

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОВИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

ННІ лісового і садово-паркового господарства

УДК 630*5:582.43

ПОГОДЖЕНО **ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ**
Директор ННІ лісового і садово-паркового господарства
Василишин Р. Д. Т. в. о. завідувача кафедри таксації лісу та лісового менеджменту
Миронюк В. В.

(підпис) _____ (ПІБ) _____
” ” _____ 2023 р.

(підпис) _____ (ПІБ) _____
” ” _____ 2023 р.

НУБІП України

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на тему: «Особливості таксації лісопродукції сосни звичайної за використання мобільних додатків»

Спеціальність 205 – Лісове господарство
(код / назва)
Освітня програма Лісове господарство
(назва)
Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Гарант освітньої програми
Канд. с.-г. наук, доцент
(науковий ступінь та вчене звання) Бала О. П.
(підпис) _____ (ПІБ) _____

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

Доктор с.-г. наук, професор
Доктор с.-г. наук, професор
(науковий ступінь та вчене звання) Білоус А. М.
Миронюк В. В.
(підпис) _____ (ПІБ) _____
Виконав Сульжик Роман Сергійович
(підпис) _____ (ПІБ студента) _____

НУБІП України

КНІВ – 2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ІНІ 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)

(ПБ)

« »

2022 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання магістерської кваліфікаційної роботи студенту

Сульжик Роману Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по. батькові)

Спеціальність 205 – «Лісове господарство»

Тема магістерської кваліфікаційної роботи «Особливості таксації лісопродукції сосни звичайної за використання мобільних додатків»

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 16.1-00994207-004:2018 «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 класичним (чинним) способом та за програмою Timbeter.

3. Дослідити питання точності обліку круглих лісоматеріалів різними способами.

Перелік графічного матеріалу (за потребами) фотографії дослідного матеріалу.

Дата видачі завдання 01 листопада 2022 року

Керівники магістерської кваліфікаційної роботи Білоус А.М.

(підпис)

(ПБ)

Миронюк В.В.

(підпис)

(ПБ)

Завдання прийняв до виконання

Сульжик Р.С.

(підпис)

(ПБ)

РЕФЕРАТ

Магістерська кваліфікаційна робота складається з: 60 с., 28 рис., 15 табл., 50 джерел.

У першому розділі було розглянуто сучасні підходи до таксації круглих лісоматеріалів сосни звичайної, проведено ознайомлення з методами обліку круглих лісоматеріалів за традиційними методами та за допомогою мобільних застосунків (додатків).

У другому розділі розкрито методику збору дослідних даних за допомогою мобільного додатку Timbeter, особливості використання програми для визначення об'єму дослідних штабелів. Охарактеризовано регіон збору дослідних даних, висвітлено матеріали досліджень у вигляді круглих лісоматеріалів зібраних у штабелі різної довжини.

У третьому розділі було проведено розрахунки об'ємів круглих лісоматеріалів у штабелях за допомогою різних способів визначення об'єму, в тому числі, за середнім діаметром колоди в корі та за допомогою додатку Timbeter. Для загального аналізу наведено спосіб визначення об'єму за діаметром у верхньому відрізі без кори.

Ключові слова: круглі лісоматеріали, клас товщини, клас якості деревини, абсолютне відхилення, відносне відхилення, облік лісопродукції.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	7
1.1. Сучасні підходи обліку деревини	7
1.2. Методи обліку круглих лісоматеріалів	9
1.3. Використання мобільних додатків для таксації круглих лісоматеріалів	13
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА І МАТЕРІАЛИ	19
2.1. Характеристика регіону досліджень	19
2.2. Методика дослідження круглих лісоматеріалів	20
2.3. Матеріали дослідження круглих лісоматеріалів	27
РОЗДІЛ 3. ОБЛІК ЛІСОПРОДУКЦІЇ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ ЗА ДОПОМОГОЮ МОБІЛЬНИХ ДОДАТКІВ	29
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	47

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ВСТУП

Актуальність теми. Тривалий час система контролю руху і стеження деревини розвивалася як підсистема господарського та частково бухгалтерського обліку лісопродукції. Основною метою підсистеми було забезпечення обліку деревини і контролю її руху від місця заготівлі до споживача по усіх технологічних і логістичних ланках. Таким чином, її зміст полягав у інформаційному супроводі руху деревини від виробника до споживача. З розвитком систем менеджменту, в контексті забезпечення різноманітних аспектів якості, вагоме значення отримала друга складова системи, а саме стеження. Стандарт ISO 9001 пропонує таке визначення простежуваності – здатність простежити передісторію, використання або місцезнаходження об'єкту. Різні країни вже роками використовують електронні системи для стеження, таксації та контролю за деревиною, наприкладі Польщі – Інформаційна система державних лісів у Польщі (SILP) - слугує бізнес інструментом інтеграції усіх інформаційних потоків включаючи питання обліку, контролю та звітності холдингу «Державні ліси» на усіх організаційних рівнях: лісництво – надлісництво – інші споріднені виробничі підрозділи – регіональна дирекція – генеральна дирекція; в Румунії – Безкоштовна інтегрована інформаційна система SUMAL. Інформаційна система SUMAL є інструментом контролю руху деревини від місця її заготівлі до споживача (переробне підприємство, склад посередника, місце передачі товару імпортеру тощо) в режимі реального часу завдяки використанню унікальної системи нумерації документів та роботи з єдиною державною базою даних. В Україні набуває популярності програма Timbeter, яка виконує функціонал вимірювання заготовлених сортиментів.

Метою дослідження є встановлення особливостей таксації круглих лісоматеріалів сосни за допомогою мобільного додатку Timbeter.

Об'єктом дослідження є різні способи таксації об'єму лісопродукції сосни.

Предметом дослідження є особливості таксації круглих лісоматеріалів сосни звичайної за допомогою мобільного додатку Timberer.

Методи дослідження – спосіб таксації лісопродукції за середнім діаметром колоди у корі, спосіб таксації за діаметром колоди у верхньому відрізі без кори, спосіб таксації за допомогою програмного забезпечення Timberer.

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

РОЗДІЛ 1

СУЧАСНИЙ СТАН ТАКСАЦІЇ ЛІСУ

1.1. Сучасні підходи обліку деревини

Сучасне забезпечення таксації лісу, зокрема лісопродукції, сформовано за великих зусиль науковців кафедри таксації НУБіП України [23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44], які працювали паралельно з іншими вченими на теренах Євразії [4, 5, 6, 8, 9, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 31, 32, 34, 35, 36].

В останні роки лісгоспи активно впроваджують електронний облік заготовленої деревини, систему, яка фіксує і реєструє рух лісових ресурсів з використанням автоматизованих засобів на всіх етапах лісозаготівельних операцій, а для подальшого використання в бухгалтерському та управлінському обліку впровадження і передачу інформації в холодному (штабельному) обліку з використанням сучасних Інформаційні технології. У 2009 році Уряд України запустив єдину національну систему електронного обліку деревини, спрямовану на оптимізацію та автоматизацію обліку з використанням сучасних комп'ютерних технологій, відмову від виконання дублюючих операцій і усунення помилок, що виникають через людський фактор при переписуванні даних з одного паперового носія на інший і ручному введенні їх в комп'ютер.

Підтримав і схвалив концепцію системи. Основними завданнями електронного обліку лісової продукції є:

- запобігання незаконній торгівлі деревиною;
- автоматизація бухгалтерського процесу;
- своєчасне, якісне і надійне відображення руху лісової продукції;
- збір даних про залишки лісової продукції;
- управління зберіганням та використанням лісової продукції;
- облік і контроль платежів за відвантаженою деревну продукцію;
- керівництво роботою фінансово відповідальної особи;
- вжити заходів щодо запобігання нестачі, розкрадання та незаконного витрачання лісової продукції [1].

Згідно з Інструкцією з ведення електронного обліку деревини [2] електронний облік деревини починається з приймання її безпосередньо у місцях виконання робіт із заготівлі деревини. До початку приймання деревини від заготівлі відповідальна особа на кишеньковому персональному комп'ютері (далі - КПК) здійснює обмін даними із системою обліку деревини. В день заготівлі деревини відповідальні особи заміряють та маркують кожен деревний хлист і сортимент відповідно до розділу 4 ТУ У 16.1-00994207-004:2018 «Лісоматеріали круглі. Маркування, сортування, транспортування, приймання, облік та зберігання» [10].

Покоюдне маркування здійснюється шляхом набиття бирки на торець кожної колоди, за номером якої до КПК вноситься інформація щодо якісних та кількісних характеристик сортименту (вид лісоматеріалу, порода, клас якості, діаметр, довжина) [2].

Маркування штабеля лісоматеріалів здійснюється шляхом набиття у видимий торець колоди цього штабеля однієї бирки, за номером якої до КПК вноситься інформація щодо породи (групи порід), розмірів, обсягу та якісних характеристик штабеля. Інформація щодо ширини, висоти, довжини штабеля заноситься в метрах з точністю до однієї соті. При цьому ширина штабеля дорівнює довжині лісоматеріалу в штабелі.

Поштучне маркування застосовується під час обліку ялинок новорічних шляхом прикріплення самоклеїної етикетки до кожної ялинки по центру стовбура у видимій частині. У випадку, коли висота ялинки перевищує 3 метри, самоклеїну етикетку необхідно закріплювати на висоті 1,3 метри для зручного доступу до неї. Кожна самоклеїна етикетка містить індивідуальний номер та відповідний йому штрих код.

Електронний облік унеможливує розкрадання деревини, забезпечуючи миттєвий облік деревини, а також отримання інформації про якість і кількість деревини. Звичайно, проблема крадіжки невичерпна, тому необхідно вдосконалювати систему. Впровадження електронних вилок, висотомірів і GPS

поліпшить систему електронного обліку. З цієї причини бухгалтерський звіт спрощується за рахунок негайного отримання ТТН і при необхідності може бути роздрукований на лісозаготівельній майданчику або складі.

Методи обліку круглих лісоматеріалів

Всі методи вимірювання об'єму круглих лісоматеріалів можна розділити на дві групи: контактні та безконтактні.

Контактний метод - це метод, при якому процес вимірювання викликається безпосередньою взаємодією з вимірюваним об'єктом. Вони полягають у зіткненні вимірювального приладу з об'єктом і порівнянні його з одиницею виміру. Такі методи поєднують статистичну вибірку, занурення палуби у воду, вимірювання маси палуби та проведення лінійних вимірювань [4]. Недоліком контактних методів є те, що всі ці методи дуже трудомісткі і їх важко автоматизувати. Людський фактор відіграє важливу роль в техніці вимірювання контактними методами і може привести до збільшення похибок вимірювань. Складність методу відповідності стандартам точності вимірювань дуже висока, і його використання нерентабельно, тому необхідний пошук нового контактного методу вимірювання обсягу круглого лісу [5].

Безконтактний метод - це метод, при якому в процесі вимірювання реєструється відбите випромінювання (різних властивостей) від об'єкта вимірювання і обчислюється результат реєстрації. Це дозволяє нам пропонувати наступні переваги: відсутність прямого контакту з об'єктом вимірювання; висока точність і об'єктивність вимірювань; висока продуктивність, мінімізація витрат.

Недоліком безконтактних методів є те, що, на перший погляд, при їх впровадженні технологія дещо ускладнюється і вимагає використання додаткового обладнання. Безконтактні методи включають фотограмметрію (фотометричний метод), метод ультразвукових коливань (ультразвуковий метод) та метод світлових хвиль (оптичний метод). Метод фотографування для отримання кількісної інформації має багато переваг перед звичайними методами

вимірювання, каретажу та іншої фіксації, тобто досить високу точність і об'єктивність відтворення [6].

Основою безконтактних методів вимірювання корисного лісоматеріалу є визначення геометричних характеристик об'єкту. Безконтактні методи дозволяють вирішити проблеми виробництва, пов'язані з недостатньою точністю, великою кількістю браку, зносом вимірювального устаткування. Вони мають ряд переваг, основними з яких є висока точність вимірювання, швидкість тощо [6].

Груповий метод - це метод, який дозволяє виміряти загальний обсяг декількох журналів, в тому числі з використанням показника пропорційного обсягу журналів в партії, і визначення обсягу партії за цим показником (в упаковці або в стопці). Показником, пропорційним обсягу партії, є загальний обсяг штабеля колод, вага колод, кількість упаковок колод або кількість колод в партії. До них відносяться: Штабельований, гідростатичний, ваговий і метод *atro*. Основною перевагою цих методів є більша висока продуктивність, досягнута шляхом заміни вимірювання вибірки вимірюванням безперервної, високої частини кожної колоди, а недоліком методу є те, що він не забезпечує прийнятну похибку вимірювання, яка може досягати 25% при визначенні кількості невеликих партій з дерева [7].

Штабельний метод є основним груповим методом вимірювання об'єму деревини. Встановлення коефіцієнтів штабелів за результатами вимірювання об'єму колод у вибірці методом кінцевих перерізів забезпечує точність параметрів об'ємів заготовленої деревини, виміряних штабельним методом і методом кінцевих перерізів [6].

Метод серединного перерізу є найбільш відомим і традиційним поштучним методом вимірювання об'єму круглих лісоматеріалів. Об'єм колод визначають множенням площі поперечного перерізу на середині довжини колоди на довжину колоди. Моделью колоди для визначення об'єму при цьому методі є

циліндр з діаметром, що відповідає середньому діаметру колоди, і завдовжки дорівнює довжині колоди [2].

Коротка класифікація методів вимірювання об'ємів круглих лісоматеріалів наведена на рис. 1.1.

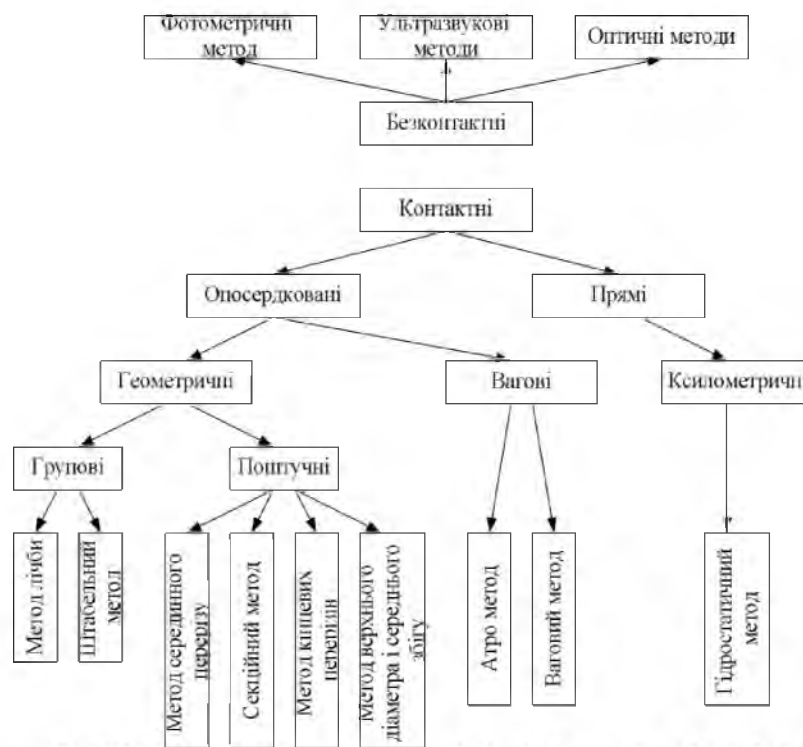


Рис. 1.1. Класифікація методів вимірювання об'єму круглого лісоматеріалу

[3]

Метод визначення верхнього діаметра і середньої відповідності передбачає обчислення обсягу по верхньому діаметру колоди. Зручність вимірювання верхнього діаметра колод є перевагою цього методу, і саме тому він широко використовується в лісовому господарстві та торгівлі. Однак вимірювання 1 верхнього діаметра не дозволяє підняти кожну деку за розміром. Метод заснований на припущенні, що всі колоди з однаковими значеннями діаметра і довжини верхівки мають однаковий обсяг і відповідають середньому збігу, встановленому проведеними вибірковими вимірами. Це припущення знижує точність об'ємних вимірювань порівняно з вищевказаними методами, що дозволяє враховувати збіг кожної колоди [3].

Метод верхнього діаметра і нормального збігу. Метод передбачає: вимірювання діаметра колоди у верхньому торці d , довжини колоди L , обчислення об'єму колод V_n усіх період за таблицею обсягу колод із нормальним збігом $S = 1,0$ см/м або за формулою:

$$V_n = \frac{3,1416 \cdot L}{4 \cdot 10000} * \left(d + S_n * \frac{L}{2} \right)^2 \quad (1.1)$$

Коригування обчисленого об'єму партії колод множенням на коефіцієнт P_s , що враховує середній збіг колод певного призначення й породи:

$$V = V_n * P_s \quad (1.2)$$

Результат обчислення обсягу окремої колоди округлюють до 0,001 м³, а партії колод – до 0,01 м³.

Примітка: При розрахунку обсягу нормальний збіг колод вважають рівним $S_n \in 1,0$ см/м.

Метод кінцевих перерізів (метод Смаліана) є другим традиційним для лісової таксації методом поштучного вимірювання об'єму колод. Відповідно до назви методу обчислення об'єму проводять по площі верхнього і нижнього торця колоди. Моделлю колоди при цьому методі є два циліндри: один з діаметром, що відповідає верхньому діаметру колоди, а інший – з діаметром, що відповідає нижньому діаметру. Довжина циліндрів визначається половиною довжини колоди.

Вагові методи передбачають знаходження об'єму колоди шляхом вимірювання її маси. Атро метод виміру об'єму лісоматеріалів є фізичним груповим методом вимірювання об'єму партії лісоматеріалів діленням сухої маси лісоматеріалів в партії на їх базисну щільність [6].

Ваговий метод полягає безпосередньо у визначенні маси колод і в подальшому визначення її маси.

Гідростатичний метод, який вимірює об'єм колоди, - це метод, заснований на вимірах, коли колода повністю занурена у воду. Цей метод не є поштучним методом вибіркового вимірювання кількості залишків, але широко використовується на фінських целюлозних заводах. Питома об'єм ваг, що використовуються для перетворення маси в об'єм, визначається шляхом вибіркового вимірювання об'єму колоди гідростатичним методом. Цей метод заснований на законі Архімеда.

1.2. Використання мобільних додатків для таксації круглих лісоматеріалів

Причини використання мобільних додатків:

1. Використання мобільного додатка для оподаткування круглої деревини є важливим інструментом для сучасного лісового господарства.

Оподаткування вимагає точного визначення кількості та якості лісових ресурсів, а мобільні додатки допомагають автоматизувати та полегшити цей процес. З основних переваг використання мобільного додатку для оподаткування круглої деревини можна виділити наступні:

2. У мобільному додатку використовується функція зйомки, яка дозволяє уникнути помилок і не пов'язувати розрахунки.

3. Завдяки мобільному додатку скорочується час вимірювання та обробки, а також витрата робочого часу.

4. Надання аналізу даних може допомогти працівникам використовувати лісові ресурси та полегшити їх використання.

5. За допомогою програми ви можете генерувати звіти, що полегшують роботу бухгалтерії. Дані також можуть зберігатися в хмарі.

Фотооптичні системи вимірювання стека деревини на основі монохромних камер RGB були розроблені для використання зі стандартними портативними пристроями, такими як смартфони та планшети. Для оцінки валового обсягу стека в цьому дослідженні використовувалися дві поширені системи

вимірювання в додатку: iFOVEA та Timbeter. В обох системах зшиває фотографії передньої частини стека, зроблені користувачем, в одне зображення. Засоби отримання зображень подібні в обох системах. Примітно, що мобільний пристрій (смартфон або планшет) необхідно тримати паралельно стеку; необхідно підтримувати постійну відстань від стопки, а фотографії повинні бути зроблені з перекриттям зображення 60%.

Додатки iFOVEA і Timbeter призначені для планшетів і смартфонів. Вони не дорогі і можуть бути широко доступні. Їх експлуатація не є складною. Це важливо в складних польових умовах. Вимірювання за допомогою додатків iFOVEA і Timbeter можна проводити в багатьох точках лісу. Використовуючи технологію супутникового позиціонування, програмне забезпечення дозволяє записувати результати вимірювань і місцезнаходження на цифрову карту місцевості.

Під час запису додаток вкаже, чи потрібно тримати мобільний пристрій паралельно, чи достатньо накладання фотографій. Крім того, в запис повинні бути включені деякі параметри, такі як просторова опорна довжина. Для вимірювання, об'єкт певного розміру повинен бути розміщений збоку штабеля як еталон, але iFOVEA використовує довжину штабеля, виміряну вручну. Потім загальний обсяг штабеля розраховується на основі площі передньої частини штабеля і довжини сортименту деревини, введеного вручну в програму [5].

Обидві програми автоматично визначають контури та/або окремі колоди. Тому контур редагується вручну після зшивання зображення, щоб краще відповідати природному контуру колоди. Під час використання функції контуру в iFOVEA немає додаткового виявлення однієї колоди, тому неможливо зробити висновки про середній діаметр.

Система Timbeter дозволяє вимірювати об'єм і класифікувати якість окремих колод у штабелі (рис 1.2). Дефектні колоди можуть бути виключені з розрахунку. Додаток розраховує кількість колод, показує середній діаметр, а

також об'єм і діаметр кожної колоди. Вимірювання діаметрів можна згрупувати за діапазоном розмірів.

Timbeter дозволяє розміщувати створену документацію в хмарі [10].



Рис. 1.2. Приклад штабеля деревини, записаного фотооптичною системою монокамери (Timbeter) [8]

Слід зазначити, що в той час як Timbeter безпосередньо оцінює вміст твердої деревини та коефіцієнт перетворення (відомий у додатку як коефіцієнт щільності), програма iFOVEA безпосередньо оцінює валовий об'єм. Таким чином, загальний об'єм штабеля слід вирахувати з результатів, наданих додатком Timbeter, шляхом ділення вмісту твердої деревини на коефіцієнт щільності.

Вимірювання та аналізи, виконані за допомогою програми iFOVEA, позначаються аббревіатурою «FV», а дані, записані за допомогою програми Timbeter, позначаються аббревіатурою «TB».

Метод вимірювання sScale компанії Dralle A/S базується на технології стереокамер із відомою відстанню між камерами (рис. 1.3). Система камер зазвичай монтується на даху автомобіля та з'єднується з бортовим комп'ютером для всіх аналізів, а сервер Dralle використовується для керування штабелями деревини (рис. 1.3).



Рис. 1.3. Система Dralle sScale™, встановлена на автомобілі перед штабелем деревини [8]

Під час руху вздовж штабелю деревини робиться 11 знімків на секунду, щоб забезпечити відкальороване вимірювання площі передньої поверхні штабеля деревини. За будь-яких умов точність вказується з максимальною похибкою калібрування $\pm 3\%$ відносно передньої поверхні штабеля деревини (відповідно до MessEG та MessEV у Німеччині від PTB Braunschweig). Поперечна лінія, що оточує штабель деревини, автоматично пропонується програмним забезпеченням і може бути скоригована користувачем, якщо потрібно. Помноживши площу передньої поверхні на довжину копод, ви отримаєте загальний об'єм. Система sScale добре інтегрована в IT-систему, що дозволяє різним власникам лісів управляти штабелями деревини, а також планувати логістику для транспортування копод [8].

Для сканування штабелів використовувався персональний мобільний лазерний сканер GeoSLAM ZEB HORIZON. Для сканування всього стосу, включно з верхньою стороною, цей пристрій було встановлено на карбоновому стовпі, який висувається до 5 м. У цьому сканері використовується технологія виявлення та визначення відстані (LiDAR). Точність цього пристрою дуже

висока (1 і 3 см), а радіус дії становить приблизно 100 м можна подолати. Загалом 300 000 точок береться за секунду в режимі єдиного повернення для створення кінцевої хмари точок. Процес сканування починається з ініціалізації IMU (інерційного вимірювального пристрою) у місці поблизу штабеля деревини, що оптимізує необхідний час сканування. Потім стек сканується, обходячи його за допомогою GeoSLAM ZEB HORIZON, і процес завершується приблизно в тій самій географічній точці, де він почався [8].

Після сканування файли перетворюються на хмару точок за допомогою програмного забезпечення GeoSLAM HUB v. 6.1 та аналізуються за допомогою програмного забезпечення Cloud Compare. Цей процес аналізу складається з сегментування штабеля деревини та навколишнього рельєфу та усунення шуму. Потім стек вручну сегментується за допомогою інструмента сегментації в Cloud Compare, виключаючи довколишню область. Оскільки нижню сторону стека неможливо сканувати, її потрібно спроектувати або побудувати таким чином. По-перше, інструмент «Фільтр CSF» використовується для виділення базових точок решітки області. Далі інструмент «растеризація» використовується для растеризації хмари точок у 2,5D сітку. При цьому порожні комірки заповнюються інтерпольованою землею на основі навколишньої області стека. Ці заповнені комірки відповідають нижній стороні стека. Після ручної сегментації прогнозованої нижньої сторони штабеля загальний об'єм штабеля оцінюється за допомогою інструменту «Об'єм 2.5D», що включає проєктовану нижню сторону штабеля як землю та сегментовану хмару точок штабеля деревини [8].

Завдяки використанню оптичних вимірювань можете побачити наступні переваги:

а) зібрати дані про найважливіші параметри для визначення кількості деревини, що призведе до більш точного планування продажів, маркетингу, прогнозування та укладання контрактів для власників;

б) швидкий збір необхідних даних в рамках оперативної роботи; ця технологія не була замінена камерами або роботизованими системами, але використовує портативні пристрої з камерами для збору більш точних даних. Новий портативний пристрій є прикладом того, як поєднуються оптичні вимірювання та лісове господарство. Однак процес розмітки дерева досить трудомісткий і забирає багато часу, але його не так швидко замінюють. Камери та лазерні сканери - це перевірені інструменти, які мають значний вплив на точність збору даних та безпеку роботи.

Вимірювання за допомогою додатків, встановлених на окремих смартфонах і планшетах, зменшує роботу з вимірювання деревини, але для калібрування пристрою кожного разу потрібне еталонне вимірювання. Випадання опадів також є серйозним ускладненням, яке робить вимірювання якості сировини практично неможливим. Після запису вимірювань система може працювати неправильно для згрупованих деталей. Використовуючи оптику, встановлену на смартфоні або планшеті, ви можете отримувати зображення, які корисні для аматорських цілей, але можуть бути недостатньо точними для професійних вимірювань [9].

Використання мобільних додатків для таксації круглих лісоматеріалів допомагає підвищити ефективність та точність управління лісовими ресурсами, а також сприяє збереженню навколишнього середовища шляхом зменшення втрат і виробництва невідповідної деревини.

Висновок - сучасний розвиток лісової інвентаризації характеризується інтенсивними процесами оцифрування та впровадженням сучасних технологій лазерного та оптичного сканування, включаючи їх використання на мобільних пристроях.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИКА І МАТЕРІАЛИ

2.1 Характеристика регіону досліджень

Відповідно регіону дослідження, частина Полісся на території України охоплює Рівненську, Волинську (крім крайніх південних частин двох цих областей), Житомирську (окрім південних районів), північні райони Київської та Хмельницької областей [11].

Інколи за Полісся в державних межах України вважають північ Правобережної України, водночас Лівобережне Полісся (Чернігівське й Новгород-Сіверське) розглядається окремо від властивого Полісся, бо воно відрізняється від нього як фізикогеографією, так і історичним минулим, Чернігівщина – самостійний історичний край. Часто Українським Поліссям називають усю лісову смугу в складі України.

У державних межах України виділяють 6 фізико-географічних областей Полісся:

- Волинське Полісся;
- Мале Полісся;
- Житомирське Полісся;
- Київське Полісся;
- Чернігівське Полісся;
- Новгород-Сіверське Полісся.

Близько 70 % території Полісся вкривають попільнякові (підзолисті) ґрунти, 15 % – болотяні й торфово-болотяні ґрунти. Клімат помірно-континентальний. Літо тепле й вологе, зима м'яка. Пересічна річна температура коливається від +6,5° до +7,5° С. Пересічна температура січня становить від -3° до +3,5°, від -4° на заході до -7° С на сході, найнижча – від -32° до -39°. Улітку температура майже однакова на всьому Поліссі (+18-19° С), пересічна температура липня – від +17° до +19,5°. Число атмосферних опадів 550–650 мм, найбільше в червні й липні [11].

2.2 Методика дослідження круглих лісоматеріалів

Timbeter це найпростіше та найшвидше рішення для вимірювання круглого лісу та цифрового керування всіма даними [10].

Компанія Timbeter визначає кількість колод, об'єм і діаметр кожної колоди, незалежно від того, чи вона знаходиться в штабелі, на вантажівці чи в контейнері.

Завантажте програму для Android або iOS смартфона чи планшета, сфотографуйте за допомогою Timbeter деревину в штабелі, на вантажівці чи в контейнері. Тімбетер визначає кількість колод, об'єм і діаметр кожної колоди.

Кожна купа має геотег, що полегшує відстеження походження деревини [10].

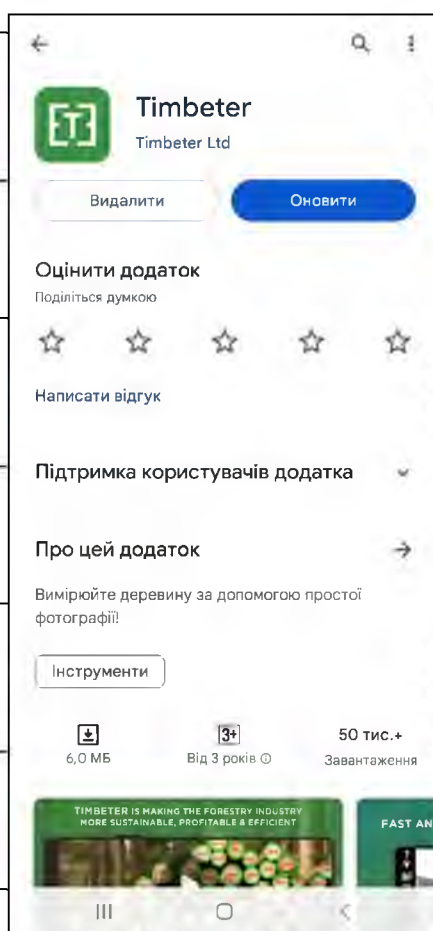


Рис. 2.1. Приклад екрану завантаження на Android

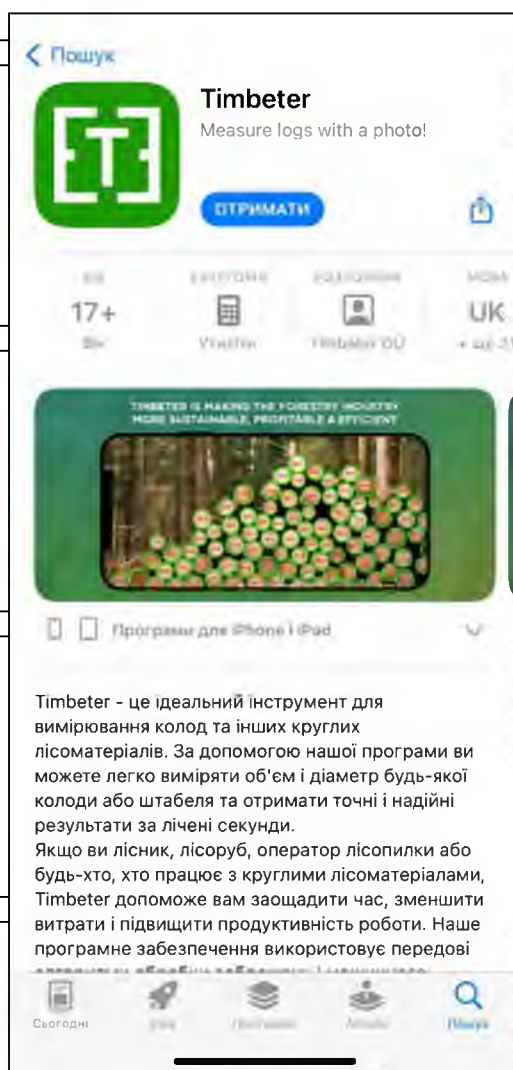


Рис. 2.2. Приклад екрану завантаження на iOS

На даний момент програма доступна на таких майданчиках для завантаження як Google Play та App Store. Після завантаження додатку, на головному екрані завантаження зустрінемо меню входу та реєстрації (рис. 2.3).

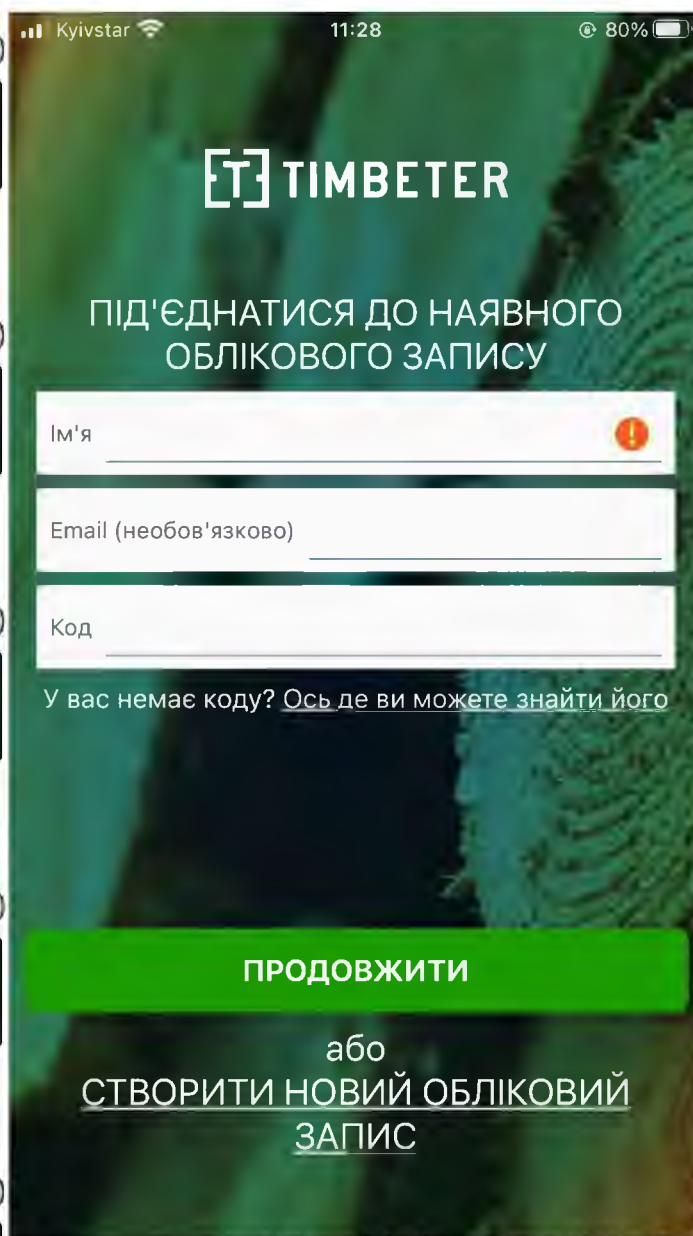


Рис. 2.3. Екран входу в додаток Timbeter

Відповідно, якщо наявний акаунт, заходимо на акаунт. Для реєстрації нового облікового запису натискаємо на «Створити новий обліковий запис» та проходимо реєстрацію.

Після авторизації в застосунку потрібно, в першу чергу, зробити калібрування (рис. 2.4), та дотримуючись вказівок відкалібрувати пристрій (рис. 2.5).

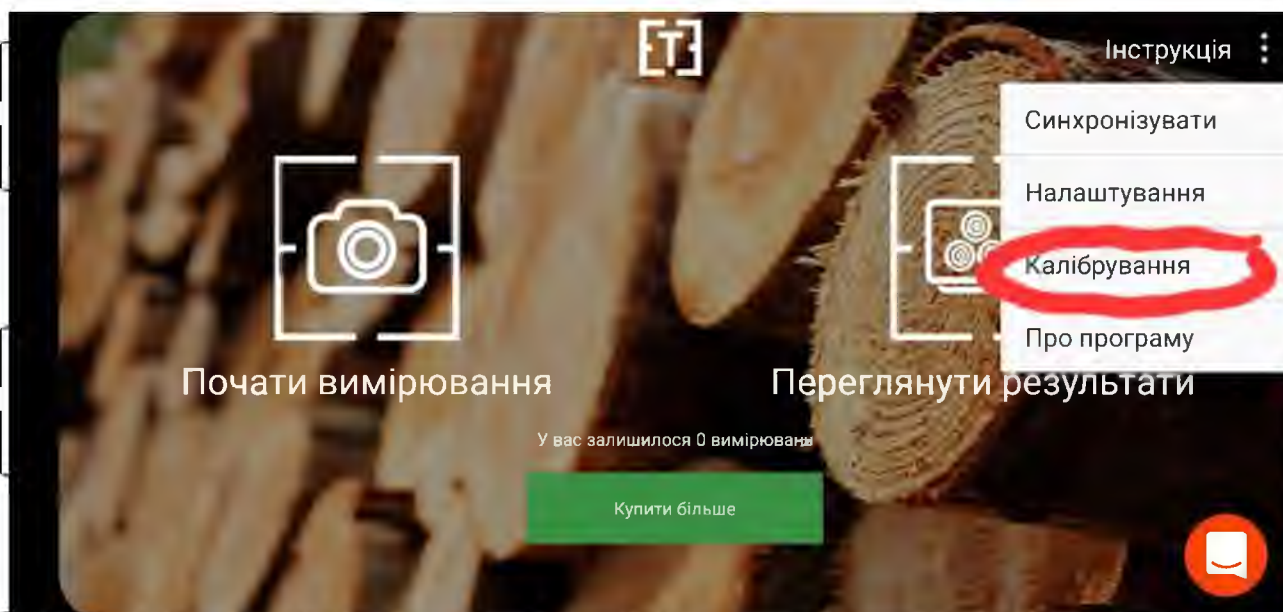


Рис 2.4. Калібрування пристрою

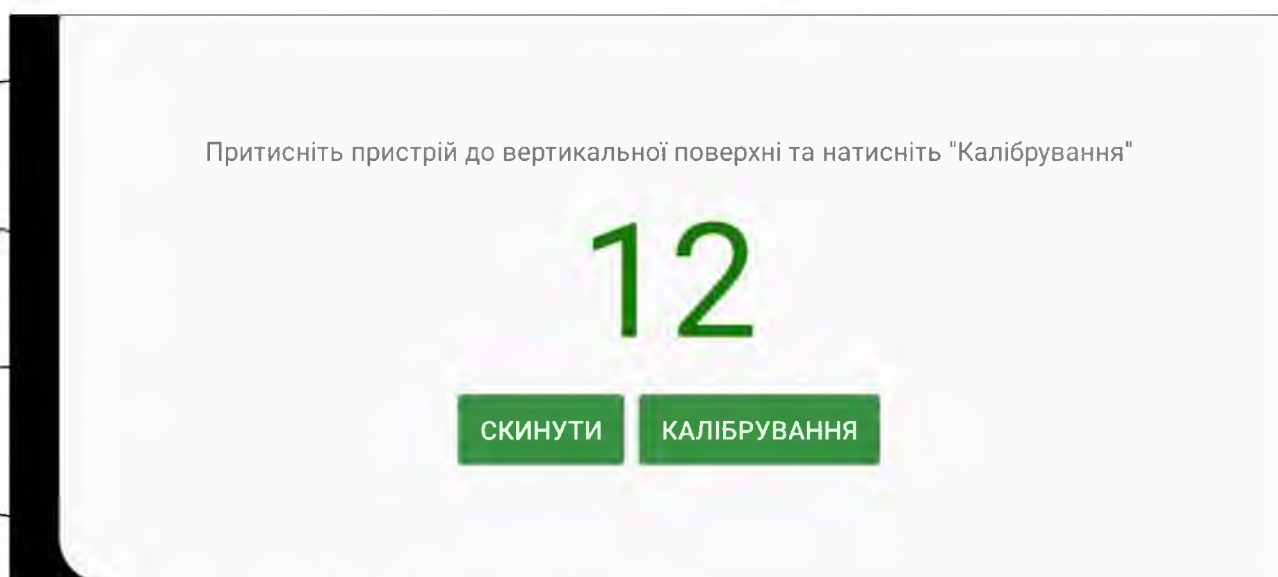


Рис 2.5. Процес калібрування пристрою

Після успішного калібрування гаджету можна переходити, безпосередньо, до вимірів. Відповідно для потрібно натиснути на «Почати вимірювання» (рис. 2.6).

НУБІП України

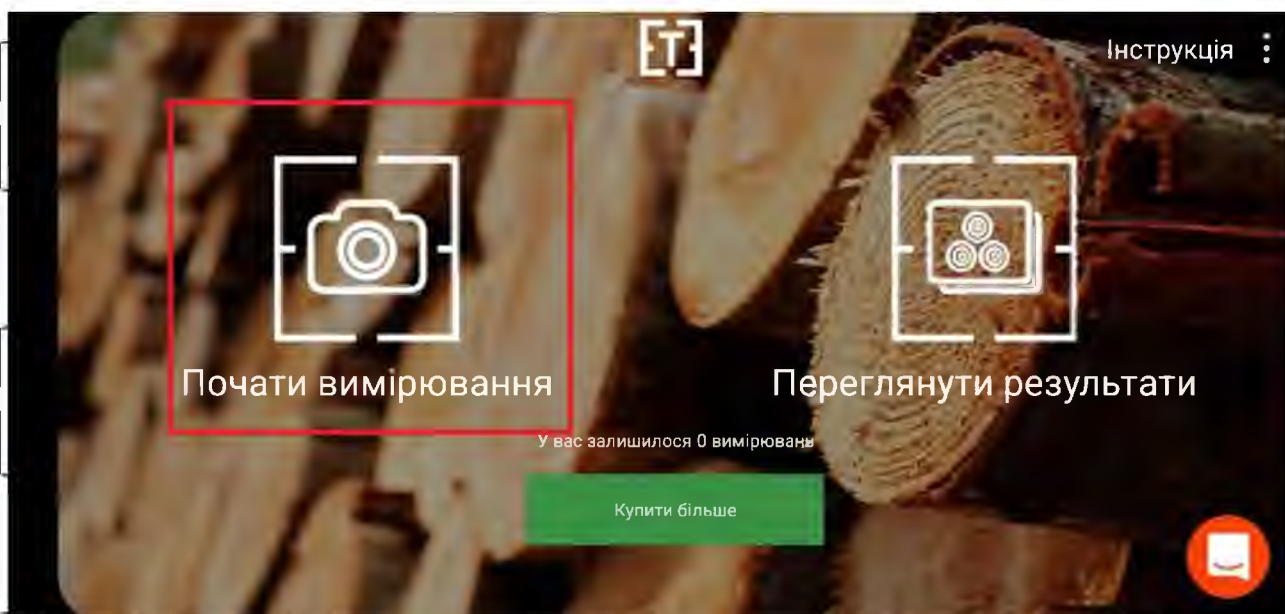


Рис. 2.6. Початок вимірювань

За допомогою камери потрібно сфотографувати штабель або поодинокую колоду. Після чого можна вибрати «Зберегти» вимір або «Виміряти та зберегти». Після вибору зберегти вимір, можна задати тип вимірювання, наприклад діаметр, штабель, лісовоз або щільність (рис. 2.7), і відповідно до пункту вказати характеристики колоди або штабелю такі як: еталонний розмір, порода дерева, довжина колоди, формула об'єму, коефіцієнт повнодеревності та ін.

Налаштування вимірювань		Зберегти	
Діаметр	Штабель	Лісовоз	Щільність
Еталонний розмір	100	cm	
Порода дерева	Сосна		
Довжина колоди	310	cm	
Формула об'єму	Циліндрична формула		
<input type="checkbox"/> Показати додаткові поля			
Зберегти			

Рис. 2.7. Параметри вимірювання колод

Вимірювання зберігаються в хмарі, що забезпечує огляд ваших вимірювань у реальному часі. Сховище Timbeter дозволяє швидко аналізувати та ділитися своїми вимірюваннями. Ви можете легко переглядати інвентаризацію, активний стан зберігання та створювати миттєві звіти.

Особливості включають:

- Зображення збережені в хмарі.
- Timbeter містить понад 10 формул, які використовуються вимірниками колод у всьому світі, наприклад, JAS, Scribner, серед інших.
- Timbeter доступний 17 мовами, включаючи англійську, іспанську, португальську, німецьку, польську, японську та багато інших.
- Результати легко надсилати за посиланням або електронною поштою (гравіроване зображення).
- Усі малюнки можна перерахувати.
- Timbeter можна інтегрувати через API з іншими інструментами вашої компанії, включаючи CRM, бухгалтерію, платіжну розрахунок або ERP, таким чином оптимізуючи продажі, логістичне планування та звітність [7].

Проводились вимірювання об'єму колод за допомогою визначення діаметру у верхньому відрізі без кори (рис. 2.8). Використовуючи мірну вилку прикладаємо її так, щоб воно доторкалась до колоди в трьох точках, повторюємо вимірювання декілька разів. Після визначення діаметру знаходимо об'єм за кубатурною таблицею ГОСТ 2708-75 (рис. 2.9).



Рис. 2.8. Вимірювання діаметру дерева у верхньому відрізі без кори

Діаметр у верхньому у відрізі без кори, см	Довжина, м												
	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	
6	0,012	0,014	0,017	0,019	0,022	0,025	0,029	0,031	0,037	0,042	0,047	0,051	
7	0,014	0,018	0,021	0,025	0,028	0,032	0,036	0,040	0,045	0,051	0,058	0,064	
8	0,017	0,021	0,026	0,031	0,035	0,040	0,045	0,051	0,057	0,064	0,071	0,078	
9	0,022	0,026	0,032	0,037	0,043	0,049	0,055	0,061	0,069	0,076	0,084	0,092	
10	0,025	0,031	0,037	0,044	0,051	0,058	0,065	0,075	0,082	0,090	0,100	0,110	
11	0,032	0,037	0,045	0,053	0,062	0,070	0,080	0,090	0,098	0,108	0,120	0,130	
12	0,038	0,048	0,053	0,063	0,073	0,083	0,093	0,103	0,114	0,125	0,138	0,150	
13	0,045	0,053	0,062	0,074	0,085	0,097	0,108	0,120	0,132	0,144	0,158	0,173	
14	0,052	0,061	0,073	0,084	0,097	0,110	0,123	0,135	0,150	0,164	0,179	0,195	
16	0,069	0,082	0,095	0,110	0,124	0,140	0,155	0,172	0,189	0,20	0,22	0,24	
18	0,086	0,103	0,120	0,138	0,156	0,175	0,194	0,21	0,23	0,25	0,28	0,30	
20	0,107	0,126	0,147	0,170	0,190	0,21	0,23	0,25	0,28	0,30	0,33	0,36	
22	0,130	0,154	0,178	0,20	0,23	0,25	0,28	0,31	0,34	0,37	0,40	0,43	
24	0,157	0,184	0,21	0,24	0,27	0,30	0,33	0,36	0,40	0,43	0,47	0,50	
26	0,185	0,21	0,25	0,28	0,32	0,35	0,39	0,43	0,46	0,50	0,54	0,58	
28	0,22	0,25	0,29	0,33	0,37	0,41	0,45	0,49	0,53	0,58	0,63	0,67	
30	0,25	0,29	0,33	0,38	0,42	0,47	0,52	0,56	0,61	0,66	0,72	0,78	
32	0,28	0,33	0,38	0,43	0,48	0,53	0,59	0,64	0,70	0,76	0,82	0,88	
34	0,31	0,37	0,43	0,49	0,54	0,60	0,66	0,72	0,78	0,85	0,92	0,98	
36	0,36	0,42	0,48	0,54	0,60	0,67	0,74	0,80	0,88	0,95	1,02	1,10	
38	0,39	0,46	0,53	0,60	0,67	0,74	0,82	0,90	0,97	1,05	1,13	1,23	

Рис. 2.9. Об'єм 6 см круглих лісоматеріалів

Порівняльний аналіз будемо проводити за методом середнього діаметру у корі та за допомогою додатку Timberer.

2.3 Матеріали дослідження круглих лісоматеріалів

Матеріалами досліджень, в основному, є штабелі (рис. 2.10) довжиною від 5,0 м в кількості 5 штук, штабелі довжиною від 3,0 м (рис. 2.11) в кількості 25 штук, також для аналізу, виміри навантажених лісовозів – 5 шт., виміри на середині перерізу та у верхньому зрізі в корі та без кори за допомогою мірної вилки.



Рис. 2.10. Приклад штабелю №1 довжиною 5,0 м породи сосна



Рис. 2.11 Приклад штабелю №8 довжиною 3,0 м породи сосна

Виміри дослідних даних проводились на різних ділянках, як на підготовлених майданчиках так і в польових умовах, що набагато ускладнювало роботу та правильність вимірів. Ще одним з факторів, що може заважати при зборі даних за допомогою додатку – це погодні умови. Під час дощу, снігу чи граду програма не може ефективно працювати в таких умовах.

Отже, для правильного використання додатку Timbeter слід відкалібрувати пристрій та використовувати еталон розміру для ефективного виміру дослідних даних.

РОЗДІЛ 3. ОБ'ЄК ЛІСОПРОДУКЦІЇ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ ЗА ДОПОМОГОЮ МОБІЛЬНИХ ДОДАТКІВ

Аналіз дослідних даних полягає у визначенні загального як абсолютного так і відносного відхилення між вимірами традиційним способом та вимірами за допомогою мобільного додатку Timber. Розрахунки представлені в табл. 3.1-3.15. За основу беремо діаметр на середині перерізу колоди. Для прикладу прикріплені фотоматеріали дослідних даних для яких проведені розрахунки (рис. 3.1-3.14) Відповідні висновки наведені після розрахунків.

Таблиця 3.1

Розрахунок об'єму щабелю №1 різними способами

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, %
D1b (15-19)	B	1	0,114	0,119	-0,005	-4
D2a (20-24)	B	2	0,37	0,401	-0,031	-8
D2b (25-29)	B	7	1,827	1,907	-0,08	-4
D3a (30-34)	B	3	1,028	1,074	-0,046	-4
D4 (40-49)	B	2	1,158	1,19	-0,032	-3
Разом		15	4,496	4,691	-0,195	-4



Рис. 3.1. Розрахунок об'єму штабелю за допомогою фотооптичних приладів на прикладі штабелю №1

Провівши аналіз табл. 3.1, можна побачити що, в даному штабелі об'єм становить $4,496 \text{ м}^3$, зробивши знімок за допомогою мобільного додатку Timberer вийшло $5,15 \text{ м}^3$. Визначивши абсолютне та відносне відхилення, що становлять $-0,609 \text{ м}^3$ та $6,9\%$ відповідно, приходимо до висновку що мобільних додаток завищує кубатуру в даному штабелі, що є не припустимо.

Таблиця 3.2

Розрахунок об'єму штабелю №2 різними способами

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 відрізці, м ³	Абсолютне відхилення, м ³	Відносне відхилення, %
D1b (15-19)	B	1	0,09	0,093	-0,003	-3
D2a (20-24)	B	2	1,101	1,109	-0,008	-1
D2b (25-29)	B	7	0,805	0,81	-0,005	-1
D3a (30-34)	B	3	1,071	1,102	-0,031	-3
Разом		13	2,766	3,114	-0,348	-13



Рис. 3.2. Порівняння розрахунку об'ємів різними способами

На рис. 3.2 бачимо, що в даному штабелі мобільний додаток також має високі результати відносно традиційного вимірювання за серединним діаметром.

Абсолютне відхилення становить $-0,147 \text{ м}^3$ а відносне відхилення $-5,3\%$.

Таблиця 3.3

Розрахунок об'єму штабелю №3 різними способами

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 відрізлі, м ³	Абсолютне відхилення, м ³	Відносне відхилення, %
D0 (<10)	Е	10	0,102	0,107	-0,005	-5
D1a (10-14)	В	51	1,07	1,11	-0,04	-4
D1b (15-19)	В	27	1,024	1,058	-0,034	-3
D2a (20-24)	Е	10	0,712	0,721	-0,009	-1
Разом		98	2,908	2,996	-0,088	-3



Рис. 3.3) Розрахунок об'єму штабелю за допомогою фотооптичних приладів на прикладі штабелю №3

Розрахунок об'єму за середнім діаметром за допомогою ДСТУ 4020-2-2001 [9] становить 2,908 м³. Згідно з розрахунками долажу Timberer об'єм сягає 3,14 м³.

За результатами розрахунків маємо такі показники: абсолютне відхилення становить -0,232 м³, відносне відхилення -8,0%.

Таблиця 3.4

Розрахунок об'єму штабелю №4 різними способами

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, %
D0 (<10)	B	9	0,187	0,201	-0,014	-7
D1a (10-14)	B	36	1,536	1,644	-0,108	-7
D1b (15-19)	B	22	1,751	1,841	-0,09	-5
D2a (20-24)	B	16	2,112	2,201	-0,089	-4
D2b (25-29)	B	7	1,327	1,417	-0,09	-7
Разом		90	6,913	7,304	-0,391	-6



Рис. 3.4. Розрахунок об'єму штабелю за допомогою фотооптичних приладів на прикладі штабелю №4

Провівши аналіз таблиці 3.4, можна побачити що, в даному штабелі об'єм становить $6,913 \text{ м}^3$, зробивши знімок за допомогою мобільного додатку TimberEye вийшло $7,25 \text{ м}^3$. Визначивши абсолютне та відносне відхилення, що становлять - $0,337 \text{ м}^3$ та $-4,9\%$ відповідно, приходимо до висновку що мобільних додаток перевищує показники в даному штабелі.

Таблиця 3.5

Розрахунок об'єму штабелю №5 різними способами

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, %
D1b (15-19)	B	4	0,308	0,329	-0,021	-7
D2a (20-24)	B	24	3,18	3,315	-0,135	-4
D2b (25-29)	B	9	1,935	2,078	-0,143	-7
Разом		37	5,423	5,722	-0,299	-6

Визначаємо абсолютне та відносне відхилення між вимірами за серединним діаметром у корі та вимірами за допомогою додатку Timberer.

Відповідно розрахунків додаток Timberer перевищив показники вимірювання за серединним діаметром на 9,0% та за абсолютним відхиленням на 0,489 м³.

Таблиця 3.6

Розрахунок об'єму штабелю №6 різними способами

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	5	0,205	0,214	-0,009	-4
D1b (15-19)	B	17	0,952	1,025	-0,073	-8
D2a (20-24)	B	8	0,928	0,988	-0,06	-6
D2b (25-29)	B	1	0,176	0,181	-0,005	-3
D3a (30-34)	B	4	0,856	0,913	-0,057	-7
Разом		35	3,117	3,321	-0,204	-7

Визначаємо абсолютне та відносне відхилення між вимірами за серединним діаметром у корі та вимірами за допомогою додатку Timbeter.

Результат виміру за допомогою додатку Timbeter перевищує вимір за серединним діаметром на 4,9% за відносним відхиленням, за абсолютним відхиленням різниця становить $0,153 \text{ м}^3$.

На рис. 3.5 наглядно показано різницю між вимірами різними способами.



Рис. 3.5. Різниця розрахунку об'ємів різними способами

Таблиця 3.7

Розрахунок об'єму штабелю №7 різними способами

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, %
D1b (15-19)	B	17	1,971	2,12	-0,149	-8
D2a (20-24)	B	6	1,226	1,311	-0,085	-7
D2b (25-29)	B	6	1,685	1,802	-0,117	-7
D3a (30-34)	B	11	4,668	4,891	-0,223	-5
Разом		40	9,55	10,124	-0,574	-6

Визначаємо абсолютне та відносне відхилення між вимірами за середнім діаметром у корі та вимірами за допомогою додатку Timberer.

За розрахунками додаток Timberer перевищив показники на 0,480 м³ за абсолютним відхиленням та на 5,0% за відносним показником. Детально різницю можна розглянути на рис. 3.6.



Рис. 3.6. Різниця розрахунку об'ємів різними способами

Таблиця 3.8

Розрахунок об'єму штабелю №8 різними способами

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, %
D1b (15-19)	B	3	0,212	0,225	-0,013	-6
D2a (20-24)	B	5	0,576	0,622	-0,046	-8
D2b (25-29)	B	4	0,68	0,715	-0,035	-5
D3a (30-34)	B	8	1,767	1,899	-0,132	-7
D4 (40-49)	B	9	3,16	3,246	-0,086	-3
Разом		29	6,395	6,707	-0,312	-5

Визначимо абсолютне та відносне відхилення між вимірами за серединним діаметром у корі та вимірами за допомогою додатку Timbeter.

За результатами розрахунків виявили, що за серединним діаметром відрізняється від результату вимірів в додатку Timbeter на 4,3% за відносним відхиленням. Візуально, різницю можна побачити на рисунку 3.7, що наведений нижче.



Рис. 3.7. Різниця розрахунку об'ємів різними способами

Таблиця 3.9

Розрахунок об'єму штабелю №9 різними способами

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, %
D2b (25-29)	B	2	1,748	1,871	-0,123	-7
D3a (30-34)	B	10	2,115	2,294	-0,179	-8
D3b (35-39)	B	10	2,741	2,911	-0,17	-6
D4 (40-49)	B	21	7,683	7,996	-0,313	-4
Разом		53	14,287	15,072	-0,785	-5

Визначимо абсолютне та відносне відхилення між вимірами за середнім діаметром у корі та вимірами за допомогою додатку Timber.

Розраховувавши відхилення, можемо спостерігати, що за абсолютним відхиленням виміри додатку Timber більші на 0,833 м³, що у відносному показнику дорівнює 5,8%. На рис. 3.8 зображено різницю між різними способами вимірювання об'єму.



Рис. 3.8. Різниця розрахунку об'ємів різними способами

Таблиця 3.10

Розрахунок об'єму штабелю №10 різними способами

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, %
D2b (25-29)	B	9	2,495	2,689	-0,194	-8
D3a (30-34)	B	10	3,947	4,226	-0,279	-7
D3b (35-39)	B	9	4,766	5,012	-0,246	-5
D4 (40-49)	B	9	6,156	6,655	-0,499	-8
Разом		37	17,364	18,582	-1,218	-7

Визначаємо абсолютне та відносне відхилення між вимірами за серединним діаметром у корі та вимірами за допомогою додатку Timberer.

Відповідно розрахункам абсолютне відхилення при вимірах об'єму за серединним діаметром та додатком Timberer становить 0,856 м³, а відносне відхилення – 4,9% в користь додатку Timberer. На рис. 3.9 зображено різницю між різними способами вимірювання об'єму.



Рис. 3.9. Різниця розрахунку об'ємів різними способами

Таблиця 3.11

Розрахунок об'єму штабелю №11 різними способами

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, %
D1b (15-19)	B	7	0,367	0,395	-0,028	-8
D2a (20-24)	B	5	0,447	0,473	-0,026	-6
D2b (25-29)	B	6	0,83	0,864	-0,034	-4
D3a (30-34)	B	6	1,206	1,294	-0,088	-7
D3b (35-39)	B	3	0,809	0,881	-0,072	-9
Разом		27	3,659	3,907	-0,248	-7

Визначаємо абсолютне та відносне відхилення між вимірами за середнім діаметром у корі та вимірами за допомогою додатку Timberer.

Розраховувавши відхилення можемо спостерігати, що за абсолютним відхиленням виміри додатку Timberer більші на 0,321 м³, що у відносному показнику дорівнює 8,8%. На рисунку 3.10 зображено різницю між різними способами вимірювання об'єму.



Рис. 3.10. Різниця розрахунку об'ємів різними способами

Таблиця 3.12

Розрахунок об'єму штабелю №12 різними способами

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	7	1,618	1,702	-0,084	-5
D2b (25-29)	B	8	1,248	1,315	-0,067	-5
D3a (30-34)	B	8	1,753	1,913	-0,16	-9
D3b (35-39)	B	6	1,724	1,832	-0,108	-6
Разом		39	6,343	6,762	-0,419	-7

Визначимо абсолютне та відносне відхилення між вимірами за середнім діаметром у корі та вимірами за допомогою додагу Timber.

Вимірюючи додатком Timber абсолютне відхилення від виміру за середнім діаметром становить 0,487 м³, а відносне відхилення – 7,7%. На рис. 3.11. детально можна побачити відмінність у розрахунках.



Рис. 3.11. Різниця розрахунку об'ємів різними способами

Таблиця 3.13

Розрахунок об'єму штабелю №13 різними способами

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, %
D1b (15-19)	B	8	0,625	0,677	-0,052	-8
D2a (20-24)	B	18	2,428	2,622	-0,194	-8
D2b (25-29)	B	15	3,051	3,274	-0,223	-7
D3a (30-34)	B	8	2,268	2,355	-0,087	-4
D3b (35-39)	B	6	2,276	2,397	-0,121	-5
Разом		55	10,648	11,325	-0,677	-6

Визначаємо абсолютне та відносне відхилення між вимірами за середнім діаметром у корі та вимірами за допомогою додатку Timberer.

За розрахунками додаток Timberer перевищив показники на 0,462 м³ за абсолютним відхиленням та на 4,3% за відносним показником. Детально різницю можна розглянути на рис. 3.12.



Рис. 3.12. Різниця розрахунку об'ємів різними способами

Таблиця 3.14

Розрахунок об'єму штабелю №14 різними способами

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, %
D1b (15-19)	B	2	0,701	0,745	-0,044	-6
D2a (20-24)	B	7	0,688	0,721	-0,033	-5
D2b (25-29)	B	7	1,039	1,102	-0,063	-6
D3a (30-34)	B	7	1,486	1,587	-0,101	-7
Разом		33	3,914	4,155	-0,241	-6

Визначаємо абсолютне та відносне відхилення між вимірами за серединним діаметром у корі та вимірами за допомогою додатку Timberer.

Результат виміру за допомогою додатку Timberer перевищує вимір за серединним діаметром на 8,6% за відносним відхиленням, за абсолютним відхиленням – 0,336 м³. На рис. 3.13 наглядно показано різницю між вимірами різними способами.



Рис. 3.13. Різниця розрахунку об'ємів різними способами

Таблиця 3.15

Розрахунок об'єму штабелю №15 різними способами

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, %
D1b (15-19)	B	6	0,602	0,648	-0,046	-8
D3a (20-24)	B	8	1,319	1,404	-0,085	-6
D2b (25-29)	B	11	2,832	3,02	-0,188	-7
D3a (30-34)	B	5	1,764	1,9	-0,136	-8
Разом		30	6,517	6,972	-0,455	-7

Визначаємо абсолютне та відносне відхилення між вимірами за серединним діаметром у корі та вимірами за допомогою додатку Timbeter.

Вимірюючи додатком Timbeter абсолютне відхилення від виміру за серединним діаметром становить 0,513 м³, а відносне відхилення – 7,9%. На рис. 3.14. детально можна побачити відмінність у розрахунках.

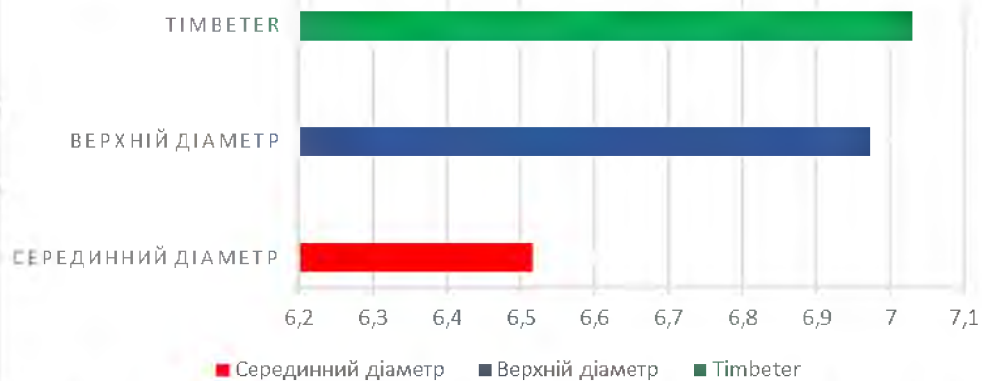


Рис. 3.14. Різниця розрахунку об'ємів різними способами

За використання додатку Timbeter відносне відхилення показників об'єму круглих лісоматеріалів не перевищують 10% у порівнянні з способом таксації за серединним діаметром колод у корі, а у порівнянні з способом за діаметром у верхньому відрізі без кори не перевищують 5%.

ВИСНОВКИ

За основними результатами виконаних наукових досліджень у рамках кваліфікаційної магістерської роботи можна зробити основні висновки.

1. Сучасний розвиток лісової таксації характеризується інтенсивним процесом діджиталізації та впровадженням новітніх технологій лазерного і оптичного сканування, зокрема адаптованими для використання на мобільних пристроях.

2. Застосування мобільного додатку Timbeter показало, що абсолютне відхилення вимірювання для пересічних штабелів на верхніх складах не перевищує 1 м^3 , а за відносним відхиленням показники не перевищують 10%.

3. Для зменшення показників відхилень потрібно корективно використовувати еталон розміру, він має бути не менше 1 м, яскравого кольору, щоб виділятися на тлі деревини.

4. Зйомку за допомогою смартфона з встановленим додатком Timbeter слід проводити в сонячну погоду, щоб ефективно провести вимірювання об'єму деревини.

5. За допомогою Timbeter та за наявності товаро-транспортної накладної на перевезення деревини можна здійснювати контрольне вимірювання об'єму деревини.

Рекомендації виробництву

На основі висновків у рамках дослідження можна рекомендувати мобільний додаток Timbeter для використання споживачами під час закупівлі деревини з метою контролю обсягів постачання.

СНИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- 1 Гайдучок Т. С. Електронний облік деревини – інноваційна модель управління лісовим господарством / Т. С. Гайдучок, В. А. Мостепанюк // Таврійські економічні наукові читання : матеріали міжнар. наук.-практ. конф., (Київ, 10–11 лют. 2017 рр.) у 2-х ч. – К. : Таврійський нац. ун-т ім. В. І. Вернадського, 2017. – Ч. 2. – С. 114–116.
- 2 Про затвердження Інструкції з ведення електронного обліку деревини. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1343-21#Text> (Дата звернення 26.10.2023)
- 3 Й.Й. Блинський, Г.М. Крисак, О.В. Соколовський. Класифікація методів і засобів вимірювання параметрів круглих лісоматеріалів. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2012. Вип. 3. С. 121-124
4. Самойлов А.Н. Анализ существующих методов измерения лесоматериалов. Труды Международных научно-технических Конференций «Интеллектуальные системы» (AIS'06) и «Интеллектуальные САПР» (САД-2006): научное издание в 3-х томах / Самойлов А.Н. – М.: Физматлит, 2006. – Т. 2. – 334-341 с.
5. Шегельман И.Р. Поштучный учет и приемка лесоматериалов. Пороки и дефекты древесины / Шегельман И.Р. – СПб.: ПРОФИКС, 2006. – 136 с.
- 6 Самойлов А.Н. Классификация и определение/основных направлений развития методов измерения объема круглого лесоматериала / А.Н. Самойлов // Научный журнал КубГАУ, № 24
- 7 Справочник по круглым лесоматериалам. Лесэксперт, 2003 г.
- 8 Пурфюрст Т., Де Мігель-Діес Ф., Верендт Ф., Енґлер В., Кремер Т. (2023). Порівняння визначення об'єму штабеля деревини між ручним, фотооптичним, iPad-LiDAR і портативним LiDAR методами вимірювання. *iForest* 16: 243-252. - doi: 10.3832/ifor4153-016
- 9 Pachuta, A., & Chojnacki, J. (2018). Fotooptyczny pomiar drewna w stosie. *Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna*, (2), 14-16.

10. Timbeter URL: <http://www.timbeter.com/> (дата звернення 26.10.2023)
11. Полісся. URL: uk.wikipedia.org/w/index.php (дата звернення 26.10.2023)
12. 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.
13. ТУ У 16.1-00994207-004:2018 «Лісоматеріали круглі. Маркування, сортування, транспортування, приймання, облік та зберігання» [Чинний від 2010-01-01]. Київ, 2018. 32 с. (Товарознавство)
14. Анучин Н. П. Лесная таксация: учебник для ВУЗов. 5-е издание. Москва : Сельхозиздат, 1982. 552 с.
15. Анучин Н. П. Лесоустройство: учебник для ВУЗов. Москва : Лесн. пром-сть, 1962. 568 с.
16. Анучин Н.П. Теория и практика организации лесного хозяйства. Москва : Лесная промышленность, 1977. 176 с.
17. Атрошенко Є. А. Система моделювання строення древостоев по диаметру, Лесн. журн. 1989. № 2. С. 3–7
18. Багинский В. Ф. Повышение продуктивности лесов: монография. Минск : Ураджай, 1984. 135 с.
19. Гром М. М. Лісова таксация : підручник. Львів: РВВ НЛТУ України, 2010. 416 с.
20. Загребев В. В., Гусев Н. Н., Мошкалева А. Г. Лесная таксация и лесоустройство : учебник для лесных техникумов. Москва : Экология, 1991. 384 с.
21. Захаров В. К. Лесная таксация : ученик. Москва : Лесн. пром-сть, 1967. 406 с.
22. Захаров В. К. Новое в технике лесной таксации : монография. Москва : Лесн. пром-сть, 1966. 102 с.
23. Кашпор С. М. Методичні основи складання нормативів динаміки товарної структури насаджень. Науковий вісник Національного аграрного університету. 1999. Вип. 17. С. 265–268.

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

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

26. Лісова таксація: навчальний посібник / В.В. Миронюк, В.А. Свинчук, А.М. Білоус, Р.Д. Василишин. – К.: НУБіП України, 2019. – 220 с.

27. Лісотаксаційний довідник (доповнене видання) / уклад. А.М. Білоус, С.М. Кашпор, В.В. Миронюк, В.А. Свинчук, О.М. Леснік. – Київ : Видавничий дім «Вінніченко», 2021. 420 с.

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

29. Массовые таблицы для сосны, ели, дуба, березы и осины по классам бонитета. Под. ред. Д. И. Товстолеса. Москва : Союзлеспром, 1931. 613 с.

30. Миронюк В. В., Свинчук В. А., Білоус А. М., Василишин Р. Д. Лісова таксація : навчальний посібник. К.: НУБіП України. 2019. 220 с.

31. Oja J., Broman O., Lindfors S. E., (1999) Projektrapport: Timmerinmätningssystem. Teknisk Rapport 15, Luleå University of Technology. (In Swedish with English summary.) Никитин К. Е., Швиденко А. З. Методы и техника обработки лесоводственной информации. Москва : Лесн. пром-сть, 1978. 272 с.

32. 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.

33. Орлов М.М. Лесная таксація: учебник. Ленинград : Изд. Ленинградского лесн. инст., 1929. Вып. 3. 532 с.

34. Орлов М. М. Лесоустройство: учебник. Ленинград : Лесное хоз-во и лесная пром-сть, 1928. 326 с.

35. Орлов М. М., Шустов Б. А. Объем и сбеж стволь ссны. Отд. оттис. изъ Трудовъ по лесн. оп. делу в России. С.-Петербургъ, 1912. Вып. 43. 67 с.

36. Сортиментныя таблицы для таксаціи леса на корню : справочник. Под ред. К. Е. Никитина. Киев : Урожай, 1984. 629 с.

37. Сошенський О. М. Особливості таксаційної будови, сортиментної і товарної структури деревостанів липи Лісостепу України: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: спец. 06.03.02 «Лісовпорядкування і лісова таксація». Київ, 2016. 23 с.

38. Строчинский А. А., Лакида П. И., Кашпор С. Н. и др. Сортиментные таблицы для таксации молодняков и средневозрастных древостоев : справочник. Киев : УСХА, 1993. 464 с.

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

40. 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.

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

42. 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.

43. 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.

44. ТУУ 16.1-00994:207-001:2018 Лісоматеріали круглі та пиляні. Візуальні характеристики. Класифікація, терміни та визначення, способи вимірювання. Введ. 01.01.2019. К. : Держстандарт України, 2019. 125 с.

45. ТУУ 16.1-00994:207-005:2018 Деревина дров'яна. Класифікація, технічні вимоги та облік. Введ. 01.01.2019. К. : Держстандарт України, 2019. 125 с.

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

47. Цурик Е. И. Ельники Карпат (Строение и продуктивность) : монографія. Львов : Вища школа, 1981. 184 с.

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

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

50. 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