

ЛІСІВНИЦТВО

УДК 630.[416+11]

<https://doi.org/10.33220/1026-3365.139.2021.3>

А. М. ЗЕЙНАЛЯН, В. С. ОЛІЙНИК

ВПЛИВ МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ ЯВИЩ НА СТІЙКІСТЬ ЯЛИННИКІВ ГОРТАН В УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТАХ

ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника»



Проаналізовано вплив шкідливих метеорологічних явищ на стійкість ялинових деревостанів у висотному діапазоні гір 300–1 450 м над рівнем моря на прикладі масиву Гортан карпатського регіону. Висвітлено висотно-поясні закономірності поширення несприятливих для лісу стихійних процесів та їхні лісівничі наслідки. Розраховано емпіричні залежності кількості й площ шкідливих явищ від гіпсометричних рівнів гірської системи. З'ясовано, що найменшою стійкістю до дії таких явищ характеризуються похідні ялиники в передгірних і низькогірних умовах (300–900 м над рівнем моря), яким притаманні інтенсивне всихання та вітровали. Наведено дані щодо стійкості ялини залежно від ґрунтово-рельєфних умов. Виявлено, що близько 75 % осередків вітровалів лісу приурочено до ділянок із всиханням ялини. Акцентовано увагу на актуальності застосування комплексу лісогосподарських заходів щодо запобігання зменшенню стійкості лісу, особливо у передгірних і низькогірних лісорослинних умовах.

Ключові слова: висотна поясність, похідні насадження, вітровали, всихання ялиників, тип лісу.

Вступ. Однією із найактуальніших проблем гірського лісівництва Українських Карпат, що потребує вирішення, є посилення стійкості ялинових лісів, які є доволі уразливими до сучасного потепління клімату з інтенсифікацією шкідливих для лісу метеорологічних явищ. Ситуація загострюється, оскільки в цьому регіоні ялина європейська (*Picea abies* (L) H. Karst.) є головною лісоутворювальною породою на 47 % лісового фонду.

Ялиники позитивно впливають на лісове середовище та характеризуються високою продуктивністю: середній їхній приріст становить $5,3 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$, а запаси у 100–120-річному віці в оптимальних умовах росту (до 1 100–1 200 м над рівнем моря) сягають $650\text{--}800 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$ (Smahliuk 1972). Водночас ялина європейська є малостійкою до шкідливої дії метеорологічних явищ. Передусім це вітровальна порода: об'єми її пошкодженої вітром деревини в окремі роки варіюють від 0,15 до 5,2 млн м^3 (Perekhrest et al. 1971). Ялина уразлива до дії снігу. Так, у верхній частині ялинового поясу площа осередків знелісення внаслідок снігових лавин сягає 240 га, а в нижній частині схилів випадання мокрого снігу спричиняє сніголами насаджень, унаслідок яких об'єми пошкодженої деревини можуть сягати 0,48 млн м^3 (Stoiko & Tretiak 1983). В останні десятиліття, внаслідок глобального потепління, до стихійних процесів додалося масове всихання ялиників на площі 35 тис. га із запасом деревини 14 млн м^3 (Pağan et al. 2014). У насадженнях, пошкоджених абіотичними явищами, формуються осередки захворювань, зокрема кореневих гнилей ялини, які охоплюють площу лісів понад 100 тис. га. Зменшення стійкості гірських лісів, зі свого боку, спричинює зниження їхньої поліфункціональної ролі, особливо захисних, рекреаційних і сировинних властивостей. Тому пізнання закономірностей поширення шкідливих абіотичних явищ у лісах, кількісне оцінювання їхнього впливу на стійкість деревостанів у різних лісорослинних умовах є важливими передумовами для опрацювання заходів щодо послаблення негативної дії стихії. З наукових і прикладних позицій ці питання є найбільш актуальними для таких перманентних і масштабних явищ, як всихання й вітровали ялиників.

Мета роботи – кількісне оцінювання впливу метеорологічних явищ на стійкість лісу в різних висотно-рельєфних і лісотипологічних умовах.

Матеріали й методи. Оцінювання впливу шкідливих явищ метеорологічного походження на стійкість ялиників ґрунтувалося на основі:

1) узагальнення даних про вплив на ліси стихії, наведених у лісівничих і географо-метеорологічних наукових джерелах;

2) аналізу відомчих матеріалів щодо відведення у санітарні рубки 413 ділянок насаджень, пошкоджених всиханням і вітровалами в 2011–2020 рр. в Богородчанському, Манявському й Гутянському лісництвах ДП «Солотвинське ЛГ», розташованих у центральній частині гірського масиву Горган.

Літературні дані й відомчі матеріали репрезентували все лісове біорізноманіття північно-східного мегасхилу Карпат у висотному діапазоні 300–1 450 м над рівнем моря із поясами рослинності: передгірних ялицево-букових лісів, нижньогірних буково-ялицевих лісів, середньогірних буково-ялицево-ялинових і чистих ялинових лісів. У неялинових типах лісу частка похідних ялиників становить 20–40 %.

Під час аналізу літературних даних і відомчих матеріалів основну увагу приділяли поширенню шкідливих явищ залежно від висотно-рельєфних і лісорослинних умов, зокрема трюфності й вологості ґрунтів та впливу всихання ялиників на поширення вітровалів.

Результати та обговорення. На основі аналізу літературних даних, зокрема наших досліджень (Perekhrest et al. 1971, Logvinov et al. 1973, Stoiko & Tretiak 1983, Kalutskyi & Oliinyk 2007, Rak & Oliinyk 2017, Oliinyk & Zeinalian 2020), визначено перелік шкідливих метеорологічних явищ, що впливають на стійкість гірських лісів, та їхнє поширення за гіпсометричними рівнями й висотними лісовими поясами (табл. 1).

Таблиця 1

Поширення шкідливих метеорологічних явищ і їхнього впливу на передгірні й гірські ліси

Метеорологічні явища	Висотний діапазон, м н. р. м.	Висотні пояси й деревостани	Лісівничі наслідки
I. Перманентні явища			
Штормові вітри в перезволожені періоди	300–1 300, особливо 700–1 000	Мішані передгірні й низькогірні та гірські ялинові ліси	Вітровали лісу, особливо похідних ялиників
Високі температури в суху погоду	300–1 200, особливо 600–900	Мішані передгірні й низькогірні та гірські ялинові ліси	Всихання ялиників, особливо похідних
II. Спорадичні явища			
Снігові лавини: 1) значної небезпеки; 2) середньої небезпеки	>1 500 800–1 500	Контакти ялинових лісів із субальпійським поясом, ялинові й мішані ліси	Спустошення лісу сходженням лавин
Снігові навали	>950–1 100	Мішані й чисті ялинові ліси	Пошкодження снігом ялинових молодняків
III. Епізодичні явища			
Штормові вітри під час сухої погоди	500–1 100	Буково-ялицеві й мішані ялинові ліси	Буреломи лісу
Ожеледиця, паморозь, весняні приморозки	300–1 700	Усі висотні пояси	Пошкодження вегетативних органів дерев
Мокрі снігопади	300–800	Мішані передгірні й низькогірні ліси	Сніголами лісу
Ґрунтові посухи	До 700–800	Мішані ліси	Всихання підросту й лісових культур
Пірологічні явища*	до 600–700	Мішані ліси	Знищення лісу

*віднесені до групи метеорологічних явищ умовно.

За частотою виникнення та негативними наслідками стихійні явища згруповано в три категорії:

1) перманентні (постійного прояву), що виникають у тих чи інших масштабах майже щорічно (вітровали й усихання ялиників);

2) спорадичні (нерегулярні), що виявляються час від часу з інтервалом 1–10 років, зокрема снігові лавини та навали;

3) епізодичні (випадкові, не системні), що можуть повторюватися через десятиліття. У цій категорії найбільш небезпечним є випадання мокрого снігу, що викликає сніголами похідних ялиників.

У міру збільшення гіпсометричного рівню змінюються як поширення лісової рослинності, так і кількість метеорологічних явищ впливу на стійкість лісу та їхні лісівничі наслідки. Графічний і кореляційний аналізи свідчать про залежність кількості стихійних явищ від висоти гірських місцевостань (за 100-метровою градацією), причому зв'язок є зворотнім слабкопараболічним. У передгір'ї та низькогір'ї (300–800 м н. р. м.) із дубовими, ялицевими й буковими типами лісу кількість випадків шкідливих явищ сягає 6–7 одиниць, у гірських мішаних ялинових лісах (900–1 200 м н. р. м.) зменшується до 4–5, а в чистих природних ялиниках (>1 200 м н. р. м.) – до 2–3 (рис. 1).

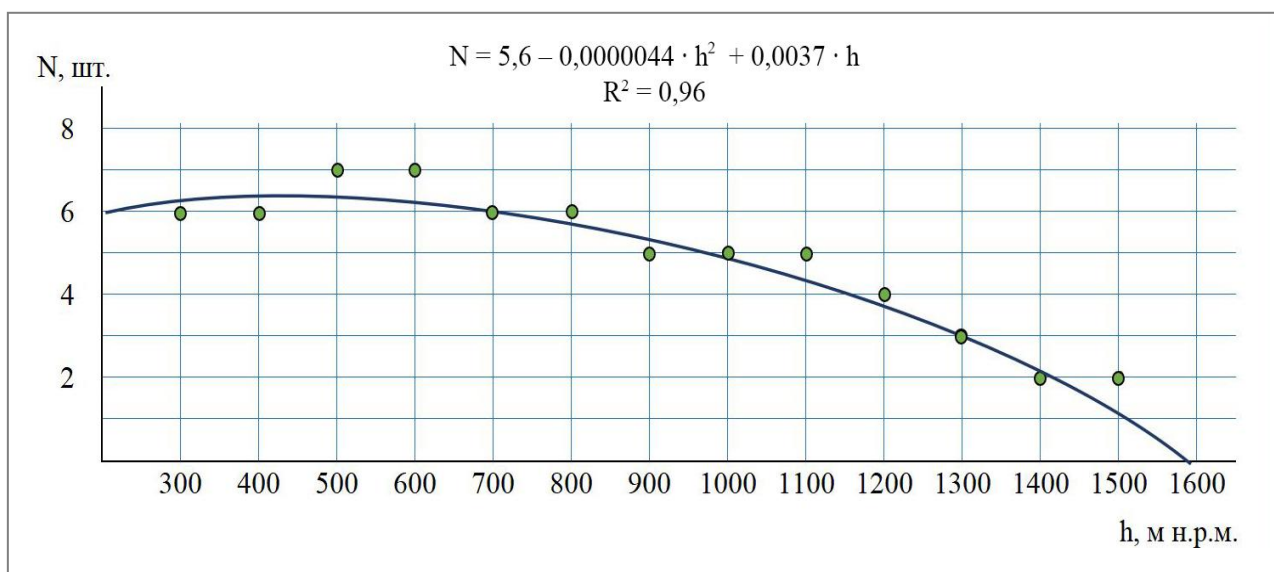


Рис. 1 – Залежність кількості випадків метеорологічних явищ, що негативно впливають на стійкість лісу (N, шт.), від висоти місцевості (h, м н. р. м.)

Загалом із наведених даних випливає, що малостійка до екстремальних метеорологічних явищ ялина найбільшою мірою може зазнавати від них шкоди за межами свого природного ареалу, де вона є похідною породою. У висотних поясах мішаних і чистих корінних ялиників стійкість ялини посилюється у міру збільшення гіпсометричних рівнів гірської місцевості. За стійкістю до шкідливих метеорологічних явищ похідні ялиники поступаються корінним деревостанам в ареалі ялинових лісів пересічно на 25 %. За його межами це співвідношення може сягати навіть 5–11-кратних величин (Stoiko & Tretiak 1983, Paupan et al. 2014).

Найбільш шкідливими й масштабними за лісівничими наслідками є такі перманентні явища, як вітровали та всихання ялиників. Наведені вище літературні джерела свідчать, що інтенсивні вітровали притаманні регіону майже 150 років, від початку трансформації природних мішаних деревостанів у похідні ялиники, а всихання породи розпочалося в середині 90-х років ХХ століття й триває досі, особливо воно поширилося після сухого й спекотного літа 2003 р. Розрахунки доводять, що вітровальні ситуації здатні охоплювати до 40 % вкритої лісом площі Карпат (1957–1965 і 1989–1990 рр.), а процеси всихання протягом останніх 10 років охоплюють 13 % площі ялиників.

Вітровали в ялинових лісах Горган добре проаналізовано в літературі (Kiselevskiy-Babinin & Diakov 1968, Kalutskiy & Oliinyk 2007, Oliinyk & Rak 2016). Відзначено вплив на їхнє поширення орографічних факторів (висоти, крутизни та експозиції схилів) та лісівничо-таксаційних особливостей насаджень (складу, віку й повноти). При цьому малоз'ясовано

залишається кількісна оцінка залежності виникнення цих явищ, максимального прояву та згасання від гіпсометричних рівнів. З метою заповнення цієї прогалини за відомчими матеріалами 2014–2015 рр. проаналізовано залежність кількості осередків вітровалів лісу від висоти місцевості в басейні річки Свіча з площею водозбору 680 км² (ДП «Вигодське ЛГ»). Зв'язок між цими змінними величинами виявився прааболічним ($\eta = 0,73 \pm 0,05$). Кількість вітровалів збільшується в середньому від 1–2 осередків на висоті н. р. м. 600–700 м до 10–12 – на висоті 850–1 000 м н. р. м., після чого зменшуються до 1–2 на висоті 1 250 м і більшій (рис. 2). Загалом найбільш уразливими до вітровалів є похідні ялинники на межі висотних поясів букових яличин і буково-ялицево-ялинових лісів.

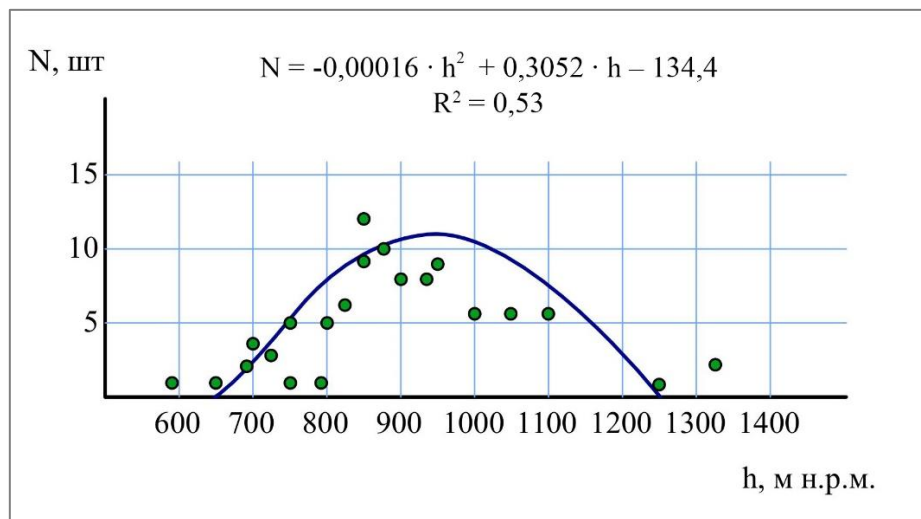


Рис. 2 – Залежність кількості осередків вітровалів лісу (N , шт.) від висоти місцевості (h , м н. р. м.)

Подібно до висотних змін у поширенні вітровалів лісу на гірських схилах, інше перманентне явище – всихання ялинників – також виявляє залежність від висоти н. р. м. Кореляційний аналіз залежності основного показника всихання ялинників – їхніх середніх площ осередків (га) – від висоти рельєфу над рівнем моря у передгірних і гірських умовах на прикладі трьох лісництв ДП «Солотвинське ЛГ» засвідчив доволі високі зворотно-параболічні зв'язки цих двох змінних величин ($\eta = 0,83 \pm 0,07$). Тут площі осередків усихання збільшуються від 1,8 га на висоті 300 м н. р. м. до 4 га на висоті 650–800 м н. р. м., у міру подальшого збільшення висоти н. р. м. площі таких осередків зменшуються й зникають на висотах 1 200–1 300 м н. р. м. (рис. 3).

Із порівняння рисунків 2 і 3 випливає, що процеси всихання ялини сягають майже таких висотних рівнів, як і вітровальні явища. Водночас максимальний розвиток усихання зафіксовано на 200 м нижче, ніж вітровали. До того ж усихання доволі чітко виявлене у передгір'ях, де вітрова діяльність ослаблюється.

На поширення всихання ялинників впливають інші елементи орографічних факторів – експозиція та крутизна схилів. Кількісну їхню оцінку наведено в наших попередніх публікаціях (Rak & Olijnyk 2016, Olijnyk & Zeinalian 2020), у яких показано більше поширення цього явища на схилах південних експозицій у порівнянні з північними та його інтенсифікацію у міру збільшення крутизни інсольованих схилів.

Літературні джерела, висвітлюючи абіотичні, біотичні й лісівничі аспекти всихання ялинників, залишають поза увагою багатство й вологість ґрунтів, у зв'язку з чим процеси зміни стійкості насаджень і до цього часу не є вивченими. Із метою заповнення цієї прогалини нами зроблено спробу проаналізувати роль зазначених едафічних показників у розвитку цього явища на прикладі лісів Гутянського лісництва. Тут, на відміну від інших

лісництв ДП «Солотвинське ЛГ» із тотальним пануванням порівняно багатих трофотопів і вологих гігротопів (97–99 % за площею), є ширшим різноманіття місцезростань, де площа ділянок таких категорій є лише 69 % за рахунок збільшення площі ділянок із іншими характеристиками родючості й вологості ґрунтів.

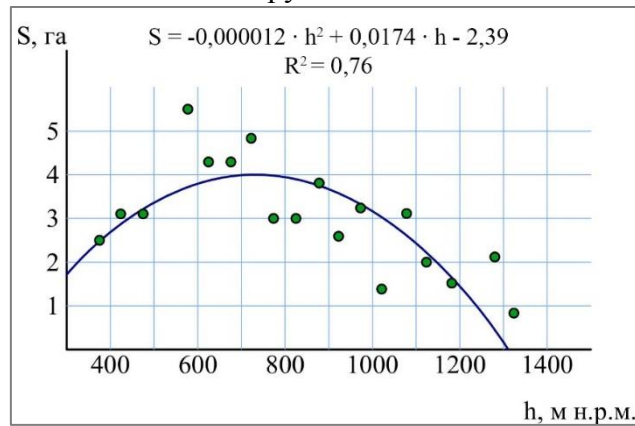


Рис. 3 – Залежність площі осередків усихання ялиників (S , га) від висоти місцевості (h , м н.р.м.)

Порівняння у різних місцезростаннях лісництва площ всихання ялиників (табл. 2) свідчить про їхню вищу стійкість у грудових умовах, ніж у сугрудових. Якщо брати до уваги площі окремих трофотопів, видно, що відносна частка площі всихання у першому випадку є в п'ять разів меншою, ніж у другому, а площа осередків цього явища відрізняється на 20 %.

Таблиця 2

Показники всихання ялиників у різних умовах місцезростань Гутянського лісництва

Показник	Трофотопи		Гігротопи	
	сугруди	груди	вологі	сірі
Загальна площа, га	2 770	771	3 861	99
Площа всихання:				
га	316	18	312	6
% від загальної площі	11,4	2,3	8,0	6,1
Кількість осередків, шт.	87	6	75	4
Середня площа осередків, га	3,6	3,0	4,2	1,5

Ще більшою мірою виражені відмінності показників всихання ялиників в умовах різної вологості ґрунтів. У сирих гігротобах частка площі всихання ялиників є у 52 рази меншою, ніж у вологих гігротобах. Пересічна площа осередків усихання у першому випадку є меншою у 2,8 разу. Таким чином, інтенсивність процесів усихання ялиників найбільшою мірою визначають гігротопи, меншою мірою – трофотопи.

В осередках всихання ялиників часто виражені вітровальні явища. Так, у лютому 2020 р. лісові масиви двох гірських лісництв, Манявського і Гутянського, зазнали впливу вітрової стихії. Аналіз даних щодо її наслідків засвідчив, що серед 37 осередків вітровалів 27 були приурочені до насаджень, у яких у попередні роки відбувалося часткове всихання. Такий збіг шкідливих явищ визначено в 72–75 % випадків виникнення вітровальних ділянок. Окрім того, доволі близькими були відомості про територіальне поширення цих явищ у горах і середні площі осередків (табл. 3). Очевидно, що місця всихання можуть також ставати осередками шкідників лісу та збудників хвороб. Загалом у порівнянні з відчутним негативним впливом на ліс перманентних явищ – вітровалів і всихання насаджень шкідливі наслідки деяких спорадичних та епізодичних стихійних явищ за площами й об'ємом пошкодженої деревини є у 5–20 разів меншими. Лише в окремі роки (1962, 1977, 1996 і 2009) збитки від сніголамів (епізодичне явище) були на рівні збитків від вітровалів.

Показники всихання й вітровальності ялиників

Характеристика	Лісництво	
	Манявське	Гутянське
Висотний діапазон, м н. р. м.: • усихання ялини (2011–2019 рр.) • вітровалу 2020 р.	580–1100 630–900	700–1200 700–1100
Кількість осередків, шт.: • усихання ялини • вітровалу	139 25	79 12
Середня площа осередків, га: • усихання ялини • вітровальних ділянок	3,8 3,6	4,6 2,9
Збіг осередків вітровалів і всихання ялиників: • шт. • %	18 72	9 75

Наразі з метою посилення стійкості карпатських лісів запропоновано комплекс лісогосподарських заходів (Kalutskiy & Oliinyk 2007, Parpan et al. 2014, Kramarets 2021), який охоплює противітровальну організацію території, удосконалення різних способів і видів рубок, лісовідновлення й технології лісозаготівель. Очевидно, що в гірських умовах, зважаючи на невисоку стійкість ялини до шкідливої дії абіотичних чинників, цей комплекс слід диференціювати з урахуванням поширення стихії та висотно-орографічних і едафічних умов. Особливе значення при цьому належить відновленню корінних деревостанів.

Висновки. Високопродуктивний вид ялина європейська є малостійким до впливу шкідливих метеорологічних явищ. На верхніх рівнях гірської системи він потерпає від лавин і навалів снігу, у передгір'ї і низькогір'ї – внаслідок мокрих снігопадів і ґрунтових посух, а в діапазоні всього вертикального поширення – від штормових вітрів і температурних аномалій. З ними пов'язані спустошення лісу, пошкодження насаджень і підросту, вітровали та всихання ялиників.

Найуразливішими до дії шкідливих стихійних явищ є похідні ялиники на висотах 300–800 (1 000) м над рівнем моря, основним наслідком чого є перманентне та масштабне поширення всихання й вітровалів породи. На розвиток цих процесів впливають також орографічні та едафічні умови. У теперішніх метеорологічних умовах на ділянках усихання ялиників можливе утворення майже 75 % вітровальних осередків. Закономірності поширення стихії в горах слід враховувати в системі заходів підвищення стійкості лісів Карпатського регіону.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

- Kalutskiy, I. F. and Oliinyk, V. S.* 2007. Natural phenomena in the mountain and forest conditions of the Ukrainian Carpathians. Lviv, Kamula, 240 p. (in Ukrainian).
- Kiselevskiy-Babinin, R. H. and Diakov, V. M.* 1968. The nature of windfalls in the Carpathians. In: Natural conditions and natural resources of the Ukrainian Carpathians. Kyiv, Naukova dumka, 1968, p. 48–58 (in Ukrainian).
- Kramarets, V. O.* 2021. Spruce forest stands of the Ukrainian Carpathians: current conditions and increase of biotic stability. Extended abstract of Doctor dissertation. Lviv, 48 p. (in Ukrainian).
- Logvinov, K. T., Rayevskiy, A. N., Ayzenberg, M. M.* 1973. Dangerous hydrometeorological phenomena in the Ukrainian Carpathians. Leningrad, Gidrometeoizdat, 200 p. (in Russian).
- Oliinyk, V. S. and Zeinalian, A. M.* 2020. Altitude features of spruce decline on the north-eastern megaslope of Ukrainian Carpathians. Forestry and Forest Melioration, 136: 19–24 (in Ukrainian).
- Oliinyk, V. S. and Rak, A. Yu.* 2016. Overall and partial windfalls of the forest in Gorgany (based on the materials of SE “Vyhodske lisove gospodarstvo”. Scientific Bulletin of UNFU, 26(5): 8–15 (in Ukrainian).
- Parpan, V. I., Shparyk, Yu. S., Slobodyan, P. Ya., Parpan, T. V., Korshov, V. L., Brodovich, R. I., Krynyckiy, G. T., Debryniuk, Y. M., Kramarets, V. A., Cheban, I. D.* 2014. Forest management peculiarities in secondary Norway spruce

(*Picea abies* (L.) H. Karst.) stands of the Ukrainian Carpathians. Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, 12: 20–29 (in Ukrainian).

Perekhrest, S. M., Pechkovska, O. M., Kochubey, S. H. 1971. Harmful natural phenomena in the Ukrainian Carpathians and how to combat them. Kyiv, Naukova Dumka, 200 p. (in Ukrainian).

Rak, A. Yu. and Olijnyk, V. S. 2016. Peculiarities of spreading of spruce stands drying in Gorhany. Forestry and Forest Melioration, 129: 175–180 (in Ukrainian).

Smahliuk, K. K. 1972. Native coniferous forest-forming species. Uzhhorod, Karpaty, 112 p. (in Ukrainian).

Stoiko, S. M. and Tretiak, P. P. 1983. Nature – Element – Human. Lviv, Vyshecha Shkola, 119 p. (in Russian).

Zeinalian A. M., Oliinyk V. S.

**INFLUENCE OF METEOROLOGICAL PHENOMENA ON RESILIENCE OF GORGAN SPRUCE FORESTS
IN THE UKRAINIAN CARPATHIANS**

Vasyl Stefanyk Precarpathian National University

The influence of harmful meteorological phenomena on the stability of spruce stands in 300–1,450 m above sea level altitude range of mountains is analyzed on the example of the Gorgan massif of the Carpathian region. The article highlights altitudinal specificities in the distribution of adverse natural processes for the forest and their forestry consequences. Empirical dependences of a number of cases and areas of harmful phenomena on hypsometric levels of mountain system are calculated. It was found that the secondary spruce forests in the foothills and low mountain areas (300–900 m above sea level), which are characterized by intense spruce dieback and windbreaks, are the least resistant to their action. Data on the stability of spruce depending on soil-relief conditions are given. It was found that about 75% of forest windbreaks are confined to areas with drying spruce. Emphasis is placed on the relevance of the application of a set of forestry measures to prevent the decline of forest resilience, especially in the foothills and lowland forest vegetation.

К е y w o r d s : altitude zoning, secondary forests, windbreaks, spruce dieback, forest type.

E-mail: vasylii@pnu.edu.ua; artur90y@gmail.com

Одержано редколегією 02.12.2021