

wood and bark of crown branches. This algorithm is founded on the results of mathematical modeling of quantitative format and weight characteristics and assess of their qualitative indexes. Developed in the research mature standards allow estimating phytomass format and carbon dioxide deposited therein for Crimean pine-tree and proving integrated use of forest resources of Crimea scientifically, silviculturally and ecologically

At-ground phytomass, Crimean pine-tree, a model, temporary experimental places, test trees, standards, carbon dioxide.

УДК 630.5

МОДЕЛЬ ОБ'ЄМУ КРУГЛИХ ЛІСОМАТЕРІАЛІВ ЗА ДІАМЕТРОМ У ВЕРХНЬОМУ ВІДРІЗІ ТА ДОВЖИНОЮ

***В.А. Свинчук, С.М. Кашпор, В.В. Миронюк, кандидати
сільськогосподарських наук***

Проаналізовано традиційні та перспективні методи таксації об'єму круглих лісоматеріалів. Указано недоліки чинних в Україні об'ємних таблиць. Розроблено нову модель об'єму круглих лісоматеріалів за діаметром у верхньому відрізі та довжиною колод.

Круглі лісоматеріали, діаметр, довжина, видове число колод, об'єм, модель.

Впродовж тривалого часу лісотаксаційною наукою і практикою було розроблено низку методів оцінки об'єму лісоматеріалів, які різнилися, передусім, за принципами вимірювання. Умовно їх можна розділити на дві групи: контактні та безконтактні [5]. Серед контактних методів найбільшого практичного застосування отримали геометричні методи таксації лісоматеріалів, зокрема проста формула серединного перерізу (Губера) і таблиці об'єму за діаметром у верхньому відрізі та довжиною колод. Однак ці методи характеризуються значними затратами праці та складністю автоматизації процесів вимірювання. Визначальним тут є людський фактор, який часто призводить до появи технічних помилок. Тому, перспективнішими нині є оптичні, ультразвукові і фотометричні методи, які належать до безконтактних. Вони забезпечують реєстрацію відбитого випромінювання від об'єкта вимірювання та комп'ютерну обробку отриманих результатів і, відповідно, характеризуються високою продуктивністю, об'єктивністю та точністю. Основними недоліками сучасних електронних систем, особливо в умовах складного економічного стану України, є їхня висока вартість та необхідність утримання більш кваліфікованого персоналу.

Сучасні електронні системи сканування істотно вдосконалюють технологію таксації круглих лісоматеріалів. Вони є одним із елементів більшості лісопильних підприємств розвинених країн Європи, а також інсталюються в робочі органи харвестерів. Такі системи забезпечують можливість автоматизованого обліку та сортування заготовленої деревини безпосередньо під час лісозаготівель. Нині поширеними є два види електронних вимірювальних систем: 2D-сканери, які забезпечують вимірювання діаметрів у двох взаємно перпендикулярних напрямках, та 3D-сканери, що створюють практично повноцінну тривимірну модель лісоматеріалів.

Вимірювання параметрів лісоматеріалів 2D-сканерами відбувається одночасно в двох напрямках – вертикальному та горизонтальному або під кутом 45° . Останній варіант переважно використовується для колод з еліптичною формою перерізу, хоча суттєвого впливу на точність визначення об'єму положення сенсорів не має [7]. 3D-сканери дозволяють зробити значно більшу кількість вимірювань діаметрів сортименту в одній точці (16–36 вимірів), з помилкою у межах ± 2 мм. За даними К. Janak [7] об'єм круглих ділових лісоматеріалів, визначений за допомогою електронних вимірювальних систем, узгоджується з результатами його таксації за простою формулою Губера. При цьому не спостерігається суттєвих переваг тривимірного сканування колод над двовимірним.

У Білоруському державному технологічному інституті опрацьовано метод визначення фактичних розмірів та об'єму сортиментів, який дозволяє врахувати їхні індивідуальні особливості [6]. Цей метод базується на побудові геометричних моделей бічної поверхні круглих лісоматеріалів за допомогою сплайн-функцій. Об'єм розраховується шляхом інтегрування твірної колоди. Результати моделювання засвідчили, що помилки визначення об'єму на основі форми лише двох торцевих перерізів не перевищують 1,5 %. За умови вимірювання параметрів 3–11 перерізів, які можна одержати описаними вище електронними вимірювальними системами, помилки взагалі практично відсутні (0,5 %). Використовувати такі моделі пропонується для оптимізації схем розпилювання сортиментів. Стосовно ж лісової таксації вони до цього часу мають лише теоретичне значення.

У лісогосподарській практиці нашої держави чинними є два нормативи об'єму круглих лісоматеріалів: ГОСТ 2708–75 [2] та ДСТУ 4020-2-2001[3].

Введення в дію ДСТУ 4020-2-2001, співавторами якого є науковці кафедри лісової таксації та лісовпорядкування НУБіП України, пов'язано з необхідністю узгодження методичних прийомів обліку заготовленої деревини в Україні з існуючими підходами за кордоном. У переважній більшості країн для визначення об'єму круглих лісоматеріалів використовується проста формула серединного перерізу, тоді як в Україні базовим є метод таксації колод за діаметром у верхньому відрізі, тобто, використання об'ємних таблиць ГОСТ 2708–75.

Застосування формули Губера як математичної моделі об'єму колод у таблицях ДСТУ 4020–2–2001 не тільки усуває вказану вище

невідповідність, а й певною мірою дозволяє врахувати збіг колод. Вважається, що саме цей фактор зумовлює значні помилки таксації круглих лісоматеріалів за таблицями ГОСТ 2708–75, які в окремих випадках сягають величини $\pm 30\%$ [1].

Першоджерелом чинних об'ємних таблиць указанного ГОСТу є безпрецедентні за обсягом зібраного матеріалу дослідження, виконані ще на початку ХХ століття під керівництвом А. Крюденера та переведені у метричні міри Г. Турським [1]. Шляхом графіко-аналітичного вирівнювання таблиць, розроблених для таксації колод ялини, було отримано єдині для усіх деревних порід нормативи об'єму для лісоматеріалів завдовжки 2–9 м. Таблиці об'єму колод, коротших ніж 2 м, були розроблені М. Кошарновським шляхом елементарної аналітичної екстраполяції. Нормативами об'єму колод завдовжки понад 9 м стали результати графічної екстраполяції даних коротших лісоматеріалів.

Окрім того, складовою частиною ГОСТу 2708–75 є таблиці об'єму колод, заготовлених із верхівкової частини стовбурів. З огляду на технологічну складність виявлення належності лісоматеріалів до певної частини стовбура і точність подібних нормативів навряд чи доцільне їхнє виокремлення.

Отже, суттєвим методичним недоліком ГОСТ 2708–75, як і його попередника ГОСТ 2708–44, є відсутність єдиного підходу до моделювання об'єму круглих лісоматеріалів різних розмірів. Окрім того, детальний аналіз окремих таблиць чинного нормативу дозволив додатково виявити такі недоліки. Поширеним явищем в указаних таблицях є порушення принципу Крилова-Брадїса, котрий стосується правильного запису приблизних чисел, зокрема поява нічим необґрунтованого нуля в значенні об'єму, наприклад у колод завдовжки 7–9 і 30–38 см та завдовжки 2,0–2,9 м. В окремих випадках у таблицях зустрічаються грубі технічні промахи: наприклад, об'єм колод довжиною 1,8 м і товщиною 6 см завищено в 10 разів.

Мета досліджень – аналіз чинних нормативів об'єму круглих лісоматеріалів та усунення притаманних їм не лише технічних, а й численних алогічних помилок, які, найімовірніше, з'явилися внаслідок неконтрольованих графіко-аналітичних прорахунків.

Матеріали та методика досліджень. Детальний аналіз таблиць об'єму ГОСТ 2708–75 здійснювався за допомогою давно відомого [1] в лісовій таксації відносного показника «видове число колод», котре являє собою співвідношення між об'ємами колоди і циліндра, параметри якого збігаються з діаметром у верхньому відрізі та довжиною лісоматеріалу. Результати цього аналізу засвідчили наявність грубих методичних прорахунків під час розроблення вказаних нормативів, зокрема таблиць об'єму колод завдовжки до 2 м. Так, для круглих лісоматеріалів довжиною 0,5 м видове число, як видно з рис. 1, менше одиниці, тобто, об'єм колоди поступається об'єму циліндра, чи, простіше кажучи, діаметр її нижнього перерізу поступається верхньому. Окрім того, про необхідність удосконалення чинних таблиць об'єму круглих лісоматеріалів також свідчить досить відчутний ступінчастий характер зміни значень указанного відносного показника, причому таке явище властиве для всього нормативу.

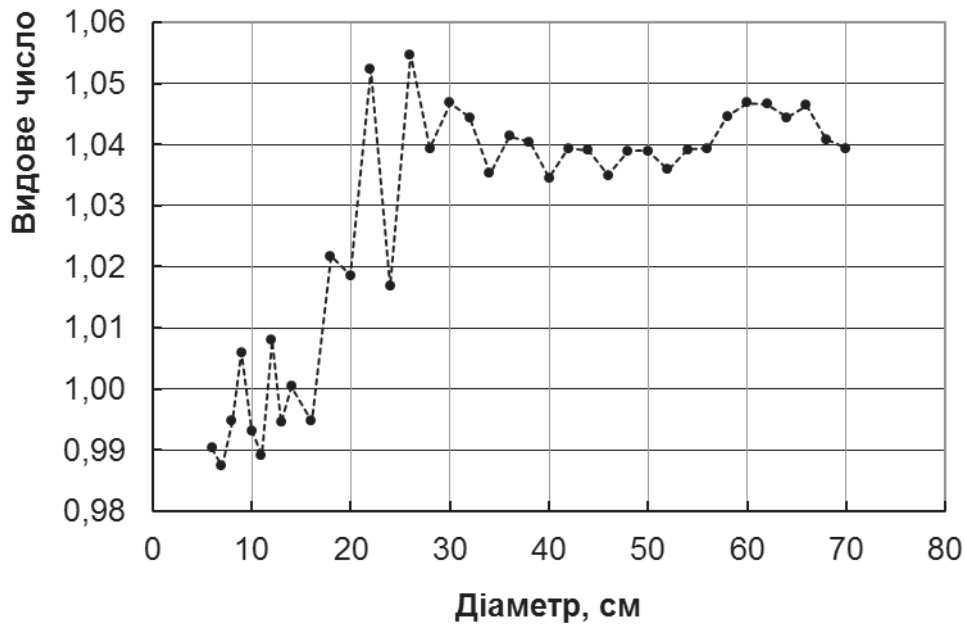


Рис. 1. Видове число колод завдовжки 0,5 м

Результати досліджень. Спираючись на загальне кредо в моделюванні переважної більшості ознак, що їхні відносні аналоги істотно менш мінливі від абсолютних, для розроблення моделі об'єму круглих лісоматеріалів було використано видове число колод (f). Аналітично математична модель залежності цього показника від довжини (L) і діаметра у верхньому відрізі (d_{66}) колоди відображається таким співвідношенням:

$$f = \begin{cases} 1,1535 - 0,57156 \cdot L / d_{66} + 5,7730 \cdot L / d_{66}^2 + 0,11870 \cdot L^2 / d_{66} - \\ - 0,50937 \cdot (L / d_{66})^2 + 2,4701 \cdot 10^{-4} \cdot d_{66} \cdot \ln L - 0,99443 / L / d_{66}, & L \geq 2 \text{ м} \quad (1) \\ 1 + 0,5l \cdot (\sqrt{3f_{L=2\text{м}} - 0,75} - 1,5) + 0,25l^2 \cdot (f_{L=2\text{м}} - \sqrt{3f_{L=2\text{м}} - 0,75} + 0,5), & L < 2 \text{ м} \end{cases}$$

де l – довжина колод менше 2 м, м; $f_{L=2\text{м}}$ – видове число для колод відповідного діаметра у верхньому відрізі завдовжки 2 м.

Параметри математичної моделі видового числа колод довжиною 2 м і більше було встановлено шляхом регресійного аналізу на основі нормативів Турського-Кошарновського-Боярського, а врешті-решт – ГОСТу 2708–75, з першоосновою Крюденера. Графічно поведінку цієї моделі ілюструє див. рис. 2.

Модель видового числа колод завдовжки менше 2 м було опрацьовано так. Нехай F – видове число, знайдене шляхом регресійного аналізу для колод завдовжки L (в даному разі, два і більше метрів), а f – шукане видове число для частини цієї ж колоди завдовжки l (див. рис. 3). Розглядаючи колоду як зрізаний конус, із сформульованого вище визначення видового числа випливає:

$$F = \frac{\frac{\pi}{4} \cdot (D^2 + D \cdot d_{66} + d_{66}^2) \cdot \frac{L}{3}}{\frac{\pi}{4} \cdot d_{66}^2 \cdot L} = \frac{D^2 + D \cdot d_{66} + d_{66}^2}{3d_{66}^2}, \quad (2)$$

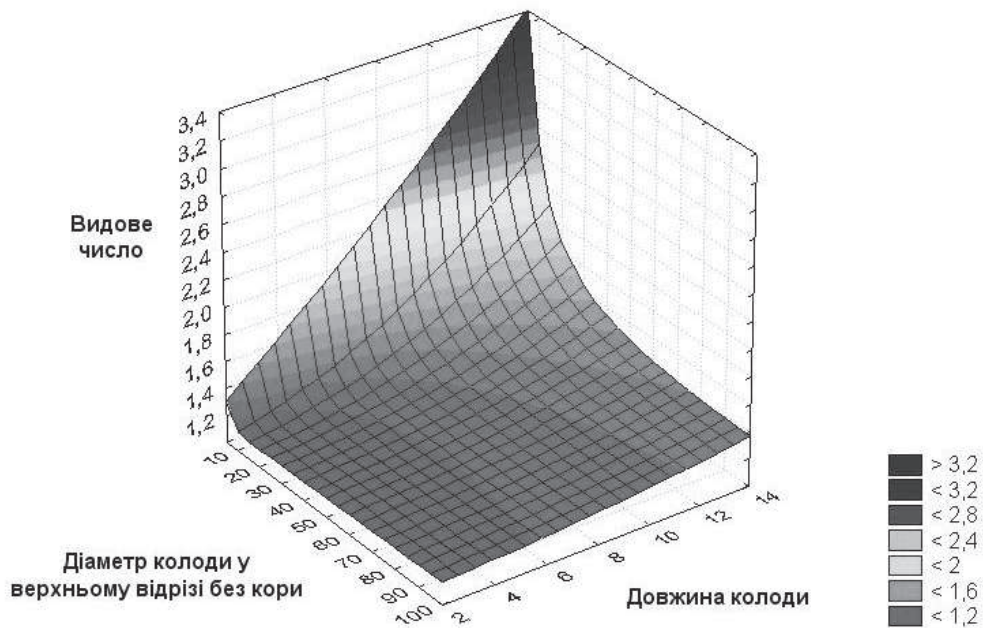


Рис. 2. Залежність видового числа колод від довжини і діаметра у верхньому відрізі

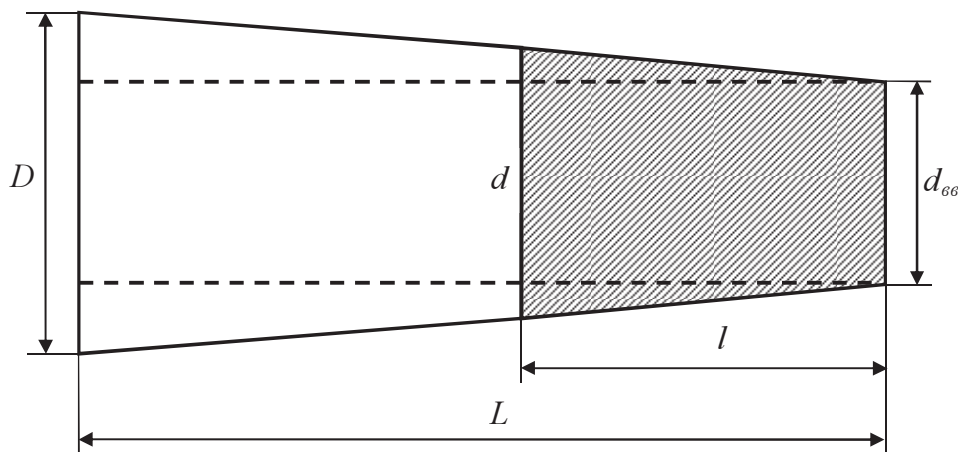


Рис. 3. Схематичне зображення колод із необхідними для таксації їхнього об'єму параметрами

Після відповідних перетворень формули (2) було отримано:

$$D = d_{ee} \cdot (\sqrt{3F - 0,75} - 0,5). \quad (3)$$

Згідно з лінійною інтерполяцією

$$d = d_{ee} + \frac{D - d_{ee}}{L} \cdot l = d_{ee} + \frac{d_{ee} \cdot (\sqrt{3F - 0,75} - 0,5) - d_{ee}}{L} \cdot l = d_{ee} \cdot \left(1 + \frac{\sqrt{3F - 0,75} - 1,5}{L} \cdot l \right) \quad (4)$$

Відтак видове число колод завдовжки до 2 м обчислюється за таким співвідношенням:

$$f = \frac{d^2 + d \cdot d_{ee} + d_{ee}^2}{3d_{ee}^2} = 1 + \frac{l}{L} \cdot (\sqrt{3F - 0,75} - 1,5) + \left(\frac{l}{L} \right)^2 \cdot (F - \sqrt{3F - 0,75} + 0,5). \quad (5)$$

Остаточно формула (5) набуде вигляду:

$$f = 1 + 0,5l \cdot (\sqrt{3f_{L=2m} - 0,75} - 1,5) + 0,25l^2 \cdot (f_{L=2m} - \sqrt{3f_{L=2m} - 0,75} + 0,5). \quad (6)$$

Використовуючи розроблену модель видового числа колод за допомогою MS Excel було опрацьовано нові таблиці об'єму круглих лісоматеріалів за діаметром у верхньому відрізі та довжиною. Ці нормативи затверджені Державним агентством лісових ресурсів України та опубліковані в новому лісотаксаційному довіднику [4].

Висновки

За результатами виконаних досліджень було розроблено нові нормативи об'єму колод, які рекомендовано для практичного використання в системі лісового господарства України під час таксації круглих лісоматеріалів.

Список літератури

1. Анучин Н. П. Лесная таксация / Н. П. Анучин. – М. : Лесн. пром-сть, 1982. – 552 с.
2. Лесоматериалы круглые : таблицы объемов : ГОСТ 2708–75. – [Введ. 1977–01–01]. – М. : Стандартиформ, 2006. – 19 с.
3. Лісоматеріали круглі та пиляні. Методи обмірювання та визначення об'ємів. Ч. 2. Лісоматеріали круглі : ДСТУ 4020–2–2001. – [Чинний від 2001–04–05]. – К. : Держстандарт України, 2001. – 70 с.
4. Лісотаксаційний довідник / [за ред. С.М. Кашпора, А.А. Строчинського]. – К. : Вид. дім «Вінніченко», 2013. – 496 с.
5. Самойлов А. Н. Классификация и определение основных направлений развития методов измерения объема круглого лесоматериала [Электронный ресурс] / А. Н. Самойлов. – Режим доступа : <http://ej.kubagro.ru/2006/08/pdf/13.pdf> . – Заголовок с экрана.
6. Янушкевич А. А. Технология лесопильного производства : учебник / А. А. Янушкевич. – Минск : БГТУ, 2010. – 330 с.
7. Janak K. Differences in round wood measurements using electronic 2D and 3D systems and standard manual method / K. Janak // Drvna Industrija. – 2007. – № 58 (3). – P. 127–133.
8. Janak K. Round wood measurement system [Електронний ресурс] / K. Janak. – Режим доступу : <http://www.intechopen.com/books/advanced-topics-in-measurements/round-wood-measurement> . – Заголовок з екрана.

Проанализированы традиционные и перспективные методы таксации объема круглых лесоматериалов. Указаны недостатки действующих в Украине объемных таблиц. Разработана новая модель объема круглых лесоматериалов в зависимости от диаметра в верхнем отрезе и длины бревен.

Круглые лесоматериалы, диаметр, длина, видовое число бревен, объем, модель.

In the analysis of traditional and advanced methods for round wood volumes estimation some disadvantages of existing in Ukraine log rules have

been specified. As a result new model of volume of round timber based on top diameter and length of logs has been developed.

Round wood, top diameter, length, form factor, volume, model.

УДК 630*5:633.877

**АНАЛІЗ ЛІСІВНИЧО-ТАКСАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ МОДАЛЬНИХ
ДЕРЕВОСТАНІВ *ROBINIA PSEUDOACACIA* L.
ЛІВОБЕРЕЖНОГО ПРИДНІПРОВСЬКОГО СТЕПУ**

**С.А. Ситник, кандидат біологічних наук
Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет**

Проведено аналіз лісівничо-таксаційних показників модальних деревостанів *Robinia pseudoacacia* L. Царичанського лісництва ДП «Дніпропетровський лісгосп», що знаходиться у зоні Лівобережного Північного (байрачного) Степу України. За матеріалами базового лісовпорядкування проаналізовано розподіл площ, зайнятих деревостанами акації білої за типами лісорослинних умов, типами лісу, класами бонітету, повнотами. Досліджено вікову структуру та залежність запасу деревини від віку насадження.

Таксаційні показники, типи лісу, модальні деревостани, *Robinia pseudoacacia* L.

Україна небезпідставно вважається батьківщиною степового лісорозведення (Бельгард А.Л., 1971; Горейко В.А., 2008). Історія лісорозведення та лісовідновлення показує постійний пошук оптимальних типів лісових культур (Логгинов Б.И., 1977; Фурдичко О.І., 2000). Особлива увага при створенні штучних лісів у малолісних степових районах має бути надана швидкорослим деревним породам із широкою амплітудою щодо дії стресових екологічних чинників. Швидкорослі породи характеризуються істотним накопиченням фітомаси за короткі проміжки часу, що є важливою передумовою для реалізації їх екологічного потенціалу – депонування вуглецю та продукування кисню (Лакида П.І., 2006). Важливим також є розгляд швидкорослих деревних порід у площині біоенергетики, що є дуже актуальним для малолісних з оптимальними едафо-кліматичними умовами, але зі значною антропопресією, районів.

Однією з таких порід в лісостанах Придніпровського Північного Степу України є *Robinia pseudoacacia* L. (робінія псеудоакація, акація біла) – інтродуцент із Північної Америки (Протопопова В.В., 1989). У природних умовах цей вид зростає переважно на західних схилах гірських масивів, але інтенсивно натуралізувався в інших районах Америки. В Європу акацію білу з Віргинії вперше було завезено Жаном Робеном у Париж у 1636 р. На Україну акацію білу вперше виписав професор В.Н. Каразін у