

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: Оцінка точності визначення об'єму круглих
ялинових лісоматеріалів в умовах Дарівського
лісництва філії «Осмолодське 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. ЛГС-41

_____ (підпис)

Надрага І.С.
(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

Надразі Ігору Сергійовичу

1. Тема роботи: І.8 Оцінка точності визначення об'єму круглих ялинових лісоматеріалів в умовах Дарівського лісництва філії "Осмолодське 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 "Осмолодське лісове господарство" ДП «Ліси України», літературні джерела, результати обмірів колод ялини європейської; таксаційні нормативи.

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

1. Теоретичні засади обліку деревини. 2. Методика роботи. 3. Таксація ялинових колод.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень: Діаметри ялинових колод довжиною 3,0 м; Розрахунок об'єму першої відземкової колоди довжиною 3,0 м за складною формулою Губера, Смаліана і Рікке-Сімпсона; Розрахунок об'єму відземкових колод довжиною 3,0 м за простими формулами; Зведені порівняння відхилень об'ємів ялинових колод.

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 _____ Надрага І.С. _____
(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

Надрага І.С. Оцінка точності визначення об'єму круглих ялинових лісоматеріалів в умовах Дарівського лісництва філії «Осмолодське лісове господарство» ДП "Ліси України": Кваліфікаційна робота бакалавра. – Львів: НЛТУ України, 2023. – 37 с.

У кваліфікаційній роботі наведено результати щодо досліджень таксації ялинових круглих сортиментів різними способами в умовах філії «Осмолодське лісове господарство». Розраховано об'єми ялинових сортиментів з використанням різних формул та діючих нормативів, встановлено варіацію та розбіжності за об'ємами.

Ключові слова: філія «Осмолодське лісове господарство», круглі лісоматеріали ялини європейської, об'єми колод, розбіжності.

Табл. 18, Іл. 4 , Бібліограф.: 32.

Nadraha I.S. The assessment of the precision of volume estimation of round spruce timber in the conditions of the Dariv forest district of the branch Osmoloda Forestry State Enterprise "Forests of Ukraine": Bachelor Thesis. - Lviv: UNFU, 2023. - 37 p.

The qualification bachelor's work presents the results of surveying investigation of spruce round assortments in different ways in the conditions of the branch Osmoloda Forestry State Enterprise. The volumes of spruce assortments using different approaches and standards were calculated. The variation and differences of volumes were established.

Keywords: branch Osmoloda Forestry State Enterprise, round timber of spruce, volume of logs, differences.

Tab. 18, Fig. 4, Ref.: 32.

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ОБЛІКУ ДЕРЕВИНИ	6
1.1. Стандартизація та нормативи щодо обліку деревини	6
1.2. Формування нормативів обліку деревини в Україні	8
1.3. Способи визначення об'єму стовбурів	9
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА РОБОТИ	13
2.1. Об'єкт досліджень	13
2.2 Програма роботи	14
2.3. Збір польових матеріалів	14
2.4. Визначення об'ємів колод	16
2.5. Статистична обробка результатів досліджень	18
2.6. Обсяг експериментальних досліджень	19
РОЗДІЛ 3. ТАКСАЦІЯ ЯЛИНОВИХ КОЛОД	20
3.1. Визначення об'ємів колод різними способами	20
3.2. Статистичний аналіз результатів досліджень	29
3.3. Порівняння результатів досліджень	30
ВИСНОВКИ	34
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	35
ДОДАТКИ	38

ВСТУП

Лісові масиви задовольняють різноманітні потреби людини. Однак з економічної точки зору головна цінність лісів полягає в тому, що він дає деревину – найбільш універсальний матеріал з великими можливостями.

У природі немає матеріалу, який за масштабами використання міг би зрівнятися з деревиною. Порівняно недавно вважалося, що у зв'язку з розвитком науки і техніки споживання деревини буде зменшуватися. Проте, при науково технічному прогресі потреба в деревині не зменшується, а навпаки, зростає.

Поряд з ефективним проведенням рубок, посиленням контролю за охороною, захистом, використанням та відтворенням деревостанів постійно вдосконалюється система обліку деревини, що забезпечує функціонування лісової галузі відповідно до європейських стандартів. З огляду на це, підвищення точності таксації круглих лісоматеріалів є першочерговим завданням при розробленні нових стандартів для обліку лісових ресурсів.

Огляд вітчизняних і зарубіжних літературних джерел свідчить, що стандартизація круглих лісоматеріалів безпосередньо впливає на стан лісопромислового комплексу. При цьому можна зауважити, що існуючі на сьогодні стандарти не є досконалими і мають певні спірні моменти.

Окрім цього, заготівля сортиментів, які недостатньо точно відповідають сучасним технічним вимогам, обмежує попит і не сприяє формуванню ринкових цін на певні види сортиментів. Розроблення регіональних нормативів з оцінки круглого лісу може внести свій вклад у загальну методологію з розроблення нормативів таксації. Тому основним завданням бакалаврської роботи є порівняння та виявлення найоптимальнішого способу визначення об'ємів найпоширеніших в філії "Осмолодське лісове господарство" ялинових сортиментів. Об'єктом досліджень виступатимуть круглі ділові ялинові сортименти різної довжини.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ОБЛІКУ ДЕРЕВИНИ

1.1. Стандартизація та нормативи щодо обліку деревини

Системи стандартизації та нормативи грають важливу роль у створенні єдиної та стабільної методології вимірювання, обліку та встановлення об'єму деревини. Це забезпечує консистентність, надійність результатів та можливість їх всебічного використання. Серед основних документів, які регламентують застосування та впровадження стандартів для визначення об'єму деревини і, певною мірою, дотичні до України, варто віднести Лісові кодекси та правила лісогосподарювання. Багато країн також використовують лісові кодекси та правила господарювання для визначення процедур вимірювання об'єму деревини. Ці документи можуть містити вимоги до точності вимірювань, типів вимірювального обладнання та інші аспекти. Окрім того, існують технічні стандарти для вимірювального обладнання, які визначають вимоги до точності, калібрування та перевірки обладнання для визначення об'єму деревини. [15, 17, 24, 29]

Так, Європейський комітет з нормалізації (CEN) визначає стандарти для лісового господарства, у тому числі для вимірювання об'єму деревини. Зокрема CEN/TC 287 "Лісова продукція" розробляє стандарти, які охоплюють методи вимірювання об'єму та технічні вимоги до вимірювального обладнання. Цей стандарт охоплює такі аспекти: [31]

- методи вимірювання об'єму деревини.
- сортаменти та класифікація лісових продуктів.
- вимоги до якості та обробки лісових матеріалів.
- лісова механізація та обладнання.

Паралельно в ЄС існують Стандарти управління лісовим господарством та сталого використання лісових ресурсів. Вони сприяють гармонізації підходів до лісового господарства в Європі та полегшують взаємодію між різними країнами у сфері лісового господарства та лісової продукції.

Більш ширшу сферу застосування мають Міжнародні стандарти (ISO). Міжнародна організація зі стандартизації має стандарти, пов'язані із визначенням об'єму деревини. Наприклад, ISO 3129 визначає терміни та визначення, пов'язані із вимірюванням об'єму деревини. Проте існують більш детальніші стандарти, які регламентують певні вузькі особливості щодо деревини. Наприклад стандарт ISO 13061:2014 (Physical and mechanical properties of wood - Test methods for small clear wood specimens) визначає методи випробування для визначення фізичних та механічних властивостей деревини за допомогою невеликих чітких дерев'яних зразків. Стандарт ISO 554:1976 (Standard atmospheres for conditioning and/or testing – Specifications) визначає стандартні атмосфери для кондиціонування та/або тестування матеріалів, включаючи деревину. А от стандарт ISO 3130:1975 (Wood - Sampling methods and general requirements for physical and mechanical tests) визначає методи забору проб та загальні вимоги для фізичних та механічних випробувань деревини. Натомість стандарт ISO 3823-1:2017 (Durability of wood and wood-based products - Guidance on the assessment of the durability to biological agents - Part 1: Selection of appropriate methods) надає вказівки щодо оцінки стійкості деревини та деревної продукції до біологічних засобів, а ISO 3131:1975 (Wood - Determination of density for physical and mechanical tests) визначає методи визначення густини деревини для фізичних та механічних випробувань. Є дуже вузькоспеціалізовані стандарти, які регламентують конкретні вимоги до деревини або її обробки. Наприклад ISO 22157:2020 (Wood - Determination of ultimate stress in compression parallel to grain) встановлює методи визначення кінцевого напруження при стисканні паралельно до серцевини деревини. [24, 27]

Кожна країна може мати свої власні національні стандарти та нормативи для деревини загалом, що дають змогу встановити чи визначити кількісні і якісні характеристики (способи обліку, обміру, оцінки, визначення об'єму деревини тощо). Звичайно ж вони враховують місцеві особливості та технічні можливості країни чи регіону. [3, 11, 12, 15, 17, 19, 21, 29, 30]

Чітке додержання цих стандартів та нормативів є критичними для забезпечення стандартизованого та об'єктивного вимірювання об'єму деревини в лісовому господарстві та лісовій і деревообробній промисловості. Безперечно додержання цих стандартів забезпечує якість та порівняльність результатів вимірювань у різних регіонах та країнах.

1.2. Формування нормативів обліку деревини в Україні

В Україні стандарти на круглі лісоматеріали визначаються інститутом стандартизації. Якщо розглянути історичний аспект стандартизації лісового господарства та деревини, то в Україні ці вимоги регламентувалися до незалежності низкою документів та ГОСТів СРСР. Після отримання незалежності та створення власної системи стандартизації, Україна приступила до розробки та впровадження власних стандартів.

Перші стандарти на круглі лісоматеріали були впроваджені для використання у 30-х рр. минулого століття. На той час було розроблено і впроваджено більше 30 стандартів, де були вказані виходи сортиментів за сортами та категоріями деревини. Через непрактичність застосування цих стандартів у 1967 р. замість них було запроваджено ГОСТ 9462-60 та ГОСТ 9463-60. Ці документи регламентували поділ деревини за категоріями крупності і за сортами. Проте згодом були розроблені нові стандарти для круглих лісоматеріалів: ОСТ 13-55-76 та ГОСТ 2292-74. Однак останній був замінений ГОСТом 2708-75, який вмещав масові таблиці об'ємів ділових лісоматеріалів по діаметру без кори у верхньому відрубі та довжиною лісоматеріалу. [4-6, 8, 9, 11, 18, 22, 23, 24-26]

Після отримання незалежності в Україні й надалі використовували розроблені стандарти. Однак тісна співпраця з європейськими покупцями та деревообробниками і вихід на міжнародний ринок змушував Україну переходити на світові стандарти. З 2003 р. розпочато процес узгодження чинних українських стандартів з міжнародними. Так були прийняті для використання нормативи, які регламентували класифікацію за розмірам

круглих листяних та хвойних видів а також методи вимірювання та встановлення біологічних пошкоджень. Здебільшого ці стандарти були перекладом англійських версій. Принциповою відмінністю цих стандартів був перехід на встановлення об'ємів колод за середнім діаметром та довжиною. [24, 26]

З 2019 р., перехід на європейські стандарти зумовив запровадження нових нормативних документів для класифікації лісоматеріалів круглих за якістю а в 2021 р. набула чинності низка стандартів, які сьогодні безпосередньо використовуються в Україні. Суттєвим недоліком цих стандартів є відсутність даних для лісоматеріалів ясена, клена, в'яза, берези, вільхи, осики, липи, граба, акації, вишні та інших листяних видів. Об'єми лісоматеріалів цих деревних видів визначають за найбільш наближеним стандартом певного деревного виду.

За даними Хомюка, Осадчука і Портаха сьогодні в Україні класифікацію та вимоги щодо вимірювання круглих ділових лісоматеріалів виконують на основі майже 30 нових державних стандартів та технічних умов. Їх використання забезпечує можливість уніфікувати класифікацію та облік круглих ділових лісоматеріалів, привести у відповідність до світових стандартів вимоги щодо встановлення якісних та кількісних показників, зокрема до визначення об'ємів сортиментів. [24]

1.3. Способи визначення об'єму стовбурів

Будь яке дерево та його частина є самостійними об'єктом лісової таксації, що вимагають спеціальних підходів і методів вимірювання з оцінки якості. Здебільшого дерева розчленовують на окремі частини за природними ознаками і за виробничим значенням у вигляді заготовленої деревини. [26]

Загалом будь-яке дерево поділяють на такі основні частини: стовбур, крону і коріння. У загальному об'ємі ростучого дерева ці частини складають певні величини. Найбільша частина дерева припадає на стовбур. Разом з тим співвідношення часток стовбура, коріння та гілок у різних дерев не

одинакові. Так у дерев, що виростили при густому стоянні, об'єм гілок та коріння відносно невеликий у порівнянні з об'ємом стовбура. Ці дерева мають високий повнодеревний стовбур та високопідняту крону із тонкими гілками. Дерева ж, які виростили на відкритому місці мають низько опущену крону з розлогими грубим гілками а також з потужною кореневою системою. Стовбур досягає відносно невеликої висоти. На його частку припадає менше питома вага об'ємі дерева. [4, 5, 9, 11, 16, 24]

За виробничим значенням дерево поділяють на ділову деревину та дрова. У свою чергу з ділової деревини вирізають промислові сортимент, що мають різноманітне призначення. Зокрема, це колоди для розпилювання, будівельні, шпальні та фанерні колоди, а також кряжі, баланси тощо. Частку виходу категорій деревини (зокрема ділової) та інших сортиментів розраховують у процентах від загального обсягу стовбурової деревини. Наприклад, для листяних дерев цей процент коливається від 20 до 70, а для хвойних порід від 85 до 90. Основною одиницею обліку деревини за об'ємом є кубічний метр. Об'єм ростучих дерев крупних ділових лісоматеріалів і запасів деревостанів завжди визначають у щільних кубометрах. Дрова, короткі ділові сортименти, а також гілля та хворост обліковують у складочних кубометрах з наступним переведенням у щільні кубічні метри. Об'ємний облік деревини потребує попереднього вимірювання розмірів деревного стовбура, його частин та окремих сортиментів. Найголовнішими елементами вимірювань у дерев є діаметри та висоти. Для проведення потрібних замірів застосовують спеціальні лісотаксаційні інструменти та прилади. Так для вимірювання діаметрів використовують мірні вилки різних конструкцій, мірні скоби та дендрометри. Довжини вимірюють мирними стильними рулетками або стрічками, складними метрами тощо. Висоти стоячих дерев вимірюють різними висотомірами. [4, 5, 9, 11, 16, 24]

Визначення об'єму окремого дерева, його частин та окремих лісових матеріалів може здійснюватися різними способами, які поділяють на фізичні

та математичні. Останні мають в лісотаксаційній практиці найбільше застосування.

Аналіз різноманітних підходів щодо визначення об'ємів колод вказує, що в основі закладено, 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 [3, 4, 6, 10, 13, 17, 19, 21-23, 30].

Форма деревних стовбурів дуже різноманітна та залежить від біологічних і екологічних властивостей деревних видів, а також впливу факторів навколишнього середовища на його ріст та розвиток.

У підручниках з таксації та в наукових статтях обсяг дерева на корені визначається у вигляді основної таксаційної формули. Введення у формулу видового числа пов'язане тим, що деревний стовбур симетричний, проте не є правильним стереометричним тілом. Тому його об'єм не може бути визначений за формулами параболоїда, нейлоїда чи конуса. Тому видове число в рівнянні основної таксаційної формули дозволяє в кожному конкретному випадку точно визначати обсяг стовбура дерева на корені. [8]

Згідно з існуючою теорією, формула для обчислення видового числа дерева виходить з основної таксаційної формули. У одноярусному лісі форма дерева багато в чому залежить від повноти деревостану, чим вище повнота, тим більше форма дерева наближається до правильних стереометричних фігур, і навпаки, чим менше повнота, тим більше форма дерева відрізняється від стереометричних фігур. Таким чином, повнота є регулюючим фактором, що впливає на форму стовбура дерева. Всі інші фактори середовища, включаючи антропогенний фактор, на форму стовбура дерева впливають через повноту деревостану. [4] У результаті цього впливу чим вище висота дерева тим форма стовбура наближена до циліндра, і навпаки, при незмінній висоті, чим більший діаметр дерева на рівні висоти грудей, тим більше форма стовбура відрізняється від циліндра. З іншого боку, якщо великі значення висоти дерева наближають форму стовбура дерева до циліндра, то великі

значення діаметра при постійній висоті дерева, навпаки спотворюють форму стовбура дерева від правильної геометричної фігури.

Таким чином можна стверджувати, що проблема визначення об'єму деревних колод не є повністю вирішеною. Тому актуальність цього питання не викликає сумнівів, особливо на виробництві. З огляду на це доречно виконати регіональні дослідження, які ми проведемо в умовах Дарівського лісництва філії «Осмолодське лісове господарство» ДП "Ліси України".

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА РОБОТИ

2.1. Об'єкт досліджень

Філія "Осмолодське лісове господарство" ДП "Ліси України» розташована в західній частині Івано-Франківської області. Загальна площа лісового фонду філії становить 64357 га, у тому числі площа вкритих лісовою рослинністю земель становить 56384,9 га (або 88%). Не вкриті лісовою рослинністю землі займають 5312,3 га. [29, 32]

У структурі філії функціонує 13 лісництв, серед яких і Дарівське лісництво, яке є другим за величиною і займає площу 5291 га.

У лісовому фонді переважають деревостани ялини європейської, частка яких становить більшу половину. Розподіл лісового фонду за групами віку вказує на суттєву перевагу середньовікових лісів (рис. 2.1) [1, 2, 32]

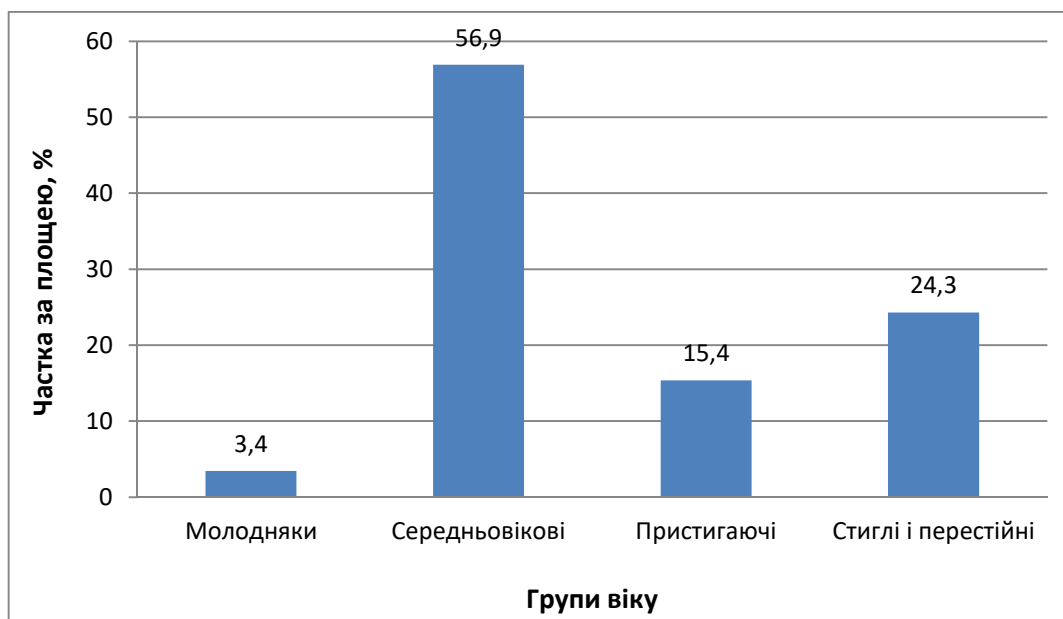


Рис. 2.1. Розподіл філії за групами віку

Такий розподіл лісового фонду за деревними видами безпосередньо впливає на розподіл обсягів заготовленої лісопродукції. Щорічно у філії заготовляють понад 180 тис. куб деревини. Так за 2022 рік загальний обсяг заготівлі у філії становив 185,215 тис. куб деревини, з яких 139,363 тис. куб м – деревина ялини європейської, що становить більше 75%. З огляду на це ми досліджуватимемо колоди ялини європейської.

2.2. Програма роботи

Встановлення фактичних об'ємів колод є важливим не тільки з наукової точки зору, але насамперед для виробників. Саме лісокористувачі (лісозаготівельники) разом з покупцями (трейдери, деревообробники) найбільше зацікавлені в отриманні об'єктивної інформації про об'єми купленої/проданої деревини, що дає змогу ефективно здійснювати менеджмент підприємств, фінансову та фіскальну звітність. Тому програмою робіт передбачено:

- виявити ділянки, де заплановано проведення лісогосподарських заходів;
- відшукати діючу лісосіку;
- відібрати на лісосіці модельні дерева для обміру
- виконати обміри згідно технічного завдання;
- виконати розрахунки об'ємів колод ялини з використанням різних формулами;
- порівняти між собою отримані результати;
- встановити допустимі методи визначення об'ємів колод ялини, за значеннями абсолютних та відносних відхилень.

Запропонований алгоритм дозволить зібрати достовірну інформацію про об'єми заготовлених та відхилення, які спонукають помилки при встановленні цих об'ємів.

2.3. Збір польових матеріалів

Для виконання програмних питань нами підібрані сортименти ялини європейської різної довжини, які заготовлені на лісосіках. Характеристику лісосік наведено у табл. 2.1.

Загалом колоди відібрані у Дарівському лісництві на двох діючих лісосіках.

Таблиця 2.1

Характеристика діючих лісосік, де виконано обміри колод ялини

Номер ділянки	Назва л/г заходу	Квартал/виділ	Кількість обмірних колод, шт.
1	суцільнолісосічна рубка	5/13	40
2	вибіркова санітарна рубка	16/16	20

Вимірювання діаметрів здійснювали металевою мірною вилкою у двох взаємоперпендикулярних напрямках на початку колоди, в кінці колоди а також через кожні 50 см колоди (залежно від її довжини). Весь процес вимірювання зводився до позначення на стовбурі міток на 0,5 м для подальшого вимірювання на них діаметрів. [5, 9, 11, 13, 26] Процес вимірювання діаметрів мірною вилкою показано на рис. 2.2-2.3.



Рис. 2.2. Вимір діаметра колоди на початку



Рис. 2.3. Вимір діаметра колоди на середині

Всі заміри нами виконано з точністю ± 1 мм, але подальші розрахунки виконуватимемо на основі усереднених значень діаметрів. Загалом нами проведено заміри на 60 колодах повалених стовбурів ялини європейської.

Для вирішення поставленого завдання щодо оцінки точності таксації об'ємів ялинових сортиментів виміряно діаметри колод з нижньої частини (відземкові) та з середньої частини (серединні). Окрім місця заготівлі ялинові колоди поділені за довжиною (3,0 м, 3,5 м, 6,0 м).

2.4. Визначення об'ємів колод

Встановлення об'ємів колод можна здійснювати різними методами, але найуживанішим і найпрактичнішим є використання математичних формул. Як правило ці формули називають стереометричними, оскільки розрахунок об'єму виконують за формулами, виведення яких ґрунтується на прирівнюванні колод до правильних тіл обертання. [5, 6, 9-11, 13, 20, 26]

Математичні формули розрахунку об'ємів колод умовно поділяють на прості і складні. За простими формулами об'єм колод визначають як добуток площі поперечного перетину на довжину колоди. При цьому цю площу можуть розраховувати не тільки за одним діаметром (до прикладу на середині) але і за кількома (зокрема на торцях колод). Натомість розрахунок об'єму колод за складними формулами полягає на сумі об'ємів секцій певної довжини. При цьому кількість секцій та їх довжина можуть бути різною. Нижче розглянемо найбільш поширені на практиці формули [5, 9, 26].

Проста формула Губера. Найбільш вживаніша формула для визначення об'єму, через те, що потребує виміряти діаметра лише діаметр на середині колоди:

$$V = \gamma L,$$

де γ – площа перерізу колоди на середині її довжини, м²;

L – довжина сортименту, м.

Складна формула Губера. Вимагає вимірювання діаметрів на середині кожної секції, на яку умовно поділено сортимент.

$$V = (\gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3 + \dots + \gamma_n) \cdot l$$

де $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$ – площа перерізу секції на середині, м²;

l – довжина секції, м.

Проста формула Смаліана. Вимагає вимірювання діаметрів на початку і торці сортименту:

$$V = \frac{g_0 + g_n}{2} \cdot L$$

де g_0 – площа поперечного перерізу на початку сортименту, м²;

g_n – площа поперечного перерізу в торці сортименту, м²;

l – довжина колоди, м.

Складна формула Смаліана. Вимагає виміру діаметрів на початку та вторці кожної умовної секції. Об'єм загальний знаходять додаванням об'ємів окремих секцій. Кінцевий варіант формули матиме вигляд:

$$V = \left(\frac{g_0 + g_n}{2} + g_1 + g_2 + \dots + g_{n-1} \right) * L$$

де g_0, g_n – площа перетину на початку і в торці колоди, м²;

g_1, g_2 - площі перетину на початку і торці кожної секції, м²;

l – довжина секції, м.

Також об'єм сортиментів можна встановлювати з використанням об'ємних таблиць. Для встановлення об'єму будь-якого сортименту за таблицями достатньо мати дві величини: довжину колоди і діаметр у верхньому відрубі або ж довжину колоди і діаметр на середині колоди.

2.5. Статистична обробка результатів досліджень

Для виявлення ступеня варіації об'ємів колод проведено статистичну обробку результатів експерименту (з використанням пакету прикладних програм кафедри лісової таксації та лісовпорядкування). Для статистичного аналізу будемо розраховувати середньоарифметичне значення, стандартне відхилення та коефіцієнт варіації. [7, 10, 27, 28]

Середнє арифметичне – це центр розподілу, навколо якого групуються усі варіанти статистичної сукупності. Розраховують за формулою:

$$\bar{V} = \frac{\sum v_i}{N},$$

де v_i – об'єми колод, м³;

N – кількість варіант (колод).

Стандартне відхилення – вказує на роззосередженість варіант навколо середньої величини і розраховується за формулою:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (v_i - \bar{V})^2}{N - 1}},$$

де \bar{V} – середні значення об'ємів колод.

Коефіцієнт варіації – показник, який вказує на ступінь мінливості.

$$V = \frac{\sigma}{\bar{V}} 100\%$$

2.6. Обсяг експериментальних досліджень

Для отримання високої точності при визначенні об'ємів ялинових сортиментів було проведено виміри діаметрів колод через один метр починаючи з нуля. Окрім цього колоди поділили на три категорії за довжиною (3,0 м, 3,5 м і 6,0 м) та на дві категорії за місцем заготівлі на стовбурі (відземкові та серединні). Загалом було обстежено 60 колод заготовлених сортиментів ялини європейської (по 10 на кожен категорію). Результати замірів наведено в додатку.

Такий підхід до вимірювань забезпечує можливість використання як простих так і складних формул, а також урахування впливу на кінцевий результат. [5, 7, 9, 11, 13, 15, 23, 26]

РОЗДІЛ 3. ТАКСАЦІЯ ЯЛИНОВИХ КОЛОД

3.1. Визначення об'ємів колод різними способами

Використовуючи результати польових вимірювань відповідно до методології ми виконуємо розрахунок об'єму кожної колоди різними методами: за простими і складними формулами (Губера, Смаліана, Рікке-Сімпсона) та з використанням нормативів (чинного ДСТУ 4020-2-2001 та його попередника ГОСТ 2708-75). [5, 9, 13, 26] Результати замірів та розрахунків для відземкових колод довжиною 3,0 м наведено нижче у таблицях.

Таблиця 3.1

Діаметри ялинових колод довжиною 3,0 м

Номер колоди	Діаметр колод на висоті, см						
	d ₀	d _{0.5}	d _{1.0}	d _{1.5}	d _{2.0}	d _{2.5}	d _{3.0}
1	32,4	32,9	33,5	33,7	34,6	35,7	35,9
2	36,4	36,1	35,3	34,6	34,1	33,6	33,4
3	32,4	30,4	30,2	29,4	28,2	27,1	27,0
4	36,6	35,1	33,6	32,2	31,3	31,1	31,0
5	30,5	31,1	31,6	32,6	33,4	33,7	33,9
6	34,1	33,0	31,9	31,7	31,0	30,1	29,9
7	25,1	25,6	26,6	26,9	27,3	27,6	28,0
8	29,3	27,8	27,0	26,7	26,5	26,1	25,7
9	36,6	34,7	32,6	32,1	30,9	30,3	30,1
10	36,1	34,6	32,4	31,6	30,7	30,5	30,2

З наведених даних бачимо, що розраховані середні діаметри на різних висотах відрізняються між собою, при цьому спостерігаємо традиційне зменшення діаметра від відземка до вершини. На основі цих діаметрів ми будемо виконувати розрахунок об'ємів різними способами.

Таблиця 3.2

Розрахунок об'єму першої відземкової колоди довжиною 3,0 м
за складною формулою Губера

Номер секції	Довжина секції, м	Діаметр на середині секції, см	Площа поперечного перетину, м ²	Об'єм секції, м ³
1	0,5	32,7	0,0837	0,042
2	0,5	33,2	0,0866	0,043
3	0,5	33,6	0,0887	0,044
4	0,5	34,2	0,0916	0,046
5	0,5	35,2	0,0970	0,049
6	0,5	35,8	0,1007	0,050
Разом				0,274

Таблиця 3.3

Розрахунок об'єму другої відземкової колоди довжиною 3,0 м
за складною формулою Губера

Номер секції	Довжина секції, м	Діаметр на середині секції, см	Площа поперечного перетину, м ²	Об'єм секції, м ³
1	0,5	36,3	0,1032	0,052
2	0,5	35,7	0,1001	0,050
3	0,5	35,0	0,0959	0,048
4	0,5	34,4	0,0927	0,046
5	0,5	33,9	0,0900	0,045
6	0,5	33,5	0,0881	0,044
Разом				0,285

Таблиця 3.4

Розрахунок об'єму третьої відземкової колоди довжиною 3,0 м
за складною формулою Губера

Номер секції	Довжина секції, м	Діаметр на середині секції, см	Площа поперечного перетину, м ²	Об'єм секції, м ³
1	0,5	31,4	0,0774	0,039
2	0,5	30,3	0,0721	0,036
3	0,5	29,8	0,0697	0,035
4	0,5	28,8	0,0651	0,033
5	0,5	27,7	0,0600	0,030
6	0,5	27,1	0,0575	0,029
Разом				0,201

Таблиця 3.5

Розрахунок об'єму четвертої відземкової колоди довжиною 3,0 м
за складною формулою Губера

Номер секції	Довжина секції, м	Діаметр на середині секції, см	Площа поперечного перетину, м ²	Об'єм секції, м ³
1	0,5	35,9	0,1009	0,050
2	0,5	34,4	0,0927	0,046
3	0,5	32,9	0,0850	0,043
4	0,5	31,8	0,0792	0,040
5	0,5	31,2	0,0765	0,038
6	0,5	31,1	0,0757	0,038
Разом				0,255

Таблиця 3.6

Розрахунок об'єму п'ятої відземкової колоди довжиною 3,0 м
за складною формулою Губера

Номер секції	Довжина секції, м	Діаметр на середині секції, см	Площа поперечного перетину, м ²	Об'єм секції, м ³
1	0,5	30,8	0,0745	0,037
2	0,5	31,4	0,0772	0,039
3	0,5	32,1	0,0809	0,040
4	0,5	33,0	0,0855	0,043
5	0,5	33,6	0,0884	0,044
6	0,5	33,8	0,0897	0,045
Разом				0,248

Таблиця 3.7

Розрахунок об'єму шостої відземкової колоди довжиною 3,0 м
за складною формулою Губера

Номер секції	Довжина секції, м	Діаметр на середині секції, см	Площа поперечного перетину, м ²	Об'єм секції, м ³
1	0,5	33,6	0,0884	0,044
2	0,5	32,5	0,0827	0,041
3	0,5	31,8	0,0794	0,040
4	0,5	31,4	0,0772	0,039
5	0,5	30,6	0,0733	0,037
6	0,5	30,0	0,0707	0,035
Разом				0,236

Таблиця 3.8

Розрахунок об'єму сьомої відземкової колоди довжиною 3,0 м
за складною формулою Губера

Номер секції	Довжина секції, м	Діаметр на середині секції, см	Площа поперечного перетину, м ²	Об'єм секції, м ³
1	0,5	25,4	0,0505	0,025
2	0,5	26,1	0,0535	0,027
3	0,5	26,8	0,0562	0,028
4	0,5	27,1	0,0577	0,029
5	0,5	27,5	0,0592	0,030
6	0,5	27,8	0,0607	0,030
Разом				0,169

Таблиця 3.9

Розрахунок об'єму восьмої відземкової колоди довжиною 3,0 м
за складною формулою Губера

Номер секції	Довжина секції, м	Діаметр на середині секції, см	Площа поперечного перетину, м ²	Об'єм секції, м ³
1	0,5	28,6	0,0640	0,032
2	0,5	27,4	0,0590	0,029
3	0,5	26,9	0,0566	0,028
4	0,5	26,6	0,0556	0,028
5	0,5	26,3	0,0543	0,027
6	0,5	25,9	0,0527	0,026
Разом				0,171

Таблиця 3.10

Розрахунок об'єму дев'ятої відземкової колоди довжиною 3,0 м
за складною формулою Губера

Номер секції	Довжина секції, м	Діаметр на середині секції, см	Площа поперечного перетину, м ²	Об'єм секції, м ³
1	0,5	35,7	0,0998	0,050
2	0,5	33,7	0,0889	0,044
3	0,5	32,4	0,0822	0,041
4	0,5	31,5	0,0779	0,039
5	0,5	30,6	0,0735	0,037
6	0,5	30,2	0,0716	0,036
Разом				0,247

Таблиця 3.11

Розрахунок об'єму десятої відземкової колоди довжиною 3,0 м
за складною формулою Губера

Номер секції	Довжина секції, м	Діаметр на середині секції, см	Площа поперечного перетину, м ²	Об'єм секції, м ³
1	0,5	35,4	0,0981	0,049
2	0,5	33,5	0,0881	0,044
3	0,5	32,0	0,0804	0,040
4	0,5	31,2	0,0762	0,038
5	0,5	30,6	0,0735	0,037
6	0,5	30,4	0,0723	0,036
Разом				0,244

Ще одним точним способом визначення об'єму колод є застосування складної формули Смаліана. На відміну від складної формули Губера будемо використовувати діаметри на кінцях секцій, які безпосередньо виміряні нами на колодах. Результати розрахунків для першої відземкової колоди довжиною 3,0 м наведено в табл. 3.12, а решту розрахунків – у додатках.

Таблиця 3.12

Розрахунок об'єму першої відземкової колоди довжиною 3,0 м
за складною формулою Смаліана

Номер секції	Довжина секції, м	Діаметр початку секції, см	Діаметр в торці секції, см	Площа поперечного перетину початку секції, м ²	Площа поперечного перетину торця секції, м ²	Об'єм секції, м ³
1	0,5	32,4	32,9	0,0824	0,0850	0,042
2	0,5	32,9	33,5	0,0881	0,0881	0,044
3	0,5	33,5	33,7	0,0892	0,0892	0,045
4	0,5	33,7	34,6	0,0940	0,0940	0,047
5	0,5	34,6	35,7	0,1001	0,1001	0,050
6	0,5	35,7	35,9	0,1012	0,1012	0,051
Разом						0,278

Результати розрахунку об'єму першої відземкової триметрової колоди вказують на відмінності від об'єму, знайденого за складною формулою Губера. Аналогічні розрахунки виконано для інших колод, зокрема для решти відземкових колод різної довжини та для серединних колод різної довжини. Наскільки суттєвими є ці відхилення будемо встановлювати порівнюючи всі результати.

Щоб узагальнити результат ми використаємо складну формулу Рікке-Сімпсона, яка враховуватиме діаметри на початку та в кінці кожної секції а також на середині цих секцій. Результати розрахунків наведено в табл. 3.13 та в додатках.

Таблиця 3.13

Розрахунок об'єму першої відземкової колоди довжиною 3,0 м
за складною формулою Рікке-Сімпсона

Номер секції	Довжина секції	Діаметр, см			Площа перетину, м ²			Об'єм секції, м ³
		початок	середина	торець	початок	середина	торець	
1	0,5	32,4	32,7	32,9	0,0824	0,0837	0,0850	0,042
2	0,5	32,9	33,2	33,5	0,0850	0,0866	0,0881	0,043
3	0,5	33,5	33,6	33,7	0,0881	0,0887	0,0892	0,044
4	0,5	33,7	34,2	34,6	0,0892	0,0916	0,0940	0,046
5	0,5	34,6	35,2	35,7	0,0940	0,0970	0,1001	0,049
6	0,5	35,7	35,8	35,9	0,1001	0,1007	0,1012	0,050
Разом								0,274

Результати розрахунку об'єму колоди за формулою Рікке-Сімпсона також є дещо відмінними від об'єму, розрахованого за складними формулами Губера і Смаліана. Проте абсолютне значення більшою мірою наближається до об'єму колоди, знайденого за складною формулою Губера.

Аналогічні розрахунки виконано для всіх колод іншої довжини (відземкових та серединних).

Програмою роботи передбачено також розрахунок об'ємів колод за простими формулами. Такі розрахунки виконано для всіх колод за простими формулами Губера, Смаліана та Рікке-Сімпсона. Результати розрахунків для відземкових колод довжиною 3,0 м наведено у табл. 3.14

Таблиця 3.14

Розрахунок об'єму відземкових колод довжиною 3,0 м

за простими формулами

Номер колоди	Площа поперечного перетину, м ²			Об'єм колод, знайдений за простою формулою, м ³		
	початок	середина	торець	Губера	Смаліана	Рікке-Сімпсона
1	0,0824	0,0892	0,1012	0,247	0,276	0,270
2	0,1041	0,0940	0,0876	0,312	0,288	0,284
3	0,0824	0,0679	0,0573	0,247	0,210	0,206
4	0,1052	0,0814	0,0755	0,316	0,271	0,253
5	0,0731	0,0835	0,0903	0,219	0,245	0,249
6	0,0913	0,0789	0,0702	0,274	0,242	0,239
7	0,0495	0,0568	0,0616	0,148	0,167	0,169
8	0,0674	0,0560	0,0519	0,202	0,179	0,172
9	0,1052	0,0809	0,0712	0,316	0,265	0,250
10	0,1024	0,0784	0,0716	0,307	0,261	0,244

З наведених у таблиці результатів бачимо, що існує різниця у визначенні об'єму ялинових колод різними простими формулами. Також існує різниця між об'ємами колод знайдених за простими та складними формулами. Аналогічні розрахунки визначення об'ємів колод виконаного для всіх груп та довжин.

Крім використання формул нами також виконано розрахунок об'ємів колод за стандартами: за діючим стандартом ДСТУ 4020-2-2001 та за ГОСТ 2708-75. Між цими стандартами принциповою відмінністю є використання значення діаметра, де в першому випадку використовують діаметр на середині колоди, а в другому – у тоншому вілрубі. Результати розрахунків показано у табл. 3.15.

Таблиця 3.15

Об'єми колод довжиною 3.0 м, встановлені за нормативами

Номер колоди	Об'єми колод у м ³ , знайдений за	
	ДСТУ 4020-2-2001	ГОСТ 2708-75
1	0,250	0,2800
2	0,265	0,3000
3	0,181	0,2025
4	0,221	0,2650
5	0,235	0,2650
6	0,221	0,2500
7	0,157	0,1710
8	0,157	0,1850
9	0,221	0,2500
10	0,221	0,2500

З наведених у таблиці результатів спостерігаємо наявність відхилень між об'ємами, знайденими з використанням нормативів. При цьому об'єми колод за ГОСТ 2708-75 є вищими від об'ємів за ДСТУ 4020-2-2001. Така ж тенденція спостерігається і для колод інших довжин.

Отримані об'єми ялинових колод послужили нам вихідним матеріалом для подальшого статистичного опрацювання результатів досліджень.

3.2. Статистичний аналіз результатів досліджень

Для виявлення варіації об'ємів ялинових колод нами проведено статистичне опрацювання отриманих результатів. Найбільш інформативним показником спостережень є коефіцієнт варіації, що представлено для коло 3,0 на рис. 3.1.

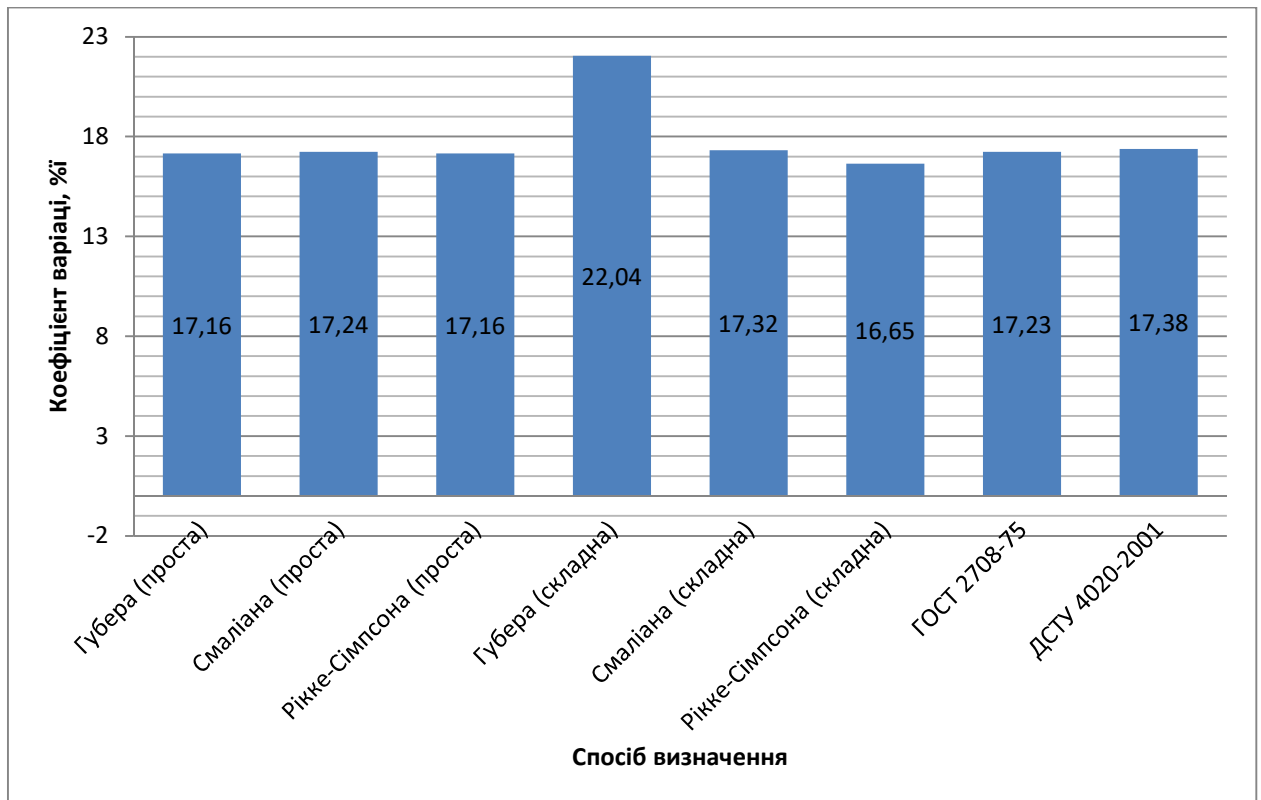


Рис. 3.1. Мінливість об'ємів ялинових колод

Результати розрахунку вказують, що варіація коливається у межах 16,7-22,0%. Найбільше значення зафіксовано для об'ємів за простою формулою Губера. Аналогічні розрахунки виконано для серединної частини та для колод інших довжин. Коефіцієнти варіації для довших колод назагал є дещо меншими. Точність дослідів для всіх варіантів не перевищує 5%, що повністю задовольняє поставлений експеримент.

3.3. Порівняння результатів досліджень

Розраховані абсолютні значення об'ємів колод різними способами а також їхні статистичний аналіз засвідчують, що між об'ємами існують суттєві відмінності. Власне для виявлення ступеня відхилень нами виконано порівняння знайдених (розрахованих) об'ємів ялинових колод. Приймаємо, що найточніше об'єм колод розраховано за складною формулою Губера, яка враховує діаметри на середині окремих секцій. Результати порівняння для відземкових колод довжиною 3,0 м наведено у табл. 3.16, а зведені результати – у таблиці 3.17.

Таблиця 3.16

Порівняння об'ємів колод довжиною 3,0 м

Номер колоди	Спосіб визначення об'єму колод							
	складні формули			прості формули			нормативи	
	Губера	Смаліана	Рікке-Сімпсона	Губера	Смаліана	Рікке-Сімпсона	ДСТУ 4020-2-2001	ГОСТ 2708-75
Об'єми колод, м ³								
1	0,274	0,278	0,274	0,247	0,276	0,270	0,250	0,2800
2	0,285	0,281	0,285	0,312	0,288	0,284	0,265	0,3000
3	0,201	0,197	0,201	0,247	0,210	0,206	0,181	0,2025
4	0,255	0,250	0,255	0,316	0,271	0,253	0,221	0,2650
5	0,248	0,252	0,248	0,219	0,245	0,249	0,235	0,2650
6	0,236	0,232	0,236	0,274	0,242	0,239	0,221	0,2500
7	0,169	0,171	0,169	0,148	0,167	0,169	0,157	0,1710
8	0,171	0,169	0,171	0,202	0,179	0,172	0,157	0,1850
9	0,247	0,241	0,247	0,316	0,265	0,250	0,221	0,2500
10	0,244	0,239	0,244	0,307	0,261	0,244	0,221	0,2500
Разом	2,330	2,310	2,330	2,588	2,404	2,336	2,129	2,419
Абсолютні відхилення, м ³								
	-	-0,020	0,000	0,258	0,074	0,006	-0,201	0,088
Відносні відхилення, %								
	-	-0,9	0,0	10,0	3,1	0,3	-9,4	3,7

З наведених даних бачимо чіткі відмінності між знайденими об'ємами, які зумовлені підходами їх визначення. За отриманими результатами можна зробити висновок, що прості формули Смаліана та Рікке-Сімпсона, а також

ГОСТ 2708-75 несуттєво завищують об'єми колод (у межах 0,3-3,7%). Натомість проста формула Губера завищує об'єм на 10%. У свою чергу решта способів занижують об'єм колод. Так складна формула Смаліана несуттєво занижує результат (в межах 1%), а от ДСТУ 4020-2-2001 систематично занижує результат до 10%. Аналогічні закономірності можна відзначити для об'ємів решти колод різної довжини і категорії. При цьому варто відзначити, що при збільшенні довжини сортименту точність таксації об'єму зростає, а відхилення відповідно зменшуються. Зведені результати порівнянь наведено у табл. 3.17

Таблиця 3.17

Зведені порівняння відхилень об'ємів ялинових колод

Довжина колоди	Відхилення у % встановленні за									
	складні формули				прості формули				нормативи	
	Губера	Смаліана	Рікке-Сімпсона	Губера	Смаліана	Рікке-Сімпсона	ДСТУ 4020-2-2001	ГОСТ 2708-75		
Відземкові колоди										
3,0	-	-0,9	0,0	10,0	3,1	0,3	-9,4	3,7		
3,5	-	0,8	0,3	3,2	3,3	0,8	-5,4	2,1		
6,0	-	-0,5	0,3	2,2	3,0	0,1	-1,7	0,2		
Серединні колоди										
3,0	-	0,8	0,2	9,1	3,3	0,3	-8,2	2,5		
3,5	-	-0,2	0,1	2,1	-0,3	0,2	-4,8	1,7		
6,0	-	0,1	0,2	2,1	2,8	0,1	-2,8	1,5		

Отримані результати вказують, що для визначення об'єму ялинових колод найдоцільніше застосовувати нормативи, оскільки похибка розрахунку не перевищує 5 %. Ці способи є легко застосовні (вимагають виміру одного

діаметру на середині або в торці колоди) у порівнянні з можливістю використання формул, для використання яких потрібно робити багато замірів діаметрів на різних довжинах колод. Проте для всіх довжин ялинових колод ГОСТ 2708-75 систематично завищує об'єми, а ДСТУ 4020-2-2001 систематично занижує об'єм, причому досить суттєво (з похибкою 1,7-9,4%).

Таким чином можна стверджувати, що назагал для визначення об'ємів ялинових колод можна застосовувати прості і складні формули, які є трудоемкими, або ж застосовувати нормативи (вимагають вимірювати довжину і один діаметр). При цьому чинний наразі в Україні норматив дещо занижує об'єми деревини. При цьому у всіх випадках похибка не перевищувала 10%. Але з урахуванням загальних обсягів лісозаготівлі (180 тис. куб. м деревини щорічно) відхилення становитимуть значний обсяг (приблизно 10-15 тис. куб. м деревини), що для підприємства могли б бути додатковим джерелом фінансових надходжень.

ВИСНОВКИ

Результати досліджень та їх аналіз дозволяють зробити такі висновки:

1. На території Дарівського лісництва філії «Осмолодське лісове господарство ДП "Ліси України» переважають високопродуктивні здебільшого чисті ялинові деревостани. Вони займають найбільшу площу вкритих лісовою рослинністю ділянок, що відповідає понад 80% загальної вкритої лісовою рослинністю площі.

2. Підприємство виконує всі види господарської діяльності, зокрема лісозаготівлі від рубок формування та оздоровлення лісів, у тому числі і від санітарних рубок та від рубок головного користування. Тому є потреба у визначенні найбільш точних способів розрахунку (встановлення) об'ємів різного роду лісопродукції. Серед заготовленої лісопродукції значну частку займають круглі лісоматеріали різної довжини: 3,0 м; 4,0 м; 4,5 м; 6,0 м.

3. Об'єми сортиментів на підприємстві встановлюють з 2019 року з використанням ДСТУ 4020-2-2001, який передбачає вимірювання довжини колод та діаметра на середині колод. У філії запроваджено систему електронного обліку деревини, яка автоматизує процес розрахунків.

4. Аналіз значень коефіцієнта варіації свідчить, що мінливість об'ємів відземкових колод є вищою у порівнянні з серединними колодами, при цьому об'єми довших колод є більш мінливими порівняно з коротшими.

5. Результати розрахунку об'ємів колод різними способами вказують, що прості формули Смаліана та Рікке-Сімпсона, а також ГОСТ 2708-75 несуттєво завищують об'єми колод (у межах 0,3-3,7%). Натомість проста формула Губера завищує об'єм на 10% (для коротких відземкових колод). У свою чергу решта способів занижують об'єм колод. Так, складна формула Смаліана несуттєво занижує результат (в межах 1%), а от ДСТУ 4020-2-2001 систематично занижує результат (інколи до 10%).

6. При збільшенні довжини сортименту точність таксації об'єму колод зростає, а відхилення відповідно зменшуються.

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. Залежність збігу стовбура від показників деревостану. Лісівництво і агролісомеліорація. Вип. 107. - Харків: 2004. - С. 43-48.
4. 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.
5. Горошко М.П., Хомюк П.Г. Лісова таксація: Практикум. - Львів: УкрДЛТУ, 2000. - 132 с.
6. 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.
7. Горошко М.П., Миклуш С.І., Хомюк П.Г. Біометрія: навч. посіб. [для студ. вищ. навч. закл.]. – Львів: Камула, 2004. – 236 с.
8. Гром М.М. Бусько М.М., Куриляк В.М. Складання таблиць ходу росту насаджень : практикум. – Львів : УкрДЛТУ, 2002. – 68 с.
9. Гром М.М. Лісова таксація: Підручник. - Львів: УкрДЛТУ, 2005. - 352 с.
10. 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.
11. Зеленський М.Н. Таксація заготовленої лісопродукції. – Львів : УкрДЛТУ, 1998. – 38 с.

12. 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.
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., 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.
16. 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.
17. 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
18. 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.
19. 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.
20. Рябчук В.П. Довідник аспіранта та студента. - Львів: УкрДЛТУ, 2000. - 98 с.

21. 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.
22. 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.
23. Строчинський А.А. Математичні моделі повнодеревності стовбурів основних лісоутворювальних порід України. Науковий вісник Нац. аграрн. ун-ту. - К., 2006. Вип. 96. - С. 116-125.
24. Хомюк П.Г., Осадчук Л.С., Портах С.В. Становлення та особливості застосування нормативів з таксації товарної структури запасів деревостанів і заготовлених круглих лісоматеріалів. Науковий вісник НЛТУ України. 2021, т. 31, № 3. С. 14–21.
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. Fakultaet fuer Forstwissenschaften und Waldoekologie Georg-August-Universitaet Goettingen, 2001. - 211 s.
28. Pretzsch H. Modellierung des Waldwachstums. - Parey Buchverlag Berlin, 2001. - 341 s.
29. <https://e-forest.gov.ua/about-us/>
30. <https://www.researchgate.net/publication/322102767>
31. https://www.enpi-fleg.org/site/assets/files/2111/manual_podkorytov_measuring_and_quality_assessment_round_wood.pdf
32. [Філія \(osmolodalis.com.ua\)](https://osmolodalis.com.ua)