

ПОКАЗНИК НАПРУЖЕНОСТІ ЖИТТЄВОГО ПРОСТОРУ ЗАХИСНИХ ЛІСОВИХ НАСАДЖЕНЬ

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

Густота насаджень залишається донині дискусійним питанням, яке потребує практичного вирішення у частині оптимального зрідження насаджень без значної втрати кількісної продуктивності стовбурового запасу деревини та стійкості лісостанів. Лише в результаті цілеспрямованих зусиль можуть бути досягнуті закономірності природного зрідження або процесу саморегуляції складних біологічних систем, до яких належить ліс. Природне зрідження деревостанів – надзвичайно складний багатofакторний процес, до прояву якого долучаються кліматичні, ґрунтові, біологічні умови та безліч іншого взаємовпливу. У лісових біогеоценозах едифікаторна роль належить основному деревному намету. Цей ярус уособлює групу видів дерев у фітоценозі, яка визначає його структуру та певною мірою склад. У цьому дослідженні функціональне навантаження запропоновано оцінювати показником напруженості життєвого простору насаджень. Оскільки сосна звичайна – це один із поширених едифікаторів, який широко використовують під час створення протилерозійних насаджень на ґрунтах різного ступеня змитості, обґрунтування показника напруженості здійснено на її прикладі. Наведено формулу розрахунку показника напруженості життєвого простору, що характеризує умови місцезростання насаджень. Показник напруженості життєвого простору являє собою відношення середньої висоти насаджень до їхньої абсолютної повноти. Перевірку цього показника здійснено з використанням таблиць ходу росту, які висвітлюють закономірності будови деревостанів. Проведено графічну інтерпретацію статичного дослідження деревостанів. Якщо значення показників напруженості збігаються із кривою розподілу, яку отримано за стандартними таблицями сум площ поперечних перерізів деревних стовбурів повнотою 1,0, це свідчить про оптимальне використання насаджень життєвого простору. Значення показників, розміщених над кривою, вказують на напружене використання життєвого простору. Значення показників розміщені під кривою – на неповне використання життєвого простору. Для успішного вирощування протилерозійних насаджень досить високої продуктивності та зручності здійснення контролю за їхнім станом у пригоді може стати застосування запропонованого показника.

Ключові слова: оцінка стану насаджень, лісове середовище, біологічна стійкість, зрідження деревостану, хід росту, середня висота, абсолютна повнота.

Актуальність. Деревина, що ростуть у складі насаджень, досягають найбільшої продуктивності за порівняно великих розмірів асимілюючої поверхні – крони і кореневої системи. Однак для їхнього росту потрібен достатній простір в атмосфері та ґрунті. Крони можуть рости в ширину лише у разі випадання сусідніх дерев або штучного зрідження насаджень. За таких обставин поширю-

ються і кореневі системи, які засвоюють звільнений ґрунтовий простір. Однак дерево не може нескінченно збільшувати свою площу живлення. Досліджено мінімальну площу живлення, за якої деревостан оптимально використовує життєвий простір в умовах конкуренції серед дерев одного виду. На її основі побудовано таблиці ходу росту нормальних насаджень, що зростають зімкнутими змо-

лodu до старості (Regulatory and Reference Materials, 1987).

За визначенням Orlov (1925) та доповненням Poliakov (1997), нормальним є насадження, яке повною мірою використало всі можливості певної ділянки. Обмеженість факторів життєзабезпечення не дає змоги рости на цій площі наявній кількості дерев без зріджування. При цьому залишаються недостатньо вивченими оптимуми та максимуми площ живлення (Pogrebnyak, 1968), які безпосередньо залежать від густоти створюваних лісових культур. Густота культур є надзвичайно важливим показником, проте його оптимальне значення досить дискусійне і повністю не вирішене.

Ще складніша ситуація має місце в мішаних деревостанах штучного походження. На думку Danilov (2016), який вивчав особливості формування мішаних деревостанів сосни і ялини, досить достовірний і менш трудомісткий метод визначення міжвидової конкуренції у деревних видів рослин може здійснюватися на підставі загально-біологічного принципу Р. Мак-Артура. Він встановив, що угруповання видів, які конкурують за життєвий простір, еволюціонує до стану з максимально щільним упаковуванням видів, причому в процесі еволюції щільність упаковування завжди зростає, досягаючи в рівноважному стані максимально можливого для цього середовища значення. Процес упаковування ніш (так звана диференціація екологічних ніш) – один з основних процесів, що веде до зниження конкуренції у рослинному угрупованні під час сукцесії, яка полягає у розділі ресурсів, простору, спеціалізації біотичних факторів.

Густі й рідкі деревостани мають свої переваги та недоліки. У густих позитивними є: наявність підгону, взаємодопомога між сусідніми особинами, порівняно швидке зімкнення крон і витіснення злакової рослинності, добре очищення від сучків і якість стовбурів тощо. Недоліком є велика напруженість боротьби за

життєвий простір, яка може призвести до формування слабких і недостатньо розвинених дерев, що виявляється у пізнішому віці, особливо якщо не проводили рубки догляду. В густих деревостанах самозрідження починається рано і відбувається бурхливо, із витратами значних продуктивних сил у цьому процесу порівняно з рідкими чи середньої густоти насадженнями.

Серед переваг рідкого садіння – вільний розвиток окремих дерев, їхніх крон та, особливо, кореневих систем, які використовують від самого початку росту більшу площу живлення. Така перевага може повною мірою проявитися у продуктивності насаджень після їхнього зімкнення, коли дерева почнуть підганяти одне одного у висоту і цілеспрямовано використовувати весь життєвий простір.

У лісівничій літературі найповніше проаналізовано роль простору та світла. Існує навіть поняття лісівничої повноти – за ступенем зімкнутості крон дерев (Poliakov, 1997). У зв'язку з цим М. М. Орлов вважав насадження нормальними тоді, коли їхні намети повністю змикаються між собою і, прикриваючи ґрунт, не дають змоги рости на цій площі більшій кількості дерев певного виду і віку (Orlov, 1925). Окрім лісівничої визначають таксаційну повноту деревостану – показник щільності стояння стовбурів на одиниці площі, що характеризує ступінь (частку) використання ними зайнятого простору.

Повнота і густота деревостану слугують важливими лісівничими характеристиками, які визначають його структуру, продуктивність і застосовуються у лісівництві (Svyrydenko, Babich & Kyrychok, 2004). Вони впливають на чинники формування нижніх ярусів лісостанів, зокрема живий надґрунтовий покрив і підстилку: інсоляцію, зволоження, швидкість переміщення повітряних мас тощо. Повноту насаджень вважають одним із центральних понять лісівництва, що широко використовують у лісовпорядному

проектуванні та лісгосподарській практиці (Poliakov, 1997).

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Пошуки дослідниками кількісних показників «нормальності» насаджень тривають давно. Ще 1910 р. Я. С. Медведєв, російський лісівник-ботанік, фахівець із рослинності Кавказу в роботі «Опыт исследования группы леса» як критерій нормальності деревостанів пропонував використати їхню відносну висоту (Pogrebnyak, 1968). Він встановив, що ценотичні особливості росту дерев і формування стовбурів добре відображає такий показник, як відносна висота, що пов'язує параметри висоти h і діаметра d відношенням $h : d$. Для окремого дерева чим більша величина відношення $h : d$, тим більше приріст у висоту переважає над приростом у товщину, а отже більша частина поживних речовин спрямовується деревом на утворення верхівкового пагона. Denisov & Glushkova (2011) розглядають напруженість конкурентних відношень $h : d$ у деревостанах, що є основою для оцінки зрідження.

Під час досліджень використовують кількісні дані обліку діаметрів на висоті 1,3 м основних деревних видів рослин на пробних площах за ступенями товщини деревостану, оскільки вони відображають розмір споживаного ресурсу. Вибір цього таксаційного показника для подальших розрахунків пов'язаний із тим, що діаметр більш чутливий щодо зміни умов середовища, ніж висота стовбура, і його більш точно можна визначити у польових умовах.

Shul'ga (2007), Terekhina (2009), Dancheva & Zalesov (2016), Vakhtin & Vavin (2018) у своїх дослідженнях використовували комплексний оціночний показник, або коефіцієнт напруженості середнього дерева в деревостані. Зазначено, що окрім характеристики стану дерев, він є важливим критерієм оцінки достатності зрідження. Цей показник запропонував Vysoczkij (1962) під час вивчення будови мішаних деревостанів. Як

основний і вихідний показник для аналізу міжвидових взаємин автор прийняв комбінований показник росту дерев за висотою і діаметром, виражений відносним приростом за висотою на одиницю площі перерізу таксаційного діаметра ($h : g$), де h – висота дерев, а g – площа їх перерізу в см^2 на висоті 1,3 м.

За даними Vysoczkij (1962), прийнятий показник не лише об'єктивно характеризує ріст окремих стовбурів у насадженнях і ріст цілих деревостанів, а й показує деякі біологічні особливості насаджень. Зокрема виявляє зв'язки лісоствірних видів рослин і насаджень із середовищем, бо $h : g$ обернено пропорційний якості лісорослинних умов, а також є показником ступеня напруженості росту окремих дерев у насажденні.

На рис. 1 наведено графічну ілюстрацію напруженості, яка виникає у протистоянні окремої рослини дії вітру.

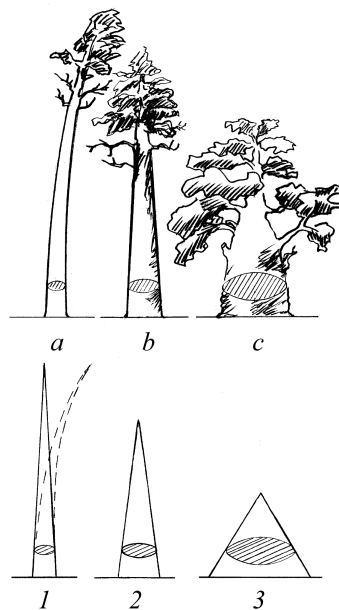


Рис. 1. Схематичне зображення зовнішнього вигляду дерев:

a, b – формове різноманіття дерев, які вирости у лісі (більш і менш густому); c – на відкритій ділянці; 1, 2, 3 – відповідна графічна ілюстрація напруженості

За густого розміщення дерев відбувається інтенсивний ріст у висоту для забезпечення надійної інсоляції, а стійкість протидії вітру гарантує гуртове їхнє розміщення на площі. На просторі інсоляції вистачає, рослині немає потреби надмірно тягнутися вгору, а для особистого протистояння вітру окремому дереву необхідно забезпечити стійкість, змінивши співвідношення $h : d$ на प्रतिлежне – приріст у товщину.

Більше напруження росту щодо деревостанів пов'язана зі скороченням тривалості циклів їхнього розвитку. Чим більше значення показника $h : g$, тим більше напруження росту деревостану, тим коротші цикли розвитку, тобто часу, який потрібний для проходження ним стадій від виникнення до природного руйнування (Vysoczki, 1962).

Початкові умови багато в чому визначають подальший розвиток деревостану. Лише в результаті цілеспрямованих зусиль можна досягти закономірностей природного зрідження, або процесу саморегуляції складних біологічних систем, до яких належить ліс, що дасть теоретичні основи для управління процесами його росту.

Природне зрідження деревостанів – надзвичайно складний процес через його багатofакторність, що потребує значних витрат енергії біоценозу (Poliakov, 1997). У невластивих для деревних рослин умовах еродованих земель чи рекультивції (Brovko, 2009) витрати спрямовуються на подолання напруженості за життєвий простір. Долаючи напруженість, що виникає у період формування лісового середовища, насадження отримує належну біологічну стійкість. Природне поновлення деревних видів рослин в агроландшафтах має свої особливості в частині енерговитрат і подолання напруженості порівняно з лісокультурною діяльністю (Khryk, Maliuha, Kimeichuk, Khakhula & Yukhnovskyi, 2020; Forman, 1995; Fries, Carlsson, Danhil, Lamas & Salinas, 1998).

Матеріали і методи дослідження.

Об'єктами дослідження слугували протиерозійні лісові насадження сосни звичайної та для порівняння дуба звичайного і робінії псевдоакації, що створені Канівською гідролісомеліоративною станцією (нині ДП «Канівське лісове господарство») на еродованих яружно-балкових землях.

Для оцінки стану протиерозійних насаджень штучного походження застосовано показник напруженості життєвого простору, який визначено за формулою

$$P_n = H_{cp} \cdot G, \quad (1)$$

де P_n – показник напруженості життєвого простору;

H_{cp} – середня висота насаджень;

G – абсолютна повнота. Розмірність становить $(\text{м} \cdot (\text{м}^2)^{-1})$.

Цей показник має у своєму складі середню висоту насаджень, що з урахуванням віку відображає бонітет (визначний показник якісної продуктивності), а також суму площ перерізів стовбурів на висоті 1,3 м (абсолютну повноту), що детально характеризує умови місцезростання.

Визначення показника напруженості життєвого простору збігається із комплексним оціночним показником, або коефіцієнтом напруженості росту, що стосується середнього дерева в насадженні. Однак у практичній діяльності, на нашу думку, для чистих насаджень важливо використовувати показник, який враховує суму площ перерізів насадження, а не середнього дерева. Важлива різниця полягає у його застосуванні. Показник, який ми запропонували, дає змогу під час проведення безперервного лісовпорядкування в режимі реального часу здійснювати моніторинг стану насаджень – використання життєвого простору.

Результати дослідження та їх обговорення. Перевірку показника напруженості здійснено з використанням таблиць

1. Зміна показника напруженості залежно від ходу росту повних соснових деревостанів

Вік, років	Середні		Сума площ перерізів, м ² ·га ⁻¹	Показник напруженості (P_n)	
	висота, м	діаметр, см		H/g	H/G
20	9,6	9,6	24,3	1330	0,395
30	14,3	14,5	33,8	870	0,423
40	18,4	19,6	40,6	610	0,453
50	22,2	23,3	45,0	520	0,493
60	25,3	27,2	47,9	440	0,528
70	27,9	30,8	50,0	370	0,558
80	30,0	34,1	51,4	330	0,584
90	31,9	37,2	52,6	290	0,606
100	33,6	40,0	53,3	270	0,630
110	34,8	42,4	54,2	246	0,642
120	36,0	44,5	54,6	231	0,659
130	36,8	46,0	55,0	224	0,669
140	37,5	47,0	55,0	216	0,682

ходу росту, які висвітлюють закономірності будови деревостанів (Wenk, Romich & Gerold, 1985; Wenk & Watzig, 1979). Для порівняння обрано повні соснові деревостани I^a класу бонітету (Regulatory and Reference Materials, 1987; Kashpor & Stochynskyi, 2012), дані з яких наведено в табл. 1.

Для середнього дерева показник напруженості життєвого простору зменшується, оскільки його діаметр із віком постійно зростає, а висота має асимптотичну наближеність до певної, генетично визначеної межі. Зрідження деревостанів забезпечує життєвий простір для дерев, які продовжують рости. Це позначається на їхньому прирості у товщину.

Упродовж життя деревних рослин, починаючи зі стадії зімкнутого молодняку до настання моменту природного старіння, у процесі боротьби за існування відмирає понад 95 % особин. Конкуренція на певних відрізках росту й розвитку буває надзвичайно гострою, проте не призводить до зникнення виду (Morozov, 1971). Для насадження показник напруженості має тенденцію до зростання (рис. 2).

Порівняння динаміки показників напруженості здійснено також для дубових насаджень I класу бонітету за таблицями ходу росту. Аналізу підлягали масивні та смугові насадження (Regulatory and Reference Materials, 1987; Kashpor &

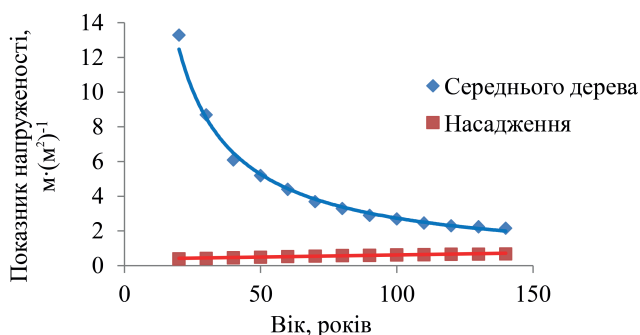


Рис. 2. Порівняння зміни показника напруженості для окремого дерева і насадження

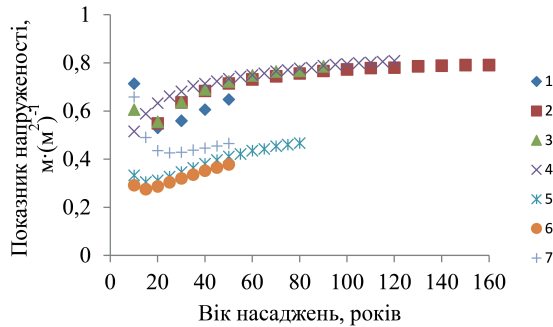


Рис. 3. Зміна показника напруженості від віку дубових насаджень I класу бонітету за даними різних авторів:

1 – штучних оптимальних (С. М. Кашпор, І. В. Шаблій); 2 – насінневих природного походження, 3 – штучного походження, 4 – повних порослевих природного походження (М. В. Давидов); 5 – рядових і 6 – гніздових смугових (С. М. Кашпор, В. Ю. Юхновський); 7 – рядових смугових (О. І. Пилипенко)

Strochynskyi, 2012; Pylypenko, 1992), що відображено на рис. 3.

У масивних і смугових насадженнях *штучного* походження помітна чітка спільна тенденція. Первинне значення показника напруженості на момент приживлення лісових культур було спочатку відносно високим, а потім знижувалося. Після двадцяти років розпочинається період інтенсивної взаємодії та конкуренції. Насадження *природного* походження не мають спадного характеру показника напруженості, оскільки в них вчасно відбувається природний відбір рослин.

Для встановлення динаміки показника напруженості від віку насаджень потрібні таблиці ходу росту. Щодо всіх видів деревних рослин для різних лісорослинних умов таких таблиць не складено, зокрема для чистих і мішаних насаджень. Тому таксатори у виробничій діяльності використовують таблиці сум поперечних перерізів і запасів насаджень за повноти 1,0.

Особливості росту соснових культур у свіжих суборах Полісся і Лісостепу України вивчав Savich (1965). Зокрема він досліджував чисті соснові насадження, які зростали у багатому різновиді

свіжого субору (I^б клас бонітету), середньому за показником родючості ґрунту різновиді свіжого субору (I^а клас бонітету) і бідному різновиді свіжого субору (I клас бонітету). За його даними ми здійснили розрахунки показників напруженості життєвого простору з урахуванням табличних значень сум поперечних перерізів і запасів насаджень за повноти 1,0.

Незалежно від різновиду свіжого субору, який позначився на продуктивності (I^б, I^а, I класи бонітету), всі насадження повноцінно, оптимально використали лісорослинні умови за повноти 1,0 (рис. 4).

На практиці, під час вирощування особливо густих штучних насаджень спостерігалися раптові, непередбачувані, так звані залпові відпади значної кількості дерев (Savich & Strochynskyi, 1991). Науковці та виробничники довгий час шукали шляхи підвищення продуктивності лісів лісівничими методами, зокрема за допомогою формування необхідної просторово-параметричної структури сосняків, застосування способів доглядових рубок у молодяках (Anuchin, 1991; Bilous, 2016; Vakuliuk & Samoplavskyi, 1998; Yavorovskyi et al.,

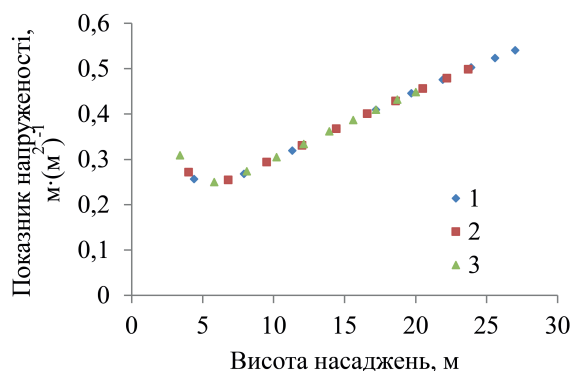


Рис. 4. Зміна показників напруженості штучних соснових деревостанів: 1 – багатий різновид свіжого субору (I^b клас бонітету); 2 – середній, за показником родючості ґрунту, різновид свіжого субору (I^a клас бонітету); 3 – бідний різновид свіжого субору (I клас бонітету)

2019; Logginov, 1977; Svyrydenko, Babich & Kyrychok, 2004).

Графічна інтерпретація показує, що статичне дослідження деревостанів необхідно для того, щоб із більшої різноманітності стовбурів отримати в даний момент середнє значення показників їхнього росту. Однак і отримане одне середнє значення, без зв'язку його із загальною системою (загальним ходом росту) виявляється недостатнім для класифікації деревостанів. Іншими словами, диференціація стовбурів (штатика деревостану) через середнє «зв'язується» з динамікою деревостану і навпаки (Vysoczkij, 1962).

Отже, для вирішення питання про подібність за циклом розвитку якого-небудь конкретного деревостану з іншим, потрібно один із порівнюваних деревостанів нанести на графік у динамічному вираженні, із зображенням його лініями розвитку. Для цього, користуючись даними таблиць сум площ поперечних перерізів і запасів насаджень за повноти 1,0 розраховуємо показник напруженості життєвого простору $H_{cp} : G$ у динамічному вираженні. Далі відкладаємо по осі абсцис висоти дерев, які вони можуть досягти у певному віці, а по осі ординат

визначений показник напруженості $H_{cp} : G$.

Тоді для іншого деревостану достатньо із його статичних рядів визначити лише середнє значення $H_{cp} : G$ і висоту, щоб далі шляхом порівняння $H_{cp} : G$ за відповідної висоти вже вирішити, чи є він подібним. У цьому випадку можна дати позитивну відповідь тільки тоді, коли показник зростання досліджуваного нами другого деревостану, виражений на графіку точкою, суміститься з лінією розвитку першого деревостану.

Показник напруженості дає змогу оцінити використання насадженнями життєвого простору. У насаджень штучного походження воно може бути нормальне (оптимальне), ненапружене і напружене. Якщо значення показників напруженості збігаються із кривою розподілу, що отримана за стандартними таблицями сум площ поперечних перерізів деревних стовбурів за повноти 1,0, це свідчить про нормальне (оптимальне) використання насадженнями життєвого простору. Значення показників, розміщених під кривою, вказують на неповне використання життєвого простору, а отже на те, що немає напруженості зростання насаджень, що за надмірного

зрідження може призвести до зниження продуктивності – запасу стовбурової деревини. Якщо значення показників розміщені над кривою, це свідчить про напружене використання життєвого простору, а зростання таких насаджень межує із можливими так званими залповими відпадами рослин у лісових культурах.

Для оцінки деревостанів недостатньо мати лише одну лінію їхнього розвитку, оскільки, визначаючи спорідненість із нею серії пробних площ, матимемо деяке розсіювання точок навколо цієї однієї лінії, що ускладнює вирішення питання про подібність або відмінність у зростанні досліджуваних деревостанів.

Звідси випливає, що одну лінію треба замінити смугою – певною площею, обмеженою з двох сторін лініями. Такими лініями можуть бути межі практичного застосування сум площ поперечних перерізів і запасів насаджень за повноти 1,0 та 0,7, як допустимих для подальшого розвитку деревостанів.

Наведено фрагменти досліджень оцінки використання протиерозійними насадженнями сосни звичайної, дуба звичайного та робінії псевдоакації життєвого простору за показником напруженості.

Характеристику тимчасових пробних площ чистих насаджень сосни звичайної та показників напруженості систематизовано в табл. 2.

Аналіз для поданих у таблиці даних показників напруженості доцільніше здійснити, застосувавши графічне порівняння з даними, отриманими за стандартними таблицями сум площ поперечних перерізів стовбурів (рис. 5).

Як показало виконане порівняння, у напруженні зростають насадження на ТПП № 91067, 91073, 93002, 97033 і 99023, перебуваючи у дещо загущеному стані. Оптимально ростуть насадження на ТПП № 93001. Насадження на ТПП № 97031 зростають без напруження. Найбільшим ступінь напруженості життєвого простору серед представлених насаджень виявився для ТПП № 91067 у 13 років і ТПП № 99023 у віці 72 роки.

Подібний аналіз використання життєвого простору за показником напруженості здійснено для насаджень дуба звичайного. Фрагмент порівняння отриманих даних щодо використання чистими насадженнями дуба звичайного життєвого простору наведено в табл. 3.

Значення показників напруженості чистих дубових насаджень цієї таблиці ускладнюють сприйняття інформації в частині аналізу отриманих результатів, тоді як графічне порівняння з даними, отриманими за стандартними таблицями сум площ поперечних перерізів стовбурів, спрощує таку процедуру (рис. 6).

Результати аналізу отриманих даних щодо дубових насаджень свідчать про

2. Характеристика тимчасових пробних площ чистих насаджень сосни звичайної

Шифр пробної площі	Вік, років	Середні		Кількість дерев, шт.·га ⁻¹	Сума площ перерізу, м ² ·га ⁻¹	Показник напруженості, м·(м ²) ⁻¹	Запас, м ³ ·га ⁻¹
		діаметр, см	висота, м				
91067	13	6,1	6,0	4314	12,6	0,476	47
97031	15	9,8	6,2	3508	26,4	0,235	100
91073	25	10,4	11,2	3567	30,0	0,373	173
93001	25	16,0	11,7	1590	35,2	0,332	214
93002	40	19,6	17,5	1300	39,2	0,446	351
99023	72	26,6	21,7	637	35,5	0,611	370
97033	55	20,0	20,0	1300	40,8	0,490	395

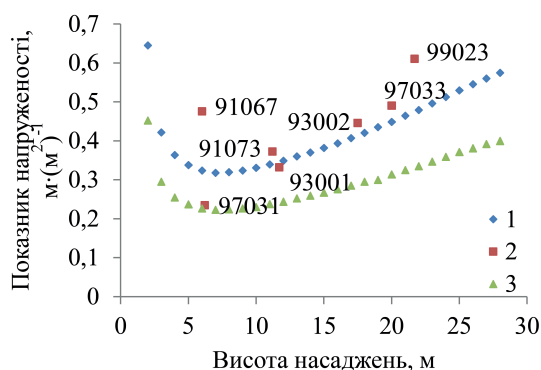


Рис. 5. Зміна показників напруженості чистих насаджень сосни звичайної: 1 – дані за таблицями сум площ поперечних перерізів (повнотою 1,0); 2 – експериментальні дані тимчасових пробних площ; 3 – дані за таблицями сум площ поперечних перерізів (повнотою 0,7)

3. Характеристика тимчасових пробних площ чистих насаджень дуба звичайного

Шифр пробної площі	Вік, років	Середні		Кількість дерев, шт.·га ⁻¹	Сума площ перерізу, м ² ·га ⁻¹	Показник напруженості, м ³ (м ²) ⁻¹	Запас, м ³ ·га ⁻¹
		діаметр, см	висота, м				
91065	17	9,2	7,1	2750	18,2	0,390	84
97038	29	12,0	11,0	1875	21,2	0,519	126
91075	40	13,4	13,3	2000	28,1	0,473	212
94017	40	19,1	14,7	1053	30,3	0,485	227
98012	40	16,2	16,5	1533	31,8	0,519	240
94018	45	26,2	15,5	708	38,1	0,407	270
20004	60	20,4	18,0	750	24,5	0,735	215

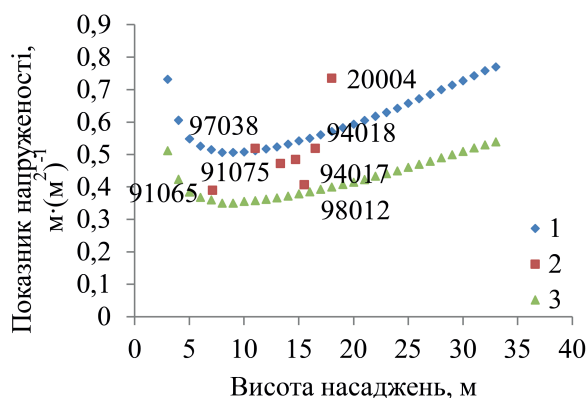


Рис. 6. Зміна показників напруженості чистих насаджень дуба звичайного: 1 – дані за таблицями сум площ поперечних перерізів (повнотою 1,0); 2 – експериментальні дані тимчасових пробних площ; 3 – дані за таблицями сум площ поперечних перерізів (повнотою 0,7)

4. Характеристика тимчасових пробних площ чистих насаджень робінії псевдоакації

Шифр пробної площі	Вік, років	Середні		Кількість дерев, шт.·га ⁻¹	Сума площ перерізу, м ² ·га ⁻¹	Показник напруженості, м·(м ²) ⁻¹	Запас, м ³ ·га ⁻¹
		діаметр, см	висота, м				
92012	30	17,3	16,2	1300	27,5	0,589	162
93019	55	29,3	21,2	430	28,9	0,733	258
94021	8	6,7	5,1	3570	12,6	0,405	32
94031	26	14,8	13,4	908	15,6	0,859	122
95002	8	6,7	5,1	3625	14,1	0,362	35
95003	15	10,0	7,4	2285	18,1	0,409	53
95026	29	18,3	16,4	657	17,2	0,953	132
95031	50	29,3	21,2	384	25,6	0,828	222

неповне використання життєвого простору на ТПП № 91065, 91075, 94017, 98012. Близька до нормальної ситуація на ТПП № 94018. Оптимальні умови зростання простежуються в насадженнях на ТПП № 97038.

На момент досліджень зауважено напружене (надмірне) використання життєвого простору в насадженні на ТПП № 20004, де вік становить 60 років, а стовбуровий запас деревини – 215 м³·га⁻¹, що потребує проведення рубок догляду.

Успішним досвідом вирощування протиерозійних насаджень доведено, що за дотримання технологічних вимог можливо досягти досить високої продук-

тивності насаджень, забезпечуючи при цьому захист земель і відновлюючи ґрунтоутворювальні процеси. Проте для одержання таких результатів необхідний постійний моніторинг за станом насаджень. Нині, коли проводять безперервне лісовпорядкування, нескладно здійснювати контроль за їхнім станом, застосовуючи запропонований показник напруженості.

Аналогічний підхід здійснено для оцінки використання життєвого простору чистих насаджень робінії псевдоакації (табл. 4).

Зміну показників напруженості чистих насаджень робінії псевдоакації наведено на рис. 7.

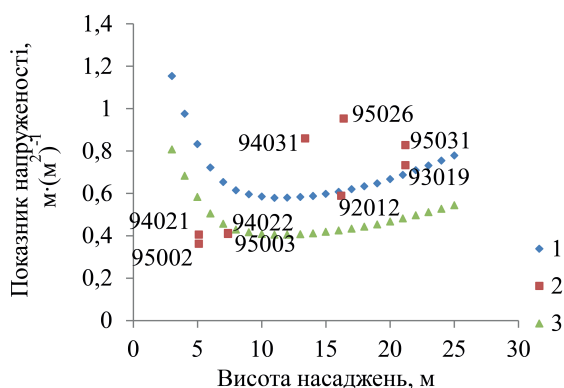


Рис. 7. Зміна показників напруженості чистих насаджень робінії псевдоакації:

1 – дані за таблицями сум площ поперечних перерізів (повнотаю 1,0); 2 – експериментальні дані тимчасових пробних площ; 3 – дані за таблицями сум площ поперечних перерізів (повнотаю 0,7)

Графічне зображення вказує на повноцінне (оптимальне) використання життєвого простору на ТПП № 92012 і близьке на ТПП № 93019. Різним ступенем зрідження вирізняються насадження на ТПП № 94021, 95002, 95003. Стосовно частини насаджень ТПП № 94031, 95026, 95031 на момент досліджень зауважено напружене використання життєвого простору, що потребувало проведення рубок догляду.

Висновки і перспективи. Показник напруженості дає змогу оцінити використання насаджень життєвого простору. У насаджень штучного походження воно може бути нормальним (оптимальним), ненапруженим і напруженим.

Якщо значення показників напруженості збігаються із кривою розподілу, що отримана за стандартними таблицями сум площ поперечних перерізів деревних стовбурів повнотою 1,0, це свідчить про нормальне (оптимальне) використання насаджень життєвого простору.

Значення показників, розміщених над кривою, вказують на напружене використання життєвого простору, а подальше зростання таких насаджень межує із можливим масовим груповим відпадом дерев у лісових культурах. Якщо значення по-

казників розміщені під кривою – неповне використання життєвого простору, а отже немає напруженості зростання насаджень, що за надмірного зрідження може призвести до зниження продуктивності – запасу стовбурової деревини.

Запропонований показник напруженості життєвого простору за його визначенням ідентичний комплексному оціночному показнику, або коефіцієнту напруженості росту, що стосується середнього дерева в насадженні. Та в практичній діяльності, на нашу думку, для чистих насаджень важливо використовувати показник, який враховує суму площ перерізів насадження, а не середнього дерева.

Успішним досвідом вирощування протиерозійних насаджень доведено, що за дотримання технологічних вимог можливо досягти досить високої продуктивності насаджень, забезпечуючи при цьому захист земель і відновлюючи ґрунтоутворювальні процеси. Для одержання таких результатів необхідний постійний моніторинг за станом насаджень. Під час безперервного лісовпорядкування нескладно здійснювати контроль за їхнім станом, застосовуючи запропонований показник напруженості.

Список літератури

- Anuchin, N. P. (1991). *Forest management*. Moscow: Ecology [in Russian].
- Bilous, A. M. (2016). *Biological productivity and ecosystem functions of softwood deciduous forests in the Ukrainian Polissya*. Kyiv [in Ukrainian].
- Brovko, F. M. (2009). *Forest reclamation of dump landscapes of the Dnieper Upland of Ukraine*. Kyiv: Aristei [in Ukrainian].
- Dancheva, A. V., & Zalesov, S. V. (2016). The use of comprehensive evaluation index for assessing the condition of pine stands the State Forest Natural Reserve "Semey Orman". *Bulletin of the St. Petersburg Forestry Academy*, 215, 41–54. <http://dx.doi.org/10.21266/2079-4304.2016.215.41-54>
- Danilov, D. A. (2016). *Features of the formation of mixed pine and spruce stands and their influence on the commodity structure and density of wood*. St. Petersburg [in Russian].
- Denisov, S. A., & Glushkova, Yu. P. (2011). Features of the growth of spruce plantation crops when growing pulpwood in connection with silvicultural care. *Bulletin of MarSTU*, 1, 31–38 [in Russian].
- Forman, R. T. (1995). Some general principles of landscape and regional ecology. *Landscape ecology*, 10 (3), 133–142. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00133027>
- Fries, C., Carlsson, M., Danhil, B., Lamas, T., & Salinas, T. (1998). A review of conceptual landscape planning models for multiobjective forestry in Sweden. *Canadian Journal of Forest Research*, 28 (2), 159–167. <https://doi.org/10.1139/x97-204>

- Kashpor, S. M., & Stochynskiy, A. A. (2012). *Forest Mensuration Handbook*. Kyiv [in Ukrainian].
- Khryk, V. M., Maliuha, V. M., Kimeichuk, I. V., Khakhula, V. S., & Yukhnovskiy, V. Yu. (2020). Natural regeneration of ravine-gally systems and former arable lands in Ovruch region. *Modern Scientific Researches*, 3 (13), 28–37. <https://doi.org/10.30889/2523-4692.2020-13-03-024>
- Lakyda, P. I. (2002). *Phytomass of forests of Ukraine*. Ternopil: Zbruch [in Ukrainian].
- Logginov, B. I. (1977). *Forest crops*. Kyiv: Goskomizdat USSR [in Ukrainian].
- Maliuha, V. M. (2001). Estimation of normality of growth of protective plantings and their biological stability. *Scientific Bulletin of the National Agrarian University*, 39, 201–208.
- Morozov, G. F. (1971). *Selected Works*, 2. Moscow: Lesnaya promyshlennost' [in Russian].
- Orlov, M. M. (1925). *Forest taxation*, 2. Leningrad: Izd-vo Leningradskogo lesnogo in-ta [in Russian].
- Pylypenko, A. I. (1992). *Silvicultural peculiarities and ameliorative influence of field-protective forest belts in the conditions of the black-earth Steppe of Ukraine (Theoretical and experimental substantiation of the optimal design of forest belts)*. Kyiv: USKhA [in Ukrainian].
- Pogrebnyak, P. S. (1968). *General forestry*, 2. Moscow: Kolos [in Russian].
- Poliakov, O. V. (1997). Forestry and economic significance of the completeness of plantations. *Scientific Bulletin of the National Agrarian University*, 8, 41–49 [in Ukrainian].
- Regulatory and reference materials for forest taxation of Ukraine and Moldova* (1987). Kyiv: Urozhaj [in Ukrainian].
- Savich, Yu. N. (1965). *Features of the growth of pine crops in fresh subors of Polesie and Forest-steppe of the Ukrainian SSR*. Kyiv [in Ukrainian].
- Savich, Yu. N., & Stochynskiy, A. A. (1991). *Unique research facility*. Kyiv: USKhA [in Ukrainian].
- Shul'ga, V. D. (2007). To substantiate the methods of creating known sustainable forest stands in the steppe. *Forest Journal*, 5, 21–28 [in Russian].
- Svyrydenko, V. Ye., Babich, O. H., Kyrychok, L. S. (2004). *Forestry*. Kyiv: Aristei [in Ukrainian].
- Terekhina, D. K. (2009). *Methods for increasing the resistance of coniferous reclamation stands of the arid zone (on the example of the Volgograd region)*. Volgograd [in Russian].
- Vakhtin, A. I., & Vavin, V. S. (2018). Study of current state of the old-aged ravine forest belts of "Stone steppe". *Agricultural sciences*, 10 (76), 52–55 <https://doi.org/10.23670/IRJ.2018.76.10.010>
- Vakuliuk, P. H., & Samoplavskiy, V. I. (1998). *Reforestation and afforestation in the plains of Ukraine*. Fastiv: Polifast [in Ukrainian].
- Vysoczkij, K. K. (1962). *Regularities of the structure of mixed forest stands*. Moscow: Goslesbumizdat [in Russian].
- Wenk, G., Romich, K., & Gerold, D. (1985). *DDR-Fichtenertragstafel 1984*. Tharandt: TU Dresden.
- Wenk, G., & Watzig, H. (1979). *Dieneue Fichtenertragstafel fur die Mittelgebirge der DDR*. Dresden-Karl-Marx-Stadt, 52.
- Yavorovskiy, P. P., Maurer, V. M., Zibtsev, S. V., Maliuha, V. M., Kaidyk, O. Yu., & Sendonin, S. Ye. (2019). *Ecologically oriented forestry*. Kyiv: Naukova stolitsia [in Ukrainian].

Maliuha, V. M., Minder, V. V. (2020). Indicator of tension in the living space of protective forest stands. *Ukrainian Journal of Forest and Wood Science*, 11 (4), 47–59. <https://doi.org/10.31548/forest2020.04.005>

The density of stands remains a controversial issue to this day, requiring a practical solution in terms of the optimal liquefaction of plantings without a significant loss of the quantitative productivity of the trunk stock of wood and the stability of forest stands. Only as a result of focused efforts can the patterns of natural liquefaction or the process of self-regulation of complex biological systems, to which the forest belong, be achieved. Natural liquefaction of forest stands is an extremely complex process due to its multifactorial nature, to the manifestation of which climatic, soil, biological conditions and many other mutual influences are involved. In forest biogeocenoses, the edificatory role belongs to the main stand. This tier represents a group of tree species in a phytocenosis, which determines its structure and, to a certain extent, composition. In this study, it is proposed to evaluate the functional load by an indicator of the tension of the living space of the plantation. Since Scotch pine is one of the most common edificators, widely used in the creation of anti-erosion plantations on soils of varying

degrees of washout, substantiation of the indicator of tension is carried out on its example. The formula for calculating the tension indicator of the living space, characterizing the growing conditions of the plantation, is given. The indicator of the tension of living space is the ratio of the average height of plantings to their absolute completeness. The verification of the proposed indicator was carried out using tables of the course of growth, highlighting the patterns of the structure of tree stands. A graphic interpretation of the static research of forest stands is carried out. If the values of the tension indicators coincide with the distribution curve obtained from the standard tables of the sum of the cross-sectional areas of tree trunks with a completeness of 1.0, this indicates the optimal use of living space by plantations. The values of the indicators placed above the curve indicate the intensive use of living space. If the values of the indicators are located under the curve - it is incomplete use of living space. Since there is continuous forest management in Ukraine, and for timely forestry measures, it is necessary to constantly monitor the state of plantations. For successful cultivation of anti-erosion plantings of sufficiently high productivity and convenience of monitoring their condition, the proposed indicator can be used.

Keywords: assessment of the state of plantings, forest environment, biological sustainability, liquefaction of the stand, growth rate, average height, absolute completeness.

Отримано: 2020-11-02