

Д.Ю. КАРАБЧУК¹, М.П. ГОРОШКО²

ПЕРЕДУМОВИ ТА ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ СОЦІАЛЬНИХ КЛАСІВ У ТАКСАЦІЇ ФІТОМАСИ ДЕРЕВОСТАНІВ

Подано аналіз літератури, в якій розглянуто використання методу соціальних класів, суть якого полягає в тому, що середнє за діаметром модельне дерево не є середнім за основними компонентами фітомаси крони. Тому для визначення компонентів фітомаси деревостану одного модельного дерева недостатньо. Запропоновано відбирати модельні дерева, використовуючи модифіковану класифікацію соціальної диференціації дерев за Крафтом. Для подальшого використання методу соціальних класів у дослідженнях фітомаси природних смерекових насаджень зрілого віку проведено статистичний аналіз відібраних моделей із 10 пробних площ в басейні Черемошу Українських Карпат. Отримані результати подано у вигляді таблиці із описовою статистичною інформацією відібраних моделей. На їх основі розроблено рисунок-схему соціальної диференціації дерев за кількісними показниками стовбура (відносним діаметром, відотною висотою) та якісною характеристикою крони. Також запропоновано класифікаційну таблицю з описовою частиною соціальних класів дерев.

Ключові слова: соціальна диференціація дерев у насадженні, соціальний клас, класи Крафта, метод визначення надземної фітомаси деревостану, смерекові насадження, ялина європейська

Вступ. Проблемні питання вивчення фітомаси деревостанів зумовлюють питання, за якою методикою необхідно проводити її оцінення, а особливо – якою кількістю модельних дерев обмежитись у випадку необхідності вивчення детальної структури фітомаси. Все це залежить від поставленої мети, об'єкта досліджень та наявних ресурсів для виконання поставленого завдання [6]. Для

¹ **КАРАБЧУК Дмитро Юрійович** – магістр лісового господарства, Національний лісотехнічний університет України. м. Львів, Україна. Тел.: +38-067-67-02-340. E-mail: karabchuk@hotmail.com

² **ГОРОШКО Мирон Петрович** – член-кореспондент ЛАН України, кандидат сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри лісової таксації та лісовпорядкування, Національний лісотехнічний університет України. м. Львів, Україна. Тел.: +38-097-5-009-009. E-mail: nltu@ukr.net

вирішення цього питання потрібно звернути увагу на існуючі методологічні розробки.

Із літератури відомо, що перші способи оцінення фітомаси насаджень базувалися на середньому модельному дереві (метод середнього модельного дерева). Однак пізніше цей підхід було відкинуто як такий, що не забезпечує необхідної точності тому, що середнє дерево за діаметром і висотою у деревостані не є середнім за розміром крони, тому його використання для дослідження фітомаси деревостану є недостатнім завдяки великим відхиленням [9, 7, 73]. Інші автори пропонують використати більшу кількість середніх модельних дерев, як, наприклад, у дослідженнях, здійснених у стиглих насадженнях, було використано три модельних дерева [62], аналогічну кількість моделей використано у Q. Forugi (1981) та S. Ramam (1981) (див. у Cannell, 1982 [25]). Але більшість досліджень у цьому напрямку здійснено за допомогою співвідношення обсягів фітомаси будь-якої кількості виміряних дерев (від трьох до понад 40, але переважно 5-10) до їх суми площ поперечних перерізів і порівняно із абсолютною повнотою дерев на пробній площі [72, 25]. Оскільки кращі результати дає відбір дерев у межах всього діапазону варіювання їхніх розмірів, потрібно брати максимально можливу кількість модельних дерев [9]. Наприклад, ступінчасто-представницький метод оцінення фітомаси насаджень передбачає поділ дерев у насадженні на певну кількість класів за діаметрами із рівною кількістю дерев у кожному з них [6] і відбором середніх моделей. В.А. Усольцев [10] на основі власної методичної роботи рекомендує поділити насадження на 10 рангів і на їх основі взяти 10 модельних дерев. Також він звертає увагу на те, що збільшення кількості дерев не гарантує підвищення точності досліджень. Пізніше автор рекомендує взяти всього п'ять модельних дерев [11]. Сьогодні в Україні для досліджень фітомаси використовують обмір 3-5 модельних дерев у мішаних та 5-15 – у чистих деревостанах [6].

Отже, з метою прийняття оптимального рішення у межах поставленої мети роботи необхідно здійснити додатковий аналіз питання відбору модельних дерев, які б характеризували об'єкт дослідження.

Методологічні передумови. Загальновідомим фактом у лісівництві є те, що розмір окремого дерева залежить від його віку та конкуренції між сусідніми деревами за наявні ресурси світла, води та живильних речовин у навколишньо-

му середовищі [3, 4, 5, 17, 30, 34, 49, 64]. Наявність таких ресурсів часто описують в науковій літературі як умови росту [52, 56], чи простір для росту – як вимір, який необхідний для росту і розвитку дерева [54, 60]. Залежно від рівня деталізації дослідження (регіональні чи місцеві), науковців може цікавити більший чи менший ступінь деталізації досліджень, які дають змогу зрозуміти процеси конкуренції між деревними рослинами. Із ростом дерев насадження (чи просто куртина дерев, які почали рости більш-менш одночасно) піддається різним етапам росту і розвитку, а саме: виникнення підросту, зімкнення намету, період інтенсивного відпаду у зв'язку з інтенсивним ростом і акумулюванням фітомаси, зрілість та, наостанок, вертикальна і горизонтальна структуризація намету [33]. Аналогічними періодами у розвитку насадження, що описані у вітчизняній літературі, є молодняки 1 і 2 класу віку, середньовікові, пристигаючі, стиглі та перестиглі насадження [3, 13]. Під час кожного із цих періодів окреме дерево має різну швидкість росту із максимальним річним приростом, що спостерігається після зімкнення крон у молодому віці. Після того, як дерево досягає віку зрілості (стиглості), його швидкість росту уповільнюється та дещо стабілізується [64]. У цей період свого життя розмір дерева відображає умови, в яких воно виростало, і тому є відмінним від розмірів дерев, які його оточують. Отже, вплив такої диференціації дерев може бути вивчений у віці зрілості, вказуючи на те, що соціальний клас окремого дерева є результатом його потенційних можливостей залежно від умов, в яких воно виросло [61]. Отже, через різні конкурентні умови, дерева із близькими діаметрами можуть мати різну висоту [17] і розмір крони [9, 74]. Попередні дослідження вказують на те, що врахування цих трьох просторових параметрів відповідає за точніше оцінення компонентів надземної фітомаси дерева [4, 5, 12, 38]. За даними професора Е. Ассман [17], узагальнювальні методологічні підходи щодо використання наведених показників було зроблено ще на початках становлення лісівничої науки (Ch. v. Seebach, 1844): вже тоді було проведено спробу класифікувати дерева за їхніми розмірами у межах одного деревостану залежно від соціального статусу. Класифікація, опрацьована Крафтом у 1884 р., була однією із перших професійно визнаних класифікацій дерев за їхніми розмірами [50]. Метою цієї класифікації було включити вплив різниці в доступі до наявних ресурсів у пояснення диференціації параметрів окремих дерев, вказавши на те, що деревостан має

“соціальну структуру”. Ця “класична” класифікація включає п’ять основних та чотири додаткових класи (див. Assmann, 1970 [17], або Zasada, Cieszewski, 2005 [80]), а саме:

1. Наддомінуючі стовбури (дерева) – із надзвичайно добре розвиненими кронами;
2. Домінуючі (панівні) стовбури (дерева) – зазвичай ті, що формують основну частину деревостану і мають порівняно добре розвинені крони;
3. Співдомінуючі (основні) стовбури (дерева) – особини із дещо нормальними, але стосовно інших – слабше розвиненими вузькими кронами;
4. Доміновані (підпорядковані) стовбури (дерева) – крони яких є дещо односторонніми (прапороподібними), або піддаються значному затіненню із одного або більше боків:

(а) дерева із кронами в середині намету деревостану, верхівки яких не повністю затінені, але розташовані серед намету;

(б) дерева із кронами, які частково вже розташовані під наметом лісу;

5. Повністю затінені (пригнічені) стовбури (дерева):

(а) із кронами, що можуть вижити;

(б) із кронами, що відмирають або вже відмерли.

З того часу цю теорію постійно розвиває та використовує багато лісівників-науковців [4, 5, 17, 28, 30, 32, 39, 40, 42, 49, 55, 61, 68, 69, 70]. Такий підхід дає змогу охарактеризувати різні аспекти дерева та підкреслити його особливості. На основі класифікації Крафта було розроблено нові класифікаційні схеми (із незначними відмінностями чи уточненнями до більш детальних). Зпоміж них – класифікація зрідження, природнича класифікація, класифікація Ассман, Шеделіна, класифікація дерев ІОФРО, французька і данська класифікації, теоретико-методологічні основи групування дерев в одновікових штучних лісових насадженнях, які докладно розробив Ю.М. Дебринюк [4, 5] (на прикладі деревостанів заходу України) та інші (див., наприклад, Assmann [17]; Лакида [6]; Zasada, Cieszewski [80]), які дають повніше і точніше уявлення про соціальну структуру насадження, та останні з яких відображено в закордонній навчальній літературі [31, 49, 59, 64], вітчизняних публікаціях [4, 5].

Отже, Крафт ідентифікував різні класи дерев, що залежать від їхнього місцезростування у межах визначеної ним соціальної структури (класи Краф-

та). Відтоді ці класи мали низку інших назв, відомих у науковій літературі як: класи крон [37, 45, 53, 59], соціальні статуси [46], соціальні позиції дерева [17, 43, 81], класи соціальних позицій [81], соціальні класи [35, 80], біосоціальні позиції [44], конкурентна здатність дерева [29], ступінь диференціації особин [4, 5] тощо. Ще в інших наукових працях вплив такої закономірності розвитку деревостану іноді описували загальними словами, які характеризують ефект конкуренції в середині насадження, або внутрішньою будовою деревостанів, чи індивідуальною конкуренцією між деревами. У цих дослідженнях використовують терміни “соціальний клас” або “соціальний статус дерева” (*СОЦ* чи *СП*).

Різні фахівці вивчали вплив конкуренції між окремими деревами на їхні параметри у дослідженнях: фітомаси [48, 75, 76], щільності деревини [46], площі поперечного перерізу дерева [4, 5, 20, 27, 65, 67], об’єму стовбура [4, 5, 23], механічних властивостей деревини [21], ходу росту [36, 58], способів ведення лісового господарства [22, 63], транспірації [70], світлопоглинання [15, 23, 24, 26], розповсюдження шкідників [81] та відпаду [47, 57]. Також такий підхід використовували під час досліджень таких деревних порід як: *Abies alba* [75], *Fagus sylvatica* [71], *Fraxinus excelsior* [76], *Larix occidentalis* [27], *Larix decidua* [5], *Picea abies* [5, 35, 46, 63], *Quercus robur* [4, 76], *Quercus rubrum* [29], *Pinus pinaster* [66], *Pinus ponderosa* [27], *Pinus sylvestris* [55, 80], *Pinus taeda* [65], *Pseudotsuga menziesii* [5, 27], *Acer* sp., *Tilia* sp. *та ін.* [76]. Крім цього, подібний підхід використовують для вертикальної стратифікації намету не тільки в лісах помірних зон, а й у тропічних [18, 30].

Варто зауважити, що соціальні класи є передусім якісною характеристикою, тому їх визначення в натурі може призводити до виникнення похибок у класифікації [16]. З огляду на це, широке застосування у лісовій науці мають кількісні характеристики дерева, в яких є тісний кореляційний зв’язок із соціальним статусом дерева (див., наприклад, Ю. Дебринюк [4, 5]). Крім того, до них можна віднести “коефіцієнт конкуренції”, що є відношенням проекції крони дерева до її середньої величини у насадженні [47] та різного роду “індекси конкуренції дерев” (*ІКД*) [14], що включають й інші вимірювальні характеристики сусідніх дерев [19, 27, 34, 40, 77]. Серед *ІКД* розрізняють *дистанційно залежні* (такі, що залежать від відстані розташування дерев одне стосовно іншого) [20, 65], *дистанційно незалежні* [27, 66] та *частково дистанційно незалежні* [51].

Велику кількість досліджень було здійснено задля визначення взаємозв'язку між D , H і $СОЦ$, що добре описано у науковій літературі [1, 2, 4, 5, 17, 80]. Дослідження графіків розподілу деревостану за діаметром вказують на те, що його може бути поділено на декілька аналогічних розподілів у межах визначених $СОЦ$, які добре описують нормальним розподілом [17, 55, 78, 79]. За даними професора Е. Ассманн [17], у 74-річному, ледь прорідженому смерековому насадженні було зафіксовано такий розподіл дерев за класами Крафта: 1 клас – 33% (від загальної абсолютної повноти), 2 клас – 54%, 3 клас – 10% та 4 клас – 3%. Дослідження розподілу дерев за групами росту (класифікація Дебринюка [4, 5]) в одновіковому 45-літньому смерековому деревостані [5] зафіксували такий розподіл: 1 клас (група дерев дуже сильного росту) – 6 %, 2 клас (група дерев сильного росту) – 20 %, 3 клас (група дерев середнього росту) – 66 % та 4 клас (група дерев слабого росту) – 8 %.

Подібний розподіл за діаметрами, висотами та соціальними класами існує й між іншими породами (наприклад, сосна звичайна, модрина, псевдотсуга, дуб звичайний, бук лісовий) [4, 5, 17]. Однак, згадані розподіли між соціальними класами Крафта частково накладаються один на інший з огляду на природу соціальної диференціації дерев у насадженні (дерева із однаковим діаметром чи висотами належать до різних $СОЦ$) та, не виключено, що й через помилки під час проведення класифікації в натурі [17]. Тому, у разі потреби підбору модельних дерев, які б репрезентували $СОЦ$, є сенс відбирати їх із середини таких класів. В іншому випадку необхідно відносити обмірянні характеристики модельних дерев до їх площі поперечного перерізу, використовуючи середньозважений підхід (метод облікових дерев) для перерахунку отриманих показників на весь деревостан.

Представлений аналіз літературних джерел свідчить про досить детальне вивчення питання диференціації дерев в одновікових деревостанах переважно штучного походження. У цій роботі представлено спрощений аналіз соціальної диференціації дерев за модельними деревами у смерекових насадженнях природного походження у віці понад 60 років. Результати дослідження допоможуть оцінювати фітомасу деревостанів, використовуючи закономірності росту і розвитку окремих дерев, враховуючи фактор трудозатрат під час проведення польових робіт.

Об'єкти та методика. Дослідження проведено на основі статистичного аналізу відібраних моделей на 10 пробних площах в басейні р. Черемошу Українських Карпат. Для відібраних насаджень природного походження характерна значна варіабельність за віком (від умовно одновікових до абсолютно різновікових, за Є.І. Цуриком [13], мали відмінну абсолютну та відносну повноту, росли на схилах різної експозиції та стрімкості, репрезентуючи модальні деревостани регіону у віці, близькому до віку головних рубань (табл. 1).

Таблиця 1

Загальна таксаційна характеристика насаджень на пробних ділянках

Номер ділянки	Таксаційний склад насадження	ТЛУ	Висота на рівнем моря, м	Вік модельних дерев, мінімальне-максимальне (середнє) значення, років	Середній діаметр деревостану, см	Середня висота деревостану, м	Відносна повнота деревостану
1	7Ялє2Яцб1Бкл	С ₃	965	69-107 (80)	30,3	29,4	0,63
2	9Ялє1Бкл	С ₃	1090	60-70 (66)	20	21,9	0,76
3	10Ялє	С ₃	1520	76-89 (84)	32,7	23,1	0,76
4	10Ялє	С ₃	1075	79-139 (116)	33,8	31,8	0,83
5	10Ялє	С ₃	925	49-103 (107)	33,7	28,2	0,30
6	10Ялє	С ₃	975	70-73 (71)	32,4	29	0,90
7	7Ялє2Яцб1Бкл	С ₃	850	45-100 (66)	30	25,8	0,72
11	10Ялє	С ₃	950	55-90 (69)	30	26,9	0,86
12	8Ялє2Яцб	С ₃	900	64-72 (70)	25,9	30,0	0,82
13	9Ялє1Яцб	С ₃	800	66-74 (69)	28,6	28,5	0,85

Для розрахунку модельних дерев на кожній пробній площі здійснювали суцільний перелік дерев за діаметром і визначали його середню величину. Вимірювали висоти кількох особин у кожному ступені товщини для побудови кривої висот та визначали середню висоту ялини європейської у деревостані. Визначені середні параметри стовбура були вихідними характеристиками для встановлення середнього модельного дерева в натурі. Після підбору дерева із подібними кількісними параметрами звертали увагу на розміри та освітлення крони, які повинні були відповідати описовій характеристиці дерева домінуючої категорії соціальної класифікації Крафта. Після цього відбирали модельне дерево, яке було приблизно посередині розподілу дерев між середнім і най-

меншим діаметром на пробній ділянці, та інше, що містилось посередині між середнім і найбільшим діаметром. Звертали увагу на те, щоб ці модельні дерева не виходили значно за межі визначеної кривої росту ($\pm 10\%$). Крім цього, відповідно до класифікації Крафта, крона найменшої із цих трьох моделей повинна була відповідати характеристиці (4-го) домінованого класу, а найбільшої – (2-му) домінуючому класу. Усі модельні дерева відбирались поблизу пробної площі. Отже, виходячи із попередніх досліджень, суть яких полягає в тому, що 97% всіх дерев належать до цих трьох класів Крафта [17], було прийнято рішення обмежитись модельними деревами, які б представляли тільки ці *СОЦ*. Крім того, варто зауважити, що у разі використання цього методу соціальних класів є змога відбирати більшу кількість модельних дерев (більше, аніж три). У випадку визначення фітомаси деревостану їх треба трактувати як додаткові облікові дерева, що представляють один із трьох зазначених *СОЦ*. Тому фітомаса кількості моделей в кожному класі повинна бути середньозважена з використанням площ поперечних перерізів цих моделей. Після цього фітомасу насадження розраховують за середньозваженим способом на основі теоретично модельних дерев, які представляють ці три класи.

У зв'язку із тим, що класифікація Крафта побудована здебільшого на прикладі простих одновікових насаджень штучного походження, цю класифікацію було модифіковано для умов цього дослідження. У нашому випадку маємо справу із менш однорідним за структурою деревостаном природного походження, оскільки його регенерація відбувалась природним чином, а тому має значніший діапазон варіювання дерев за віком і, відповідно, розмірами. Крім цього, як було зазначено раніше, найбільшим недоліком у визначенні соціальної диференціації насадження є суб'єктивність авторів під час розподілу дерев на окремі *СОЦ* категорії. Як відомо з літератури, існує певна закономірність у кількісному розподілі дерев за *СОЦ*, оскільки у густих деревостанах більшість дерев належить до співдомінуючої категорії дерев за класом Крафта [43]. Також існує певний взаємозв'язок між *СОЦ* та *D*, за якого більші дерева здебільшого належать до домінантних перших трьох класів, а малі характеризуються більш пригніченими умовами (4 та 5 класів) [4, 5, 17]. Отже, з огляду на існуючі недоліки та базуючись на закономірностях у взаємозв'язку між таксаційними показниками дерев та їх *СОЦ*, прийнято рішення здійснити статистичний аналіз так-

саційних показників відібраних моделей. У межах категорій *СОЦ* визначено: відносні діаметри

$$RD = D_m / D_{сн} \quad (1)$$

та відносні висоти моделей

$$RH = H_m / H_{сн}, \quad (2)$$

де D_m – діаметр на висоті грудей модельного дерева, см; $D_{сн}$ – середній діаметр насадження, см; H_m – висота модельного дерева, м; $H_{сн}$ – середня висота насадження, м.

Зазначені відносні діаметри і висоти відповідають природним ступеням товщини за проф. А. В. Тюріним [8]. Аналогічний підхід використано у попередніх дослідженнях [4, 5]. Це дає змогу враховувати кількісні параметри окремих дерев та відійти від суто описової характеристики, що повинно зменшити вплив суб'єктивного фактора під час їх класифікування.

Результати дослідження. Згідно із результатами досліджень, дерева, відібрані із представлених соціальних класів Крафта, мають певну закономірність у будові насадження за RD та RH (табл. 2). Як видно із наведених даних, за розмахом варіації відносні діаметри модельних дерев у межах цих *СОЦ* можуть накладатись. Таке накладання між панівним та основним класом дорівнює 0,01 RD , а між основним і підпорядкованим – 0,07 RD . Величина розподілу за відносними висотами становить 0,07 RH між першими двома класами та 0,01 RH – між останніми.

Таблиця 2

Описова статистика відносного діаметра (RD) і відносної висоти (RH) модельних дерев у межах відібраних соціальних класів

Таксаційні характеристики дерева	Кількість моделей, шт.	Розмах варіації	Крайні значення		Середня величина		Стандартне відхилення	Дисперсія
			мінімальне	максимальне	значення	помилка		
Пануючі (CP 1)								
RD	12	0,48	1,13	1,61	1,31	0,04	0,16	0,02
RH	12	0,25	1,05	1,30	1,14	0,02	0,07	0,01
Основні (CP 2)								
RD	13	0,27	0.87	1.14	1.00	0.02	0.08	0.01

RH	13	0,18	0,94	1,12	1,02	0,02	0,06	0,01
Підпорядковані (CP 3)								
RD	13	0,47	0,47	0,94	0,69	0,04	0,16	0,02
RH	13	0,37	0,56	0,93	0,78	0,03	0,12	0,01

Крайні значення варіації цих показників вказують на можливі умовні межі соціальних класів у природних умовно різновікових смерекових насадженнях у Карпатах, а середні значення у межах кожного класу – на орієнтовне місцезнаходження модельних дерев для визначення фітомаси за цим способом. Включення таких показників до соціальної класифікації дерев у деревостані сприятиме простішому і зрозумілішому підбору модельних дерев, а їхня вибірка із частини, близької до середини класу – кращому представленню відповідного класу, що врешті сприятиме зменшенню похибки під час загального оцінювання фітомаси деревостану. Для візуалізації інформації та спрощення у використанні на основі отриманих результатів опрацьовано схематичний рисунок *СОЦ* (рис. 1). Він є схемою, на якій зображено типовий розподіл дерев у смерекових насадженнях природного походження, відведених у головні та санітарні рубання в регіоні досліджень. На цьому рисунку на осі абсцис показано відносні діаметри дерев, а на осі ординат – відносні висоти. Поруч із ними (у прямокутниках) показано числа, які слугують орієнтиром для відмежування категорій *СОЦ* один від одного. Спираючись на отриманий досвід, запропоновано включити додаткові кількісні таксаційні характеристики у класифікаційну схему Крафта, яка має описовий (якісний) характер, та дещо спростити її.

На основі отриманих результатів розроблено адаптовану класифікацію соціальних класів у насадженні, яка включає такі основні *СОЦ* як: наддомінуючі, пануючі, основні, підпорядковані та пригнічені (табл. 3).

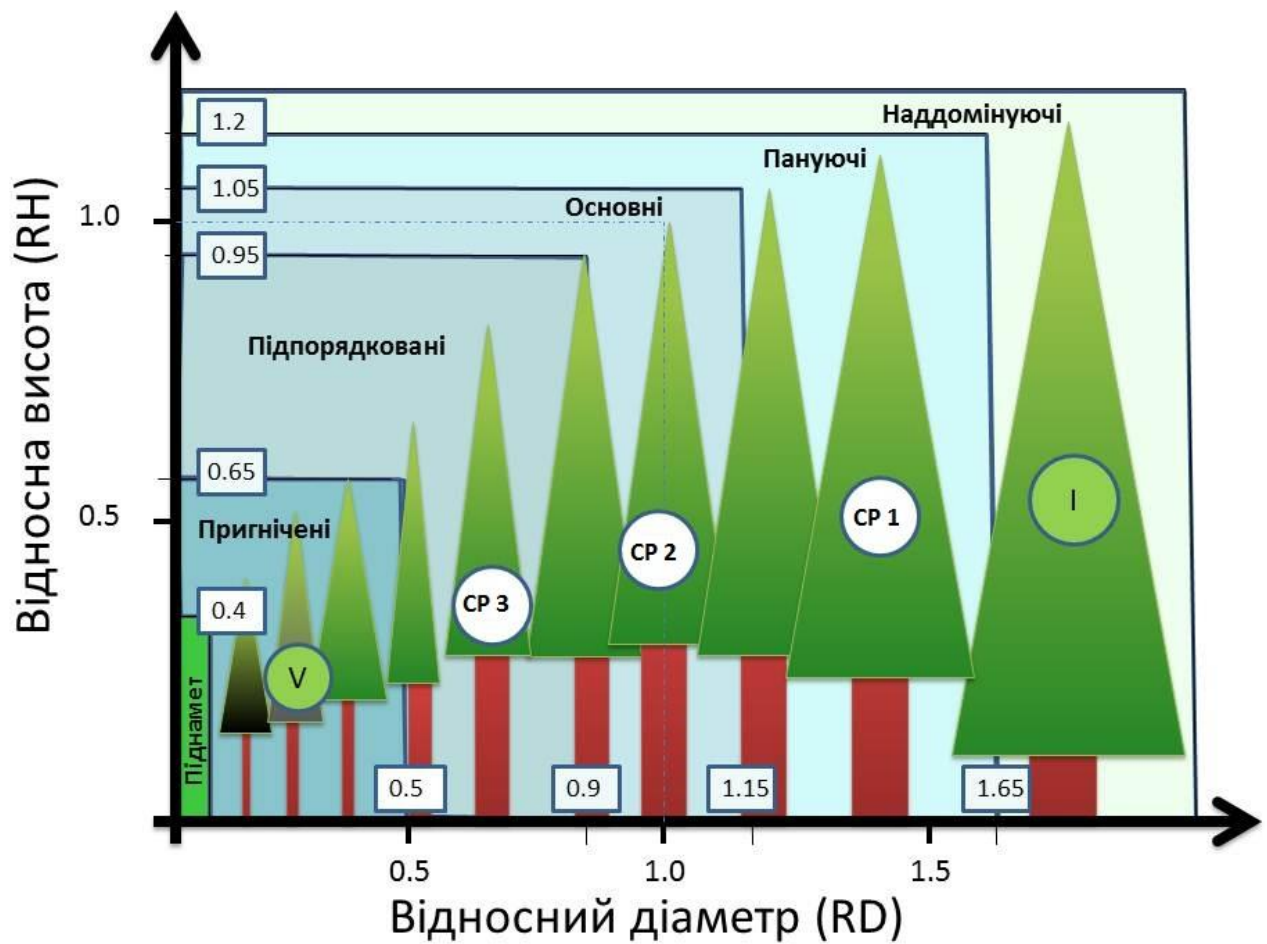


Рис. 1. Схематичне зображення взаємозв'язку між відносними таксаційними показниками та соціальною структурою деревостану

Примітки:

1. У кружальцях римськими цифрами вказано номер СОЦ за адаптованою класифікацією Крафта.
2. У прямокутниках вказано межі відповідних таксаційних параметрів для кожного СОЦ.
3. Штрихпунктиром зображено місце дерева із середніми таксаційними показниками (D і H) в насадженні (у відносних одиницях).

**Соціальна класифікація дерев природного походження
(адаптована на основі класифікації росту і розвитку дерев за Крафтом,
1864)**

Соціальний клас	Характеристика дерев (якісна і кількісна)
1. Наддомінуючі дерева	Найбільші дерева, які виділяються над основним ярусом насадження. Часто завдяки тому, що виростили в повністю чи частково відкритих умовах освітлення та мають крони по всій довжині стовбура. Відносний діаметр $> 1,65$, а відносна висота $> 1,20$. Зазвичай такі дерева є поодинокими, а часто – й відсутніми у деревостані
2. Панівні дерева <i>CP 1</i>	Дерева великих розмірів, що ростуть у першому (основному) ярусі насадження. Крони цих дерев є добре розвиненими, а їхні верхні частини – повністю освітленими. Відносний діаметр перебуває в межах $1,15-1,65$, а відносна висота – $1,05-1,20$
3. Основні (середні) дерева <i>CP 2</i>	Дерева середніх розмірів, що ростуть в основному ярусі насадження. Крони цих дерев є трішки слабше розвиненими через часткове бокове затінення, а їхні верхні частини можуть бути дещо нижчими або рівними із сусідніми. Відносний діаметр перебуває в межах $0,90-1,15$, а відносна висота – $0,95-1,05$. Зазвичай, це найбільший клас за кількістю акумульованої у насадженні фітомаси
4. Підпорядковані дерева <i>CP 3</i>	Дерева менші за розмірами від середніх, що ростуть в основному ярусі насадження. Крони цих дерев є слабко розвиненими та потерпають від бокового затінення майже зі всіх боків, але їхні верхні частини мають доступ до прямого сонячного світла. Відносний діаметр перебуває в межах $0,50 - 0,90$, а відносна висота – $0,65 - 0,95$
5. Пригнічені дерева	Дерева, які мають найменші розміри в наметі деревостану. Крони цих дерев не отримують прямого сонячного освітлення і є дуже рідкими. Відносний діаметр $< 0,50$, а відносна висота $< 0,65$

Висновок. Сукупність таких параметрів як D і H стовбура та величина крони, яка може бути врахована за допомогою $СОЦ$, дає змогу краще репрезентувати варіабельність розмірів дерев у насадженні, аніж метод середнього модельного дерева. Також важливо зазначити, що такий метод є відмінним від ступінчасто-представницького, не обмежує кількість відібраних моделей та враховує розміри крони модельного дерева для визначення фітомаси насадження.

Список використаних джерел

1. **Ваколюк В.Д.** Особливості доглядових рубань різної інтенсивності зрідження у середньовікових та пристигаючих дубових насадженнях свіжих грабових дібров Поділля / В.Д. Ваколюк // Наук. вісник Укр. держ. лісотех. ун-ту України. – 2003. – Вип. 13.3. – С. 279-283.
2. **Гаврусевич А.М.** Підвищення вітростійкості деревостанів у високогірному пасмі смерекових лісів Українських Карпат / А.М. Гаврусевич, А.П. Іванюк, І.Ф. Калущкий // Наук. вісник Нац. лісотех. ун-ту України : зб. наук.-техн. праць. – 2007. – Вип. 17.7. – С. 52-55.
3. **Генсірук С.А.** Ліси України : моногр. / С.А. Генсірук – К.: Наук. думка, 1992. – 408 с.
4. **Дебринюк Ю.М.** Теоретико-методологічні основи групування дерев дуба звичайного за ростом, якістю та життєвим станом у одновікових штучних лісових насадженнях / Ю.М. Дебринюк // Наукові праці Лісівничої академії наук України : зб. наук. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2008. – Вип. 6. – С. 65-73.
5. **Дебринюк Ю.М.** Теоретико-методологічні основи групування дерев хвойних порід в одновікових штучних лісових насадженнях / Ю.М. Дебринюк // Наукові праці Лісівничої академії наук України : Зб. наук. праць. – Львів: РВВ НЛТУ України. – 2009. – Вип. 7. – С. 51-61.
6. **Лакида П.І.** Фітомаса лісів України : моногр. / Лакида П.І. – Тернопіль : Збруч, 2002. – 256 с.
7. **Лебков В.Ф.** Сопряженность строения древостоев сосны по массе кроны и диаметру ствола / В.Ф. Лебков, Н.Ф. Каплина // Лесн. журн. – 1992. – № 5. – С. 30-35.
8. **Захаров В.К.** Лесная таксация : учеб. [для студ. спец. "Лесное хозяйство" высш. учеб. завед.] / В.К. Захаров. – [2-е изд., испр. и доп.] – М. : Лесная пром-сть, 1967. – 408 с.
9. **Семечкина М.Г.** Структура фитомассы сосняков : моногр. / М.Г. Семечкина – Новосибирск: Наука, 1978. – 165 с.

10. Усольцев В.А. Моделирование структуры и динамики фитомассы древостоев : моногр. / В.А. Усольцев. – Красноярск : Изд - во Красноярского ун-та, 1985. – 192 с.

11. Усольцев В.А. Рост и структура фитомассы древостоев : моногр. / В.А. Усольцев. – Новосибирск : Наука, 1988. – 253 с.

12. Усольцев В.А. Применение инвентарных взаимосвязей при оценке массы крон деревьев / В.А. Усольцев. – Екатеринбург : УЛТИ, 1993. – 90 с.

13. Цурик Е.И. Совершенствование таксации лесов Карпат и оценка эффективности их использования : авторский обзор научных работ / Е.И. Цурик. – Львов : ЛЛТИ, 1991. – 136 с.

14. Alemdag I.S. Evaluation of some competition indices for the prediction of diameter increment in planted white spruce : Inf. Rep. FMR-X-108 / I.S. Alemdag. – Can. For. Serv., Forest Manage. Inst., 1978. – 39 p.

15. Anten N.P.R. Biomass allocation and light partitioning among dominant and subordinate individuals in xanthium canadense stands / N.P.R. Anten, T. Hirose // Annals of Botany. – 1998. – № 82 – P. 665-673.

16. Assmann E. Waldertragskunde; organische Produktion, Struktur, Zuwachs und Ertrag von Waldbeständen / E. Assmann. – BLV Bayerischen Landwirtschaftsverlag GmbH, Munchen, 1961. – 490 p.

17. Assmann E. The principles of forest yield study: studies in the organic production, structure, increment, and yield of forest stands / E. Assmann. – Pergamon Press, Ltd., Elmsford, N.Y., 1970. – 506 p.

18. Baker P.J. A quantitative technique for the identification of canopy stratification in tropical and temperate forests / P.J. Baker, J.S. Wilson // Forest Ecology and Management. – 2000. – № 127 – P. 77-86.

19. Bella I.E. A new competition model for individual trees / I.E. Bella // For. Sci. – 1971. – № 17. – P. 364-372.

20. Biging G.S. Comparison of distance-dependent competition measures for height and basal area growth of individual conifer trees / G.S. Biging, M. A. Dobbertin // For. Sci.– 1992. – № 38. –P. 695-720.

21. Bruchert F. The mechanics of Norway spruce [*Picea abies* (L.) Karst]: mechanical properties of standing trees from different thinning regimes / F. Bruchert,

G. Becker, T. Speck // Forest Ecology and Management. – 2000. – № 135. – P. 45-62.

22. Bruchwald A. Simulation growth model MDI-1 for Scots pine / A. Bruchwald // Ann. Warsaw Agric. Univ. SGGW-AR, For. Wood Technol. – 1986. – № 34. – P. 47-52.

23. Brunner A. Light absorption and bole volume growth of individual Douglas-fir trees / A. Brunner, G. Nigh // Tree Physiol. – 2000. – № 20. – P. 323-332

24. Canham C.D. A neighborhood analysis of canopy tree competition: effects of shading versus crowding / C.D. Canham, P.T. LePage, K.D. Coates // Canadian Journal of Forest Research. – 2004. – № 34. – P. 778-787.

25. Cannell M.G.R. World forest biomass and primary production data / M.G.R. Cannell. – London ; New York : Academic Press, 1982. – 391 p. – ISBN 0121587800 9780121587802.

26. Coates K.D. Above- versus below-ground competitive effects and responses of a guild of temperate tree species. / K.D. Coates, C.D. Canham, P.T. LePage // Journal of Ecology. – 2009. – № 97. – P. 118-130.

27. Contreras M.A. Evaluating tree competition indices as predictors of basal area increment in western Montana forests / M.A. Contreras, D. Affleck, W. Chung // Forest Ecology and Management. – 2011. – № 262. – P. 1939-1949.

28. Daniel T.W. Principles of silviculture / T.W. Daniel, J.A. Helms, F.S. Baker. – 2nd edition – McGraw-Hill, New York, NY, 1979. – 500 p.

29. Dimov L.D. Five-year radial growth of red oaks in mixed bottomland hardwood stands / L.D. Dimov, J.L. Chambers, B.R. Lockhart // Forest Ecology and Management. – 2008. – № 255. – P. 2790-2800.

30. Evans J. Plantation forestry in the tropics. Tree planting for industrial, social, environmental and agroforestry purposes / J. Evans – [2nd edition] – Oxford, UK, Clarendon Press, 1992. – 403 p.

31. Evans J. Plantation forestry in the tropics. The role of silviculture, and use of planted forests for industrial, social, environmental and agroforestry purposes / J. Evans, J.W. Turnbull. – [3rd edition.] – Oxford, UK, Oxford University Press, 2004. – 482 p.

32. Ford-Robertson F.C. Terminology of forest science, technology, practice and products / F. C. Ford-Robertson, Robert K. Winters, Joint FAO/IUFRO Committee on Forestry Bibliography and Terminology – [2nd edition, revised, reprint] – Society of American Foresters, 1983. – 370 p.

33. Disturbances and structural development of natural forest ecosystems with silvicultural implications, using Douglas-fir forests as an example / Franklin J.F., Spies T.A., Van Pelt R. та ін. // For. Ecol. Manage. – 2002. – № 155. – P. 399-423.

34. Gadow K. v. Modelling growth in managed forests — realism and limits of lumping / Klaus von Gadow // Science of The Total Environment. – 1996. – № 183 – P. 167-177.

35. Cyclical wood heterogeneity of Norway Spruce *Picea abies* (L) Karst. on stem profiles of trees from different social positions in stands of age class IV [Електронний ресурс] / Giefing D., Pazdrowski W., Jelonek T. та ін. // EJPAU. – Vol. 11(1), № 10. – 2008. – Режим доступу до журн.: <http://www.ejpau.media.pl/volume11/issue1/art-10.html>

36. Goff F.G. Canopy-understory interaction effects on forest population structure / Goff F.G., West D. // For. Sci. – 1975. – № 21. – P. 98-108.

37. Graves H.S. Aspects of forestry work : Forestry's place among the natural sciences – the rational handling of timberlands / Henry S. Gaves // Paper : a weekly technical journal for paper and pulp mills. – Paper, Inc., New York, March 17, 1915. – Vol. XVI, № 1 – P. 16-20, 38.

38. Grote R. Foliage and branch biomass estimation of coniferous and deciduous tree species / R. Grote // Silva Fennica. – 2002. – Vol. 36, № 4. – P. 779-788.

39. Hawley R.C. The practice of silviculture / Hawley R.C. – first ed. – Wiley, New York, 1921. – 352 p.

40. Hegyi F.A. Simulation model for managing jack-pine stands / F.A. Hegyi // Fries J. (Ed.). Growth models for tree and stand simulation. – Royal College of Forestry, Stockholm, Sweden, 1974. – P. 74-90.

41. Helms J.A. 1998. Dictionary of forestry / J.A. Helms (ed.) – Society of American foresters, Bethesda, MD. – 210 p.

42. Hocker H.W. Introduction to forest biology / Hocker H.W. – Wiley & Sons, Incorporated, John, New York, 1979. – 467 p.

43. Jagodzinski A.M. Ecological consequences of silviculture at variable stand densities. I. Stand growth and development / Jagodzinski A.M., Oleksyn J. // Sylwan. – 2009. – Vol. 153, № 2. – P. 75-85. – (in Polish).

44. Radial variability of the strength quality coefficient of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) wood in relation to the tree biosocial position in the stand [Електронний ресурс] / Jakubowski M., Tomczak A., Jelonek T., Pazdrowski W. // EJPAU. – 2005. – Vol. 8(3), № 08. – Режим доступу : <http://www.ejpau.media.pl/volume8/issue3/art-08.html>

45. Johnson P.S. The ecology and silviculture of oaks / P.S. Johnson, S.R. Shifley, R. Rogers. – CABI Publishing, New York, NY., 2002. – 503 p.

46. Karkkainen M. Effect of tree social status on the basic density of Norway spruce / Karkkainen M. // Silva Fennica. –1984. – Vol. 18, № 2. – P. 115-120.

47. Keister T. Competition ratio dynamics for improved mortality estimates in simulated growth of forest stands / Keister T., Tidwell G. // Forest Science. – 1975.– № 21. – 46-51.

48. Effects of genetic entry and competition on above ground biomass production of Norway spruce grown in southern Finland / Kilpelainen A., Routa J., Peltonen H. та ін. // Forest Ecology and Management. – 2010. – № 259. – P. 2327-2332.

49. Kocher S.D. Forest stewardship series 5: Tree growth and competition / Kocher S.D. // Introduction to forest stewardship and glossary of terms [ANR Publication 8235]. – University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, Oakland, CA, USA, 2007. – P. 1-10.

50. Kraft G. Beitrage z. Lehre v. d. Durchforstungen usw / Kraft G. – Hannover, Germany, 1884. – (as cited by Assmann, 1970).

51. Lederman T. Evaluating the performance of semi-distance-independent competition indices in predicting the basal area growth of individual trees / Lederman T. // Can. J. For. Res. – 2010. – № 40. – P. 796-805.

52. Levchenko V.P. The effect of growing conditions on the development of sapwood and heart-wood and on the moisture content of woody tissue in European larch. [Referat. Zhur., Biol., 1962. – No. 20, V95] // Nauk. pratsi Ukrain. akad. silskohospod. nauk. – Vol. 13, № 7. – 1960. – P. 104-109.

53. Lhotka J.M. A weighted relative density model applied to loblolly pine (*Pinus taeda* L.) stands / Lhotka J.M., E.F. Loewenstein // African Journal of Agricultural Research. – 2007. – Vol. 2, № 7. – P. 300-304.

54. Lhotka J.M. An examination of species-specific growing space utilization / Lhotka J.M., E.F. Loewenstein // Canadian Journal of Forest Research. – 2008. – Vol. 38, № 3 – P. 470-479.

55. Lonnroth E. Untersuchungen uber die innere struktur und entwicklung gleichaltiger naturnormaler kiefernbestande basiert auf material aus der sudhlfte Finnlands / Lonnroth E. // Acta Forestalia Fennica. – 1925. – № 30. – 269 p.

56. Individual growing conditions that affect diameter increment of tree saplings after selection harvesting in a mixed forest in northern Japan / Miya H., Yoshida T., Noguchi M., Nakamura F. // Journal of Forest Research. – 2009. – № 14. – P. 302-310.

57. Monserud R.A. Simulation of forest tree mortality / Monserud R.A. // For. Sci. – 1976. – № 12. – P. 438-444.

58. Monserud R.A. Prediction of understory tree height growth in northern hardwood stands / Monserud R.A., Ek A.R. // For. Sci. – 1977. – № 23. – P. 391-400.

59. Nyland R.D. Silviculture: concepts and applications / Nyland R.D. – 2nd edition. – McGraw-Hill, New York, NY, 2002. – 682 p.

60. O'Hara K.L. Stand structure and growing space efficiency following thinning in an even-aged Douglas-fir stand [Электронный ресурс] / O'Hara K.L. // Canadian Journal of Forest Research. – Vol. 18, № 7 – July 1988. – P. 859-866. – Режим доступа : <http://ejournals.ebsco.com/direct.asp?ArticleID=45958E1896A743B56905>

61. Oliver C.D. Forest stand dynamics / Oliver C.D., Larson B.C. – Wiley, 1996. – 520 p.

62. Paavilainen E. Effect of fertilization on plant biomass and nutrient cycle on a drained dwarf shrub pine swamp / Paavilainen E. // Communicationes Instituti Forestalis Fenniae. – 1980. – № 98. – P. 1-71.

63. Pape R. Effects of thinning regime on the wood properties and stem quality of *Picea abies* / Pape R. // Scandinavian Journal of Forest Research. – 1999. – № 14. – P. 38-50.

64. Pretzsch H. Forest dynamics, growth and yield. From measurement to model / Hans Pretzsch. – Springer-Verlag Berlin And Heidelberg Gmbh & Co. Kg (Germany), 2009. – 664 p.

65. Radtke P.J. Conditioning a distance-dependent competition index to indicate the onset of inter-tree competition / Radtke P.J., Westfall J.A., Burkhart H.E. // For. Ecol. Manage. – 2003. – № 175. – P. 17-30.

66. Schroder J. Testing a new competition index for Maritime pine in north-western Spain / J. Schroder, K. von Gadow // Canadian Journal of Forest Research – 1999. – № 29. – P. 280-283.

67. Shi H. Local analysis of tree competition and growth / Shi H., Zhang L.J. // Forest Science. – 2003. – № 49. – P. 938-955.

68. Smith D.M. Practices of silviculture / Smith D.M. – 8th ed. – John Wiley & Sons, New York, NY, 1986. – 578 pp.

69. Practices of silviculture: applied forest ecology // Smith D.M., B.C. Larson, M.J. Kelty, P.M.S. Ashton. – 9th ed. – John Wiley & Sons, New York, NY, 1997. – 537 p.

70. Spurr S.H. Forest ecology / Spurr S.H., Barnes B.V. – New York, JohnWiley, 1980. – 687 p.

71. Strelcova K. Estimation of beech tree transpiration in relation to their social status in forest stand / Strelcova K., Matejka F., Mindas J. // Journal of Forest Science (Prague) – 2002. – № 48. – P. 130-140.

72. Tadaki Y. Studies on the productivity of *Abies veitchii* in the natural forests at Mount Fuji / Tadaki Y., Yatiya K. Miyauchi H. // J. Jap. For. Soc. – 1967. – № 49. – P. 421-428.

73. Tahvanainen T. Individual tree models for the crown biomass distribution of Scots pine, Norway spruce and birch in Finland / Tahvanainen T., Forss E. // Forest Ecology and Management. – 2008. – № 255. – P. 455-467.

74. Competition and tree crowns: A neighborhood analysis of three boreal tree species / Thorpe H.C., Astrup R., Trowbridge A., Coates K.D. // Forest Ecology and Management. – 2010. – Vol. 259. – P. 1586-1596.

75. Vyskot M. Aerial biomass of silver fir (*Abies alba* Mill.) / Vyskot M. // Acta Universitatis agriculturae. – Brno, 1972. – Series C., № 41. – P. 243-294.

76. Vyskot M. Biomass production of the tree layer in a floodplain forest near Lednice / Vyskot M. // Oslo Biomass Studies. – College of life sciences and agriculture, University of Maine, Orono, USA, 1976. – P. 177-202, 205-209.

77. Weldon C.W. 1986. The intensity of competition versus its importance: an overlooked distinction and some implications / Weldon C.W., Slauson W.L. // Q. Rev. Biol. – 1986. – № 61. – P. 23-44.

78. Wroblewski L. Badania nad strukturą, socjalną, okres'loną, sposobem Krafta w drzewostanach sosnowych (Studies on the social structure determined with the sid of Kraft's method in pine stands) / Wroblewski L. // Fol. For. Pol. – 1984. – Vol. A, № 27. – P. 23–36. - (in Polish with English abstract and summary).

79. Wroblewski L. Attributes of diameter distributions in Kraft biosocial classes in Scots pine stands / Wroblewski L. // For. Wood Technol. – Ann. Warsaw Agric. Univ. SGGW, 1993. – № 44. – P. 7-12.

80. Zasada M. A finite mixture distribution approach for characterizing tree diameter distributions by natural social class in pure even-aged Scots pine stands in Poland / Zasada M., Cieszewski C.J. // Forest Ecology and Management. – 2005. – № 204. – P. 145-158.

81. Zolubas P. Spruce bark beetle (*Ips typographus* L.) risk based on individual tree parameters / Zolubas P. // Forest Insect Population Dynamics and Host Influences: In IUFRO proccedings. – Kanazawa, 2003. – P. 96-97.

Д.Ю. Карабчук, М.П. Горошко

ПРЕДПОСЫЛКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА СОЦИАЛЬНЫХ КЛАССОВ В ТАКСАЦИИ ФИТОМАССЫ ДРЕВОСТОЕВ

Предоставлен анализ литературы относительно применения метода социальных классов в лесоведческих исследованиях. Предлагается его использование при определении фитомассы насаждений, что позволяет учесть средние параметры древостоя и значительную вариабельность крон деревьев в насаждениях природного происхождения. Предоставлены результаты статистического анализа параметров модельных деревьев, отобранных по методу социальных классов. По результатам анализа предложено использование модифицированной класификации социальной дифференциации деревьев в насаждении по Крафту, которая включает, кроме описательной характеристики крон деревьев,

относительный диаметр и высоту деревьев в насаждении. Результаты предоставлено в форме рисунка-схемы и описательной таблицы социальных классов.

Ключевые слова: социальная дифференциация деревьев в насаждении, социальный класс, классы Крафта, метод определения надземной фитомассы древостоев, еловые насаждения, ель европейская

D.Yu. Karabchuk, M.P. Horoshko

BACKGROUND INFORMATION AND APPLICABILITY OF SOCIAL CLASS METHOD IN STANDS BIOMASS ESTIMATIONS

Different ground based whole tree measurement techniques exist to derive stand biomass. In the article we present analysis of literature on usage of social class method in forestry sciences. This technique is known to be adopted for stand biomass estimations, which represent an improved average model tree method, as a mean dbh model tree is not average in crown size and, therefore, could influence the accuracy of the results. Based on statistical analysis of model trees harvested from 10 sample plots in mature naturally regenerated spruce stands in Cheremosh watershed of Ukrainian Carpathians, we hypothesize that a combination of individual stem parameters, such as relative diameter, relative height, and crown sizes (social class) could represent better distribution of tree sizes across the homogeneous, one cohort stand. Where, relative diameter (RD) is $\text{dbh}/\text{mean plot dbh}$ and relative height tree (RH) equal $\text{height}/\text{mean plot height}$. Here, we present social class or canopy position as a cohort of trees situated in a defined layer within the canopy. We focused on trees from dominant, co-dominant, and intermediate canopy positions only, as emergent and suppressed trees could represent very small quantities or be absent in stands at all. A scheme and a description of social classes, modified after Kraft's classification are presented.

Key words: social class (canopy position), Kraft classes, aboveground biomass estimations, spruce stands, Norway spruce