Forestry Academy of Sciences of Ukraine

Наукові праці Лісівничої академії наук України
Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine

http://fasu.nltu.edu.ua
https://doi.org/10.15421/411927
Article received 2019.08.11
Article accepted 2019.12.26

ISSN 1991-606X print
ISSN 2616-5015 online
@ ✉ Correspondence author
Vasyl Lavnyy
lavnyy@gmail.com
General Chuprynka st., 103, Lviv, 79057, Ukraine

*УДК 630*226*

Поширення та аналіз стану похідних ялинових деревостанів в Українських Карпатах

В. В. Лавний[1], О. Р. Пелюх[2]

Встановлено негативний синергетичний вплив змін клімату та посилення антропогенного навантаження на стан, структуру та функціонування похідних ялинових деревостанів Українських Карпат. Аналіз таксаційних показників похідних ялинових деревостанів Українських Карпат засвідчив критичний стан цих лісових екосистем та їхні негативні наслідки для ведення лісового господарства підприємствами регіону досліджень. Загальна площа похідних ялинників на території Українських Карпат становить 126678,1 га із загальним запасом деревини 43032,5 тис. м^3. Найбільшу площу похідні ялинові деревостани займають на території Івано-Франківської – 60514,8 га (47,8 % від загальної площі похідних ялинових деревостанів), а найменшу у Чернівецькій області – 13155,1 га або 10,4 %. Середній запас похідних ялинників становить 340 м^3·га$^{-1}$. Серед типів лісу похідні ялинові деревостани на території Українських Карпат найчастіше трапляються у вологій смерековобуковій суяличині, де їхня площа становить 47537,3 га (37,5 % від загальної площі похідних ялинових деревостанів). Значна кількість похідних ялинників зосереджена також у вологій смереково-буковій яличині – 17761,2 га (14,0 %). Поряд з цим, похідні ялинові деревостани відзначаються високою продуктивністю: найбільшу площу займають деревостани I класу бонітету – 89631 га або 70,8 % від загальної площі.

Для вирішення проблеми всихання ялинових насаджень на території Українських Карпат рекомендовано здійснювати моніторинг лісових екосистем та інтегрувати у практику ведення лісового господарства засади наближеного до природи лісівництва. Зокрема, для підвищення біотичної стійкості, стабільності та біорізноманіття похідних ялинових деревостанів необхідно ширше застосовувати рубки переформування.

Ключові слова: *Picea abies* [L.] Karst.*; похідні ялинники; лісознавство; лісівництво; рубки переформування; Карпатський регіон.*

Вступ. Життя і діяльність людства нерозривно пов'язана з природою, освоєння якої давало змогу задовольняти життєві потреби. Фундаментальна залежність існування людства від довкілля відображено у звіті ООН *«Millennium Ecosystem Assessment»* (MEA, 2005) та проаналізована у рамках сотень міжнародних проектів і програм, найвідомішими з яких є довкільна програма ООН *«The Economics of Ecosystems and Biodiversity» (*TEEB, 2010*)*, *Intergovernmental Platform on Biodiversity and Ecosystem Services* та глобальна мережа *Ecosystem Services Partnership*. Незважаючи на вжиті заходи, форма і сила антропогенного навантаження на довкілля перманентно збільшується.

Результати дослідження Римського клубу, викладені у доповіді «*Reinventing Prosperity*» (Maxton & Randers, 2016), показали, що на порозі третього тисячоліття основними проблемами, з якими зіткну-

[1] *Лавний Василь Володимирович* – академік Лісівничої академії наук України, доктор сільськогосподарських наук, професор, проректор з наукової роботи. Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. Тел.: +38-098-859-72-07. E-mail: lavnyy@gmail.com ORCID: 0000-0003-2069-9026

[2] *Пелюх Оксана Романівна* – магістр з економіки довкілля і природних ресурсів, аспірант кафедри екологічної економіки. Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. Тел.: +38-096-748-82-70; E-mail: pelyukh.o@ukr.net ORCID: 0000-0002-1889-3623

лося людство, є тривале безробіття, нерівність доходів і зміна клімату. Саме зміну клімату вважають найбільшою проблемою сучасності.

За даними *NASA Goddard Institute for Space Studies* (Hansen, Ruedu, Glascoe, & Sato, 1999), збільшення емісії парникових газів упродовж минулого століття призвело до збільшення середньої температури земної поверхні та нижніх шарів атмосфери більш як на 1°C. В Європі температура повітря влітку за останні десятиліття була найвищою упродовж останніх 2000 років, а її амплітуда виходила за межі природної мінливості (Stanners & Bourdeau, 1995). Підвищення температури призвело до зменшення товщі снігового покриву, скорочення площі льодовиків, збільшення інтенсивності танення Гренландських та Антарктичних льодових масивів. Відтак, рівень Світового океану піднявся на 0,19 м (Pachauri et al., 2014).

Змін зазнала і схема опадів. Так, вологі регіони стають ще вологішими (середня кількість опадів збільшилась на 18 мм впродовж 10-річного періоду), особливо взимку, а сухі регіони – сухішими (середня кількість опадів зменшилась на 20 мм впродовж цього ж 10-річного періоду), особливо влітку.

Реалії сьогоднішнього дня демонструють, що такі зміни клімату вплинули на інтенсивність і частоту прояву екстремальних кліматичних явищ, таких як «спекотні хвилі», шторми, сильні опади та посухи. Такі процеси, у синергії з екстенсивним типом використання природних ресурсів, посиленням антропогенного навантаження та збільшенням емісії парникових газів в атмосферу, порушують стан, структуру і функціонування геоекосистеми, в т.ч. і гірської лісової екосистеми (Werners et al., 2015, Zahvoyska & Pelyukh, 2016). Підтвердженням сказаному є інтенсивне всихання створених впродовж XIX ст. на території всієї Європи та Українських Карпат монокультур ялини європейської (Slobodyan et al., 1999, Slobodyan, 2012, Krynytskyy & Chernyavskyy, 2014, Parpan et al., 2014).

Сучасний стан і причини деградації похідних ялинових деревостанів добре описані у науковій лісівничій літературі (Krynytskyy & Chernyavskyy, 2014, Parpan et al., 2014, Shparyk, 2017). Більшість авторів вважають, що однією з основних причин цього явища є саме зміна клімату (Krynytskyy, 2005, Debryniuk, 2011, Shparyk et al., 2013). Відомо, що *Picea abies* [L.] Karst. є зимостійким, тіневитривалим, чутливим до пізніх весняних приморозків, однак через поверхневу кореневу систему – вимогливим до вологості повітря і ґрунту деревним видом (Golubets, Tsaryk, 1992, Debryniuk, 2011). Саме недостатня кількість вологи у вегетаційний період виступає детермінантою втрати стійкості та стабільності ялинових деревостанів.

Debryniuk (2011) виділяє п'ять груп основних чинників всихання ялинових насаджень Передкарпаття та Зовнішніх Карпат: 1) масове культивування *Picea abies* за межами її природного ареалу; 2) культивування чистих ялинових насаджень; 3) зниження повноти насаджень лісогосподарськими заходами; 4) культивування екотипів ялини із низькою біотичною стійкістю; 5) кліматичні зміни і пов'язані з ними посухи. Зокрема, надмірні посухи влітку ослаблюють дерева, а затяжні дощі – перезволожують верхній шар ґрунту. Перший сильний вітер для таких лісів стає руйнівним.

Вплив клімату на всихання ялинових монокультур досліджували Slobodyan, Shpilchak, & Slobodyan (1999), які встановили, що сонячна промениста енергія зумовлює активізацію кореневої губки у лісовій підстилці та кореннасиченому шарі ґрунту. У пошкоджених насадженнях формуються стійкі хронічні осередки масового розмноження короїдів та інших стовбурових шкідників, що за визначенням Debryniuk (2011) є вторинною причиною всихання ялинових насаджень.

Актуальність проблеми зумовлена збільшенням наукового і суспільного інтересу до проблеми всихання ялинових деревостанів в Україні та активного пошуку шляхів її вирішення.

Об'єкти та методика досліджень. *Об'єкт дослідження* – похідні ялинові деревостани Українських Карпат в умовах змін клімату та посилення антропогенного навантаження. *Предмет дослідження* – лісівничо-таксаційні показники похідних ялинових деревостанів, розташованих у гірській частині Закарпатської, Івано-Франківської, Львівської і Чернівецької областей.

Мета роботи полягає у вивченні поширення та сучасного стану похідних ялинових деревостанів Українських Карпат на основі аналізу їхніх лісівничо-таксаційних показників.

Узагальнення динаміки запасів стовбурової деревини у похідних ялинниках, розподілу насаджень за групами віку, за типами лісу, класами бонітету, відносними повнотами здійснювали на основі загальноприйнятих у лісовій таксації підходів і методик (Grom, 2005).

Інформаційною базою дослідження була повидільна база даних Українського державного проектного лісовпорядного виробничого об'єднання «Укрдержліспроект» станом на 1 січня 2013 р. та інформація, підготовлена Закарпатським, Івано-Франківським, Львівським і Чернівецьким обласними управліннями лісового та мисливського господарств (ОУЛМГ) щодо планування і виконання рубок переформування у похідних ялинових деревостанах у лісовому фонді підпорядкованих їм державних лісогосподарських підприємств. Зібрані матеріали дослідження статистично опрацьовані із використанням пакету програм Microsoft Office Excel.

Результати та обговорення. Станом на 1.01.2013 р. похідні ялинові деревостани в Українських Карпатах займали площу 126678,1 га із загальним запасом деревини 43032,5 тис. м^3 (табл.). Більшість площі (77,5%) всіх похідних ялинових деревостанів знаходиться у підпорядкуванні Державного агентства лісових ресурсів України.

Найбільшу площу похідні ялинові деревостани займають на території Івано-Франківської – 60514,8 га (47,8% від загальної площі похідних

ялинових деревостанів), а найменшу – у Чернівецькій областях (13155,1 га або 10,4 %). Середній запас похідних ялинників становить 340 м^3·га$^{-1}$. Динаміка середнього запасу похідних ялинників із віком дещо відрізняється між областями, однак має нагромаджувальний характер (рис. 1).

Незначні відмінності у динаміці запасу похідних ялинових деревостанів спостережено на територіях Закарпатської та Івано-Франківської областей, а саме, зростання запасу до 100-річного віку та поступове зменшення у наступні роки. Динаміка запасу деревини у похідних ялинниках на території Чернівецької обл. показує його зростання впродовж аналізованого періоду. Максимальний запас деревини у похідних ялинових деревостанах досягає 925 м^3·га$^{-1}$ у віці 110 років у Львівській області.

Таблиця

Розподіл площі та запасу похідних ялинових деревостанів на території Українських Карпат

Адміністративна область	Площа		Загальний запас		Середній запас, м^3·га$^{-1}$	Середній вік, років
	га	%	тис. м^3	%		
Закарпатська	28241,9	22,3	11504,07	26,7	407	59
Івано-Франківська	60514,8	47,8	19411,91	45,1	321	57
Львівська	24766,3	19,5	7871,81	18,3	318	54
Чернівецька	13155,1	10,4	4244,71	9,9	323	51
Разом	**126678,1**	**100**	**43032,5**	**100**	**340**	**56**

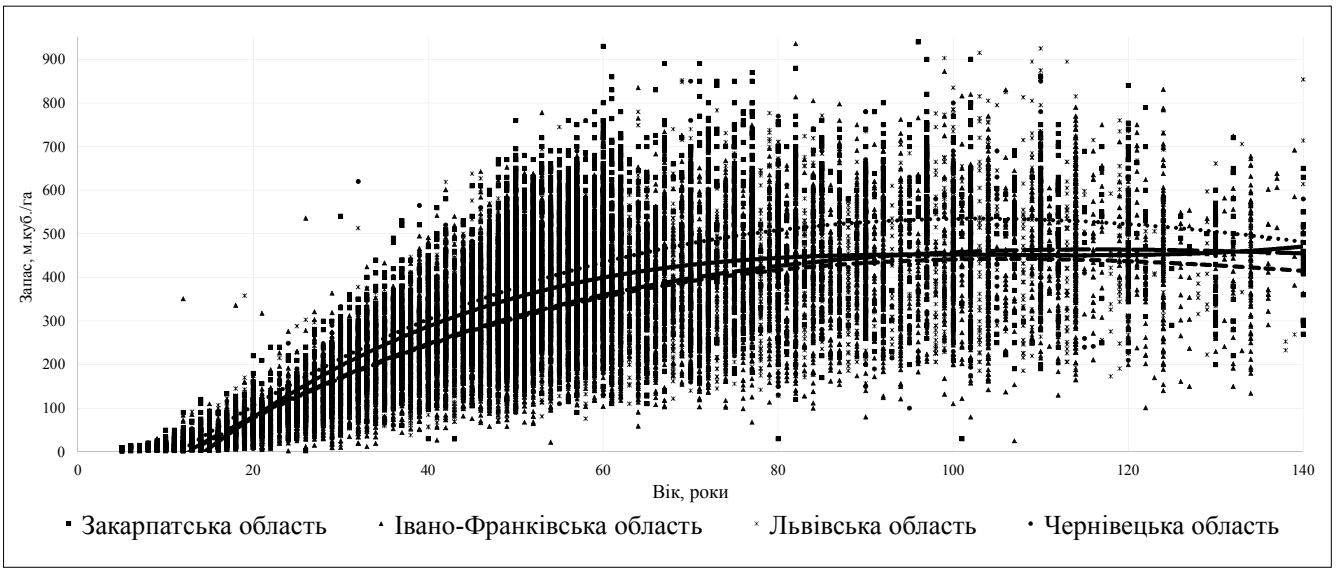


Рис. 1. Динаміка середнього запасу похідних ялинових деревостанів Українських Карпат залежно від їхнього віку

За запасом деревини розподіл похідних ялинових деревостанів у розрізі груп віку виглядає наступним чином: 32,9 % запасу формують стиглі насадження, 27,5 – пристигаючі, 21,4 – середньовікові, 16,8 – перестійні і лише 1,4 % запасу стовбурової деревини формують молодняки.

Вікова структура похідних ялинових деревостанів за площею рівномірно поділена між середньовіковими, пристигаючими і стиглими деревостанами (рис. 2). Перестійні деревостани займають 12,6 % площі. Цей аспект пов'язаний із тим, що всихання дерев ялини призводить до інтенсивного їхнього зрубування у віці 60-80 років. Найнижчою є частка молодих похідних деревостанів ялини – лише 7,9 %, що підтверджує той факт, що в останні десятиліття стали менше створювати лісові культури ялини європейської у невідповідних для неї типах лісу.

Похідні ялинові деревостани віком понад 100 років займають площу 13165 га (10,4 % від загальної площі) із загальним запасом 6189,4 тис. м^3 деревини. Найстаріші чисті деревостани ялини із середнім віком дерев у 320 років ростуть в Карпатському біосферному заповіднику. Середня висота дерев ялини у цих деревостанах становить 38 м, середній діаметр – 68 см. Загалом середній вік похідних ялинових деревостанів Українських Карпат становить 56 років.

Серед типів лісу похідні ялинові деревостани на території Українських Карпат найчастіше трапляються у вологій смереково-буковій суяличині, де їхня площа становить 47537,3 га (37,5 % від загальної площі похідних ялинових деревостанів). Значна кількість похідних ялинників сформувалася також у вологій смереково-буковій яличині –

17761,2 га (14,0%), вологій смерековo-ялицевій субучині – 10911,1 га (8,6%) та у сирій смерековo-буковій суяличині – 10398,1 га (8,2%). Трохи менше похідних ялинників зосереджено у вологій чистій бучині (6235,9 га або 4,9%) та у вологій смерековo-ялицевій бучині – 4839,9 га (3,8%).

Похідні ялинові деревостани відзначаються високою продуктивністю з переважанням I та I[a] класів бонітету (рис. 3). Найбільшу площу займають деревостани I класу бонітету – 89631 га або 70,8% від загальної площі. Низькобонітетні деревостани (IV-V класи бонітету) серед похідних ялинників трапляються досить рідко, їхня площа становить лише 1179,5 га або 0,9% від загальної площі.

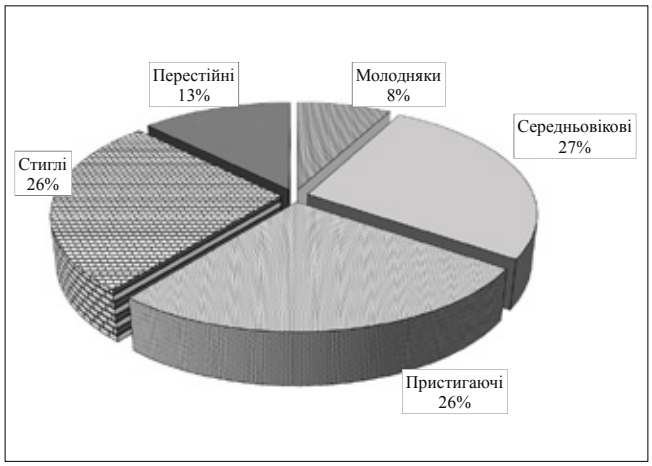
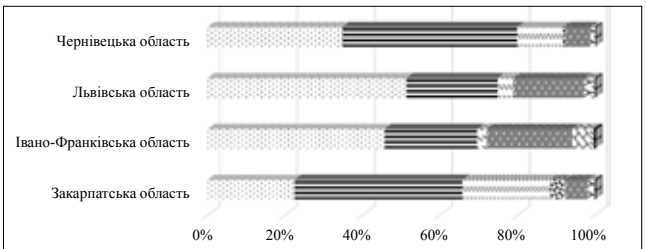


Рис. 2. Розподіл похідних ялинових деревостанів Українських Карпат за групами віку (% від загальної площі)



	Закарпатська область	Івано-Франківська область	Львівська область	Чернівецька область
I	22,33206689	45,64751102	51,20344985	34,75534203
Ia	43,39014018	23,85019863	23,53359202	45,09049722
Ib	22,70881208	2,487160166	4,047031652	11,81138874
Ic	3,775241751	0,090886857	0,174430577	0,513869146
Id	0,08	0,023961081	0,043607644	0,118585187
II	5,679504566	21,96867543	18,15087437	6,462132557
III	1,683668592	4,589951549	1,893702329	0,992010703
IV	0,238652499	0,952659515	0,917375627	0,256174411
V	0,107641483	0,283401746	0,035935929	0
Va	0	0,105594003	0	0

Рис. 3. Розподіл похідних ялинових деревостанів Українських Карпат за класами бонітету (% від загальної площі)

Одним із показників інтенсивності ведення лісового господарства є повнота деревостану (рис. 4).

За результатами аналізу, в регіоні досліджень переважають високоповнотні похідні ялинові деревостани з відносною повнотою 0,8-1,0, площа яких становить 67302,2 га або 53,1%. Середньоповнотні деревостани (повнота 0,6-0,7) займають площу 45160,7 га або 35,7%, низькоповнотні (повнота 0,4-0,5) – 12646,0 га або 10,0%. Рідколісся із похідних ялинових деревостанів (повнота до 0,3) займають 1520,5 га або 1,2%, а з повнотою більше 1,0 – лише 48,7 га або 0,04% від загальної площі похідних ялинників Українських Карпат.

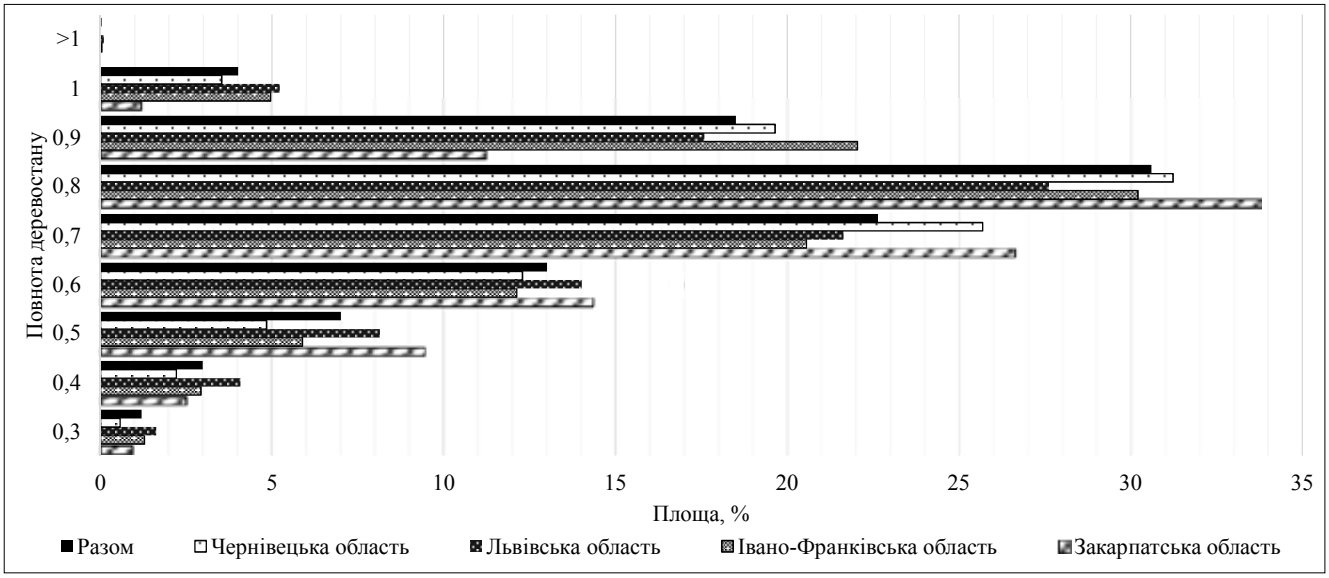


Рис. 4. Розподіл площ похідних ялинових деревостанів Українських Карпат за відносною повнотою

Останніми десятиліттями чітко простежується зниження біотичної та абіотичної стійкості ялинників – властивостей, які характеризують їхню здатність протистояти несприятливим впливам того чи іншого екологічного чинника, та підтримання стабільності цих екосистем – узагальненої властивості, яка характеризує їхній нормальний розвиток у конкретних екологічних умовах відповідно до генетичної програми (Golubets & Tsaryk, 1992). У науковій лісівничій літературі добре описана дегра-

дація похідних ялинових деревостанів (Krynytskyy, 2005, Krynytskyy & Chernyavskyy, 2014, Parpan et al., 2014, Shparyk, 2017) та вплив цього негативного процесу на зниження рівня виконання лісовою екосистемою середовищетвірних функцій, надання послуг лісових екосистем. Окрім цього, результати дослідження Shparyk (2017) засвідчили про значні збитки від всихання ялини, які будуть нести лісогосподарські підприємства Українських Карпат як у короткостроковій, так і довгостроковій перспективах. Відповідно до результатів дослідження, в основних ялинових типах лісу ці збитки становитимуть щорічно близько 7 тис. грн. на 1 га (рис. 5).

Рис. 5. Загальний вигляд всихаючих ялинників у лісовому фонді ДП «Вигодське лісове господарство»

Інтенсивне всихання похідних ялинових деревостанів Українських Карпат, яке за розрахунками науковців охоплює 19300 га із запасом 4,8 млн м^3 деревини (Debryniuk, 2011, Parpan et al., 2014), впливає на зміну природної екосистеми, призводить до зменшення лісистості, зниження стабільності й стійкості деревостанів (у т. ч. ялинових), посилення впливу стихійних лих та зменшення біологічного різноманіття (Hlásny et al., 2016). Такий стан негативно впливає і на соціо-економічну систему, адже змінюється продуктивність лісів, спосіб життя лісозалежних громад, ринок праці та сировини, виникають додаткові витрати для лісогосподарських підприємств (Furdychko, 2002). Відтак, суспільство і політики змушені працювати у напрямі зменшення навантаження на гірські лісові екосистеми, раціонально використовувати та відтворювати лісові ресурси.

Узагальнення результатів досліджень науковців, які вивчали стан, причини розладнання та всихання похідних ялинових деревостанів в Українських Карпатах (Hensiruk, 1964, Furdychko, 2002, Krynytskyy, 2005, Slobodiyan, 2012, Krynytskyy & Chernyavskyy, 2014, Parpan et al. 2014, Shparyk, 2017) підтверджують, що для підвищення біотичної стійкості і стабільності, а також продуктивності цих лісових екосистем в Українських Карпатах пріоритетним є застосування рубок переформування – комплексних рубок, спрямованих на поступове перетворення одновікових чистих у різновікові мішані багатоярусні лісові насадження (Lavnyy & Schnitzler, 2014, Pelyukh, 2018). Результати моделювання процесів переформування похідних ялинових деревостанів в Українських Карпатах підтверджують збільшення біологічного різноманіття, стійкості та стабільності цих деревостанів (Pelyukh et al., 2018), а дослідження інтересів та ролей стейкхолдерів у процесі реалізації цього лісогосподарського заходу показали значні вигоди майже всіх із ідентифікованих зацікавлених сторін (Pelyukh et al., 2019). Проте, за матеріалами Івано-Франківського та Чернівецького ОУЛМГ рубки переформування у похідних ялинових деревостанах у лісовому фонді підпорядкованих їм державних лісогосподарських підприємств ще не проводились і в найближчий час не проводитимуться. За матеріалами Закарпатського ОУЛМГ, у 2018 р. рубки переформування похідних ялинових деревостанів виконано лише на площі 1 га з вирубкою 11 м^3 деревини (на території НПП «Зачарований край»).

За матеріалами Львівського ОУЛМГ, рубки переформування здійснено на площі 756 га із заготівлею 48357 м^3 деревини. Такий позитивний досвід відбувся у рамках запровадження системи вибіркових рубок на території підпорядкованих державних лісогосподарських підприємств за активної підтримки Національного лісотехнічного університету України (зокрема, проф. Г.Т. Криницького). Проте саме у похідних ялинових деревостанах рубки переформування не проводились. У 2019 р. було заплановано виконати рубки переформування у похідних ялинових деревостанах на території ДП «Сколівське лісове господарство» на площі близько 10 га.

Висновки. Аналіз таксаційних показників похідних ялинових деревостанів Українських Карпат засвідчив критичний санітарний стан цих лісових екосистем та їхні негативні наслідки для лісогосподарських підприємств регіону досліджень. Загальна площа похідних ялинників на території Українських Карпат становить 126,7 тис. га із загальним запасом деревини 43032,5 тис. м^3. Найбільшу площу похідні ялинники займають на території Івано-Франківської та Закарпатської областей – майже 88760 га.

Поряд із низькою біотичною стійкістю, похідні ялинові деревостани відзначаються високою продуктивністю – переважають деревостани I класу бонітету – 89631 га або 70,8 % від загальної площі похідних ялинників.

Існує негативний синергетичний вплив зміни клімату на стан, структуру та функціонування похідних ялинових деревостанів Українських Карпат. Обґрунтовано пріоритетність переходу до наближеного до природи лісівництва, зокрема, застосування рубок переформування з метою підвищення біотичної стійкості та стабільності цих деревостанів.

Незважаючи на критичний стан похідних ялинників Українських Карпат, впродовж минулих років лісові господарства регіону майже не

застосовували рубки переформування, що призвело до деградації і всихання ялинових деревостанів на значній площі. Такі розладнані похідні ялинники є найуразливішими до несприятливих біотичних та абіотичних чинників в сучасних умовах посилення антропогенного навантаження та змін клімату.

Рубки переформування дають можливість поступового формування мішаних різновікових ялинових деревостанів. У перспективі такі ліси будуть мати більші біотичну стійкість, біорізноманіття, рекреаційну цінність та краще виконуватимуть середовищно-захисні функції. З цього погляду, мішані різновікові лісостани найкраще поєднують екологічні, економічні та суспільні вимоги щодо ведення сталого багатофункціонального лісового господарства.

References

Debryniuk, Yu. M. (2011). Dieback of the fir forest: causes and consequences. *Scientific bulletin of the Ukrainian National Forestry University, 21.16*, 32-38. https://cyberleninka.ru/article/n/vsihannya-smerekovih-lisiv-prichini-ta-naslidki /viewer (in Ukrainian).

Furdychko, O. (2002). *Carpathian forests: problems of ecological safety and sustainable development of the mountainous region.* Lviv: Biblos (in Ukrainian).

Grom, M. M. (2005). *Forest assessment: Educational manual*. Lviv: Ukrainian National Forestry University (in Ukrainian).

Hansen, J., Ruedy, R., Glascoe, J., & Sato, M. (1999). GISS analysis of surface temperature change. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, *104* (D24), 30997-31022. https://doi.org/10.1029/1999JD900835

Hensiruk, S. A. (1964). *Forests of the Ukrainian Carpathians and their use.* Kyiv: Harvest (in Ukrainian).

Hlásny, T., Trombik, J., Dobor, L., Barcza, Z. & Barka, I. (2016). Future climate of the Carpathians: Climate change hot-spots and implications for ecosystems. *Regional Environmental Change*, *16* (5), 1495-1506. https://doi.org/10.1007/s10113-015-0890-2

Golubets, M., & Tsaryk, Y. (1992). Sustainability and stability – important features of living systems. *Ukrainian Ecological Bulletin of Oikumen, 2*, 21-26 (in Ukrainian).

Krynytskyy, H. (2005). Critical situation in spruce forests. *Forest and hunting journal, 4,* 17-19 (in Ukrainian).

Krynytskyy, H., & Chernyavskyy, M. (2014). *Close to nature and multifunctional forest management in the Carpathian region of Ukraine and Slovakia.* Uzhgorod: PE «Kolo». http://www.forza.org.ua/sites/default/files/closetonureforestry_ukr_web_0.pdf (in Ukrainian)

Lavnyy, V., & Schnitzler, G. (2014). Experience of conversion cuttings in the spruce forests of Germany. *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine. Collection of Research Papers, 12*, 73-78 http://www.forestersslearning.eu/storage/%D0%A0%D1%83%D0%B1%D0%BA%D0%B8-%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%84%D0%BE%D1% 80%D0%BC_%D0%9D%D1%96%D0%BC_%D0%9B%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D0%B9.pdf (in Ukrainian).

Maxton, G., & Randers, J. (2016). *Reinventing prosperity: Managing economic growth to reduce unemployment, inequality and climate change*. Vancouver: Greystone books.

MEA (Millennium Ecosystem Assessment) (2005). *Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis.* Washington: Island Press. https://www.millenniumassessment.org › documents › document.356.aspx.pdf

Pachauri, R. K. , Allen, M. R. , Barros, V. R. et al. (2014): *Climate Change 2014*: *Synthesis Report*. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change / R. Pachauri and L. Meyer (editors), Geneva: IPCC.

Parpan, V., Shparyk, Y., Slobodyan, P., Parpan, T., Korshov, V., Brodovich, R., ... Cheban, I. (2014). Forest management peculiarities in secondary Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) stands of the Ukrainian Carpathians. *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, 12*, 20-29. http://fasu.nltu.edu.ua/index.php/nplanu/article/view/127 (in Ukrainian).

Pelyukh, O. (2018). The essence and economic-legal foundation of secondary Norway spruce stands conversion process in the Ukrainian Carpathians. *Scientific Bulletin of Kherson State University, 28*, 36-41 (in Ukrainian). http://ej.journal.kspu.edu/index.php/ej/article/view/22

Pelyukh, O., Fabrika, M., Valent, P., Kucbel, S., & Zahvoyska, L. (2018). Modelling of secondary even-aged Norway spruce stands conversion using the tree growth simulator SIBYLA: SE «Rakhiv Forestry» case study. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov. Series II: Forestry-Wood Industry-Agricultural Food Engineering, 11.2,* 29-46. http://webbut.unitbv.ro/Bulletin/Series%20II/Contents_II_2_2018.html

Pelyukh, O., Zahvoyska, L., Maksymiv, L. & Paletto, A. (2019). Stakeholders' interests and roles in the context of secondary Norway spruce forest conversion: Ukrainian Carpathians case study. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov. Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering. Series II*, *12* (1), 59-72. https://doi.org/10.31926/but.fwiafe.2019.12.61.1.5

Shparyk, Yu. (2017). Economic results of spruce forests' decline in the Ukrainian Carpathians. *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine. Collection of Research Papers, 15*, 129-139. http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:hMCeENAQEHcJ:194.44.152.155/elib/local/hr2120.

docx+&cd=6&hl=en&ct=clnk&gl=ua&client=firefox-b-ab (in Ukrainian).

Shparyk, Yu. S, Parpan, T. V, Slobodyan, P. Ya, Savchyn, T. I., & Buniy V. Ya. (2013). Parching spruce forests on the north-eastern slope of the Ukrainian Carpathians. *Scientific bulletin of the Ukrainian National Forestry University, 23.5*, 141-147. https://cyberleninka.ru/article/n/vsihannya-yalinnikiv-na-pivnichno-shidnomu-megashili-ukrayinskih-karpat/viewer (in Ukrainian).

Slobodyan, P. (2012). Condition of natural spruce stands Ukrainian Carpathians. *Scientific bulletin of the Ukrainian National Forestry University, 22.10*, 45-50. https://cyberleninka.ru/article/n/problemi-pohidnih-yalinnikiv-ukrayinskih-karpat/viewer (in Ukrainian).

Slobodyan, Ya. M., Shpilchak, T. G., & Slobodyan, P. J. (1999). Influence of microclimate on the development of foci of drying up of the Carpathian spruce forests. *Scientific bulletin of the Ukrainian National Forestry University, 9*, 193-197 (in Ukrainian).

Stanners, D. & Bourdeau, P. (Eds.). (1995). *Europe's environment: the Dobris assessment* (pp. 261-296). Copenhagen: European Environment Agency. Copenhagen. http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:-gZ4egVisZ4J:www.aughty.org/pdf/dobris.pdf+&cd=3&hl=en&ct=clnk&gl=ua&client=firefox-b-ab

TEEB (The Economics of Ecosystems and Biodiversity) (2010). *Ecological and Economic Foundations*. P. Kumar (Ed.). London and Washington: Earthscan. http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:E0qUM_oqj1QJ:www.biodiversity.ru/programs/international/teeb/materials_teeb/TEEB_SynthReport_English.pdf+&cd=3&hl=en&ct=clnk&gl=ua&client=firefox-b-ab

Werners, S. E., Bos, E. J., Civic, K., Hlásny, T., Hulea, O., Jones-Walters, L. M., ... Velde, I. (2015). *Climate change vulnerability and ecosystem-based adaptation measures in the Carpathian region: final report-Integrated assessment of vulnerability of environmental resources and ecosystem-based adaptation measures* (No. 2572). Alterra, Wageningen-UR. http://edepot.wur.nl/351036

Zahvoyska, L. & Pelyukh, O. (2016). DPSIR-model of interaction between social and ecological systems: phenomenon of spruce stands drying in Ukrainian Carpathians. *Odessa National University Herald. Economy, 8* (50), 82-88. http://visnyk-onu.od.ua/index.php/uk/arkhiv-vidannya?id=153(in Ukrainian).

Распространение и анализ состояния производных еловых древостоев Украинских Карпат

В. В. Лавный[1], О. Р. Пелюх[2]

Установлено негативное синергетическое воздействие изменений климата и усиления антропогенной нагрузки на состояние, структуру и функционирование производных еловых древостоев Украинских Карпат. Проведенный ретроспективный анализ процесса функционирования этих лесных экосистем показал, что ожидаемый экономический эффект от создания чистых еловых древостоев не оправдал себя и привел к крупномасштабному усыханию и отмиранию еловых насаждений.

Выполненный анализ состояния и динамики производных еловых древостоев Украинских Карпат показал критическое состояние этих лесных экосистем и их негативное влияние на экономическое положение лесохозяйственных предприятий региона. Общая площадь производных ельников на территории Украинских Карпат составляет 126678,1 га с общим запасом древесины 43032,5 тыс. м^3. Наибольшую площадь производные еловые древостои занимают на территории Ивано-Франковской – 60514,8 га (47,8 % от общей площади производных еловых древостоев), а наименьшую – в Черновицкой (13155,1 га или 10,4 %) областях. Средний запас производных ельников составляет 340 м^3·га$^{-1}$. По запасу древесины распределение производных еловых древостоев по группам возраста выглядит следующим образом: 32,9 % запаса формируют спелые насаждения, 27,5 – приспевающие, 21,4 – средневековые, 16,8 – перестойные и только 1,4 % запаса формируют молодняки. Средний возраст производных еловых древостоев Украинских Карпат составляет 56 лет.

Среди типов леса производные еловые древостои на территории Украинских Карпат чаще всего встречаются во влажных елово-буковых супихтачах, где их площадь составляет 47537,3 га или 37,5 % от общей площади производных еловых древостоев. Значительное количество производных ельников сформировалась также во влажных елово-буковых пихтачах – 17761,2 га (14,0 %). Производные еловые древостои отличаются высокой производительностью – наибольшую площадь занимают древостои I класса бонитета – 89631 га (70,8 % от

[1] *Лавный Василий Владимирович* – академик Лесной академии наук Украины, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, проректор по научной работе. Национальный лесотехнический университет Украины, ул. Генерала Чупрынки, 103, г. Львов, 79057, Украина. Тел.+38-098-859-72-07. E-mail: lavnyy@gmail.com ORCID: 0000-0003-2069-9026.

[2] *Пелюх Оксана Романовна* – магистр экономики окружающей среды и природных ресурсов, аспирант кафедры экологической экономики. Национальный лесотехнический университет Украины, ул. Генерала Чупрынки, 103, г. Львов, 79057, Украина. Тел.: +38-096-748-82-70; E-mail: pelyukh.o@ukr.net ORCID: 0000-0002-1889-3623

общей площади). В регионе исследований преобладают высокополнотные производные еловые древостои (полнота 0,8-1,0), площадь которых составляет 67302,2 га (53,1%). Среднеполнотные древостои (полнота 0,6-0,7) занимают площадь 45160,7 га (35,7%), низкой полноты (полнота 0,4-0,5) – 12646,0 га (10,0%). Редколесья производных еловых древостоев (полнота до 0,3) составляют 1520,5 га (1,2%), а с полнотой более 1,0 – только 48,7 га (0,04%).

Для решения проблемы прогрессирующего усыхания еловых насаждений необходимо осуществлять мониторинг лесных экосистем, интегрировать в практику ведения лесного хозяйства основы приближенного к природе лесоводства. В частности, для повышения биотической устойчивости, стабильности и биоразнообразия производных еловых древостоев необходимо шире применять рубки переформирования лесов. На основе отчетности областных управлений лесного и охотничьего хозяйства региона Украинских Карпат установлено, что государственные лесохозяйственные предприятия пока в недостаточном объеме применяют рубки переформирования. Следовательно, вопрос локализации и предотвращения усыхания производных еловых древостоев все еще остается актуальным.

Ключевые слова: (*Picea abies* L. [Karst.]); производные ельники; лесоведение; лесоводство; рубки переформирования; Карпатский регион.

Distribution and analysis of the state of secondary spruce stands in the Ukrainian Carpathians

V. Lavnyy[1], O. Pelukh[2]

The negative synergistic impact of climate change and the increase of anthropogenic pressures on the state, structure and functioning of secondary spruce stands in the Ukrainian Carpathians have been established. A retrospective analysis of the functioning of these forest ecosystems showed that the expected economic effect of creating pure spruce stands did not justify itself and led to large-scale drying and dying of spruce plantations.

The performed analysis of the state and dynamics of secondary spruce stands of the Ukrainian Carpathians showed the critical situation of these forest ecosystems and their negative impact on the economic condition of the forestry enterprises of the region. The total area of secondary spruce stands on the territory of the Ukrainian Carpathians is 126678.1 hectares with a total growing stock of 43032.5 thousand m^3. Secondary spruce stands occupy the largest area on the territory of Ivano-Frankivsk region – 60514.8 ha (47.8% of the total area of secondary spruce stands) and the smallest – in Chernivtsi region – 13155,1 ha (10.4%). The average growing stock of secondary spruce trees is 340 m^3/ha. According to the distribution of secondary spruce stands in the age groups it is as follows: 32.9% of the growing stock is formed by the mature plantations, 27.5% – by the premature forest stands, 21.4% – by the middle aged, 16.8% – by the over mature and only 1.4% of the growing stock form young stands. In general, the average age of secondary spruce stands of the Ukrainian Carpathians is 56 years.

Among the forest types, secondary spruce stands in the Ukrainian Carpathians most often occur in the wet beech-spruce-silver fir forests on relative rich soils, where their area is 47537.3 ha (37.5% of the total area of secondary spruce stands). A significant number of secondary spruce stands were formed also in the wet beech-spruce-silver fir forests on rich soils – 17761.2 ha (14.0%). Secondary spruce stands have the high productivity – the largest area is occupied by the first site class of forest stands – 89631 ha (70.8% of the total area). In the study region dominate secondary spruce stands with the high stand density (0.8-1.0), the area of which is 67302.2 ha (53.1%). The stands with the middle stand density (0.6-0.7) cover an area of 45160.7 ha (35.7%), and the stands with the small stand density (0.4-0.5) 12646.0 ha (10.0%). Secondary spruce stands with the stand density up to 0.3 are 1520.5 hectares (1.2%), and more than 1.0 – only 48.7 hectares (0.04%).

It is established that in order to solve the problem of drying up of spruce plantations, it is necessary to monitor forest ecosystems and integrate into the forest management practices the principles of close-to-nature silviculture. In particular, to increase the biotic stability, sustainability and biodiversity of secondary spruce stand, it is necessary to apply more extensive conversion cuttings. Based on the reports of the regional forestry and hunting administrations in the Ukrainian Carpathian region, it is found that state forestry enterprises are still under-utilizing the conversion cuttings. Therefore, the issue of localization and prevention of secondary spruce stands still remains relevant.

Key words: (*Picea abies* L. [Karst.]); secondary spruce stands; forest ecology; silviculture; conversion cuttings; Carpathian region.

[1] *Vasyl Lavnyy* – Full Member of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, Doctor of Agricultural Sciences, Vice Rector for Research, Ukrainian National Forestry University. General Chuprynka st., 103, Lviv, 79057, Ukraine. Tel.: +38-098-859-72-07. E-mail: lavnyy@gmail.com ORCID: 0000-0003-2069-9026

[2] *Oksana Pelyukh* – Master of Environmental and Natural Resource Economics, PhD student of the Department of Ecological Economics. Ukrainian National Forestry University. General Chuprynka st., 103, Lviv, 79057, Ukraine. Tel.: +38-096-748-82-70; E-mail: pelyukh.o@ukr.net ORCID: 0000-0002-1889-3623