



О. І. Бюра, В. С. Олійник

Прикарпатський національний університет ім. Василя Стефаника, м. Івано-Франківськ, Україна

ВПЛИВ ВИСОТНО-РЕЛЬЄФНИХ УМОВ НА ЛІСИСТІСТЬ ВОДОЗБОРІВ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ

Охарактеризовано кількісні показники лісистості річкових водозборів та породного складу їх лісів залежно від мінливості висотних і орографічних умов гірської території. До аналізу було залучено 74 водозбори площею від 20 до 1480 км² у висотному діапазоні 300-1600 м н.р.м. та зміною лісистості у межах 30-90 %. Оцінено залежність лісового покриття (%) від висоти і крутизни рельєфу та ступеня розораності водозбірних площ для регіону загалом, а також його восьми фізико-географічних частин зокрема. Виявлено, що тіснота зв'язків досить висока (коефіцієнти кореляції змінюються у межах 0,65-0,95). Наведено 17 розрахованих емпіричних формул цих зв'язків, які свідчать, що із збільшенням висоти водозборів та крутизни їх схилів лісистість зростає від підніжжя гірської системи до верхньої межі лісу. Висвітлено мінливість лісистості залежно від просторових змін геоморфологічної будови регіону. З'ясовано, що найменшою вона є у краєвому низькогір'ї Полонинських і Скибових Карпат та центральній гірській депресії із виположеним рельєфом заввишки 300-800 м, буковими, буково-ялицевими і, частково, буково-ялицево-ялиновими лісами, а найвищою (77-99 %) – на водозборах Скибових Горган із висотами понад 1000-1200 м із стрімкими схилами, кам'янистими ґрунтами та ялиновими лісами. Розраховано, що по окремих гірських хребтах і масивах, залежно від особливостей їх рельєфу і ґрунтів, градієнт збільшення лісистості з висотою змінюється у межах 4,7-7,4 % на 100 м її підняття, за винятком водозборів центральної карпатської улоговини, для якої характерні мала мінливість висот і виположений рельєф. Охарактеризовано співвідношення розораності земель і лісистості водозборів. Отримано кількісні показники зменшення частки бука і збільшення площ ялиників у лісовому покритті водозборів залежно від їх висотного розміщення на двох протилежних мегасхилах гірської системи. Наведено способи підвищення поліфункціональної ролі лісистості водозборів: розширення її площі, застосування захисного лісорозведення і фітомеліорації; використання методів ведення господарства за водозборами та наближеного до природи лісівництва, а також впровадження природозберігаючих технологій лісоексплуатації. Акцентовано увагу на потребі застосування гідротехнічних заходів зі запобігання водній стихії.

Ключові слова: рельєф; породний склад лісів; бук; ялина; кореляція; емпіричні рівняння.

Вступ / Introduction

Досить важливим еколого-економічним показником будь-якого природного або адміністративного регіону є рівень лісистості, від якого залежать його лісосировинний потенціал, особливості біорізноманіття та природної рівноваги. Для гірських територій лісистість традиційно визначають у двох ракурсах – для гірської системи загалом та для її річкових басейнів зокрема, у межах яких, зазвичай, розміщені окремі лісогосподарські підприємства. Для Карпат, як регіону, характерна найвища в Україні лісистість – 65 % [5], що досить важливо для запобігання розвиненій тут стихії, зокрема через значне розчленування рельєфу і зливову діяльність на 88 % площі регіону можливе формування ерозійних процесів [15], а майже на усій території – паводкового стоку [19].

Незважаючи на досить високий рівень лісистості регіону загалом, по окремих річкових басейнах він змінюється у досить значних межах – від 30 до 90 % [7, 18]. Його показники значно залежать від ступеня господарської освоєності територій для сільськогосподарських цілей та особливостей гірського рельєфу, передусім висоти та крутизни гірських схилів. Водночас із збільшенням гіпсометричних рівнів змінюється частка основних лісотвірних порід регіону – бук лісового та ялини європейської. Такий спектр лісистості водозборів, їх лісотвірних порід і змін, залежно від гірського рельєфу з позицій виконання ними захисних і лісосировинних функцій, унеможливило застосування однакових методів і напрямів ведення лісового господарства. Тому з наукових і прикладних аспектів досить актуаль-

Інформація про авторів:

Бюра Олег Ігорович, аспірант, кафедра лісового та аграрного менеджменту.

Email: oleh.bura.22@pnu.edu.ua; <https://orcid.org/0009-0006-9996-0520>

Олійник Василь Степанович, д-р с.-г. наук, професор, кафедра лісового та аграрного менеджменту.

Email: vasyli.oliynyk@pnu.edu.ua; <https://orcid.org/0000-0003-2039-9330>

Цитування за ДСТУ: Бюра О. І., Олійник В. С. Вплив висотно-рельєфних умов на лісистість водозборів Українських Карпат. Науковий вісник НЛТУ України. 2025, т. 35, № 2. С. 09–15.

Citation APA: Bura, O. I., & Oliynyk, V. S. (2025). Impact of altitude and relief conditions on forest cover of the catchment of the Ukrainian Carpathians. *Scientific Bulletin of UNFU*, 35(2), 09–15. <https://doi.org/10.36930/40350201>

ним є кількісне оцінювання змін лісистості водозборів залежно від висотно-рельєфних умов території.

Об'єкт дослідження – функціонування річкових водозборів у висотному діапазоні 300-1600 м н.р.м. із мінливістю лісистості у межах 30-90 %.

Предмет дослідження – методи і засоби визначення лісистості річкових водозборів і її породного складу, пізнання яких дасть змогу покращити лісові ресурси регіону та їх поліфункціональне значення.

Мета роботи – кількісно оцінити вплив висотно-рельєфних чинників на показники лісового покриву водозборів Карпат та його мінливості за орографічними районами гірської території, що дасть змогу вдосконалити диференційовний підхід до ведення лісового господарства.

Для досягнення зазначеної мети визначено такі основні завдання дослідження:

- проаналізувати зміни лісистості водозборів та частки у них основних лісотвірних порід для гірської системи загалом із кількісним оцінюванням впливу на них висоти і крутизни схилів та їх сільськогосподарської освоєності, що забезпечить удосконалення структури угідь на водозборах;
- проаналізувати мінливість лісистості водозборів для окремих орографічних масивів регіону залежно від висоти та розораності земель, що уможливить класифікацію водозборів за їх природногосподарським значенням;
- визначити головні напрями лісгосподарської діяльності стосовно впорядкування структури угідь на водозборах, здійснення комплексу лісівничо-меліоративних і гідротехнічних заходів з урахуванням висотно-рельєфних і орографічних особливостей регіону, що сприятиме покращенню у ньому еколого-лісівничої ситуації.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У наявних дослідженнях лісистості Карпат, її породної та вікової структури, а також динаміки можна виокремити три напрями проведення досліджень:

- 1) Аналіз часової динаміки лісистості водозборів свідчить, що внаслідок післявоєнних перерубів лісу та їх вітровалів у середині ХХ ст. вона зменшилася пересічно на 15 % порівняно із передвоєнними показниками [19], а на зламі ХХ-ХХІ ст. уже їх перевищувала на 3 % [18]. У подібних до Українських Карпат словацьких умовах у 1990-2013 рр. позитивні зміни лісового покриву становили 1,7-3,0 % [1]. Питання щодо сучасного її збільшення підлягає сумніву [13] з тих міркувань, що у місцях формування паводків вона достатньо висока – понад 70 %. Для з'ясування певну загрозу втрат лісового покриву становить проведення суцільних рубок на схилах $>20^\circ$ і висотах понад 1100 м, де вони заборонені [4], та хвороби і висихання деревостанів [14]. Такі ділянки можуть охоплювати 2-15 % площ лісових масивів орографічних регіонів;
- 2) Аналіз породного та вікового складу лісового покриву [18] свідчить, що впродовж 1970-2010 рр. частка ялиників у ньому зменшилася на 6-12 %, а букових деревостанів зросла на 6-10 %. Водночас, стрімко зменшилася площа молодняків (у 4,2 раза), в 1,6 раза збільшилася частка середньовікових насаджень і на 40 % – пристигаючих, стиглих і перестійних деревостанів. З'ясовано, що на природні ліси припадає близько 42 % лісового фонду регіону [21], а решту його формують перетворені деревостани із домінуванням ялини, хоча для корінного лісового покриву її частка не повинна перевищувати 30 %, а бука має сягати 60 %;
- 3) Прогнози щодо змін лісового покриву під впливом глобального потепління клімату зводяться до того, що в разі його продовження у Карпатах варто очікувати під-

няття верхньої межі лісу, зменшення частки ялинових лісів і відповідне збільшення площ букових і ялицевих деревостанів [20]. Згідно з моделюванням залежності змін висотної поясності рослинності Карпат від потепління клімату [16], вже до 2070 р. можливе зникнення ялинових лісів і субальпійських та альпійських угруповань, тому актуалізується питання щодо вивчення впливу змін клімату на висотні пояси та їх лісотвірні породи з урахуванням екотипів та природних антропогенних чинників [12].

У роботі [10] наведено класифікацію річок та здійснено структурування річкової мережі при автоматичному виборі водозборів. Автори вважають, що автоматичний вибір річкових водозборів є важливою частиною автоматичного узагальнення тематичних карт. Для виконання завдання вибору річкових водозборів ключовим є обґрунтована оцінка важливості різних річок у глобальній структурі. Тут потрібна система класифікації, щоб кількісно визначити важливість кожної з них. У цій системі важливість річок відрізняється на різних рівнях річкових водозборів. Хоча вже існує кілька систем класифікації, кожна з яких має свої переваги та недоліки, вони все ще не можуть задовольнити вимоги автоматичного вибору річкових водозборів. Водночас, що стосується автоматичного вибору річкових водозборів, класифікація річок є надзвичайно важливою та незамінною. І, враховуючи класифікацію річок, вона загалом базується на таких двох пунктах: річку високого рівня потрібно вибирати, щоб забезпечити зв'язок її з мережею за допомогою системи класифікації; річки на одному рівні можна вибирати за довжиною, щільністю та іншими показниками. У своєму дослідженні автори запропонували класифікацію річок на підставі їхнього басейну, починаючи з важливості річкових водозборів у місцевих районах, можна вибирати відповідно до важливості річок, що може допомогти зберегти щільність стоку незмінною до та після вибору.

Загалом, незважаючи на різноплановість досліджень динаміки лісистості у регіоні, мало з'ясованою залишається її залежність від висотно-рельєфних особливостей території та мінливості по окремих орографічних районах, а також кількісне оцінювання змін основних лісотвірних порід із висотою водозборів на протилежних мегах схилах гірської системи. З'ясування цих особливостей досить актуальне для обґрунтування заходів з посилення захисної ролі лісів, їх стійкості, впорядкування структури угідь та покращення природного та вікового складу деревостанів. На цей час запропоновано низку лісгосподарських заходів із вирішення цих питань, проте вони не систематизовані із врахуванням закономірностей поширення лісистості водозборів та виконання нею поліфункціональної ролі.

Матеріали та методи досліджень. До аналізу було залучено дані по 75 річкових водозборах, які охоплюють усе біорізноманіття умов регіону Українських Карпат. Їх основні природно-лісівничі характеристики змінюються у таких межах:

- площа: 20-1490 км²;
- середня висота н.р.м.: 300-1490 м;
- середньозважена стрімкість схилів: 5-30°;
- частка схилів із крутизною понад 10°: 10-95 %;
- частка схилів із крутизною понад 20°: 0-90 %;
- розораність земель: 0-30 %;
- лісистість: 31-91 %;
- частка бука лісового (*Fagus silvatica*) у лісовому покриві: 1-99 %;

- частка ялини європейської (*Picea aquies*) у лісовому покриві: 1-100 %;

Показники площі, висоти та розораності водозборів запозичували з даних гідрометеослужби [24], стрімкість схилів розраховували на підставі джерела [19], а лісистість і частку основних лісотвірних порід – бука та ялини – визначали за матеріалами лісовпорядкування 2006-2016 рр. з урахуванням даних, наведених у джерелах [7, 19, 24]. При цьому лісистість водозборів визначали як відношення вкритої лісом площі до всієї площі водозбирання (%). Аналізуючи матеріали поширення лісів, враховували висоту і стрімкість схилів та особливості геоморфологічного районування Карпат [3]. Аналіз матеріалів здійснювали загальноприйнятим кореляційним методом із використанням середовища Excel. При цьому розраховували емпіричні залежності відсотка лісистості водозборів від їх висотного розміщення і крутизни для регіону загалом і його орографічних масивів зокрема. Оцінювання висотної мінливості основних лі-

сотвірних порід бука та ялини здійснювали окремо для двох протилежних мегасхилів гірської системи – північно-східного та південно-західного, що відрізняються лісорослинними і гідрокліматичними умовами.

Результати дослідження та їх обговорення / Research results and their discussion

Невід'ємним і одним із найпоширеніших компонентів гірських ландшафтів є рівень їх лісистості. Його визначають за комплексом чинників – висотою місцевості, крутизною схилів, особливостями фізико-географічних умов окремих гірських хребтів і масивів, їх освоєнням для сільськогосподарських цілей, розміщенням населених пунктів тощо. На всій території Карпат, її двох мегасхилах і окремих геоморфологічних районах із підняттям висоти рельєфу властиві зростання крутизни схилів, зменшення розораності земель і збільшення лісистості водозборів (табл. 1).

Табл. 1. Основні характеристики водозборів на різних гіпсометричних рівнях Карпат /
Main characteristics of catchments at different hypsometric levels of the Carpathians

№ з/п	Водозбір (річка-пункт)	Площа, км ²	Середня висота, м н. р. м.	Середньозважена стрімкість схилів, град.	Частина площ із крутизною		Лісис-тість, %	Розора-ність, %
					>10°	>20°		
Північно-східний мегасхил								
1	Тисмениця – м. Дрогобич	250	390	5	20	0	41	25
2	Бистриця – с. Озими	206	520	11	65	0	41	25
3	Дністер – м. Самбір	850	570	11	60	<1	51	30
4	Бистриця Солотвинська – м. Івано-Франківськ	795	700	–	30	13	48	–
5	Свіча – с. Зарічне	1280	730	13	60	20	64	10
6	Лімниця – с. Перевозець	1490	760	–	57	19	55	30
7	Сукіль – с. Тисів	138	770	14	82	20	79	5
8	Чечва – с. Спас	269	820	15	84	19	72	5
9	Пруг – м. Яремче	597	990	22	95	32	79	<5
10	Пруг – с. Татарів	366	1000	20	–	–	80	<5
11	Свіча – с. Мислівка	201	1000	–	90	40	87	<5
12	Пруг – смт Ворохта	48	1300	30	<10	90	85	0
Південно-західний мегасхил								
1	Боржава – с. Шаланки	1110	470	–	57	20	54	15
2	Латориця – м. Мукачево	1360	570	–	85	26	63	5
3	Тернова – с. Нересниця	1120	930	–	93	47	72	<5
4	Шопурка – дельта	283	1000	–	94	29	81	<5
5	Тиса – с. Ділове	1190	1000	–	95	30	69	5

Це наочно проявляється під час порівняння характеристик водозборів, розташованих біля підніжжя гір (висоти 390-570 м, із крутизною схилів 5-11°, розораність 25-30 % та лісистістю 41-51 %) із аналогічними показниками верхньої частини гір (висота >1000 м, стрімкість 22-30°, розораність 0-<5 % та лісистість 79-87 %). При цьому, у загально регіональному плані стосовно рівнів лісистості і розораності земель досить чітко виділяються два висотні рівні: нижній – від підніжжя гір до висот 700-800 м із лісистістю 41-64 % та розораністю 10-30 % та верхній – на більших висотах із значною лісистістю (>70 %) і мінімальним використанням земель як ріллі (<5 %). В обох випадках частка земель, зайнятих сіножатями і вигонами, становить 20 % [9].

Проведене на підставі кореляційного аналізу кількісного оцінювання залежностей показників крутизни схилів, лісового покриву і розораності водозборів залежно від їх висотного розміщення (табл. 2) свідчить про таке:

- 1) із збільшенням гіпсометричних рівнів водозборів зростає стрімкість їх схилів, а разом з тим і лісистість. Ці закономірності характеризуються досить високими коефіцієнтами кореляції (0,73-0,92) та коефіцієнтами рег-

ресії, які для крутизни схилів становлять 2,6-7,4° на 100 м підняття рельєфу, а для лісистості відповідно – 3,9-5,7 %;

- 2) розораність земель, як було зазначено вище, з висотою розміщення зменшується ($r = -0,74$) із коефіцієнтом регресії –3,1 % /100 м;
- 3) із збільшенням висоти водозборів на обох мегасхилах гірської системи у лісовому покриві зменшується частка бука ($r = -0,73$; $-0,83$) і зростає площа ялини ($r = 0,64$; $0,81$). Інтенсивніше ці процеси відбуваються на північно-східному мегасхилі й повільніше – на південно-західному.

Отже, середня висота водозбирання н.р.м. і пов'язана з нею стрімкість схилів є основними чинниками формування лісистості, основних лісотвірних порід та розораності водозборів у гірських умовах.

Попри загально регіональну мінливість показників лісистості та породного складу лісових порід, спричинених зміною висотних рівнів водозборів, у регіоні існують певні місцеві відмінності цього процесу, що зумовлено просторовою неоднорідністю фізико-географічних умов території. Аналіз геоморфологічного районування Карпат та поширення лісистості, лісотвірних по-

рід і їх залежностей від висоти водозборів свідчить, що за цими показниками територію регіону можна розділити на шість частин (табл. 3):

- 1-2) краєвого низькогір'я і центральних карпатських знижень рельєфу із середніми висотами до 800 м н.р.м., невисокою лісистістю водозборів (40-50 %), яку формують букові та ялинові насадження.
- 3-4) Сколівських Бескид та Вулканічних і Полонинських Карпат із середніми висотами водозборів до 920-1060 м, що характеризуються лісистістю 65-69 %. У першому випадку її формує здебільшого ялина, у другому – бук.
- 5-6) водозбори приурочені до найвищих рельєфних умов регіону – Горган, Гринявських і Верховинсько-Свидовецьких гір, до яких також долучені середньогірські басейни Покутсько-Буковинських Карпат та Рахівсько-Чивчинського масиву. Середні висоти водозборів тут

сягають 1200-1300 м, у їхньому лісовому покриві панує ялина, проте лісистість різна – найвища вона у Горганах (81 %) із малоприсадними для аграрних цілей кам'янистими схилами і дещо нижча (72 %) – у Чорногірсько-Свидовецькому масиві внаслідок більшого поширення вторинних вигонів через менш стрімкий рельєф.

Залежність лісистості від висотного розташування водозборів на схилах окремих гірських масивів, як і регіону загалом досить висока, її коефіцієнт кореляції змінюється на окремих частинах території здебільшого у межах 0,66-0,79, а коефіцієнт регресії – від 4,2 до 7,4 % на 100 м підняття рельєфу. Виняток становлять водозбори міжгірного зниження рельєфу внаслідок незначного коливання висот та панування виположених схилів.

Табл. 2. Емпіричні залежності основних характеристик гірських водозборів від їх висоти розміщення / Empirical dependencies of the main characteristics of mountain catchments on their elevation and location

Аналізована залежність	Коефіцієнт кореляції	Емпіричне рівняння
Змін характеристик водозборів для гірської системи загалом		
Крутизни схилів (I , град) від висоти (h , м н.р.м.)	$r = 0,98^{\pm 0,01}$	$I = 0,026 \cdot h - 4$
Частини схилів (%) від їх висоти розміщення: - >10° - >20°	$r = 0,73^{\pm 0,12}$ $r = 0,73^{\pm 0,12}$	$I = 0,074 \cdot h + 14$ $I = 0,053 \cdot h - 19$
Розораності земель (f_p , %) від висоти розміщення	$r = -0,74^{\pm 0,14}$	$f_p = 35,4 - 0,031 \cdot h$
Лісистості водозборів (f_n , %) від: - висоти розміщення - крутизни схилів	$r = 0,86^{\pm 0,07}$ $r = 0,85^{\pm 0,09}$	$F_n = 0,057 \cdot h + 21$ $F_n = 2,04 \cdot I + 33$
Лісистості водозборів від: - висоти і крутизни >10° - висоти і крутизни >20°	$R = 0,90^{\pm 0,03}$ $R = 0,92^{\pm 0,03}$	$f_n = 17 + 0,039 \cdot h + 0,244 \cdot I$ $f_n = 28 + 0,040 \cdot h + 0,241 \cdot I$
Змін лісотвірних порід (%) з висотою розміщення на різних мегасхилах		
Для північно-східного мегасхилу: - букові деревостани (Бк) - ялинові деревостани (Ял)	$r = -0,85^{\pm 0,06}$ $r = 0,64^{\pm 0,13}$	Бк = $99 - 0,09 \cdot h$ Ял = $0,09 \cdot h - 4,2$
Для південно-західного мегасхилу: - букові деревостани (Бк) - ялинові деревостани (Ял)	$r = -0,73^{\pm 0,10}$ $r = 0,81^{\pm 0,07}$	Бк = $148 - 0,118 \cdot h$ Ял = $0,15 \cdot h - 75$

Табл. 3. Мінливість лісового покриву водозборів залежно від рельєфних умов / Variability of catchment forest cover depending on relief conditions

Висотний пояс лісів	Середні показники				Кореляційні залежності f_n (%) від h (м)	
	висоти (h , м н.р.м.), діапазон / середня	лісистості, f_n , %	частка бука, %	частка ялини, %	Коефіцієнт парної кореляції	Рівняння регресії
Краєве низькогір'я північно-східного мегасхилу гір						
Ялицево-букові	$\frac{390-700}{620}$	49	33	26	$0,69^{\pm 0,15}$	$f_n = 0,065 \cdot h + 9$
Сколівські Бескиди						
Буково-ялицево-ялинові	$\frac{570-920}{840}$	65	22	72	$0,68^{\pm 0,18}$	$f_n = 0,074 \cdot h + 5$
Міжгірні зниження обох мегасхилів						
Буково-ялицеві і буково-ялицево-ялинові	$\frac{690-800}{760}$	40	42	54	$0,44^{\pm 0,26}$	достовірний зв'язок відсутній
Скибові і Внутрішні Горгани						
Буково-ялицево-ялинові і ялинові	$\frac{800-1200}{1000}$	81	17	78	$0,77^{\pm 0,4}$	$f_n = 0,042 \cdot h + 40$
Гринявські і Верховинсько-Свидовецькі гори						
Ялинові ліси	$\frac{960-1300}{1110}$	72	1	95	$0,66^{\pm 0,17}$	$f_n = 0,061 \cdot h + 5$
Вулканічні і Полонинські Карпати						
Букові ліси	$\frac{300-1060}{700}$	67	76	14	$0,79^{\pm 0,10}$	$f_n = 0,053 \cdot h + 30$

Отже, наведені результати свідчать, що у складних природних умовах Українських Карпат основна роль у поширенні лісового покриву та його породному складу належить висоті гірського рельєфу над рівнем моря. Водночас вагоме значення у їх мінливості також нале-

жить крутизни гірських схилів, місцевим особливостям природних умов та використанню земельних ресурсів в аграрних цілях. Тому для регіону досить важливим є врахування цієї специфіки стану лісових масивів у господарському та природоохоронному особливостях.

Обговорення результатів дослідження. Із аналізу літературних джерел, картографічних матеріалів та лісового фонду можна чітко виокремити дві групи факторів, з якими пов'язані особливості поширення лісистості та її породного складу на водозборах [9]:

- 1) рельєфні – висота і стрімкість гірських схилів, із збільшенням яких зростає площа лісів загалом, зменшується частка бука і зростає площа ялини; на цю закономірність певний вплив має просторова мінливість рельєфних умов території регіону;
- 2) господарське використання земель як орних угідь, сінокосів і вигонів. Зазвичай, із збільшенням висоти гірського рельєфу його вплив на лісовий покрив зменшується, хоча в окремих гірських масивах внаслідок розширення пасовищ різко знизилася верхня межа лісу. До цієї групи факторів варто віднести і тривалу лісогосподарську діяльність, зокрема понад 150-річне культивування ялини у букових і мішаних типах лісу.

Порівнюючи дані, які отримали ми для Українських Карпат, із результатами аналогічних досліджень у басейні річки Бодрог (Західні Карпати, Словаччина) [1], варто зазначити, що в першому випадку залежність лісистості від висоти виражена сильніше, ніж у другому. Так, для Українських Карпат у діапазоні висот 400-1600 м н. р. м. для 27 % водозборів характерна лісистість від 31 до 50 %, на 33 % вона змінюється в межах 51-70 % і для 40 % водозборів становить понад 70 %. Для басейну Богроду з висотами 100-1000 м для 13 % водозборів характерна лісистість менше 35 %, а на 15, 40 і 32 % водозборів вона відповідно змінюється у межах 36-50, 51-70, 71-100 %.

У методичному розумінні рівень лісистості та ступінь водопроникливості ґрунтів водозборів дають підстави для їх класифікації щодо віднесення до категорій виникнення на них паводкових загроз [23]. На цей час для гірських умов Словаччини серед них виділяють категорії низьких, середніх і високих стихійних ситуацій [22]; для української території Карпат для цього необхідні картографічні дані щодо показників водопроникливості ґрунту на різних угіддях.

Висотне збільшення лісистості має важливе захисне значення, позаяк із зростанням гіпсометричних рівнів зменшується потужність ґрунтів, їх водоутримна здатність, інтенсифікуються схлисовий стік та ерозійні явища [17, 18]. Водночас цей процес актуалізується висотними змінами стійкості деревостанів [25]. Враховуючи ці особливості гірських лісів, їх найвищу для України потенційну продуктивність, до яких останніми роками додається ще й істотне рекреаційне значення, для них є досить важливим комплексне посилення поліфункціональної ролі. Теоретичною основою для такого виду діяльності може бути специфіка висотних лісівничо-рельєфних і господарських особливостей водозборів із відповідними напрямами лісогосподарських заходів.

Перший із них – це збереження, а подекуди підвищення лісистості водозборів. Найменшою (30-50 %) вона є в господарсько-перетворених низькогірських водозборах (з висотами 400-800 м н.р.м.), а найвищою (65-90 %) на гірських хребтах заввишки >800 м. Тому ефективність захисних властивостей лісу у верхній частині гір в 1,4-1,6 рази вища, ніж у нижній їх смугі [17]. Певним резервом для збільшення лісистості низькогір'я можуть бути еродовані землі. Лише в гірській частині Закарпатської області вони сягають 39,6 тис. га, з яких 14,3 тис. га потрібно заліснити [8]. При цьому збалансу-

вання співвідношення лісових і аграрних угідь можна проводити не способом тотального підвищення лісистості, а для окремих частин регіону, де її рівень нижчий від екологічно оптимального. У верхній смузі гір це питання менш актуальне, оскільки тут вона досить висока. При цьому, як зазначено вище, у майбутньому під впливом глобального потепління клімату можливе зміщення лісових поясів до найвищих гіпсометричних рівнів гірської системи.

Другий напрям посилення поліфункціональної ролі лісів – ведення лісового господарства за водозбірним принципом [7] та застосування наближеного до природи лісівництва [6];

Третій напрям діяльності – захисне лісорозведення, масштаби якого в областях Карпатського регіону на цей час невеликі – захисні насадження в них займають від 0,5-0,7 до 3,2-5,2 % площі [11]. При цьому у низькогір'ях, особливо на прибережних безлісних ділянках, актуальним є створення протиерозійних і водоохоронних лісосмуг із заплавлених вільхових і ясеневих-вільхових порід [2]. На висотах понад 800-1000 м н.р.м. важлива фітомеліорація розсіпів, осипних і зсувних ділянок [17].

Четверта група заходів – гідротехнічні, для запобігання і зменшення руйнівної сили паводків і селевих потоків. У їх ролі на водозборах з невисокою лісистістю досить ефективні прируслові дамби та традиційні для Карпатського регіону берегоукріпні "кашиці", а в умовах високої лісистості – антинаносні перепади і стокорегулювальні греблі [19].

Унаслідок обговорення результатів досліджень, виконаних різними науковцями щодо складу лісів річкових водозборів з прилеглих регіонів Карпат, можна зробити висновок про доцільність проведення саме нашого дослідження, яке пов'язане насамперед з потребою багатофункціонального використання гірських лісів, зокрема – із найбільш шкідливих проти паводкових і ґрунтозахисних особливостей, збитки від яких державі обходяться сотнями мільйонів гривень. Відносно цього, заслуговують уваги результати словацьких досліджень стосовно виділення категорій водозборів із різним ступенем паводкової небезпеки, яку можна запровадити і в Українських Карпатах, враховуючи їх лісівничу специфіку із оцінюванням водопроникливості ґрунтів на різних угіддях, що значною мірою виходить за предмет дослідження цієї роботи.

Отже, внаслідок виконаної роботи можна сформулювати такі наукову новизну і практичну значущість результатів дослідження.

Наукова новизна отриманих результатів дослідження – вперше кількісно оцінено залежність лісистості і породного складу лісів річкових водозборів від їх висотно-рельєфних і територіальних особливостей та аграрної діяльності, що розширює лісівничі знання з природи гірських ландшафтів.

Практична значущість результатів дослідження – отримані результати можна враховувати для опрацювання місцевих і регіональних проєктів упорядкування структури угідь, захисті територій від шкідливих стихійних явищ, посилення стійкості лісів та їх еколого-сировинного значення.

Висновки / Conclusions

Кількісно оцінено вплив висотно-рельєфних чинників на показники лісового покриття водозборів Карпат та

його мінливість за орографічними районами гірської території, що дає змогу вдосконалювати диференційований підхід до ведення лісового господарства. За результатами проведеного дослідження можна зробити такі основні висновки.

1. З'ясовано, що за найвищого для України рівня лісистості Карпат по окремих річкових водозборах він змінюється в досить швидкому діапазоні – від 30 до 90 %. Із збільшенням висоти водозборів зростає стрімкість їх схилів, зменшується їх розораність і підвищується частка лісистості. Виявлено, що такі зміни характеризуються досить високими коефіцієнтами кореляції (від 0,74 до 0,92), а коефіцієнт регресії збільшення лісистості пересічно сягає 5,7 % на 100 м підняття висоти. За окремими гірськими хребтами і масивами він, залежно від рельєфу і ґрунтів, змінюється у межах 4,2–7,4 %.
2. Виявлено, що із збільшенням висоти на обох мегасхилах гірської системи у лісовому покриві водозборів зменшується частка бука ($r = -0,73$; $-0,83$) і зростає площа ялини ($r = 0,64$; $0,81$). Інтенсивніше ці процеси відбуваються на північно-східному мегасхилі й повільніше на південно-західному. Розраховано, що коефіцієнти регресії зміни цих порід змінюються від -12 % (бук) до $+15$ % (ялина) на 100 м підняття висоти.
3. Встановлено, що істотна просторова мінливість лісистості території Карпат зумовлює неоднозначність виконання нею поліфункціональної ролі. Обґрунтування заходів щодо її посилення має базуватися на підставі науково-технічних проєктів, що містять впорядкування структури угідь, захисне лісорозведення, ведення лісового господарства за водозбірним принципом та використанням наближеного до природи лісівництва, а також використання гідротехнічної системи захисту від стихії. Найбільшою мірою цей комплекс заходів актуальний для водозборів із лісистістю <50 % на висотах 300–800 м н.р.м.

References

1. Barka, I., Bucha, T., Glasny, T., Kichura, A., et al. (2015). Forest management and the risk of floods in the Slovak and Ukrainian territories of the Bodrog River Basin: A monograph. Forest Research Institute, National Forest Centre. Zvolen, Slovakia. URL: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/19794>
2. Borsukevych, L. M. (2023). Protection and sustainable use of floodplain forests of Ukraine by using the habitat concept of nature conservation. *Scientific Bulletin of UNFU*, 33(3), 13–18. <https://doi.org/10.36930/40330302>
3. Brusak, V. P., & Kravchuk, Y. S. (2022). Relief and geological structure of the Vyzhnytsky and Cheremosky national nature parks (Ukrainian Carpathians). *Bulletin of V. N. Karazin Kharkiv National University. Series "Ecology"*, 26, 17–31. <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2022-26-02>
4. Chaskovskyy, O. H., & Hrynyk, H. H. (2020). Assessment of forest cover loss in the Ukrainian Carpathians using remote sensing methods based on open satellite data sources. *Scientific Bulletin of UNFU*, 30(1), 66–73. <https://doi.org/10.36930/40300111>
5. Chaskovskyy, O. H., Karabchuk, D. Yu., & 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>
6. Chernyavskyy, M., Krynytskyi, G., & Parpan, V. (2011). Nature-based forestry management in Ukraine. *Scientific Papers of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 9, 29–35. URL: <http://fasu.nltu.edu.ua/index.php/nplanu/article/view/362>
7. Chubaty, O. V. (1984). Mountain forests are regulators of the water regime. *Uzhhorod, Ukraine: Carpathians*, 104 p. URL: <https://carpaty.net/?p=29106>
8. Fandaliuk, A. V., Polichko, V. S., & Likho, O. A. (2022). The impact of erosion processes on soil quality in the Zakarpattia region and their prevention. *Bulletin of the National University of Water and Environmental Engineering*, 4(100), 222–235. <https://doi.org/10.31713/vs4202217>
9. Holubets, M. A., Havrusevych, A. N., Zahaikevych, I. K., et al. (1988). *Ukrainian Carpathians: Nature*. Kyiv: Naukova Dumka. URL: <https://carpaty.net/?p=7057>
10. Jiang, Lili, Qi, Qingwen, Zhou, Fang, Zhang, An, & Gong, Zeyi. (2014). River classification and river network structuration in river auto-selection. 2014 22nd International Conference on Geoinformatics, Kaohsiung, Taiwan, pp. 1–9. <https://doi.org/10.1109/GEOINFORMATICS.2014.6950799>
11. Kopy, L. I. (2000). The role of common oak in the formation of protective forest plantations in agro-landscapes of the western region. *Scientific Bulletin of the Ukrainian State Forestry and Timber Technology University*, 10(2), 18–23. URL: https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2000/10_2/index.htm
12. Kruhlov, I. S., Smaliychuk, A. D., Chaskovskyy, O. G., Bilanuk, V. I., Prytula, R. V., & Smaliychuk, H. V. (2021). Prospective evolution of the Carpathian forest landscape under climate and land-use change: Methodology of the research. *Scientific Bulletin of Kherson State University*, 15, 51–58. <https://doi.org/10.32999/ksu2413-7391/2021-15-5>
13. Kruhlov, I., Kümmerle, T., Chaskovskyy, O., Knorn, J., Radehoff, F., & Goster, P. (2013). The dynamics of forest cover in the Ukrainian Carpathians from 1988 to 2007: A geoecological analysis using geomatics. *Visnyk of Lviv University. Geographical Series*, 46, 218–233. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VLNU_Geograf_2013_46_27
14. Kulbanska, I. M. (2024). Monitoring of forest cover area changes in the Pokuttya-Bukovyna Carpathians using geoinformation technologies. *Scientific Bulletin of UNFU*, 34(5), 23–28. <https://doi.org/10.36930/40340503>
15. Lyalko, V. I., Elistratova, L. O., Apostolov, O. A., Khodorovsky, A. Ya., & Czechniy, V. M. (2018). Express-evaluation of potentially erosive soils on the territory of Ukraine by using the remote sensing data with consideration of climatic factors and vegetation. *Reports of the National Academy of Sciences of Ukraine*, 2018(3), 87–94. <https://doi.org/10.15407/dopovid2018.03.087>
16. Mkrtychyan, O. (2019). Modeling climatic factors of vegetation zonality in the Ukrainian Carpathians and their changes as a result of global warming. *Visnyk of the Lviv University. Series Geography*, 53, 240–251. <https://doi.org/10.30970/vgg.2019.53.10670>
17. Oliynyk, 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>
18. Oliynyk, V. S., Blistiv, V. I., & Tkachuk, O. M. (2014). Dynamics of forest cover in the mountain catchments of the Carpathians. *Scientific Bulletin of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*, 24(1), 9–14. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvltu_2014_24
19. Perekhrest, S. M., Kochubei, S. G., & Pechkovska, O. M. (1971). *Natural disasters in the Ukrainian Carpathians and their control techniques*. Kyiv: Scientific Thought, 200 p. [In Ukrainian].
20. Shparyk, Y., Krynytskyi, H., & Debryniuk, I. (2020). Trends in the dynamics of forest site types and tree stand species composition in the Ukrainian Carpathians in relation to climate change. *Scientific Papers of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 20, 82–92. <https://doi.org/10.15421/412008>
21. Smaliichuk, A. (2019). Ancient forests and primeval forests of the Ukrainian Carpathians: Geospatial structure and conservation prospects. *Visnyk of Lviv University. Geographical Series*, 53, 301–314. <https://doi.org/10.30970/vgg.2019.53.10680>
22. Solin, L. (2011). Regional variability of flood threat in small basins of Slovakia. URL: <https://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-80055066053&partnerID=MN8TOARS>
23. Solin, L., & Rusnák, M. (2020). Preliminary flood risk assessment: Case study of systematic processing of available or readily derivable information. *Water and Environment Journal*, 34(3), 1–16. <https://doi.org/10.1111/wej.12570>
24. Surface water resources of the USSR. (1976). *Basic hydrological characteristics*. Vol. 6(1). Leningrad, USSR: Hydrometeoizdat,

O. I. Bura, V. S. Olijnyk

Vasyl Stefanyk Precarpathian National University, Ivano-Frankivsk, Ukraine

IMPACT OF ALTITUDE AND RELIEF CONDITIONS ON FOREST COVER OF THE CATCHMENT OF THE UKRAINIAN CARPATHIANS

The paper deals with the impact of altitude and relief conditions on forest cover of the catchments of the Ukrainian Carpathians. In the course of research, quantitative indicators of forest cover of river catchments and species composition of their forests depending on the variability of altitudinal and orographic conditions of the mountainous area are characterised. The analysis involved 74 catchments with an area of 20 to 1480 km² in the altitude ranging from 300 to 1600 m above sea level and forest cover change within 30-90 %. The dependence of forest cover (%) on the height and steepness of the relief and the degree of depletion of catchment areas for the region as a whole, as well as for its eight physical and geographical parts in particular, was estimated. Their correlation closeness is found to be quite high (correlation coefficients range from 0.65 to 0.95). The paper also presents 17 calculated empirical formulas of these correlations, which show that with the increase in the catchment height and the steepness of their slopes, forest cover increases from the foot of the mountain system to the upper forest boundary. The variability of forest cover depending on the spatial changes in the geomorphological structure of the region is highlighted as well. Moreover, it has been found to be the lowest in the regional lowlands of the Polonynsky and Skibovy Carpathians and the central mountain depression with quite a flat relief 300-800 m high, in beech, beech-fir and partially beech-fir-spruce forests, and it is the highest (77-99 %) in the Skibovy Gorgany catchments with altitudes over 1000-1200 m, steep slopes, stony soils and spruce forests. Furthermore, it is calculated that the gradient of increase in forest cover with height varies within 4.7-7.4 % per 100 m of its rise in some mountain ranges and massifs, depending on the peculiarities of their relief and soils, except for the catchments of the Central Carpathian Basin, which is characterised by low variability of altitude and flat relief. The correlation of ploughed land and forest cover of the catchments is analysed as well. Quantitative indicators of the decrease in the share of beech and the increase in the area of spruce stands in the forest cover of catchments depending on their altitude location on two opposite megaslopes of the mountain system were obtained. The ways to increase the multifunctional role of watershed forestation are presented as follows: expansion of its area, application of protective afforestation and phytomelioration measures; use of methods of catchment management and close-to-nature forestry, as well as introduction of environmentally friendly sustainable forest exploitation techniques. Attention is focused on the need to apply hydrotechnical measures to prevent water damage.

Keywords: relief; forest species composition; beech; spruce; correlation; empirical equations.