



А. П. Іванюк¹, О. І. Голубчак², О. Р. Гнатюк²

¹ Національний лісотехнічний університет України, м. Львів, Україна

² Український НДІ гірського лісівництва ім. П. С. Пастернака, м. Івано-Франківськ, Україна

ВПЛИВ ГОСПОДАРСЬКИХ ЗАХОДІВ НА СТАН ЯЛИНОВИХ ЗАХИСНИХ ЛІСІВ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ

Проаналізовано вплив господарських заходів на стан прилеглих лісових насаджень у смерекових лісах верхнього поясу Українських Карпат. Встановлено, що відкриті стіни лісу, які утворюються після рубок, призводять до зменшення кількості дерев у прилеглих насадженнях, зокрема найменшу кількість дерев виявлено на відстані 0-20 м від краю лісу. У смугах 20-40 м кількість дерев дещо збільшується, але все ще залишається меншою, ніж у смугах 40-60 м. Встановлено втрату 5 % запасу деревини у смугах до 20 м від зрубів і доріг. Виявлено, що в досліджуваних насадженнях переважає ялина зі щіткоподібним типом гілкування, тоді як гребеневий тип трапляється рідше (до 10 %), а пластинчастий – у 25 % дерев. Розподіл дерев за ступенем пошкодження крони такий: 46,6 % мають незначне пошкодження (до 10 %), 38,7 % – середнє пошкодження (30-35 %), 10,9 % – сильне пошкодження (50-55 %) і 3,8 % – дуже сильне пошкодження (понад 60 %). Переважання дерев із щіткоподібним типом гілкування та їхня менша пошкодженість є важливими чинниками під час оцінювання впливу рубок і доріг на стан насаджень. Виявлено, що 14,7 % дерев у відкритих частинах насаджень перебувають у критичному стані й можуть невдовзі перейти до категорії вітровальних та сухостійних. Загальна кількість підросту лісотвірних видів у прилеглих до зрубів насадженнях змінюється від 0,83 до 22,73 тис. шт./га, причому домінують клен-явір і ялина європейська. Із збільшенням висоти над рівнем моря, інтенсивність лісовідновних процесів знижується, проте на схилах південної експозиції кількість підросту є найбільшою незалежно від висоти. Основна кількість підросту зосереджена на відстані 0-20 м від краю лісу, де умови освітленості покращились, що призвело до збільшення кількості підросту в 2-10 разів порівняно зі смугами 20-40 та 40-60 м. Отже, вжиття лісогосподарських заходів і поліпшення умов освітленості сприяють активізації лісовідновних процесів. Отримані результати можуть бути використані під час планування лісокористування в гірських захисних лісах, що дасть змогу посилити їх захисні функції та біологічну стійкість.

Ключові слова: ялина європейська; захисні функції лісу; пошкодження крон; зруби; лісовідновлення.

Вступ / Introduction

Ліси Українських Карпат потребують особливого ставлення, оскільки вони є екологічним домінантом гірських ландшафтів і водночас мають задовольняти лісосировинні потреби лісопереробних підприємств, будівельних організацій та інших споживачів деревини, а також населення, як джерело отримання деревини та іншої лісової продукції [16, 34].

Проблема впливу лісогосподарських заходів у комплексі з абіотичними чинниками на стан захисних лісів Карпат залишається актуальною та важливою темою для дослідження, адже впродовж останніх років в Українських Карпатах відбувається інтенсивне всихання ялинових лісів [36] та прояв вітровалів [13]. Ці явища завдають значних економічних збитків, а погіршення стану ялиників призводить до послаблення виконуваних ними захисних функцій та знижує рівень надання екосистемних послуг лісами [27]. У лісах з прямою за-

хисною функцією неприпустимі деревостани, що розпадаються і не відновлюються достатньо швидко для забезпечення захисту. Без раціональних лісогосподарських заходів неможливо забезпечити їх постійний захисний ефект, адже природний розвиток лісостанів проходить через фази, в яких захисна дія тимчасово слабшає або зникає [7].

Незважаючи на значний прогрес досліджень у цьому напрямі [1, 17, 24], залишаються невирішеними питання щодо раціональних методів лісогосподарування, які забезпечували б стійкість та збереження захисних особливостей гірськими лісами за умов антропогенного впливу.

Об'єкт дослідження – ялинові гірські захисні ліси філії "Верховинське лісове господарство".

Предмет дослідження – методи і засоби встановлення стану ялинових лісостанів, прилеглих до місць проведення лісогосподарських заходів, що дасть змогу

Інформація про авторів:

Іванюк Андрій Петрович, канд. с.-г. наук, доцент, кафедра лісових культур і лісової селекції.

Email: a.ivanuk@nltu.edu.ua; <https://orcid.org/0000-0002-1489-4733>

Голубчак Олексій Іванович, канд. с.-г. наук, пров. наук. співробітник, лабораторії лісознавства і лісівництва.

Email: o.holubchak@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-7817-1940>

Гнатюк Олег Романович, PhD, мол. наук. співробітник, лабораторії лісознавства і лісівництва.

Email: o.r.hnatiuk@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0002-2454-2237>

Цитування за ДСТУ: Іванюк А. П., Голубчак О. І., Гнатюк О. Р. Вплив господарських заходів на стан ялинових захисних лісів Українських Карпат. Науковий вісник НЛТУ України. 2024, т. 34, № 6. С. 41–48.

Citation APA: Ivanyuk, A. P., Holubchak, O. I., & Hnatiuk, O. P. (2024). The influence of economic measures on the condition of spruce protective forests of the Ukrainian Carpathians. *Scientific Bulletin of UNFU*, 34(6), 41–48. <https://doi.org/10.36930/40340606>

визначити їх продуктивність і лісовідновлення в Українських Карпатах.

Мета роботи – дослідити та кількісно оцінити вплив господарських заходів на стан ялинових гірських захисних лісів, що дасть змогу розробити заходи для посилення їх захисних функцій та біологічної стійкості.

Для досягнення зазначеної мети визначено такі основні завдання дослідження:

1. Проаналізувати зміну лісівничо-таксаційних показників ялинових деревостанів внаслідок проведення лісгосподарських заходів, що дасть змогу кількісно оцінити втрати деревини в прилеглих насадженнях.
2. Оцінити стан деревостанів і встановити ступінь пошкодження крон дерев ялини звичайної у відкритих стінах лісу, прилеглих до місць проведення рубок, що дасть змогу планувати проведення необхідних подальших лісгосподарських заходів.
3. З'ясувати вплив лісгосподарських заходів на лісовідновні процеси під наметом ялинових деревостанів, що забезпечить раціональне та якісне відновлення захисних лісів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Близько третини (понад 267 тис. га) лісового фонду Карпатського регіону припадає на захисні ліси, найбільша частина яких зосереджена у Закарпатській та Івано-Франківській областях та представлені ялиновими (понад 60 %) та буковими (33 %) насадженнями [3]. Господарська діяльність на гірських територіях призводить не тільки до зміни структури використання земельних ресурсів, а й до перетворення ландшафтів через зміну їх рослинного покриву [4, 14]. За останні десятиліття в Українських Карпатах зменшилась площа букових (у 2,5 раза) та ялицевих лісів (в 1,4 раза), натомість зросла площа штучно сформованих ялиників в 1,8 раза. Заміна первинних чистих і мішаних букових і ялицевих лісів і формування великих площ вторинних ялиників стала причиною розвитку депресивних процесів – масового висихання ялини та інтенсифікації прояву вітровалів [12, 38]. Окрім цього, сьогодні спостерігаємо значні деградаційні зміни ялинових насаджень Карпат: відбулися модифікації просторової і вікової структури, знизився їхній ресурсний потенціал і захисні функції [24].

Аналіз доступних наукових публікацій підтвердив різновекторність та багатогранність методів, методик та підходів до дослідження ялинових деревостанів. Було розроблено моделі таксаційної будови та прогнозу росту ялинових деревостанів, біологічної продуктивності ялинових насаджень, а також проаналізовано вплив кліматичних показників і орографічних чинників на ріст і продуктивність ялинових деревостанів [21]. У монографії Г. Г. Гриника та О. М. Гриник [9] представлено сучасну характеристику ялинових деревостанів, де автори пропонують доповнити наявний підхід висотної поясності класифікацією ялиників за експозиційно-орографічними групами в межах найпоширеніших типів лісорослинних умов. В. О. Крамарець [15] дослідив причини погіршення санітарного стану ялинових лісів і описав кумулятивний ефект біотичних чинників на їхній стан. А. М. Зейналян [39] удосконалив рекомендації щодо лісівничих заходів у висихаючих ялиниках, спрямованих на зменшення пошкоджень дерев під час проведення цих заходів.

Дослідження антропогенного навантаження в лісових екосистемах здебільшого зосереджуються на загальному екологічному стані лісостанів [32], виникнен-

ні ерозійних процесів [23, 37], а також на інших важливих функціях лісу [2, 6]. Вплив лісгосподарських заходів на стан та виконання своїх функцій ялиновими гірськими захисними лісами залишається недостатньо дослідженим.

Матеріали та методи дослідження. Дослідження впливу лісгосподарських заходів на стан і структуру гірських захисних лісів смерекового пасма Українських Карпат здійснено закладанням 14 тимчасових пробних площ за загальноприйнятими лісівничо-таксаційними методиками [8].

Визначення лісівничо-таксаційних показників деревостанів і облік природного поновлення проводили окремо в смугах 0-20 м, 20-40 м, 40-60 м від зрубів, внаслідок проведення суцільних рубок і в смугах 0-20 та 20-40 м від зрубів, внаслідок прокладання доріг.

Стан крон ялини звичайної оцінювали окомірною за допомогою польового бінокля у смугах завширшки до 4 м відкритої стіни лісу за методикою Е. Muller та ін. [22], яка передбачає порівняння крон ростучих дерев з відповідною шкалою пошкоджень. Успішність природного поновлення встановлювали за чинною інструкцією [11].

Результати дослідження та їх обговорення / Research results and their discussion

Дослідження впливу господарських заходів на стан та виконання своїх функцій гірськими захисними лісами проводили у протилежних лісах філії "Верховинське ЛГ". Лісотипологічний аналіз насаджень району досліджень засвідчує, що лісові насадження представлені, переважно, буково-ялицевими сусмеречинами і смережинами (92 %) та участю чистих сусмеречин (3 %) у верхньому хвойному пасмі лісу. Незначну частину насаджень становлять ялиново-ялицеві субучини з домішкою ялиново-ялицевих бучин (4 %). Зрідка трапляються невеликі ділянки та фрагменти вологої вільшини (вільхи сірої – 1 %). З огляду на це, наші дослідження були зосереджені в буково-ялицевих сусмеречинах та смережинах, серед яких домінують вологі типи лісу – *C₃-бкяцСм* і *D₃-бкяцСм*.

Дослідження проводили на тимчасових пробних площах, закладених у середньовікових і досягаючих насаджених з перевагою у складі ялини європейської на висоті 900-1250 м н.р.м. (таблиця).

Аналіз експериментальних даних свідчить про те, що для насаджень у умовах *C₃-бкяцСм* і *D₃-бкяцСм* характерна висока продуктивність (I^a – I^c класи бонітетів). Хоча спостерігається значна диференціація запасів середньовікових деревостанів від 386 до 773 м³/га (різниця у 2 рази), а середній приріст запасу змінюється в межах від 7,28 до 15,1 м³/га, наявної різниці в запасах деревостанів вологої буково-ялицевої сусмеречини та вологої буково-ялицевої смеречини не виявлено. Очевидно, що лісорослинний потенціал цих типів лісу є дуже близький і розподіл їх за відповідним едастопом потребує детальнішого вивчення (рис. 1).

Порівняльне оцінювання насаджень на пробних площах свідчить, що зі збільшенням висоти над рівнем моря зменшуються таксаційні показники дерев і відповідно запасів деревостанів. Так, до висоти 1000 м н.р.м. помітна чітка тенденція до зростання запасу з віком, а на більших висотах цей процес дещо сповільнюється.

Зі збільшенням висоти над рівнем моря відбуваються певні зміни у складі деревостанів. Аналіз експери-

ментальних даних свідчить про те, що в умовах C_3 - $бкяцСм$ і D_3 - $бкяцСм$ формуються змішані деревостани, з часткою ялини звичайної 8-10 одиниць та з домішкою ялиці білої, бука лісового і клена-явора. Деревостани, зазвичай, двоярусні – ялина і ялиця в першому ярусі, бук і явір у другому. Найпоширеніший склад деревостанів – 10Ял+Яц, Бк, Яв (шість з чотирнадцяти пробних

ділянок). Збільшення висоти н.р.м. спричиняє зменшення частки листяних порід та появи у складі насаджень в'яза гірського (ПП – 7, 11). Середня кількість дерев на ділянках змінюється в межах: 1820 шт./га у молодняках, 1140 шт./га у середньовікових, 870 шт./га у пристигаючих насадженнях. Загалом з віком кількість дерев помітно зменшується.

Таблиця. Лісівничо-таксаційні показники деревостанів на тимчасових пробних площах філії "Верховинське ЛГ" / Characteristics of plantings in temporary trial plots of Verkhovyna Forestry Branch

№ ПП	Місцезнаходження	Висота н.р.м., експозиція та крутість схилу	Індекс типу лісу	Вік, років	Нср., м	Дср., см
№1	Зеленське л-тво, кв.22, в.53	980, Пн, 25	C_3 - $бкяцСм$	53	25,3	30,8
№2	Шибенське л-тво, кв.16, в.16	975, ПдСх, 20	D_3 - $бкяцСм$	41	18,9	19,8
№3	Явірницьке л-тво, кв.12, в.11	1110, Зх, 20	C_3 - $бкяцСм$	53	23,7	27,6
№4	Зеленське л-тво, кв.20, в.17	975, Пд, 15	C_3 - $бкяцСм$	65	26,5	32
№5	Явірницьке л-тво, кв.20, в.18	950, ПдЗх, 15	C_3 - $бкяцСм$	64	26,5	27,4
№6	Шибенське л-тво, кв.11, в.13	1240, ПдСх, 20	C_3 - $бкяцСм$	54	24,4	29
№7	Шибенське л-тво, кв.17, в.9	1215, ПнСх, 25	D_3 - $бкяцСм$	45	23,9	26,6
№8	Шибенське л-тво, кв.13, в.3	1215, Пд, 20	D_3 - $бкяцСм$	54	25,1	29,1
№9	Зеленське л-тво, кв.36, в.7	950, ПнСх, 25	C_3 - $бкяцСм$	51	27,4	26,4
№10	Шибенське л-тво, кв.14, в.19	1000, ПнСх, 25	C_3 - $бкяцСм$	51	26,8	28,4
№11	Зеленське л-тво, кв.34, в.33	1110, ПнЗх, 25	C_3 - $бкяцСм$	53	25,2	28,6
№12	Красницьке л-тво, кв.15, в.44	1000, ПнЗх, 20	C_3 - $бкяцСм$	40	19,4	18,5
№13	Красницьке л-тво, кв.12, в.15	1110, ПдСх, 25	D_3 - $бкяцСм$	53	25,2	28,6
№14	Красницьке л-тво, кв.12, в.20	1000, ПнСх, 25	C_3 - $бкяцСм$	51	26,8	28,4

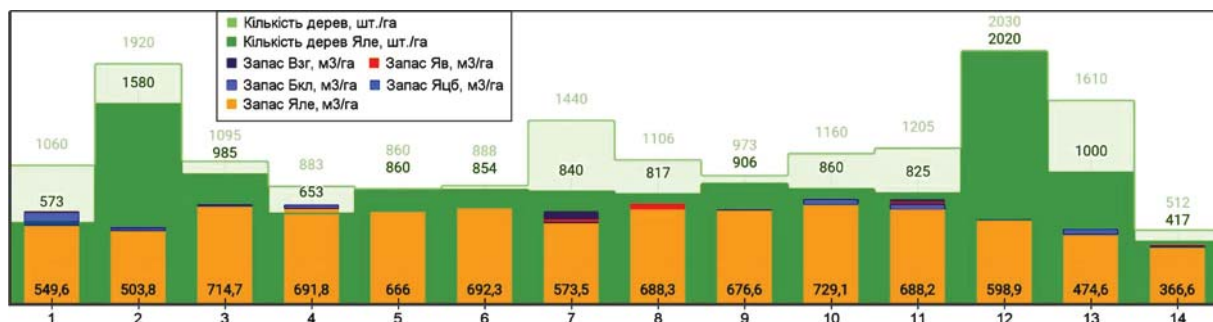


Рис. 1. Розподіл запасу насаджень (гістограма з накопиченням) та кількості дерев (східчасті площини) на пробних площах / Distribution of planting stocks (cumulative histogram) and the number of trees (stepped planes) in the trial plots

Аналіз складу деревостанів на пробних площах дає підстави вважати, що хоча на більшості ділянок у складі є листяні породи, частка їх змінюється від 0,1 до 1,6 одиниць і зовсім відсутня на ПП-5, такі насадження не можуть бути вітростійкими, особливо на вітроударних схилах і зважаючи на відкриті стіни лісу. Дещо пом'якшує ситуацію те, що на окремих ділянках кількість дерев листяних порід становить понад 40 % від загальної кількості (ПП-1), частина їх знаходиться в першому ярусі. Імовірність виникнення вітровалів у таких деревостанах дещо менша [13].

Аналіз структури насаджень на пробних площах дав змогу виявити вплив зрубів на зміну кількості дерев у прилеглих насадженнях. Дослідження проводили окремо в смугах 0-20 м, 20-40 м, 40-60 м від зрубів внаслідок проведення суцільних рубок і в смугах 0-20 м, 20-40 м від зрубів внаслідок прокладання доріг з визначенням лісівничо-таксаційних показників деревостанів кожної парцели (рис. 2). На пробних площах № 1, 4, 8, 9 кількість дерев у смузі 0-20 м найменша і в середньому становить 28,2 % від загальної кількості дерев.

У смузі 20-40 м кількість дерев дещо зростає, проте є меншою, ніж у смузі 40-60 м. Тільки на ПД-1 цей показник найбільший у смузі 20-40 м. ПД-1 закладена біля зрубу завширшки 110 м у східному напрямку в глибину лісу на 60 м, у якому прорубана ще одна смуга під

дорогу завширшки 20 м. Отже, смуга 40-60 м знаходиться в зоні безпосереднього впливу двох зрубів і цим зумовлено зменшення кількості дерев.

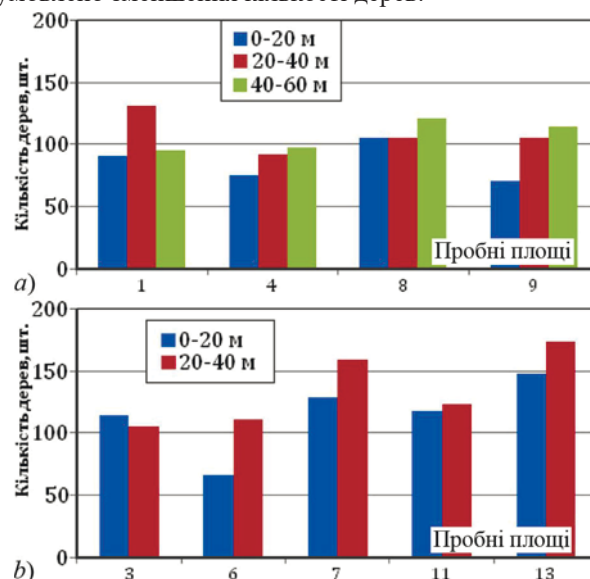


Рис. 2. Розподіл кількості дерев у прилеглих деревостанах / Distribution of the number of trees in adjacent stands: a) до зрубів від суцільних рубок / before clearcutting from continuous felling; b) до зрубів від прокладання доріг / before clearcutting from road construction

На пробних площах № 3, 6, 7, 11, 13 розподіл кількості дерев у смугах біля доріг становить: 0-20 м – 45,8 %, 20-40 м – 54,2 % від загальної кількості дерев. Причому на ПП-6, 7, 13 перевищення становить 1,2-1,6 рази, а на ПП-3, 11 кількість дерев на обох смугах практично однакова.

Отже, кількість дерев у смугах 0-20 м біля зрубів в обох випадках дослідів є найменшою, а зі збільшенням віддалі від зрубів – зростає. Відкриті стіни лісу призводять до зменшення кількості дерев у прилеглих деревостанах, яке становить в середньому 5 %. Враховуючи, що запас корелює з кількістю дерев на ділянці, можна констатувати втрату 5 % запасу в прилеглих до зрубів і доріг 20 м смугах.

Результати досліджень стану деревостанів ялини звичайної, прилеглих до лісових доріг, кварталних просік та місць здійснення господарських заходів, дали змогу кількісно оцінити наявність вітровальних, вітроломних і сухостійних дерев та дати оцінку пошкодження крон дерев (рис. 3).



Рис. 3. Відкрита стіна лісу на межі зі зрубом (ПД-13) / Open forest wall on the border with a clearcut (PD-13)

У досліджуваних насадженнях переважає ялина із щіткоподібним типом гілкування. Гребеневий тип гілкування найменш поширений (до 10 %), пластинчастий властивий для 25 % дерев. Розподіл дерев ялини звичайної за ступенем пошкодження на всіх пробних площах такий: 46,6 % – пошкодження крони незначне (до 10 %), 38,7 % дерев – пошкодження крони середнє (30-35 %), 10,9 % дерев – пошкодження сильне (50-55 %) і 3,8 % дерев – пошкодження крони дуже сильне (більше 60 %) (рис. 4). Розподіл дерев ялини звичайної гребеневого типу за шкалою пошкодження такий: 15 % – пошкодження крони незначне (до 10 %), 55 % дерев – пошкодження крони середнє (30 %), 25 % дерев – пошкодження сильне (55 %) і 5 % дерев – пошкодження крони дуже сильне (більше 75 %).

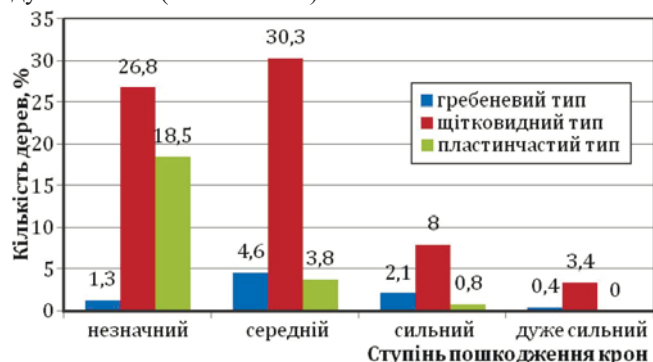


Рис. 4. Розподіл дерев ялини за ступенем пошкодження крон / Distribution of spruce trees by the degree of crown damage

Розподіл дерев ялини звичайної щіткоподібного типу дещо відрізняється: 39 % – пошкодження крони від-

сутнє або незначне, 44 % дерев – пошкодження крони середнє (35 %), 12 % дерев – пошкодження сильне (50 %) і 5 % дерев – пошкодження крони дуже сильне (більше 75 %). Хоча кількість дерев з дуже сильним пошкодженням крони є такою ж самою, у два рази зменшилась кількість дерев із сильним пошкодженням крони.

Дерев ялини звичайної пластинчастого типу серед досліджуваних було в межах 25 %. Результати досліджень свідчать, що в цій групі відсутні дерева з дуже сильним пошкодженням крони. Незначна також кількість дерев із сильним пошкодженням крони – тільки 4 %. Пошкодження крони незначне – 80 % дерев, пошкодження крони середнє (30 %) у 16 % дерев з даним типом гілкування.

Найгірший стан крон у дерев гребеневого типу – 40 % із сильним та дуже сильним пошкодженням, найкращий у дерев пластинчастого типу гілкування – 4 %. Переважання в насадженнях дерев щіткоподібного типу гілкування та їх менша пошкодженість є визначальними у загальній оцінці впливу суцільних та інших видів рубок і лісових доріг на стан крон дерев, за якою 14,7 % дерев, що ростуть у відкритих частинах насаджень, перебувають у критичному стані і незабаром перейдуть в категорію вітровальних і сухостійних. Частина дерев у відкритих частинах насаджень уже знищені. Підрахунок вітровальних, вітроломних і сухостійних дерев на пробних площах виявив 51 дерево на відрізьку 700 м.

Під впливом господарської діяльності підприємства зміни відбуваються не тільки в деревостанах насаджень, але й в інших компонентах лісу. Зокрема, різкі зміни характерні для розвитку трав'яного покриву. Наявні зміни проходять й у видовому складі трав. Основний фон типового трав'яного покриву в глибині досліджуваних типів лісу створюють щитник чоловічий (*Dryopteris filix-mas* (L.) Schott), квасениця звичайна (*Oxalis acetosella* L.), підбілик альпійський (*Homogyne alpina* (L.) Cass.), ожина лісова (*Luzula sylvatica* (Huds.) Gaudin), щитник споріднений (*Dryopteris affinis* (Love) Fraser-Jenkis). У смугах лісу поблизу лісових доріг чи кварталних просік переважають більш світлолюбні види: гілокомій блискучий (*Hylocomium splendens* (Hedw. B. S. et G.), дикран мітлоподібний (*Dicranum scoparium* Hedw.), щитник розпростертий (*Dryopteris expansa* (C. Presl) Fraser-Jenkis et Jermy), суниця лісова (*Fragaria vesca* L.), перстач прямостоячий (*Potentilla erecta* (L.) Raeusch.), підбіл звичайний (*Tiissilago farfara* L.), плеурозіум Шребера (*Pleurozium schreheri* (Brid.) Mitt.), листяні мохи.

Здійснення таких заходів, як рубки, прокладання лісових доріг чи трельовальних волоків спричиняє обов'язковий прояв ерозійних процесів як площинного, так і лінійного характеру (рис. 5). Створення суцільного трав'яного вкриття вимагає певного періоду часу. Значна кількість опадів у горах призводять до вимивання верхнього родючого шару ґрунту. За даними літературних джерел, такі втрати ґрунту в гірських умовах можуть становити до 300 т на гектарі [13].

Візуальними обстеженнями у відкритих частинах насаджень встановлено наявність підросту смереки, ялиці, бука, явора різного віку та густоти. Загальна кількість підросту на пробних площах змінюється від 0,83 (ПП-3) до 22,73 тис. шт./га (ПП-9). Причому на 9 пробних площах із 14 природне поновлення є добре, на 1 – задовільне, на 2 – недостатнє і на 2 – незадовільне.

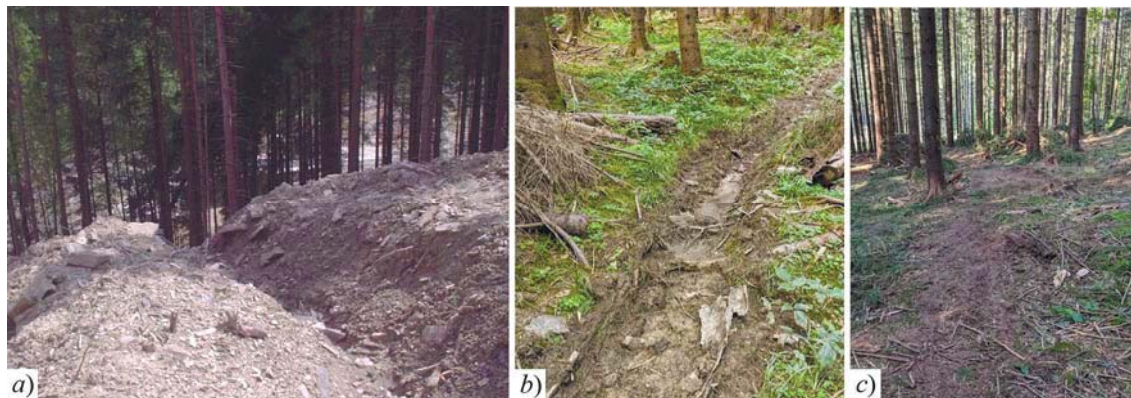


Рис. 5. Ерозійні процеси внаслідок здійснення господарських заходів / Erosion processes due to of economic activities

У видовому складі підросту переважає явір, який виявлено на всіх пробних площах до висоти 1250 м н. р. м., окрім ПП-5. Відсутність породи на ділянці спричинена чистим складом материнського та прилеглих деревостанів. Зі збільшенням висоти над рівнем моря виявлено деяке зменшення інтенсивності відновлення породи (рис. 6). Так, на ПП-6, 7 кількість підросту явора становить тільки 2,10 і 2,23 тис. шт./га. Водночас, на тій самій висоті, але схилі південної експозиції кількість явора становить 8,15 тис. шт./га (ПП-8). Отже, експозиція схилу і, відповідно, кращі умови освітленості є також визначальними чинниками для відновлення явора.

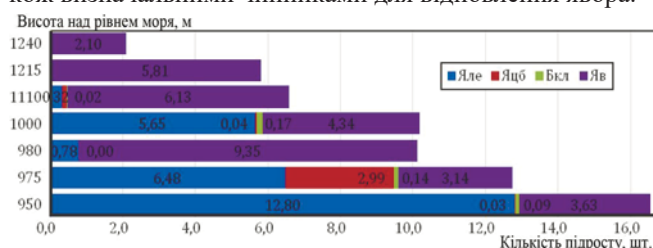


Рис. 6. Розподіл кількості підросту залежно від висоти над рівнем моря / Distribution of the amount of undergrowth depending on the height above sea level

Природне поновлення ялини виявлено в меншій кількості, порівняно з явором. На висоті понад 1100 м н.р.м. кількість підросту ялини сильно зменшується (ПП-3, 11, 13), а на висоті понад 1200 м він взагалі відсутній (ПП-6-8). Найкраще відновлення ялини відбувається на схилах південної, південно-західної та північно-східної експозицій на висоті до 1000 м н.р.м. (ПП-4, 5, 9, 10, рис. 7).



Рис. 7. Підріст смереки на схилі південної експозиції (ПП-4) / Spruce growth on the slope of the southern exposure (PP-4)

Ялиця і бук представлені найменше у складі природного поновлення на ділянках. Кількість бука змінюється в межах 100–400 шт./га, що унеможлиблює очікування належної частки породи у складі майбутніх деревостанів.

На більшості пробних ділянок природне відновлення ялиці білої відсутнє (ПП-1, 3, 6-10), або незначне. Тільки на ПП-2 кількість ялиці становить 5,7 тис. шт./га. Характерним є те, що на цій ділянці частка ялиці у складі є найбільшою серед усіх досліджуваних насаджень. Очевидно, що вплив зміни освітленості, через здійснення господарської діяльності, відносно ялиці та бука є не безпосередній. Тут варто брати до уваги періодичність плодоношення цих порід, їх біологічні особливості та частку в складі насаджень.

Аналіз просторового розміщення підросту дав змогу визначити його кількість та склад залежно від відстані до стіни лісу (рис. 8). Основна кількість підросту смереки на пробних площах зосереджена на віддалі 0–20 м від стіни лісу, тобто там, де умови освітленості кращі і вона у 9,6 раза перевищує кількість підросту на смугі 20–40 м. Поновлення явора має більш мозаїчний характер. На окремих ділянках розподіл підросту за 20-метровими смугами рівномірний (ПП-1, 6). Понад це, на ПП-9, 10 у смугі 0–20 м його кількість найменша, порівняно зі смугами на більшій відстані від стіни лісу. Очевидно, що активізація на цих ділянках лісовідновних процесів ще не почалася. Але аналіз природного відновлення явора на інших ділянках вказує на чітку тенденцію до зростання кількості підросту, особливо, в смугах 0–20 м від стіни лісу (ПП-4, 7, 8, 11-13), причому перевищення становить від 2 до 10 разів.

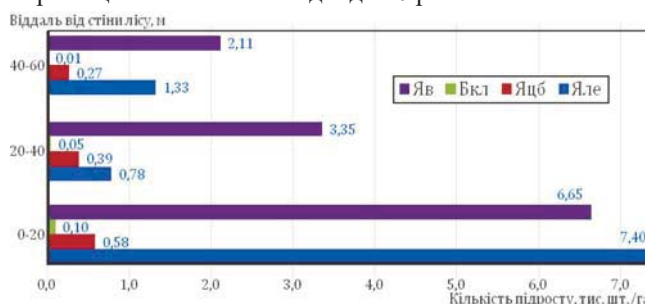


Рис. 8. Розподіл кількості підросту на пробних площах залежно від відстані до стіни лісу / Distribution of the amount of undergrowth on trial plots depending on the distance to the forest wall

У складі природного поновлення всіх порід домінують наймолодші вікові групи підросту (однорічки та двох-трьох-річки), які з'явилися внаслідок здійснених господарських заходів, а аналіз просторового розміщення підросту показує, що такі заходи сприяють посиленню процесів природного відновлення.

Обговорення результатів дослідження. Найважливішими особливостями захисних лісів є їх стабільність, тобто здатність надійно і безперервно виконувати свої

захисні функції в умовах внутрішніх та зовнішніх впливів [25]. Беручи до уваги природну динаміку лісу, лісівники повинні підтримувати структурну здатність лісу захищати та зупиняти природну еволюцію на фазах, що забезпечують найвищий ступінь стабільності. Для досягнення цих цілей використовуються лісівничі заходи. Для кожного лісостану характерний різний ступінь вразливості до порушень [20]. Лісове господарство може мати прямий вплив тільки на деякі характеристики лісової екосистеми. Серед найважливіших для стабільності є кількість видів і їх відносне значення, а також вертикальна та горизонтальна структура деревостану [35]. Під час лісозаготівель у гірських умовах найбільший вплив на екологічний потенціал здійснюють застосовувані способи рубок і технології лісосічно-транспортних операцій [26].

Під час гірських лісозаготівель з використанням наземних засобів трелювання деревини відзначено серйозну деградацію лісорослинних умов, зниження родючості, погіршення водно-фізичних і хімічних властивостей ґрунтів, розвиток прискореної ерозії через різке збільшення схилового стоку. Як наслідок – порушується гідрологічний режим річок, важливою проблемою стає збереження якості прісних і мінеральних вод [23].

Наукові дослідження стану ялинових деревостанів в Українських Карпатах вказують на низку ключових проблем, пов'язаних із зміною клімату, антропогенним тиском та недостатньою відповідністю способів рубок до типів лісу, що ускладнюють ведення лісового господарства. У літературних джерелах, що характеризують всихання ялиників, здебільшого висвітлюють приуроченість цього процесу до певних типів лісу та його обсяги [5, 30]. В. Лавний та О. Пелюх [18] встановили негативний синергетичний вплив змін клімату та посилення антропогенного навантаження на стан, структуру та функціонування похідних ялинових деревостанів Українських Карпат. Дослідники О. Ткачук та А. Зейналян [38] вказують на важливість таких параметричних показників, як: кількість осередків всихання для певних лісівничих умов чи території, розмір їх середніх, мінімальних і максимальних площ, висотне поширення за гіпсометричними рівнями, а також співвідношення часткового і суцільного видів всихання. Наші дослідження доповнюють картину санітарного стану ялиників у гірських лісах Карпат, дають змогу кількісно оцінити вплив рубок та інших господарських заходів на продуктивність і ступінь пошкодження прилеглих деревостанів.

Численні дослідження природного поновлення ялини в гірських лісах показують, що цей процес залежить від багатьох факторів, таких як повнота деревостану, тип лісу, експозиція схилу та висота н.р.м. [10, 31]. У дослідженні А. Мальона [19] встановлено, що успішність природного поновлення у вологій буково-ялиновій суяличині та вологій ялиново-ялицевій субучині середньогірського поясу Ґорґан тісно пов'язана з лісівничо-таксаційними показниками материнського деревостану. Згідно з дослідженнями Ю. Шпарика, Г. Криницького та Ю. Дебринюка [29], буково-ялицево-смерекові ліси трансформуються у смереково-ялицево-букові або ялицево-букові та супроводжуються зміною гігروتопу із "сирого" і "вологого" на "свіжий", що негативно впливає на успішність природного поновлення ялини, особливо із збільшенням висоти н.р.м.

Солодкий В., Беспалько Р. та Казімір І. [33] довели, що сприяння природному відновленню лісів шляхом

впровадження рівномірно-поступових рубань є ефективним методом збереження цілісності природних гірських та передгірських екосистем, що здатні протидіяти катастрофічним зсувам та ерозійним процесам. С. Робулець [28] визначив для Буковинських Карпат нові підходи до здійснення доглядових рубань у гірських та передгірських умовах з урахуванням їх екологічних та захисних особливостей. Вибіркові рубки можуть бути корисними для природного поновлення лісів, оскільки вони дають змогу світлу проникати до поверхні ґрунту, що сприяє росту нових дерев. Це підтверджують результати наших досліджень, адже найбільша кількість природного поновлення зосереджена на віддалі 0-20 м від стіни лісу, де внаслідок здійснення лісогосподарських заходів, створюються сприятливі умови оптимальної освітленості для росту та розвитку молодих дерев. З іншого боку, суцільні рубки можуть мати негативні наслідки, такі як ерозія ґрунту та зниження його родючості, що ускладнює відновлення лісу. Важливо знайти баланс між використанням ресурсів і збереженням екосистеми.

Отже, за результатами виконаної роботи можна сформулювати такі наукову новизну та практичну значущість результатів дослідження.

Наукова новизна отриманих результатів дослідження – удосконалено методику досліджень ялинових насаджень, що дало можливість встановити зміну лісівничо-таксаційних показників прилеглих деревостанів, внаслідок здійснення лісогосподарських заходів, оцінити стан деревостанів і встановити ступінь пошкодження крон дерев ялини звичайної у відкритих стінах лісу та з'ясувати вплив рубок на лісовідновні процеси.

Практична значущість результатів дослідження – отримані результати можуть бути враховані під час організації лісокористування в гірських захисних лісах, що дасть змогу посилити їх захисні функції та біологічну стійкість.

Висновки / Conclusions

Досліджено особливості зміни лісівничо-таксаційних показників деревостанів, ступінь пошкодження крон дерев ялини звичайної у відкритих стінах лісу та лісовідновні процеси у прилеглих до зрубів насаджень, що дало змогу об'єктивно оцінити вплив лісогосподарських заходів на стан гірських захисних ялинових лісів Карпат. За результатами проведених досліджень можна зробити такі основні висновки.

1. Досліджені насадження, що ростуть в умовах вологих буково-ялицевих сушечерин (C_3 -бкяцСм) та смеречин (D_3 -бкяцСм), характеризуються високою продуктивністю (I^a – I^e класами бонітетів), із високою часткою ялини звичайної у складі насаджень (8-10 одиниць) і є репрезентативними для захисних ялинових лісів верхнього пасма Українських Карпат.
2. Встановлено, що відкриті стіни лісу, внаслідок проведення рубок, призводять до зменшення кількості дерев у прилеглих деревостанах, яка у смугах 0-20 м від стіни лісу є найменшою. У смугах 20-40 м кількість дерев дещо зростає, але все ще менша, ніж у смугах 40-60 м. Враховуючи, що запас корелює з кількістю дерев на ділянці, можна констатувати втрату 5 % запасу в прилеглих до зрубів і доріг 20 м смугах.
3. З'ясовано, що в досліджуваних насадженнях переважає ялина з щіткоподібним типом гілкування. Гребеневий тип гілкування найменш поширений (до 10 %), пласстинчастий властивий для 25 % дерев. Розподіл дерев

ялини звичайної за ступенем пошкодження такий: 46,6 % – пошкодження крони незначне (до 10 %), 38,7 % дерев – пошкодження крони середнє (30-35 %), 10,9 % дерев – пошкодження сильне (50-55 %) і 3,8 % дерев – пошкодження крони дуже сильне (більше 60 %). Переважання в насадженнях дерев щіткоподібного типу гілкування та їх менша пошкодженість є визначальними у загальній оцінці впливу суцільних рубок і лісових доріг на стан дерев, за якою 14,7 % дерев, що ростуть у відкритих частинах насаджень, перебувають у критичному стані і незабаром можуть перейти в категорію вітровальних та сухостійних.

4. Встановлено, що загальна кількість підросту лісотвірних видів у суміжних зі зрубамі насаджень становить від 0,83 до 22,73 тис. шт./га. У видовому складі поновлення переважають клен-явір та ялина європейська. Зі збільшенням висоти над рівнем моря зменшується інтенсивність лісовідновних процесів, на схилах південних експозицій кількість підросту найбільша, незалежно від висоти над рівнем моря. Основна кількість підросту зосереджена на віддалі 0-20 м від стіни лісу, тобто там, де умови освітленості стали кращі, і вона у 2-10 разів перевищує кількість підросту в смугах 20-40 та 40-60 м. Отже, здійснення лісогосподарських заходів і, відповідно, кращі умови освітленості сприяють активізації лісовідновних процесів.

References

1. Beley, L. M., Kutsiv, L. P., Kosylo, L. S., & Vaskul, N. M. (2022). On the drying of european spruce (fir) in the western part of the Yamyansky PDP of the Carpathian National Nature Park: forest typological aspect. *European Integration of Environmental Policy of Ukraine*, 295–296. [In Ukrainian]. URL: <https://evnuir.vnu.edu.ua/bitstream/123456789/21957/1/Velymche.pdf>
2. Blystiv, V. I., Malets, O. O., Malets, N. B., & Babynets, M. M. (2024). Legal regulation of forest management for the mountain ecosystem of Carpathian forests. *International scientific journal "Education and Science"*, 1(36), 3–13. [In Ukrainian]. URL: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/62888>
3. Brodovych, Y., & Brodovych, R. (2023). Distribution and ecological characteristics of natural forest resources in the Ukrainian Carpathians. *Modern trends in the development of science and education in the context of deepening European integration processes*, 338–339. [In Ukrainian]. URL: <https://msu.edu.ua/wp-content/uploads/2023/08/36ірник-тез2.pdf#page=338>
4. Chaskovskyy, O. H., Karabchuk, D. Y., & Ivaniuk, A. P. (2019). Forest disturbance in the Ukrainian Carpathians from 1984 to 2016. *Scientific Bulletin of UNFU*, 29(2), 9–14. <https://doi.org/10.15421/40290201>
5. Chernevyy, Y. (2014). Dynamic aspects of forest typology. *Proceedings of the Shevchenko Scientific Society*, 39, 44–66. [In Ukrainian]. URL: https://www.researchgate.net/publication/381166864_Dinamichni_aspekti_tipologii_lisiv
6. Chornobrov, O., Solomakha, I., & Solomakha, V. (2023). Functions of dead wood in forest ecosystem services. *Agroecology journal*, 2, 28–37. <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2023.283694>
7. Gavrusevych, A. M., Ivanyuk, A. P., & Kalutsky, I. F. (2007). Increasing the wind resistance of stands in the highland spruce forests of the Ukrainian Carpathians. *Scientific Bulletin of UNFU*, 17(7), 52–55. [In Ukrainian].
8. Hrom, M. M. (2005). Forest taxation. Lviv: UNFU, 352. [In Ukrainian].
9. Hrynyk, H. H., & Hrynyk, O. M. (2022). Growth and productivity of European spruce stands in the Ukrainian Carpathians depending on the topography. Lviv: Spolom, 252 p. [In Ukrainian].
10. Hudyma, V. D., Haida, Y. I., Hudyma, V. M., & Yatsyk, R. M. (2014). Natural regeneration of European spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) in the forests of the northern megaslope of the Ukrainian Carpathians. *Forestry and agroforestry*, 125, 3–10. [In Ukrainian]. URL: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMA-GE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/Iisam_2014_125_3.pdf
11. Instruction on projecting, technical acceptance, accounting and quality assessment of forestry objects. (2010). *Order of the State Committee of Forestry of Ukraine*, 260, 9. URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z1046-10>
12. Ivanyuk, A. P. (1996). Nature of windbreaks and their influence on forest productivity in mountainous and foothill conditions of the Ukrainian Carpathians. *Abstract of Candidate Dissertation for Agricultural Sciences*, 20. [In Ukrainian].
13. Kalinin, M. I., Kalutsky, I. F., & Ivanyuk, A. P. (1997). Windfalls in mountainous and foothill regions of the Ukrainian Carpathians. Lviv: Manuscript Publishing House, 202. [In Ukrainian].
14. Kalyn, B. M., Bryndzia, I. V., & Levkovych, U. R. (2024). Regulation of the development of mountainous areas of the Lviv region in the context of environmental problems. *Publishing House "Baltija Publishing"*, 74–87. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-395-8-4>
15. Kramarets, V. O. (2024). Spruce forests of the Ukrainian Carpathians: past, present, future. *Forestry education and science: current challenges and development prospects*, 1. [In Ukrainian]. URL: <https://conf.nltu.edu.ua/index.php/nltu150/article/view/122>
16. Krynytskyj, G., & Tretiak, P. (2003). The state of the Ukrainian Carpathian forests, environmental problems and prospects. *Proceedings of the Shevchenko Scientific Society*, XII, 54–65. [In Ukrainian]. URL: <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/73502>
17. Kulbanska, I. M. (2024). Sanitary condition of the forest in Hutsulshchyna National Nature Park and the factors for its degradation. *Scientific Bulletin of UNFU*, 34(3), 45–52. <https://doi.org/10.36930/40340306>
18. Lavnyy, V., & Pelyukh, O. (2019). Distribution and analysis of the state of secondary spruce stands in the Ukrainian Carpathians. *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 19, 60–67. <https://doi.org/10.15421/411927>
19. Malon, A. L. (2023). Natural regeneration of beech-fir stands in Gorgany at the age of main use felling. *Scientific Bulletin of UNFU*, 33(4), 25–30. <https://doi.org/10.36930/40330404>
20. Martin, F. P. (2003). Why mountain forests are important?. *The Forestry Chronicle*, 79(2), 219–222. <https://doi.org/10.5558/tfc79219-2>
21. Matuskevych, O. B. (2022). Silvicultural characteristics and taxation indices of spruce stands on the north-east megaslope of the Ukrainian Carpathians in main forest types. *Scientific Bulletin of UNFU*, 32(5), 28–35. <https://doi.org/10.36930/40320504>
22. Müller, E., & Stierlin, H. R. (1990). Sanasilva Kronenbilder. Mit Nadel- und Blattverlustprozenten. Sanasilva tree crown photos. With percentages of foliage loss. Sanasilva couronnes d'arbres. Avec indication de la perte d'aiguilles ou de feuilles en pourcent. Sanasilva le chiome degli alberi. Con indicazione percentuale della perdita di aghi o di foglie (2nd ed.). *Birmensdorf: Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft*, 129. URL: <https://www.dora.lib4ri.ch/wsl/islandora/object/wsl:10281>
23. Olijnyk, V. S., & Pavuk, M. M. (2024). Harmful exogenous processes in the forests of the Ukrainian Carpathians. *Scientific Bulletin of UNFU*, 34(5), 35–40. <https://doi.org/10.36930/40340505>
24. Olijnyk, V. S., & Zeinalian, A. M. (2020). Silvicultural and taxational aspects of spruce plantations drying in the basin of the river Bystritsa Solotvynska. *Scientific Bulletin of UNFU*, 30(3), 9–12. <https://doi.org/10.36930/40300301>
25. Parpan, T. V. (2016). Bioecological principles of maintaining the stability of mountain forest ecosystems of the Ukrainian Carpathians. *Biosystems Diversity*, 24(2), 371–377. [In Ukrainian]. URL: <https://www.cceol.com/search/article-detail?id=611068>
26. Parpan, V. I., Gudyma, V. D., & Parpan, T. V. (2017). Methods of felling and volumes of timber harvesting in the mountain forests of the Ukrainian Carpathians. *Forestry and agroforestry*, 131, 135–142. [In Ukrainian]. URL: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/Iisam_2017_131_17.pdf

27. Prykhodko, N. F., Parpan, T. V., Tkachuk, O. M., & Prykhodko, M. M. (2020). Radial growth of European spruce (*Picea abies* L.) in its drying out environment (Gorgany, the Ukrainian Carpathians). *Scientific Bulletin of UNFU*, 30(3), 41–46. <https://doi.org/10.36930/40300307>
28. Robulets, S. V. (2012). Peculiarities of application of thinning in protective forests in the Carpathians in Bukovyna. *Agroecological Journal*, 3, 107–110. [In Ukrainian]. URL: <https://lib.dsau.dp.ua/book/96471>
29. Shparyk, Y., Krynytskyi, H., & Debryniuk, I. (2020). Trends of dynamics in the site conditions types and species composition of the forest stands in the Ukrainian Carpathians caused by climate changes. *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 20, 82–92. <https://doi.org/10.15421/412008>
30. Shyshkanynets, I. F., Lutak, V. V., & Fennich, V. S. (2021). Sanitary state of derivative spruce stands in Zacharovanyi Krai National Natural Park. *Scientific Bulletin of UNFU*, 31(4), 54–58. <https://doi.org/10.36930/40310408>
31. Shyshkanynets, I., Lutak, V., Fennich, V., & Mihaly, A. (2021). Natural renewal and grass cover in derivative spruce stands of the national natural park "Zacharovanyi krai". New technologies in geodesy, land management and environmental management, 163–168. [In Ukrainian]. URL: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/37713>
32. Snitynskyi, V., Khirivskyi, P., & Hnativ, I. (2020). Features of surface runoff formation of mountain rivers during deforestation and plowing of slope areas. *Ecological sciences: scientific and practical journal*, 3(30), 73–77. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2020.eco.3-30.12>
33. Solodkyi, V. D., Bespalko, R. I., & Kazimir, I. I. (2013). Forestry measures in preserving the soil cover of mountain slopes. *Bulletin of Agrarian Science of the Black Sea Region*, 1, 109–121. [In Ukrainian]. URL: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/vanp_2013_1_18.pdf
34. Sotskyi, A. (2021). The concept and features of the forest as the main resource of the natural environment. *Herald of LUTE. Legal sciences*, 10, 49–54. <https://doi.org/10.36477/2616-7611-2021-10-07>
35. Stoyko, S. M. (2012). Anthropogenic changes in the Ukrainian Carpathian forests and vegetation stages as ecosystem models of renaturalization of transformed phytocoenoses. *Bulletin of Lviv State University of Life Safety*, 6, 196–202. [In Ukrainian]. URL: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/Vldubzh_2012_6_30.pdf
36. Svystun, A. (2023). Problems of sustainable forest management in the NNP "Skolivski Beskydy". *Geographical Education and Science: Challenges and Advancement*, 38–41. [In Ukrainian]. URL: <https://geography.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2023/11/zbirnyk-GEOGRAPHICAL-EDUCATION-AND-SCIENCE-140-V3-2023.pdf#page=39>
37. Tkachuk, O., & Kyrylenko, Y. (2024). Forest exploitation soil erosion during timber skidding in the mountain forests of the Ukrainian Carpathians. Current state, problems and prospects of forestry education, science and production, 48–53. [In Ukrainian]. URL: https://science.btsau.edu.ua/sites/default/files/tezy/tezy_lisiv_osvita_19.04.2024.pdf#page=48
38. Tkachuk, O., & Zeynalian, F. (2023). Influence of abiotic factors on the drying of spruce forests in the Carpathian region. The current state, problems and prospects of forestry education, science and production, 47–50. [In Ukrainian]. URL: https://www.researchgate.net/profile/M-Rumiantsev/publication/371416578_tezy_lisiv_osvita_140423/links/6482d1d8b3dfd73b776dee89/tezy-lisiv-osvita-140423.pdf#page=47
39. Zeinalian, A. M. (2021). Structural changes of declining Norway spruce (*Picea abies* (L.) H. Karst.) forests in the Gorgany Mountains. *Scientific Bulletin of UNFU*, 31(6), 35–40. <https://doi.org/10.36930/40310604>

A. P. Ivanyuk¹, O. I. Holubchak², O. P. Hnatyuk²

¹ Ukrainian National Forestry University, Lviv, Ukraine

² P. S. Pasternak Research Institute for Mountain Forestry, Ivano-Frankivsk, Ukraine

THE INFLUENCE OF ECONOMIC MEASURES ON THE CONDITION OF SPRUCE PROTECTIVE FORESTS OF THE UKRAINIAN CARPATHIANS

The impact of economic measures on the condition of adjacent forest stands in the spruce forests of the upper belt of the Ukrainian Carpathians was analyzed. In the course of research, the open walls of the forest formed after clearcutting are found to lead to a decrease in the number of trees in the adjacent stands, in particular, the smallest number of trees is observed at a distance of 0–20 m from the edge of the forest. In particular, the number of trees increases slightly in the 20–40 m strips, but still remains smaller than in the 40–60 m strips. A loss of 5 % of the wood stock was established in the strips up to 20 m from clearcuts and roads. Moreover, spruce with a shield-shaped type of branching is revealed to predominate in the studied stands, while the comb-shaping type is less common (up to 10 %), and the lamellar-shaped type is found in 25 % of trees. The distribution of trees by the degree of crown damage is as follows: 46.6 % have minor damage (up to 10 %), 38.7 % have moderate damage (30–35 %), 10.9 % have severe damage (50–55 %) and 3.8 % have quite severe damage (more than 60 %). The predominance of shield-shaped type of branching trees and their less damage are important factors when assessing the impact of logging and roads on the condition of stands. Furthermore, 14.7 % of the trees in the open parts of the plantations are found to be in a critical state and may soon move to the category of wind-blown and dead. The total number of natural regeneration of forest-forming species in plantations adjacent to log cabiclearcuts ranges from 0.83 thousand units/ha to 22.73 thousand units/ha, with maple-sycamore and European spruce dominating. As the height above sea level increases, the intensity of reforestation processes decreases, but on the slopes of the southern exposure, the amount of undergrowth is the greatest regardless of height. The main mass of undergrowth is concentrated at a distance of 0–20 m from the edge of the forest, where lighting conditions have improved, which has led to an increase in undergrowth by 2–10 times compared to the strips of 20–40 and 40–60 m. Therefore, carrying out forestry activities and improving conditions illumination contributes to the activation of reforestation processes. The obtained results can be used in the planning of forest use in mountain protective forests, which will enable strengthening their protective functions and biological stability.

Keywords: European spruce; protective functions of the forest; crown damage; clearcuts; reforestation.