

ОСОБЛИВОСТІ ПОВНОДЕРЕВНОСТІ СТОВБУРІВ ДЕРЕВ ЛИПИ ДРІБНОЛИСТОЇ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

*В.А. Свинчук, кандидат сільськогосподарських наук
О.М. Сошенський, аспірант**

Проведено статистичний аналіз дослідних даних. Викладено результати дослідження повнодеревності стовбурів липи дрібнолистої в Лісостепу України. Розроблено математичну модель видового числа та опрацьовано проект таблиць об'єму стовбурів з двома входами. Виконано порівняння з таблицями об'єму стовбурів ясена як породи-замінника, що офіційно використовуються в Україні.

Повнодеревність, видове число, математична модель, об'єм стовбура, висота, діаметр, другий коефіцієнт форми.

Підвищення точності матеріальної оцінки лісосировинних ресурсів і розроблення відповідного нормативно-інформаційного забезпечення є важливим лісотаксаційним завданням, особливо в умовах низької лісистості України та необхідності адаптації народного господарства до вимог ЄС. Для переважної більшості деревних порід кафедрою лісової таксації та лісовпорядкування НУБіП України вже опрацьовано систему відповідних нормативів [3] для використання на підприємствах лісової галузі та в лісовпорядкуванні. Однак для менш поширених деревних порід окремі лісотаксаційні нормативи відсутні і для їхнього обліку використовуються породи-замінники [3]. Однією з них є липа дрібнолиста (*Tilia cordata* Mill.). Зазначимо, що за даними ВО «Укрдержліспроект» станом на 17.01.14 р. площа лісів з указаною головною породою становить майже 22 тис.га із загальним запасом близько 5 млн м³. Ці обставини обґрунтовують доцільність проведення наукових досліджень липи дрібнолистої, зокрема встановлення особливостей основних біометричних параметрів стовбурів дерев і товарності деревостанів.

Мета досліджень – встановлення закономірностей зміни показника повнодеревності стовбурів дерев липи дрібнолистої та обґрунтування параметрів відповідних математичних моделей.

Матеріали та методика досліджень. Первинна дослідна інформація для вивчення повнодеревності стовбурів липи дрібнолистої подана матеріалами вимірювання 218 модельних дерев. Збір дослідних даних здійснювався в чистих і мішаних за участю липи деревостанах Лісостепу України, зокрема Київській, Вінницькій, Черкаській та Чернівецькій областях. Під час польових досліджень використовувалися загальновідомі в лісовій таксації методики [1, 7].

*Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук, професор О.А.Гірс

© В.А.Свинчук, О.М.Сошенський, 2014

Обробка вихідних даних здійснювалася на ПК з використанням програми «Statistica 10», табличного процесора MS Excel та програми PERTA, розробленої кафедрою лісової таксації та лісовпорядкування НУБіП України.

Для моделювання об'єму стовбура лісотаксаційною наукою розроблено декілька методичних підходів [1, 2, 8, 9], основними з них є такі.

1. Об'єм стовбура є добутком трьох факторів: площі поперечного перерізу (відповідає діаметру), висоти і показника повнодеревності (видового числа).

2. Об'єм стовбура розглядається як багатомірна модель $V=\psi(d,h,...)$.

3. Об'єм встановлюється з використанням твірної деревного стовбура.

У розвинених країнах Європи та США об'єм стовбура та його окремих частин встановлюється переважно за допомогою твірної.

Другий підхід є досить поширеним як у багатьох країнах Європи, так і в Україні. Однак, незважаючи на простоту і теоретичну досконалість, його основним недоліком є неможливість забезпечення нормальності розподілу усіх об'ємоутворювальних факторів за умови спільної обробки масивів даних. Тому в Україні частіше використовується перший підхід, зокрема саме за такою методикою було опрацьовано чинні в лісовій галузі нормативи об'єму стовбурів [3]. Відповідно з метою розроблення математичної моделі об'єму стовбурів дерев липи дрібнолистої вивчалися закономірності зміни видового числа.

Ідею застосування видового числа як показника повнодеревності стовбура, що дозволяє легко встановити його об'єм, ще на початку XIX століття запропонував німецький учений-лісівник Паульзен [1]. Найбільшого застосування в практиці лісової таксації отримало старе видове число, для розрахунку якого використовується площа поперечного перерізу стовбура на висоті 1,3 м.

Результати досліджень. За результатами обробки вихідних даних було отримано необхідну таксаційну характеристику кожного модельного дерева, а для усього масиву даних – основні статистичні показники (табл. 1) та коефіцієнти кореляції між об'ємоутворювальними факторами стовбурів.

1. Статистична характеристика дослідних даних

Показник	Середньо-арифметичне значення	Стандартна помилка	Мінімальне значення	Максимальне значення	Коефіцієнт мінливості, %
Діаметр ($d_{1,3}$), см	21,8	0,69	5,4	50,1	47,1
Висота (h), м	19,1	0,30	8,7	27,8	23,2
Старе видове число (f)	0,494	0,003	0,374	0,652	10,2
Другий коефіцієнт форми (q_2)	0,689	0,004	0,515	0,831	8,9
Об'єм у корі (V_k), м ³	0,478	0,029	0,013	2,026	88,7

З табл. 1 видно, що масив вихідних даних представлений різними за розмірами, в тому числі формою та повнодеревністю стовбурів, модельними деревами. Варто також зазначити, що основні об'ємоутворювальні фактори стовбурів модельних дерев липи дрібнолистої характеризуються порівняно невисокою мінливістю. Ці особливості науково-дослідних даних свідчать про можливість їхньої подальшої обробки та отримання адекватних математичних моделей.

Першим етапом розроблення математичної моделі видового числа було дослідження залежності цього показника від інших таксаційних ознак деревних стовбурів за допомогою кореляційного аналізу. Виявилось, що показник повнодеревності стовбурів дерев липи дрібнолистої у цілому характеризується оберненим зв'язком як з висотою, так і діаметром дерева (парні коефіцієнти кореляції відповідно дорівнюють -0,41 та -0,47, множинний коефіцієнт кореляції – 0,47). Загалом указана залежність досить слабка, однак статистично значуща на 5 %-му рівні ($r_{\text{крит.}}=0,14$). Відповідно в подальшому було враховано встановлені взаємозв'язки.

Попередні результати досліджень учених-таксаторів свідчить про вплив регіональних особливостей на повнодеревність окремих деревних порід [3, 4]. Тому наступним етапом роботи було з'ясування істотності різниці між видовими числами стовбурів дерев липи дрібнолистої, що зростає в різних регіонах, а зокрема в Західноукраїнському лісостеповому та Дністровсько-Дніпровському лісостеповому лісогосподарських округах (за Генсіруком С.А.). Для цього було проведено групування значень видового числа за діаметром і висотою стовбурів у розрізі зазначених округів. Далі, для кожної з груп дерев із однаковими діаметром і висотою, здійснювалася статистична обробка дослідних даних з обчисленням середнього арифметичного значення, дисперсії та основної помилки видового числа. Використовуючи F-критерій Фішера і t-критерій Стюдента [5] було виконано перевірку статистичної гіпотези щодо наявності різниці між повнодеревністю стовбурів різних регіонів. Результати цієї перевірки наведено в табл. 2.

2. Порівняння видових чисел стовбурів липи дрібнолистої

Діаметр, см	Висота, м	Дністровсько-дніпровський лісостеповий округ				Західноукраїнський лісостеповий округ				Значення статистик			
		n_1	f_1	σ_1	m_1	n_2	f_2	σ_2	m_2	$t_{\text{обч.}}$	$t_{\text{кр.}}$	$F_{\text{обч.}}$	$F_{\text{кр.}}$
24	22	5	0,443	0,043	0,019	6	0,456	0,061	0,025	0,41	1,83	2,01	5,19
28	22	17	0,467	0,055	0,013	5	0,470	0,043	0,019	0,13	1,73	1,64	3,01
32	22	10	0,447	0,046	0,015	7	0,419	0,046	0,017	1,24	1,75	1,00	3,37
36	24	7	0,453	0,053	0,020	2	0,411	0,028	0,020	1,49	1,9	3,58	5,99

Оскільки обчислені значення F- і t-критерію, як видно з табл. 2, не перевищують відповідні табличні значення, то на 5 %-ному рівні значущості необхідно відхилити гіпотезу щодо наявності різниці як між дисперсіями, так і середніми значеннями видового числа стовбурів липи різних лісогосподарських округів. Тому обчислення параметрів математичної моделі

показника повнодеревності необхідно здійснювати на основі всієї сукупності модельних дерев.

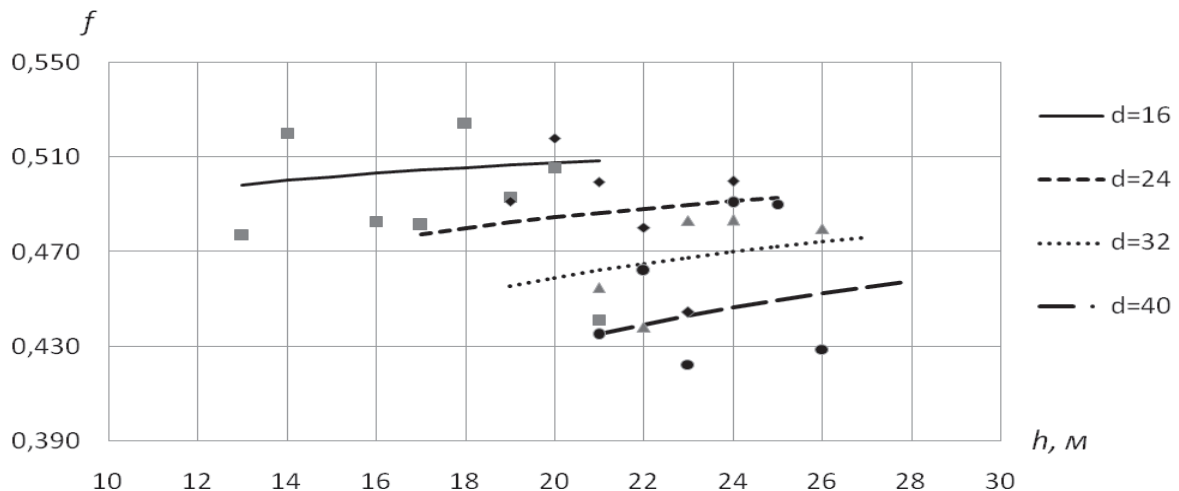
З метою моделювання видового числа стовбурів було використано кілька рівнянь переважно гіперболічного типу. Коефіцієнти рівнянь обчислювалися на ПК з використанням методу найменших квадратів. Для кожної з моделей було розраховано систематичну і середньоквадратичну помилки (табл. 3).

3. Результати оцінки точності розроблених математичних моделей

№ з/п	Формула	Помилка, %	
		систематична	середньоквадратична
1	$f = 0.469 + \frac{1.0728}{d} - \frac{0.736}{h}$	-0,8	9,1
2	$f = 0.416 + \frac{0.986}{d}$	-3,0	9,2
3	$f = 0.399 + \frac{1.547}{h}$	1,5	13,0
4	$f = 0.525 + (0.411 - 0.0407d - 0.000418d^2) / h$	0,4	9,0
5	$f = 0.533 - 0.00134d - 0.000026d^2$	0,4	9,0
6	$f = 0.585 - \frac{6.274}{h} + \frac{38.735}{h^2} + \frac{2.802}{d} - \frac{9.491}{d^2}$	0,7	9,1
7	$f = 0.346 + 0.409 \times q_2^2 - \frac{0.00168}{q_2 \times h}$	0,3	5,7

З табл. 3 видно, що найкращими результатами характеризується формула (7). Однак, зважаючи на складність практичного використання такого співвідношення під час моделювання об'єму стовбурів було використано рівняння (4).

Додатково адекватність моделі було перевірено шляхом статистичного і графічного аналізу залишків (див. рисунок).



Залежність видового числа стовбурів липи дрібнолистої від висоти за сталого діаметра

З рисунка видно, що за сталого діаметра спостерігається певне зростання видового числа зі збільшенням висоти стовбура. Подібна ситуація характерна і для інших деревних порід: бук різновіковий, береза, осика [1].

Варто зазначити, що у зв'язку з продовженням збору дослідних даних, вивчення закономірностей зміни показника повнодеревності стовбурів липи дрібнолистої буде продовжено, зокрема виявлено істотність впливу фактора віку. Однак для попередньої оцінки виконаних досліджень на основі розробленої моделі видового числа було опрацьовано проект таблиць об'єму стовбурів залежно від їх діаметра та висоти. В аналітичному вигляді модель об'єму стовбурів липи можна виразити таким співвідношенням:

$$V = \left[\frac{\pi}{4} \times d_{1.3}^2 \times h \times (0.525 + (0.411 - 0.0407d - 0.000418d^2) / h) \right] \times 10^{-4}$$

Порівняння розробленого проекту нормативів з об'ємом стовбурів липи, покладеним в основу чинних сортиментних таблиць [3], засвідчило наявність незначних розбіжностей. Окрім того, порівняння опрацьованої моделі з таблицями об'єму стовбурів ясена, які офіційно використовуються в Україні як порода-замінник під час таксації стовбурів дерев липи, також вказує на розбіжності не більше $\pm 6\%$.

Висновки

За результатами виконаних досліджень було обґрунтовано параметри математичної моделі видового числа залежно від діаметра і висоти стовбурів та опрацьовано проект таблиць для таксації їхнього об'єму. Регіональних особливостей повнодеревності стовбурів дерев липи не виявлено.

Список літератури

1. Анучин Н.П. Лесная таксация / Н.П.Анучин. – М.: Лесн. пром.-сть, 1982. – 550 с.
2. Кофман Г.Б. Рост и форма деревьев / Г.Б.Кофман. – Новосибирск: Наука, 1986. – 211с.
3. Лісотаксаційний довідник : затв. Державним агентством лісових ресурсів України / [за ред. С.М.Кашпора, А.А.Строчинського]. – К. : Видавничий дім «Вініченко», 2013. – 496 с.
4. Миронюк В.В. Повнодеревність стовбурів тополі пірамідальної в умовах забудованої частини м. Києва /В.В.Миронюк, А.А.Строчинський// Аграрна наука і освіта. – 2006. – №1 – 2. – С.82.
5. Никитин К.Е. Методы и техника обработки лесоводственной информации / К.Е.Никитин, А.З.Швиденко. – М.: Лесн. пром.-сть, 1978. – 272 с.
6. Нормативно-справочные материалы для таксации лесов Украины и Молдавии / [Швиденко А.З., Савич Ю.Н., Строчинский А.А. и др.]. – К. : Урожай, 1987. – 560 с.
7. Площі пробні лісовпорядні: СОУ 02.02-37-479 : 2006. – [Чинний від 2006–12–26]. – К. : Мінагрополітики України, 2006. – 32 с.
8. Строчинський А.А. Таксація зелених насаджень на території міста Києва: Монографія / А.А.Строчинський, В.В.Миронюк. – Корсунь-Шевченківський: ФОП Гаврищенко В.М., 2013. – 179 с.
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.

Проведен статистический анализ опытных данных. Изложены результаты исследования полнодревесности стволов липы мелколистной в Лесостепи Украины. Разработана математическая модель видового числа и составлен проект таблиц объема стволов липы с двумя входами. Проведено сравнение с таблицами объема стволов ясеня, как породы-заменителя, которые официально используются в Украине.

Полнодревесность, видовое число, математическая модель, объем ствола, высота, диаметр, второй коэффициент формы.

The statistical analysis of experience data is conducted. The results of research of full-timber-factor of linden-tree are expounded, at Forest-steppe of Ukraine. The mathematical model of specific number is worked out and worked out project of tables of volume of timber with two entrances, comparing is also conducted to the corresponding tables made for an ash, that is officially used in Ukraine during the meansuration of linden timbers.

Full-timber-factor, form factor, mathematical model, volume of stem, height, diameter, second coefficient of form.