

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ІННІ лісового і садово-паркового господарства
УДК 630*5:582.43

ПОГОДЖЕНО Директор ІННІ лісового і садово-паркового господарства
Василишин Роман Дмитрович
(підпис) (ІПБ) 2023 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ Т.в.о. завідувач кафедри таксації лісу та лісового менеджменту
Миронюк Віктор Валентинович
(підпис) (ІПБ) 2023 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на тему: «Облік продукції сосни звичайної за різними методами таксації»

Спеціальність 205 – Лісове господарство

Освітня програма Лісове господарство
(код і назва)
(назва)
Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Гарант освітньої програми

Доктор с.-г. наук, професор
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ІПБ)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

Доктор с.-г. наук, професор Білоус Андрій Михайлович
Доктор с.-г. наук, професор Миронюк Віктор Валентинович
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ІПБ)

Виконав Бондар Олексій Миколайович
(підпис) (ІПБ студента)

КИЇВ – 2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ІННІ лісового і садово-паркового господарства

ЗАТВЕРДЖУЮ

Т.в.о. завідувача кафедри таксації лісу
та лісового менеджменту
доктор с.-г. наук, проф.

Миронюк В.В.

(підпис)

(ПІБ)

2022 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання магістерської кваліфікаційної роботи студенту

Бондару Олексію Миколайовичу

(прізвище, ім'я, по-батькові)

Спеціальність 205 – «Лісове господарство»

Тема магістерської кваліфікаційної роботи «Облік продукції сосни звичайної за різними методами таксації»

затверджені наказом ректора НУБіП України від 30 грудня 2022 року №1941 «С».

Термін подання завершеної роботи на кафедру 2023.10.20

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи методика дослідження круглих лісоматеріалів, ТУ У 16.1-0099-207-004:2018 «Лісоматеріали круглі.

Маркування, сортування, транспортування, приймання, облік та зберігання, дослідні дані таксації деревини, база даних заготовленої деревини.

Перелік питань, які потрібно розробити

1. Здійснити огляд наукових та аналітичних джерел інформації про облік круглих лісоматеріалів. Вивчити сучасні мобільні додатки для таксації деревини.
2. Здійснити аналіз методичних особливостей таксації деревини за чинним способом та за програмою Timbeter.
3. Дослідити питання точності обліку круглих лісоматеріалів різними способами таксації.

Перелік графічного матеріалу (за потребами) фотографії дослідного матеріалу.

Дата видачі завдання 01 листопада 2022 року.

Керівники магістерської кваліфікаційної роботи

Білоус А.М.

(підпис)

(ПІБ)

Миронюк В.В.

(підпис)

(ПІБ)

Завдання прийняв до виконання

Бондар О.М.

НУБІП УКРАЇНИ

РЕФЕРАТ

Магістерська кваліфікаційна робота складається з: 54 с., 32 рис., 9 табл., 52 джерел.

У першому розділі був огляд літератури, у якому описано про сучасні способи та методи вимірювання лісоматеріалів. Також представлено дані про систему електронного обліку, де було написано як вона функціонує в Україні та про вимірювання об'єму за серединним діаметром у корі.

У другому розділі дано коротку характеристику підприємства на базі якого проводилися дослідження з обміру круглих лісоматеріалів. Розписано коротку інструкцію про засоби вимірювання деревини, правила використання та про дослідні дані.

У третьому розділі наведено результати дослідження обміру круглих лісоматеріалів різними способами, а саме визначення об'єму за серединним діаметром у корі у верхньому відрізі без кори та використання мобільного додатку Timberer. Також в 3 розділі було дано загальний по використанню різних способів вимірювань.

Ключові слова: круглі лісоматеріали, діаметр на середині колоди в корі, діаметр у верхньому відрізі без кори, клас якості, клас товщини, мобільний додаток Timberer

ЗМІСТ

Вступ	5
РОЗДІЛ 1	6
Основні етапи та принципи розвитку лісової таксації	6
1.1. Сучасні системи вимірювання	6
1.1.1 Оптичні вимірювання RGB і LiDAR за допомогою iPad	9
1.2 Система електронного обліку в Україні	13
1.3 Класифікація круглих лісоматеріалів	15
1.4 Природно - кліматичні умови	22
РОЗДІЛ 2	25
МЕТОДИКА ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ЗБОРУ ДОСЛІДНИХ ДАНИХ	25
2.1 Місцезнаходження і площа	25
2.1.1. Організація території. Обсяг і характер виконаних лісовпорядних робіт	26
2.1.2 Економічні умови району діяльності підприємства	28
2.2. Вимірювання діаметрів стовбура	28
2.2.1 Розмітка ланьки мірної вилки	31
2.2.2 Техніка вимірювання діаметрів	33
2.3 Методи вимірювання	34
2.3.1 Вимірювання серединного діаметра	34
2.3.2 Вимірювання верхнього діаметра	35
2.3 Матеріали дослідження	35
РОЗДІЛ 3	38
ТАКСАЦІЯ КРУГЛИХ ЛІСОМАТЕРІАЛІВ РІЗНИМИ МЕТОДАМИ	38
3.1 Вимірювання деревини в штабелі	38
3.2 Вимірювання деревини завантаженої на автотранспорт	46
ВИСНОВКИ	52
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	54

Вступ

Актуальність теми. Система електронного обліку деревини, значно покращує прозорість та ефективність управління лісовим господарством завдяки можливості відстеження всіх етапів лісозаготівлі, від ідентифікації лісосік та підрядників до відправлення деревини. Ця система допомагає здійснювати облік деревних хлестів, окремих ділових сортиментів і дров поштучно, або у стосах безпосередньо на лісосіці, верхньому чи нижньому складах, автоматично формувати первинні та звітні облікові документи, оперативно передавати і приймати інформацію щодо кількісних і якісних параметрів заготовленої та реалізованої лісопродукції та, відповідно, ефективно приймати управлінські рішення. В наш час використовується та розробляється новітніх технологій, ці зміни можна також в лісовій галузі. А саме хотілося розповісти про мобільний додаток Timbeter який забезпечує швидкі й точні вимірювання та можливість ефективною і зручною роботи з даними про зроблені зміни. Ця програма для вимірювання кубатури лісу в штабелі та лісовозі з великою точністю. Програма розраховує кількість колод, діаметр кожного, щільність та об'єм. За допомогою щільності можна перевести складковий обсяг щільний.

Метою роботи є визначення точності обліку круглих лісоматеріалів сосни за допомогою мобільного додатку Timbeter.

Об'єктом дослідження є лісопродукція сосни та способи таксації її об'єму.

Предметом дослідження особливості обліку круглих лісоматеріалів сосни за допомогою мобільного додатку Timbeter.

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 1

Основні етапи та принципи розвитку лісової таксації

НУВІП України

1.1. Сучасні системи вимірювання

В наш час існує багато способів і технологій які допомагають покращити точність та ефективність процесів лісозаготівлі, сприяють оптимізації використання лісових ресурсів. Сортування колод за якістю ґрунтується на методах 3D- або рентгенівського сканування. Попередні дослідження показали, що точність сортування підвищується при використанні багатовимірних моделей для поєднання змінних, отриманих як за допомогою 3D, так і рентгенівських сканерів. Однак існує потенціал для подальшого покращення сортування, якщо об'єднати 3D- та рентгенівські дані на більш ранній стадії: на основі вимірної 3D-форми можна отримати кращу оцінку довжини шляху рентгенівського випромінювання в деревині, що дозволить розрахувати профіль щільності деревини на основі вимірної ослаблення рентгенівського випромінювання.

Якісне сортування за допомогою оптичних 3D-сканерів

Якісне сортування лісоматеріалів вимагає здатності прогнозувати якість пиломатеріалів на основі вимірів колод. Багато лісопилок вже сортують деревину на основі вимірів довжини та діаметру, отриманих за допомогою оптичних тривимірних (3D) сканерів поверхні (рис. 1). Ці сканери також надають інформацію про конусність, нерівності та інші змінні, які можуть бути використані для оцінки якості колод (наприклад, Grace 1994, Järpinen and Nylinder 1997, Oja et al. 1999).

Такі прогнози з використанням методу найменших квадратів (МНК) на основі 3D-даних у програмному забезпеченні для сортування за якістю Kvalitet On-Line (Aron. 2007b) виявилися успішними і набули значного поширення у Швеції [40, 41, 33, 35, 36, 37, 38, 39 31, 45, 46].

НУВІП України

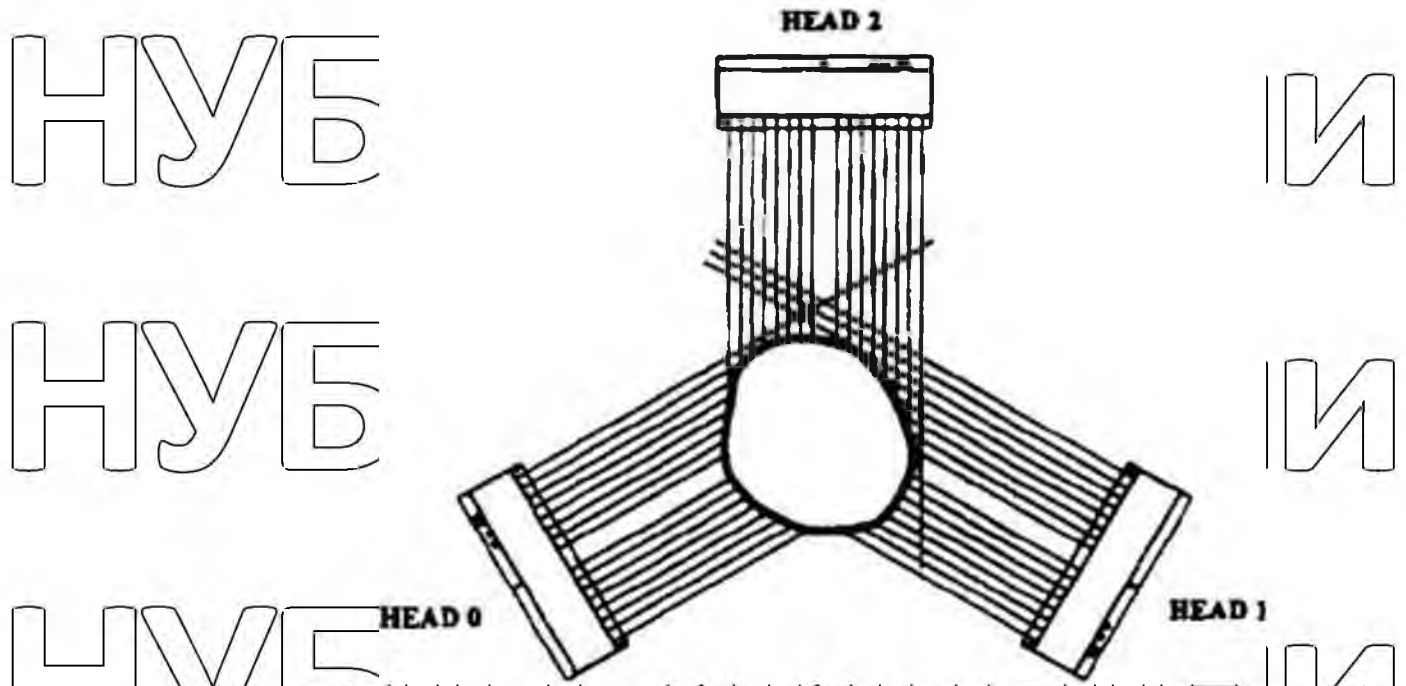


Рис. 1.1 Схематичний опис оптичного 3D-сканера поверхні (Dashner 1993) [40].

Якісне сортування за допомогою рентгенівських сканерів

Рентгенівське сканування за допомогою комп'ютерної томографії (КТ) є занадто повільним для промислового застосування, але може використовуватися для отримання точних вимірювань щільності деревини (Lindgren 1991).

Високоякісні зображення виявилися дуже корисними для дослідницьких цілей, наприклад, шведський банк стовбурів сосни, колекція КТ-зображень, зібрана Грєнлундом та ін. (1995).

Для того, щоб підвищити швидкість, промислові рентгенівські сканери використовують лише обмежену кількість фіксованих напрямків вимірювання (наприклад, Aune 1995, Grundberg та Grönlund 1995). Багато авторів розробили алгоритми аналізу зображень з таких детекторів, включаючи розрахунок структури сучків (Pietikäinen 1996), річної ширини кільця (Wang et al. 1997), зовнішньої форми (Oja et al. 1998, Skatter 1998) і міцності розпиляних виробів (Oja et al. 2005). На

рисунку 2 показано принцип роботи успішного двонаправленого рентгенівського

каротажного сканера для сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.), розробленого Грундбергом і Грьонлундом (1995), який використовується на семи лісопилках станом на жовтень 2007 року. Сьогодні використання рентгенівських сканерів зростає, і, ймовірно, їх буде встановлено ще більше сезону і варіюється в межах – 60-77 % [40].

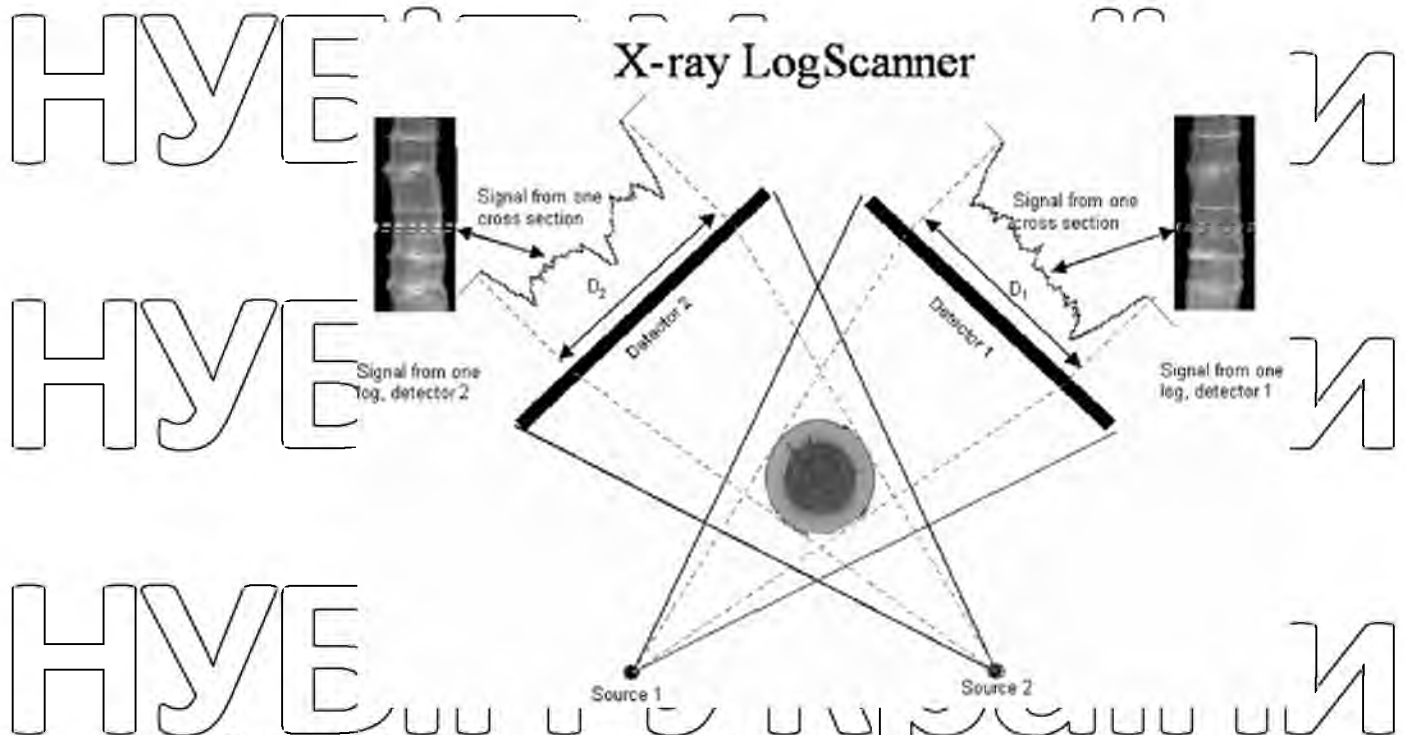


Рис. 1.2. Схематичний опис рентгенівського каротажного приладу, розробленого Grundberg і Grönlund(1995), зображення з Oja et al. (1998)

Якісне сортування з використанням рентгенівських і 3D-сканерів

Oja та ін. (2004) порівняли ефективність сортування за допомогою рентгенівського та 3D- сканування, а також дослідили можливі переваги використання PLS-моделі, що поєднує параметри обох методів. Дослідження показало, що 57% розпиляних дощок були правильно класифіковані при використанні 3D-сканування, 62% - при використанні рентгенівського LogScanner і 66% - при об'єднанні даних обох методів сканування. Максимально можливий результат, з ідеальною класифікацією колод, склав 81%. У дослідженні зроблено

висновок, що поєднання 3D- і рентгенівського сканування є дуже перспективним, і запропоновано, щоб майбутні дослідження були спрямовані на повне використання можливостей поєднання цих двох методів. Можна також очікувати, що таке поєднання дасть кращі результати вимірювання діаметрів, поєднуючи здатність рентгенівського сканера LogScanner працювати з різною товщиною кори зі здатністю 3D-сканера працювати з поперечними перерізами неправильної форми (Oja et al. 1998). Ще однією причиною для вивчення переваг такої комбінації є те, що 3D-сканер вже присутній на більшості лісопилкок, які встановлюють рентгенівський каротажний сканер, а отже, не потребує значних додаткових інвестиційних витрат [40].

Поєднання необроблених даних від 3D- та рентгенівських сканерів на більш ранній стадії дасть змогу отримати покращені профілі щільності колоди. Профіль щільності колоди можна отримати, якщо сигнал LogScanner компенсувати з урахуванням різної довжини пробігу окремих фотонів у деревині (Grundberg et al. 1990). Найкраща компенсація шляху проходження знаходиться на основі реальної форми колоди, яка на практиці невідома. Замість цього, розроблені алгоритми повинні використовувати найкращу доступну інформацію про форму, а саме форму, виміряну 3D-сканером. Гіпотеза полягає в тому, що така комбінована методика призведе до покращення оцінок щільності серцевини та заболони і дозволить краще ідентифікувати, серед іншого, вміст ядрової деревини, закрученість сучків, річну кільцеву відстань та гнилість [40].

1.1.1 Оптичні вимірювання RGB і LiDAR за допомогою iPad

Оптичні вимірювання RGB (червоний, зелений, синій) та LiDAR (лазерний дистанційний вимірювальний інструмент) використовуються в лісівництві та геодезії для вимірювання параметрів деревини та лісових масивів.

Додаткові вимірювання були проведені з RGB-зображенням і комбінацією LiDAR, використовуючи споживче обладнання. Штаги деревини сканувалися за допомогою планшета з інтегрованими RGB-камерами та сканерами LiDAR; їх було

встановлено на iPad Pro™ 2-го покоління з 11-дюймовим дисплеєм і операційною системою iPadOS 15. Основна камера має 12,19 Мп (3840 × 2160 пікселів), ширококутний об'єктив із діафрагмою 1,8 і подвійним оптичним зумом. Камера з надширококутним об'єктивом має роздільну здатність 10 Мп з діафрагмою 2,4 і кутом огляду 125°. В якості унікальної функції на iPad також був встановлений сканер LiDAR із радіусом дії 5 метрів. Рис. 5 показує iPad Pro і розташування датчиків LiDAR. Ділянок на долю ділянок з надмірним зволоженням приходить ся 25% площі. Болота займають площу 1076,9 га.



Рис. 1.3. (iPad Pro™ 2-го покоління з 11-дюймовим дисплеєм: (а) передній

дисплей із відсканованою та обробленою деревиною у використуваному додатку 3D Scanner; (b) назад із розташуванням різних датчиків; (c) детальну інформацію про розташування датчиків [48].

Датчик iPad LiDAR випромінює масив із 24×24 інфрачервоних точок, розділених на сітку 3×3 із 8×8 точками дифракції кожна. Загалом це 576 балів. Було виявлено, що використання LiDAR на iPad Pro як техніка сканування непридатне для сканування невеликих об'єктів, таких як кубики Lego. При вимірюванні дерев'яних паль обмеженням є не розмір вимірюваних об'єктів, а

діапазон вимірювання, який становить 5 м. Проте сенсор iPad LiDAR раніше успішно використовувався для вимірювань у лісовому господарстві.

iPad був встановлений на селфі-палку довжиною 1,7 м. Тому камера iPad досягає максимальної висоти приблизно 4,2 м на кінці витягнутої руки. Для кожного експериментального методу кожен стопку деревини один раз оточували iPad. Зображення були зроблені у вертикальному хвилеподібному русі, щоб можна було захопити поверхню всієї дерев'яної купи. iPad злегка повернули вздовж осі палички, щоб отримати зображення в різних напрямках. Крім того, положення камери було визначено на основі позиції GNSS і датчиків IMU. Дані LiDAR, фотографії RGB і орієнтація були отримані двічі за допомогою двох різних програм (Pix4Dcapture, 3D Scanner App). Обидві програми фіксують і аналізують по-різному. Таким чином, ці програми пропонують два різні методи і розглядаються окремо [48].

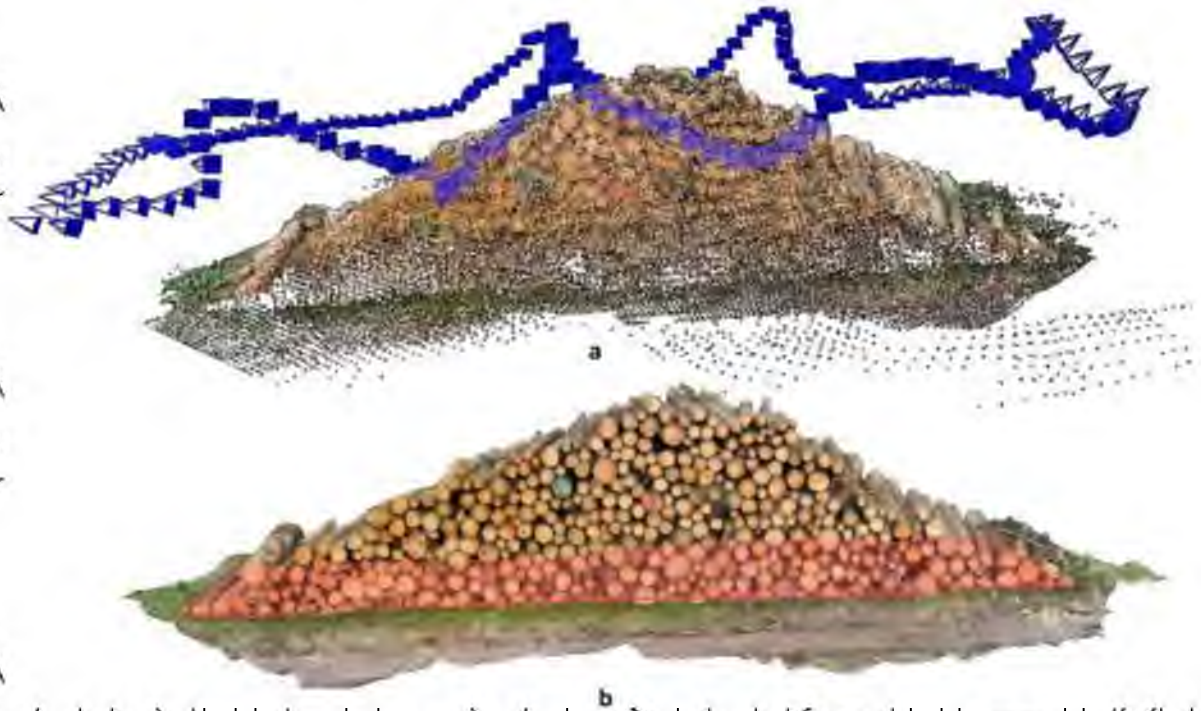


Рис. 1.4. Стоп деревини №WS4, зняте iPad-Pix4Dcapture (LiDAR + RGB) на основі 178 зображень RGB і даних вимірювань 178 глибин. (a) Текстурована хмара точок із положеннями та орієнтаціями камери (блакитні піраміди); (b) нанесена 3D

текстурована сітка та вимірювання постобробки Pix4Dcloud. Червона напівпрозора область представляє землю та нижню межу вимірювання об'єму [48].

а) PIX4Dcatch: під час процесу вимірювання програма «PIX4Dcatch» на iPad Pro використовувалася для автоматичного захоплення зображень RGB і додаткової інформації за допомогою інтегрованого сканера LiDAR. Для методу запуску зображення встановлено 90% перекриття зображення з автофокусом і пропуском зображень низької якості. Записані дані були завантажені в Pix4Dcloud і автоматично оброблені. На основі зображень RGB, LiDAR, позицій камери та даних орієнтації було розраховано хмару точок і текстуровану сітку. Після ручного визначення 3D площі поверхні землі програмою можна було розрахувати загальний об'єм штабеля деревини [48].

Червона напівпрозора область представляє землю та нижню межу вимірювання об'єму. Запас деревини № WS4 вимірювали за допомогою 178 зображень RGB і 178 вимірювань глибини розміром 258,59 МБ. Точність позиціонування GNSS по горизонталі складала 3,05 м, по вертикалі – 4,85 м.

Програма 3D Scanner: програма 3D Scanner від Laan Labs містить сканер LiDAR, що дозволяє користувачеві швидко сканувати моделі, а потім обробляти їх за допомогою програми. Додаток пропонує дуже високу роздільну здатність (0,5 мм). Він має вбудований інструмент вимірювання відстані, але не має можливості для вимірювання об'єму. З цієї причини моделі потрібно експортувати або завантажувати на онлайн-платформу, доступ до якої полегшує вимірювання об'єму.

Використовувалася програма Blender ver. 2.93.6, а об'єм було розраховано за допомогою додатка Blender AddOn «3D-Print Toolbox», створеного Кемпбеллом Бартоном із використанням опції повторної смуги «Smooth» зі значеннями глибини октодеревя 8-10 у масштабі 99%.

Вимірювання та аналізи, записані за допомогою програми Pix4Dcatch, позначаються аббревіатурою «P4D», а дані програми 3D Scanner — «D3» [48, 30, 34, 42, 43, 44, 47, 49, 50, 52].

1.2 Система електронного обліку в Україні

В Україні був введений електронний облік деревини який ефективно працює в даний час. Це нова інновація, яка дозволяє легко перевірити де відбувалася лісозаготівля, хто був підрядником і куди відправлена деревина, що робить управління лісовим господарством більш відкритим і прозорим для громадськості.

Із 2013 року в лісах підприємств, підпорядкованих Державному агентству лісових ресурсів України, з метою підвищення точності обліку лісо-продукції на всіх стадіях її переміщення, транспортування, реалізації та інвентаризації, автоматичного формування первинних облікових документів і звітності, оперативного отримання інформації про кількісні і якісні характеристики продукції заготівель та рух деревини запроваджено систему її електронного обліку. Головним оператором Єдиної державної системи електронного обліку деревини є Державне підприємство „Лісогосподарський інноваційний аналітичний центр„.

Комплект обладнання, за допомогою якого здійснюється електронний облік деревини рис.1.5. складається з кишенькового персонального комп'ютера, мобільного термо-принтера та засобів маркування(молоток для маркування, пластикова бирка). Нині замість КПК на підприємствах лісової галузі часто використовуються звичайні смартфони [12].



Рис. 1.5. Комплект обладнання для електронного обліку деревини [16].

Для ефективної роботи системи використовується спеціальне програмне забезпечення, яке дозволяє здійснювати облік деревних хлестів, окремих ділових сортиментів і дров поштучно, або у стосах безпосередньо на лісосіці, верхньому чи нижньому складах, автоматично формувати первинні та звітні облікові документи, оперативну передавати і приймати інформацію щодо кількісних якісних параметрів заготовленої та реалізованої лісо-продукції та, відповідно, ефективно приймати управлінські рішення.

За допомогою засобів маркування на заготовлену лісопродукцію встановлюється пластикова бирка, на якій зазначається індивідуальний номер хлеста, колади або пакету ділової деревини чи дров в цифровому форматі та у форматі штрих-коду.

Мобільний принтер безпосередньо у польових умовах дозволяє автоматично друкувати специфікації приймання, вивезення, переміщення, реалізації та інвентаризації лісо-продукції, а також товаро-транспортні накладні на відпуск та переміщення деревини.

Варто відзначити, що для ефективного виконання всіх завдань, які повинно вирішувати системи ЕОД, необхідно охопити всі ліси України, оскільки близько

27% лісів належать постійним лісокористувачам інших відомств, у яких майже не впроваджено електронний облік [12].

Донедавна системою електронного обліку деревини користувалися виключно державні підприємства, що знаходяться у підпорядкуванні Державному агентству лісових ресурсів України. У юрисдикції Держлісагентства знаходиться 73% площ українських лісів. Інформація про решту лісів у системі була відсутня [1].

Коротше кажучи, система електронного обліку деревини – це потужний цифровий інструмент, який використовується лісовими підприємствами для того, щоб мати всю інформацію про перевезення деревини, персонал, підрядників та бухгалтерію на одній платформі. У той же час, це цифрове рішення допомагає забезпечити кращий аналіз та кращу якість рішень щодо управління лісовим господарством [32].

Основними завданнями електронного обліку лісопродукції є:

- одержання даних про залишки лісопродукції;
- контроль за зберіганням і використанням лісопродукції;
- облік та контроль за оплатою відвантаженої лісопродукції;
- контроль за роботою матеріально-відповідальних осіб;
- попередження нестач, крадіжок і незаконного витрачання лісопродукції

Основні проблеми/недоліки:

• необхідність пошуку фінансування для малоресурсних та бюджетних підприємств (установ, організацій, тощо);

- посортиментне биркування всіх ділових лісоматеріалів в т.ч тонко-, короткомірних та низькорентабельних;

- відсутність 100% впровадження (99% у філіях ДАЛРУ, менше 10% у підприємствах Міноборони, Міносвіти) [18].

1.3 Класифікація круглих лісоматеріалів

З 1 січня 2019 року в Україні, в тому числі й лісової галузі, скасовано частину національних і міждержавних стандартів, які широко використовувалися у

виробничих умовах (зокрема ГОСТИ 9463-88, 9462-88, 2708-75, 2922-88, 3243-88 та ін.). На заміну було прийнято національні стандарти, а також технічні умови (ТУ), гармонізовані з європейськими та міжнародними стандартами.

Відповідно до вказаних табл.1.3. чинних нормативних документів лісоматеріали класифікують за чотирма класами якості:

- клас якості Д

Лісоматеріал найвищого класу якості, здебільшого належить до нижньої частини колоди з чистою деревиною або з незначними вадами, які не обмежують його використання.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України



Рис. 1.6. Круглий лісоматеріал класу якості А

- клас якості В
 Лісоматеріал середнього класу якості без особливих вимог до чистої
 деревини. Сучки дозволено в межах середнього значення для кожної породи.

НУБІП України



Рис. 1.7. Круглий лісоматеріал класу якості В

- клас якості С

Лісоматеріал нижче середнього класу якості, для якого дозволяються всі якісні особливості, які незначно знижують природні властивості деревини.



Рис. 1.8. Круглий лісоматеріал класу якості С

НУБІП України

НУБІП України

- клас якості D
 Лісоматеріал, що не задовольняє жодному з класів якості А, В та С і який може бути розподілено на товарну продукцію (лісоматеріали), придатні для подальшого використання [12].



Рис. 1.9. Круглий лісоматеріал класу якості D

Під час класифікації лісоматеріалів вказується латинська назва деревного роду та виду. Також може бути використана аббревіатура латинської назви.

Лісоматеріали класифікують за їхніми розмірами та зовнішнім виглядом, кількістю та розповсюдженням специфічних вад. Варто відзначити, що сухостійний лісоматеріал без явних ознак всихання може бути класифіковано, як круглий лісоматеріал класу С чи D. Сухостійний лісоматеріал з кількома ознаками всихання,

які значно погіршують природні характеристики деревини, варто класифікувати як дров'яну деревину.

НУБІП УКРАЇНИ

Таблиця 1.1

Класифікація хвойних круглих лісоматеріалів за серединним діаметром

№ з/п	Код	Серединний діаметр без кори, см
1.	D0	≤ 9
2.	D1a	10-14
3.	D1b	15-19
4.	D2a	20-24
5.	D2b	25-29
6.	D3a	30-34
7.	D3b	35-39
8.	D4	40-49
9.	D5	50-59
10.	D6	≥ 60

За чинними стандартами після класу „б„ можна створювати додаткові класи з такою ж градацією. Додатковий поділ на підкласи „а„ та „б„ може не відбутися або поширюватися на всі класи [12].

Розподіл круглих лісоматеріалів за довжиною для хвойних деревних видів в табл 1.2.

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

Таблиця 1.2

Класифікація хвойних круглих лісоматеріалів за довжиною

№ з/п	Код	Довжина, м
1.	L1	≥ 3
2.	L2	$> 3, \text{але} \leq 6$
3.	L3	$> 6, \text{але} \leq 13,5$
4.	L4	$\geq 13,5$

Наведемо приклад комбінації класів за середнім діаметром та довжиною: L2D4, тобто, круглий лісоматеріал довжиною від 3,1 до 6 м і середнім діаметром від 40 до 49 см [12, 2, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29].

1.4 Природно - кліматичні умови

Згідно поділу адміністративних районів України за лісо-рослинними зонами територія лісгоспу відноситься до лісостепової зони.

За лісогосподарським районуванням територія лісгоспу знаходиться в межах лісостепової лівобережної лісогосподарської області, Харківського лісогосподарського округу. («Нормативно-довідкові матеріали для таксації лісів України і Молдавії». К. 1987р.; «Критерії та індикатори сталого розвитку лісової галузі України» К. 2003р.).

Клімат району розташування підприємства помірно-теплий, середньо-вологий. Зима помірно холодна.

Коротка характеристика кліматичних умов, що мають значення для лісового господарства, приведена в табл. 1.3 [17].

Таблиця 1.3

Кліматичні показники

Найменування показників	Одиниці вимірювання	Значення	Дата
1.Температура повітря:			
-середньорічна	градус	+6,7	
-абсолютна максимальна	градус	+37,2	1946р.
-абсолютна мінімальна	градус	-35,7	1940р.
2.Кількість опадів на рік	мм	580	
3.Тривалість вегетаційного	днів	213	
4.Останні заморозки весною			перша декада травня
5.Перші заморозки восени			перша декада вересня
6.Середня дата замерзання рік			21.11.
7.Середня дата початку паводку			третя декада березня
8.Сніговий покрив:			
-потужність	см	25	
-час появи			друга декада грудня
-час сходження у лісі			третя декада березня
9.Глибина промерзання	см	75	
10.Напрямок переважаючих вітрів по сезонах:			
-зима	румб	ПдС	
-весна	румб	С	
-літо	румб	ПнЗ	
-осінь	румб	ПнЗ	
11. Середня швидкість переважаючих вітрів			
-зима	м/сек	9,2	
-весна	м/сек	3,1	
-літо	м/сек	2,6	
-осінь	м/сек	3,0	
12.Відносна вологість повітря	%	73	

Із кліматичних факторів, що негативно впливають на ріст і розвиток лісових насаджень потрібно відмітити весняні сухотви, а також пізні весняні і ранні осінні заморозки.

Територія лісгоспу за характером рельєфу відноситься до рівнинних лісів

Основні кліматичні показники району розташування лісгоспу взяті за даними Конотопської метеостанції [17].

Висновки до 1 розділу

Зробивши аналіз про сучасний розвиток таксації встановлено, що на сьогоднішній день активно розвиваються та застосовуються сучасні методи обліку лісоматеріалів (лазерне, оптичне, рентгенівське, 3D сканування) та мобільні додатки. Які дають змогу заощадити час, кошти та підвищити точність вимірювання круглих лісоматеріалів.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИКА ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ЗБОРУ ДОСЛІДНИХ ДАНИХ

2.1 Місцезнаходження і площа

Філія "Конотопське лісове господарство" Державного спеціалізованого господарського підприємства "Ліси України" розташоване в центральній частині Сумської області на території Конотопського району, а також міста обласного підпорядкування Конотоп. До складу входить 5 лісництв [17].

Адміністративно-організаційна структура та віднесення лісів до органів місцевої влади в таблиці 2.1

Таблиця 2.1

Адміністративно-організаційна структура та загальна площа

Найменування лісництв, місцезнаходження контор	Адміністративні райони	Площа, га
Конотопське	Конотопський	4747,5
м.Конотоп	м.Конотоп	5,6
Разом:		4753,1
Новомутинське	Конотопський	5427,6
с.Новомутин		
Бочечківське	Конотопський	4611,4
с.Бочечки		
Путивльське	Конотопський	4128,0
с.Кардаші	Конотопський	458,0
Разом:		4586,0
Бунякинське	Конотопський	6717,0
Усього по лігоспу:		26095,1

НУБІ

НУБІ

НУБІ

НУБІ



НИ

НИ

НИ

Рис 2.1. Райони Сумської області [27]

НУБІП України

Зовнішні межі лісгоспу, лісництва, адміністративних районів, місця розміщення контор, лісових кордонів показані на картах-схемах.

НУБІП України

2.1.1 Організація території. Обсяг і характер виконаних лісовпорядних робіт

ДП "Конотопський лісгосп" був організований в 1935 році на базі лісів

Путивльського лісгоспу, до складу якого входили Конотопське, Бочечківське,

НУБІП України

Будякинське, Новомугинське та Путивльське лісництва.

Згідно постанови Ради Міністрів УРСР № 834 від 30.11.1959р. Конотопський лісгосп був реорганізований в лісгоспзаг, а в 1992р. в держлісгосп, а в 2022 в Флія

"Конотопське лісове господарство".

НУБІП України

Перше лісовпорядкування лісів, які входять до складу лісгоспу було проведено в 1926 р. [17].

Наступні лісовпорядні роботи проводились в 1936, в 1947, в 1956, 1966, 1977р., 1986, 1996, 2007 роках. В архівах частково збереглися матеріали цих робіт: планшети, плани лісонасаджень, проекти організації і розвитку лісового господарства. Попереднє лісовпорядкування було проведено в 2007 році Українською експедицією. Наведено в табл. 2.2

Таблиця 2.2

Основні показники проведеного лісовпорядкування

Показники	Одиниці вимірювання	Обсяги
1. Площа лісовпорядкування	га	26095,1
в т.ч. з використанням ортофотопланів	га	26095,1
2. Кількість кварталів	шт.	511
3. Середня площа кварталів:	га	51,1
4. Кількість таксаційних виділів	шт.	12212
5. Середня площа таксаційного виділу	га	2,1
6. Закладено площадок вибіркового методу таксації	шт.	817
7. Закладено площадок на вивчення сум площ поперечних перерізів деревостанів	шт.	1502
8. Закладено пробних площ - усього	шт.	20
в т.ч. на рубки догляду	шт.	6
9. Кількість планшетів	шт.	41

Геодезичною (картографічною) основою для складання лісовпорядних планшетів стали правостановлюючі документи на право постійного користування земельними ділянками, матеріали лісовпорядкування 2007р., державні акти на право постійного користування земельними ділянками та ортофотоплани. Для

таксації деревостанів використовувались ортофотоплани масштабу 1:10000, космічні знімки зйомки [17].

2.1.2 Економічні умови району діяльності підприємства

Район розташування лісгоспу відноситься до числа аграрних районів області.

Провідною галуззю народного господарства є сільськогосподарське виробництво, що переважно спеціалізується на вирощуванні зернових та технічних культур, в районі діють акціонерні товариства по переробці сільськогосподарської продукції.

Переробкою деревини займаються Філія "Конотопське лісове господарство", ДП «Конотопський агроліс» та приватні підприємці.

В районі розташування лісгоспу діє ДП «Конотопський агролісгосп» в користуванні, якого знаходяться 6248,0 га лісових земель.

Лісистість адміністративних районів, на території яких розташований лісгосп, за даними державного обліку лісового фонду станом на 01.01.2011р. становить:

- Конотопський район – 34,8%;

Середня лісистість в зоні діяльності лісгоспу становить 11,1%.

Ліси на території району розташовані, як окремими досить великими масивами і дачами так окремими досить невеликими контурами і дачами [17].

2.2. Вимірювання діаметрів стовбура

Вимірювання діаметра (товщини) стовбура, його частин і заготованих круглих сортиментів здійснюється за допомогою мірної вилки, мірної скоби, рідше складного метра або стрічки. Діаметри вимарюються як відстань між двома паралельними дотичними. Лісова мірна вилка, зображена на рис. 2.2, є основним приладом, який дуже широко застосовується при здійсненні таксаційних робіт [4].




Рис. 2.2. Стандартна мірна вилка [8]

Стандартна мірна вилка складається з трьох частин: мірної лінійки, рухомої ніжки і нерухомої ніжки. На вимірювальній лінійці наносяться поділки через 0,5 см з одного і через 1 см з другого боку.





б

Рис. 2.3. Стандартна мірна вілка: *a*-сторона з односантиметровими поділками, *б*-сторона з 4-сантиметровою поділками.

На шкалі нанесені цифри, які служать для визначення величини діаметра дерева. Рухома ніжка за допомогою отвору, який вона має, вільно пересувається вздовж мірної лінійки. Нерухома ніжка щільно з'єднана з мірною лінійкою (під кутом 90°) і становить з нею одне ціле. Для закріплення рухомої ніжки в потрібному положенні на ній передбачений стопорний гвинт. Довжина лінійки повинна бути дещо більшою за товщину найтовстішого дерева, яке може трапитися при обмірах [4]. Також використовують електронну вилку, яку зображено на рис. 2.4.



Рис. 2.4. Електронна вилка

Електронна мірна вилка має електронну направляючу і через Bluetooth взаємодіє зі смартфоном користувача.

2.2.1 Розмітка лінійки мірної вилки

Залежно від мети таксаційних робіт виміри діаметрів здійснюються з різною точністю. На лінійці наносяться поділки в 0,5 см, 1,0 см, а при масових господарських вимірах ростучих дерев за ступенями товщини - в 1, 2 або 4 см. Якщо на мірну вилку нанести всі поділки підряд, починаючи з 1 см, це ускладнить роботу, тому що при вимірах прийдеться щоразу думати, як заокруглити той чи інший вимір. Тому на мірну вилку звичайно наносять поділки із заокругленнями. Це ступені товщини показані поділками. [4, 12, 13, 14].

Ступені товщини можуть мати різну величину:

при 1-см ступені: 1,2,3,4,5,6 і т. д.

при 2-см ступені: 2,4,6,8, 10, 12 і т. д.

при 4-см ступені: 4, 8, 12, 16, 20 і т. д.

При знятті показників діаметрів з величиною 0,5 ступеня і більше значення заокруглюють до наступного ступеня, а діаметри менші 0,5 ступеня до розрахунку не беруться. Для точних наукових досліджень застосовують мірні вилки з міліметровими поділками.

Для полегшення заокруглення значень за ступенями товщини перший ступінь наноситься на мірну вилку в подовинному розмірі, наприклад при односантиметрових ступенях перший ступінь наноситься в розмірі 0,5 см, при двосантиметрових – 1 см, при чотирисантиметрових – 2 см. У такому випадку

відлік діаметра здійснюється на лінійці за цифрою, яку бачать зліва зразу за рухомою ніжкою вже з готовим заокругленням [4].

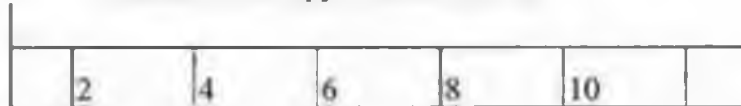
Розмітка лінійки без заокруглення



Розмітка із заокругленням до 1 см



Розмітка із заокругленням до 2 см



Розмітка із заокругленням до 4 см



Рис. 2.5. Різні типи розмітки мірної лінійки [4]

При вимірюванні великої кількості ростучих дерев із середнім діаметром до 16 см приймають заокруглення до 2 см, а при середньому діаметрі більше 16 см виміри здійснюють за 4-сантиметровими ступенями товщини, на мірних вилках при застосуванні заокруглень на початку шкали ставлять на перший

поділіці, яка відповідає половині величини ступеня товщини, тобто 0,5, 1 або 2 сантиметри, величини першої ступені товщини 1, 2, 4 см.

При застосуванні 4-сантиметрових ступенів товщини в окремих обмірах максимальна помилка буде становити ± 2 см, що при діаметрі 16 см становитиме 12,5%, а при розрахунках об'єму помилка вже досягне 25%. При діаметрі 32 см помилка становитиме 6,25%, а за об'ємом спричинить помилку 12,5%.

Як бачимо з наведеного прикладу, помилка доволі велика, тому при обмірі діаметрів тонкомірних дерев треба користуватися меншими заокругленнями, ніж при обмірах товстих. А при обмірах великої кількості дерев помилки будуть з різними знаками, тому зі збільшенням обмірів кінцева помилка буде наближатися до нуля. Виміри діаметрів великої кількості дерев за ступенями товщини створюють суттєві зручності при подальшій обробці цих даних [4].

2.2.2 Техніка вимірювання діаметрів

Техніка вимірів діаметрів зводиться до наступного. Для того, щоб виміряти діаметр дерева мірною вилкою, треба відсунути рухому ніжку, потім прикласти мірну вилку до дерева так, щоб нерухома ніжка і лінійка доторкалися до дерева, і повільно присунути рухому ніжку до дерева, і тільки потім взяти відлік за лінійкою, не знімаючи її з дерева. При вимірюванні мірною вилкою

потрібно дотримуватися таких основних правил:

Місце виміру на стовбурі необхідно очистити від моху та лишайників;

- вимірювальна лінійка при обмірах повинна дотикатися стовбура; рухома ніжка повинна бути повільно присунута і дотикатися до стовбура без натиску;

- площина, яка проходить через лінійку і дві ніжки вилки, повинна бути точно перпендикулярна до всієї стовбура;

- відлік з лінійки треба брати, коли вілка ще не знята зі стовбура;
- виміри діаметрів не повинні здійснюватися навпроти сучків та інших нерівностей на стовбурі (наростів, затесів та ін.);

- при вимірюванні діаметрів окремого дерева виміри здійснюють у двох взаємно-перпендикулярних напрямках і виводиться середньоарифметичне значення, а також можна напрямки вимірів орієнтувати стосовно сторін світу - Пн-Пд та Сх-Зх;

- роботи з мірною вилкою треба виконувати з особливою ретельністю, тому що помилки, які допущені при вимірюванні діаметрів, виявляють великий вплив на точність при розрахунках об'ємів;

- кінці ніжок повинні заходити за середину стовбура, бо інакше буде заміряна хорда, а не діаметр [4].

2.3 Методи вимірювання

Діаметр вимірюється посередині довжини колоди. При неможливості вимірювання діаметра посередині довжини колоди вимірюють верхній діаметр.

По верхньому діаметру визначають еквівалент серединного діаметра з урахуванням поправки на збіг.

Діаметр допускається вимірювати з корою або без кори, але, як правило, використовується діаметр без урахування кори [5].

2.3.1 Вимірювання серединного діаметра

Діаметр колоди вимірюють посередині її довжини.

Вимірювання діаметра вимірювальною вилкою здійснюють такими методами:

- колоди з серединним діаметром не більше 20 см вимірюють вимірювальною вилкою один раз посередині довжини;

- для колод з серединним діаметром понад 20 см посередині довжини вимірюють два діаметри у взаємно-перпендикулярних напрямках

Під час використання металевої рулетки виконують одне вимірювання посередині довжини колоди.

Під час використання автоматичної системи застосовують метод, який

відповідає ручному вимірюванню.

Якщо посередині довжини існує незаперечна вада форми, діаметр повинен вимірюватись у двох місцях по обидва боки вади на однаковій відстані від середини довжини.

Середину довжини довгої колоди (стовпа) визначають без урахування будь-яких поправок щодо форми поперечного перерізу на вершинному її кінці [5].

2.3.2 Вимірювання верхнього діаметра

Діаметр колоди вимірюють на верхньому торці.

Вимірювання діаметра вимірювальною вилкою здійснюють на відстані від 5 до 10 см від верхнього торця такими методами: колоди з верхнім діаметром не більше 20 см вимірюють вимірювальною вилкою один раз. Вимірювальну вилку повинно розташувати таким чином, щоб отриманий діаметр відповідав усередненому діаметру поперечного перерізу верхнього торця колоди [8].

2.3 Матеріали дослідження

Матеріалом для нашого дослідження слугували штабелі деревини сосни звичайної. Штабелі були колоди різної якості та різної довжини, але в основному ми використовували 4-метрові колоди класів якості А і В.



Рис. 2.6. Вимірювання верхнім діаметром

Під час проведення експерименту ми здійснювали вимірювання по верхньому та серединному діаметру в корі. Для цього ми користувалися різними засобами, включаючи мірну вилку, рулетку, а також мобільний додаток Timberer.

Коротка характеристика про мобільний додаток

Timberer – інструмент для роботи з круглим лісом, який забезпечує швидкі й точні вимірювання та можливість ефективної і зручної роботи з даними про зроблені зміни. Ця програма для вимірювання кубатури лісу в штабелі та лісовозі з великою точністю. Програма розраховує кількість колод, діаметр кожного, щільність та об'єм. За допомогою щільності можна перевести складковий обсяг щільний. Для протяжних штабелів є опція "панорама". Інтернет для проведення розрахунків не потрібний [51].

Також можна фільтрувати за діаметрами, щоб побачити, скільки колод у певному діапазоні. Кожне вимірювання зберігається в хмарі, що забезпечує огляд вимірювань у реальному часі, пов'язаних з їх типами та якість. TimberEye дозволяє швидко аналізувати та ділитися своїми вимірюваннями. Можна переглядати інвентаризацію, стан активного сховища та створювати миттєві звіти кількома натисканнями кнопки, допомагаючи менеджерам і бухгалтерам бути в курсі подій [51].

Висновки до 2 розділу

Дослідний матеріал зібраний на базі філії “Конотопське лісове господарство” ДП “Ліси України”, Новомутинське лісництво. Вимірювалися штабелі деревної породи сосна. Дана порода є головною лісоутворюючою в лісництві, та має сприятливі умови зростання в Лісостепі.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 3

ТАКСАЦІЯ КРУГЛИХ ЛІСОМАТЕРІАЛІВ РІЗНИМИ МЕТОДАМИ

3.1 Вимірювання деревини в штабелі

Основною метою було вимірювання круглих лісоматеріалів та визначення їх об'єму за вимірюванням середнього діаметра у корі, верхнього діаметру без кори і мобільним додатком Timbeter.

Отже в табл. 3.1 представлені дані обліку деревини класу якості В у дослідному штабелі №1.

Таблиця 3.1

Об'єм круглих лісоматеріалів дослідного штабелю №1

Клас товщини	Клас якості	Кількість колод, шт.	Об'єм за діаметром колод у корі на середині довжини, м ³	Об'єм за діаметром колод без кори у верхньому відрізі, м ³	Абсолютне відхилення, м ³	Відносне відхилення, %
D2a (20-24)	В	25	3,494	3,572	-0,078	-2,23
D2b (25-29)	В	14	2,699	2,725	-0,026	-0,96
D3a (30-34)	В	4	1,067	1,220	-0,153	-14,34
D4 (40-49)	В	1	0,463	0,580	-0,117	-25,27
Разом	-	44	7,723	8,097	-0,374	-4,84

Загалом штабель складався з колод різних діаметрів які були поділені на різні класи товщин відповідно їхніх діаметрів, графічно зображено на рис. 3.1.

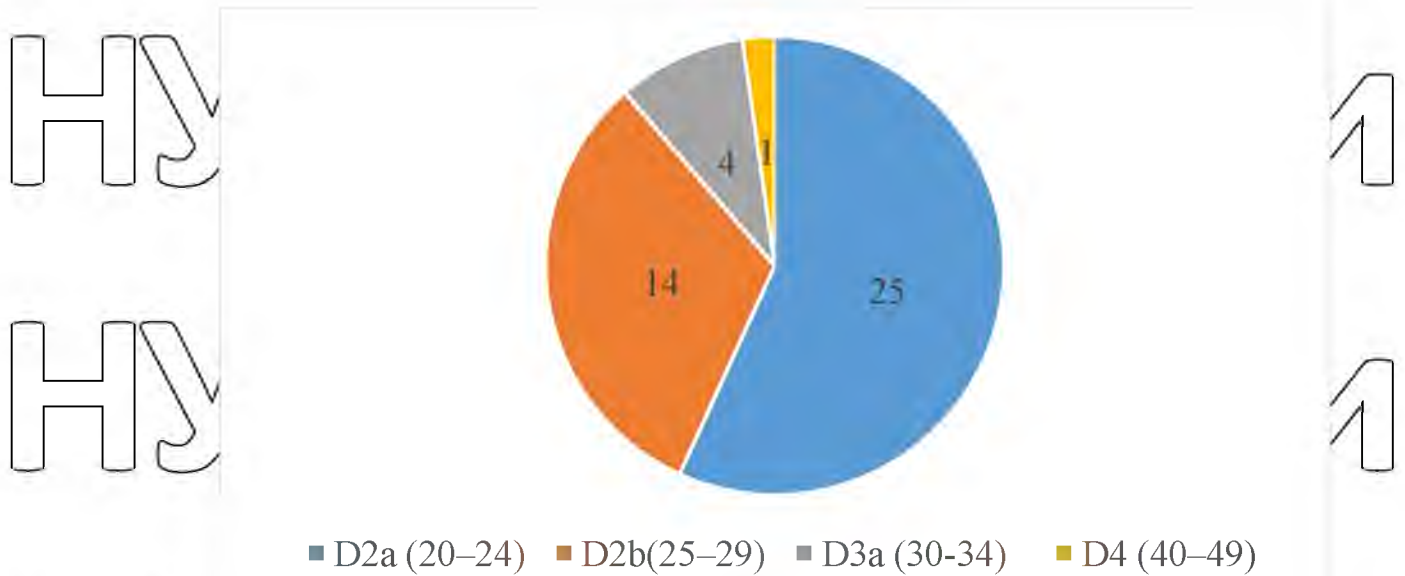


Рис. 3.1. Розподіл колод дослідного штабелю №1

В даному штабелі було всього 44 колоди породи сосни, довжиною 4 м. Об'єм за діаметром колод у корі на середині довжини визначали за допомогою ДСТУ 4020-2-2001. Разом вийшло 7,723 м³, а у верхньому відрізі без кори по ГОСТ 2708-75 склало 8,097 м³.

Під час розрахунків також було враховано абсолютне та відносне відхилення об'єму дослідного штабелю за вимірюванням середнього діаметра у корі та мобільного додатку. При вимірюванні TimberEye показав 7,685 метрів кубічних, що є досить не поганим результатом. Але на правильність вимірів впливає декілька факторів, а саме як розміщений штабель також каліброваність програми (встановлення еталону зазвичай 1 м). Для аналізу потрібно визначити абсолютне та відносне відхилення, щоб дізнатися чи доцільно використовувати дану програму. Абсолютне відхилення складає 0,038 м³, а відносне відхилення 0,5%.

НУ

НУ

НУ



1

1

1

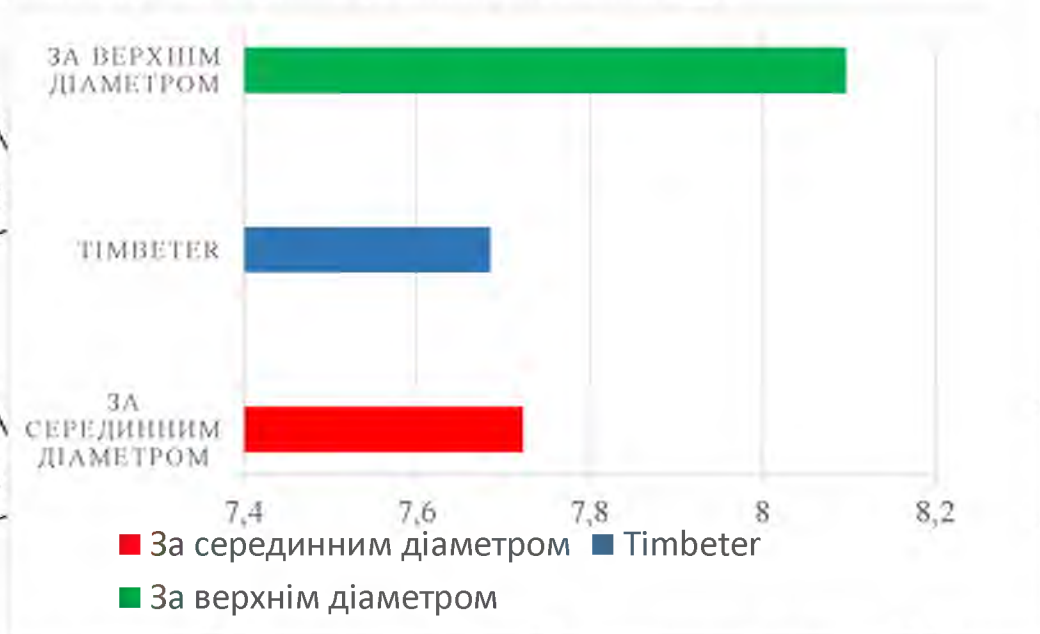
Рис. 3.2. Мобільний додаток Timbeter

НУБІП України

На рис. 3.3 зображено гістограму за допомогою якої ми можемо провести оцінку діаметрів виміряних різними способами

НУ

НУ



И

И

- За серединним діаметром
- Timbeter
- За верхнім діаметром

НУБІП України

Рис. 3.3. Оцінка діаметрів, виміряних за різними способами

Таблиця 3.2

Об'єм круглих лісоматеріалів дослідного штабелю №12

Клас товщини	Клас якості	Кількість колод, шт.	Об'єм за діаметром колод у корі на середині довжини, м ³	Об'єм за діаметром колод без кори у верхньому відрізі, м ³	Абсолютне відхилення, м ³	Відносне відхилення, %
D1a (10-14)	B	2	0,082	0,098	-0,016	-19,51
D1b (15-19)	B	28	1,851	1,937	-0,086	-4,65
D2a (20-24)	B	11	1,014	1,113	-0,099	-9,76
D2b (25-29)	B	1	0,131	0,137	-0,006	-4,58
D3a (30-34)	B	1	0,188	0,210	-0,022	-11,70
Разом	-	43	3,266	3,495	-0,229	-7,011

Визначаємо абсолютне та відносне відхилення об'єму лісоматеріалів виміряних за серединним діаметром в корі та мобільним додатком Timbeter. Об'єм за Timbeter становить 3,115 м³, а самого штабелю 3,266 м³. Абсолютне відхилення становить 0,151 м³, а відносне 4,65%. Дана різниця між об'ємами становить не відповідне розміщення деяких колод які програма не змогла порахувати належним чином. На рис. 3.3 розподіл колод дослідного штабелю №2.

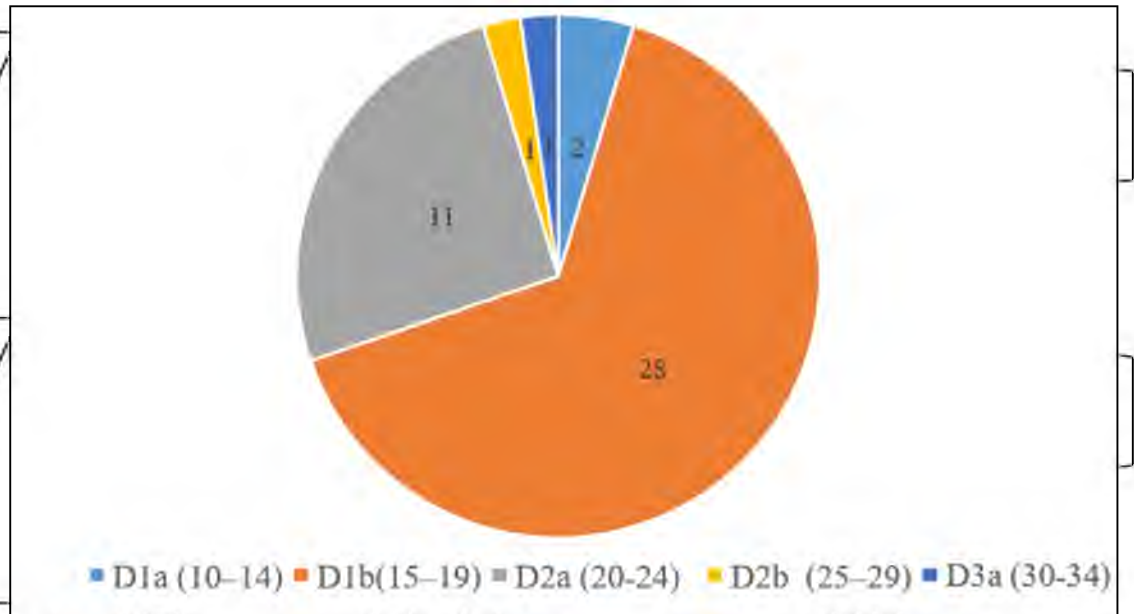


Рис. 3.4. Розподіл колод дослідного штабелю №2

В даному штабелі було всього 43 колоди породи сосни, довжиною 3 м.

Загальний об'єм визначених за середнім діаметром складає 3,266 м³, у верхньому відрізі без кори по ГОСТ 2708-75 складо 3,495 м³.

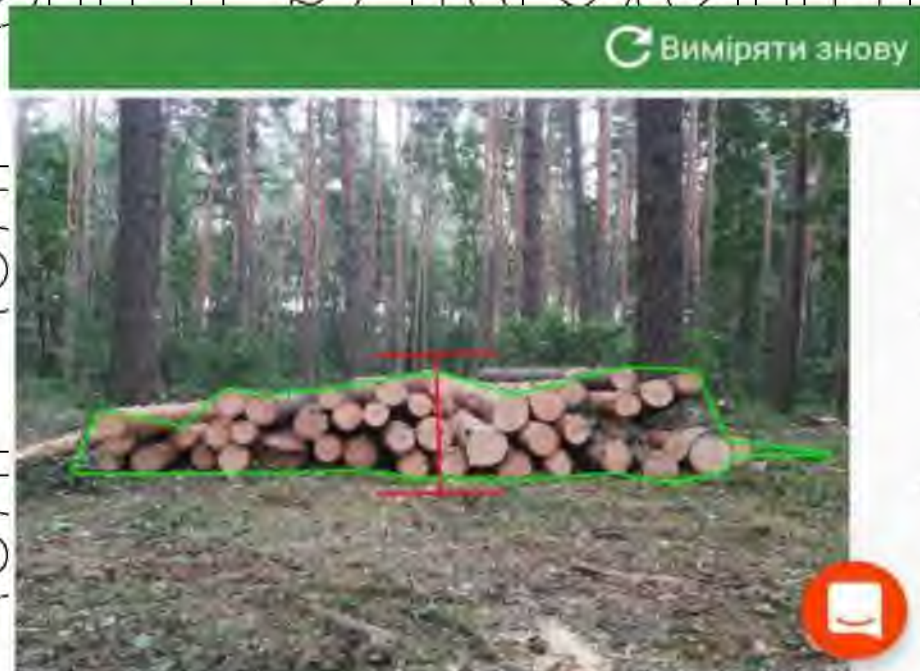
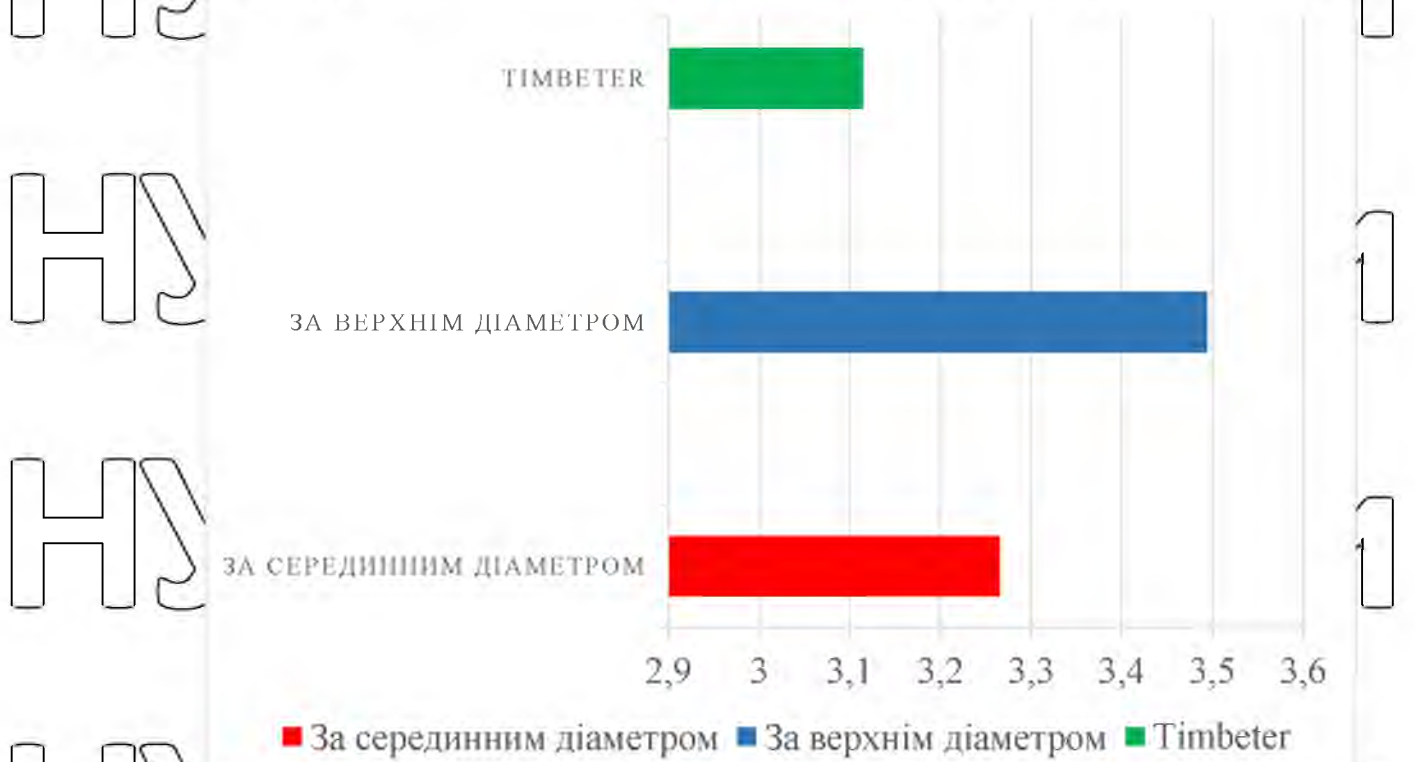


Рис. 3.5. Мобільний додаток Timbeter

На гістограмі (рис. 3.6) зображено загальний об'єм штабелю за різними способами вимірювання.



■ За серединним діаметром ■ За верхнім діаметром ■ Timbeter

Рис. 3.6 Оцінка об'ємів, виміряних за різними способами

Таблиця 3.3

Об'єм круглих лісоматеріалів дослідного штабелю №3

Клас товщини	Клас якості	Кількість колод, шт.	Об'єм за діаметром колод у корі на середині довжини, м ³	Об'єм за діаметром колод без кори у верхньому відрізі, м ³	Абсолютне відхилення, м ³	Відносне відхилення, %
D2a (20–24)	B	12	1,656	1,737	-0,081	44,89
D2b (25–29)	B	6	1,212	1,257	-0,045	-3,71
D3a (30–34)	B	1	0,268	0,318	-0,05	-18,66
D3b (35–39)	B	2	0,739	0,832	-0,093	-12,58
Разом	-	21	3,875	4,144	-0,269	-6,94

Визначаємо абсолютне та відносне відхилення для об'єму виміряного за середнім діаметром без кори і мобільного додатку Timbeter. Об'єм становить Timbeter 3,702 м³, а самого штабелю 3,875 м³. Розрахувавши абсолютне відхилення вийшло 0,175 м³, відносне 4,51 %. Така розбіжність пояснює тим, що програма не зафіксувала деякі колоди які були не рівно розташовані

На рис. 3.7 можна побачити класи товщин та дізнатися яка кількість деревини віднесена до відповідних товщин.

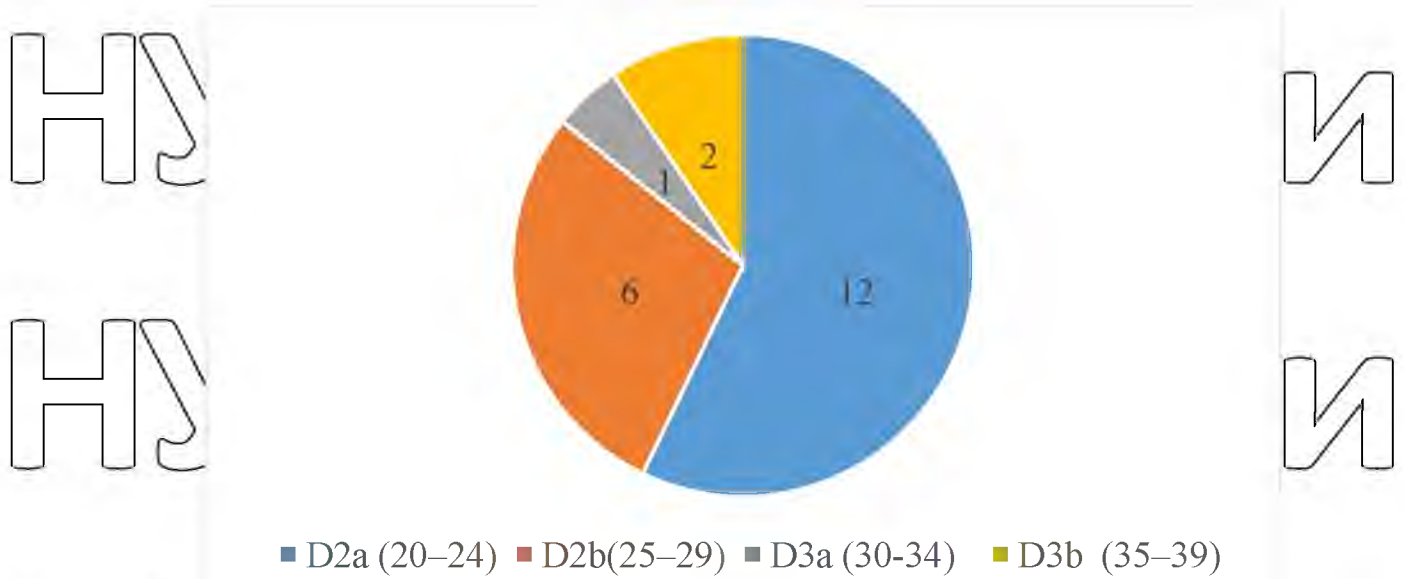


Рис. 3.7. Розподіл колод дослідного штабелю №3

В даному штабелі було всього 21 колоди породи сосни, довжиною 4 м. Загальний об'єм пом'якший за серединним діаметром складає 3,875 м кубічних, у верхньому відрізі без кори по ГОСТ 2708-75 складо 4,144 м³. Тепер можна розглянути як було виміряно за допомогою мобільного додатку на рис. 3.8.

Виміряти знову



Рис. 3.8. Знімання за допомогою TimberScan

Також окрім вимірювань об'єму можна дізнатися діаметр колод та є наявність фільтру за допомогою якого можна визначити яка кількість колод певного діаметру.

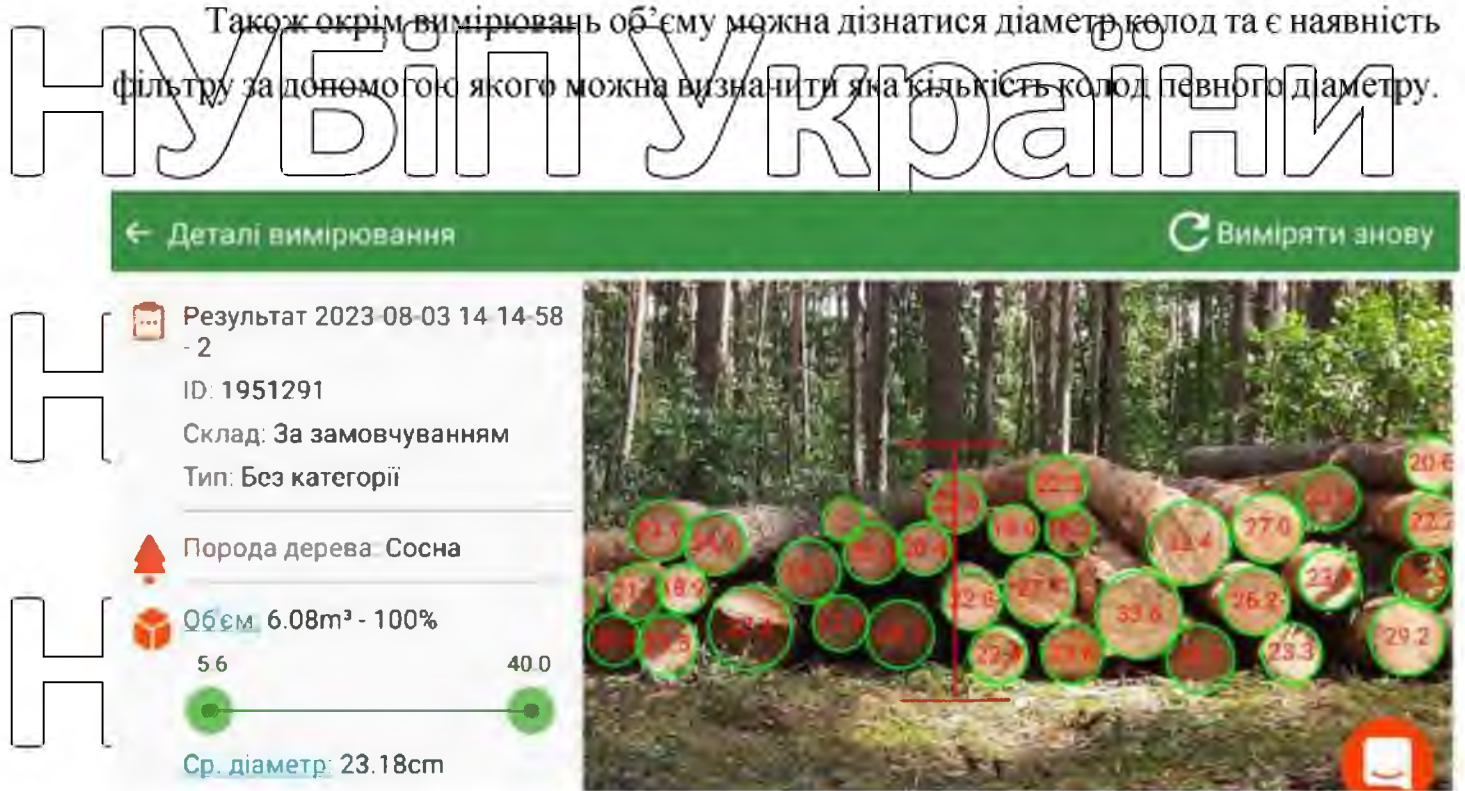


Рис. 3.9. Timbeter. Визначення діаметрів

3.2 Вимірювання деревини завантаженої на автотранспорті

Технологічні особливості лісового господарства передбачає облік деревини на нижньому складі разом з ним виникає потреба контрольного обліку деревини який завантажений на автотранспорт. Програмне забезпечення Timbeter дозволяє здійснювати вимірювання об'єму лісоматеріалів завантажених в автотранспорт та визначати їхній об'єм. Така програма буде корисна не тільки для працівників лісового господарства, а й інших контролюючих органів для контролю за обігом деревини та перевезення.

В даному підрозділі можна побачити як це працює. На машину було завантажено дров'яну деревину промислового використання. Довжина колод складає 3,10 м, коефіцієнт переводу брався 0,547. Загальний об'єм становить 28,910 м³.

ВІДОМОСТІ ПРО ВАНТАЖ
при вантажуванні штабелів

Деревина дров'яна ПВ,
(сортамент)

Сосна (PINS)
(порода)

Клас якості: -

Н, м висота	L, м довжина	W, м ширина	Коеф. перехилу	V, м ³ об'єм	Ціна за м ³ (без ПДВ)	Сума грн
0,52	2,30	3,10	0,547	2,0280		
2,00	2,30	3,10	0,547	7,8000		
1,70	2,30	3,10	0,547	6,6300		
1,50	2,30	3,10	0,547	5,8500		
56,45	0,01	3,10	0,547	0,9570		
59,30	0,01	3,10	0,547	1,0050		
84,65	0,01	3,10	0,547	1,4350		
70,52	0,01	3,10	0,547	1,1960		
18,49	0,01	3,10	0,547	3,0090		
Разом:						
Всього відпущено: 9 шт.				V: 28,9100 м³		

Рис. 3.10. Товарно-транспортна накладна дослідної дров'яної деревини

Далі вимірювали за Timberer, де додаток показував 27,380 м³, що є досить непоганим результатом. Деталі вимірювання можна переслідати на рис. 3.10.

Для визначення точності вимірювання потрібно визначити абсолютне та відносне відхилення. Абсолютне відхилення становить 1,08 м³, а відносне становить 3,73%.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

<
Деталі вимірювання
↻ Виміряти знову

Result 2023-11-03 19-22-05

Склад: За замовчуванням

Тип: Без категорії

Порода дерева: Сосна

Якість: Деревина дров'яна

Об'єм: 27.38m³

Баловий об'єм: 50.7

Ширина вантажу: 235.0m

Довжина колоди: 3.1m

Еталонний розмір: 1.0m

Коефіцієнт повнадеревності: 0.54




Рис. 3.11. Деталі вимірювання

Також проводили вимірювання ділової деревини яка завантажена на лісовозі.

Перед вимірювання програмним забезпеченням Timbeter потрібно виставити необхідні параметри (встановлення породи деревини, еталону, довжину колоди, вантажу, якість деревини). Для детального аналізу була взята товарно-транспортна накладна яка дає змогу побачити яка була завантажена деревина, в якій кількості та об'єм завантаженого лісоматеріалу.

Деревина була різної якості та різних ступенів товщин загальною довжиною 6 м. Деталі в рис. 3.12.

ВІДОМОСТІ ПРО ВАНТАЖ

при відпуску сортиментів

Круглі лісоматеріали, (сортимент)	Сосна (PINS), (порода)	l: 6,00 (довжина)	Група Кл.Як.	К-сть, шт.	V, м ³	Ціна за м ³ (без ПДВ)	Сума
D2b (25-29)	C			28	9,3650		
D3a (30-34)	C			11	5,1460		
D3b (35-39)	C			2	1,1380		
D2b (25-29)	D			4	1,2960		
D3a (30-34)	D			1	0,5100		
D3b (35-39)	D			1	0,5990		
Разом:				47 шт.	V: 18,0540 м³		
Всього відпущено: 47 шт., V: 18,0540 м³							
на суму: _____ грн, ПДВ							

Рис. 3.13. Товаро-транспортна накладна для дослідного вимірювання

Також проводився вимір за допомогою Timbeter який нарахував 17,068 метрів кубічних (рис. 3.13). Далі потрібно визначити абсолютне та відносне відхилення. Абсолютне відхилення, становить 0,968 м³, а відносне становить 0,05%.

Деталі вимірювання
↻ Виміряти знову



Рис. 3.13. Timbeter Вимірювання деревини лісовозі

Також визначався об'єм деревини за допомогою Timbeter завантаженої на автотранспорт. Це була дров'яна деревина промислового використання. Колоди були довжиною 3,10 м. При вимірюванні коефіцієнт перевідності брався 0,547. Загальний об'єм еталону становить 6,155 м³. За мобільним додатком виходить 5,572м³. Детально можна ознайомитися в ТТН в рис. 3.14.

Деревина дров'яна ПВ, (сортимент)				Сосна (PINS) (порода)		
Клас якості : -						
Н, м	L, м	W, м	Коеф.	V, м ³	Ціна за м ³	Сума,
висота довжина ширина переводу				об'єм	(без ПДВ)	грн
1,65	2,20	3,10	0,547	6,1550		
Разом:				1 шт., V: 6,1550м		
Всього відпущено: 1 шт., V: 6,1550 м³						
на суму: _____ грн, ПДВ				_____ грн разом		

Рис. 3.14. Товаро-транспортна накладна для дров'яної деревини

Для визначення розбіжності було враховано абсолютне та відносне відхилення.

Абсолютне відхилення становить 0,583м³ за відносним виходить 9,47 %.

Інтерфейс програми Timbeter під час вимірювання рис. 3.15.

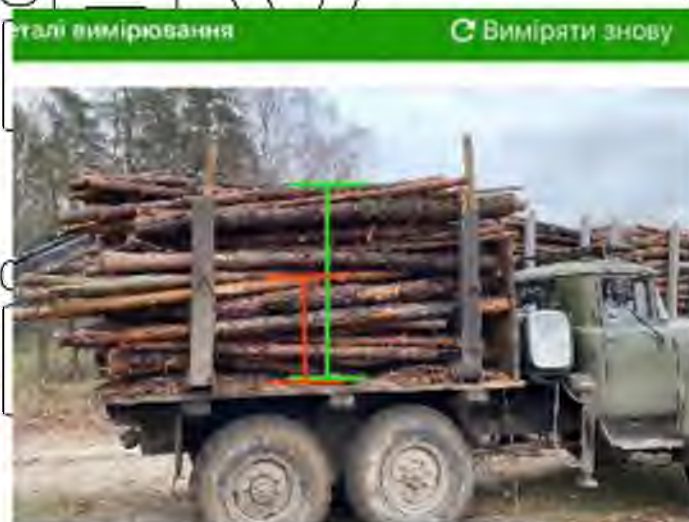


Рис. 3.15. Timbeter Вимірювання деревини лісовозі

Таблиця 3.4

Об'єм круглих лісоматеріалів сосни за різними способами таксації

Метод таксації	Дослідний штабель №1	Дослідний штабель №2	Дослідний штабель №3
За середнім діаметром у корі	7,723	3,266	3,875
За діаметром у верхньому відрізі колоди без кори	8,097	3,495	4,144
Абсолютне відхилення, м ³	-0,374	-0,229	-0,269
Відносне відхилення, %	-4,84	-7,01	-6,94
За мобільним додатком Timbeter	7,685	3,115	3,702
Абсолютне відхилення, м ³	0,038	0,151	0,175
Відносне відхилення, %	0,5	-4,65	-4,51

В таблиці 3.4 наведено результати розрахунків дослідних штабелів виміряних за різними способами таксації. Найбільше відхилення ми бачимо в 2 та 3 досліді.

Висновки до 3 розділу

В даному розділі був проведений аналіз точності вимірів за різними методами таксації. Отримані результати мають незначні відхилення. Дані методи доцільно використовувати в майбутньому.

ВИСНОВКИ

За результатами виконаних досліджень у рамках кваліфікаційної магістерської роботи можна зробити основні висновки:

1. На сучасному етапі розвитку лісової таксації стрімко розвиваються оптичні технології для таксації лісу та лісопродукції.
 2. Високий рівень поширення смартфонів з камерами понад 8 Мп та з використанням Android та iOS дозволяє масове їх використання для таксації лісу та деревини.
 3. Використання мобільного додатку Timbeter для обміру круглих лісоматеріалів забезпечує відносне відхилення показників об'єму колод у штабелі не більше 10% у порівнянні за нормативами у ДСТУ 4020-2-2001.
 4. Застосування мобільного додатку Timbeter для обміру круглих лісоматеріалів мало відносне відхилення показників об'єму не більше 8% у порівнянні з способом таксації за діаметром у верхньому відрізі колоди без кори.
 5. Мобільний додаток Timbeter працює без доступу до мережі інтернет, що є досить важливою умовою під час роботи в лісі на верхньому складі.
 6. За використання Timbeter для забезпечення максимальної точності визначення об'єму потрібно дотримуватися всіх інструкцій, зокрема застосовувати розмірний еталон не менше 1 м.
- Сподіваюсь, що лісова галузь в нашій країні почне використовувати новітні технології та переймати європейський досвід дана програма вже активно застосовується в Польщі , Естонії як і в державних лісах так і в приватних компаніях. Мобільний додаток допомагає визначити об'єм , діаметри колод та деревину навантажену на автотранспорті.
- В майбутньому дана програма допоможе українським філіям (лісництвам) підвищити продуктивність праці , заощадити час та кошти на облік круглих лісоматеріалів.

Рекомендації виробництву

Рекомендуємо застосування мобільного додатку TimberTag для швидкого обліку обсягу заготовленої деревини та під час перевезення транспортними засобами. Використання додатку пропонується приватним споживачам, контролюючим органам, зокрема екологічній інспекції та національній поліції.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Всі лісокористувачі відтепер зобов'язані користуватися системою електронного обліку деревини *Львівліс*: URL: <https://lvivlis.gov.ua/news?id=4905>

(Дата звернення 1.10.2023).

2. Гірс О. А. Нормативи динаміки товарної структури оптимальних соснових деревостанів. *Наук. вісн. Нац. аграрн. ун-ту*, 2000. Вип. 27. С. 324–331.

3. Гром М. М. Лісова таксація: підручник. Львів: РВВ НЛТУ України, 2010. 416 с.

4. Гром М.М. Лісова таксація: Підручник, 2-е видання / Гром М.М.– Львів, 2007. – 409 с.

5. ДСТУ 4020-2-2001. Лісоматеріали круглі та пиляні. Методи обмірювання та визначення об'ємів. Ч. 2. Лісоматеріали круглі. Введ. 05.04.2001. К.: Держстандарт України, 2001. 70 с.

6. ДСТУ EN 1315-2-2001 Класифікація за розмірами. Частина 2. Круглі лісоматеріали хвойних порід. Введ. 01.01.2003. К.: Держстандарт України, 2002. 7 с.

7. ДСТУ EN 1315-2-2001 Класифікація за розмірами. Частина 2. Круглі лісоматеріали хвойних порід. Введ. 01.01.2003. К.: Держстандарт України, 2002.

8. Інтернет магазин Козак+ URL <https://kozakplus.ua/products/forestry-products/calipers/codimex-s-2-100-mm> (Дата звернення 3.10.2023)

9. Кашпор С. М. Методичні основи складання нормативів динаміки товарної структури насаджень. *Науковий вісник Національного аграрного університету*. 1999. Вип. 17. С. 265–268.

10. Лакида П. І. Продуктивність лісових насаджень України за компонентами надземної фітомаси: автореф. дис... д-ра с.-г. наук: 06.00.19. Національний аграрний ун-т Київ, 1997. 48 с.

11. Леснік О. М. Математичне моделювання об'єму дерев гіркокаштана звичайного в зелених насадженнях міста Києва. Лісове і садово-паркове господарство.

2016

12. Лісова таксація: навчальний посібник / В.В. МIRONЮК, В.А. Свинчук, А.М. Білоус, Р.Д. Василюшин. – К.: НУБіП України, 2019. 220 с.

13. Лісотаксаційний довідник (доповнене видання) / уклад. А.М. Білоус, С.М. Кашпор, В.В. МIRONЮК, В.А. Свинчук, О.М. ДЕСНІК. – Київ : Видавничий дім «Вініченко», 2021. 420 с.

14. Лісотаксаційний довідник [відп. за випуск С. М. Кашпор, А. А. Строчинський]. К. : Видавничий дім «Вініченко», 2013. 496 с.

15. Нормативно-довідкові матеріали для таксації лісів України та Молдови. За ред. А. З. Швиденка. Київ: Урожай, 1987. 560 с.

16. Облік деревини *WinforstPro* URL: <https://www.wfpro.com.ua/eod/> (Дата звернення 2.10.2023).

17. Проект з організації і розвитку лісового господарства

18. Система електронного обліку в Україні ДП “Ліси України” URL: <https://sheplis.com.ua/naprjami/elektronni-oblik-derevini.html> (Дата звернення 2.10.2023).

19. Строчинський А. А., С. М. Кашпор. Товарна структура деревостанів основних лісоутворювальних порід. Київ : НАУ, 2007. 25 с.

20. Строчинський А. А., Кашпор С. М. Математичні моделі повнодеревності стовбурів основних лісоутворювальних порід України. *Наук. вісн. Нац. аграрн. ун-ту.* 2006. Вип. 96. С. 116–126.

21. Строчинський А. А., Кашпор С. М., Гірс О. А., Березівський Л. М. Нормативи товарності деревостанів основних лісоутворювальних порід України. Київ : НАУ, 2004. 28 с.

22. Строчинський А. А., Кашпор С. М., Поляков О. В. Моделі розмірно-якісної структури об'єму стовбурів основних лісоутворювальних порід : монографія / Київ : НАУ, 2007. 14 с.

23. Строчинський А. А., Лакида П. І. Нормативи для визначення запасу і сортиментної структури штучних соснових деревостанів. *Лісове госп-во, лісова,*

паперова і деревообробна пром-сть. 1990, № 1. С. 16–19.

24. ТУУ 16.1-00994207-004:2018 «Лісоматеріали круглі. Маркування, сортування, транспортування, приймання, облік та зберігання» [Чинний від 2010-01-01]. Київ, 2018. 32 с. (Товарознавство)

25. ТУУ 16.1-00994207-001:2018 Лісоматеріали круглі та пиляні. Візуальні характеристики. Класифікація, терміни та визначення, способи вимірювання. Введ. 01.01.2019. К. : Держстандарт України, 2019. 125 с.

26. ТУУ 16.1-00994207-005:2018 Деревина дров'яна. Класифікація, технічні вимоги та облік. Введ. 01.01.2019. К. : Держстандарт України, 2019. 125 с.

27. У Сумській області залишаться тільки 3 райони СТС URL: <https://sts.sumy.ua/society/u-sumskij-oblasti-zalyshytsya-tilky-3-raiony.html> (Дата звернення 2.10.2023).

28. Українська радянська енциклопедія : в 12-ти т. Гол. ред. М. П. Бажан. 2-ге вид. Т. 11. Київ : Голов. ред. УРЕ, 1984. 606 с.

29. Цурик Є. І. Таксація динаміки деревостанів : навч. посібник. Львів : НЛТУ України, 2008. 345 с.

30. Apple LIDAR Demystified: SPAD, VCSEL, and Fusion... *Medium* URL: <https://4sense.medium.com/apple-lidar-demystified-spad-vcsele-and-fusion-aac9c3519d4cb> (Дата звернення 30.10.2023).

31. Aune J. E., (1995): An X-ray Log-Scanner for sawmills. In Lindgren, O., (ed.). Proceedings from the 2nd international seminar/workshop on scanning technology and image processing on wood. Luleå University of Technology, Technical Report 1995:22 T, pp. 52-64.

32. Best Practice & Innovation – Electronic Timber Tracking (Ukraine) ROSE WOOD. URL: <https://rosewood-network.eu/best-practice-innovation-electronic-timber-tracking/> (Дата звернення 1.10.2023).

33. Dashner B., (1993): 3D Log scanning – the next generation. Proceedings of the 5th Int. Conference on Scanning Technology and Process Control for the Wood Products

Industry, Atlanta, 25-27 Oct. 1993.

34. Gollob, C., Ritter, T., Kraßnitzer, R., Tockner, A. and Nothdurft, A., 2021. Measurement of forest inventory parameters with Apple iPad pro and integrated LiDAR technology. *Remote Sensing*, 13(16), p.3129. URL: <https://www.mdpi.com/2072-4292/13/16/3129/pdf> (Дата звернення 27.10.2023)

35. Grace L. A., (1994): Design and evaluation of an optical scanner based log grading and sorting system for Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) sawlogs. Dissertation. The Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, pp. 7-21.

36. Grönlund, A., Björklund, L., Grundberg, S., Berggren, G., (1995): Manual för furustambank. Luleå University of Technology, Teknisk rapport 1995:19 T, 25 pp. (In Swedish.)

37. Grundberg S., Grönlund A., (1995): The development of a LogScanner for Scots pine. In Lindgren, O. (ed.). Proceedings from the 2nd international seminar/workshop on scanning technology and image processing on wood. Luleå University of Technology, Technical Report 1995:22 T, pp. 39-50.

38. Grundberg S., Grönlund A., Lindgren O., (1990): Noggrannhet vid detektering av stockars inre kvalitet. TräteknikCentrum Rapport I 9005020. (In Swedish with English summary.)

39. Jäppinen A., Nylinder M., (1997): Automatic sorting of spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) sawlogs by grade. *Holz als Roh- und Werkstoff* 55: 301-305.

40. Johan Skog, Oja Johan . Improved log sorting combining X-ray and 3D scanning – a preliminary study, *COST E53 The First Conference Poland 2007*, p.133 URL: <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:969496/FULLTEXT01.pdf> (Дата звернення 28.09.2023).

41. Lindgren L. O., (1991): Medical CAT-scanning: X-ray absorption coefficients, CT-numbers and their relation to wood density. *Wood Sci. Technol.* 25: 341-349.

42. Luetzenburg, G., Kroon, A. & Bjørk, A.A. Evaluation of the Apple iPhone 12 Pro LiDAR for an Application in Geosciences. *Sci Rep* 11, 22221 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-01763-9> (Дата звернення 29.10.2023).

43. Maly, W., Bartholomew, C. and Westermann, M., 1987. Processing Steps. *Atlas of IC Technologies: An Introduction to VLSI Processes*, pp.8-13.

44. Meagher, D.J., 1980. *Octree encoding: A new technique for the representation, manipulation and display of arbitrary 3-d objects by computer*. Electrical and Systems Engineering Department Rensselaer Polytechnic Institute Image Processing Laboratory.

45. Oja J., Broman O., Lindfors S. E., (1999): Projektrapport: Timmerinmätningssöd. Teknisk Rapport 15, Luleå University of Technology. (In Swedish with English summary.)

46. Oja J., Grundberg S., Grönlund A., (1998): Measuring the outer shape of *Pinus sylvestris* saw logs with an X-ray LogScanner. *Scand. J. For. Res.* 13: 340-347.

47. Pix4D *Wikipedia*: URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Pix4D#Languages> (Дата звернення 30.10.2023).

48. Purfürst T, De Miguel-Díez F, Berendt F, Engler B, Cremer T (2023). Comparison of wood stack volume determination between manual, photo-optical, iPad-LiDAR and handheld-LiDAR based measurement methods. *iForest* 16: 243-252. - doi: 10.3832/ifor4153-016 (Дата звернення 27.10.2023)

49. Spreafico, A., Chiabrando, F., Teppati Losè, L. and Giulio Tonolo, F., 2021. The ipad pro built-in lidar sensor: 3d rapid mapping tests and quality assessment. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 43, pp.63-69. URL: <https://isprs-archives.copernicus.org/articles/XLIII-B1-2021/63/2021/isprs-archives-XLIII-B1-2021-63-2021.pdf> (Дата звернення 28.10.2023)

50. The first 3D direct ToF CIS sensor from Sony with dedicated Lumentum's VCSEL MICRONEWS: URL: <https://s3.i-micronews.com/uploads/2020/06/SP20557-Apple-iPad-Pro-LiDAR-Module-sample.pdf> (Дата звернення 28.10.2023).

51. Timber URL: <https://timbercontainer.com/> (Дата звернення 2.10.2023).

52. Vogt, Maximilian, Adrian Rips, and Claus Emmelmann. 2021. "Comparison of iPad Pro's LiDAR and TrueDepth Capabilities with an Industrial 3D Scanning Solution" Technologies 9, no. 2: 25. <https://doi.org/10.3390/technologies9020025> (Дата звернення 30.10.2023).

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України