

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

ЛЕСНІК ОЛЕКСАНДР МИКОЛАЙОВИЧ

УДК 630*5:582.746.56(477-25)

**ПОВНОДЕРЕВНІСТЬ ТА РОЗМІРНО-ЯКІСНА СТРУКТУРА
ДЕРЕВ ГІРКОКАШТАНА ЗВИЧАЙНОГО
В НАСАДЖЕННЯХ МІСТА КИЄВА**

06.03.02 «Лісовпорядкування та лісова таксація»

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата сільськогосподарських наук

Київ – 2017

Дисертацією є рукопис

Роботу виконано у Національному університеті біоресурсів і природокористування України Міністерства освіти і науки України

Науковий керівник доктор сільськогосподарських наук, професор
Гірс Олександр Анатолійович,
Національний університет біоресурсів
і природокористування України,
завідувач кафедри лісової таксації
та лісовпорядкування

Офіційні опоненти: доктор сільськогосподарських наук, професор
Пастернак Володимир Петрович,
Український орден «Знак Пошани»
науково-дослідний інститут лісового господарства
та агролісомеліорації імені Г. М. Висоцького,
провідний науковий співробітник
лабораторії моніторингу і сертифікації лісів

кандидат сільськогосподарських наук, доцент
Вицега Руслан Романович,
Державний вищий навчальний заклад
«Національний лісотехнічний університет України»,
доцент кафедри лісової таксації
та лісовпорядкування

Захист відбудеться «28» грудня 2017 року о 9⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.004.09 у Національному університеті біоресурсів і природокористування України за адресою: 03041, м. Київ, вул. Генерала Родимцева, 19, навчальний корпус № 1, кімната 97

З дисертацією можна ознайомитися у науковій бібліотеці Національного університету біоресурсів і природокористування України за адресою: 03041, м. Київ, вул. Героїв Оборони, 13, навчальний корпус № 4, кімната 41а

Автореферат розіслано «27» листопада 2017 року

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

А. Г. Лащенко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Під час догляду за міськими зеленими насадженнями заготовляють значні об'єми деревини, значення якої в сучасних умовах ще не повністю усвідомлене, а зростання інтересу суспільства до ведення господарства у зелених насадженнях міста Києва спонукає досліджувати ресурси міських екосистем щодо раціональності їх використання.

Проведення матеріальної оцінки дерев, які ростуть в урбанізованому середовищі, є важливим елементом ефективної системи управління міським зеленим господарством. Дерева, які зростають у зелених насадженнях міста, зазнають негативного впливу урбанізованого середовища, що безпосередньо впливає на їхній ріст, розвиток та розмірно-якісну характеристику. Останнім часом розроблено нормативи для виконання матеріальної оцінки дерев в умовах міст, вагомий внесок в яку зробили А. А. Строчинський (2007, 2009), В. В. Миронюк (2007, 2009), О. А. Гірс (2009), В. А. Свинчук (2009) та ін.

Особливої актуальності набуває питання розроблення нормативів об'єму та розмірно-якісної структури дерев гіркокаштана звичайного, частка яких у зелених насадженнях міста Києва є значною, адже для цього роду рослин вони відсутні.

Використання чинних у лісовій галузі нормативів об'єму та розмірно-якісної структури (Кашпор С. М., 2013) для виконання матеріальної оцінки деревини гіркокаштана звичайного, яку заготовляють під час проведення реконструктивних рубок у зелених насадженнях міста Києва, призводить до значних відхилень. Насамперед, це пов'язано з використанням для таксації дерев гіркокаштана звичайного нормативів інших деревних видів, близьких за своїми фізіологічними особливостями.

У зв'язку із зазначеним, досить актуальними є дослідження фактичної об'ємної та розмірно-якісної структури дерев гіркокаштана звичайного в зелених насадженнях міста Києва та розроблення на їхній основі нормативів, що підвищать точність виконання матеріальної оцінки деревини.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Виконана дисертаційна робота є складовою науково-дослідної роботи кафедри лісового менеджменту Національного університету біоресурсів і природокористування України «Проблеми сталого використання лісових ресурсів в умовах глобальних змін клімату» (номер державної реєстрації 0114U000651). Здобувач є виконавцем окремого підрозділу.

Мета та завдання дослідження. Метою дисертаційної роботи було розроблення нормативів об'єму та розмірно-якісної структури дерев гіркокаштана звичайного в зелених насадженнях міста Києва.

Відповідно до зазначеної мети дослідження було визначено такі завдання:

- з'ясувати загальну характеристику зелених насаджень міста Києва;
- вивчити закономірності повнодеревності дерев гіркокаштана звичайного та обґрунтувати параметри відповідних математичних моделей;
- вивчити співвідношення основних таксаційних показників дерев із параметрами крон та розробити відповідні математичні моделі;

– встановити параметри математичних моделей об'єму та розмірно-якісної структури стовбурів дерев;

– розробити нормативи об'єму та розмірно-якісної структури дерев гіркогокаштана звичайного в зелених насадженнях міста Києва.

Об'єкт дослідження – закономірності взаємозв'язку біометричних параметрів дерев гіркогокаштана звичайного в зелених насадженнях міста Києва.

Предмет дослідження – морфометричні показники, повнодеревність, розмірно-якісна структура дерев гіркогокаштана звичайного.

Методи дослідження. Методичною основою досліджень був системний підхід із широким застосуванням комп'ютерних технологій та сучасного програмного забезпечення. У процесі виконання дисертаційного дослідження вихідну інформацію збирали за допомогою методів лісової таксації. Для опрацювання дослідних даних, встановлення тісноти зв'язку між таксаційними показниками, розроблення математичних моделей та їх оцінки застосовували математико-статистичні методи, а саме: кореляційний аналіз і математичне моделювання. Перевірку, порівняння та узагальнення отриманих результатів проводили аналітичним і графічним шляхами.

Наукова новизна одержаних результатів. Основні положення дисертаційного дослідження, які визначають його наукову новизну, полягають у наступному:

вперше:

– встановлено закономірності та розроблено математичні моделі видового числа дерев гіркогокаштана звичайного в зелених насадженнях міста Києва;

– розроблено математичні моделі загального об'єму дерев гіркогокаштана звичайного та основних його складових, а також опрацьовано таблиці для визначення їхнього об'єму;

– встановлено закономірності розмірно-якісної структури дерев гіркогокаштана звичайного та розроблено на їхній основі математичні моделі;

– розроблено нормативи розмірно-якісної структури дерев гіркогокаштана звичайного в зелених насадженнях міста Києва, які за своїм характером належать до безрозрядних, входами до яких є діаметр дерева на висоті 1,3 м, висота дерева та висота розгалуження стовбура дерева;

удосконалено нормативно-інформаційне забезпечення системи матеріальної оцінки об'єму дерев гіркогокаштана звичайного в зелених насадженнях міста Києва, яке враховує фізіологічні особливості росту в урбанізованих умовах;

отримали подальший розвиток лісотаксаційні дослідження росту та розвитку дерев в умовах урбанізованого середовища.

Практичне значення одержаних результатів. Одержані під час дисертаційного дослідження результати є досить важливими для виконання матеріальної оцінки деревини гіркогокаштана звичайного, яку заготовляють під час реконструктивних рубок у зелених насадженнях міста Києва. Використання розроблених нормативів об'єму та розмірно-якісної структури підвищить точність лісотаксаційних робіт. У зв'язку з їх відсутністю для виконання матеріальної оцінки деревини гіркогокаштана звичайного, використовували

відповідні таблиці, розроблені для близьких за лісівничими характеристиками деревних видів, що призводило до виникнення значних помилок при опрацюванні проектно-кошторисної документації.

Результати дисертаційного дослідження впроваджено у виробничу діяльність Комунального об'єднання «Київзеленбуд», про що свідчить відповідний акт впровадження від 17.10.2017 р.

Окремі положення дисертаційного дослідження використовували під час проведення навчальної практики з дисципліни «Ландшафтна таксація» для студентів освітнього ступеня «Бакалавр» у Національному університеті біоресурсів і природокористування України (акт впровадження від 31.10.2017 р.).

Особистий внесок здобувача. Здобувачем виконано збір дослідних даних, математичну і статистичну обробку, розроблення відповідних математичних моделей. Під час дисертаційного дослідження вирішено важливе практичне завдання щодо розроблення нормативів об'єму та розмірно-якісної структури дерев гіркокаштана звичайного в зелених насадженнях м. Києва. Здобувачем особисто сформульовано основні положення дисертаційної роботи, висновки та пропозиції виробництву.

Апробація результатів дисертації. Основні теоретичні положення, результати дисертаційного дослідження та висновки отримали позитивні відгуки на Міжнародній науково-практичній конференції «Біоресурси лісових та урбанізованих екосистем: відтворення, збереження і раціональне використання» (м. Київ, 2015 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Виклики XXI століття та їхнє вирішення у лісовому комплексі й довкіллі» (м. Київ, 2015 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Актуальні проблеми лісового сектора та садово-паркового господарства» (м. Київ, 2016 р.); IV Всеукраїнській науково-практичній конференції «Ліс. Наука. Молодь» (м. Житомир, 2016 р.); 66 науково-технічній конференції «Наукові основи підвищення продуктивності та біологічної стійкості лісових та урбанізованих екосистем» (м. Львів, 2016 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Здоров'я лісів, екосистемні послуги та лісові продукти для суспільства» (м. Київ, 2017 р.).

Публікації. Основні результати дисертаційного дослідження відображено у 12 наукових працях, з яких 2 статті у наукових фахових виданнях України, 4 статті у наукових фахових виданнях України, включених до міжнародних наукометричних баз даних, 6 тез наукових доповідей.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається з анотацій, вступу, чотирьох розділів, висновків, рекомендацій виробництву, списку використаних джерел (169 найменувань, у тому числі 12 латиницею) та додатків. Загальний обсяг дисертаційної роботи становить 163 сторінки комп'ютерного тексту. Текст основної частини ілюстровано 20 рисунками і 30 таблицями.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Розділ 1 «Загальна характеристика об'єктів зеленого господарства міста Києва». Територіальне розташування міста Києва на межі двох природно-кліматичних зон України – Полісся та Лісостепу – зумовлює особливості різноманітності деревної рослинності. Рослинність Києва та його околиць характеризується великою різноманітністю та багатством. На території міста Києва зростає близько 1 тис. видів рослин, що належать до 540 родин і 116 родів (Котов М. В., 1979; Лаптев О. О., 1958). Зокрема, з півночі, північного заходу та заходу до самого міста підходять великі масиви Святошинського та Пуща-Водицького соснових і мішаних лісів. Типовим лісом поліської зони в околицях Києва є також Дарницький сосновий бір із дуже бідним трав'яним покривом на піщаних ґрунтах борової тераси (Гаврилук В. С., 1956).

Для встановлення загальної характеристики озелених територій міста Києва використано матеріали останньої інвентаризації зелених насаджень, виконаних Комунальним об'єднанням «Київзеленбуд» станом на 01.01.2014 р., проекти розвитку і організації лісопаркових господарств (2010 р.), «Програма розвитку зеленої зони м. Києва до 2010 року та концепції формування зелених насаджень в центральній частині міста» (2005 р.), термін дії якої продовжено до 31.12.2017 р.

До системи зеленого господарства міста Києва належать міські ліси, які охоплюють три лісопаркові господарства (33,7 тис. га), а також зелені насадження (23 тис. га), які не є складовою лісового фонду, та інші території (0,5 тис. га) (рис. 1). За функціональним призначенням зелені насадження поділяють на три основні групи: насадження спеціального призначення, загального та обмеженого користування. Загалом озеленені території міста Києва становлять 57,2 тис. га, з них майже 42 тис. га – у підпорядкуванні Комунального об'єднання «Київзеленбуд».

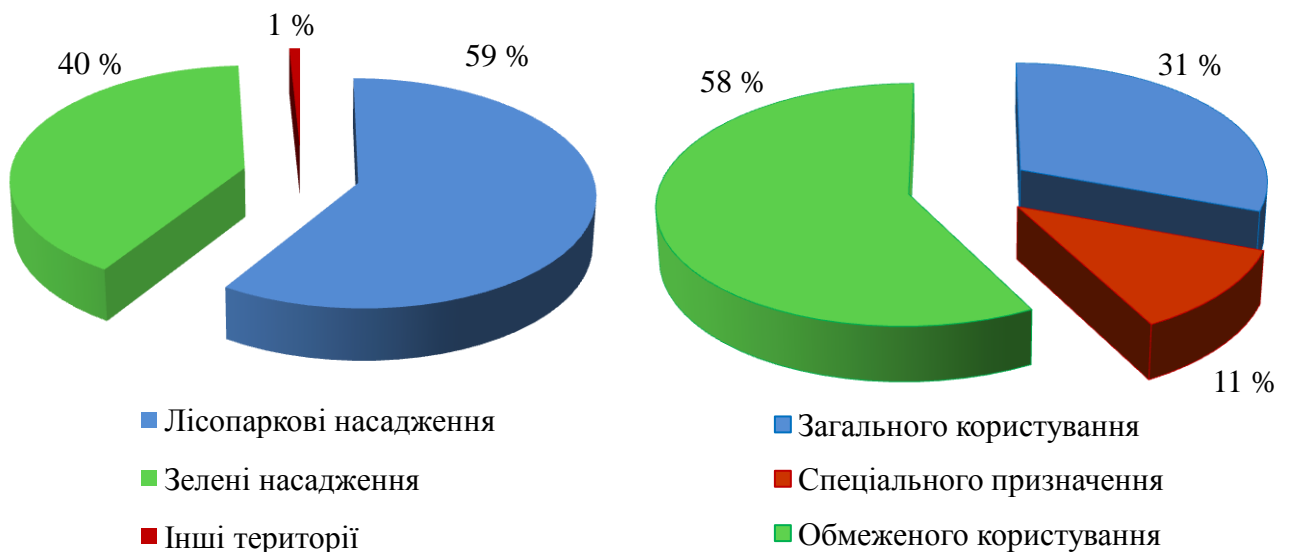


Рис. 1. Розподіл площі озелених територій міста Києва

Виробничий процес утримання об'єктів зеленого господарства Комунальним об'єднанням «Київзеленбуд» передбачає догляд за деревами і чагарниками, живоплотами, квітниками, газонами, малими архітектурними формами, захист зелених насаджень від шкідників і хвороб, створення газонів, видалення аварійних дерев, садіння дерев тощо. Всі ці види робіт у місті Києві виконують десять комунальних підприємств з утримання зелених насаджень, міська станція захисту рослин, а також три лісопаркові господарства.

Згідно з даними «Програма розвитку зеленої зони м. Києва...», у вуличних насадженнях, які належать до насаджень загального користування, найповніше представлені липи (39,6 %), гіркокаштан звичайний (22,2 %), тополя італійська (20,8 %), разом 82,6 %; клен гостролистий (4,0 %), клен цукристий (3,8 %), тополя дельтоподібна (5,1 %). На решту видів (ясен звичайний, акація біла, горобина звичайна, дуб звичайний) припадає 4,5 %.

За даними Д. М. Доброчаєва (1987) гіркокаштан звичайний (*Aesculus hippocastanum* L.) належить до роду гіркокаштан (*Aesculus* L.), родини Гіркокаштанові (Hippocastanaceae), порядку Сапіндоцвітні (*Sapindales*), відділу Покритонасінні (*Magnoliopsida*). Гіркокаштан звичайний – цінне паркове дерево з декоративною кроною, складною мозаїкою листків і рясним цвітінням, а також історичний символ, окраса і велич Києва, що надає місту неповторної привабливості, чарівності та розмаїття.

Розділ 2 «Методичні основи дослідження та характеристика дослідних даних». Враховуючи складність структури міста Києва, багатоваріантність антропогенних факторів і складний механізм їхнього впливу на якість середовища, постає необхідність отримання достовірної, адекватної і систематизованої інформації про динамічні процеси, що проходять у рослинах під впливом численних факторів міського середовища.

Значної уваги заслуговує можливість використання тонкомірної деревини, яку заготовляють під час догляду за міськими зеленими насадженнями, як альтернативного джерела енергії, а ділову деревину реалізовувати на ринку лісопродукції. З огляду на зазначені особливості потрібно розробити нормативи об'єму та розмірно-якісної структури для гіркокаштана звичайного в зелених насадженнях міста Києва.

Програмою дисертаційного дослідження передбачалося виконання поставленого завдання у кілька етапів:

- підготовчі роботи – вивчення об'єкта дослідження, аналіз наявного досвіду вирішення подібних завдань, визначення необхідної кількості первинної інформації;
- збирання польових матеріалів – таксація модельних дерев і первинна обробка дослідних матеріалів;
- камеральна обробка зібраних даних – систематизація, таксаційна та статистична обробка польових даних;
- розроблення нормативів об'єму та розмірно-якісної структури;
- статистична та практично-порівняльна перевірка розроблених нормативів.

Методика дослідження базується на використанні сучасних методів збору та обробки лісотаксаційної інформації з використанням комп'ютерних технологій, аналізу результатів досліджень із застосуванням методів математичної статистики, кореляційного та множинного регресійного аналізу.

В основі отримання первинної числової інформації, яка необхідна для встановлення об'єму та розмірно-якісної структури деревини, лежить безпосередній обмір біометричних параметрів модельних дерев гіркокаштана звичайного в зелених насадженнях міста Києва:

- для обміру відбирали лише ділові модельні дерева із зазначенням категорії зелених насаджень, до яких вони належать;
- на дереві, що росло, вимірювали: діаметр на комлевому зрізі та висоті 1,3 м від рівня земної поверхні, проекцію крони у двох взаємно перпендикулярних напрямках та висоту розгалуження стовбура;
- після звалювання дерева вимірювали висоту пня;
- на зрубаному дереві визначали діаметр у корі та товщину кори у комлевому зрізі, на висоті грудей, на середині кожної секції;
- вимірювали діаметр у корі й товщина кори для гілок діаметром більше ніж 3 см у верхньому відрізі на середині кожної секції;
- проводили сортиментацію стовбурної деревини згідно з чинними вимогами (ГОСТ 9462–88).

Модельні дерева відбирали з різних категорій зелених насаджень на території міста Києва, однак їхню переважну більшість обмірювали у вуличних насадженнях, які належать до категорії спеціального призначення.

Специфіка валки дерев в умовах міської забудови полягала в тому, що знесення дерев проводили за допомогою телескопічного підйомника частинами, отже, довжина секції не була сталою, а знаходилася в межах 0,5–2,0 м. Об'єм секцій стовбура обчислювали за допомогою простої формули серединних перерізів, а об'єм окремих гілок – за складною формулою серединних перерізів.

У результаті опрацювання вихідних даних було отримано таксаційну характеристику кожного модельного дерева, а також розраховано основні статистичні показники для всього масиву даних.

Розділ 3 «Математичне моделювання об'єму дерев гіркокаштана звичайного». Загальна мета всіх методів складання об'ємних таблиць – знайти найближчі об'єми для дерев певних розмірів. Однак наявність різних шляхів досягнення цієї мети ускладнює її вирішення.

Відомо, що в основу будь-яких нормативів об'єму покладено, як правило, математичну модель повнодеревності. У зв'язку з цим дослідження закономірностей зміни та встановлення залежності видових чисел від інших морфометричних показників є важливим як з наукового, так і з практичного погляду.

Дослідженням повнодеревності дерев займалися: М. В. Третьяков (1934), В. К. Захаров (1964, 1965), Г. С. Войнов (1965), І. Григалюнас (1974), А. А. Кулешис (1976, 1989), А. А. Строчинський (1977, 2006), Є. І. Цурик

(1990), В. В. Гончарук (2000), М. П. Горошко (2000), С. М. Кашпор (2006), В. А. Свинчук (2006, 2014), В. В. Миронюк (2006, 2007), О. М. Сошенський (2015) та ін.

Дослідивши морфологічні особливості дерев гіркокаштана звичайного в зелених насадженнях міста Києва, було прийняте рішення використовувати при математичному моделюванні об'єму показник видового числа дерева (f_d), а не стовбура, оскільки однозначно визначити центральну вісь стовбура і встановити його повнодеревність неможливо:

$$f_d = \frac{V_d}{g \cdot h}, \quad (1)$$

де V_d – об'єм дерева, м³;

g – площа поперечного перерізу дерева на висоті 1,3 м, м²;

h – висота дерева, м.

Важливе значення при моделюванні об'єму дерев відіграє визначення типу та ступеня тісноти зв'язку видових чисел між основними таксаційними показниками дерева: висотою (h) та діаметром дерева (d), за допомогою кореляційного аналізу (табл. 1).

Таблиця 1

Статистичні показники таксаційних ознак дерев гіркокаштана звичайного

Коефіцієнт кореляції								
парний			множинний			частковий		
r_{dh}	r_{df}	r_{hf}	$r_{f.dh}$	$r_{h.df}$	$r_{d.hf}$	$r_{dh.f}$	$r_{df.h}$	$r_{hf.d}$
0,82	-0,55	-0,53	0,57	0,81	0,83	0,74	-0,25	-0,16

Аналіз статистики парних взаємозв'язків довів, що видові числа дерев мають середній зв'язок як із діаметрами дерев на висоті 1,3 м, так і з висотами дерев. Порівняння значень множинних і часткових коефіцієнтів кореляції свідчать, що значна частина зазначеного взаємозв'язку зумовлена здебільшого впливом діаметра на показники повнодеревності, ніж висоти дерев.

З метою моделювання видового числа дерев було використано кілька рівнянь гіперболічного типу. Коефіцієнти рівнянь обчислювали на ПК з використанням методу найменших квадратів. У результаті проведеного аналізу отримали таку математичну модель видових чисел дерев (f_d):

$$f_d = -165,1/(d - 375,6) \quad (2)$$

Перевірку достовірності розробленої математичної моделі здійснювали статистичним шляхом: обчислювали значення F -критерію Фішера (F), а також t -критерію Стьюдента – для середніх значень видових чисел, які порівнювали з його критичними значеннями за заданого рівня значущості α . Обчислене значення F -критерію Фішера (1,69) не перевищує його критичне (2,69), а обчислене значення t -критерію Стьюдента (0,31) також менше його критичного значення (2,08).

Результати різнопланових наукових досліджень щодо моделювання об'єму дерева, а також основні теоретичні положення планування експерименту та кореляційного і регресійного аналізів дали змогу в подальшому надати перевагу методичному підходу, за якого об'єм дерева розглядають як добуток трьох об'ємоутворювальних факторів: площі поперечного перерізу (g), висоти (h) та видового числа дерева.

Морфологічними особливостями зростання дерев гіркокаштана звичайного в міських умовах є те, що він переважно складається з декількох скелетних гілок, частка яких у загальному об'ємі дерев досить значна. Враховуючи цю особливість, було прийнято рішення досліджувати об'єм дерев (V_o) як суму об'єму стовбура дерева (V_{cm}), який обмежується висотою розгалуження стовбура дерева (h_p) та об'єму крони ($V_{кр}$).

На основі масиву дослідних даних було обчислено середні згруповані значення відсотка об'єму стовбура (P_{cm}) та крони ($P_{кр}$) дерев гіркокаштана звичайного за істотними ознаками. Під час експериментальних досліджень на основі дослідних даних виявили, що відсоток крони у крупномірних дерев може сягати до 70 %.

Результати аналізу кореляційних зв'язків відсотка об'єму стовбура ($P_{ст}$) з іншими морфометричними параметрами дерев наведено в табл. 2.

Таблиця 2

Коефіцієнти кореляції таксаційних ознак

Таксаційний показник			Коефіцієнт кореляції								
			парний			множинний			частковий		
x	y	z	r_{xy}	r_{xz}	r_{yz}	$R_{z,xy}$	$R_{y,xz}$	$R_{x,yz}$	$R_{xy,z}$	$R_{xz,y}$	$R_{yz,x}$
d	h	$P_{ст}$	0,82	-0,49	-0,55	0,57	0,75	0,73	0,62	-0,16	-0,34
d	h_p	$P_{ст}$	0,26	-0,49	0,41	0,74	0,67	0,45	0,58	-0,68	0,61

На основі аналізу парних і множинних коефіцієнтів кореляції можна зробити висновок, що відсоток крони залежить майже однаково від усієї сукупності використаних факторів. Однак порівняння часткових коефіцієнтів кореляції свідчить, що за умови елімінування діаметра зв'язку між висотою та відсотком стовбура майже зовсім немає, а з висотою розгалуження стовбура такий зв'язок тісний. Зазначена особливість вказує на те, що висота стовбура до розгалуження дерева (h_p) більшою мірою впливає на відсоток його об'єму, аніж висота дерева. Отже, в подальших дослідженнях кількісне співвідношення відсотка об'єму стовбура дерева (P_{cm}) вирішено проводити між діаметром дерева (d) та висотою розгалуження стовбура дерева (h_p).

Для розроблення математичних моделей основних складових об'єму дерева використано низку математичних залежностей, параметри яких оцінювали за допомогою методу найменших квадратів. Остаточо взаємозв'язок показників відсотку об'єму стовбура та крони ($P_{кр}$) набув такого вигляду:

$$P_{ст} = 54,330 - \frac{169,68}{h_p} + \frac{130,17}{h_p^2} + \frac{1520,4}{d} - \frac{10674}{d^2}, \quad (3)$$

$$P_{кр} = 100 - P_{ст}. \quad (4)$$

Аналіз математичної моделі засвідчив, що відсоток об'єму стовбура зменшується зі збільшенням таксаційних показників діаметра дерева, висоти розгалуження стовбура дерева, що підтверджується графічною ілюстрацією на рис. 2.

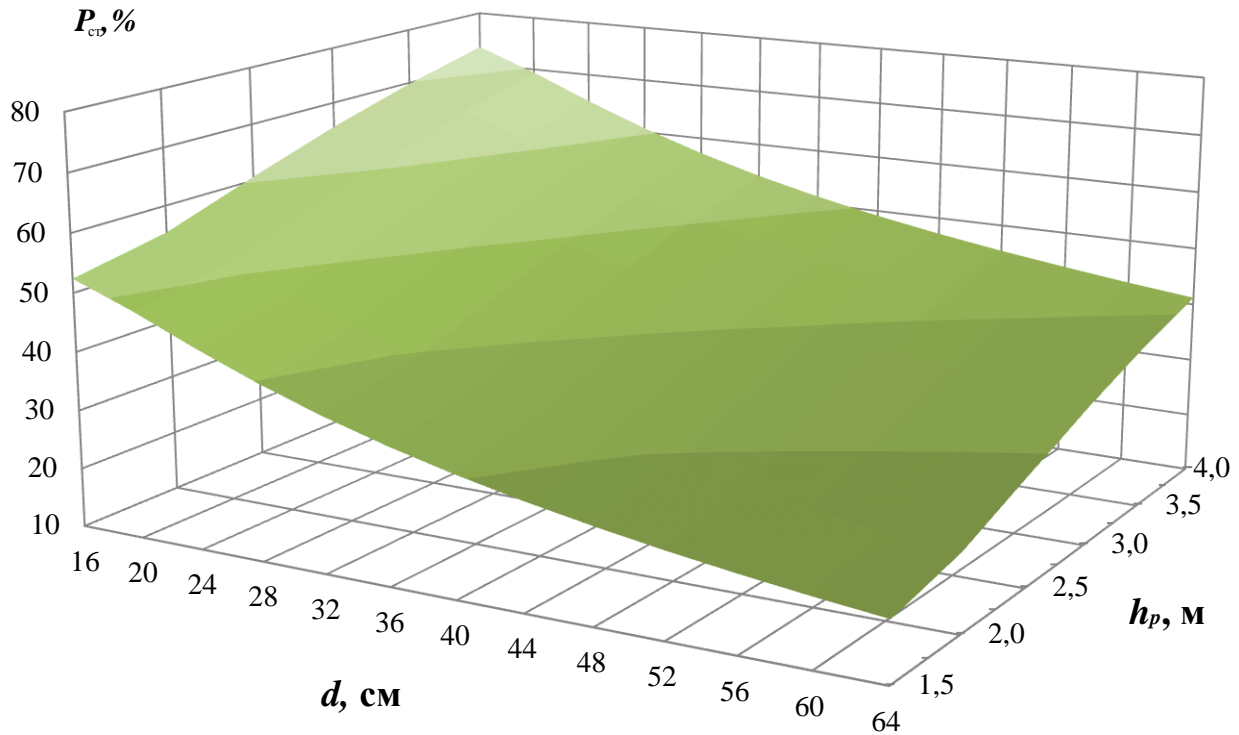


Рис. 2. Залежність відсотка об'єму стовбура дерева ($P_{ст}$) гіркогоаштана звичайного від діаметра дерева (d) та висоти розгалуження стовбура дерева (h_p)

З метою визначення точності розробленої математичної моделі (3) було обчислено значення систематичної (m) та середньоквадратичної помилок (σ):

$$m = \sum_{i=1}^n \delta_i / n; \quad (5)$$

де δ_i – величина відхилення i -го спостереження у відсотках;
 n – кількість спостережень.

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n (\delta_i - m)^2 / (n - 1)} \quad (6)$$

Розрахунок адекватності опрацьованої моделі (3) здійснювали за такою формулою:

$$\Theta = 1 - \frac{(\sum y - \tilde{Y})^2}{(\sum y - \bar{Y})^2}, \quad (7)$$

де Θ – адекватність моделі;

y – фактичні значення величини;

\tilde{Y} – модельні значення величини;

\bar{Y} – середнє арифметичне значення величини.

Обчислені значення систематичної помилки та середньоквадратичного відхилення не перевищують допустимих значень і відповідно становлять 0,15 та 0,96. Адекватність моделі дослідним даним відповідно дорівнює 0,87, що підтверджує достатню точність розробленої математичної моделі щодо фактичних даних.

У результаті проведеного математичного моделювання було отримано такі аналітичні моделі для визначення:

– загального об'єму дерева:

$$V_o = \left(\frac{\pi}{4} \times d^2 \times h \times (-165,06 / (d - 375,65))\right) \times 10^{-4}, \quad (8)$$

– об'єму стовбура:

$$V_{cm} = V_o \times \left(54,330 - \frac{169,68}{h_p} + \frac{130,17}{h_p^2} + \frac{1520,4}{d} - \frac{10674}{d^2}\right) / 100, \quad (9)$$

– об'єму крони:

$$V_{кр} = V_o - V_{cm}. \quad (10)$$

На основі одержаних математичних моделей розроблено нормативи об'єму для гіркокаштана звичайного в зелених насадженнях міста Києва, що не мають аналогів: входами до них є діаметр і висота дерева, а також висота розгалуження дерева.

У зв'язку з тим, що для гіркокаштана звичайного не було нормативів для визначення об'єму, постало важливе питання порівняння розроблених нормативів. Було вирішено провести порівняння нормативів об'єму гіркокаштана звичайного з кленами (ясенелистим і сріблястим) у забудованій частині міста Києва (Строчинський А. А., 2007; Миронюк В. В., 2007), позаяк у них відсутній центральний стовбур на всю висоту дерева, через порівняльний аналіз видових чисел. Розбіжності виявилися суттєвими і становлять близько 4–6 %. Гіркокаштан звичайний має нижчі значення видових чисел дерев за однакових діаметрів, аніж клени ясенелистий і сріблястий. Оскільки в основі визначення загального об'єму дерев гіркокаштана звичайного лежить класична формула лісової таксації, то відповідні розбіжності за видовим числом дерева матимуть аналогічні розходження і за об'ємом дерева.

Подальші дослідження пов'язані зі встановленням розбіжностей основних складових об'єму дерев (стовбура та крони) гіркокаштана звичайного і кленів (Миронюк В. В., 2007) за різної висоти розгалуження стовбура дерева за ступенями товщини й середніми значеннями висот модельних дерев гіркокаштана звичайного (рис. 3).

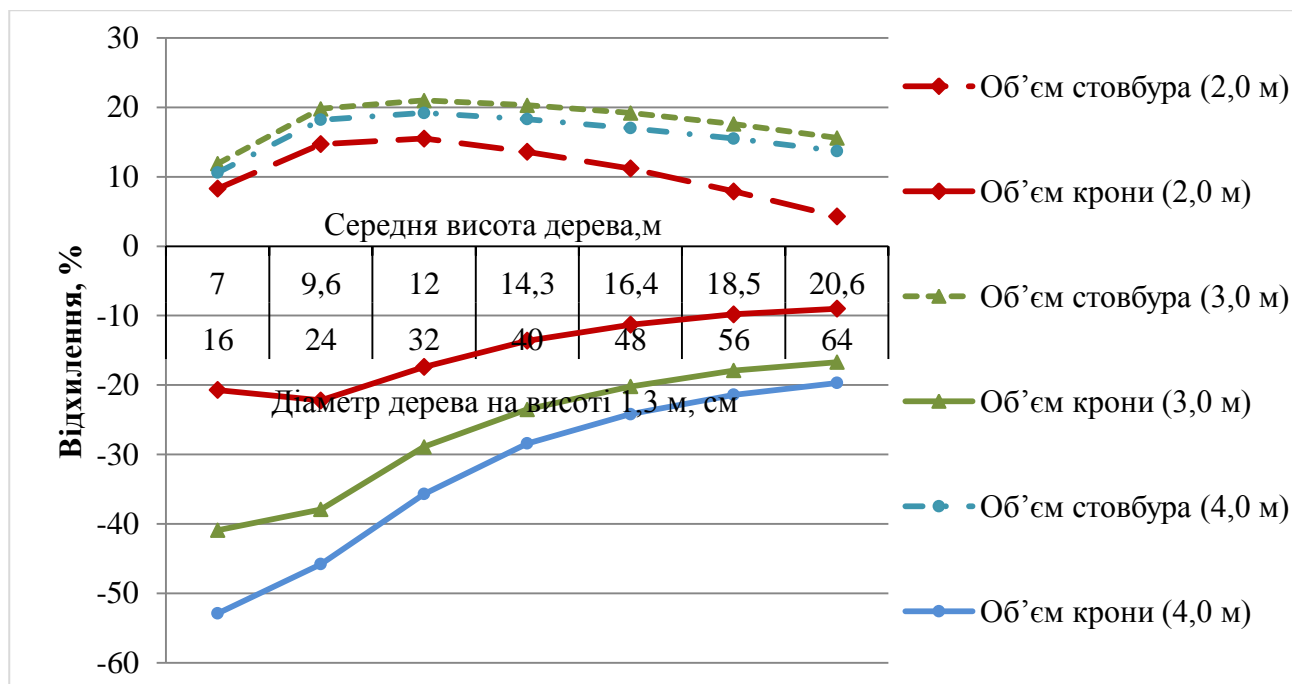


Рис. 3. Відхилення основних складових об'єму дерев гіркокаштана звичайного та кленів (ясенелистого та сріблястого) залежно від висоти розгалуження стовбура дерева

Слід зазначити, що розбіжності між об'ємами стовбура та крони дерев суттєво залежать від висоти розгалуження стовбура дерева. Значні розбіжності в об'ємі крон у дерев порівнюваних видів, насамперед, залежать від їх фізіологічних особливостей, у зв'язку з тим, що клени формують значно потужнішу крону, що найбільше спостерігається у молодому віці.

Розділ 4 «Розмірно-якісна структура дерев гіркокаштана звичайного». Наявність науково обґрунтованої нормативної бази для матеріальної оцінки об'єму та його розмірно-якісної структури є передумовою раціонального обліку та використання деревини, яку заготовляють під час проведення реконструктивних рубок у міських насадженнях. Розмірно-якісну та сортиментну структуру дерев досліджували наступні вчені: О. Г. Мошкальов (1969, 1973, 1980, 1981, 1983), В. Ф. Багінський (1973), Ф. П. Моїсеєнко (1973), М. П. Анучин (1981), К. Є. Нікітін (1984), А. З. Швиденко (1984), А. В. Богачов (1987), О. А. Гірс (1987, 2009, 2013), С. М. Кашпор (1987, 2007, 2013), А. А. Строчинський (1990, 1991, 2007, 2009, 2013), П. І. Лакида (1990, 2013), В. А. Свинчук (2005, 2006), В. В. Миронюк (2006, 2007, 2009, 2013), О. В. Поляков (2007), О. М. Сошенський (2015, 2016) та ін.

Науковці кафедри лісової таксації та лісовпорядкування Національного університету біоресурсів і природокористування України розробили нормативи для матеріальної оцінки об'єму дерев окремих деревних видів, що ростуть у зелених насадженнях міст (Строчинський А. А., 2007), вхідними даними до яких є діаметр дерева на висоті 1,3 м і висота дерева. Ці нормативи, що належать до безрозрядних, використовуються у підприємствах з утримання зелених насаджень міст.

Моделювання розмірно-якісної структури дерев необхідно проводити у відносних величинах у зв'язку з тим, що мінливість досліджуваних категорій завжди буде меншою порівняно з абсолютними показниками. Слід також зазначити, що моделювання ділової деревини за ступенями товщини краще проводити щодо всієї ділової деревини, яку приймають за 100 %. Крім того, цей методичний підхід дає змогу використовувати доволі прості аналітичні залежності у процесі моделювання відповідних параметрів, а для обчислення цих параметрів можна скористатись методом найменших квадратів або функцією «пошук розв'язків» у наборі стандартних функцій Microsoft Excel тощо.

З метою встановлення зв'язку між показниками розмірно-якісної структури – виходом ділової деревини, дров, відходів ($P_{\text{діл}}$, $P_{\text{дров}}$, $P_{\text{відх}}$) від загального об'єму стовбура, а також розподілу ділової деревини за категоріями крупності – груба, середня, дрібна ($P_{\text{грб}}$, $P_{\text{срд}}$, $P_{\text{дрб}}$) та іншими таксаційними показниками дерев (діаметр дерева на висоті 1,3 м (d), висота дерева (h), висота стовбура дерева до розгалуження (h_p)), було проведено кореляційний аналіз, результати якого наведено у табл. 3.

Таблиця 3

Значення парних коефіцієнтів кореляції між показниками розмірно-якісної структури та основними таксаційними показниками дерева

Таксаційний показник	Коефіцієнт кореляції					
	$P_{\text{діл}}$	$P_{\text{дров}}$	$P_{\text{відх}}$	$P_{\text{грб}}$	$P_{\text{срд}}$	$P_{\text{дрб}}$
d	-0,67	-0,91	-0,88	0,62	-0,73	0,93
h	-0,61	0,71	-0,69	0,46	-0,17	-0,59
h_p	0,37	-0,23	-0,28	-0,03	-0,08	-0,50

Дані, наведені в кореляційній матриці, свідчать, що показники розмірно-якісної структури дерев гіркокаштана звичайного найтісніше корелюють із діаметром дерева на висоті 1,3 м. Під час пошуку методичного підходу, який би забезпечував достатню точність і адекватність розроблених математичних моделей, було вирішено досліджувати розмірно-якісну структуру деревини гіркокаштана звичайного у зелених насадженнях міста Києва у відносних величинах залежно від діаметра дерева.

У процесі безпосереднього пошуку адекватних рівнянь випробувано низку аналітичних залежностей, кожна з яких піддавалась ретельному статистичному та графічному аналізу. В результаті пошуку математичних залежностей розмірно-якісної структури дерев гіркокаштана звичайного найкращими виявились рівняння наступного типу:

$$P_x = \frac{a_0 \cdot d + a_1}{d + a_2}, \quad (11)$$

$$P_x = a_0 + a_1 \cdot d + a_2 \cdot d^2. \quad (12)$$

На основі наведених даних та за результатами багатоваріантного пошуку було встановлено параметри математичних моделей розмірно-якісної структури стовбурів дерев:

$$P_{\text{діл}} = \frac{96,585 \cdot d + 894,30}{d + 22,759} \quad (13)$$

$$P_{\text{відх}} = \frac{1,9711 \cdot d + 632,23}{d + 37,211} \quad (14)$$

$$P_{\text{дров}} = 100 - P_{\text{діл}} - P_{\text{відх}} \quad (15)$$

Графічну ілюстрацію опрацьованих математичних моделей розмірно-якісних категорій наведено на рис. 4.

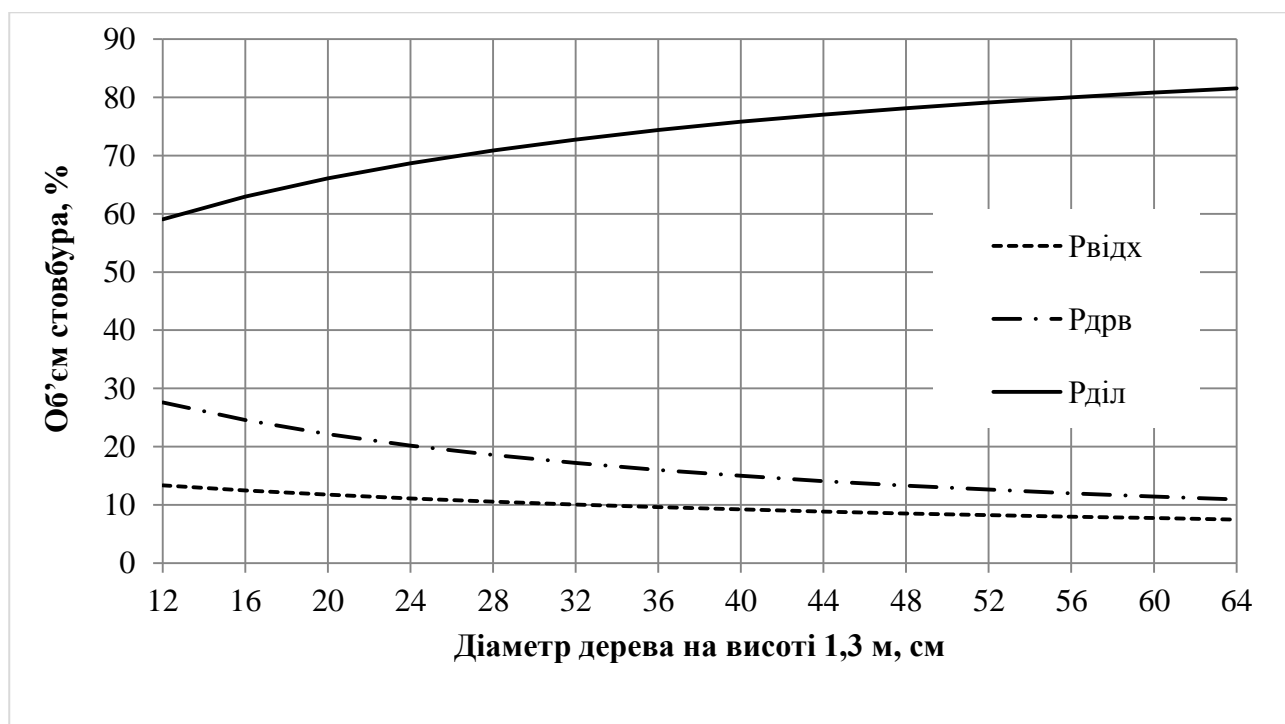


Рис. 4. Розмірно-якісна структура стовбурів дерев гіркокаштана звичайного

Розподіл ділової деревини за категоріями крупності описується наступними математичними залежностями:

$$P_{\text{грб}} = \begin{cases} 0, & d < 28 \\ -1534 + 96 \cdot d - 1,41 \cdot d^2, & d \geq 28 \\ 100, & d \geq 36 \end{cases} \quad (16)$$

$$P_{\text{срд}} = \begin{cases} 0, & d < 16 \\ 100 - P_{\text{грб}} - P_{\text{дрб}}, & d \geq 16 \\ 0, & d > 36 \end{cases} \quad (17)$$

$$P_{\text{дрб}} = \begin{cases} 100, & d \leq 12 \\ 353,56 - 27,131 \cdot d + 0,499 \cdot d^2, & d > 12 \\ 0, & d > 20 \end{cases} \quad (18)$$

Графічну ілюстрацію опрацьованих математичних моделей розподілу ділової деревини за категоріями крупності зображено на рис. 5.

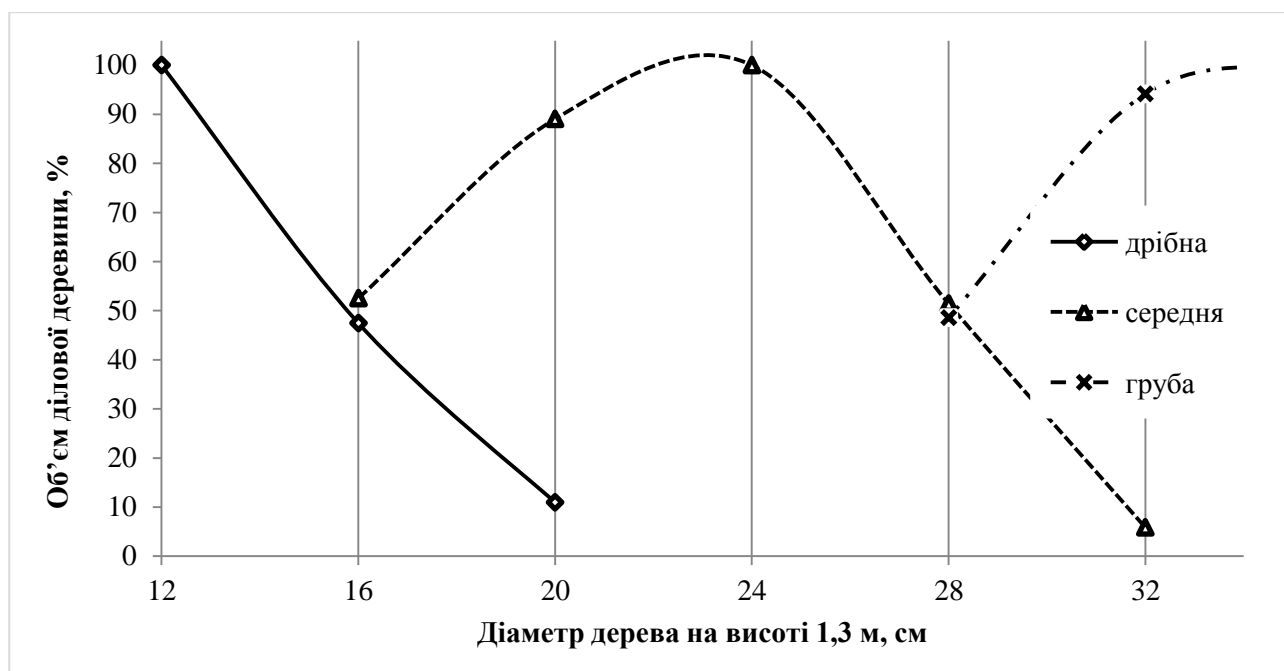


Рис. 5. Розподіл ділової деревини гіркокаштана звичайного за категоріями крупності

Характеризуючи розмірно-якісну структуру деревини гіркокаштана звичайного, слід наголосити, що дрібна деревина діаметром від 24 см, а середньої від 36 см та більше немає, це пов'язано з фізіологічними особливостями росту гіркокаштана звичайного.

У результаті проведеного дослідження розроблено систему нормативно-довідкових даних для виконання оцінки об'єму та розмірно-якісної структури деревини, яку заготовляють під час проведення рубок дерев у зелених насадженнях міста Києва. Нормативи, розроблені для матеріальної оцінки деревини, враховують повнодеревність та інші особливості дерев, які виростили в умовах урбанізованого середовища. Опрацьовані нормативи за формою належать до безрозрядних. Входами до них є діаметр, висота дерева й висота стовбура до розгалуження, що була одним із параметрів при розробленні математичних моделей відсотка об'єму стовбура дерева.

На основі розроблених математичних моделей розмірно-якісних категорій дерев гіркокаштана звичайного можна порівняти отримані результати з існуючими аналогами (Строчинський А. А., 2007) згідно з розробленими математичними моделями для дерев клена (Миронюк В. В., 2007).

Встановлені розбіжності об'ємів у розмірно-якісних категоріях розроблених моделей для гіркокаштана звичайного та порівнювальних нормативів для кленів ясенелистого та сріблястого у відносних величинах є несуттєвими. Однак наявні істотні розбіжності за фактичними значеннями об'єму в розподілі об'єму за розмірно-якісними категоріями – до 15–18 % (за діловою деревиною, дровами та відходами) за 2-метрової висоти розгалуження та від 10 до 23 % за висоти розгалуження у 3–4 м.

Значний вплив на результати матеріальної оцінки має розподіл деревини за категоріями крупності, оскільки на основі цих даних можна легко визначити загальну вартість деревини. На рис. 6 графічно проілюстровано порівняльний розподіл об'єму стовбурів за розмірно-якісними категоріями крупності.

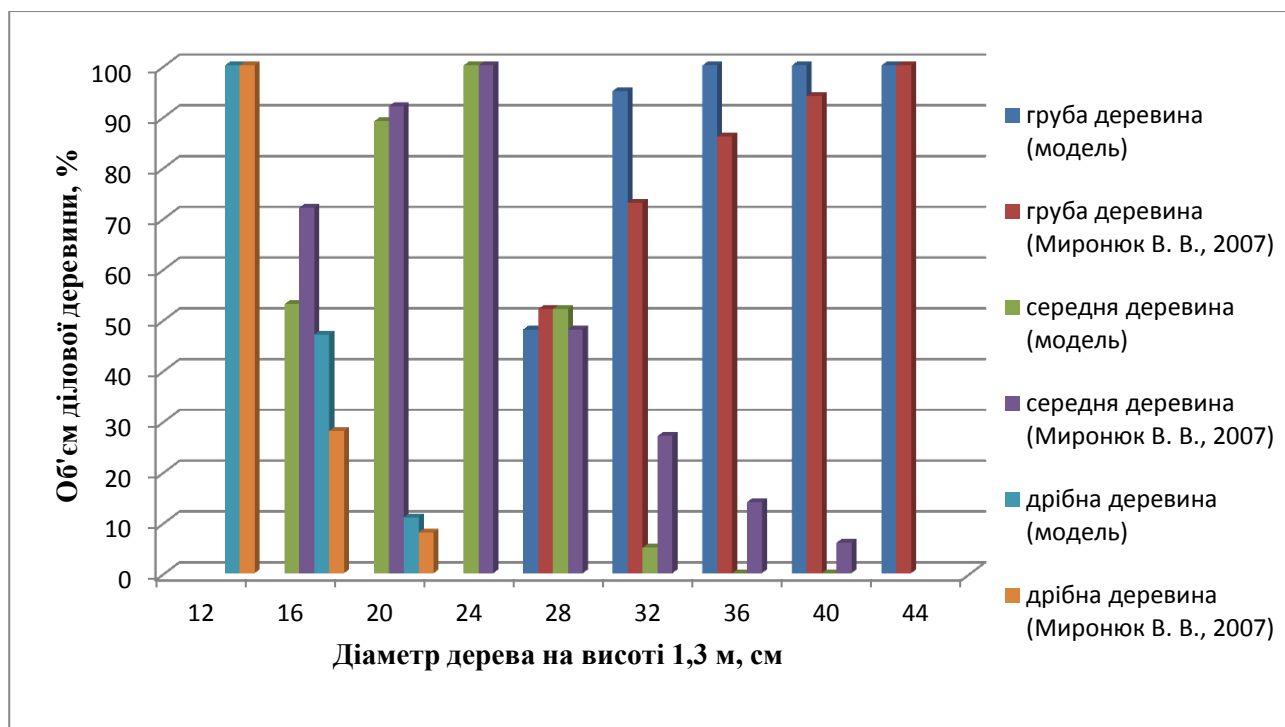


Рис. 6. Об'єм ділової деревини стовбурів дерев гіркогоаштана звичайного та кленів ясенелистого і сріблястого за категоріями крупності

Наведені дані доводять, що розмірно-якісна структура ділової деревини стовбурів дерев гіркогоаштана звичайного та кленів ясенелистого і сріблястого у відносних показниках за категоріями крупності істотно різняться, а використання нормативів, розроблених для матеріальної оцінки кленів під час виконання матеріальної оцінки деревини гіркогоаштана звичайного, призводить до суттєвих помилок.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі наведено результати розроблення нормативно-довідкового забезпечення для виконання матеріальної оцінки деревини, яка заготовляється в насадженнях міст та населених пунктів.

1. Оскільки у дерев гіркогоаштана звичайного відсутній центральний стовбур на всю висоту дерева, прийнято рішення моделювати видове число дерева, а не стовбура. За результатами кореляційного аналізу дослідних даних встановлено, що найбільша тіснота зв'язку видового числа дерев гіркогоаштана звичайного наявна з діаметром дерева на висоті 1,3 м.

2. Проведений аналіз розробленої математичної моделі видового числа дерев гіркогоаштана звичайного засвідчив його зростання від діаметра, це суперечить класичним уявленням про показник повнодеревності, але пояснюється накопиченням значних об'ємів деревини у кроні.

3. На основі аналізу дослідних даних встановлено, що дерева гіркогоаштана звичайного формують потужну крону, об'єм якої може сягати до 70 % загального об'єму крупномірних дерев.

4. За результатами кореляційного аналізу дослідних даних встановлено, що під час математичного моделювання об'єму необхідно врахувати таке: об'єм дерева має найвищу тісноту зв'язку з діаметром і висотою дерева, а об'єм стовбура дерева, окрім діаметра дерева, ще тісно корелює з висотою розгалуження стовбура дерева.

5. Встановлено, що майже 96 % модельних дерев перебувають за межами розрядних шкал, тому було вирішено розробити безрозрядні нормативи об'єму та розмірно-якісної структури для дерев гіркогоаштана звичайного, вихідними показниками до яких будуть діаметр і висота дерева, а також висота розгалуження стовбура дерева.

6. Під час проведеного дослідження виявлено, що показники розмірно-якісної структури мають найтісніший зв'язок з діаметром дерева на висоті 1,3 м. Отримані математичні моделі було покладено в основу розроблення нормативів розмірно-якісної структури об'єму дерев гіркогоаштана звичайного в зелених насадженнях міста Києва.

7. Відповідність розроблених математичних моделей дослідним даним перевіряли статистичним шляхом. Встановлено, що розроблені на основі дослідних даних математичні моделі характеризуються достатніми показниками адекватності та не перевищують їх критичних значень.

8. Виявлено, що нині деревину гіркогоаштана звичайного, яку заготовляють під час реконструкції насаджень, використовують як дрова, тоді як в умовах міської забудови цілком можливо у повному об'ємі заготовляти ділову деревину зі стовбура дерева (довжина ділової частини стовбура становить 2–3, рідко 4 м).

9. У результаті порівняльної оцінки між нормативами для матеріальної оцінки дерев кленів (ясенелистого та сріблястого) та нормативами, розробленими для таксації дерев гіркогоаштана звичайного, виявлено істотні розбіжності, що свідчить про необхідність упровадження останніх у виробництво.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Результати дисертаційного дослідження рекомендовано використовувати Комунальним об'єднанням «Київзеленбуд» під час виконання реконструктивних рубок у зелених насадженнях міста Києва для встановлення об'ємної та розмірно-якісної структури дерев гіркогоаштана звичайного.

З метою практичного використання рекомендуємо наступні результати дисертаційного дослідження:

- математичні моделі видових чисел дерев гіркогоаштана звичайного;
- таблиці для визначення об'єму дерев гіркогоаштана звичайного (у тому числі об'єму стовбура та крони);
- нормативи для оцінки розмірно-якісної структури об'єму дерев гіркогоаштана звичайного в зелених насадженнях міста Києва.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях України:

1. Леснік О. М. Особливості розмірно-якісної структури дерев гіркокаштана звичайного в зелених насадженнях м. Києва. Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України. 2017. Вип. 27.4. С. 48–51.

2. **Леснік О. М.**, Гірс О. А. Порівняння розроблених нормативів об'єму та розмірно-якісної структури дерев гіркокаштана звичайного в зелених насадженнях м. Києва з існуючими аналогами. Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України. 2017. Вип. 27.5. С. 34–37. *(Здобувачем здійснено обробку дослідних даних, узагальнено одержані результати).*

Статті у наукових фахових виданнях України, включених до міжнародних наукометричних баз даних:

3. **Леснік О. М.**, Гірс О. А. Аналіз забезпечення населення міста Києва зеленими насадженнями. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Лісівництво та декоративне садівництво. 2015. Вип. 216. С. 15–21. *(Здобувачем здійснено постановку проблеми, аналітичний огляд, узагальнено одержані результати, підготовлено висновки).*

4. Леснік О. М. Математичне моделювання об'єму дерев гіркокаштана звичайного в зелених насадженнях міста Києва. Лісове і садово-паркове господарство. 2016. № 10. Режим доступу до статті: <http://ejournal.studnubip.com/zhurnal-10/ukr/lesnik-o-m/>.

5. Леснік О. М. Особливості впливу урбанізованого середовища на повнодеревність дерев гіркокаштана звичайного в зелених насадженнях міста Києва. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Лісівництво та декоративне садівництво. 2016. Вип. 238. С. 33–39.

6. Леснік О. М. Взаємозв'язок між параметрами крон та іншими таксаційними показниками дерев гіркокаштана звичайного в зелених насадженнях міста Києва. Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України. 2016. Вип. 26.7. С. 106–111.

Тези наукових доповідей:

7. Леснік О. М. Аналіз породного асортименту та забезпеченість населення міста Києва зеленими насадженнями. Біоресурси лісових та урбанізованих екосистем: відтворення, збереження і раціональне використання: Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 23–24 квітня 2015 року: тези доповіді. К., 2015. С. 41–42.

8. Леснік О. М. Особливості росту дерев гіркокаштана звичайного в зелених насадженнях міста Києва. Виклики ХХІ століття та їхнє вирішення у лісовому комплексі й довкіллі: Міжнародна науково-практична конференція, присвячена 175-річчю Навчально-наукового інституту лісового і садово-паркового господарства НУБіП України та 90-річчю ВП НУБіП України

«Боярська лісова дослідна станція», м. Київ, 7–9 жовтня 2015 року: тези доповіді. К., 2015. С. 34–35.

9. Леснік О. М. Математичне моделювання об'єму дерев гіркогоаштана звичайного в зелених насадженнях міста Києва. Актуальні проблеми лісового сектору та садово-паркового господарства: Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 14–15 квітня 2016 року: тези доповіді. К., 2016. С. 52–53.

10. Леснік О. М. Щодо дослідження об'ємної структури дерев гіркогоаштана звичайного в зелених насадженнях міста Києва. Ліс. Наука. Молодь: IV Всеукраїнська науково-практична конференція, м. Житомир, 23 листопада 2016 року: тези доповіді. Житомир, 2016. С. 260–261.

11. Леснік О. М. Щодо дослідження біометричних параметрів крон гіркогоаштана звичайного в зелених насадженнях міста Києва. Наукові основи підвищення продуктивності та біологічної стійкості лісових та урбанізованих екосистем: 66 науково-технічна конференція професорсько-викладацького складу, наукових працівників, докторантів та аспірантів за підсумками наукової діяльності у 2015 році, м. Львів, 25 листопада 2016 року: тези доповіді. Львів, 2016. С. 71–72.

12. Леснік О. М. Особливості таксаційної будови дерев гіркогоаштана звичайного в зелених насадженнях міста Києва. Здоров'я лісів, екосистемні послуги та лісові продукти для суспільства: Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 6–7 квітня 2017 року: тези доповіді. К., 2017. С. 45–46.

АНОТАЦІЯ

Леснік О. М. Повнодеревність та розмірно-якісна структура дерев гіркогоаштана звичайного в насадженнях міста Києва. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільсько-господарських наук зі спеціальності 06.03.02 «Лісовпорядкування та лісова таксація». Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, 2017.

Дисертаційну роботу присвячено дослідженню повнодеревності та розмірно-якісної структури дерев гіркогоаштана звичайного в зелених насадженнях міста Києва та розроблення відповідних нормативів.

Здійснено аналіз особливостей поширення мережі зелених насаджень міста Києва. Наведено дані асортименту деревних видів вуличних посадок і розраховано ступінь забезпеченості населення міста Києва зеленими насадженнями.

Викладено результати дослідження повнодеревності, зв'язків основних таксаційних показників дерев гіркогоаштана звичайного з показниками крони, розмірно-якісної структури дерев, порівняння розроблених нормативів із чинними аналогами.

Отримано математичні моделі видового числа дерева, об'єму дерева, відсотка об'єму стовбура дерева, розмірно-якісних категорій дерев гіркогоаштана звичайного. Розроблено безрозрядні нормативи об'єму та

розмірно-якісної структури дерев гіркокаштана звичайного в зелених насадженнях міста Києва.

Ключові слова: зелені насадження, математична модель, видове число дерева, об'єм дерева, об'єм стовбура, об'єм крони, розмірно-якісна структура дерев, ділова деревина, матеріальна оцінка деревини.

АННОТАЦІЯ

Лесник А. Н. Полнодревесность и размерно-качественная структура деревьев каштана обыкновенного в насаждениях города Киева. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 06.03.02 «Лесоустройство и лесная таксация». Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, Киев, 2017.

Диссертационная работа посвящена исследованию полнодревесности и размерно-качественной структуры деревьев каштана обыкновенного в зеленых насаждениях города Киева и разработке соответствующих нормативов для их оценки.

Осуществлен анализ особенностей распространения сети зеленых насаждений города Киева. Приведены данные ассортимента древесных видов на улицах и рассчитана степень обеспеченности населения города Киева зелеными насаждениями по административным районам.

Территория зеленых насаждений всех видов и лесопарковой части зеленой зоны в пределах города составляет 57,2 тыс. га, фактическая обеспеченность зелеными насаждениями населения города Киева совокупно с городскими лесами – 217,9 м² на человека, а в пределах городской застройки – 87,5 м² на человека, в том числе насаждениями общего пользования – 21,4 м² на человека.

Изложены результаты исследования полнодревесности, связей основных таксационных показателей деревьев каштана обыкновенного с показателями кроны, размерно-качественной структуры объема, сравнения разработанных нормативов с существующими аналогами и расчетов экономической оценки от применения разработанных нормативов в производственной деятельности предприятий по содержанию зеленых насаждений.

В связи с морфологическими особенностями каштана обыкновенного, характеризующегося отсутствием центрального ствола на всю высоту дерева, было принято решение при моделировании объема деревьев использовать видовое число дерева.

Для массива модельных деревьев установлено, что видовое число дерева имеет тесную корреляционную связь с диаметром дерева на высоте 1,3 м, причем видовое число деревьев каштана обыкновенного возрастает с увеличением их диаметра. Данная особенность связана с тем, что значительные объемы древесины накапливаются в кронах деревьев. Статистическая проверка разработанной математической модели видовых чисел осуществлялась с

использованием соответствующих критериев и показала ее высокую точность (вычисленное значение критерия Фишера (1,69) не превышает его критическое значение (2,69), а t -критерий Стьюдента (0,31) также не превышает его критическое значение (2,08).

На основе разработанных математических моделей видовых чисел деревьев были построены таблицы для определения объема деревьев каштана обыкновенного. Разработанные объемные таблицы с учетом физиологических особенностей роста деревьев каштана обыкновенного в условиях урбанизированной среды не имеют аналогов и относятся к безрядным.

Установлено, что деревья, растущие в зеленых насаждениях городов, имеют мощную крону, а процент объема кроны может достигать до 70 % от общего объема дерева. В результате проведенных исследований получены математические модели для определения диаметра и объема кроны деревьев с диаметром дерева, а протяженность кроны – с высотой дерева. Статистический анализ показал, что предложенные модели адекватно описывают закономерности.

Объем деревьев, у которых отсутствует центральный ствол, а к ним относится и каштан обыкновенный, моделируется в два этапа: сначала обрабатывается математическая модель объема дерева с использованием видовых чисел деревьев, а после этого определяется соотношение объемов ствола и ветвей кроны.

Установлено, что процент объема ствола дерева уменьшается с увеличением диаметра дерева и у деревьев с диаметром ствола более 60 см может составлять до 30 % от общего объема дерева. Процент объема ствола был смоделирован в зависимости от диаметра дерева и высоты разветвления ствола. На основе статистического анализа выявлено, что разработанная математическая модель адекватна опытным данным ($Q=0,87$) и соответствует основным требованиям точности моделирования соответствующих лесотаксационных нормативов.

В связи с отсутствием действующих нормативов для определения объема деревьев каштана обыкновенного для сравнения разработанных таблиц были использованы нормативы аналогичного характера для деревьев клена (ясенелистного и серебристого). В результате было установлено, что расхождения в общем объеме составляют 4–6 % (каштан имеет более низкие объемы при одинаковых диаметрах, чем ясенелистный и серебристый клены). Различия же в объемах ствола и кроны значительно выше и зависят от высоты ствола. В зависимости от высоты разветвления различия по объему ствола составляют: для разветвления на высоте 2 м – от 4,3 до 15,5 %, 3 м – от 11,9 до 21 % и на 4 м – от 10,6 до 19,2 %, причем объемы деревьев каштанов выше, чем кленов.

Объемы крон имеют следующие отклонения: для 2 м разветвления – от 9,0 до 22,2 %, 3 м – от 16,7 до 40,9 % и на 4 м – от 19,7 до 52,9 %, соответственно объемы крон деревьев каштана ниже, нежели у кленов.

Во время исследования размерно-качественной структуры деревьев каштана обыкновенного с помощью корреляционного анализа было

установлено, что существует тесная связь данной структуры с диаметром дерева на высоте 1,3 м. В результате многовариантного поиска были установлены параметры математических моделей размерно-качественной структуры стволов деревьев каштана и получены соответствующие математические модели.

Отмечено, что эффективное использование древесины, заготовленной при выполнении реконструкции насаждений, может принести значительные финансовые поступления.

Ключевые слова: зеленые насаждения, математическая модель, видовое число дерева, объем дерева, объем ствола, объем кроны, размерно-качественная структура деревьев, деловая древесина, материальная оценка древесины.

ANNOTATION

Lesnik O. M. Form factor and size-quality structure of Aesculus hippocastanum trees in stands of Kyiv city. – The Manuscript.

Thesis research for degree of a candidate of agricultural sciences in specialty 06.03.02 Forest Inventory and Forest Measurement. National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, 2017.

The thesis is devoted to the study of stacked-volume ratio and size-quality structure of Aesculus hippocastanum trees in green stands of Kyiv and the development of the appropriate standards.

An analysis of the features of network distribution of green forest in Kyiv city was done. The data of assortment of tree types of street plantings and the estimated degree of provision of Kyiv population by green plantations are given.

The results of the study of stacked-volume ratio, connections of the basic forest evaluation indexes of Aesculus hippocastanum trees with the crown indexes, size-quality tree structure, comparison of the developed standards with the existing analogues are shown.

The mathematical models of the tree species number, tree volume, volume percentage of the tree trunk, size-quality categories of Aesculus hippocastanum trees were obtained. Non-category standards of volume and size-quality structure of Aesculus hippocastanum trees in green stands of Kyiv were developed.

Key words: green stands, mathematical model, tree form factor, tree volume, trunk volume, crown volume, size-quality structure of trees, merchantable wood, material estimation of wood.