

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

Навчально-науковий інститут лісового і садово-паркового господарства

Кафедра лісової таксації та лісовпорядкування

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
БАКАЛАВРА**

**на тему: Показники збіжистості і повнодеревності
стовбурів дерев ялини європейської в умовах філії
«Гринявське лісове господарство» ДП «Ліси
України»**

Спеціальність 205 – Лісове господарство
(код і назва)

Освітньо-професійна програма 205 – Лісове господарство
(код і назва)

Керівник кваліфікаційної
роботи

_____ (підпис)

доц., к. с.-г. н., Вицега Р.Р.
(посада, наук. ступінь, прізвище та ініціали)

Виконав ст. гр. ЛГСз-41

_____ (підпис)

Пониполяк Ю.М.
(прізвище та ініціали)

Рецензент

_____ (підпис)

Новак А.А.
(прізвище та ініціали)

Львів – 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

Інститут: лісового і садово-паркового господарства

Кафедра: лісової таксації та лісовпорядкування

Освітній ступінь: бакалавр

Спеціальність: 205 - лісове господарство

Освітньо-професійна програма: 205 - лісове господарство

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____

доц. Ільків І.С.

« _____ » _____ 20__ р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА СТУДЕНТУ

Пониполяку Юрію Михайловичу

1. Тема роботи: I.11 Показники збіжистості і повнодеревності стовбурів дерев ялини європейської в умовах філії «Гринявське лісове господарство» ДП «Ліси України»

керівник роботи: Вицега Руслан Романович, к. с.-г. н., доцент,
затверджені наказом по університету від « 15 » листопада 2023 р. № С – 680.

2. Термін подання студентом роботи: 10.12.2023 р.

3. Вихідні дані до роботи: пояснювальна записка до проекту організації і розвитку лісового господарства філії "Гринявське лісове господарство", літературні джерела, результати обмірів колод ялини європейської; таксаційні нормативи.

4. Зміст пояснювальної записки (розділи, які потрібно розробити):

1. Особливості наукових досліджень щодо повнодеревності стовбурів.

2. Об'єкт, програма, методика та обсяг досліджень. 3. Особливості форми стовбурів ялини європейської.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень: Заміри діаметрів на стовбурах ялини європейської на різних довжинах; Коефіцієнти форми стовбурів ялини; Класи форми стовбурів ялини; Середній збіг стовбурів ялини європейської; Видові числа ялини європейської.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання отримав

7. Дата видачі завдання: _____ 19.09.23 р. _____

Керівник роботи _____ Вицега Р.Р. _____
(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Номер	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Терміни виконання етапів роботи	Примітка
1.	Отримання вихідного завдання	19.09.23	виконано
2.	Збір матеріалу для загальної частини роботи	20.09 – 05.10.23	виконано
3.	Виконання польових досліджень	06.10 – 26.10.23	виконано
4.	Опрацювання зібраного фактичного матеріалу	27.10 – 05.11.23	виконано
5.	Опрацювання літературних джерел	06.11 – 15.11.23	виконано
6.	Написання загальних розділів роботи	16.11 – 20.11.23	виконано
7.	Написання спеціальної частини	21.11 – 30.11.23	виконано
8.	Оформлення ілюстрацій	01.12 – 09.12.23	виконано
9.	Завершення роботи	09.12.23	виконано

Студент _____ Пониполяк Ю.М. _____
(підпис)

Керівник роботи _____ Вицега Р.Р. _____
(підпис)

Примітки:

1. Форму призначено для видачі завдання студенту на виконання кваліфікаційної роботи і контролю за ходом роботи з боку кафедри і директора інституту (декана факультету).
2. Розробляється керівником кваліфікаційної роботи. Видається кафедрою.
3. Формат бланка А4 (210 × 297 мм), 2 сторінки.

УДК 630*5:582

Пониполяк Ю.М. Показники збіжистості і повнодеревності стовбурів дерев ялини європейської в умовах філії «Гринявське лісове господарство» ДП «Ліси України»: Кваліфікаційна робота бакалавра. – Львів: НЛТУ України, 2023. – 43 с.

У роботі визначено показники повнодеревності стовбурів ялини європейської в умовах філії «Гринявське лісове господарство». Розраховано коефіцієнти форми, класи форми, середній збіг та видові числа ялинових стовбурів. Загалом згідно розрахованих класів форми та коефіцієнтів форми можна констатувати, що в умовах підприємства ялина європейська характеризується середньозбіжистими та малозбіжистими стовбурами. Тільки в окремих надто грубих дерев стовбур є сильнозбіжистим. Виконано порівняння показників нормативними даними.

Ключові слова: повнодеревність, коефіцієнти форми, класи форми, видове число, ялинові стовбури, Гринявське лісове господарство.

Табл. 11, Іл. 4, Бібліограф.: 30.

Ponypoliak Yu. Indicators of convergence and fullness of the trunks of European spruce trees in the conditions of the branch Hrynyava Forestry State Enterprise "Forests of Ukraine": Bachelor Thesis. – Lviv: Ukraine UNFU, 2023. - 43 p.

The paper defines indicators full-boled trunks of European spruce in the area of the branch "Hrynyava Forestry State Enterprise". Calculated coefficients form classes form the middle and match specific number spruce trunks. In general, according to the calculated classes of the form and the coefficients of the form, it can be stated that under the conditions of the enterprise the spruce forest is characterized by medium-toothed and low-converging trunks. Only in some too rough trees is the trunk very narrow. Established divergence of regulatory indicators.

Keywords: full-boled, coefficients form, classes form, the number of species, spruce trunks, Hrynyava Forestry State Enterprise.

Tab.: 11, Fig.: 4, Ref.: 30.

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. ОСОБЛИВОСТІ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЩОДО ПОВНОДЕРЕВНОСТІ СТОВБУРІВ	8
1.1. Історичний аспект вивчення форми стовбура	8
1.2. Математичний підхід трактування форми стовбура	15
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ, ПРОГРАМА, МЕТОДИКА ТА ОБСЯГ ДОСЛІДЖЕНЬ	19
2.1. Об'єкт досліджень	19
2.2. Програма роботи	22
2.3. Біоекологічні особливості та використання ялини європейської	22
2.4. Методика досліджень та обсяг матеріалу	23
РОЗДІЛ 3. ОСОБЛИВОСТІ ФОРМИ СТОВБУРІВ ЯЛИНИ ЄВРОПЕЙСЬКОЇ	29
3.1. Аналіз коефіцієнтів форми та класів форми.....	29
3.2. Характеристика середнього збігу.....	31
3.3. Визначення об'ємів стовбурів.....	33
3.4. Характеристика видового числа	36
ВИСНОВКИ	40
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	41

ВСТУП

Лісові біоценози визнані у світі головними місцем збереження біорізноманіття, вагомим фактором регуляції вуглецю та потужним джерелом відновлювальної енергії. Лісове господарство відіграє важливу роль в як в економіці України, забезпечуючи фінансові надходження до різних рівнів бюджету, так і в соціально-екологічному відношенні, забезпечуючи можливість використання багатофункціональних властивостей лісу та працевлаштовуючи значну частину населення, що проживає безпосередньо біля лісових масивів, особливо в лісистих регіонах (Полісся та Українські Карпати). Сьогодні процес менеджменту лісового сектору вимагає ґрунтовних знань з питань організації лісового господарства, збалансованого лісокористування та чіткого обліку лісових ресурсів. Об'єктивна, достовірна та вчасна інформація забезпечує прийняття правильних рішень, зокрема щодо планування та проведення лісогосподарських заходів. Лісові ресурси є відновлюваними, що забезпечує при раціональному господарюванні можливість постійного отримання деревини та не деревної продукції Проте важливу роль необхідно приділяти збереженню лісів та лісоуправлінню на засадах сталого розвитку, що є вирішальним фактором економічного і соціального розвитку, захисту довкілля і підтримки життя на планеті. [14, 18, 25, 28]

Світове зростання попиту на деревину та інших продуктах й корисностях лісу зумовлює нові вимоги до лісового господарства України, спрямовані на підвищення ефективності його ведення. Це, в свою чергу, вимагає нових прогресивних технологій і більш сучасного комплексу машин. Успішне вирішення цих завдань варто поєднувати з науковими дослідженнями, які вдосконалюють знання біології лісу, об'єктивних законів його формування і розвитку. Зокрема з таксаційної точки зору важливим є дослідження особливостей формування стовбурів дерев в конкретних лісорослинних умовах або ж в конкретному регіоні, що зумовлено специфікою антропогенного впливу та господарської діяльності.

Метою нашої роботи є дослідження повнодеревності стовбурів ялини європейської в умовах філії «Гринявське лісове господарство» ДП «Ліси України». Предметом досліджень є форма деревного стовбура, а об'єктом досліджень – деревні стовбури ялини європейської.

Отримані відомості доцільно використати для таксації окремих стовбурів ялини європейської та розрахунку сортиментної структури при проведенні лісозаготівельних робіт під час рубок головного користування та санітарних рубок. Отримані показники можуть доповнити інформацію про заготовлені лісоматеріали, що важливо для їх подальшої переробки, зокрема виготовлення пилопродукції.

РОЗДІЛ 1

ОСОБЛИВОСТІ ДОСЛІДЖЕНЬ ЩОДО ПОВНОДЕРЕВНОСТІ СТОВБУРІВ

1.1. Історичний аспект вивчення форми стовбура

Форма стовбура є однією з об'ємоутворювальних ознак. Вивчення характеру формування стовбура у різних деревних порід почалося наприкінці 19 століття і триває до нашого часу.

Питання про видові числа докладно вивчено і висвітлено таксатором Варгасом (1850). До когорти перших дослідників, які займалися вивченням цього питання, варто віднести Третьякова (1927), Ткаченка (1911), Анучина (1971), Захарова (1956), Моїсеєнка (1961). За кордоном у цьому напрямі напрацювання мали Кунце (1891), Баур (1891), Шуберг (1891), Шиффель (1905). Для оцінки форми стовбура дерева використовували різні підходи. Так, форму деревних стовбурів німецькі вчені Гогенадль (1924), Кренн, Продан (1965) та Діттмар (1965) характеризували коефіцієнтами, названими ними числами збігу. Для отримання чисел збігу стовбур поділено на 10 рівних частин і у верхньому перерізі кожної з цих частин вимірювали діаметри. Власне відношення отриманих діаметрів до діаметра на 0,1 висоти стовбура дерева назвали числами збігу. За дослідженнями цих вчених, числа збігу в кожного деревного виду є цілком певними величинами, що не залежать від висоти стовбура. (Анучин, 1982)

Третьяков (1927) у роботі «Закон єдності у будові насаджень» [27] представив результати досліджень закономірностей будови деревостанів, на основі яких було розроблено методику складання нових таксаційних таблиць.

Завдяки розробкам Третьякова з 1930 р. почали створювати масові таблиці об'ємів стовбурів за розрядами висот деревостанів для різних регіонів.

Австрійський дослідник Шиффель (1905) склав таблиці об'ємів

стовбурів для ялини, сосни, модрина та ялиці. Стовбури, взяті з різних деревостанів, при обробці були розподілені за висотами та п'ятьма категоріями значень q_2 залежно від зімкнутості намету лісу. Для складання таблиць встановлювали наявність зв'язків у вигляді рівнянь між окремими таксаційними показниками дерев: коефіцієнтом форми q_2 та видовим числом; діаметром на висоті 1,3 м та висотою дерева, об'ємом стовбура та іншими величинами. Вирівнювалися дані через середнє видове число. Точність складених таблиць становила $\pm 1,5 - 2,0\%$. Але через складність віднаходження коефіцієнта форми для дерев практичного застосування таблиці Шиффеля не отримали. Для практичного застосування цих таблиць було запропоновано заміряти висоту стовбура і діаметри дерев на висоті 1,3 м і висоті 6,0 м. Допускалося використання для дерев висотою до 21 м середньої величини $q_2=0,70$, а в інших випадках $q_2=0,65$ [19].

Карпов (1932) уклав універсальні таблиці визначення об'ємів стовбурів. За підсумками запропонованої Карповим формули та математичних розрахунків, при встановлених значеннях показників від 1,96 до 0,78, складені єдині для всіх порід таблиці об'ємів стовбурів дерев. Однак через складність побудови нормативи ці нормативи також не набули поширення в лісовому господарстві.

Значним етапом у дослідженні закономірностей зміни форми стовбурів основних лісоутворюючих порід відзначено створення Масових таблиць Союзліспрому [1932]. Для кожного деревного виду роботу вели різні дослідники. Зокрема дослідженнями та формуванням таблиць соснових деревостанів займався Товстоліс; над таблицями для ялини європейської - працював Захаров; з насадженнями осики та берези працював Тюрін. Знаходження об'ємів стовбурів виконано через видові числа. Для кожної деревної породи передбачені три значення коефіцієнтів форми q_2 .

Багатьма дослідниками доведено, що форма і повнодеревність стовбурів залежать від повноти, густоти та умов проростання (Дворецький, Мамаєв, 1967; Смірнов, 1970; Гурський, 1970; Дудіна, Макаренко, 1975 та

ін.]. Однак ці фактори не враховуються у більшості методів складання об'ємних таблиць [Анучин, 1960, 2004; Горський, 1960; Захаров; 1961; Свалів, 1978; та ін.].

При середній формі деревних стовбурів об'ємні таблиці можна складати на основі математичного виразу твірної деревного стовбура. Для математичного вираження твірної деревних стовбурів використовують різноманітні функції. Ще Д.І. Менделєєв та І.І. Белонівський запропонували апроксимувати твірну стовбура дерева з використанням параболи третього порядку, тобто кубічною параболою [19].

Проф. Захаров (1961) вивчав форму деревних стовбурів іншим шляхом, зокрема він розподіляв стовбур дерева їх на рівні частини по 0,1 висоти стовбура. Він прийняв діаметр на 0,1 висоти стовбура дерева за 100%. Інші діаметри на відносній висоті (на 0,2 висоти 0,3 висоти і т. д. до 0,9 висоти) він виражав у відсотках від діаметра на 0,1 висоти дерева. Таким чином, пропозиція Захарова повторює ідею Гогенадля [Захаров, 19]. За результатами своїх досліджень Захаров дійшов висновку, що у стовбурів однієї деревної породи але різних розмірів відносні діаметри на однаковій відносній висоті стовбурів є однаковими. Вони не залежать ні від діаметра на висоті 1,3 м, ні від абсолютної висоти стовбурів, ні від умов навколишнього середовища. Відносні діаметри мають стабільний характер. На основі цього Захаров висунув гіпотезу про єдність середньої форми окремих деревних стовбурів, яку можна виразити у відносних величинах.

Дещо інший підхід використав Смірнов (1963), який висвітлив у роботі «Особливості таксації штучних соснових молодняків» інформацію про те, що старе видове число може бути більше 1,0 при висоті дерева менше 2,6 м. Насправді ж в молодняках на об'єми стовбурів впливають прикореневі напливи і видове число, більше 1,0, може зустрічатися при висоті 4 і навіть 5 метрів. Автор вважає, що видове число змінюється у залежність як від висоти дерева, так і від таксаційного діаметра дерева. У зв'язку з цим, молодняки, що сформувалися в штучних насадженнях, за всіма таксаційними показниками

відрізняються від тих, що сформувалися в природних умовах. На основі детальних досліджень Смірнов (1963) зазначає, що коефіцієнт форми молодих насаджень насамперед залежить від висоти стовбура. При невеликій висоті дерева він завжди буває дуже великим, навіть тоді коли стовбур має дуже великий збіг. У зв'язку з цим автор вважає, що коефіцієнт форми не може мати великого значення для характеристики форми стовбура. Більш важливішою ознакою, на думку Смірнова (1963) є відносна висота маломірного стовбура.

Ще один метод визначення об'єму стовбура відображено у роботі Невзорова та Хірова (1963) під назвою «Об'ємні таблиці для сосни у культурах 1 класу віку Бузулуцького бору». В основу методики складання таблиць покладено масовий обмір дерев (понад 3000 стовбурів сосни звичайної на трьох ділянках лісових культур). Об'єм стовбура визначався за простою формулою Губера (проста формула серединного перерізу). Об'єм дерева складався з об'єму стовбура та об'єму сучків. При цьому об'єм сучків розрахований у відсотках від об'єму стовбура у 200 дерев. Відсоток сучків розраховано за класами висот. Для встановлення систематичної помилки простої формули серединного перерізу також визначався об'єм стовбура за формулою серединного перерізу однометрових відрубків у 250 різних за розміром дерев. Систематична помилка становила -9,4%. Об'єми стовбурів розраховувалися з урахуванням цієї помилки і приймалися за істинні, а потім поділялися на класи (за діаметром 0,5 см і за висотою 0,5 м) з розрахунком середнього об'єму стовбура кожного класу.

Тихонов (1964) склав об'ємну таблицю для маломірних стовбурів модрина європейської. Основою для формування стали результати, проведені на 15 пробних площах віком від 15 до 38 років. При проведенні експерименту було взято понад 220 модельних дерев. У кожного з модельних дерев проведено обмір діаметра в корі посередині однометрових секцій. Значення видової висоти Тихонов розрахував за даними обчислення об'ємів стовбурів у кубічних дециметрах з двома десятковими знаками, вивівши

залежність у вигляді математичного рівняння. З використанням цих таблиць можна встановити об'єм маломірного стовбура модрина європейської для дерев з висотою від 2 до 15 метрів.

Смірнов (1964) досліджував сосново-березові деревостани та розробляв для цих деревостанів об'ємні таблиці. У своїй праці під назвою «Формування і зростання соснових і сосново-березових молодняків у східному передгір'ї південного Уралу і рубки догляду в них» він відобразив особливості формування молодняків на вирубках, зокрема зростання сосново-березових молодняків. Детальну увагу приділено зміні складу та кількості стовбурів впродовж формування насадження, зміні суми площ перерізу та діаметру, закономірностям зростання молодняків у висоту та розвиток їх корневих систем. Окремо дослідник вивчав зміну запасу стовбурової деревини. Усі зміни поєднано з кліматичними показниками. У роботу також увійшли результати дослідних рубок, в результаті яких змінилися таксаційні показники, а також підвищилася стійкість молодняків при пошкодженні снігом. Описано первинні зміни у насадженнях після проведення першої рубки догляду. Підсумком роботи стало формування рекомендацій та практичних пропозицій щодо покращення стану та підвищення продуктивності сосново-березових молодняків Південного Уралу.

Соколов (1965) сформував таблицю об'ємів маломірних стовбурів сосни для дерев віком від 20 до 40 років з відносною повнотою насадження 0,8 - 1,1. Вихідним матеріалом виступали 100 модельних дерев із 8 пробних площ. За матеріалами досліджень було знайдено середній відносний збіг, який досягає найбільших значень у вершинній частині. Для визначення об'єму маломірних стовбурів автор встановив зв'язок між діаметром на відносних висотах та діаметрів на висоті 1,3м. Отримані результати було співставлено з аналогічними даними Захарова (1956) для сосняків Білорусії. Соснові молодняки Архангельської області відрізняються своїм рядом відносного збігу від загального ряду, встановленим Захаровим (1956) для

сосняків, що можна пояснити біологічними та екологічними особливостями зростання та росту.

Валяєв, Краєв та Ряхін (1966) склали таблицю об'ємів для маломірних стовбурів та загальних запасів молодих насаджень сосни, берези та осики для Карелії. Таблиця була складена на підставі обміру 1159 стовбурів сосни, 1004 стовбурів берези та 651 стовбура осики. Таблиці було складено за методикою Горського [1962].

Впродовж 1966 року вийшла низка робіт зі складання об'ємних таблиць для маломірних стовбурів різних порід, у тому числі роботи Бурневського (1966), Валяєва (1966), Яерзува (1966).

На основі досліджень Бурневського та його праці «Методика складання об'ємних таблиць сум площ перерізу та запасів для молодняків» розроблено метод зі складання об'ємних та стандартних таблиць молодняків (для осики та берези) з високою точністю результатів. Ці таблиці призначені для обліку запасу молодняків при лісовпорядкуванні, а також при рубках догляду.

Яерзуб (1966) свою роботу «Форма, повнодеревність і об'єм дрібних стовбурів сосни» присвятив уточненню методу інвентаризації соснових молодняків на корені, так як для Литовської РСР не було розроблено таблиць обсягів дрібних стовбурів. Автором було отримано ряд рівнянь між різними таксаційними характеристиками, зокрема і видовою висотою. Складена таблиця обсягів молодих ростучих дерев сосни тільки на 1,0% відрізняється від даних Захарова (1956) для Української РСР.

У 1968 р. Микільський (1968) опублікував "Єдині масові таблиці для визначення об'ємів деревних стовбурів". Об'єми стовбурів вказані при значеннях q_2 від 0,400 до 0,900 з градацією через 0,025, а в межах останніх - по парних щаблях товщини від 6 до 100 см і розрядом висот від 6 м до 40 м. В основу складання зазначених таблиць покладено формулу Шустова.

Гусєв (1968) піддав ретельній перевірці гіпотезу Захарова. [19] У результаті він дійшов висновку, що вона вірна лише межах окремих розрядів висот. Числа збігу або відносні діаметри виявляються близькими між собою

у дерев окремих розрядів. Тому Гусєв вважає досить ємним розмірним показником розряд висот, який досить повно відображає фактори, що впливають на форму стовбура дерева. У 1968 році Гусєв склав об'ємну таблицю для маломірних стовбурів ялини, яку можна використовувати як для масової таксації, так і для таксації деревостану. Для розрахунків об'ємів стовбурів ним використана видова висота.

У 1969 вийшов довідковий посібник «Об'ємні таблиці для сосни в культурах Бузулуцького бору» (автори Васильєв, Невзоров та Харів. Об'єм за цими таблицям можна знайти для дерев висотою від 2,5 м до 30 м. В основу таблиць закладено обмір 3500 дерев. Для більшої точності визначення середнього коефіцієнта форми розраховували рівняння окремо для дерев з висотою до 8 метрів і вище, за способом найменших квадратів.

Бузикін та Марискін (1969) у роботі «Таблиці об'ємів маломірних стовбурів сосни, берези та осики зі змішаних молодняків» висвітлили ріст молодняків, що сформувалися на місці вирубаних соснових деревостанів. Дослідження велися у насадженнях віком від 10 до 30 років.

У 1977 року було опубліковано кілька робіт присвячених визначенню об'ємів маломірних стовбурів, зокрема робота «Таблиці об'ємів маломірних стовбурів (Рекомендації для Латвійської РСР)» Геркіса [1977]. Найбільш вдалою математичною моделлю таблиць об'ємів маломірних стовбурів сосни, на думку автора, є степенева функція. У цей час у світ вийшли роботи Бісеніукса «Хід росту культур ялини в Латвійській РСР (Рекомендації для Латвійської РСР)» [1977] та Настанови по рубках догляду в лісах Східного Сибіру [1977], які містять у собі об'ємні таблиці маломірних стовбурів сосни, ялини та деяких інших деревних порід.

Полончук (1978) у роботі «Видові числа та коефіцієнти форми стовбурів у соснових молодняках і середньовікових насадженнях» пише про те, що твірну деревного стовбура описує лінія, яка повністю не може бути виражена жодною з геометричних формул. Власне цим можна пояснити похибки при визначенні об'ємів стовбурів за загальновідомими формулами

геометрії. Автор вважає, що підвищення точності визначення об'єму необхідно приділяти увагу формі стовбура, а саме видовим числам. Дослідник виявив зміну видових чисел та коефіцієнтів форми стовбурів сосни залежно від висоти дерева (від 8 метрів до 32 метрів) та діаметра (від 8 см до 36 см). Отримані результати автор порівнює з результатами Кунце (1891) і з'ясувалося, що визначення видового числа за формулою Кунце за масових обмірів, має високу точність і не перевищує межі $\pm 2\%$. Визначення видового числа за формулою Шиффеля дає добрі результати, помилка не перевищує межі $\pm 2,1\%$. Натомість розраховані видові числа за Товстолісом і Тюріним на думку автора, завищені.

1.2. Математичний підхід трактування форми стовбура

Стовбур ростучого дерева, як і його окремі частини, здебільшого мають певну схожість із правильними стереометричними тілами. Грунтовні дослідження форми стовбура дали змогу встановити, що стовбур дерева є доволі симетричним, однак при цьому ні весь стовбур, ані його окремі частини не є правильними стереометричними тілами, а лише подібні до цих тіл обертання. Встановлено, що форма деревного стовбура непостійна і залежить від низки факторів, зокрема від біологічних особливостей породи, віку, лісорослинних умов, густоти, конкуренції, орографічних особливостей місцевості та кліматичних умов. Так за умови відкритого простору і дерева ростуть поодинокі (є фактично солітерами), формується конусоподібний стовбур. Натомість у густому насадженні формується стовбур дерева наближений до циліндрів, особливо в середній частині дерева. Стовбури хвойних деревних видів (ялина, ялиця, сосна) характеризуються більш правильною формою, у порівнянні з листяними деревними видами. Важливу роль відіграє вік, зі збільшенням якого стовбур очищається від гілок і набуває форм тіл обертання (циліндрична форма).

Математичне описання форми стовбура дерева може бути виконане за

допомогою різних математичних функцій та моделей. Однією з загальноприйнятих моделей є модель циліндричної трубки, яка базується на ідеї, що стовбур дерева може бути наближено описаний циліндричною трубкою, яка поступово збільшується від основи до вершини.

Опис форми можна описати таким рівнянням:

$$R_{(z)}=R_0-(R_0-R_t)\cdot H_z, \quad (1.2)$$

де:

$R_{(z)}$ - радіус стовбура на висоті z ,

R_0 - радіус стовбура при основі (на нульовому рівні),

R_t - радіус стовбура на вершині,

H – загальна висота стовбура.

Це досить проста модель існує багато інших, таких як фрактальні моделі, які детальніше враховують гіллястість та інші характеристики стовбура дерева. Однак модель циліндричної трубки є поширеною та легко використовується для загальних апроксимацій.

Стовбур дерева часто апроксимується за допомогою геометричних фігур, подібних до правильних тіл обертання. Однією з таких фігур є циліндр. Модель циліндричного стовбура досить добре враховує загальну форму стовбура та його основні характеристики.

Ця модель дозволяє апроксимувати форму стовбура, особливо, коли ви дивитесь на стовбур дерева як на циліндр. Такий підхід забезпечує простоту та ефективність при описі загальних характеристик деревини. Звісно така апроксимація може бути далекою від ідеалу, оскільки форма стовбура дерева часто складна та неправильна. Для більш точного опису форми дерева можна використовувати інші геометричні форми, такі як конус, параболоїд, нейлоїд та більш складні геометричні моделі.

Якщо деревний стовбур розсікти уздовж серцевини площиною, то в перетині отримаємо фігуру, що буде відокремлена кривою, так званою твірною стовбура. При цьому на певних ділянках ця форма має суттєві відмінності. Так у нижній частині стовбура крива має увігнуту форму, у

середній частині стовбура ця крива описується прямою лінією, а у вершинній частині стовбура є більш опуклішою. Власне окремі ділянки стовбура можна умовно порівнювати з правильними стереометричними тілами обертання. Важливо відзначити, що дослідження поперечного перерізу стовбура дерева чітко підтвердили, що поперечний переріз стовбура на будь-якій висоті (у будь-якому місці) не є кругом. Виходячи з цього розглядати стовбур дерева як тіло обертання, не є повністю правомірним.

Дослідниками встановлено, що деревний стовбур не схожий на жодне з правильних тіл обертання. Більш коректніше розглядати форму не цілого стовбура загалом, а його окремих частин. Так нижня частина деревного стовбура представлена у вигляді нейлоїда, а серединна частина – циліндром, ще вище стовбура набуває форми зрізаного параболоїда другого порядку, а верхівкова частина – представлена конусом. Такі закономірності відображені на рис. 1.1.

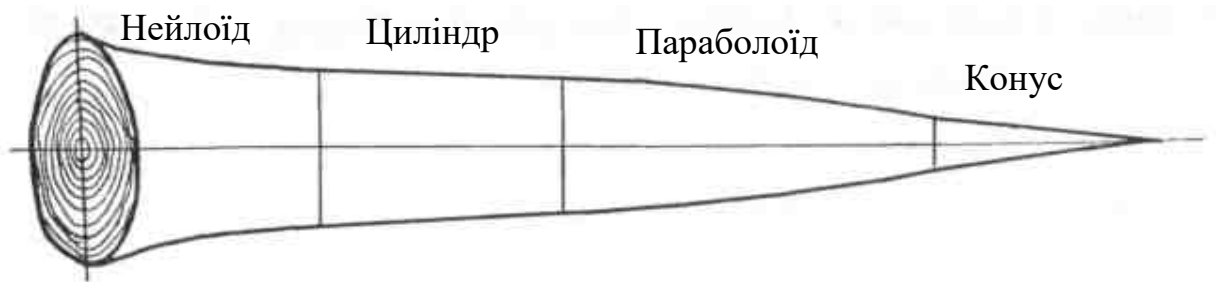


Рис. 1.1. Представлення стовбура зрубаного дерева з правильними стереометричними тілами обертання.

Загальний вираз твірної деревного стовбура можна інтерпретувати у вигляді такої функції:

$$y^2 = A \cdot x^m \quad (1.2)$$

З практичної точки зору виконати такий поділ стовбура неможливо через відсутність чіткого розмежування між цими частинами стовбура. Тому форму стовбура поваленого дерева характеризує набір таксаційних показників, зокрема абсолютний, відносний та середній збіг, коефіцієнти і класи форми та різні видові числа. Збіги, класи і коефіцієнти форми

характеризують стовбур в різних його місцях, а видові числа – характеризують повнодеревність цілого стовбура, зокрема відносну кількість деревини у стовбурі.

Власне вказані вище показники будуть нами розраховані для стовбурів ялини європейської та виконана їхня оцінка.

РОЗДІЛ 2

ОБ'ЄКТ, ПРОГРАМА, МЕТОДИКА ТА ОБСЯГ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Об'єкт досліджень

Філія «Гринявське лісове господарство» підпорядковане Карпатському лісовому офісу, яке є територіальним органом Державного спеціалізованого господарського підприємства «Ліси України».

У структуру філії «Гринявське лісове господарство» функціонує п'ять лісництв. Загальна площа лісового фонду філії «Гринявське лісове господарство» становить 20028,78 га, з яких вкриті лісовою рослинністю землі займають 17716,4 га (що становить 88,4%). При цьому 11376,3 га. (що становить 64,2%) – це штучно створені лісові масиви. Натомість площа не вкритих лісовою рослинністю земель становить 2081,1 га. (що відповідає 10,4%). Здебільшого це не зімкнуті лісові культури (1279,3 га), лісові розсадники та плантації (2,7 га), лісові шляхи та просіки (172,7 га), вирубки (410 га), біогалявини (60,3 га), галявини (36,9 га) та рідколісся (119,2 га). Таким чином загальна площа лісових земель в лісгоспі становить 19797,5 гектарів (98,7%). Нелісові землі 251,7 га. (1,3%) представлені водами та болотами (86,8га), сіножатями, пасовища та ріллею (85,9 га), садибами та спорудами (17,7 га), автошляхами та трубопроводами (61,3 га). Лісистість території розташування філії «Гринявське лісове господарство» становить 62,1%, що є досить посереднім показником для умов Українських Карпат.

Для визначення об'єкту досліджень на необхідно проаналізувати структуру лісового фонду та лісокористування підприємства.

За даними лісовпорядкування за запасом суттєво переважають насадження ялини європейської, частка яких становить 95,2%. Значно меншу частку займають ялицеві насадження – 2,1%, букові насадження - 2,1%, соснові насадження – 0,3% та насадження з перевагою інших деревних видів.

На структуру лісокористування безпосередній вплив має віковий розподіл деревостанів за класами віку та сформованими групами віку. Розподіл за останніми наведено на рис. 2.1.

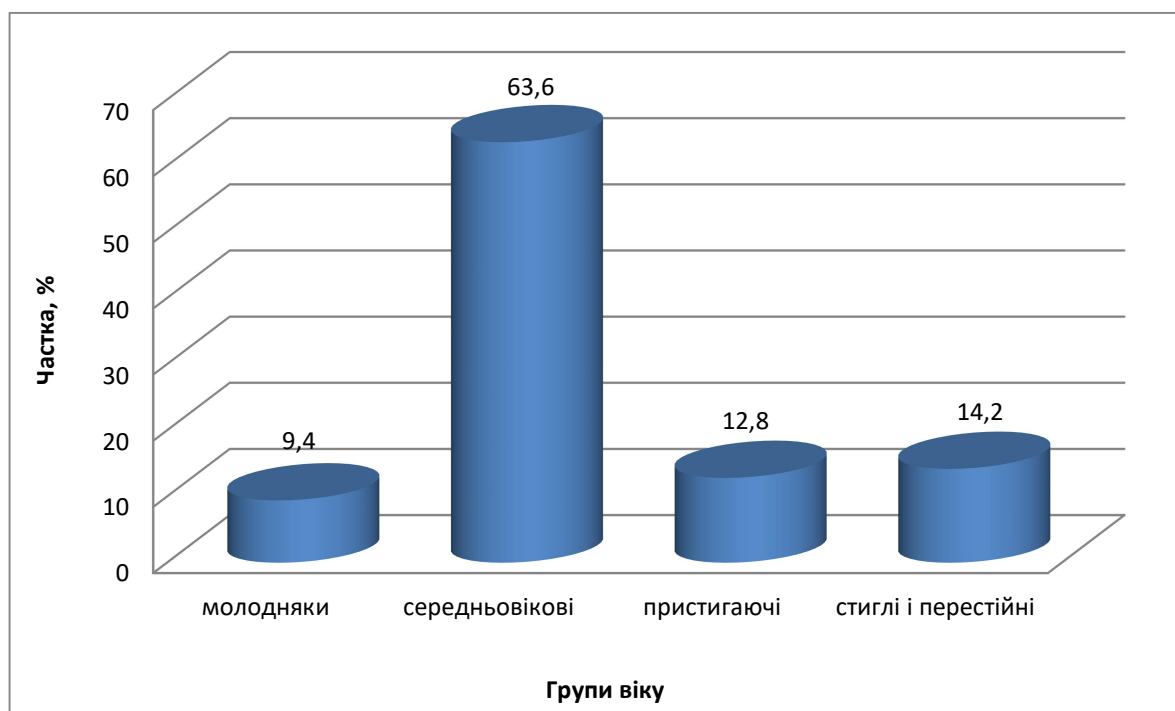


Рис. 2.1. Частка деревостанів за групами віку

З наведеного рисунка можемо спостерігати, що найбільшу частку займають середньовікові – 63,6%. Приблизно однакову частку підприємства займають пристигаючі деревостани – 12,8%, і дещо більшу - стиглі і перестійні деревостани – 14,2 %. Найменшою є частка молодняків – 9,4%. Такий розподіл засвідчує, що підприємство має значний потенціал для проведення рубок головного користування та рубок формування і оздоровлення лісів. Практично четвертина лісових угідь можуть бути призначені у лісосічний фонд. Звичайно, що філія має встановлені ліміти на проведення всіх лісозаготівельних заходів, які обґрунтовані лісовпорядними організаціями з урахуванням орографічних особливостей філії, структури лісового фонду за складом, віком, лісо типологічними умовами тощо.

Власне обсяги лісокористування підприємства у динаміці за останні 5 років наведено нижче (табл. 1.1. та рис. 1.2).

Динаміка лісозаготівлі філії "Гринявське лісове господарство"
за 2018-2022 рр. (куб.м)

Показник	Роки				
	2018	2019	2020	2021	2022
Загальний обсяг заготівлі деревини	51416	47257	46035	46080	38913
в т.ч. ліквідної	40913	36510	35117	39920	31960
в т.ч. ділової	27499	22274	31309	34471	27240

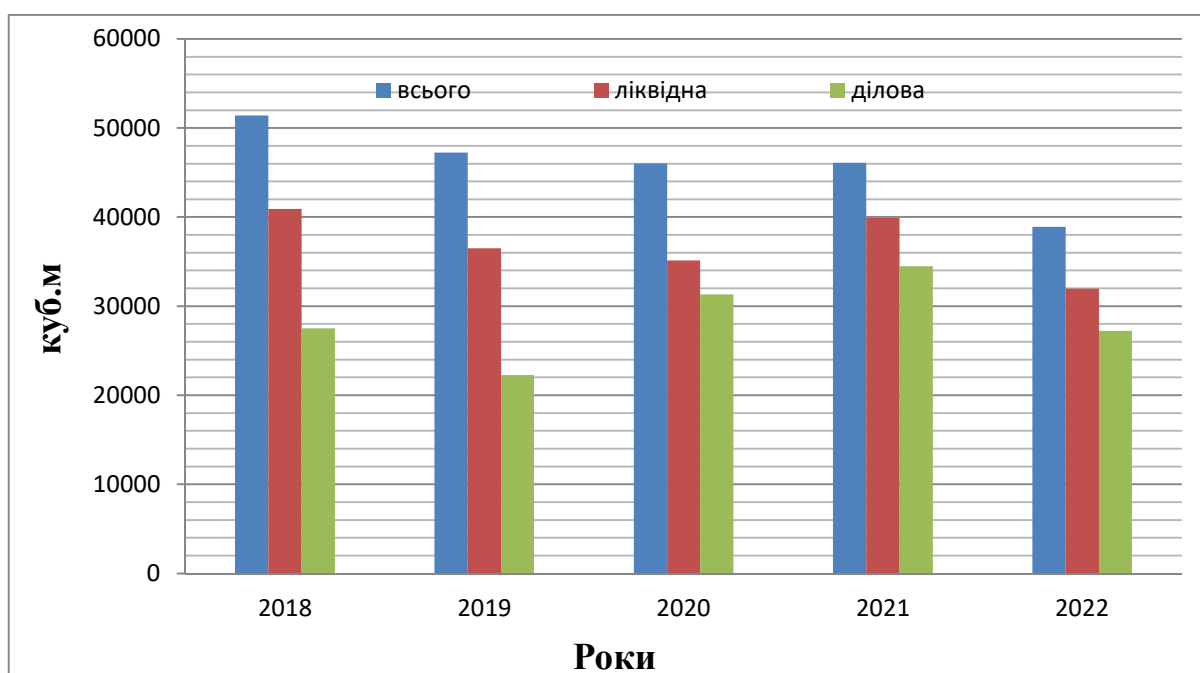


Рис. 2.2. Динаміка заготівлі деревини ялини європейської за категоріями

2.2. Програма роботи

Форма та повнодеревність стовбурів дерев залежить від віку деревостану, ґрунтово-гідрологічних умов, густоти та просторової структури лісостану, інтенсивності та частоти проведених господарських заходів, впливу антропогенних чинників.

Аналіз повнодеревності повалених стовбурів смереки в умовах Гринявського лісництва проводили згідно заздалегідь розробленої програми. Цією програмою передбачені такі основні аспекти вивчення:

- підбір лісосік, на яких виконують рубку дерев ялини європейської із характерними для даної території умовами зростання;
- визначення показників повнодеревності та збіжистості для повалених стовбурів ялини європейської;
- порівняння та аналіз отриманих результатів з нормативними даними.

2.3. Біоекологічні особливості та використання ялини

Ялина європейська (в горах її часто називають смерекою) — в оптимальних умовах виростає деревом першої величини до 45-50 м у висоту. Діаметр стовбура іноді перевищує 1м. До віку 10-15 років смерека росте повільно, зате потім щороку приростає у висоту на 70 см і більше. До 100-120 років приріст падає, але зберігається до кінця життя (до 350-400 років), ось чому крона її завжди залишається гострою конічною.

Деревина смереки використовується в різних галузях через свої унікальні властивості, такі як міцність, довговічність та стійкість до гниття. До основних сфер використання деревини ялини варто віднести:

Будівельна індустрія:

Будівництво дерев'яних будинків: Деревина смереки добре витримує екстремальні погодні умови, тому часто використовується для будівництва дерев'яних будинків та котеджів.

Виробництво брусу та дошок: Смерека має високу міцність та добре обробляється, що робить її популярним матеріалом для виготовлення брусу, дошок, паркету та інших будівельних матеріалів.

Меблева промисловість:

Виготовлення меблів: Смерекова деревина є популярним матеріалом для виготовлення меблів через свій естетичний вигляд та високу якість.

Транспортні засоби:

Виробництво суден та літаків: Смерекова деревина використовується для виготовлення деталей суден, літаків та інших транспортних засобів через свою легкість та міцність.

Гірництво та будівництво тунелів:

Облицювання стін: Деревина смереки може використовуватися для облицювання стін тунелів та шахт, оскільки вона добре витримує вологу та механічні навантаження.

Зовнішнє облицювання:

Фасадні облицювальні матеріали: Смерекова деревина може бути використана для облицювання фасадів будинків, надаючи їм природний та теплий вигляд.

Інші вироби:

Смерекова деревина може використовуватися для виробництва різноманітних виробів, таких як дерев'яні іграшки, контейнери, тара та інші дерев'яні вироби.

2.4. Методика досліджень та обсяг матеріалу

Розрахунок показників повнодеревності стовбурів смереки в умовах Гринявського лісництва виконано на основі обмірів повалених стовбурів ялини на діючих лісосіках. Заміри виконано на двох лісосіках, характеристику яких наведено в табл. 2.2.

Характеристика лісосік, в яких проведено обміри стовбурів ялини

Номер лісосіки	Вид рубки	Квартал/виділ	Вік, років	Склад	Кількість обмірених дерев, шт.
1	суцільно-санітарна	46/1	97	8См2Бк	10
2	рівномірно поступова	39/1	92	9См1Бк	10

Вимірювання діаметрів виконували мірною вилкою у двох взаємно перпендикулярних напрямках на нульовому зрізі, на висоті 1,3 м та на таких висотах: 0.25L; 0.5L; 0.75L 0.80L в корі [5, 9]. Алгоритм вимірювання зводився до того, що насамперед повалений стовбур очищали від сучків за допомогою бензопил. Після цього виконували замір загальної довжини поваленого стовбура від нульового зрізу до вершини мірною рулеткою та позначали крейдою на стовбурі місця заміру діаметрів шляхом нескладних математичних розрахунків. Заміри виконано з точністю до 1 мм, проте для подальших розрахунків використовували усереднені значення діаметрів. При цьому здебільшого виконували замір дерев в одній позиції, а згодом перевертали стовбур дерева таким чином, щоб можна було виконати замір у перпендикулярному напрямі, що забезпечило достовірність отримання даних. Загалом нами проведено заміри на 20 повалених стовбурах ялини європейської. Результати замірів діаметрів (усереднене значення) на різних довжинах наведено у табл. 2.3.

Таблиця 2.3

Значення діаметрів на стовбурах ялини європейської на різних
довжинах

Номер дерева	Довжина стовбура, м	Діаметри на довжині, см						
		d_0	$d_{1.3}$	$d_{0.21}$	$d_{0.251}$	$d_{0.51}$	$d_{0.751}$	$d_{0.81}$
1	32,0	68,6	56,8	52,4	48,4	41,5	28,2	24,6
2	28,4	48,6	33,4	34,7	31,2	25,6	21,4	21,3
3	20,7	33,3	24,3	23,1	20,5	18,8	14,8	13,4
4	29,5	55,2	41,0	35,9	31,1	26,5	19,4	18,2
5	21,0	26,8	21,0	21,0	19,5	16,5	16,1	14,3
6	33,0	46,6	36,0	30,9	27,0	21,7	14,9	13,4
7	32,2	53,9	38,5	37,2	33,0	26,9	20,8	20,0
8	38,3	79,6	56,5	51,5	44,5	38,5	26,9	26,5
9	40,0	79,5	52,6	46,7	38,5	32,8	23,7	20,2
10	38,5	58,5	51,8	45,8	42,6	32,5	22,1	18,4
11	39,2	72,7	60,5	49,1	43,2	38,2	25,0	21,9
12	37,4	76,5	68,0	48,4	41,4	37,9	29,9	27,4
13	31,6	53,0	42,2	35,5	31,1	29,1	18,5	17
14	32,7	63,0	49,1	44,8	40,3	33,5	23,3	21,1
15	26,2	38,0	27,9	26,6	23,7	20,1	15,6	14,5
16	33,5	53,5	41,5	38,7	35,0	29,0	20,1	18,5
17	26,9	32,9	28,1	27,0	25,5	20,2	14,6	13,5
18	24,8	34,5	32,7	29,3	28,0	24,2	20,6	19,6
19	32,2	63,3	51,0	46,3	42,1	33,5	26,6	24,5
20	29,5	37,7	32,3	30,4	28,6	22,1	19,7	18,3

Потреба в зручному та швидкому визначенні об'єму стовбура ростучих дерев призвела до того, що його об'єм почали прирівнювати з об'ємом рівновеликого циліндра. Такий підхід був запропонований Паульзенем на поч. 19 ст. Згідно його теорії співвідношення об'єму стовбура ростучого дерева до об'єму рівновеликого циліндра з такою самою висотою, як висота стовбура і з основою, як діаметр на висоті 1,3 м названо видовим числом f .

Видове число: є перехідним коефіцієнтом і характеризує повнодеревність стовбура або дерева [5, 9, 14, 27].

$$f = V_{cm}/V_u = V_{cm}/(g_{1.3} * H) \quad (1)$$

$$V_u = g_{1.3} * H \quad (2)$$

де: V_{cm} – об'єм стовбура, м³;

V_u – об'єм циліндра, м³;

f – старе видове число (яке є часткою від ділення об'єму стовбура на об'єм одномірного циліндра з площею основи такою як площа перерізу на висоті 1,3 м і висотою, такою як висота дерева).

Крім старого видового числа також використовують інші видові числа [5, 9], зокрема:

- **формула Кунце:** $f = q_2 - C$ (3)

де: f – видове число;

q_2 – другий коефіцієнт форми;

C – стала Кунце.

- **формула Вейзе:** $f = q_2^2$ (4)

- **абсолютне видове число:**

$$f = \frac{V_{ст}}{H * g_0} \quad (5)$$

де: H – висота стовбура, м.

g_0 – площа перерізу на нульовому вирізі, м².

- **дійсне видове число:**

$$f = \frac{V_{\text{ст}}}{H * g_{1/10}} \quad (6)$$

де: $g_{1/10}$ – площа поперечного перерізу на висоті 1/10, м².

- **нормальне видове число:**

$$f = \frac{V_{\text{ст}}}{H * g_{1/20}} \quad (7)$$

де: $g_{1/20}$ – площа поперечного перерізу на висоті 1/20, м².

Величина видового числа залежить від породи, розмірів стовбура, лісорослинних умов і повноти деревостану. Воно може коливатися у межах від 0,352-0,592. В основному воно коливається у межах 0,4-0,5 і з віком видове число характеризується тенденцією до зменшення.

Для зручності використання науковцями було виведено коефіцієнти та класи форми. Це відношення діаметру на певній висоті до діаметру на встановленій висоті. Зокрема коефіцієнт форми показує збіжистість стовбура на певних його частинах, так як збіг в різних частинах стовбура є різним.

Коефіцієнти форми:

$$q_n = \frac{d_i}{d_{1,3}} \quad (8)$$

де: q_n – коефіцієнт форми на потрібній висоті;

d_i - діаметр стовбура на певній висоті, м;

$d_{1,3}$ – діаметр на висоті грудей, м.

Ще одним показником збіжистості є класи форми. Класи форми – це відношення діаметру стовбура на певній висоті до діаметру на 1/4 висоті. За значення другого коефіцієнту форми та другого класу форми встановлюють ступінь збіжистості.

Важливу роль відіграє збіг стовбура. Розрізняють абсолютний, відносний та середній збіг. Значення відносного збігу дасть змогу визначати діаметр на певній висоті, вимірявши тільки таксаційний діаметр.

Абсолютний збіг стовбура (дійсний) – зміна величини діаметрів стовбура в сантиметрах через визначені інтервали за довжиною стовбура від основи до верхівки.

$$S_{\text{абс.}} = d_i - d_{i+1} \quad (9)$$

де: $S_{\text{абс.}}$ – абсолютний збіг, см;

d_i – показник діаметру, см;

d_{i+1} – наступний показник діаметру, см.

Відносний збіг – відношення діаметрів на різних висотах до діаметра стовбура на висоті грудей.

$$S_{\text{відн.}} = \frac{d_i}{d_{1,3}} 100\% \quad (10)$$

де: d_i - показник діаметру, см;

$d_{1,3}$ – таксаційний діаметр, см;

Середній збіг – це зменшення діаметра стовбура від основи до вершини в абсолютних одиницях в середньому на 1 м довжини:

$$S_{\text{сер.}} = \frac{d_1 - d_2}{l} \quad (11)$$

де: d_1 - показник діаметру, см;

d_2 – наступний показник діаметру, см;

l – довжина між діаметрами, м.

Вказані вище показники дають змогу детально проаналізувати повнодеревність стовбурів ялини європейської.

РОЗДІЛ 3
ХАРАКТЕРИСТИКА ПОВНОДЕРЕВНОСТІ СТОВБУРІВ
ЯЛИНИ ЄВРОПЕЙСЬКОЇ

3.1. Аналіз коефіцієнтів форми та класів форми

Одним з важливих показників повнодеревності деревних стовбурів є коефіцієнти форми та класи форми. Власне ці показники відображають загальні тенденції збіжистості стовбура і характеризують його форму. Усереднені показники коефіцієнтів форми та класів форми для ступенів товщини наведено у табл. 3.1 – 3.2.

Ступінь збіжистості деревного стовбура встановлюють за другим коефіцієнтом форми (q_2) та другим класом форми ($q_{2/1}$).

Таблиця 3.1

Коефіцієнти форми стовбура смереки

Ступені товщини	Коефіцієнти форми			
	q_0	q_1	q_2	q_3
20	1.28	0.93	0.79	0.79
24	1.36	0.84	0.77	0.77
28	1.27	0.88	0.72	0.72
32	1.23	0.89	0.73	0.73
36	1.29	0.75	0.60	0.60
40	1.35	0.82	0.68	0.68
44	1.26	0.74	0.69	0.69
48	1.28	0.82	0.68	0.68
52	1.29	0.79	0.64	0.64
56	1.31	0.82	0.71	0.71
60	1.20	0.71	0.63	0.63
68	1.13	0.61	0.56	0.56

Згідно наших розрахунків встановлено, що значення другого коефіцієнту форми коливаються у діапазоні 0,56-0,79. При цьому спостерігаємо оберненопропорційну залежність зі збільшенням таксаційного діаметру другий коефіцієнт форми зменшується. Фактичні значення другого коефіцієнта форми вказують на те, що тонкіші дерева (20-32 ступень товщини) є малозбіжистими, а дерева з діаметром понад 32 см (починаючи з 36 ступеня товщини) характеризуються середнім ступенем збіжистості, тобто є середньозбіжистими.

Ще одним показником збіжистості деревного стовбура є класи форми. Ці показники не залежать від висоти, а тому краще характеризують форму стовбура, у порівнянні з коефіцієнтами форми.

Усереднені значення класів форми для різних ступенів товщини наведено у табл. 3.2.

Таблиця 3.2

Класи форми стовбура смереки

Ступені товщини	Класи форми		
	$q_{0/1}$	$q_{2/1}$	$q_{3/1}$
20	1.37	0.85	0.83
24	1.61	0.92	0.72
28	1.45	0.82	0.62
32	1.37	0.82	0.70
36	1.73	0.80	0.55
40	1.65	0.83	0.61
44	1.70	0.94	0.59
48	1.56	0.83	0.58
52	1.65	0.80	0.59
56	1.60	0.86	0.59
60	1.68	0.88	0.58
68	1.85	0.92	0.72

Отримані значення другого класу форми також коливаються у великому діапазоні – від 0,80 до 0,94. Зокрема в діапазоні середньозбіжистих перебувають стовбури, які віднесені до 28, 32, 36 та 52 ступенів товщини. Стовбури решти ступенів віднесено до мало збіжистих. Таким чином значення другого класу форми вказують, що повалені стовбури ялини європейської є мало та середньо збіжистими. Чіткої залежності між класами форми і діаметром не виявлено.

Загалом аналіз показників коефіцієнтів та класів форми дає підстави констатувати, що в умовах філії "Гринявське лісове господарство" ялина європейська характеризується мало та середньозбіжистими стовбурами, що є позитивним з точки зору подальшої переробки.

3.2. Характеристика середнього збігу

Також показником збіжистості стовбура дерева є його збіг. При цьому вивчають як абсолютний збіг, який характеризує лише різницю у діаметрах на двох довжинах (грубіший і тонший торець сортименту), так і відносний збіг, який вказує на відношення певного діаметра, що знаходиться на певній довжині стовбура до таксаційного діаметра. Проте найефективнішими і найінформативнішими є значення середнього збігу. Абсолютні значення середнього збігу дають уяву про ступінь зменшення товщини з довжиною. Ми виконали розрахунок середнього збігу для цілого стовбура поваленого дерева загалом, його нижньої, тобто відземкової частини (від нульового зрізу до 0,25 довжини), для серединної частини стовбура (від 0,25 до 0,75 довжини) а також вершинної частини (від 0,75 довжини до верхівки). Оскільки стовбури мають різну форму і вихід окремих сортиментів також є різним аналогічні розрахунки виконано для трьох частин стовбура (як і в попередньому випадку), але нижня частина представлена стовбуром від нуля до 0,2 довжини, серединна – від 0,2 до 0,8 довжини, а верхівкова – від 0,8 довжини до вершини. Отримані результати наведено у табл. 3.3-3.4.

Таблиця 3.3

Середній збіг стовбурів ялини європейської (варіант 1)

Ступені товщини	Середній збіг, см/м			
	стовбур загалом	відземкова частина	середня частина	верхівкова частина
20	1,3	1,4	0,3	3,1
24	1,6	2,4	0,6	2,9
28	1,3	1,6	0,7	2,3
32	1,5	1,6	0,6	3,0
36	1,4	2,4	0,7	1,8
40	1,7	2,7	0,8	2,5
44	1,7	2,8	0,8	2,3
48	1,9	2,8	1,0	2,9
52	1,8	2,8	0,9	2,7
56	2,0	2,9	1,0	3,0
60	1,9	3,0	0,9	2,6
68	2,0	3,8	0,6	3,2

Згідно даних таблиці бачимо, що значення середнього збігу для цілого стовбура є більшими від нормального значення (1 см/м), а інколи перевищує його майже двічі. Таку ж аналогію спостерігаємо для відземкової частини та для верхівкової частини. Проте найціннішою є інформація про збіг для серединної частини стовбура, адже саме в цій частині знаходяться високоякісні ділові сортименти і саме особливості стовбура в серединній частині визначає товарність стовбура. Так згідно даних таблиці бачимо, що середній збіг стовбурів ялини європейської у серединній частині стовбура становить не більше 1 см/м.

Таблиця 3.4

Середній збіг стовбурів ялини європейської (варіант 2)

Ступені товщини	Середній збіг, см/м			
	стовбур загалом	відземкова частина	середня частина	верхівкова частина
20	1,3	1,4	0,5	3,4
24	1,6	2,5	0,8	3,2
28	1,3	1,6	0,8	2,6
32	1,5	1,6	0,7	3,6
36	1,4	2,4	0,9	2,0
40	1,7	2,7	1,0	3,0
44	1,7	2,8	1,0	2,7
48	1,9	2,8	1,2	3,2
52	1,8	2,8	1,1	2,9
56	2,0	3,1	1,3	3,7
60	1,9	3,0	1,2	2,8
68	2,0	3,8	0,9	3,7

З наведених у таблиці даних можемо спостерігати подібну до попередніх розрахунків тенденцію, згідно з якою верхівкова та відземкова частина стовбура характеризуються значним збігом, а серединна частина характеризується показниками збігу від 0,5 до 1,2 см/м.

3.3. Визначення об'ємів стовбурів

Важливу роль для характеристики повнодеревності стовбурів відіграє видове число. Проте для його розрахунку за певними формулами потрібно знати об'єм стовбура. Згідно польових замірів можна визначити об'єми

стовбурів. Розрахунок об'єму стовбурів виконуємо за простими формулами. Для візуального порівняння наведемо відхилення між знайденими з використанням різних формул та основною таксаційною формулою. Результати розрахунків наведено у табл. 3.5.

Таблиця 3.5

Об'єм стовбурів ялини європейської

Ступені товщини	Об'єм стовбура, знайдений за формулою, м ³				
	проста Губера	проста Смаліана	Цвікі-Гаусса	Рікеє-Сімпсона	основна таксаційна
20	0,4488	0,6378	0,4949	0,4965	0,3570
24	0,5715	0,9186	0,5195	0,6745	0,4507
28	0,8463	1,3625	0,8801	1,0022	0,7501
32	1,2441	1,9053	1,4091	1,4335	1,0649
36	1,2198	2,8694	1,3322	1,7508	1,5343
40	1,8890	3,7544	1,9607	2,4775	1,8658
44	2,1006	3,5682	1,7718	2,5617	2,0012
48	2,8808	5,2316	2,8780	3,6185	2,7848
52	3,1357	6,8821	3,3911	4,3303	3,6046
56	4,6753	8,3203	4,4396	5,8188	4,2109
60	4,4904	8,3167	4,1641	5,7042	5,2600
68	4,2172	8,8446	4,4252	5,6750	6,0547

Проаналізувавши дану таблицю видно, що зі збільшенням діаметру об'єми стовбурів зростають. Також бачимо, що середні об'єми за ступенями товщини в основному не співпадають. Найменші відхилення спостерігаємо у нижчих ступенях товщини, а зі збільшенням діаметру відхилення між об'ємами стовбурів, що знайдені за різними способами, збільшуються.

Найбільшу подібність отриманих результатів спостерігаємо за простою формулою Губера та за формулою Цвікі-Гаусса. Натомість значну різницю між об'ємами спостерігаємо хіба-що для об'ємів, які знайдені за простою формулою Смаліана.

Для кращого порівняння результатів доцільно висвітлити відхилення розрахованих об'ємів стовбурів ялини європейської різними способами від об'ємів розрахованих за основною таксаційною формулою (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

Відхилення розрахункових об'ємів стовбурів від нормативних

Ступені товщини	Відхилення об'ємів стовбурів, знайдених за формулою							
	проста Губера		проста Смаліана		Цвікі-Гаусса		Рікке-Сімпсона	
	м ³	%	м ³	%	м ³	%	м ³	%
20	0,0919	25,73	0,2808	78,68	0,1380	38,65	0,1396	39,11
24	0,1208	26,81	0,4679	103,82	0,0688	15,27	0,2298	49,66
28	0,0962	12,83	0,6124	81,64	0,1300	17,33	0,2521	33,61
32	0,1792	16,83	0,8404	78,92	0,3442	32,32	0,3686	34,62
36	-0,3144	-20,49	1,3351	87,02	-0,2021	-13,17	0,2165	14,11
40	0,0232	1,24	1,8886	101,22	0,0949	5,09	0,6116	32,78
44	0,0994	4,97	1,5670	78,31	-0,2293	-11,46	0,5606	28,01
48	0,0960	3,45	2,4468	87,86	0,0932	3,35	0,8338	29,94
52	-0,4689	-13,01	3,2776	90,93	-0,2135	-5,92	0,7257	20,13
56	0,4644	11,03	4,1095	97,59	0,2287	5,43	1,6079	38,18
60	-0,7696	-14,63	3,0568	58,11	-1,0959	-20,83	0,4443	8,45
68	-1,8376	-30,35	2,7899	46,08	-1,6295	-26,91	-0,3797	-6,27

Отримані результати вказують, що відхилення у визначенні об'єму стовбура ялини європейської коливаються в межах від -30,35% до +103,82%. Суттєва різниця спостерігається у відхиленнях основної таксаційної формулою та формули Смаліана. Треба зазначити, що табличні значення видових чисел нами використано на основі довжини стовбура поваленого дерева та середнього діаметра (ступеня товщини). Такий підхід має безпосередній вплив на встановлені табличні значення видових чисел і викликає необхідність щодо ґрунтовних досліджень для стовбурів ялини європейської.

3.4. Характеристика видового числа

Крім класів і коефіцієнтів форми та різних видів збігу показником форми (повнодеревності) стовбурів є видове число. Саме видове число дає уяву про стовбур у порівнянні з іншими об'ємними тілами (циліндром). У лісотаксаційній практиці використовуються різноманітні підходи для встановлення видових чисел. З урахуванням значень діаметрів на різних висотах/довжинах стовбура, які отримують при проведенні польових замірів, можна застосувати розрахунок видових чисел з використанням математичних формул. Крім того, можна виконати розрахунок видових чисел без безпосереднього застосування діаметрів, а на основі встановлених показників, зокрема другого коефіцієнта форми.

Результати таких розрахунків наведено у табл. 3.7.

З вищевказаної таблиці ми бачимо, що значення видових чисел смереки коливаються у значних межах. Так вижові числа за формулою Кунце коливаються у межах 0,384 – 0,567, а за формулою Вейзе – від 0,311 до 0,617. Табличні значення та абсолютне, дійсне і нормальне видові числа мають менший розмах варіації. Варто відзначити, що видові числа знайдені за формулами Кунце і Вейзе безпосередньо залежать від другого коефіцієнта форми, тому вони не є інформативними.

Видові числа ялини європейської

Ступені товщини	Значення видового числа					
	Кунце	Вейзе	Абсолютне	Дійсне	Нормальне	Табличне
20	0,567	0,617	0,301	0,506	0,443	0,491
24	0,555	0,599	0,256	0,503	0,409	0,472
28	0,501	0,518	0,291	0,489	0,463	0,459
32	0,511	0,534	0,317	0,483	0,477	0,456
36	0,384	0,363	0,273	0,531	0,539	0,457
40	0,462	0,465	0,255	0,510	0,538	0,460
44	0,471	0,476	0,287	0,528	0,507	0,453
48	0,463	0,466	0,273	0,500	0,524	0,450
52	0,417	0,405	0,287	0,525	0,644	0,461
56	0,487	0,499	0,266	0,502	0,613	0,449
60	0,412	0,399	0,323	0,562	0,580	0,467
68	0,338	0,311	0,352	0,574	0,499	0,446

Графічну інтерпретація інших видових чисел зображено на рис. 3.1.

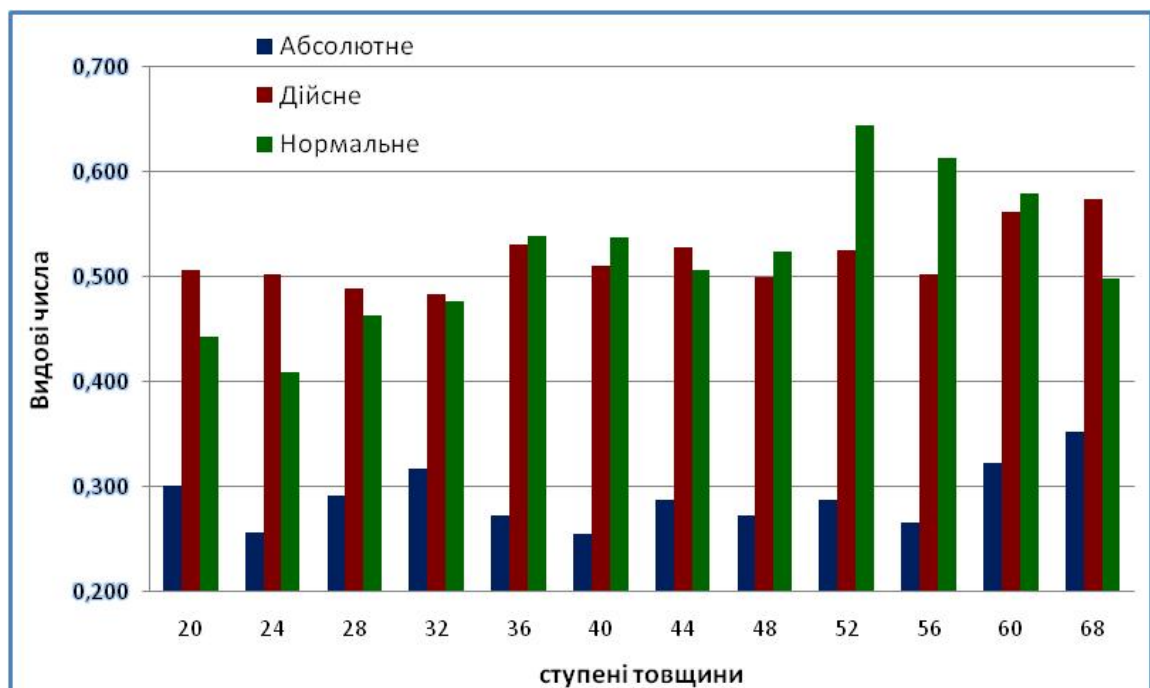


Рис. 3.1. Абсолютні, дійсні та нормальні видові числа

З наведеного рисунка видно, що зі збільшенням діаметру зберігається тенденція щодо збільшення видових чисел. Бачимо, що для менших ступенів товщини видові числа є меншими.

Застосування розрахованих видових чисел може внести суттєві корективи при визначенні об'єму окремого стовбура. Тому вважаємо за доцільне виконати порівняння розрахованих видових чисел з табличними значеннями видових чисел. Результати порівняння (абсолютні та відносні) наведено у табл. 3.8.

Таблиця 3.8

Відхилення розрахованих видових чисел від видових чисел
нормативно-довідкових матеріалів

Ступені товщини	Відхилення									
	Кунце		Вейзе		Абсолютне		Дійсне		Нормальне	
	од.	%	од.	%	од.	%	од.	%	од.	%
20	0,076	15,42	0,126	25,73	-0,190	-38,60	0,015	2,96	-0,048	-9,83
24	0,083	17,51	0,127	26,81	-0,171	-36,13	0,031	6,47	-0,063	-13,36
28	0,042	9,07	0,059	12,83	-0,168	-36,57	0,030	6,47	0,004	0,88
32	0,055	12,03	0,078	17,12	-0,139	-30,45	0,026	5,75	0,021	4,50
36	-0,073	-16,02	-0,094	-20,49	-0,184	-40,32	0,074	16,10	0,082	17,96
40	0,003	0,57	0,005	1,11	-0,205	-44,52	0,050	10,95	0,079	17,13
44	0,018	3,88	0,023	4,97	-0,166	-36,60	0,075	16,65	0,054	12,01
48	0,013	2,95	0,016	3,45	-0,177	-39,26	0,050	11,12	0,074	16,36
52	-0,044	-9,56	-0,056	-12,22	-0,174	-37,82	0,064	13,94	0,183	39,76
56	0,039	8,59	0,051	11,28	-0,183	-40,78	0,054	11,99	0,164	36,61
60	-0,055	-11,69	-0,068	-14,63	-0,144	-30,75	0,095	20,27	0,113	24,11
68	-0,108	-24,14	-0,135	-30,35	-0,094	-20,99	0,128	28,71	0,053	11,93

З наведеної вище таблиці можемо спостерігати, що значення досліджених видових чисел за нашими даними дещо більші від нормативно-довідкових значень (окрім абсолютних, які для всіх стовбурів ялини у всіх ступенях товщини є від'ємними). Відхилення коливається у межах від -44,52 % до + 39,76 %. Це вказує на те, що існує суттєва різниця між об'ємом стовбура, знайденого за табличними значеннями та фактичним об'ємом. Як наслідок відхилення у об'ємах окремих стовбурів зумовлюють, у подальшому, певні відхилення за запасом. Відповідно можна стверджувати доцільність використання коефіцієнтів, що знайдені за результатами наших власних досліджень для таксації стовбурів ялини європейської в умовах філії "Гринявське лісове господарство" ДП «Ліси України» та необхідність виконання таких досліджень для конкретних лісокористувачів з певними умовами росту дерев.

ВИСНОВКИ

Деревостани ялини європейської займають найбільшу площу на території філії «Гринявське лісове господарство» (понад 95 %). Вони характеризуються високою продуктивністю, про що чвідчать високі значення абсолютної повноти, класи бонітету та загальні запаси.

Аналіз повнодеревності стовбурів за коефіцієнтами і класами форми вказує, що в умовах філії стовбури ялини європейської є середньозбіжистими та малозбіжистими. На це вказують отримані значення коефіцієнтів форми, які коливаються у діапазоні 0,56-0,79 та класів форми, значення яких коливаються у діапазоні 0,80-0,94 відповідно.

Аналіз форми стовбура за збігом показує, що загальний середній збіг в коливається у межах 1,3-2,0 см/м. Такі значення є досить високими і суттєво перевищують допустиме значення в 1 см/м. Тільки збіг стовбура для середньої частини приблизно наближається до нормального збігу і коливається у діапазоні 0,3-1,0 см/м.

Значення видових чисел стовбурів ялини коливаються у діапазоні 0,255-0,644. Загалом для тонких дерев видові числа є значно меншими у порівнянні з грубішими деревами. Порівняння розрахованих нами видових чисел з нормативними засвідчує, що значення видових чисел за нашими даними є дещо більшими.

Результати досліджень об'ємів стовбурів показують, що зі збільшенням діаметру об'єми стовбурів зростають. Порівняння отриманих значень з табличними вказують на суттєві відхилення. Зокрема найбільшу різницю спостерігаємо у відхиленні між основною таксаційною формулою та формулою Смаліана.

Для таксації стовбурів ялини європейської доцільно використовувати розраховані показники повнодеревності, які відображають особливості її зростання в умовах підприємства.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бродович Т.М. Бродович М.М. Атлас дерев та кущів Заходу України. - Львів: Вища школа, 1973. - 240 с.
2. Герушинский З.Ю. Типология лісів Українських Карпат: Навчальний посібник. - Львів: Піраміда, 1996. – 208 с.
3. Гадов К., Горошко М. П., Король М. М. Моделювання параметрів крони дерев в Українських Карпатах. Науковий вісник Українського державного лісотехнічного університету. - Львів, 2003. Вип. 13.3. С. 264–272.
4. Горошко М.П., Хомюк П.Г. Лісова таксація: Практикум. - Львів: УкрДЛТУ, 2000. - 132 с.
5. Горошко М. П., Король М. М. Видове число та його зв'язок з іншими об'ємоутворюючими показниками. Науковий вісник Національного аграрного університету. - Київ, 2000. Вип. 25. С. 351–356.
6. Горошко М.П., Миклуш С.І., Хомюк П.Г. Біометрія: навч. посіб. [для студ. вищ. навч. закл.]. – Львів: Камула, 2004. – 236 с.
7. Гром М.М. Бусько М.М., Куриляк В.М. Складання таблиць ходу росту насаджень : практикум. – Львів : УкрДЛТУ, 2002. – 68 с.
8. Гром М.М. Лісова таксація: Підручник. - Львів: УкрДЛТУ, 2005. - 352 с.
9. Дзик В. Д., Кашпор С. М. Форма і повнодеревність стовбурів липи серцелистої Чернівецької області. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Лісівництво та декоративне садівництво. - Київ, 2010. Вип. 147. С. 209–214.
10. Зеленський М.Н. Таксація заготовленої лісопродукції. – Львів : УкрДЛТУ, 1998. – 38 с.
11. Ільків І. С. Встановлення залежностей між морфологічними і таксаційними показниками дерев бука лісового методами множинної регресії. Науковий вісник Українського державного лісотехнічного університету. - 2002. Вип. 12.8. С. 111–114.

12. Клаус фон Гадов, Горошко М.П., Король М.М. Залежність збігу стовбура від показників деревостану. Лісівництво і агролісомеліорація. Вип. 107. - Харків: 2004. - С. 43-48.

13. Лакида П.І. До таксації дослідних відрізків деревних стовбурів. Лісовий журнал. – 1993. № 3. – С. 22-23.

14. Лісовий кодекс України [Електронний ресурс]. / - Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3852-12#Text>

15. 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. - Київ, 2016. Вип. 238. - С. 33–39.

16. Леснік О. М., Гірс О. А. Порівняння розроблених нормативів об'єму та розмірно-якісної структури дерев гіркокаштана звичайного в зелених насадженнях міста Києва з чинними аналогами. Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України. - 2017. Вип. 27.5. - С. 34–37.

17. Миклуш С.І., Вицега Р.Р. Залежність збігу стовбура від його біометричних показників. Лісівництво України в контексті світових тенденцій розвитку лісового господарства : матер. Міжнар. наук.-практ. конф., присвяченої 150-річчю витоків кафедри лісівництва НЛТУ України (Львів, 20–23 вересня 2006 р.). – Львів : НЛТУ України, 2006. – С. 191–192.

18. Миклуш С.І., Вицега Р.Р. Черни М. Залежність збігу стовбура від його біометричних показників. Науковий вісник Національного аграрного університету / [Лісівництво. Декоративне садівництво] / Редкол.: Д.О. Мельничук (відп. ред.) та ін. – К.: НАУ, 2006. – Вип. 103. – С. 178-185

19. Миронюк В. В. Нормативи об'єму та сортиментної структури дерев клена в умовах забудованої частини міста Києва. Аграрна наука і освіта. - Київ, 2006. № 3–4. - С. 108–113.

20. Миронюк В. В. Повнодеревність стовбурів тополі пірамідальної в умовах забудованої частини м. Києва. Аграрна наука і освіта. - Київ, 2006. Т. 7, № 1–2. - С. 82–86.

21. Рябчук В.П. Довідник аспіранта та студента. - Львів: УкрДЛТУ, 2000. - 98 с.

22. Свинчук В. А., Сошенський О. М. Особливості повнодеревності стовбурів дерев липи дрібнолистої Лісостепу України. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Лісівництво та декоративне садівництво. - 2014. № 189. Ч. 2. - С. 65-70.

23. Свинчук В. А. Особливості форми та повнодеревності стовбурів сосни звичайної в штучних деревостанах Полісся України. Науковий вісник Національного аграрного університету. - 2005. Вип. 83. С. 182–188.

24. Строчинський А.А. Математичні моделі повнодеревності стовбурів основних лісоутворювальних порід України. Науковий вісник Нац. аграрн. ун-ту. - К., 2006. Вип. 96. - С. 116-125.

25. Цурик Є.І. Перелікова таксація лісу: навч. посіб. [для студ. лісотехн. спеціальн.]. – Львів : УкрДЛТУ, 2000. – 260 с.

26. Цурик Є.І. Таксація дерева та його частин. - Львів: НЛТУ України, 2006. - 322 с.

27. Gadow v K. Waldwachstum. Fakultät fuer Forstwissenschaften und Waldoekologie Georg-August-Universitaet Goettingen, 2001. - 211 s.

28. Pretzsch H. Modellierung des Waldwachstums. - Parey Buchverlag Berlin, 2001. - 341 s.

29. http://gryniavalis.com/?page_id=2390

30. <https://wonder-wood.com.ua/post/aku-derevinu-obrati>