальне
1	2	3
Сумська область		
I	1 : 0,64 : 0,89	1 : 0,67 : 0,94
II	1 : 0,34 : 0,13	1 : 0,39 : 0,14
III	1 : 0,32 : 0,40	1 : 0,46 : 0,44
IV	1 : 0,28 : 0,14	1 : 0,29 : 0,15
Харківська область		
I	1 : 0,21 : 0,18	1 : 0,22 : 0,21
II	1 : 0,27 : 0,29	1 : 0,28 : 0,30
III	1 : 0,19 : 0,04	1 : 0,20 : 0,08

* Джерело: розраховано автором на основі даних Держгеокадастру України

Оптимізація земель лісогосподарського призначення призведе до збільшення їх площ на території досліджуваних областей та покращить екологічну складову досліджуваних регіонів.

Література

1. Козлов Н. В. Сучасні причини деградації і агроекологічний стан пахотних земель України / Н. В. Козлов, Н. В. Палапа // Сучасні проблеми охорони земель. Київ : СОПС України НАН України, 1997. Ч. 1. С. 86–88.
2. Бавровська Н. М. Еколого-економічне обґрунтування раціонального землекористування територіальних соціально-природних комплексів регіону : монографія / Н. М. Бавровська, А. Г. Мартин. Київ : МВЦ «Медінформ», 2012. 307 с.
3. Созінов О. О. Сучасні деградаційні процеси, еколого-агрономічний стан та оцінка придатності сільськогосподарських земель для створення екологічно чистих сировинних зон і господарств / М. В. Козлов, А. Г. Сердюк та ін. // Агроекологія і біотехнологія : зб. наук. пр. Київ, 1998. Вип. 2. С. 54–65.
4. Риборські І. Вплив складу угідь на екологічну стабільність території / І. Риборські, Е. Гойке // Землевпорядні роботи в спеціальних умовах. Татранська Ломніца, 1988. (на словацькій мові).
5. Бяллович Ю. П. Нормативи оптимальної лісистості рівнинної частини УРСР // Лісівництво і агролісомеліорація. Київ : Урожай, 1972. Вип. 28. С. 54–65.

УДК 330.342

КОРПОРАТИВНА СОЦІАЛЬНА ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ БІЗНЕСУ ЯК СКЛАДОВА ФУНКЦІОНУВАННЯ ЦИРКУЛЯРНОЇ ЕКОНОМІКИ

Юрків Н.М., канд. екон. наук, доц.
Національний лісотехнічний університет України, Україна

У нинішніх умовах розвитку економіки корпоративна соціальна відповідальність бізнесу стає важливим чинником при формуванні стратегічних цілей та визначенні місії підприємств. Такий підхід позитивно впливає на інвестиційну привабливість компаній, зміцнює їхній імідж та підвищує конкурентоспроможність.

Підприємства, що функціонують у контексті невизначеності, спричиненої пандемією та воєнними подіями, потребують впровадження чіткої соціально відповідальної політики, орієнтованої на подолання поточних викликів. У таких умовах особливо актуальним стає оцінювання корпоративної соціальної відповідальності (КСВ) з використанням методик, здатних забезпечити комплексний аналіз соціальних ініціатив компаній та визначення шляхів для вдосконалення їхньої діяльності.

КСВ нині перетворилася на фундаментальну складову сучасного бізнесу, підтримуючи реалізацію Цілей сталого розвитку (ЦСР), визначених ООН. Вона відображає прагнення компаній враховувати соціальні, екологічні й економічні аспекти своєї діяльності. Поряд із КСВ, набувають поширення і підходи ESG – система оцінки екологічного, соціального та корпоративного управління, яка дозволяє об'єктивно вимірювати вклад компаній у сталий розвиток. Для досягнення ЦСР важливо, щоб бізнес ухвалював рішення, що базуються не лише на фінансовій вигоді, а й на екологічній та соціальній відповідальності.

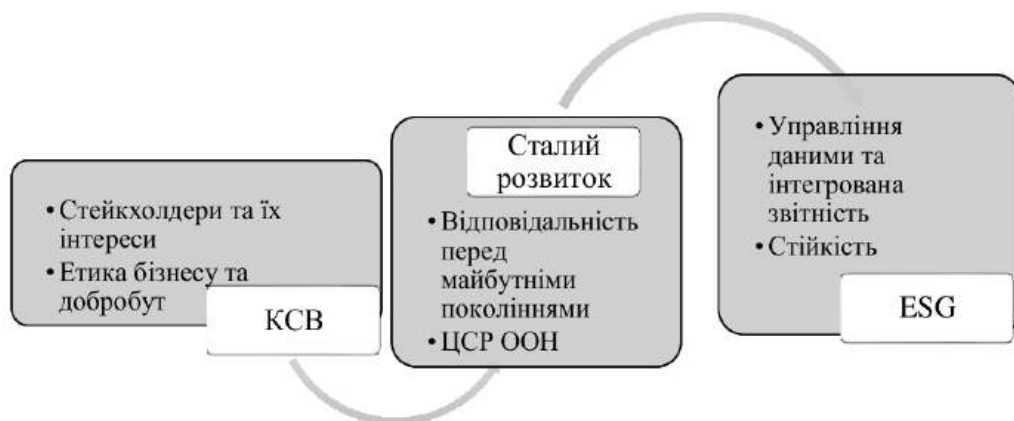


Рис. 1. Еволюція основних нефінансових підходів до забезпечення стійкості бізнесу [1]

КСВ у поєднанні зі сталим розвитком формують ESG (рис. 1). Екологічне, соціальне та корпоративне управління (ESG, англ. Environmental, Social and Governance) належить до основних нефінансових

підходів щодо тлумачення стійкості бізнесу та міри його соціально-екологічного впливу.

Проте реальне впровадження принципів КСВ та ESG супроводжується численними викликами, серед яких – відсутність прозорості у звітності та явище ESG-мімікрії, коли компанії демонструють уявну відповідальність без фактичних змін у своїй діяльності. У зв'язку з цим важливими є ефективні механізми контролю, моніторингу та оцінювання результативності впроваджених ініціатив.

Науковці, Андріяш В. та Верба С. (2023), розглядають КСВ як етичну відповідальність бізнесу за його вплив на суспільство, підкреслюючи тісний зв'язок між етичними аспектами та формуванням позитивного іміджу компаній [2].

Згідно з міжнародними стандартами, КСВ означає відповідальність організації за вплив її рішень і дій на суспільство й довкілля через прозору, етичну поведінку, що сприяє сталому розвитку, дотримується законодавства, враховує очікування зацікавлених сторін та впроваджена в усі аспекти діяльності [3].

Розуміння КСВ залежить від конкретних цілей аналізу, бізнес-контексту, обраної стратегії, очікувань зацікавлених сторін. Цей підхід сприяє зміцненню довіри серед працівників, клієнтів і партнерів, а також інтеграції принципів сталого розвитку у довгострокову діяльність [4].

У дослідженнях Букреевої Д. С. та Денисенко К. В. (2022) підкреслюється вплив КСВ на економічну активність підприємств, а також її значення у контексті євроінтеграції України [5]. Яценко О. М. та Швиданенко О. А. (2022), звертають увагу на необхідність переходу до циркулярної економіки – моделі, що мінімізує використання ресурсів та відходів, підтримуючи повторне використання матеріалів. Поєднання принципів циркулярної економіки з КСВ та ESG може суттєво підвищити екологічну відповідальність бізнесу, що є особливо актуальним в умовах інтеграції України до ЄС [6].

Досі недостатньо дослідженими залишаються методи оцінювання ефективності ESG-практик. Виникає потреба в уніфікованих стандартах, що дозволяють якісно вимірювати екологічний, соціальний та економічний вплив діяльності компаній. Проблеми виникають через недостатню прозорість ESG-звітності – компанії часто публікують неповну або прикрашену інформацію, що може створити хибне уявлення про їхню відповідальність.

Під час війни в Україні соціальна відповідальність проявилася в активному залученні як вітчизняних, так і міжнародних компаній, організацій та спільнот до підтримки держави та її громадян. Це стало яскравим прикладом важливості КСВ у кризовий період.

Сьогодні соціальна відповідальність поступово перетворюється на суспільний інститут, що формує правила ведення бізнесу, змушуючи компанії впроваджувати сталі підходи у своїй діяльності. Перехід до циркулярної економіки вимагає від бізнесу реальних трансформацій, а не лише маркетингових жестів, що маскують відсутність глибоких змін.

Ключовим елементом довіри до бізнесу є прозорість ESG-звітів. Проте відсутність єдиних стандартів ускладнює оцінювання таких звітів.

Також війна в Україні оголила вразливість глобальних ланцюгів постачання та підкреслила важливість прозорої ESG-звітності. Щоб уникнути поверхневої імітації відповідальності, компаніям необхідно комплексно інтегрувати КСВ у свою діяльність.

Сьогодні потрібно розробити чітку нормативну базу для ESG-практик, що включала б стандарти, інструменти контролю та навчальні програми для бізнесу. Партнерство між державою, бізнесом і громадянським суспільством може сприяти формуванню зрілої корпоративної культури.

Існуючі підходи до оцінювання ESG включають міжнародні стандарти: GRI – для соціальних та екологічних показників; SASB – для інвесторів; TCFD – для кліматичних ризиків. Також використовуються рейтинги, як-от MSCI ESG Ratings та S&P Global ESG Scores, що дозволяють оцінювати ступінь стійкості компаній до ESG-викликів.

Попри цінність цих інструментів, надалі слід вдосконалювати методи оцінювання, через впровадження цифрових технологій та механізмів верифікації даних. Це дозволить глибше інтегрувати принципи сталого розвитку в практики сучасного бізнесу та забезпечити довіру до звітності.

Література

1. Маслак О.І., Гришко Н.Є. Циркулярна економіка в Україні: екологічне, соціальне та корпоративне управління (ESG) як інструмент стійкості соціально-відповідального бізнесу в умовах подолання пандемії COVID-19. (2022). № 3. DOI: 10.20998/2519-4461.2022.3.3
2. Андріяш В., Вербя С. Теоретичні підходи до змісту та сутності поняття «корпоративна соціальна відповідальність». Наукові праці МАУП. 2023. № 2(68). С. 7–11. DOI: [https://doi.org/10.32689/2523-4625-2023-2\(68\)-1](https://doi.org/10.32689/2523-4625-2023-2(68)-1)
3. Міжнародний стандарт ISO 26000: Настанова по соціальній відповідальності. URL: <https://aop.nmu.org.ua/ua/metodicki/specialist/opg/lzi/zakon/%.pdf>.
4. Reicher Z.R. Opportunities for small and medium sized enterprises in the field of corporate social responsibility. Ekonomicko-manazerske Spektrum. 2019. № 13. p. 26-37.
5. Букреєва Д. С., Денисенко К. В. Соціальна відповідальність бізнесу як основа забезпечення ділової активності підприємств: євроінтеграційний аспект. Економіка та суспільство. 2022. № 38. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-38-52>
6. Яценко О. М., Швиданенко О. А., Швиданенко Г. О. Циркулярна економіка як основа забезпечення сталого розвитку країни в контексті євроінтеграції. Економіка і регіон. 2022. № 4(87). С. 150–167. DOI: [https://doi.org/10.26906/EiR.2022.4\(87\)](https://doi.org/10.26906/EiR.2022.4(87))

УДК [37.091.3:005.94]:504

**СИСТЕМНЕ МИСЛЕННЯ ТА КОГНІТИВНІ ІНСТРУМЕНТИ
ДЛЯ СИНТЕЗУ ЗНАНЬ У МАГІСТЕРСЬКІЙ ПІДГОТОВЦІ
ЗІ СТАЛОГО ЛІСОВОГО ГОСПОДАРСТВА:
ІНТЕГРАЦІЯ ОСВІТНІХ ПРАКТИК ЄС ТА УКРАЇНИ**

Загвойська Л.Д., канд. екон. наук, проф.,
Національний лісотехнічний університет України, Україна

Європейський зелений курс (European Commission, 2019), як комплекс політик та ініціатив, спрямованих на досягнення кліматичної нейтральності і розбудову “зеленої” економіки, потребує системних відповідей на соціальні і довкільні імперативи. А це вимагає глибокої і послідовної трансформації діяльності галузей, які безпосередньо впливають на зміни клімату, насамперед – лісового господарства, потенціал якого уможливорює як ефективні заходи для запобігання екодеструктивним рішенням, так і заходи, які спричинять посилення екодеструкцій впродовж тривалого часу.

У цьому соціально-екологічному контексті перед сучасною наукою і практикою постають так звані “злісні проблеми”, які описуються як динамічний нексус завдань міждисциплінарного характеру (Загвойська, 2023), які зачіпають (конфліктуючі) інтереси різних стейкхолдерів і не мають єдиного правильного рішення. Зміни клімату є яскравим прикладом таких проблем: екзистенційних за своєю природою, невідкладних і невідомих із попереднього досвіду.

Сучасна, постнекласична наука описує такі системи як системи з великою кількістю взаємопов’язаних елементів із нелінійною взаємодією, позитивними і негативними зворотними зв’язками, які здатні до адаптації та самоорганізації, чутливі до початкових умов і траєкторії розвитку, мають власні атрактори і декілька точок рівноваги. Розуміння природи цих систем є підґрунтям робастних управлінських рішень у лісовому господарстві.

Для отримання міждисциплінарних знань про досліджувані системи використовують такі інструменти як онлайн платформи для співпраці стейкхолдерів, інструменти досліджень із застосуванням штучного інтелекту, імітаційні моделі та ін. Сучасним і ефективним інструментом синтезу знань є онлайн платформа стейкхолдерів мережі *Eclipse*, яка об’єднує політиків, науковців, місцеве населення, які володіють академічними і традиційними знаннями з проблематики послуг лісових екосистем і біорізноманіття.

Ця мережа проводить дослідження на замовлення Європейської Комісії, урядів країн ЄС та інших суспільних агентів. Вона має свої правила, алгоритми і критерії, які забезпечують достовірність отриманих результатів. У запитах механізму *Eclipse* використовують широкий спектр когнітивних методів, зокрема: системний огляд, огляд із розширеним

охопленням проблеми, багатоетапні консультації з експертами з використанням процесу Дельфі, спільний пошук фактів, фокус-групи і структуроване прийняття рішень та інші. Детальний аналіз цих методів, їхніх можливостей і обмежень, а також приклади і рекомендації щодо їх застосування даються у звіті на сайті *Eclipse*.

Співпраця може відбуватися в різних формах: це співпраця університетів, дослідницьких структур чи лісогосподарських підприємств для застосування теоретичних знань. Інтегрування освітніх практик ЄС та України має свої синергії і виклики. Зокрема, тут виникає плідна можливість поєднання різноманітних сильних сторін, зокрема усталених рамок ЄС щодо сталого розвитку, та міждисциплінарних досліджень – із унікальними екологічними умовами України, традиційними знаннями та сучасними викликами (наприклад, відновлення (лісових) ландшафтів після завершення війни). Водночас виникає потреба у врахуванні відмінностей у педагогічних підходах, структурах навчальних програм, доступності ресурсів, а також необхідність взаємного визнання кваліфікацій.

Пропозиції щодо інтегрування освітніх просторів можуть бути такими: інтегрування навчальних дисциплін, які включають проблематику системного мислення; прикладів, релевантних для ЄС та України; спільні освітні та наукові проекти, розбудова навичок і вмінь ведення лісового господарства на засадах сталого розвитку. Ці пропозиції можуть стати підґрунтям для подальших наукових досліджень, спільного розроблення навчальних дисциплін і матеріалів або для розвитку політичних дискурсів.

Література

European Commission. The European Green Deal (2019). Vol. Communicat. Brussels, Belgium.

Eclipse. Available from: <https://eklipse.eu/>

Загвойська, Л. Д. (2023). Подолання нексусу системних криз: відповідь екологічної економіки. *Науковий вісник НЛТУ України*, 33(1), 52-59. DOI: <https://doi.org/10.36930/40330108>

Наукове видання

**«FORESTRY CONTRIBUTION TO THE EUROPEAN GREEN DEAL:
BRIDGES BETWEEN EU AND UKRAINIAN
EDUCATIONAL PRACTICES»**

**BOOK OF ABSTRACTS
OF THE INTERNATIONAL CONFERENCE**

June 5-6, 2025

Published in author's edition

Видано в авторській редакції

Відповідальні за випуск: Ю.В. Карпець, В.В. Назаренко, С.А. Шевченко

Комп'ютерна верстка: Ю.В. Карпець

Підп. до друку 07.07.2025 р. Один електронний оптичний диск (CD-ROM);
супровідна документація. Об'єм даних 16,6 Мб .

Видавець і виготівник:
Державний біотехнологічний університет
вул. Алчевських, 44, м. Харків, 61002.