

was analyzed. In the course of statistical analysis, it was determined that the basic wood density and basic wood in the bark with tree age, diameter and height has direct correlation, and basic bark density – inverse correlation. The mathematical models for the estimation of the average basic density of the components of phytomass of black locust trunks were proposed.

Keywords: black locust; trunk phytomass, taxation indexes; correlation.

УДК 630*5:630*17:582.685.4

**НОРМАТИВНО-ДОВІДКОВІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ТАКСАЦІЇ
ДЕРЕВ І ДЕРЕВОСТАНІВ ЛИПИ СЕРЦЕЛИСТОЇ**

**О. М. СОШЕНСЬКИЙ,
В. А. СВИНЧУК,**

кандидати сільськогосподарських наук

Є. Ю. ХАНЬ, аспірант*

Національний університет біоресурсів і природокористування

E-mails: soshenskyi@nubip.edu.ua; svynchuk@nubip.edu.ua;

khan.evgeniy@gmail.com

Анотація. На основі повидільної бази даних таксаційної характеристики лісів та матеріалів останнього державного обліку лісів України виконано аналіз наявної площі та запасу липових деревостанів. Здійснено верифікацію таксаційних нормативно-довідкових матеріалів для липи серцелистої (*Tilia cordata* Mill.), на основі якої обґрунтовано актуальність дослідження. Зібрано достатній обсяг дослідного матеріалу та виконано його статистичний аналіз. Викладено результати дослідження основних таксаційних показників дерев та деревостанів липи серцелистої. Наведено методики розроблення відповідних лісотаксаційних нормативів. Виконано кореляційний аналіз та досліджено взаємозв'язки між основними таксаційними показниками. Опрацьовано математичні моделі висоти, об'єму стовбурів та крони, показників розмірно-якісної структури стовбурів дерев та модель рядів розподілу дерев за діаметром і категоріями технічної придатності. Розроблено систему нормативів для таксації липових деревостанів – таблиці для визначення розряду висот у липових деревостанах, таблиці об'єму стовбурів, таблиці розмірно-якісної структури стовбурів дерев липи, розрядні сортиментні таблиці для липових деревостанів різних вікових груп, таблиці товарної структури пристиглих і стиглих деревостанів липи. Виконано статистичну перевірку та обґрунтування адекватності опрацьованих математичних моделей.

* Науковий керівник – кандидат сільськогосподарських наук, доцент О. П. Бала.

© О. М. Сошенський, В. А. Свинчук, Є. Ю. Хань, 2017

Ключові слова: нормативи, об'єм, математична модель, стовбур дерева, липа серцелиста, діаметр, висота.

Раціональне використання та відтворення лісових ресурсів як важливої складової біосфери можливе лише за умови їхнього всебічного вивчення та оцінки. З метою забезпечення цих потреб лісотаксаційною наукою та практикою створено систему відповідних нормативів [4; 9] для таксації запасу насаджень різних деревних видів. Історія розроблення та використання таксаційних нормативів налічує понад 200 років, починаючи від найпростіших таблиць об'єму деревних стовбурів і закінчуючи таблицями сортиментної і товарної оцінки запасу деревостанів. Зокрема, одними із перших були таблиці німецького лісівника Гартіга, опубліковані ще у 1804 р. [1]. Тривалий час в Україні для вирішення різноманітних лісооблікових завдань у лісівничій науці та практиці використовували «Сортиментные таблицы для таксации леса на корню» (1984 р.) та «Нормативно-справочные материалы для таксации лесов Украины и Молдавии» (1987 р.).

Аналіз лісотаксаційних нормативів засвідчив, що для липи (*Tilia cordata* Mill.) нормативно-інформаційного забезпечення практично немає, йдеться, зокрема, про таблиці об'єму стовбурів липи, розподілу об'єму стовбурів ділових дерев за розмірно-якісними категоріями, розрядні шкали та сортиментні таблиці для молодняків і середньовікових насаджень, товарні й стандартні таблиці тощо. Досі для зазначеної деревної породи було розроблено й офіційно затверджено лише розрядні шкали та сортиментні таблиці для пристиглих, стиглих та перестійних насаджень.

У практиці за браком нормативів для окремих деревних видів, як правило менш поширених, рекомендують використовувати таблиці, розроблені для інших видів, близьких за біометричними характеристиками, що може призводити до недопустимих помилок під час їхньої таксації.

За даними державного обліку лісів станом на 01.01.2011 р. загальна площа липових деревостанів України за всіма лісокористувачами становить 36,3 тис. га, а загалом площа насаджень з участю липи – 930,3 тис. га, запас стовбурової деревини липи – 25,39 млн м³. Постійне зростання вартості деревини, характерне не лише для основних лісотвірних деревних видів, а і другорядних, обґрунтовує необхідність розроблення відповідного нормативно-інформаційного забезпечення для оцінки запасу деревостанів липи України.

Мета досліджень: розроблення системи нормативно-довідкових матеріалів для таксації дерев і деревостанів липи серцелистої Лісостепу України.

Матеріали та методика досліджень. У роботі використано методики, за якими було розроблено чинні нормативи [4]. Опрацювання нормативів об'єму стовбурів, розрядної шкали висот, товарної і розмірно-якісної структури запасу здійснювали на основі методів математичного

моделювання та законів розподілу із відповідним статистичним обґрунтуванням розроблених моделей.

Відповідно до форми та змісту чинних нормативів під час дослідження опрацьовували: об'ємні таблиці; шкали для встановлення розряду висот у липових деревостанах різних вікових груп; таблиці розмірно-якісної структури стовбурів та крони дерев липи для різних вікових груп насаджень; сортиментні таблиці для таксації липових деревостанів різних вікових груп; нормативи товарної структури запасу пристиглих і стиглих деревостанів липи.

Роботи з розроблення нормативів було виконано у такій послідовності: збір та аналіз дослідних даних, обґрунтування параметрів математичних моделей, опрацювання нормативів та оцінка їхньої точності.

Відповідно до лісогосподарського районування України за А. С. Генсіруком [3], було встановлено, що близько 70 % усіх липових деревостанів зростає у Лісостеповій лісогосподарській області, тому збір дослідних даних здійснювали в чистих і мішаних за участю липи деревостанах Лісостепу України, зокрема Київській, Вінницькій, Сумській, Черкаській, Чернівецькій, Чернігівській, Полтавській та Тернопільській областях.

Під час польових досліджень було закладено 11 тимчасових пробних площ з рубкою та 13 – без рубки модельних дерев. Пробні площі закладали відповідно до вимог СОУ 02.02-37-479:2006, а обмір та сортиментацію модельних дерев липи виконувались згідно з ГОСТ 9462-88.

Залежно від конкретної мети дослідження в роботі було використано певний масив дослідних даних:

- для вивчення співвідношення між висотами і діаметрами стовбурів дерев липи було здійснено вимірювання висот та діаметрів на 40 пробних площах (17 – у молодняках і середньовікових деревостанах, 23 – у пристиглих, стиглих та перестійних) із подальшою побудовою кривих висот для кожної проби;

- під час моделювання розмірно-якісної структури стовбурів дерев липи було використано результати обміру і сортиментації 373 модельних дерев, з яких 213 зрубано в пристиглих, стиглих та перестійних, решта – у молодняках і середньовікових деревостанах. Дослідні дані охоплюють широкий діапазон стовбурів дерев як за діаметром (6÷60 см), так і за висотою (8÷30 м);

- з метою дослідження розмірно-якісної структури деревної частини крони дерев липи було виконано обмір 168 гілок, на основі чого було опрацьовано відповідні математичні моделі об'єму гілок;

- з метою вивчення таксаційної будови липових деревостанів за діаметром аналізували матеріали виробничих переліків та дані тимчасових пробних площ. Загалом було використано 168 переліків, з яких 16 – на тимчасових пробних площах. Беручи до уваги те, що лісовпорядна інструкція визначає об'єктом товаризації пристиглі, стиглі та перестійні насадження, то усі переліки було взято саме з цих вікових груп.

Обробку дослідних даних виконували за допомогою загальновідомого

табличного процесора MS Excel, а також із використанням низки прикладних програм, розроблених кафедрою лісової таксації та лісовпорядкування Національного університету біоресурсів і природокористування України («ПЕРТА», «STRUC», «БУДОВА»).

Результати дослідження. Співвідношення між діаметрами та висотами дерев у липових деревостанах вивчали у відносних величинах [8]. За результатами цих досліджень було розроблено відповідні математичні моделі:

– молодняки й середньовікові деревостани

$$h = [-0,1331 + 1,079 \cdot \arctg(d/9,182)] \cdot h^{bas} ; \quad (1)$$

– пристиглі, стиглі та перестійні деревостани

$$h = [1,229 - 1,252 \cdot \exp(-0,07069 \cdot d)] \cdot h^{bas} . \quad (2)$$

де d – діаметр дерева на висоті 1,3 м; h^{bas} – висота базового ступеня товщини*, м.

Порівняння обчислених за розробленими моделями значень із фактичними середніми відносними висотами свідчить про незначні відхилення між ними: для молодняків і середньовікових деревостанів вони не перевищують $\pm 0,7\%$, пристиглих, стиглих та перестійних – $\pm 1,0\%$. Систематична помилка розроблених математичних моделей близька до нуля, а середньоквадратична – $0,5\%$.

Ілюстрацію розроблених для різних вікових груп деревостанів розрядних шкал висот наведено на рис. 1.

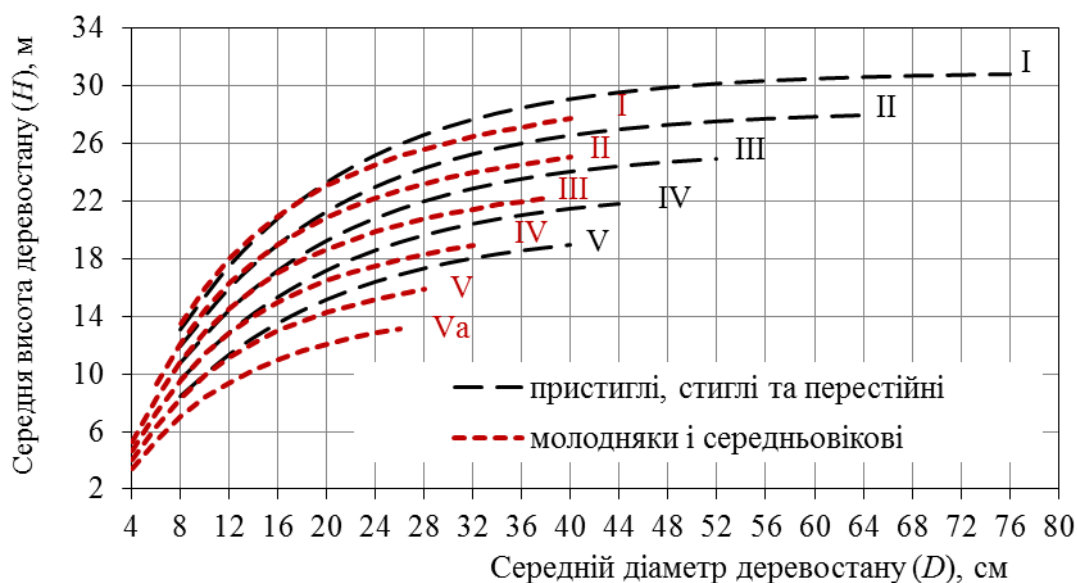


Рис. 1. Графічний вигляд розрядних шкал висот

Нумерацію розрядів та інтервал між ними узгоджено із відповідними чинними нормативами [4]. Рішення щодо максимальних та мінімальних значень висот (розрядів) приймали на основі врахування фактичних

* Базова висота для кожної пробної площі відповідно до прийнятої методики дорівнює висоті дерева базового ступеня товщини: для молодняків і середньовікових насаджень – 16 см, для пристиглих, стиглих та перестійних насаджень – 24 см.

даних та ймовірно можливих висот у кожному ступені товщини.

Порівняння розробленої розрядної шкали висот для пристиглих, стиглих і перестійних деревостанів із чинною свідчить про певну відмінність між ними. Зокрема, розроблена шкала характеризується дещо меншою висотою до ступеня товщини 12 см (максимальне відхилення становить 6 %) і, навпаки, більшою – для ступенів товщини понад 12 см (максимальне відхилення – 3 %).

Першим етапом дослідження повнодеревності стовбурів дерев липи була перевірка значущості різниці між видовими числами стовбурів дерев липи різних вікових груп (молодняки та середньовікові; пристиглі, стиглі та перестійні) та різних лісогосподарських округів. Перевірку статистичної гіпотези щодо наявності різниці між повнодеревністю стовбурів дерев липи було виконано з використанням F -критерію Фішера і t -критерію Стюдента. Виявилось, що на 5 %-му рівні значущості різниці між видовими числами стовбурів дерев порівнюваних груп немає [7].

За результатами дослідження залежності видового числа від інших таксаційних ознак деревних стовбурів було встановлено наявність оберненого зв'язку старого видового числа з висотою та діаметром дерева ($r_{fh} = -0,45$, $r_{fd} = -0,54$), множинний коефіцієнт кореляції – 0,54 ($r_{крит.}$ на 5 %-му рівні значущості дорівнює 0,14). Проте часткові коефіцієнти кореляції вказують на те, що модель видового числа можна будувати лише залежно від діаметра стовбура дерева на висоті грудей ($r_{fd/h} = 0,33$, $r_{fh/d} = -0,02$). Враховуючи встановлені взаємозв'язки, було розроблено математичну модель видового числа залежно від діаметра дерева на висоті 1,3 м (d):

$$f = -4,166 + 4,849 \cdot d^{-0,0139} \quad (3)$$

Систематична помилка моделі становить 0,1 %, а середньоквадратична – 2,8 %. Адекватність розробленої математичної моделі також підтверджують значення асиметрії та ексцесу розподілу залишків, які відповідно дорівнюють 0,107 та 0,110, а їхні основні помилки становлять 0,156 та 0,313.

Використовуючи класичну формулу лісової таксації, на основі розробленої моделі видового числа було опрацьовано проект таблиць об'єму стовбурів залежно від їхнього діаметра та висоти. В аналітичному вигляді модель об'єму стовбура липи можна виразити таким співвідношенням:

$$V = [0,7854 \cdot d^2 \cdot h \cdot (-4,166 + 4,849 \cdot d^{-0,0139})] \cdot 10^{-4} \quad (4)$$

Моделювання показників розмірно-якісної структури дерев липи базується на закономірностях розподілу об'єму стовбура дерева на окремі категорії у відносних величинах, оскільки це дає можливість згрупувати всі дані в один масив. Аналіз залежності показників розмірно-якісної структури стовбурів дерев липи від інших таксаційних параметрів показав, що найбільш значущою є їхня залежність від діаметра дерева на висоті 1,3 м [5]. Враховуючи цю особливість, було опрацьовано математичні моделі розмірно-якісної структури стовбурів дерев липи різних вікових груп залежно від діаметра дерева на висоті 1,3 м:

– молодняки й середньовікові деревостани

$$P_{діл.} = 0,8470 - 3,362 \cdot d^{-1,136}, \quad (5)$$

$$P_{відх.} = 0,1592 - 3,710 \cdot d^{-2,389}, \quad (6)$$

$$P_{др.} = 1 - P_{діл.} - P_{відх.}, \quad (7)$$

$$P_{сп.} = \begin{cases} 0 & d < 26 \text{ см} \\ 1,3345 - 1675 \cdot d^{-2,192} & d \geq 26 \text{ см} \end{cases}, \quad (8)$$

$$P_{дрб.} = \begin{cases} P_{діл.} & d \leq 12 \text{ см} \\ -0,0017 + 3142 \cdot d^{-4,010} & d > 12 \text{ см} \end{cases}, \quad (9)$$

$$P_{сп.} = 1 - P_{сп.} - P_{дрб.}, \quad (10)$$

– пристиглі, стиглі та перестійні деревостани

$$P_{діл.} = 0,4588 \cdot (d - 6)^{0,2251} \cdot \text{EXP}(-0,009799 \cdot (d - 6)), \quad (11)$$

$$P_{відх.} = 0,1698 + \frac{0,1172}{d - 6,343}, \quad (12)$$

$$P_{др.} = 1 - P_{діл.} - P_{відх.}, \quad (13)$$

$$P_{сп.} = \begin{cases} 0 & d < 28 \text{ см} \\ 1 - 22,20 \cdot \text{EXP}(-0,1216 \cdot d) & d \geq 28 \text{ см} \end{cases}, \quad (14)$$

$$P_{дрб.} = \begin{cases} P_{діл.} & d \leq 12 \text{ см} \\ -0,038 + 1,275 / (d - 13,36) & d > 12 \text{ см} \end{cases}, \quad (15)$$

$$P_{сп.} = \begin{cases} 0 & d < 14 \text{ см} \\ 1 - P_{сп.} - P_{дрб.} & d \geq 14 \text{ см} \end{cases}, \quad (16)$$

де $P_{діл.}$, $P_{др.}$, $P_{відх.}$, $P_{сп.}$, $P_{дрб.}$ – частка ділової деревини, дров та відходів від об'єму стовбура, а грубої, середньої, дрібної від об'єму ділової деревини.

Зважаючи на високу мінливість показників розмірно-якісної структури, об'єктивним підтвердженням адекватності розроблених математичних моделей є графічний аналіз (рис. 2).

Примітка: у молодняках і середньовікових деревостанах – а) за категоріями деревини, б) ділової деревини за категоріями крупності; у пристиглих, стиглих та перестійних деревостанах – с) за категоріями деревини; д) ділової деревини за категоріями крупності.

Важливим питанням є вивчення розмірно-якісної структури крони дерев, оскільки за даними досліджень середнє значення частки крони липи від загального об'єму дерева становить близько 15 %. Враховуючи низьку якісну структуру та відносно незначні об'єми крон дерев, цілком виправданим є спрощений розподіл їхнього об'єму лише на ліквідну та неліквідну частини.

Дослідження об'єму та розмірно-якісної структури гілок виконували за аналогічною методикою, яку використовували під час відповідних досліджень стовбурів дерев. Так, спочатку було розроблено математичні моделі об'єму гілки та відсотка ліквіду залежно від діаметра гілки на нульовому зрізі, а далі, на основі переліку гілок кожного модельного

дерева, використовуючи опрацьовані моделі, було обчислено об'єм крони та ліквіду із неї.

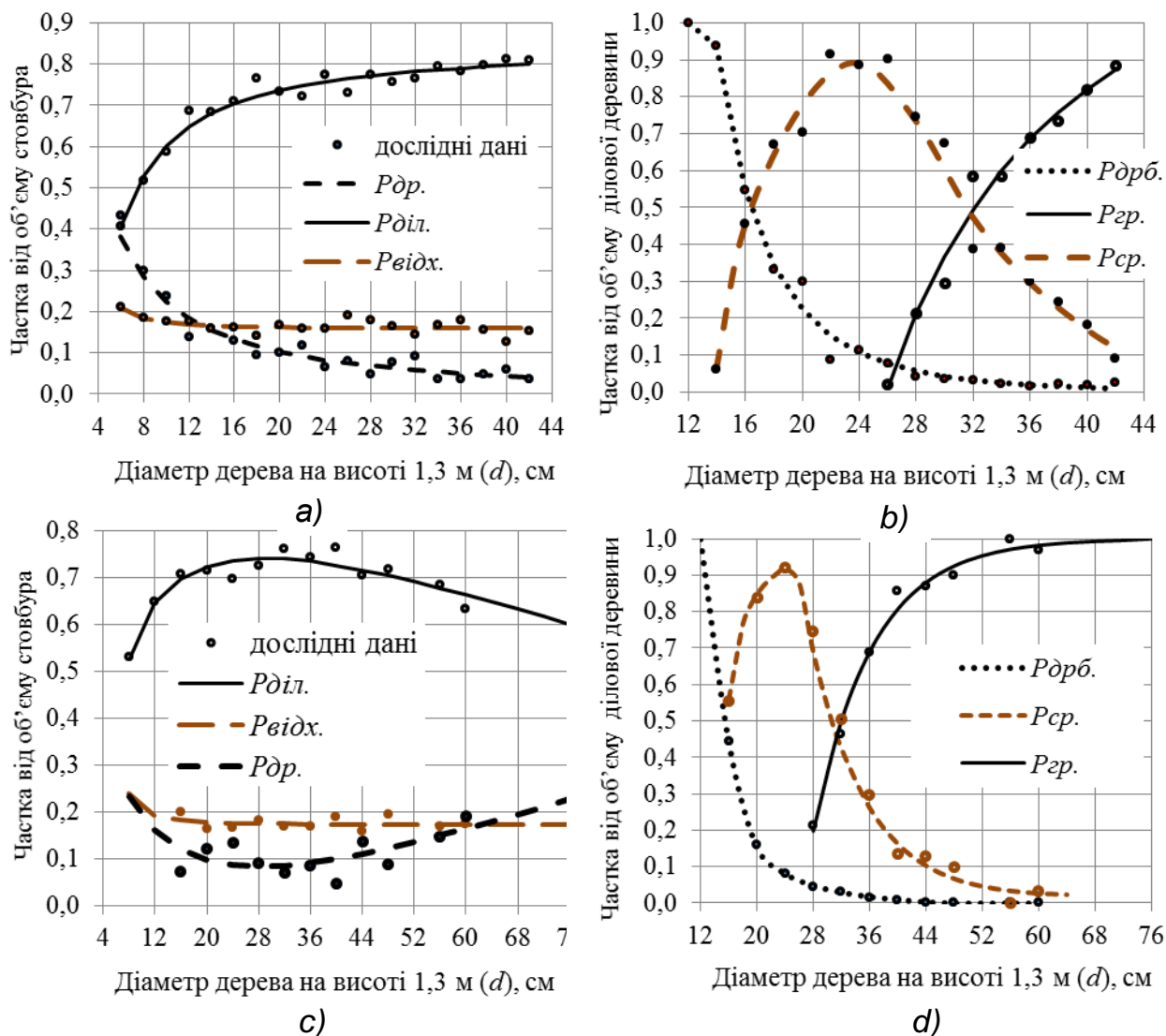


Рис. 2. Моделі розмірно-якісної структури стовбурів дерев липи

Статистичний аналіз масиву дослідних даних підтвердив існування значущої (на 5 % рівні) залежності відсотка об'єму деревної частини крони від діаметра дерева на висоті 1,3 м (значення коефіцієнта кореляції становить $-0,25$ при $r_{крит.}=0,13$). Відповідно було розроблено математичні моделі відсотка крони від об'єму дерева та ліквіду від об'єму крони залежно від діаметра дерева на висоті 1,3 м:

$$P^{кр.} = 10,13 + 28,56 \cdot d^{-0,6108}, \quad (17)$$

$$P^{лікв.} = \begin{cases} 0 & d < 10 \text{ см} \\ 102,3 - 113,0 \cdot \text{arctg}(10,92/d) & d \geq 10 \text{ см} \end{cases}, \quad (18)$$

де $P^{кр.}$ – відсоток об'єму крони від загального об'єму дерева, %, $P^{лікв.}$ – відсоток ліквідної деревини від об'єму крони, %.

Діапазон значень відсотка крони від об'єму дерева лежить у межах 10–20 %, що цілком логічно пояснюється біологічними особливостями дерев, які зростають у лісостанах. Зі збільшенням діаметра дерева частка ліквідної деревини у загальному об'ємі крони зростає, що пояснюється появою товстих гілок.

За опрацьованими моделями висоти, повнодеревності, розмірно-якісної структури стовбурів та крони, розроблено розрядні сортиментні таблиці для таксації деревостанів липи різних вікових груп, фрагмент яких наведено у табл. 1.

Порівняльний аналіз розроблених для пристиглих, стиглих і перестійних деревостанів липи нормативів розмірно-якісної структури із чинними свідчить про значні відмінності між ними, зокрема середнє значення відхилення у виході ділової деревини становить 8 %. Загалом вихід ділової деревини (%) у чинних нормативах починає знижуватися після ступеня товщини 24 см, а в розроблених – після 32 см. Відсоток виходу дров за чинними нормативами зростає зі збільшенням діаметра, а за розробленою моделлю до ступеня товщини 32 см він спадає, а далі зростає. Значна різниця частки відходів (понад 10 %) спостерігається лише до ступеня товщини 16 см, а для решти відхилення не перевищують ± 5 %.

1. Сортиментні таблиці для таксації пристиглих, стиглих і перестійних липових деревостанів (Розряд висот I)

Діа-метр, см	Висо-та, м	Об'єм стовбура у корі, м ³	Об'єм у діловому стовбурі, м ³					Об'єм крони, м ³		
			ділової деревини				дров	відходів	ліквід	неліквід
			грубої	середньої	дрібної	разом				
8	13,1	0,04	–	–	0,02	0,02	0,01	0,01	0,00	0,01
12	17,5	0,10	–	–	0,06	0,06	0,02	0,02	0,00	0,02
16	20,8	0,21	–	0,08	0,07	0,15	0,02	0,04	0,01	0,03
...
72	30,8	5,05	3,10	0,02	0,00	3,12	1,06	0,87	0,56	0,07
76	30,8	5,59	3,36	0,00	0,00	3,36	1,27	0,96	0,63	0,06

За результатами порівняння даних матеріальної оцінки 16 пробних площ, закладених у пристиглих, стиглих і перестійних деревостанах липи, виконаної за розробленими таблицями розмірно-якісної структури та відповідними чинними нормативами, було виявлено незначне систематичне заниження чинними нормативами загальних запасів (на 1,4 %). За категоріями деревини середні значення відхилень становлять: у виході ділової деревини – $-9,5$ %, дров – $6,2$ %, відходів – $0,02$ %. За категоріями крупності ділової деревини: грубої – $-13,0$ %, середньої – $-7,6$ %, дрібної – $-12,1$ %.

У системі лісовпорядкування для таксації лісосічного фонду використовують спеціальні нормативи, відомі під назвою «товарні таблиці». На відміну від сортиментних таблиць, які безпосередньо

використовують у виробничій діяльності підприємств лісової галузі для матеріальної оцінки запасу лісосік, ці нормативи не вимагають виконання суцільних чи вибіркового переліків дерев і використовуються, по суті, для прогнозування товарної структури запасу в цілому для підприємства. Загальновідомо, що основою для розроблення таких таблиць є закономірності таксаційної будови деревостанів за діаметром.

Результати детального вивчення таксаційної будови лісостанів липи за товщиною дерев [6] дали змогу отримати узагальнені ряди розподілу дерев за ступенями товщини та категоріями технічної придатності (рис. 3), використовуючи одну з кривих Пірсона, відому під назвою β -розподіл. Використовуючи статистичний критерій згоди Пірсона χ^2 було виконано перевірку відповідності фактичних рядів розподілу діаметра кривій β -розподілу. У переважній більшості випадків (90 %) обчислені значення χ^2 не перевищують відповідні їм критичні показники, а отже, гіпотеза про відповідність дослідних рядів кривій β -розподілу може бути прийнятою.

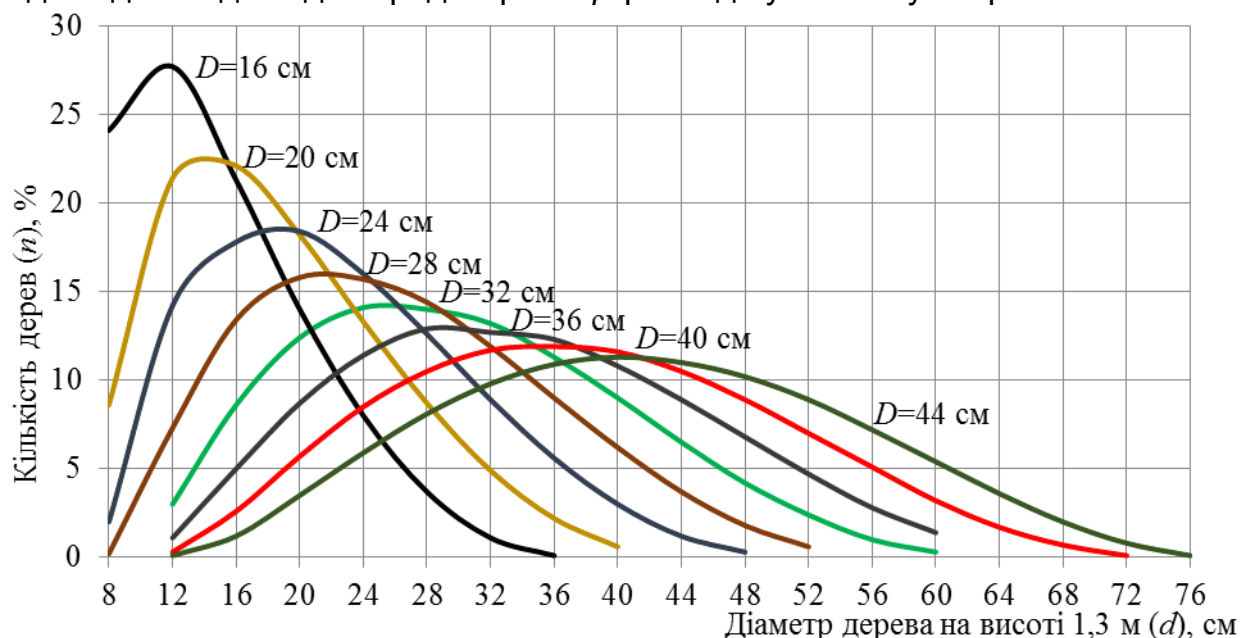


Рис. 3. Графічна ілюстрація моделей розподілу кількості стовбурів за ступенями товщини

В основу опрацювання нормативів товарності для стиглих липових деревостанів покладено методику, запропоновану доц. С. М. Кашпором [2]. При цьому було використано спеціальну програму кафедри лісової таксації та лісовпорядкування НУБіП України «БУДОВА».

Використовуючи результати моделювання розподілу кількості стовбурів за ступенями товщини і категоріями технічної придатності та розроблені моделі розмірно-якісної структури стовбурів дерев для стиглих і перестійних липових деревостанів, було опрацьовано таблиці товарної структури, фрагмент яких наведено у табл. 2.

2. Товарна структура деревостанів липи, %

Середній діаметр, см	Ділова деревина				Дрова	Відходи
	груба	середня	дрібна	разом		
90 % ділових дерев						
20	13	45	11	69	14	17
24	24	39	6	69	14	17
...
44	55	9	1	65	19	16
10 % ділових дерев						
16	1	11	2	14	83	3
...
44	10	0	0	10	87	3

Порівняння матеріальних оцінок 47 відібраних випадковим чином виробничих переліків, виконаних за розробленими таблицями розмірно-якісної структури та опрацьованими товарними таблицями, підтверджує достатню для практики точність розроблених нормативів товарної структури деревостанів липи та вказує на взаємозв'язок між вищевказаними нормативами. Зокрема, відхилення між запасами за категоріями деревини становить: для ділової деревини 0,4 %, дров – –0,4 %, відходів 2,9 %.

Висновки. За результатами виконаної роботи було опрацьовано математичні моделі висоти, об'єму, розмірно-якісної структури стовбурів та деревної частини крони дерев липи, на основі яких розроблено таблиці для визначення розряду висот у липових деревостанах, об'ємні таблиці, а також сортиментні таблиці для таксації запасу липових деревостанів різних вікових груп. Використовуючи β -розподіл, опрацьовано математичну модель рядів розподілу кількості дерев липи у деревостанах за діаметром та категоріями технічної придатності та розроблено таблиці товарної структури пристиглих і стиглих деревостанів липи. Таким чином, система розроблених нормативно-довідкових матеріалів для таксації дерев і деревостанів липи серцелистої доповнює чинне нормативно-інформаційне забезпечення лісової галузі України.

Список використаних джерел

1. Анучин Н. П. Лесная таксация : учебник для ВУЗов / Н. П. Анучин. – 5-е изд. – М. : Сельхозиздат, 1982. – 552 с.
2. Кашпор С. М. Методичні основи складання нормативів динаміки товарної структури насаджень / С. М. Кашпор // Науковий вісник Національного аграрного університету. – 1999. – Вип. 17. – С. 265–268.
3. Комплексное лесохозяйственное районирование Украины и Молдавии / [С. А. Генсирук, С. В. Шевченко, В. С. Бондарь и др.] ; под ред. С. А. Генсирука. – К. : Наукова думка, 1981. – 360 с.
4. Лісотаксаційний довідник / [за редакцією С. М. Кашпора, А. А. Строчинського]. – К. : Видавничий дім «Вініченко», 2013. – 496 с.

5. Сошенський О. М. Розмірно-якісна структура стовбурів дерев липи у молодняках і середньовікових деревостанах / О. М. Сошенський // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія : Лісівництво та декоративне садівництво. – 2015. – Вип. 229. – С. 31–38.
6. Сошенський О. М. Таксаційна будова липових деревостанів за діаметром / О. М. Сошенський // Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України. – 2016. – Вип. 26.3. – С. 164–171.
7. Свинчук В. А. Особливості повнодеревності стовбурів дерев липи дрібнолистої Лісостепу України / В. А. Свинчук, О. М. Сошенський // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія : Лісівництво та декоративне садівництво. – 2014. – Вип. 189. – Ч. 2. – С. 65–70.
8. Сошенський О. М. Співвідношення між висотами та діаметрами стовбурів дерев у липових деревостанах / О. М. Сошенський, О. А. Гірс / Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія : Лісівництво та декоративне садівництво. – 2015. – Вип. 219. – С. 55–61.
9. Zianis D. Biomass and stem volume equations for tree species in Europe. *Silva Fennica Monographs 4* / D. Zianis, P. Muukkonen, R. Makipaa, M. Mencuccini. – 2005. – 63 p.

References

1. Anuchyn N. P. (1982). *Lesnaia taksatsyia* [Forest mensuration: manual for universities]. Moskva, 552.
2. Kashpor, S. M. (1999). *Metodychni osnovy skladannia normatyviv dynamiky tovarnoi struktury nasadzen* [Methodical bases of creation table of biometrics structure]. *Scientific Bulletin of the National University of Bioresources and Natural Resources of Ukraine*, 17, 265–268.
3. Hensyruk, S. A. (ed.). (1981). *Kompleksnoe lesokhoziaistvennoe raionirovanye Ukrainy y Moldavyu* [Integrated forest management zonation of Ukraine and Moldova]. Kyiv, 360.
4. Kashpor, S. M., Stochynskyi, A. A. (ed.). (2013). *Lisotaksatsiinyi dovidnyk* [Forest mensuration guide]. Kyiv, 496.
5. Soshenskyi, O. M. (2015). *Rozmirno-iakisna struktura stovburiv derev lypy u molodniakakh i serednovikovykh derevostanakh* [Size-quality structure of Linden tree trunks of immature and middle-aged stands]. *Scientific Bulletin of the National University of Bioresources and Natural Resources of Ukraine: Arboriculture and ornamental horticulture*, 229, 31–38.
6. Soshenskyi, O. M. (2016). *Taksatsiina budova lypovykh derevostaniv za diametrom* [Biometrics structure of Linden tree stands according to the diameter]. *Scientific Bulletin of UNFU*, 26.3, 164–171.
7. Svinchuk, V. A., Soshenskyi, O. M. (2014). *Osoblyvosti povnoderevnosti stovburiv derev lypy dribnolystoi Lisostepu Ukrainy* [Peculiarities of Linden tree trunks form factor in Lisostep of Ukraine]. *Scientific Bulletin of the*

- National University of Bioresources and Natural Resources of Ukraine: Arboriculture and ornamental horticulture, 189, 2, 65–70.
8. Soshenskyi, O. M., Hirs, O. A. (2015). Spivvidnoshennia mizh vysotamy ta diametramy stovburiv derev u lypovykh derevostanakh [Height-diameter ratio of tree trunks of Linden stands]. Scientific Bulletin of the National University of Bioresources and Natural Resources of Ukraine: Arboriculture and ornamental horticulture, 219, 55–61.
9. Zianis, D., Muukkonen, P., Makipaa, R., Mencuccini, M. (2005). Biomass and stem volume equations for tree species in Europe. *Silva Fennica Monographs* 4, 63.

НОРМАТИВНО-СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТАКСАЦИИ ДЕРЕВЬЕВ И ДРЕВОСТОЕВ ЛИПЫ СЕРДЦЕЛИСТНОЙ

А. М. Сошенский, В. А. Свинчук, Е. Ю. Хань

Аннотация. На основе повидельной базы данных таксационной характеристики лесов и материалов последнего государственного учета лесов Украины выполнен анализ имеющейся площади и запаса липовых древостоев. Осуществлена верификация таксационных нормативно-справочных материалов для липы сердцелистной (*Tilia cordata* Mill.), на основе которой обоснована актуальность исследования. Собран достаточный объем исследовательского материала и выполнен его статистический анализ. Изложены результаты исследования основных таксационных показателей деревьев и древостоев липы сердцелистной. Приведены методики разработки соответствующих лесотаксационных нормативов. Выполнен корреляционный анализ и исследованы взаимосвязи между основными таксационными показателями. Обработано математические модели высоты, объема стволов и кроны, показателей размерно-качественной структуры стволов деревьев и модель рядов распределения деревьев по диаметру и категориями технической годности. Разработана система нормативов для таксации липовых древостоев – таблицы для определения разряда высот в липовых древостоях, таблицы объема стволов липы, таблицы размерно-качественной структуры стволов деревьев липы, разрядные сортиментные таблицы для липовых древостоев разных возрастных групп, таблицы товарной структуры приспевающих и спелых древостоев липы. Выполнена статистическая проверка и обоснование адекватности разработанных математических моделей.

Ключевые слова: нормативы, объем, математическая модель, ствол дерева, липа сердцелистная, диаметр, высота.

STANDARDS AND REFERENCE MATERIALS FOR LINDEN TREES AND TREE STEAMS MENSURATIONS

O. Soshenskyi, V. Svynchuk, E. Khan

Abstract. Statistical analysis of availability of the linden stands has been performed on the base of the latest inventory data base with characteristics of

Ukrainian forests. The verification of information of linden tree steams has been done, and the necessity of developing of a number of forest estimation standards for the studied species was proved on its basis. A sufficient amount of research material has been collected and statistical analysis has been performed. The results of research of the basic forest mensuration indicators of linden trees and stands are presented. Methods of developing appropriate forest mensuration standards are outlined. Correlation analysis was performed and the interrelations between the main forest mensuration indicators were investigated. Mathematical models of height, volume of tree trunks and crown, size-quality structure and model of distribution series of trees according to diameter and categories of technical competence have been developed. A system of standards for the valuation of linden stands has been developed - discharge tables for linden stands, tables of the volume of linden tree trunks, tables assortment of size-quality structure, category assortment tables for the linden tree stands different age, tables of merchantability structure of premature and mature linden tree stands were developed. The statistical verification and substantiation of the adequacy of the developed mathematical models has been carried out.

Keywords: standards, volume, mathematical model, tree trunk, *Tilia cordata* Mill., diameter, height.

УДК 630*2:582.475

СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ МОДАЛЬНИХ ДЕРЕВОСТАНІВ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ ТА ЯЛИНИ ЄВРОПЕЙСЬКОЇ УКРАЇНИ

А. Ю. ТЕРЕНТЬЄВ, кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри лісового менеджменту,

О. П. БАЛА, кандидат сільськогосподарських наук,
докторант кафедри лісового менеджменту *

**Національний університет біоресурсів і природокористування
України**

E-mails: andriy.terentyev@nubip.edu.ua; bala@nubip.edu.ua

Анотація. Насадження, у складі яких зустрічаються сосна звичайна та ялина звичайна, поширені на значній території України, тому дослідження закономірностей росту модальних деревостанів потребує детального вивчення їхнього сучасного стану. На основі повидільної бази даних ВО «Укрдержліспроєкт» станом на 01.01.2011 р. було проведено аналіз поширення, сучасного стану та детальну таксаційну характеристику вищезгаданих деревостанів, що зростають на території України. Було пораховано їхні основні середні

* Науковий консультант – доктор сільськогосподарських наук, професор П. І. Лакида.

© А. Ю. Терентьєв, О. П. Бала, 2017