

ПРАКТИЧНІ ПІДХОДИ ЩОДО ВСТАНОВЛЕННЯ ДИНАМІКИ СТІЙКОСТІ ДЕРЕВОСТАНІВ СЕЛЕКЦІЙНИХ ОБ'ЄКТІВ

В. І. БЛИСТІВ, кандидат сільськогосподарських наук
e-mail: vasyblystiv1@gmail.com

Державна організація «Український лісовий селекційний центр»

В. М. МАЛЮГА, доктор сільськогосподарських наук, доцент
<https://orcid.org/0000-0002-9786-0239>, e-mail: malyuga@nubip.edu.ua

В. В. МІНДЕР, кандидат сільськогосподарських наук
<https://orcid.org/0000-0002-5213-2078>, e-mail: vikaminder@nubip.edu.ua Національний
університет біоресурсів і природокористування України

О. П. СИРОТА, інженер лісового господарства
e-mail: mega-aps1980@ukr.net

Державна організація «Український лісовий селекційний центр»

У статті розглянуто поняття стійкості деревостанів та їх формування для селекційних об'єктів з урахуванням динаміки напруженості використання умов середовища. Захисні властивості лісового середовища, які ототожнюють зі збереженням генетичного різноманіття, визначають за кількістю і якістю природного поновлення та асоціюють з екологічною стійкістю (відновлюваністю), можна ефективно оцінювати за втратою цієї стійкості за наведеною методикою. У статті проаналізовано підходи та напрями, які актуальні для оцінювання біотичної та екостійкості деревостанів. Для селекційних об'єктів ці питання актуальні під час призначення лісовідновних заходів у лісових генетичних резерватах, оцінювання стійкості деревостанів у момент відбору плюсових насаджень, оцінювання відібраних постійних лісонасінневих ділянок з позицій визначення обсягів формування та доглядів. Методика оцінювання стійкості деревостанів базується на визначенні показників стійкості (коефіцієнта стійкості, втрати біотичної стійкості, втрати екологічної стійкості), які розраховують на підставі параметричного (таксаційного) оцінювання дерев, їх санітарного стану та природного поновлення на досліджуваній ділянці. Використовуючи значення наведених показників стійкості, насадження можна поділити на три категорії стійкості: стійкі, умовно стійкі та нестійкі. Запропоновано відповідні лісгосподарські заходи, що потребують окремої параметричної оцінки за лісотвірними видами дерев, господарськими групами типів лісу, категоріями лісів, цільовими заходами формування чи напрямом дослідження. Під час досліджень напруженості показника життєвого простору встановлено, що використання лісорослинних умов відбувається за оцінкою процесу розвитку деревостанів, як нормальне, ненапружене і напружене. Для встановлення показника нормального й ослабленого стану запропоновано базову шкалу оцінювання біотичної стійкості за індексами стану.

Ключові слова: оцінювання стійкості, показник напруженості, збереження генофонду, санітарний стан, динаміка площ.

Актуальність. У лісознавстві поряд із питанням підвищення продуктивності деревостанів велику увагу у дослідженнях приділяють вирішенню питань оцінювання і підвищення біотичної стійкості та екостійкості деревостанів, відповідно у лісовій селекції актуалізується відбір і формування об'єктів на стійкість загалом. Основним чинником для призначення конкретних господарських заходів передусім у неексплуатаційних категоріях лісів є втрата насаджень стійкості та захисних властивостей. Тому очевидно є потреба у кількісному оцінюванні втрат лісами біотичної стійкості деревостанів. Актуальними ці питання залишаються і для селекційних об'єктів, особливо в період призначення лісовідновних заходів у лісових генетичних резерватах. Важливим є оцінювання стійкості під час відбору плюсових насаджень і постійних лісонасінневих ділянок, з огляду на огляду на перспективу їх переведення у плюсові (селекційні) деревостани або вилучення з реєстрів об'єктів постійної лісонасінневої бази.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Термін «стійкість деревостанів» широко використовували в науковій літературі, відповідні лісознавчі дослідження значно актуалізуються останнім часом (Tretyak & Chernevyy, 2020; Maliuga, 2020; Oliynyk & Blystiv, 2019; Gilliam, 2016; Holubets, 2013; Oliynyk, 2013; Shparyk, 2012 та ін.). Стійкість визначають щодо окремого компоненту лісу (деревостану) як біотичну стійкість виду (едифікатора), а також щодо фітоценозу (лісового середовища). У лісознавстві введено поняття стійкості екосистеми (біогеоценозу), в цьому випадку йдеться про стабільність функціонування лісового середовища (Holubets, 2008). Зауважують, що поняття стійкості у сучасних

лісівничих дослідженнях має двостороннє значення залежно від напрямку та об'єкта вивчення (Brang, 2001). Стійкість також розглядають як висока опірність до зовнішніх впливів і як властивість до підтримання функціонального лісового середовища. Насамперед, стійкими вважають корінні деревостани еколого-лісівничої типології (Stoyko, 2011; Parpan, 2008; Holubets, 2008 та ін.), корінні типи лісу у фітоценологічній класифікації (Sukachev, 1964; Holubets, 2008), вузлові стадії при сукцесіях та змінах (Yaroshenko, 1958), деревостани стабільних лісових екосистем (Holubets, 2013; Parpan, 2005 та ін.). У лісознавстві найчастіше використовують поняття опірності й відтворюваності (еластичності) (Brang, 2001, Oliynyk et al., 2019). Для оцінки стійкості інколи вживають поняття «еталон», яке концентрує в собі усі найкращі ознаки насадження в конкретних умовах росту (передусім продуктивність), зокрема довговічність і біотичну стійкість, а також властивість найбільш повно проявляти свої захисні функції.

Якісну характеристику умов місцезростання (едатопів) визначають на основі порівняння потенційної і фактичної продуктивності насаджень. Вважають, що у різних умовах стійкість деревостанів і видів лісових дерев не є однаковою. Molotkov (1966) дослідив, що в умовах вологої грабової бучини насадження вирізняються високою продуктивністю та стійкістю. Загалом корінні деревостани в бучинах вважають стійкими, цю тезу підтверджено у роботах П. С. Каплуновського і В. І. Парпана. Такий підхід характерний для еколого-лісівничої типології з позицій лісовідновлення.

Для оцінки окремих дерев у лісі застосовують різні класифікації (Крафта, Шеделіна, Жилкіна та ін.), за якими

можна дати загальну характеристику структури деревостану, проте не оцінюється його стійкість. Питання втрати стійкості внаслідок пошкодження шкідниками і збудниками хвороб лісу розглядають залежно від потреб окремого напрямку лісівництва – лісозахисту (Meshkova et al., 2018). У лісівничій практиці застосовують оцінювання санітарного стану кожного дерева за шістьма категоріями згідно з Санітарними правилами у лісах України (Sanitary Forests Reg. Ukraine, 1995) і за результатами призначають господарські заходи для конкретної ділянки. Для вирішення проблеми оперативного оцінювання стану та структури лісів існує міжнародна система оцінки кожного дерева за шістьма класами, які відомі під назвою «класи JUFRO». Також пропонують оцінювати життєвий стан дерев, що мають біотично зумовлену потенцію виду до росту і розвитку в певних умовах (Debrenyuk, 2017). У Настановах з лісового насінництва (Los et al., 2017) наведено методику оцінювання стану дерев та деревостанів за п'ятьма категоріями, яка базується на понятті «життєздатність», яке є інформативним для насіння, сіянців (самосіву) та підросту. Для оцінки стану насаджень запропоновано показник напруженості життєвого простору (Maliuga, 2020). Здійснено обґрунтування обраного показника, в якому середня висота насаджень з урахуванням віку відображає бонітет (визнаний показник якісної продуктивності), а сума площ перерізів стовбурів на висоті 1,3 м (абсолютна повнота) всебічно характеризує лісорослинні умови. Таксатори у виробничій діяльності користуються таблицями сум площ поперечних перерізів і запасів насаджень за повноти 1.0, тому такий підхід прийнято за основний. Певною мірою питання оцінки стійкості опра-

цьовано в роботах Blystiv (2006, 2012), Oliynyk et al. (2019), наукові рекомендації містять праці Hayda et al. (2013), Marchuk et al. (2021). Питання оцінювання ефективності використання насаджень життєвого простору розглянуто у роботі Maliuha & Minder (2020). Перелічені дослідження щодо стабільності лісових екосистем мають важливе значення для оцінювання функціональності лісових генетичних резерватів, які можуть складатися з багатьох таксаційних виділів. Оцінювання певної означеної території (лісової екосистеми, частини популяції) може базуватися на співвідношенні за площею стану окремих ділянок. Такий підхід для оцінювання площі деревостанів резерватів запропоновано Сиротою (Syrota, 2021): з класифікацією стану як «нормальний», куди віднесено здорові, і «ослаблений», до якого належать пошкоджені деревостани.

За оцінками Oliynyk et al. (2019), Blystiv (2006, 2012), поняття загальної стійкості лісів можна умовно поділити на такі чотири основні складові:

1. Стійкість до дії внутрішніх біотичних факторів, або живих організмів.
2. Стійкість до антропогенного впливу.
3. Стійкість до дії метеофакторів та інших чинників неживої природи.
4. Потенціал до можливості відновлення та формування стійких (корінних) деревостанів (підтримання гомеостазу і захисних властивостей).

Перші дві складові можна об'єднати поняттям «біотична стійкість», або опірність (резистентність). Воно є суголосним поняттю «природна стійкість», що вводиться на підставі типологічних досліджень.

Лісова типологія має визначальне значення для розуміння та оцінювання стійкості насаджень. Для оцінювання природної стійкості насаджень використовують показник типологічного

потенціалу (типологічної продуктивності) певного типу лісу та моделювання росту екотипів і корінних деревостанів як основного складника стійкості лісових екосистем. Також щодо середовища вживають термін «природність» як оцінку непорушності зв'язків екосистеми чи рівня її трансформації. Природність її окремих компонентів може відповідати поняттю біотичної стійкості корінних деревостанів, що, насамперед, стосується відповідності екологічного оптимуму виду до умов місцезростання, біології видів і їх взаємовпливу. Для деревостанів із позиції завдань лісової селекції та збереження цінного генофонду і генетичного різноманіття застосовують поняття автохтонності та відповідного місцевого походження, які асоціюються з стійкими деревостанами (Hayda & Yatsuk, 2013). Проте найважливішим елементом у комплексному підході до визначення стійкості деревостанів залишається біотична складова, яка є базою для забезпечення екостійкості.

Використання життєвого простору насадженнями штучного походження може бути нормальним (оптимальним), ненапруженим і напруженим (Малюга, 2020). Напруженість характеризує напрям процесів – втрату стійкості чи її підвищення, отже може використовуватися для оцінювання процесів у деревостані (динаміки стійкості). Для прийняття рішень щодо стабілізації процесів у лісових екосистемах важливо оцінити співвідношення стану території об'єкту за площами стійких і нестійких деревостанів. Показник «нормальний стан» відповідає набору за площею на об'єкті стійких деревостанів, «ослаблений» – умовно стійких і нестійких. Динаміка площ у розрізі зміни цих показників за періодами характеризує екосистемні зміни та суцесійний процес у них і є важливою

для об'єктів збереження цінного генофонду та генетичного різноманіття.

Метою роботи є актуалізація позицій використання на практиці поняття стійкості та вираження її оцінювання в вимірних одиницях для деревостанів з урахуванням особливостей щодо селекційних об'єктів. Відповідно до зазначеної мети було заплановано досягнути комплексного вирішення оцінювання стану біотичної та екостійкості за коефіцієнтом стійкості, процесів формування за показником напруженості життєвого простору та динаміки стабільності за відносною її втратою з віком.

Матеріали і методи дослідження. Методика оцінювання стійкості деревостанів базується на використанні таксаційних показників та їх санітарного стану, що розраховують на підставі параметричної оцінки дерев на досліджуваній ділянці за пробною площею. Базовими для визначення є по-деревний перелік і шкала санітарного стану, яку застосовують на виробництві (Sanitary Forests Reg. Ukraine, 1995). Оцінка стійкості насадження базується на методиці розрахунку втрати стійкості (BC), що запропонована для визначення стійкості похідних ялинників на бучинах (Blystiv, 2006) і надалі для оцінки формування стійкості грабово-букових насаджень (Oliynyk & Blystiv, 2019). В основу розрахунків коефіцієнта стійкості (КС) покладено відношення середнього об'єму стовбура деревостану, середнього об'єму сухого стовбура деревостану та середнього об'єму здорового стовбура деревостану, інколи достатньо враховувати загальні запаси сухої та здорової деревини (Brang, 2001). Такий підхід є ефективним під час оцінювання умовно-одновікових деревостанів, у яких, як правило, домінує нормальний розподіл стовбурів за діаметром. Відпо-

відно є потреба в коригуванні формул при оцінюванні різновікового складного насадження. У разі використання шкали санітарного стану (при відводах рубання) до здорових стовбурів для листяних віднесено I–III категорії стану, а для шпилькових – I і II. Нормальне (оптимальне) використання життєвого простору відбувається за відносної повноти 1,0 із забезпеченням максимальної продуктивності деревостанів.

Для розрахунку коефіцієнта стійкості (KC) використано відношення об'ємів стовбурів (V) деревостану за їхнім станом та коефіцієнтами відношення ($Kv1$ – відношення середнього об'єму здорових стовбурів до середнього об'єму всіх стовбурів; $Kv2$ – відношення середнього об'єму сухих стовбурів до середнього об'єму всіх стовбурів):

$$KC = Kv1 - Kv2, \quad (1)$$

при цьому: $Kv1 = V_{зд} \div V_{сер}$, $Kv2 = V_{сух} \div V_{сер}$, де $V_{сух}$ – середній об'єм сухих стовбурів; $V_{зд}$ – середній об'єм здорових стовбурів; $V_{сер}$ – середній об'єм усіх стовбурів деревостану.

Відповідно втрата стійкості деревостану (BC) дорівнюватиме:

$$BC = 1 - KC \cdot \Sigma V_{сух} \div \Sigma V_{сер}, \quad (2)$$

де $\Sigma V_{сух}$ – запас сухою у деревостані; $\Sigma V_{сер}$ – запас деревостану.

У молодняках поява сухою є здебільшого наслідком природного відпаду через відбір у процесі видової та міжвидової конкуренції, а загальний відсоток сухою є залежним також від попереднього довготривалого господарського впливу, тому для них визначають втрату стійкості за спрощеною формулою:

$$BC = 1 - KC. \quad (3)$$

Такою самою особливістю вирізняється підхід для розріджених і різновікових деревостанів. Отже, формула для обчислення втрати біотичної стійкості насадження матиме такий вигляд: середньозважена за складом сума коефіцієнтів стійкості (KC) деревостанів, пропорційна середнім сумами відповідних коефіцієнтів віку та обернено пропорційна значенню втрати повноти, становить втрату стійкості. Для чистих насаджень формула буде такою:

$$BC = (1 - KC) \cdot \Sigma V_{сух} \div \Sigma V_{сер} \times Ka1 \cdot Ka2 \div ВП, \quad (4)$$

де $Ka1$ – коефіцієнт діапазону віку (A – вік) деревостану: $A_{мін} \div A_{макс}$; $Ka2$ – коефіцієнт відносності віку деревостану: $A_{намету} \div A_{стійкості}$ (умовний вік за лісотвірними видами, який співвідноситься з біотичною стиглістю); $ВП$ – втрата повноти = $1 - П$, де $П$ – повнота деревостану.

Під час господарського оцінювання стійкості насаджень у формулі враховують склад деревостану та його вік.

Формула для обчислення втрати біотичної стійкості змішаного за складом деревостану ($ВБС дер.$) відповідно буде такою:

$$ВБС дер. = (BC 1в \times ч. од. скл. + BC 2в \times ч. од. скл. + \dots BC nв. \times ч. од. скл.) \div 10 \times \Sigma Ka1 \div n \times \Sigma Ka2 \div n \div ВП, \quad (5)$$

де $BC 1в$, $BC 2в$ – втрата стійкості за лісотвірними видами у складі (1в – 1вид, 2в – 2вид ...); n – кількість лісотвірних видів у складі, для яких проводять розрахунок; $ч. од. скл.$ – частка одиниць у складі (1–9).

Під час визначення екостійкості деревостанів (основою якої є підтримка функціоналу захисних властивостей лісового середовища), доцільно враховувати відтворюваність (регенерацію)

через наявність підросту, а саме вираховувати для нього коефіцієнт діапазону віку підросту (КдвП), що становить відношення мінімального віку підросту до максимального:

$$KдвП = A_{\min} \div A_{\max}, \quad (6)$$

де A_{\min} – мінімальний вік підросту у деревостані; A_{\max} – максимальний вік підросту у деревостані.

КдвП частково характеризує життєздатність підросту для лісовідновлення, тому й потрібно додавати результат КдвП до формули 5. За практичного використання це нескладно. Підріст через періодичність насінневих років з'являється стадійно, і до цього можна прив'язати мінімальний і максимальний його вік. Проте логічніше загалом під час проектування заходів за відповідного оцінювання ширше враховувати захисні властивості лісового середовища, а отже не тільки вікові параметри, а й кількість підросту, визначаючи для нього коефіцієнт забезпеченості підростом (КзП). Останній обчислюють як відношення його кількості на 1 га до оптимального для лісовідновлення чи природного стану значення з відповідним додаванням до формули 5:

$$KзП = N_{\text{факт}} \div N_{\text{баз}}, \quad (7)$$

де $N_{\text{факт}}$ – кількість підросту, фактичне значення; $N_{\text{баз}}$ – кількість підросту, оптимальне значення.

Для КзП умовно приймають (без розподілу за деревними видами) базове середнє значення 12 тис. штук на 1 га, хоча у розрахунках норму доцільно деталізувати. Отже, формула для обчислення втрати екостійкості – втрати захисних властивостей (ВЕС) деревостану відповідно буде такою:

$$ВЕС = ВБС \cdot КдвП \cdot КзП, \quad (8)$$

де ВЕС – втрата екостійкості; КдвП – коефіцієнт діапазону віку підросту; КзП – коефіцієнт забезпеченості підростом.

Аналогічна ситуація з повнотою насадження. Оцінюючи стан для призначення господарських заходів, її втрату (ВП) також потрібно враховувати у визначенні екостійкості (захисних властивостей), додаючи у знаменнику формули 8.

Оцінка показника напруженості життєвого простору базується на методиці, висвітленій у роботах (Malyuha, 2020; Malyuha & Minder, 2020). Показник напруженості життєвого простору (N) являє собою відношення середньої висоти (H_{cp}) до абсолютної повноти (G) досліджуваного насадження:

$$N = H_{cp} \div G, \quad (9)$$

де H_{cp} – середня висота, м; G – абсолютна повнота, м² на га; розмірність показника напруженості життєвого простору становить м·(м²)⁻¹.

Для оцінювання динамічних процесів у просторі (за площею) та у часі (за періодами) пропонують два значення показника стійкості деревостанів, який використовують для порівняння стану – «нормальний» або «ослаблений». Оцінювання відносної втрати стабільності базується на методиці, висвітленій у роботі (Syrota, 2021). Нормальний стан відповідає стабільній лісовій екосистемі, якою є об'єкти для потреб лісового насінництва і збереження генофонду на час атестації. Це нормальні та плюсові деревостани за оцінкою з позицій добору в лісовій селекції. Тому на час відбору їх стан оцінюють як нормальний у стовідсотковому відношенні за площею. Відносну втрату стабільності (ВБС) лісової екосистеми досліджуваного об'єкта визначають за формулою:

$$BBC = Oc.C \div Нор.C \times 100, \quad (10)$$

де $Oc.C$ – ослаблений стан, га; $Нор.C$ – нормальний стан, га; розмірність у відсотках.

Результати дослідження та їх обговорення. Використовуючи значення наведених показників (KC , BBC), насадження за оцінкою стійкості пропонують поділяти на три категорії: стійкі (KC у межах 0,99–0,8), умовно стійкі (KC у межах 0,79–0,4) та нестійкі (KC 0,39 і менше).

1. Стійкі – без ризику втрати стійкості на конкретний момент (не потребують господарських заходів). Це нормальні та плюсові деревостани, ядра генетичних резерватів. Їхнє функціонування як об'єктів постійної лісонасінневої бази потребує моніторингу стійкості з метою забезпечення відповідності репродуктивних властивостей. З іншого боку, це також перспективний лісовий фонд для переведення чистих насаджень у змішані для штучних монокультур, які також можуть мати місце серед відібраних об'єктів постійної лісонасінневої бази, що не експлуатуються, і для цього також потрібен контроль задовільного санітарного стану.
2. Умовно стійкі (ослабленої стійкості) – об'єкти з ризиком втрати стійкості, які потребують запобіжних і профілактичних господарських і селективних заходів, а також варіанти щодо впровадження систем переформування та лісовідновних рубок у випадку доцільності збереження цінного генофонду та генетичного різноманіття за місцем походження.
3. Нестійкі – деревостани, які є кандидатами на вилучення з обліку об'єктів постійної лісонасінневої бази, лісовий фонд для суцільних санітарних рубок. В окремих випад-

ках можуть бути об'єктами збереження цінного генофонду індивідуальним відбором передусім на стійкість поза місцем – у плантаціях або колекціях.

Стосовно категорій пропонують відповідні лісогосподарські заходи, які потребують окремого параметричного обґрунтування. Це стосується господарської групи типів лісу, категорії лісів, вікової та просторової структури деревостану, цільових заходів чи напряму дослідження – у такому випадку щодо втрати стійкості селекційних об'єктів.

Дослідженнями напруженості життєвого простору встановлено, що використання умов відбувається за оцінкою процесу як нормальне, ненапружене і напружене.

1. Нормальне (оптимальне) використання умов відбувається за відносної повноти 1,0 із забезпеченням максимальної продуктивності деревостанів. Ця статична характеристика притаманна під час відбору плюсових насаджень, ядра резервату чи деревостану під постійні лісонасінневі ділянки на підставі оцінки селекційної структури. За таких умов діє налагоджений у природі компроміс між продуктивністю і біотичною стійкістю насаджень.
2. Ненапружене – з неповним використанням потенціалу лісорослинних умов зрідженими деревостанами, що пов'язано з різним ступенем втрати продуктивності, проте забезпечує оптимальні умови плодоношення та продовжує термін функціональності. Формуючи лісонасінневі ділянки до повноти 0,6, на певний період знижуємо напруженість, забезпечуючи подальше стійке зростання в умовах ненапруженого використання лісорослинних (лісотипологічних) умов.

3. Напружене використання умов передує процесу ослаблення загущеного деревостану з відносною повнотою більше ніж 1,0. Стосовно плюсових деревостанів монокультур (зокрема інтродуцентів) наступний їх розвиток із нарощенням продуктивності може бути досягнутий за рахунок зменшення біотичної стійкості. Подальше напружене (надмірне) використання, яке балансує на межі загибелі, так звані залпові відпади, відповідає втраті стійкості і буде за оцінкою нестійким та потребуватиме запобіжних заходів. Такої стадії досягають штучні ліси зелених зон, лісопарків, охоронних і захисних категорій і також відповідні стиглі й перестійні деревостани, хибно віднесені до об'єктів ПЗФ.

Для оцінювання показника нормального й ослабленого стану ділянки, резервату (її виділеної частини) пропонують базову шкалу оцінки біотичної стійкості за сумою п'яти базових показників:

- пошкодженість первинними ентомологічними шкідниками;
- пошкодженість вторинними шкідниками;
- ураженість фітопатологічними захворюваннями;
- наявність нежиттєздатних та ослаблених дерев;
- відносна повнота.

Щодо ослабленого стану виділено три ступені з метою деталізації планування можливих заходів. Після визначення абсолютних показників першого та другого періодів оцінювання застосовано методику групування отриманих даних. Виділено п'ять груп динаміки природних процесів і перспективи розвитку головної породи, які узагальнено характеризують ці процеси від позитивної до негативної тенденції:

- 1) динаміка природних процесів позитивна; розвиток головної породи, якщо немає факторів негативного впливу, – позитивний;
- 2) динаміка процесів майже без змін; розвиток головної породи, якщо немає факторів негативного впливу, – сприятливий;
- 3) динаміка природних процесів має незначні негативні зміни; розвиток головної породи у ньому умовно несприятливий;
- 4) динаміка природних процесів помітно негативна; розвиток головної породи несприятливий; існує ймовірність повної втрати функцій;
- 5) динаміка природних процесів негативна; перспектива втрати головної породи у складі.

Застосування запропонованої методики дає змогу оцінити динаміку основних природних процесів у деревостанах, порівнюючи показники на час виділення селекційних об'єктів та останнього лісовпорядкування чи їх інвентаризації.

Висновки і перспективи. У лісовій селекції відбір і формування деревостанів на стійкість потребують визначених за параметрами показників. Для цього запропоновано відповідно у комплексі використання коефіцієнта стійкості деревостанів. Захисні властивості лісового середовища, зокрема збереження генетичного різноманіття, які ототожнюють із визначеною кількістю і якістю природного поновлення та асоціюють з екологічною стійкістю деревостанів, можна ефективно оцінювати її втратою за наведеною методикою. Використовуючи значення вищенаведених показників (*КС*, *ВС*, *ВБС*), насадження можна розділити на три категорії стійкості: стійкі, умовно стійкі та нестійкі, щодо кожної з яких за лісотвірними видами дерев є потреба в опрацюванні цільових за критеріями

стійкості особливостей. Дослідженнями напруженості життєвого простору щодо використання умов місцезростання встановлено, що у напруженні зростають насадження, які мають дещо загущений деревостан. Оптимально розвиваються насадження, які мають діапазон повнот 0,7–1,0. Решта насаджень зростають без напруження, проте не повною мірою використовують життєвий простір через різний ступінь зрідження деревостанів. Такі середньповнотні насадження можуть ефективно використовуватися як відібрані та відповідно сформовані постійні лісо-насінневі ділянки. Оцінка стану за

факторами впливу дає можливість фіксувати кількісні зміни. Динаміка площ і відповідно зміни базових показників за періодами характеризує екосистемні зміни (стадії розвитку) оцінюваних лісових екосистем і є важливою для об'єктів збереження генетичного різноманіття та цінного генофонду – передусім для лісових генетичних резерватів. Перспективним є використання викладених результатів для поєднання актуальних завдань екобалансованого ведення лісового господарства з перспективними програмами збереження та формування генетичного різноманіття і цінного генофонду лісотвірних видів.

Список літератури

- Belelia, S., & Debryniuk, Iu. (2017). *Cultivating species of Larix L. genus in artificial plantations of the Western Polissia of Ukraine*. Lviv: Galician Publishing Union [in Ukrainian].
- Blystiv, V. (2012). *AS FOR THE comprehensive assessment of the protective properties*. Abstracts of scientific papers of international scientific conference "Modern trends in agricultural science in the XXI Century" (pp. 78–82) [in Ukrainian].
- Blystiv, V. I. (2006). Use of inventory indicators to determine the ecological sustainability of forest stands. *Forestry and Forest Melioration*, 109, 142–145 [in Ukrainian].
- Blystiv, V. I. (2017). *Formation of hornbeam-beech forest stands Transcarpathia, their stability and water-regulating role*. State Forestry universitet. Lviv [in Ukrainian].
- Brang, P. (2001). Resistance and elasticity: promising concepts for the management of protection forests in the European Alps. *Forest Ecology and Management*, 145, 107–119. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(00\)00578-8](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(00)00578-8)
- Gilliam, F. (2016). Forest ecosystems of temperate climatic regions: from ancient use to climate change. *The New phytologist*, 212, 871–887. <https://doi.org/10.1111/nph.14255>
- Hayda, Yu. I., & Yatsyk, R. M. (2013). Methods of integrated assessment of genetic reserves of forest tree species. *Scientific Bulletin of National Forestry University of Ukraine*, 23.2, 8–15 [in Ukrainian].
- Holubets, M. A. (2008). Environmentology, its cognitive and applied nature. *Ukrainian Geographical Journal*, 1, 19–23 [in Ukrainian].
- Holubets, M. A. (2013). *Geosociosystemology*. Lviv: Company Manuscript [in Ukrainian].
- Los, S. A., Tereshchenko, L. I., Hayda, Yu. I., et al. (2017). *Guidelines for forest seed production* (2nd edition, supplemented and revised). Kharkiv [in Ukrainian].
- Maliuha, V. M., & Minder, V. V. (2020). Indicator of tension in the living space of protective forest plantations. *Ukrainian Journal of Forest and Wood Science*, 11 (4), 47–59 [in Ukrainian]. <http://dx.doi.org/10.31548/forest2020.04.005>
- Malyuha, V. M. (2020). *Phytomelioration Bases of Functioning of Protective Forest Plantations on the Ravine-Gully Lands of the Plain Part of Ukraine*. Kyiv: National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine [in Ukrainian].
- Marchuk, Yu., Blystiv, V., Vytvycky, I., et al. (2021). *Regulations on the forest genetic reserve*. State Agency of Forest Resources of Ukraine. Available at <https://ucfb.info/informacija/pravova-baza.html> [in Ukrainian].
- Meshkova, V. L., Borysenko, O. I., & Pryhorynyskyi, V. I. (2018). Forest site conditions and other features of Scots pine stands favorable for bark beetles. *Proceedings of the forestry Academy of sciences of Ukraine*, 16 (16), 106–114. <https://doi.org/10.15421/411812>
- Molotkov, P. I. (1966). *Beech forests and their management*. Moscow: Lesnaia promishlennost [in Russian].
- Olijnyk, V. S., & Blystiv, V. I. (2012). The formation processes of the protective properties of beech forests of the Carpathians. *Scien-*

- tific Bulletin of National Forestry University of Ukraine*, 22.11, 8–14 [in Ukrainian].
- Oliynyk, V. S., & Blystiv, V. I. (2019). *Transcarpathia hornbeam- common beech forest: dynamics, stability, protective role*. Ivano-Frankivsk: NAIR [in Ukrainian].
- Oliynyk, V. S. (2013). *Hydrological role of forests in the Ukrainian Carpathians*. Ivano-Frankivsk: NAIR [in Ukrainian].
- Parpan, V. I., & Parpan, T. V. (2008). The main principles of modern paradigm of mountain forest science and forest management in the Ukrainian Carpathians. *Forestry and Forest Melioration*, 114, 7–12 [in Ukrainian].
- Parpan, V., Shparyk, Y., & Parpan, T. (2005). *Virgin and natural forest in Ukraine: state, diversity and protection*. Proc. Natural Forest in the Temperate Zone of Europe – Values and Utilisation. Birmensdorf, Switzerland; Rakhiv (pp. 21–29) [in Ukrainian].
- Sanitary Forests Regulations in Ukraine*. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-95>.
- Shparyk, Yu. S. (2012). Characteristics of forests' stability and method for their identification. *Scientific Bulletin of National Forestry University of Ukraine*, 22.3, 58–63 [in Ukrainian].
- Stojko, S. M. (2011). Global climate changes impact in the forest ecosystem in the Carpathians. *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 9, 21-29 [in Ukrainian].
- Sukachev, V., & Dylis, N. (1964). *Fundamentals of forest biogeocoenology*. Moscow: Nauka [in Russian].
- Syrota, O. (2021). Assessment of changes in the forest genetic reserves of Poltava region during the last 35 years. *Forestry and Forest Melioration*, 138, 49–58 [in Ukrainian].
- Tretyak, P., & Chernevyy, Ju. (2020). Matter and energy influence of forest vegetation on the environment. *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 21, 11-21 [in Ukrainian].
- Yaroshenko, P. D. (1958) The forest steppe of the Soviet Far East and the nearby regions of Northeast China. In *Problems of Agriculture and Forest in the Far East* (No. 2). Vladivostok: Maritime Pub. House [in Russian].

Blystiv V. I., Malyuga V. M., Minder V. V., Syrota O. P. PRACTICAL APPROACHES TO DETERMINING THE DYNAMICS OF THE STABILITY OF STANDS OF BREEDING OBJECTS

The article analyzes the indicators that can be used to assess the biotic and ecological stability of forest stands. For breeding facilities, this issue is of relevance when prescribing reforestation measures in forest genetic reserves, assessing the stability when selecting plus stands, assessing selected permanent forest-seed plots to determine the volumes of their formation and tending activities in them and, in the future, their transfer to plus stands, as well as, in general, for isolation of a reserve fund from the forest environment.

The methods for assessing the stability of forest stands are based on determining the indicators of forest stand stability, calculated on the basis of tree mensuration in the study area (based on a trial plot) and the sanitary state of the trees. The basis for the determination is the complete tree enumeration and the scale of sanitary state used in production operations. The assessment of stand stability is based on the method of calculating the loss of stability (BC)), which was proposed to determine the stability of secondary spruce forests in fertile beech forest types and later adapted to assess the formation of the stability of hornbeam-beech stands. The issue of assessing the tension of a stand, using the growing space of the forest is addressed in the methods section of the dissertation work by V.M.Malyuga, 2020.

Using the values of the above indicators (KC, B6C, BeC), stands can be divided into 3 categories of stability: stable, conditionally stable and unstable. Appropriate forestry activities are proposed according to the categories. They require a special numeric-expressed substantiation, both in relation to the economic group of forest types, forest category, and for targeted activities or research areas – in this case, loss of stability of breeding facilities. Tension studies have shown that by using factors of environmental impact, the conditions are assessed as normal, non-tensioned and tensioned. To assess the indicator values of normal and weakened states, the basic scale of the assessment of biotic stability by stand indexes will be used. For the weakened state, three indexes are identified for the purpose of detailed planning of possible activities.

In forest breeding, the selection and formation of forest stands for stability will require parameter-defined indicators, in this case, the forest stand stability coefficient is used. The protective properties of the forest environment, identified with the preservation of genetic diversity, determined by the amount and quality of natural regeneration and associated with ecological stability, can be effectively

assessed by its loss according to the above method. The studies on the stand tension, using the factors of environmental impact, have shown that stands growing under tension are those that are somewhat overstocked ones. Pine stands grow optimally when they have a density range of 0.7–1.0. The rest of the stands grow without tension, but they do not make full use of growing space due to varying degrees of stand density. Such medium-stocked stands can be effectively used as selected and appropriately formed permanent forest-seed plots. Assessment of the stand state by impact factors makes it possible to record quantitative changes. The dynamics of areas in accordance with the changes of these indicators by periods characterizes the ecosystem changes (stages of development by successive process) and is important for the facilities of preservation of genetic diversity – especially forest genetic reserves.

Keywords: *stability assessment, tension index, gene pool preservation, sanitary state, area dynamics.*

Отримано: 2021-10-24