

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

ПОГОДЖЕНО
Директор ННІ
Лісового і садово паркового
господарства
_____ Роман ВАСИЛИШИН
(підпис) (ПІБ)
«_____» _____ 2025 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри
Технологій та дизайну виробів з
деревини
_____ Андрій СПИРОЧКІН
(підпис) (ПІБ)
«_____» _____ 2025 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на тему: «Обґрунтування доцільності використання низькотоварної
деревини сосни для садових меблів на ВП НУБіП України «Боярська лісова
дослідна станція»»**

Спеціальність 187 «Деревообробні та меблеві технології»

Освітня програма «Деревообробні та меблеві технології»

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Гарант освітньої програми

канд. техн. наук, доц.
(науковий ступінь та вчене звання)

_____ (підпис)

Андрій СПИРОЧКІН
(ПІБ)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

канд. техн. наук, доц.
(науковий ступінь та вчене звання)

_____ (підпис)

Сергій МАЗУРЧУК
(ПІБ)

Виконав

_____ (підпис)

Павло ДІДЕНКО
(ПІБ)

Київ – 2025 рік

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

**ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри**

Технологій та дизайну виробів з деревини

К.Т.Н., доц. _____ Андрій СПИРОЧКІН

науковий ступінь, вчене звання (підпис)

(ПІБ)

« _____ » _____ 2024 р.

**ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
СТУДЕНТУ**

Діденку Павлу Ігоровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 187 «Деревообробні та меблеві технології»

(код і назва)

Освітня програма «Деревообробні та меблеві технології»

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Тема магістерської кваліфікаційної роботи «Обґрунтування доцільності використання низькотоварної деревини сосни для садових меблів на ВП НУБіП України «Боярська лісова дослідна станція»»

затверджена наказом ректора НУБіП України від «5» 11.2024 р. № 1978 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру 14.11.2025 року

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи: звіти з наукової роботи кафедри, звіти з виробничої та переддипломної практики, методики виконання експериментальних досліджень, державні, міждержавні стандарти.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Проаналізувати сучасний стан ринку садових меблів, матеріалів для їх виготовлення.
2. Проаналізувати технологічні особливості виготовлення садових меблів.
3. Відібрати зразки сухостійної деревини для проведення експериментальних досліджень, для встановлення можливості виготовлення продукції.
4. Провести дослідження властивостей низькотоварної деревини, визначити основні рекомендації для підприємства.

Дата видачі завдання “ _____ ” _____ 20__ р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи _____

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання _____

(підпис)

(прізвище та ініціали студента)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка МР містить 66 с., 29 рис., 24 табл., 48 джерел.

У вступі було розглянуто актуальність обраної теми для даної кваліфікаційної роботи.

У першому розділі роботи було проведено аналіз садових меблів та матеріалів, що використовуються для їх виготовлення. Окреслено сучасний стан ринку садових меблів, тенденції розвитку та попит на ці вироби на внутрішньому ринку. Зроблено порівняння основних матеріалів для виготовлення садових меблів, зазначено їхні переваги, стабільність розмірів, менша схильність до деформацій та раціональне використання сировини.

У другому розділі визначено матеріал, що найкраще підходить для виготовлення меблів, за допомогою методу аналізу ієрархій. Було проведено порівняння різних видів деревини на основі ряду критеріїв, таких як технічні характеристики, експлуатаційні властивості та економічна ефективність.

У третьому розділі наведена методика проведення дослідження для визначення фізико-механічних властивостей деревини сосни. Описано процес відбору зразків та використані методи вимірювання таких показників, як щільність деревини, міцність на стиск та інші важливі характеристики, які впливають на придатність соснової деревини для виготовлення садових меблів.

У четвертому розділі проведено експериментальні дослідження з визначення фізико-механічних властивостей сухостійної деревини сосни. В результаті експериментів була виконана статистична обробка отриманих результатів, що дозволило зробити висновки щодо якості та можливостей використання сухостійної соснової деревини для виготовлення садових меблів. На основі статистичних даних було визначено оптимальні параметри для виробництва садових меблів, що підвищують їх експлуатаційні характеристики.

Ключові слова: садові меблі, сухостійна деревини, технологічне обладнання, пріоритетні матеріали, дослідні зразки

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ САДОВИХ МЕБЛІВ ТА МАТЕРІАЛІВ З ЯКИХ ЇХ МОЖНА ВИГОТОВЛЯТИ.....	8
1.1. Огляд матеріалів для виготовлення садових меблів.....	8
1.2. Класифікація та вимоги до садових меблів.....	16
1.3. Огляд ринку дачних та садових меблів.....	20
1.4. Огляд матеріалів для опорядження і захисту садових меблів...	23
1.5. Аргументований опис деревного матеріалу.....	24
РОЗДІЛ 2 ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ АНАЛІЗУ ІЄРАРХІЙ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ МАТЕРІАЛУ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ САДОВИХ МЕБЛІВ.....	29
2.1. Прийняття проектних рішень.....	29
2.2. Рішення багатокритеріальної задачі методом аналізу ієрархій...	39
РОЗДІЛ 3 МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СУХОСТІЙНОЇ ДЕРЕВИНИ СОСНИ.....	45
3.1. Проблема всихання соснових деревостанів та дослідження властивостей ослабленої деревини.....	45
3.2. Методика проведення експериментальних досліджень.....	51
РОЗДІЛ 4 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ...	54
4.1. Експериментальні дослідження з визначення межі міцності зразків деревини сосни.....	54
4.2. Статистична обробка експериментальних даних.....	56
ВИСНОВКИ.....	60
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	62

ВСТУП

У сучасному світі популярність садових меблів зростає через збільшення попиту на облаштування зон відпочинку, терас і присадибних ділянок. Садові меблі стали невід'ємною частиною комфортного життя на природі, тому виробники приділяють велику увагу їхній якості, екологічності та доступності. Одним із найважливіших аспектів у процесі виробництва таких меблів є вибір породи деревини, який визначає їхню довговічність, міцність та зовнішній вигляд. Особливу увагу слід приділити використанню низькотоварної деревини, з метою використання такого матеріалу для виготовлення готових виробів, що сприяє раціональному використанню сировини і зниженню собівартості продукції.

Використання низькотоварної деревини для виготовлення садових меблів – це не лише економічно вигідне, але й відповідальне рішення з точки зору екології. Такі матеріали зазвичай включають деревину з меншим діаметром, дефектами чи нижчими технічними характеристиками, які не підходять для традиційного меблевого виробництва.

Вибір породи деревини для садових меблів є критично важливим через вплив зовнішніх факторів, таких як вологість, механічні навантаження та УФ-випромінювання. Саме тому в даному дослідженні розглядаються породи деревини, які мають застосування у виробництві меблів, а саме: сосна, дуб, акація біла та клен.

Актуальність даної кваліфікаційної роботи зумовлена необхідністю раціонального та ефективного використання лісових ресурсів, зокрема низькотоварної деревини сосни, об'єми якої щороку зростають у зв'язку з всиханням соснових насаджень та зміною кліматичних умов. Проблема переробки ослабленої деревини є важливим господарським і екологічним завданням, оскільки її залучення до виробництва дозволяє підвищити ресурсоефективність, зменшити обсяги відходів та забезпечити додаткову економічну вигоду лісогосподарським підприємствам.

Садові меблі є функціонально значущим елементом облаштування присадибних територій, рекреаційних зон та об'єктів озеленення. До них висуваються високі вимоги щодо міцності, довговічності, екологічної безпеки та стійкості до зовнішніх чинників, що зумовлює особливу увагу до вибору матеріалів. У зв'язку з цим дослідження можливостей використання низькотоварної соснової деревини є актуальним напрямом, який поєднує економічну доцільність та екологічну обґрунтованість.

Дослідження, проведені в межах даної роботи, спрямовані на встановлення фізико-механічних властивостей сухостійної деревини сосни, аналіз ринку садових меблів, порівняння потенційних матеріалів та обґрунтування можливостей використання ослабленої деревини у виробництві меблів зовнішнього призначення. Це дозволить визначити оптимальні умови її застосування, забезпечити необхідний рівень експлуатаційної надійності та сприяти розвитку вітчизняного екологічно орієнтованого меблевого виробництва.

Метою роботи є обґрунтування доцільності використання низькотоварної деревини сосни для виготовлення садових меблів шляхом аналізу її властивостей, порівняння з альтернативними матеріалами та визначення умов, за яких вона може забезпечити необхідний рівень якості виробів.

Завдання роботи:

- проаналізувати матеріали, що застосовуються у виробництві садових меблів, та визначити їхні основні властивості;
- розглянути класифікацію садових меблів, вимоги до їх якості та експлуатаційної стійкості;
- провести огляд ринку дачних та садових меблів;
- визначити матеріали для опорядження та захисту деревини в умовах зовнішнього використання;
- здійснити аргументований опис низькотоварної деревини сосни як потенційної сировини для меблевого виробництва;

- застосувати метод аналізу ієрархій для прийняття багатокритеріального рішення щодо вибору оптимального матеріалу;
- розробити методику та провести експериментальні дослідження фізико-механічних властивостей сухостійної деревини сосни;
- здійснити статистичну обробку експериментальних даних та сформулювати висновки щодо її придатності до використання.

Об'єктом дослідження є низькотоварна сухостійна деревина сосни, що заготовлюється на ВП НУБіП України «Боярська лісова дослідна станція».

Предметом дослідження є процес оцінювання технологічної та конструкційної придатності ослабленої соснової деревини для виготовлення садових меблів.

Методи дослідження включають аналіз науково-технічної літератури та нормативних документів, порівняльну характеристику матеріалів-аналогів, метод аналізу ієрархій для багатокритеріального вибору, експериментальні випробування фізико-механічних властивостей деревини, а також статистичні методи обробки отриманих даних.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ САДОВИХ МЕБЛІВ ТА МАТЕРІАЛІВ З ЯКИХ ЇХ МОЖНА ВИГОТОВЛЯТИ

1.1. Огляд матеріалів для виготовлення садових меблів

Садові меблі, які ще кілька десятиліть тому можна було побачити лише на сторінках журналів з ландшафтного дизайну, сьогодні стають усе більш популярними. Вони вже не сприймаються як новинка – навпаки, ринок у цьому сегменті перенасичений, тому перед покупкою варто витратити час на аналіз асортименту.

Необхідно ретельно зважувати всі переваги та недоліки різних матеріалів, що використовуються для виготовлення садових меблів. Один із ключових факторів при виборі меблів для ділянки – матеріал виробу. Варіантів не так багато, але кожен з них має свої переваги та обмеження.

Традиційним матеріалом для виготовлення садових меблів – є деревина (рис. 1.1). Переваг у деревини багато [1]:

- гарний зовнішній вигляд.
- простота обробки, що свідчить про можливість виготовлення меблів практично будь-якої форми;
- екологічність;
- приязність до людини;
- великий асортимент у сегменті готових виробів.

Проте деревина чутлива до вологи, перепадів температур і тривалого впливу УФ-променів. Тому дерев'яні садові меблі обов'язково слід обробляти захисними складами – фарбами, лаками, морилками, просоченнями або маслами. Це потребує додаткових витрат і часу для підтримки гарнітура в належному стані [1].



Рис. 1.1. Садові меблі з деревини [1]

У цю категорію варто віднести плетені меблі (рис. 1.2). Раніше більшість таких виробів виготовляли з лози, нині її замінив більш міцний, але дорожчий ротанг. Такі меблі мають підвищену стійкість до зовнішніх впливів. Проте їхній недолік – складна текстура: за плетеними садовими меблями потрібно ретельно доглядати, адже навіть незначне пошкодження може зіпсувати зовнішній вигляд і функціональність [1].

Меблі з натурального ротанга виготовляють із очищених стебел Каламусу – різновиду тропічної ліани, що широко росте в Південно-Східній Азії. Її поширення настільки велике, що на батьківщині з ліани виготовляють не лише побутові предмети, а й будують мости та будівлі, що свідчить про її надзвичайну міцність і витривалість. Такі вироби є екологічно безпечними, оскільки вони натуральні й не викликають алергії [1].



а

б

Рис. 1.2. Плетені садові меблі: а – із лози, б – із ротангу [1]

Меблі з ротангу відзначаються витривалістю, привабливим зовнішнім виглядом і доступною ціною. Часто вони доповнюються деталями з інших матеріалів – шкіри, скла чи металу.

Переваги садових меблів з ротанга [1]:

- міцність;
- привабливий та унікальний зовнішній вигляд;
- вологостійкість (за винятком зовнішніх покриттів і подушок);
- легкість.

Недоліки садових меблів з ротанга [1]:

- потребують додаткової м'якої підкладки;
- деформуються під впливом сонця, сухого повітря або снігу;
- сидіти у них менш комфортно, ніж у домашньому кріслі, тому необхідно використовувати подушки та мати, щоб уникнути неприємного відчуття від плетіння.

Пластикові садові меблі здебільшого є економ-варіантом (рис. 1.3) і мають такі переваги [2]:

- низька ціна;
- великий асортимент;

- практично абсолютна стійкість до вологи;
- простота догляду за гладкими рівними поверхнями.

Мінуси пластикових меблів:

- обмежена довговічність і крихкість;
- низький рівень комфорту каркаса, що потребує додаткової м'якої підкладки;
- деформація під впливом сонця, сухого повітря або снігу.



Рис. 1.3. Садові меблі з пластику [2]

На практиці пластикові меблі часто виявляються не такими вже й практичними: дешевий пластик не відрізняється міцністю і швидко нагрівається. За низьких температур, особливо на морозі, він стає дуже крихким [2].

Варто також враховувати зовнішній вигляд виробів. Пластикові лавки, стільці та садові шезлонги підходять не для будь-якого ландшафтного дизайну, хоча, звичайно, вони цілком мають право на існування.

Метал у садових меблях зазвичай використовується для виготовлення каркасів (рис. 1.4).



Рис. 1.4. Садові меблі каркас яких виготовлено з металу [2]

Метал має неприємну особливість: він дуже швидко нагрівається і швидко вистигає, тому контакт із металевими поверхнями часто буває неприємним.

У садових меблях метал найчастіше використовується у вигляді [2]:

- профільованих і круглих труб;
- литих елементів;
- смуг та стрижнів.

Найпопулярніші способи захисту металевих деталей від корозії – фарбування, хромування та покриття порошковими фарбами з утворенням щільного полімерного шару. Завдяки цьому металеві елементи не іржавіють і довго зберігають міцність.

При виготовленні меблів часто комбінують різні матеріали: сидіння стільців обтягують натуральною або штучною шкірою, а для стільниць обирають скло або деревину. Металеві меблі складно пошкодити навіть при інтенсивній експлуатації.

До цієї категорії також відносяться ковані садові меблі. Ковані моделі можуть стати чудовою альтернативою традиційним дерев'яним лавкам і столикам: їхній міцний каркас витримає будь-які навантаження та залишатиметься стійким під впливом холоду й вітру.

Іноді суцільнометалеві меблі все ж використовуються (рис. 1.5). Щоб полегшити конструкцію, їх роблять ажурними або ґратчастими.

Переваги вуличних меблів з металу [3]:

- не деформуються (за винятком подушок);
- міцні та стійкі;
- довгий час зберігають привабливий «товарний» вигляд;
- універсальні для різних просторів, особливо громадських парків і місць з великою кількістю людей;
- ковані меблі для вулиці, терас і веранд не бояться сонця.

Недоліки металевих меблів для вулиці [3]:

- на терасі можна встановлювати лише на кам'яній поверхні;
- не рекомендується ставити на землю чи ґрунт;
- висока ціна – одна з найвищих на ринку;
- низька вологостійкість, необхідна обов'язкова обробка для захисту від іржі та корозії;
- велика вага та складність зберігання: меблі важко переміщати, а на зиму їх доводиться залишати під відкритим небом і прибирати наслідки «зимівлі» навесні.



Рис. 1.5. Суцільнометалеві садові меблі [3]

Виготовлені з натурального каменю меблі виглядають розкішно і монументально, адже камінь вважається одним з найміцніших матеріалів (рис. 1.6).



Рис. 1.6. Садові меблі з каменю [4]

Найчастіше такі меблі виготовляють із мрамору, граніту, травертину або оніксу, а також із напівкоштовних каменів. Це дозволяє створювати стильний і розкішний акцент у замиському просторі, підкреслюючи імідж і статус власника. Особливо популярні вони для оформлення ландшафтного дизайну та екстер'єру в люксових готелях або маєтках.

Переваги вуличних меблів із каменю [4]:

- не схильні до впливу погодних умов;
- не потребують особливого догляду.

Недоліки садових меблів із каменю [4]:

- холодні, потребують додаткової теплої підкладки;
- у спеку камінь сильно нагрівається;

- складність переміщення та велика вага – навіть мінімальне транспортування вимагає значних зусиль і витрат;
- висока ціна – такі меблі для відкритих терас фактично «на століття» і є найдорожчими на ринку.

Безкаркасні меблі (рис. 1.7) є найсучаснішим варіантом для вулиці та дачі. Вони можуть мати різні варіанти виконання, у тому числі з тканин, які є абсолютно водонепроникними і можуть використовуватися навіть у воді. За потреби такі меблі легко прибрати або скласти, що особливо зручно при розміщенні великої кількості гостей під час свят [5].

При цьому стиль і естетика безкаркасних меблів поєднуються з високою технологічністю. Система внутрішньої еластичності, виготовлена вручну та з високою точністю, ретельно розроблена для забезпечення чудової підтримки спини і водночас збереження виняткової естетичної привабливості крісла.



Рис. 1.7. Безкаркасні садові меблі [5]

Преміальну тканину виготовляють із м'яких, ребристих водонепроникних матеріалів, які надзвичайно стійкі до вицвітання під дією ультрафіолетового випромінювання. Вони не вбирають вологу та відмінно відштовхують воду, а завдяки водонепроникній поверхні їх легко очищати від будь-яких забруднень.

Переваги безкаркасних меблів для вулиці [5]:

- Компактність – займають менше місця порівняно зі звичайними меблями, що дозволяє економити простір;
- Стійкість до вигоряння і стирання;
- Мобільність і легкість – середня вага крісла 8 кг, пуфа – лише 3 кг, тому меблі легко пересувають навіть діти;
- Презентабельний зовнішній вигляд;
- Великий вибір кольорів і моделей – понад 20 варіантів шезлонгів, крісел, пуфів та модульних диванів;
- Безпека – відсутність жорстких елементів;
- Простота догляду – тканинні чохла можна легко почистити в хімчистці;
- Зручність і комфорт – спеціальний наповнювач миттєво приймає форму тіла, забезпечуючи комфортний відпочинок;
- Оригінальний стиль і м'якість тканини – добре зарекомендували себе в лаундж-зонах ресторанів і кафе.

Недоліки безкаркасних меблів [5]:

- Відсутність каркаса ускладнює користування для літніх і малорухливих людей, оскільки нема опори при підніманні;
- У дешевих кріслах-мешках наповнювач швидко зминається.

Підсумовуючи, можна сказати, що серед усіх видів вуличних меблів можна підібрати варіант для будь-якої людини. Однак за якістю, зручністю та ціною лідирують меблі з пластика, ротанга та безкаркасні моделі.

1.2. Класифікація та вимоги до садових меблів

Садові меблі є невід'ємною частиною організації комфортного простору на присадибних ділянках, терасах та відкритих майданчиках. Вони поєднують функціональність, естетику та довговічність, створюючи умови для відпочинку та спілкування на свіжому повітрі. Класифікація садових меблів дозволяє систематизувати різноманітні види виробів за матеріалом, конструкцією та призначенням, а дотримання сучасних вимог до їхніх властивостей гарантує

стійкість до погодних умов, зручність використання та естетичну привабливість. Такий підхід є важливим для вибору оптимального варіанту меблювання відповідно до функціональних і дизайнерських потреб.

Для прикраси саду та присадибної ділянки використовують садові меблі – предмети меблювання, призначені для облаштування відкритих майданчиків і зон відпочинку. До меблів для саду та терас відносять [6] (рис. 1.8):

- лежаки;
- гамаки;
- шезлонги;
- дивани;
- крісла-качалки;
- кушетки і лави.



а



б



г



в

Рис. 1.8. Садові меблі: а- шезлонг; б-крісло-гойдалка; в-лежак; г-гамак

Також зустрічаються і інші зразки садових меблів [6]:

- підвісні лавки та диванчики - рис.1.9 а;
- крісла-кокони, що підвішуються на спеціальних кронштейнах (рис.1.9 б) та ін.



Рис. 1.9. Садові меблі : а -підвісна лавка; б –крісло-кокон

Комбінувати такі конструкції можна по-різному, обираючи оптимальне поєднання різних предметів садових меблів залежно від функціональних та естетичних потреб.

Класифікація садових меблів. За функціональним призначенням садові меблі поділяють на:

- вуличні, призначені для відкритих майданчиків;
- універсальні моделі, які можна використовувати як на вулиці, так і в приміщенні;
- предмети інтер'єру, призначені для облаштування дачі.

За конструкцією меблі бувають стаціонарними та переносними (мобільними). До стаціонарних відносять меблі, які є цілісними й призначені для облаштування конкретної зони. Вони мають велику вагу і монтуються безпосередньо на присадибній ділянці [6].

Переносні меблі можуть складатися з декількох частин або розкладатися. Вони відрізняються малою вагою, легко транспортуються та при необхідності можуть бути прибрані або заховані на зимовий період. Мобільні конструкції

зручні для швидкого розкладання і складання, що дозволяє організувати відпочинок на вулиці та весело провести вечір у компанії друзів.

Вимоги до садових меблів. Садові меблі призначені для використання на свіжому повітрі. При цьому їх можна встановлювати не лише на газонах і галявинах, а й на терасах, верандах, альтанках та інших легких відкритих конструкціях [6].

Першою і найважливішою вимогою є ергономіка. Стільці, лавки, крісла, кушетки та інші предмети повинні бути зручними, інакше їхнє основне призначення – забезпечення комфортного відпочинку на відкритому повітрі – не реалізується. Тому при виборі меблів варто насамперед орієнтуватися на зручність, а вже потім – на інші характеристики.

Другим важливим критерієм є стійкість до зовнішніх впливів. Садові меблі перебувають під відкритим небом і піддаються впливу вологи, ультрафіолетового випромінювання та перепадів температур. Вибір матеріалів, стійких до цих факторів, забезпечує довговічність меблів. Тут варто враховувати два аспекти: по-перше, на зиму більшість меблів переміщують у приміщення для зберігання (виняток – стаціонарні лавки); по-друге, меблі можуть мати знімні елементи – накидки, подушки тощо. Вони підвищують комфорт і зручність, але бояться вологи, тому під час дощу або на ніч їх слід прибирати [7].

Наступною вимогою є простота догляду. Чим легше підтримувати садові меблі в чистоті, тим зручніше їх експлуатувати, тому варто віддавати перевагу виробам з гладкою поверхнею.

Важливим фактором є також невелика маса. Зазвичай садові меблі роблять переносними, щоб можна було легко змінювати їхнє розташування на ділянці. Легкі конструкції тут переважають, хоча масивні вироби, наприклад крісла-пеньки, теж мають своє місце.

Не менш важлива естетика. Сучасні садові меблі є невід'ємним елементом ландшафтного дизайну, тому важливо не лише їхнє зовнішнє оформлення, а й гармонійне поєднання зі стилістичними рішеннями будинку та ділянки. На

щастя, сучасний асортимент настільки широкий, що дозволяє підібрати меблі в будь-якому стилі та кольоровій гамі [7].

Стаціонарні меблі для облаштування садового інтер'єру повинні бути стійкими до атмосферних опадів та перепадів температури. При виборі плетених меблів слід звертати увагу на тип плетіння, наявність захисного покриття та матеріал каркаса, який повинен складатися з товстих і міцних прутів. Для організації пікніків на свіжому повітрі найкраще підходять переносні меблі з ротанга, пластика або алюмінію. Для оформлення ландшафтного дизайну присадибної ділянки ефективними будуть ковані меблі, а також вироби з граніту та дерева.

1.3. Огляд ринку дачних та садових меблів

Вільний шлях для українських виробників у сегменті садових меблів відкрився нещодавно – після кризи та знецінення національної валюти. Раніше левову частку прибутків від роздрібних продажів отримували імпортери з Китаю та Малайзії, чия продукція була дешевшою за вітчизняну [8].

Наразі ситуація змінилася: зростають продажі дерев'яних і плетених меблів, добре реалізуються гойдалки та альтанки українського виробництва. За даними Української асоціації меблярів, сегмент садових меблів займає лише 3,5–4 % від загального обсягу ринку. Незважаючи на конкуренцію, на ринку залишається місце для новачків, адже все більше українців прагнуть облаштувати дачі та відкриті зони відпочинку зручно і комфортно.

Оператори ринку садових меблів покладають великі надії на сезон продажів, який триває з квітня по вересень. Саме в цей період реалізується 80–85 % дачних меблів, тому виробничий цикл підприємці планують так, щоб до весни товар вже був готовий до продажу – адже покупці дачних меблів не люблять чекати [8].

Головна цільова аудиторія садових меблів – власники присадибних ділянок, дач і замських будинків. Проте це справедливо лише для роздрібних

продажів, адже майже половина продукції реалізується в кафе, бари та ресторани, які закупають меблі для облаштування літніх майданчиків.

Перш за все слід чітко визначитися, які види меблів і з яких матеріалів ви плануєте виготовляти. На ринку садових меблів виділяють чотири основні ніші.

Найдешевші – пластикові меблі. Вони компактні, легкі та привабливі зовні, проте швидко вигорають на сонці, вкриваються подряпинами і мають недовгий термін служби – зазвичай потребують заміни вже на 2–3-й рік експлуатації [8].

Дерев'яні меблі екологічні та стійкі до погодних впливів, але краще, щоб вони були мобільними і легко переносилися з одного місця на інше. У дачних меблях дерево часто комбінують із металом, пластиком, високостійким триплекс-склом та іншими матеріалами (рис. 1.10). Мінімальний термін експлуатації таких меблів становить 4–5 років [8].



Рис. 1.10. Меблі з комбінованих матеріалів

Металеві (ковані) меблі не схильні до деформації і довго зберігають привабливий зовнішній вигляд завдяки антикорозійному покриттю. Водночас вони мають значну вагу і сильно нагріваються на сонці, що потребує додаткових підкладок на сидіння.

Плетені меблі з натуральної лози чи ротангу іноді деформуються під впливом перепадів температур, проте є одними з найекологічніших варіантів. При цьому на 3–4-й рік експлуатації вони можуть темніти під дією сонячного світла.

Асортимент садових меблів досить широкий: табурети, крісла, стільці, шезлонги, лавки, полиці, столи, гойдалки, альтанки тощо. Для початківців доцільніше розпочинати з легких виробів або тих, які вдається виготовляти на найвищому рівні.

Відкрити виробництво садових меблів можна й «на колінках», проте в такому випадку розраховувати на великі обсяги продажів не варто. Для повноцінного запуску бізнесу необхідний меблевий цех площею 150–200 м² із відповідним обладнанням і верстатами, а також склад для зберігання готової продукції. Початкові інвестиції в обладнання для виробництва садових меблів становлять приблизно \$4 000–6 000 [8].

На початковому етапі для запуску виробництва достатньо інвестувати в закупівлю трьох основних верстатів: рейсмус, фрезерний верстат та СУБД. Додатково знадобляться дискові пилки по дереву, шуруповерти, бензопила, електричний лобзик, реноватор, зварювальний апарат та вібраційна шліфувальна машина (болгарка).

Виробництво екологічних меблів в Україні активно розвивається, а тенденція до спрощення та здешевлення стає справжнім трендом. Це відкриває можливості для експериментів із різними видами сировини. Одним із перспективних напрямків є виготовлення меблів із дерев'яних палетів (транспортних піддонів). У соціальних мережах з'являється безліч ідей їхнього різноманітного використання. Палети вже завоювали популярність серед дизайнерів, що працюють у стилі лофт, тому їхнє застосування у дачному форматі виглядає цілком логічним та сучасним.

Другою перспективною нішею для виробників є нестандартні або «дизайнерські» меблі під замовлення, які дозволяють задовольнити індивідуальні запити клієнтів і виділитися на ринку.

Третій цікавий напрямок для креативних підприємців – виготовлення складних мобільних меблів для пікніка: пластикових або з дерев'яних рейок, сталевих чи алюмінієвих труб. Важливо, щоб у складеному вигляді такі меблі легко поміщалися в багажник легкового автомобіля, забезпечуючи зручність транспортування.

Основні види матеріалів. Історично основним матеріалом для виготовлення меблів була натуральна деревина. Це пояснювалося її доступністю, зручністю та легкістю обробки. Проте зі зростанням попиту на меблі та розвитком деревообробної галузі стало зрозуміло, що натуральної сировини недостатньо для задоволення всіх потреб ринку, що зумовило пошук альтернативних матеріалів.

1.4. Огляд матеріалів для опорядження і захисту садових меблів

Садові меблі є невід'ємним елементом будь-якого саду або присадибної ділянки. Найчастіше їх виготовляють з деревини, оскільки цей матеріал естетично привабливий, легко формується і добре вписується в природне оточення, особливо на відкритих майданчиках. Проте деревина має й недоліки, а термін служби будь-якого захисно-декоративного покриття обмежений.

Оскільки садові меблі постійно перебувають на відкритому повітрі, вони піддаються дії негативних факторів: сонця, дощу, вітру, мікроорганізмів та коливань температури. Волога і мікроорганізми спричиняють гниття деревини, ураження пліснявою, деформацію та виникнення тріщин. Сонячне випромінювання змінює колір деревини, робить її сухою та зменшує міцність. Крім того, шкідники, які з'являються через послаблення деревини під впливом цих факторів, руйнують її структуру. Внаслідок комплексного впливу природних чинників меблі з натуральної деревини з часом втрачають привабливий вигляд і можуть стати непридатними для експлуатації [9].

Для захисту деревини від негативних факторів застосовують різні види опоряджувальних речовин.

Антисептики – це розчини на водній або масляній основі, що захищають деревину від гниття та запобігають поширенню руйнівних мікроорганізмів. Під час обробки деревини антисептиками знищуються грибки, усувається можливість появи цвілі, бактерій гниття та комах-шкідників.

Серед засобів захисту садових меблів антисептики займають провідне місце, оскільки існує багато їхніх видів залежно від призначення. На відміну від прозорих лаків і фарб, антисептики після тривалої експлуатації на відкритому повітрі практично не втрачають своїх властивостей, забезпечуючи довготривалий захист деревини.

Залежно від складу антисептиків та умов експлуатації оброблених ними виробів розрізняють такі види:

Водорозчинні – стійкі до впливу різних рідин, але не витримують тривалого контакту з водою. Зазвичай застосовуються профілактично на попередньо висушених поверхнях [9].

Масляні – створені на основі олій, відзначаються високою стійкістю до вологи. Мають недоліки: легко займаються, виділяють неприємний запах та можуть змінювати колір поверхні виробу [9].

Органічні – складаються виключно з органічних компонентів, тому повністю екологічні та безпечні. Їх можна застосовувати як всередині приміщень, так і на відкритому повітрі. При нанесенні формують захисну плівку, що підвищує вологостійкість і захищає деревину від гниття [9].

Комбіновані (антипірени) – поєднують кілька захисних властивостей: захист від вогню, вологи та руйнівних мікроорганізмів, забезпечуючи комплексний захист деревини.

1.5. Аргументований опис деревного матеріалу

Сосна (рис. 1.11) є однією з найпоширеніших порід деревини в Україні (рис. 1.12). Саме тому значна частина виробів, у тому числі садових меблів, виготовляється з цієї породи завдяки її доступності та легкості обробки.



Рис. 1.11. Текстура деревини сосни [10]

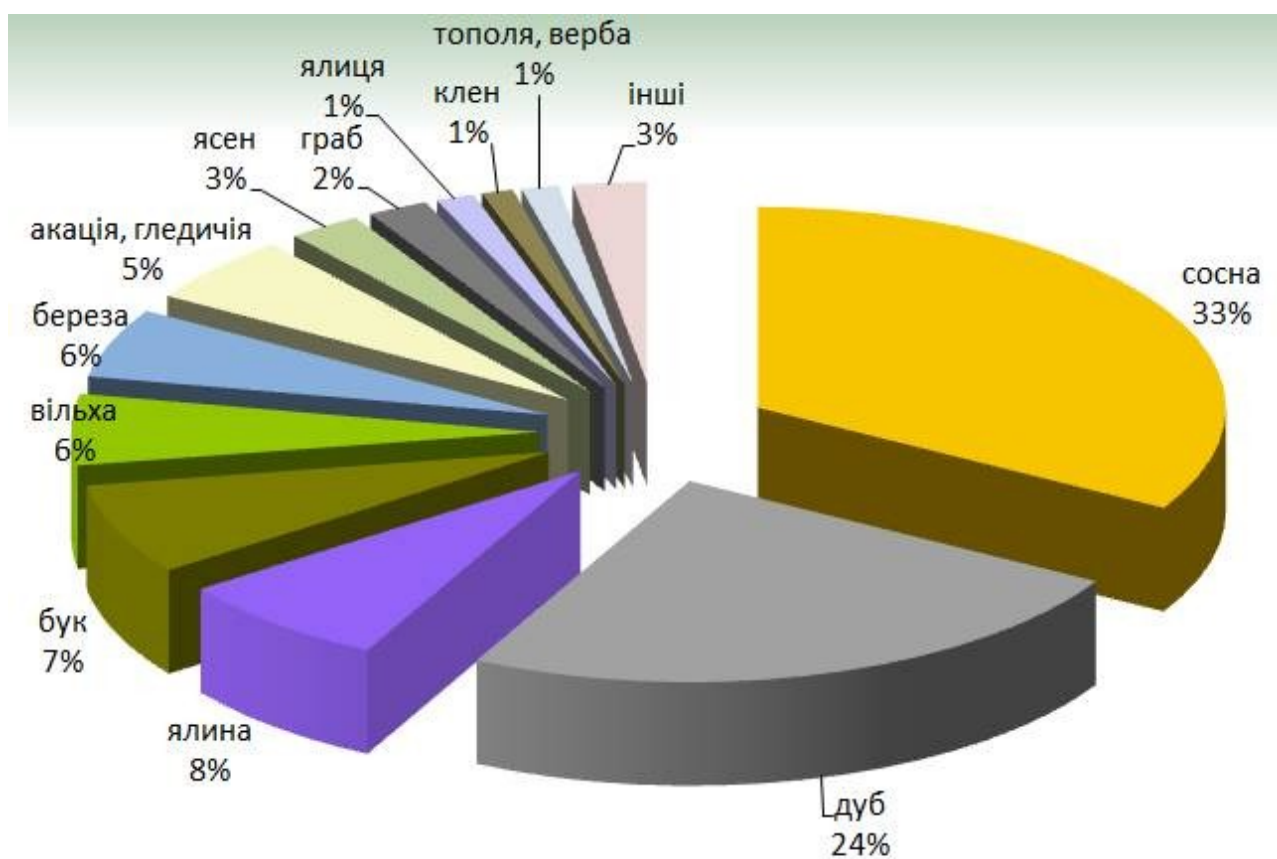


Рис. 1.12. Площа лісів України з переважаючими деревними породами [11]

Сосна має середню щільність близько 520 кг/м^3 , що забезпечує легкість конструкцій. Вона відзначається гарною текстурою, проте чутлива до вологи та гниття, тому потребує надійного захисту – просочення антисептиками та покриття лаком. Крім того, низька вартість робить сосну економічно вигідним матеріалом, особливо для бюджетних меблів [11].

Дуб (рис. 1.13) вирізняється високою міцністю та довговічністю. Його щільність коливається від 650 до 850 кг/м^3 залежно від регіону зростання, що забезпечує стійкість до механічних навантажень і впливу зовнішнього середовища. Природні дубильні речовини в деревині підвищують її стійкість до гниття. Завдяки естетичній текстурі дуб широко застосовується у виробництві меблів преміум-класу. Основними недоліками є висока вартість і складність обробки [12].



Рис. 1.13. Текстура деревини дуба [12]

Акація біла (рис. 1.14) вважається однією з найкращих порід для зовнішнього використання. Середня щільність деревини становить близько 750 кг/м^3 . Вона відзначається природною стійкістю до гниття, вологи та комах, тому не потребує інтенсивної обробки захисними засобами. Акація також вирізняється привабливим зовнішнім виглядом із чітко вираженою текстурою.

Висока міцність деревини дозволяє виготовляти меблі, здатні витримувати значні навантаження [13].



Рис. 1.14. Текстура деревини акації [13]

Деревина клену (рис. 1.15.) характеризується щільністю в межах 670 кг/м^3 , що забезпечує їй високу міцність і твердість.



Рис. 1.15. Текстура деревини клену [14]

Світлий відтінок і тонка, рівномірна текстура клена надають виробам особливої естетичності та вишуканості, що робить цю породу цінною для дизайнерських рішень та меблів преміум класу. Деревина клена добре піддається обробці, забезпечуючи високу якість поверхні після шліфування та полірування, а також дозволяє отримати бездоганно гладкі деталі складної форми. Проте через свою чутливість до вологи та схильність до деформацій при коливаннях вологості вона потребує ретельного додаткового захисту – якісного лакування, просочення або застосування спеціальних атмосферостійких покриттів у разі використання на відкритому повітрі [14]. Незважаючи на ці обмеження, клен залишається відмінним матеріалом для виготовлення меблів із високими декоративними вимогами, особливо там, де важливі стабільність кольору, вишукана текстура та естетична привабливість.

РОЗДІЛ 2

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ АНАЛІЗУ ІЄРАРХІЙ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ
МАТЕРІАЛУ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ САДОВИХ МЕБЛІВ

2.1. Прийняття проектних рішень

З розглянутих в попередньому розділі порід деревини для виготовлення садових меблів, для порівняння та визначення пріоритету вибрано по 4 ключових усереднених характеристик для кожної із 4 порід, як вказано в табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Основні характеристики обраних порід

Порода деревини	Межа міцності на статичний згин при вологості 12%, МПа	Межа міцності на статичний згин при вологості 30%, МПа	Щільність 12%, кг/м ³	Ціна, грн /м ³
Сосна	83,5	51,3	520	3912
Дуб	103,4	64,7	650	4818
Акація біла	132,6	84,9	750	4500
Клен	113,2	66,1	670	2940

Під час оцінки та якісного порівняння чотирьох різних порід, створені квадратні матриці бінарних відношень розміром 4x4. У цих матрицях «m» представляє характеристики завіс, «n» - види порід, отже, розмірність матриці - 4x4. Взаємовідносини між характеристиками та видами порід виражаються математичними символами: більше \rightarrow , дорівнює $=$, менше $<$ [15].

Далі проводиться порівняння показників за їх пріоритетністю під час оцінки характеристик. Для цього порівняння створено ще одну квадратну матрицю розміром $m \times n$ [15].

Для визначення кількісної оцінки для кожного показника спочатку визначено, яке значення є найкращим серед об'єктів, і наскільки це значення відрізняється від найгіршого об'єкта K_{ij} [15]:

Показник межі міцності на статичний згин деревини при 12% вологості вказує на її здатність витримувати навантаження без руйнування при прикладенні сили, що викликає згинання. Чим вищий цей показник, тим краще, оскільки це означає, що деревина витримає більше навантаження перш ніж зруйнується.

Для обчислення кількісних оцінок використовують числові оцінки, надані експертами для кожної характеристики. Значення K_j обчислюються за формулою (2.1), що дозволяє визначити різницю між найкращим та найгіршим показником. Розрахувавши коефіцієнт K_j , розраховують коефіцієнт ω_j , за формулою (2.2):

Цей метод дозволяє визначити значення коефіцієнтів K_j та ω_j , використовуючи дані з табл. (2.3 - 2.5) та формули (2.1) і (2.2) [15].

Таблиця 2.3

Матриця порівняння порід за межою міцності на статичний згин при 30% вологості

		X1	X2	X3	X4	K	W
		51,3	64,7	84,9	66,1		
X1	51,3	=	<	<	<	1,65	0,36
X2	64,7	>	=	<	<		
X3	84,9	>	>	=	>		
X4	66,1	>	>	<	=		

Багато власників садових меблів залишають їх на вулиці незважаючи на погодні умови через які вологість деревини може сягати 30%. Показник межі міцності на статичний згин деревини при 30% вологості вказує на її здатність витримувати навантаження без руйнування при прикладенні сили, що викликає згинання за заданої вологості.

Матриця порівняння порід за щільністю

		X1	X2	X3	X4	К	W
		520	650	750	670		
X1	520	=	<	<	<	1,44	0,29
X2	650	>	=	<	<		
X3	750	>	>	=	>		
X4	670	>	>	<	=		

Показник щільності деревини зазвичай вимірюється кг/м³ і чим вищий цей показник, тим більша міцність деревини, маса та складніша обробка.

Таблиця 2.5

Матриця порівняння порід за ціною

		X1	X2	X3	X4	К	W
		3912	4818	4500	2940		
X1	3912	=	<	<	>	1,64	0,35
X2	4818	>	=	>	>		
X3	4500	>	<	=	>		
X4	2940	<	<	<	=		

Багато споживачів орієнтуються на більш дешеву ціну під час вибору садових меблів, але не завжди нижча ціна означає гарну якість. Все залежить від потреб та бюджету споживачів.

Для визначення пріоритетів кожного матеріалу за кожною характеристикою P_{ij} і пріоритету самого показника P_j , впроваджується поняття потужності критерію L -го порядку $P(L)$, що розраховується по рядках [15]:

Перша ітерація:

$$P_i(1) = \sum_{i=1}^n a_{ij}, \quad (2.5)$$

$$P_j(1) = \sum_{j=1}^n a_j, \quad (2.6)$$

$$P_{ij}(1) = \frac{P_{ij}(L)}{\sum_{j=1}^n P_{ij}(L)}, \quad (2.7)$$

Друга ітерація:

$$P_j(2) = \sum_{j=1}^n a_j, \quad (2.8)$$

$$P_{ij}(2) = \frac{P_{ij}(L)}{\sum_{j=1}^n P_{ij}(L)}, \quad (2.9)$$

Третя ітерація:

$$P_j(3) = \sum_{j=1}^n a_j, \quad (2.10)$$

$$P_{ij}(3) = \frac{P_{ij}(L)}{\sum_{j=1}^n P_{ij}(L)}, \quad (2.11)$$

Результати розрахунків занесено в табл. 2.6.

За допомогою цього методу розраховано та заповнено табл. 2.7 - 2.9.

Таблиця 2.6

Матриця суміжності для порівняння межі міцності на статичний згин при 12% вологості

		X1	X2	X3	X4	K	W	P _{i1}	P _{i1*}	P _{i2}	P _{i2*}	P _{i3}	P _{i3*}
		83,5	103,4	132,6	113,2								
X1	83,5	1	0,66	0,66	0,66	1,59	0,34	2,98	0,19	11,57	0,19	44,65	0,19
X2	103,4	1,34	1	0,66	0,66			3,66	0,23	13,83	0,22	53,29	0,22
X3	132,6	1,34	1,34	1	1,34			5,02	0,31	19,73	0,32	75,95	0,32
X4	113,2	1,34	1,34	0,66	1			4,34	0,27	16,55	0,27	63,62	0,27
Σ								16,00	1,00	61,69	1,00	237,50	1,00

Таблиця 2.7

Матриця суміжності для порівняння межі міцності на статичний згин при 30% вологості

		X1	X2	X3	X4	K	W	P _{i1}	P _{i1*}	P _{i2}	P _{i2*}	P _{i3}	P _{i3*}
		51,3	64,7	84,9	66,1								
X1	51,3	1	0,64	0,64	0,64	1,65	0,36	2,92	0,18	11,29	0,18	43,37	0,18
X2	64,7	1,36	1	0,64	0,64			3,64	0,23	13,65	0,22	52,35	0,22
X3	84,9	1,36	1,36	1	1,36			5,08	0,32	19,93	0,32	76,34	0,32
X4	66,1	1,36	1,36	0,64	1			4,36	0,27	16,53	0,27	63,21	0,27
Σ								16,00	1,00	61,41	1,00	235,26	1,00

Матриця суміжності для порівняння щільності деревини

		X1	X2	X3	X4	K	W	P _{i1}	P _{i1} *	P _{i2}	P _{i2} *	P _{i3}	P _{i3} *
		520	650	750	670								
X1	520	1	0,71	0,71	0,71	1,44	0,29	3,13	0,20	12,27	0,20	47,80	0,20
X2	650	1,29	1	0,71	0,71			3,71	0,23	14,25	0,23	55,49	0,23
X3	750	1,29	1,29	1	1,29			4,87	0,30	19,23	0,31	74,81	0,31
X4	670	1,29	1,29	0,71	1			4,29	0,27	16,57	0,27	64,43	0,27
Σ								16,00	1,00	62,32	1,00	242,54	1,00

Таблиця 2.9

Матриця суміжності для порівняння за ціною

		X1	X2	X3	X4	K	W	P _{i1}	P _{i1} *	P _{i2}	P _{i2} *	P _{i3}	P _{i3} *
		3912	4818	4500	2940								
X1	3912	1	0,65	0,65	1,35	1,64	0,35	3,65	0,23	13,74	0,22	52,82	0,22
X2	4818	1,35	1	1,35	1,35			5,05	0,32	19,83	0,32	76,15	0,32
X3	4500	1,35	0,65	1	1,35			4,35	0,27	16,54	0,27	63,42	0,27
X4	2940	0,65	0,65	0,65	1			2,95	0,18	11,43	0,19	44,01	0,19
Σ								16,00	1,00	61,55	1,00	236,40	1,00

Для розрахунку по методу експертної оцінки отримуємо оцінки експертів та заносимо в табл. 2.10. Далі формулами (2.12 та 2.13) обчислено середнє значення \bar{x}_{ij} та середнє квадратичне відхилення S_{ij} по кожному ряду відповідей [6]:

$$\bar{x}_{ij} = \frac{\sum_{j=1}^m x_{ij}}{m}, \quad (2.12)$$

$$S_{ij} = \pm \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m (x_{ij} - \bar{x}_{ij})^2}{m-1}}, \quad (2.13)$$

де: x_{ij} – оцінка j -го експерта по i -му питанню;

m – кількість експертів.

Далі розраховуємо коефіцієнт варіації V_{ij} за формулою [6]:

$$V_{ij} = \frac{S_{ij}}{\bar{x}_{ij}} \cdot 100\%, \quad (2.14)$$

Загальний коефіцієнт погодження експертів визначаємо за формулами нижче [15]:

$$K_E = \frac{\sum_{i=1}^n K_{Eij}}{\sum_{i=1}^n m_{ij}}, \quad (2.15)$$

$$K_{Eij} = 1 - \frac{S_{ij}}{\bar{x}_{ij}}, \quad (2.16)$$

де: n – кількість характеристик в анкеті;

m_{ij} – кількість оцінок по кожній характеристиці в кожному з вирівняних рядів.

Якщо $0,5 \leq K_E \leq 1$, то думка експертів погоджена [15].

Результат експертної оцінки пріоритетів показників

Кількість експертів	К-сть циклів роботи			Вага, г			Кут відкривання, гр			Ціна, грн/шт		
	X_i	$X_{\text{сеп}} - X_i$	$(X_{\text{сеп}} - X_i)^2$	X_i	$X_{\text{сеп}} - X_i$	$(X_{\text{сеп}} - X_i)^2$	X_i	$X_{\text{сеп}} - X_i$	$(X_{\text{сеп}} - X_i)^2$	X_i	$X_{\text{сеп}} - X_i$	$(X_{\text{сеп}} - X_i)^2$
1	3	0,14	0,02	3	0,14	0,02	3	-0,14	0,02	4	-1,14	1,31
2	3	0,14	0,02	3	0,14	0,02	2	0,86	0,73	1	1,86	3,45
3	3	0,14	0,02	3	0,14	0,02	4	-1,14	1,31	4	-1,14	1,31
4	3	0,14	0,02	3	0,14	0,02	1	1,86	3,45	4	-1,14	1,31
5	3	0,14	0,02	3	0,14	0,02	3	-0,14	0,02	2	0,86	0,73
6	4	-0,86	0,73	2	1,14	1,31	4	-1,14	1,31	3	-0,14	0,02
7	3	0,14	0,02	5	-1,86	3,45	3	-0,14	0,02	2	0,86	0,73
Середнє значення балу	3,14			3,14			2,86			2,86		
Середнє квадратичне відхилення	0,37			0,90			0,76			1,14		
Коефіцієнт варіації / 100%	0,12			0,29			0,27			0,40		
	$K_{\text{експ.1}}$	0,88		$K_{\text{експ.2}}$	0,71		$K_{\text{експ.3}}$	0,73		$K_{\text{експ.4}}$	0,60	
Загальний коефіцієнт погодження експертів	0,73											

За результатами розрахунків (табл. 2.10) коефіцієнт узгодженості експертів знаходиться у межах $0,5 \leq K_{\text{експ}} \leq 1$, тому думка експертів вважається узгодженою. Це дає можливість побудувати матрицю бінарних відношень вагомості показників – табл. 2.11

Таблиця 2.11

Матриця бінарних відношень

		Y1	Y2	Y3	Y4	K	W
		3,14	3,14	2,86	2,86		
Y1	3,14	=	=	>	>	1,10	0,16
Y2	3,14	=	=	>	>		
Y3	2,86	<	<	=	=		
Y4	2,86	<	<	=	=		

Співвідношення між об'єктами виражені математичними символами «більше» (>), «дорівнює» (=) та «менше» (<).

Визначаємо, у скільки разів найкращий об'єкт відрізняється від найгіршого, використовуючи формулу (2.1). Далі знаходимо коефіцієнт ω_j , за формулою (2.2). Суміжні члени матриць визначено за формулами (2.3-2.4).

Замінюємо математичні символи (>), (=) та (<) відповідними значеннями α_{ij} . Після цього створюємо матрицю суміжності для порівняння показників у табл. 2.12.

Таблиця 2.12

Матриця суміжності для порівняння показників, що характеризують матеріали

		Y1	Y2	Y3	Y4	K	W	P _{i1}	P _{i1} *	P _{i2}	P _{i2} *
		3,14	3,14	2,86	2,86						
Y1	3,14	1	1	1,16	1,16	1,10	0,16	4,32	0,27	17,18	0,27
Y2	3,14	1	1	1,16	1,16			4,32	0,27	17,18	0,27
Y3	2,86	0,84	0,84	1	1			3,68	0,23	14,62	0,23
Y4	2,86	0,84	0,84	1	1			3,68	0,23	14,62	0,23
Σ								16,00	1,00	63,59	1,00

Розрахунок проводимо як і в попередніх подібних таблицях за формулами (2.5 - 2.11).

На основі попередніх результатів побудовано загальну матрицю для обчислення комплексного пріоритету матеріалу (табл. 2.13).

Таблиця 2.13

Підсумкова матриця

Назва породи деревини	Пріоритет порід по одиничних показниках				Пріоритет показника		Комплексний пріоритет породи
	1	2	3	4	номер	значення	
Сосна	0,19	0,18	0,20	0,22	1	0,27	0,20
Дуб	0,22	0,22	0,23	0,32	2	0,27	0,25
Акація біла	0,32	0,32	0,31	0,27	3	0,23	0,31
Клен	0,27	0,27	0,27	0,19	4	0,23	0,25

З отриманих вище результатів видно, що максимальний пріоритет має Акація біла, яка буде прийнята в технологічний процес виготовлення садових меблів.

2.2. Рішення багатокритеріальної задачі методом аналізу ієрархій

Мета: вибір кращої породи деревини.

Кількість альтернатив – 4.

Кількість критеріїв – 4.

Позначено альтернативи та критерії скороченими назвами:

№	Критерії	№	Альтернативи
Кр1	Межа міцності на згин 12%	A1	Сосна
Кр2	Межа міцності на згин 30%	A2	Дуб
Кр3	Щільність	A3	Акація біла
Кр4	Ціна	A4	Клен

У процесі вибору найкращої породи, була створена та заповнена матриця парних порівнянь (МПП) (табл. 2.14) критеріїв щодо досягнення поставленої мети. Ця процедура базується на особистому аналізі впливу характеристик на досягнення конкретних цілей.

Розраховуємо значення середнього геометричного значення елементів матриці за формулою [15]:

$$G_i(a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{is}) = (a_{i1} \cdot a_{i2} \cdot \dots \cdot a_{is})^{\frac{1}{s}}, \quad (2.17)$$

де: i – номер рядка матриці;

s – кількість елементів в i -му рядку матриці;

$a_{i1} = w_1/w_1; a_{i2} = w_2/w_2; \dots; a_{is} = w_s/w_s$.

Далі обчислюємо значення ЛПр для першого рядка за формулою нижче [6]:

$$ЛПр_1 = \frac{[(w_1/w_1) \cdot (w_2/w_2) \cdot \dots \cdot (w_n/w_n)]^{\frac{1}{s}}}{(G_1 + G_2 + \dots + G_n)}, \quad (2.18)$$

Розрахунок ЛПр для інших рядків виконується аналогічним чином.

Далі проводиться перевірка ступеня однозначності та узгодженості експертних оцінок, тобто чисел у матрицях парних порівнянь. Для здійснення цього контролю використовуються дві ключові характеристики - індекс узгодженості (CI) і відношення узгодженості (CR), які обчислюються за допомогою формул [15].

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}, \quad (2.19)$$

$$CR = \frac{CI}{P_n}, \quad (2.20)$$

де: n – розмір матриці;

P_n – індекс узгодженості для позитивної зворотної симетричної матриці випадкових оцінок $n \times n$;

λ_{max} – максимальне власне число матриці парних порівнянь або L_{am} обчислюють наступним чином:

Підсумовують значення 1-го рядка матриці;

Множать отриману суму на значення вектору локальних пріоритетів (ЛПр) 1-го рядка матриці;

Теж саме повторюють і для інших рядків матриці. При цьому суму кожного рядка матриці множать на відповідне значення вектору локальних пріоритетів (суму 2-го рядка множать на значення вектору локальних пріоритетів ЛПр 2-го рядка; суму 3-го рядка на ЛПр 3-го рядка і так далі);

Підсумовують отримані результати. Це і буде максимально власне число МПП - λ_{max} , його також позначають як L_{am} [15].

Результати розрахунків занесено в табл. 2.14.

За допомогою цього методу розраховано та заповнено табл. 2.15 – 2.18.

Таблиця 2.14

Матриця МПП критеріїв відносно мети

	Назва	Кр1	Кр2	Кр3	Кр4	G	ЛПр1
Кр1	Міцність на згин при 12%	1	1/5	1/2	1/4	0,398	0,086
Кр2	Міцність на згин при 30%	5	1	1/4	3/4	0,984	0,214
Кр3	Щільність	2	4	1	5/4	1,778	0,387
Кр4	Ціна	4	4/3	4/5	1	1,437	0,313
Сума						4,597	1,00

Показники: N=4; $L_{am}=4,439$; CI=0,146; CR=0,162

Найбільше значення ЛПр=0,387

Таблиця 2.15

Матриця МПП альтернатив по відношенню до критерію міцність на згин при 12% вологості

	Назва	Кр1	Кр2	Кр3	Кр4	G	ЛПр1
A1	Сосна	1	1/4	1/5	1/3	0,359	0,075
A2	Дуб	4	1	1/5	3/4	0,880	0,184
A3	Акація біла	5	5	1	4/3	2,403	0,502
A4	Клен	3	3/4	3/4	1	1,140	0,238
Сума						4,782	1,00

Показники: N=4; $L_{am}=4,160$; CI=0,053; CR=0,059

Найбільше значення ЛПр=0,502

**Матриця МПП альтернатив по відношенню до критерію міцність на згин
при 30% вологості**

	Назва	Кр1	Кр2	Кр3	Кр4	G	ЛПр1
A1	Сосна	1	1/4	1/5	1/3	0,359	0,075
A2	Дуб	4	1	1/5	3/4	0,880	0,184
A3	Акація біла	5	5	1	4/3	2,403	0,502
A4	Клен	3	3/4	3/4	1	1,140	0,238
Сума						4,782	1,00

Показники: N=4; Lam=4,160; CI=0,053; CR=0,059

Найбільше значення ЛПр=0,502

Таблиця 2.17

Матриця МПП альтернатив по відношенню до критерію щільність

	Назва	Кр1	Кр2	Кр3	Кр4	G	ЛПр1
A1	Сосна	1	1/5	1/5	1/3	0,340	0,067
A2	Дуб	5	1	1/4	1/3	0,803	0,158
A3	Акація біла	5	4	1	5/3	2,403	0,474
A4	Клен	3	3	3/5	1	1,524	0,301
Сума						5,070	1,00

Показники: N=4; Lam=4,211; CI=0,070; CR=0,078

Найбільше значення ЛПр=0,474

Матриця МПП альтернатив по відношенню до критерію ціна

	Назва	Кр1	Кр2	Кр3	Кр4	G	ЛПр1
A1	Сосна	1	1/2	1/3	1/4	0,452	0,098
A2	Дуб	2	1	1/3	1/4	0,639	0,138
A3	Акація біла	2	3	1	4/3	1,682	0,363
A4	Клен	4	4	3/4	1	1,861	0,402
Сума						4,634	1,00

Показники: $N=4$; $\lambda_{\max}=4,065$; $CI=0,022$; $CR=0,0240$

Найбільше значення ЛПр=0,363

Побудовано матрицю пріоритетів критеріїв відносно мети та альтернатив відносно кожного з критеріїв (табл. 2.19).

Таблиця 2.19

Матриця пріоритетів критеріїв відносно мети та альтернатив відносно кожного з критеріїв

	Назва	ПрКр	A1	A2	A3	A4
			Сосна	Дуб	Акація біла	Клен
Кр1	Межа міцності на згин 12%	0,086	0,075	0,184	0,502	0,238
Кр2	Межа міцності на згин 30%	0,214	0,075	0,184	0,502	0,238
Кр3	Щільність	0,387	0,067	0,158	0,474	0,301
Кр4	Ціна	0,313	0,098	0,138	0,363	0,402

Далі проводиться розрахунок глобального пріоритету (ГлПр). Значення глобального пріоритету для рядка A1 визначається шляхом сумування добутків значень стовпця «ПрКр» (табл. 2.20) на відповідні значення у стовпці «A1». Аналогічні обчислення виконуються для всіх інших рядків.

Отримані дані заносимо у табл. 2.20 глобальні пріоритети альтернатив.

Таблиця 2.20

Глобальні пріоритети альтернатив

	Назва	ГлПр
1	Сосна	0,079
2	Дуб	0,160
3	Акація біла	0,448
4	Клен	0,314

З табл. 3.7 можна встановити, що Альтернатива А1 Акація біла має найвищий глобальний пріоритет, який складає 0,448, і, отже, він є найкращою альтернативою для досягнення цілі – виготовлення садових меблів. Окрім цього, аналіз таблиці за глобальними пріоритетами альтернатив (ГлПр) показує, що найменше значення має сосна (0,079), однак виходячи з інтегральної оцінки всіх альтернатив, сосна об'єктивно є найкращим матеріалом для виготовлення садових меблів, оскільки поєднує стабільність, придатність до обробки та загальну оптимальність, підтверджену найменшим глобальним пріоритетом. Також, сосна не лише є найкращим матеріалом для виготовлення садових меблів за глобальними пріоритетами альтернатив, але й займає важливу роль у лісовому господарстві, зокрема в регіоні Боярської лісодослідної станції (ЛДС). Сосна є сортоутворюючою породою, що означає, що вона виступає основним матеріалом для відновлення та поліпшення лісових культур в даному регіоні. Враховуючи її біологічні властивості, швидкість росту та адаптивність до різних умов, сосна сприяє формуванню високоякісних лісових насаджень. Це дозволяє забезпечувати стабільне постачання сировини для різних галузей, включаючи меблеву. Крім того, сосна має високу екологічну стабільність, що робить її важливою для збереження лісових екосистем. У цьому контексті використання сосни не лише з економічного, але й з екологічного боку є вигідним і доцільним, підтверджуючи її переваги у порівнянні з іншими видами деревини для виготовлення меблів.

РОЗДІЛ 3

МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ
ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СУХОСТІЙНОЇ ДЕРЕВИНИ
СОСНИ

3.1. Проблема всихання соснових деревостанів та дослідження властивостей ослабленої деревини

Останнім часом до негативних факторів додалась проблема масового всихання соснових деревостанів. У лютому поточного року спеціалістами відділу лісового господарства проведено моніторинг лісопатологічного та санітарного стану насаджень більшості лісництв ВП НУБіП України «Боярська ЛДС». При обстеженні перевага надавалася сосновим деревостанам, у яких в період осені 2024 року виявлені ознаки всихання (рис. 3.1).



Рис. 3.1. Ділянка усихаючих деревостанів сосни та стовбури, з яких було відібрано зразки для досліджень

При візуальному обстеженні соснових насаджень із ознаками деградації відбиралися зразки лісопатологічного матеріалу для встановлення причин появи свіжого сухостою та визначення ентомофауни, що могла спричинити всихання дерев. У більшості випадків процес відмирання має груповий або куртинний характер. Він супроводжується пожовтінням і почервонінням хвої, подальшим опаданням гілок і відшаруванням кори. Такий тип деградації не є типовим для здорових соснових деревостанів.

Аналіз стану гілок і кори зі свіжого сухостою та дерев, що перебувають у стадії всихання, показав їх заселення комплексом стовбурових шкідників (ксилофагів), переважно представниками групи лубоїдів і короїдів. У більшості обстежених випадків фіксувався вершинний характер всихання: кора та луб у нижній частині стовбура залишалися без помітних ушкоджень.

Ходи ксилофагів, виявлені на гілках та у верхній частині стовбурів, свідчать про можливе заселення дерев вершинним та шестиізубим короїдами, а також малим і великим сосновими лубоїдами. Імаго короїдів підтверджували їхню активну присутність у насадженнях. Засмолювання місць проникнення шкідників майже не спостерігалось, що вказує на низьку захисну реакцію дерев і, відповідно, значне фізіологічне ослаблення сосни, спричинене низкою природних чинників – високими літніми температурами, дефіцитом вологи під час вегетаційного періоду тощо [11, 16-18].

Особливе занепокоєння викликають швидкі темпи поширення осередків всихання та наростання чисельності стовбурових шкідників на території лісгоспу загалом. Часто нові куртини деградації з'являються навіть після нещодавно проведених вибіркового санітарних рубок.

У 2024 році на території лісових угідь ВП НУБіП України «Боярська ЛДС» площі всихання соснових насаджень досягли значних масштабів, а загальний обсяг запасу пошкодженої деревини становив кількості тисяч кубічних метрів. Очевидно, що деревина, заготовлена в таких насадженнях, характеризуватиметься зниженою товарністю: значною часткою сухостійних стовбурів, наявністю осередків гнилі та інших дефектів (рис. 3.2).

Ці обставини актуалізують потребу у пошуку економічно доцільних шляхів використання низькотоварної деревини сосни, що утворюється внаслідок масового всихання. Для визначення можливих напрямів її раціонального застосування насамперед необхідно мати достовірні статистичні дані щодо фізико-механічних властивостей ослабленої деревини залежно від давності всихання та характеру уражень. Це дозволить обґрунтовано оцінити потенціал такої деревини для подальшої переробки, зокрема у виробництві садових меблів та інших конструкційних виробів.



Рис. 3.2. Деревний стовбур модельного дерева, відібраного для отримання зразків

Тому, у розрізі даної роботи, було виконано дослідження основних характеристичних параметрів деревини сосни з сухостійних дерев різного стану. З цією метою було відібрано по 72 малих чистих зразків деревини з деревостанів до 1-го, до 2-х і до 3-х років всихання (II, III й IV категорії стану дерев), а також 72 контрольні зразки (без ознак ослаблення) на лісових площах ВП НУБіП України «Боярська ЛДС». Відбір зразків проводиться за ДСТУ ISO 3129:2015.

Відбір деревних зразків на ділянці здійснювався наступним чином:

- вибрали 9-ть стовбурів модельних дерев на лісосічній ділянці, діаметр і висота стовбурів яких відповідали середнім значенням даної ділянки згідно документації (таксаційній оцінці);

- відбір колод довжиною 3,0 м від кожного з модельних дерев здійснювали за схемою, що наведена на рис.3.3;

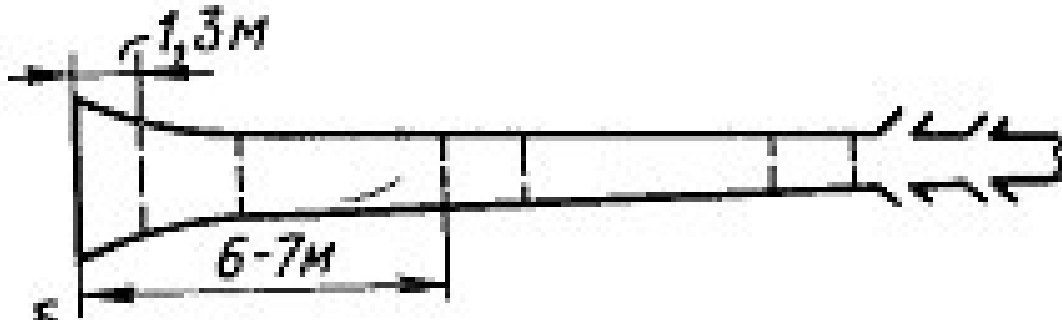


Рис. 3.3. Схема відбору зразків зі зрубаного дерева для визначення фізико-механічних властивостей

- колоди транспортували до лісопильного цеху, де вони формувалися у штабель (рис. 3.4), після чого здійснювався їх розкрій на пиломатеріали. Із отриманих сортиментів відбирали серцевинні дошки — пиломатеріали, у поперечному перерізі яких міститься геометричний центр стовбура, — товщиною не менше 60 мм (рис. 3.5–3.6). У випадках, коли діаметр колод був меншим за 180 мм, із них виготовляли заготовки у вигляді серцевинних дощок товщиною не менше 40 мм, виконуючи розкрій у напрямі двох взаємно перпендикулярних діаметрів (рис. 3.5, б).



Рис. 3.4. Штабель сухостійної деревини

- маркування зразків виконували відповідно до паспортизації колод, з яких їх було отримано: виділ, лісництво, № модельного дерева, № колоди, порядковий номер дошки, а перелік зразків заносили у відомість, наведену у табл. 3.1;

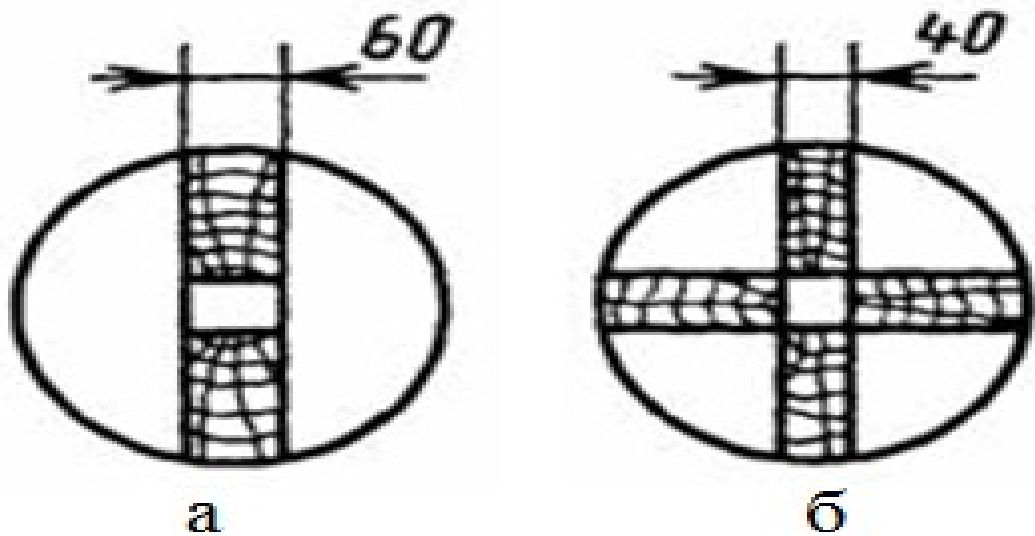


Рис. 3.5. Схема випилювання дошок для досліджень: а – з колод діаметрами більше 180 мм; б – з колод діаметрами 180 мм та менше



Рис. 3.6. Заготовки у вигляді серцевинної дошки для отримання малих зразків

Відомість обліку отриманих зразків (всихання – від 1-го до 3-х років)

№ дошки	Ділянка	Виділ	№ модельного дерева	Давність всихання	Місце зрізу / № колоди
1	10	5	1	3	0,0 м / 1
2	10	5	1	3	6,0 м / 2
3	7	12	2	1	0,0 м / 1
4	7	12	2	1	6,0 м / 2
5	7	12	3	1	0,0 м / 1
6	7	12	3	1	6,0 м / 2
7	7	12	4	2	0,0 м / 1
8	7	12	4	2	6,0 м / 2
9	10	5	5	2	0,0 м / 1
10	10	5	5	2	6,0 м / 2
11	10	5	6	3	0,0 м / 1
12	10	5	6	3	6,0 м / 2

Модельне дерево №1 (h-22 м; d-22 м.) – IV категорія стану дерева. На висоті 10 м від комлевої частини розпочався заселятися верхівковий короїд, на 10 м – початок синяви дерева. Крона повністю відпрацьована верхівковим короїдом та лубоїдами.

Модельне дерево №2 (h-22 м; d-28 м.) – II категорія стану дерева, на висоті 17 м є спроби заселення верхівковим короїдом.

Модельне дерево №3 (h-23 м; d-32 м.) – III категорія стану дерева. Враження верхівковим короїдом починається з 10 м, синява – також з 10 м. Крона та стовбур до верху відпрацьовані верхівковим короїдом та лубоїдами.

Модельне дерево №4 (h-21 м; d-22 м.) – III категорія стану дерева. Враження починається з 12,8 м, як і синява дерева. Крона повністю відпрацьована короїдом та лубоїдом, при ударі хвоя обпадає.

Модельне дерево №5 (h-22 м; d-36 м.) – IV категорія стану дерева. Відпрацьоване з комлевої частини до 8,7 м шести зубим короїдом. Верхня частина верхівковим, та лубоїдами.

Модельне дерево №6. Вражене сірянкою сосни з комлевої частини і до верху. Комлева частина опрацьована дятлом та є спроби заселення шести зубим короїдом. Верхня частина відпрацьована верхівковим лубоїдом

З отриманих дощок було виготовлено малі чисті зразки для подальших дослідів фізико-механічних властивостей: числа річних шарів і відсотка пізньої деревини, щільності та міцності на стискання вздовж волокон.

3.2. Методика проведення експериментальних досліджень

А. Методика визначення різних показників щільності деревини базується на визначенні відношення маси до об'єму ($\rho = m/V$, кг/м³). У свіжозрубаному стані щільність деревини залежить від маси деревної речовини (фітомаси) та води в одиниці об'єму, тобто:

$$\rho_{с.з.с.} = \frac{m_{д.р.} + m_{в.}}{V_{max}}, \text{ кг/м}^3 \quad (3.1)$$

де: $\rho_{с.з.с.}$ – щільність свіжозрубанної деревини або природна щільність, кг/м³; $m_{д.р.}$ – маса деревної речовини (фітомаса), кг; $m_{в.}$ – маса води, кг; V_{max} – об'єм деревини з вологістю у свіжозрубаному стані ($W > 30\%$), м³.

Визначення щільності ρ_w в кг/м³ вологості деревини в момент випробування проводили на зразках розміром 20×20×30 мм за формулою:

$$\rho_w = \frac{m_w}{a_w \times b_w \times l_w}, \text{ кг/м}^3 \quad (3.2)$$

де: m_w – маса зразка вологості деревини (для точності показників висушували зразки до вологості 12%) в момент випробування, кг; a_w , b_w , l_w – розміри зразка вологості деревини в момент випробування, м.

Б. Визначення числа річних шарів і відсотка пізньої деревини. Річні шари складаються з деревини, утвореної навесні (рання деревина) і деревини, утвореної влітку (пізня деревина). Клітки ранньої деревини дірчасті, мають низьку механічну міцність, а клітки пізньої деревини щільні й міцніші. Чим більше утворилося пізньої деревини, тим вища її механічна міцність.

Методика визначення відсотка пізньої деревини: 1) на поперечному розрізі в радіальному напрямі на зразку деревини накреслити «промінь» довжиною 20 мм; 2) у кожному річному шарі виміряти ширину пізньої деревини a , з точністю до 0,1 мм; 3) відсоток пізньої деревини підрахувати за формулою [21]:

$$m = \frac{\sum a_i}{l} \times 100 \% \quad (3.3)$$

де a_i – загальна ширина пізніх зон, мм; l – довжина «променя», мм.

Залежність між відсотковим вмістом пізньої деревини і границями міцності при стиску і вигині виражається формулою [21-23]:

$$\sigma = C \times m + D, \text{ МПа} \quad (3.4)$$

де σ – межа міцності при стиску вздовж волокон або вигині при нормальній (12%) вологості, МПа; m – вміст пізньої деревини, %; C, D – коефіцієнти, що залежать від породи деревини і виду зовнішніх навантажень.

В. Для виконання досліджень з визначення міцності деревини при стисненні вздовж волокон використовували випробувальну машину з пристосуванням на шарнірній опорі, штангенциркуль та зразки деревини розміром $20 \times 20 \times 30$ мм. Схема навантаження наведена на рис. 3.7.

Швидкість подавання навантаження на зразок залишалася рівномірною протягом усього випробування і становила $25\,000 \pm 5\,000$ Н/хв. Випробування проводили до повного руйнування зразка (рис. 3.8) [21-23].

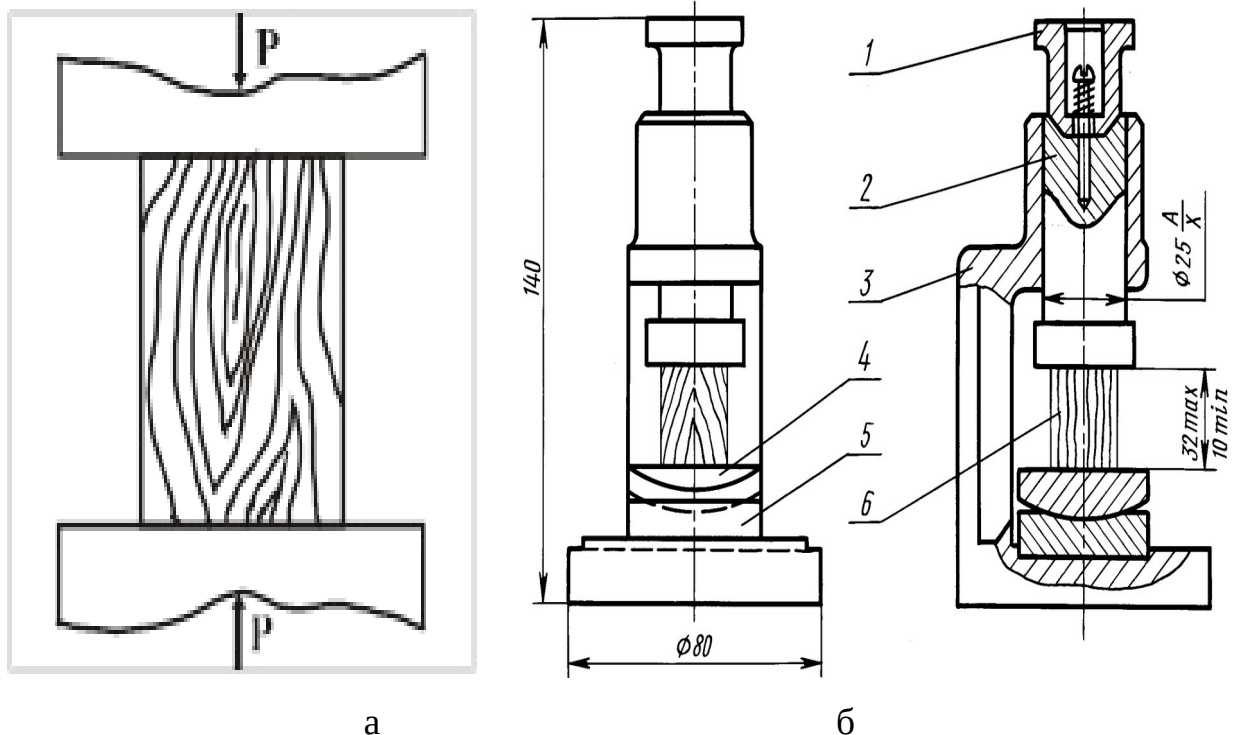


Рис. 3.7. Схема навантаження (а) та вигляд пристосування для дослідження міцності на стиск вздовж волокон (б) зразків радіального перерізу, де: 1 – ковпачок; 2 – пуансон; 3 – корпус; 4 – кульова опора; 5 – плита; 6 – зразок

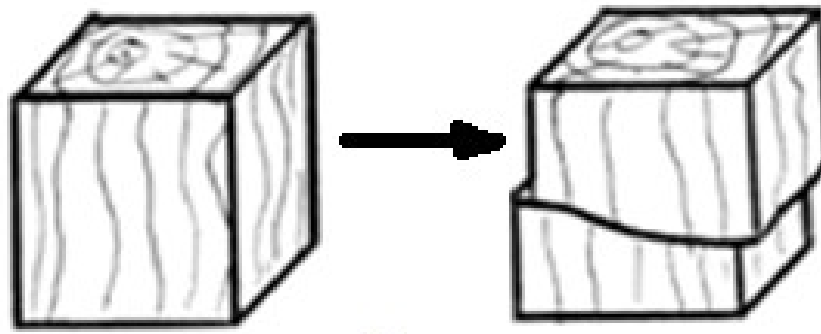


Рис. 3.8. Вигляд зразків деревини до та після досліджень на стискання вздовж волокон

За ДСТУ ISO 3129:2015 [31] було визначено необхідну кількість зразків для досліджень: для випробування міцності деревини на стиск вздовж волокон коефіцієнт варіації склав 12 %, отже кількість зразків здорової і сухостійної деревини різної тривалості усихання було відібрано по 24 шт.

Виділяють характерні типи руйнування деревини під час стиску вздовж волокон (рис. 4.8). У породах із легко деформованою деревиною, а також у всіх породах за високої вологості спостерігається зминання торців зразка. У твердих породах при руйнуванні зазвичай утворюється коса складка під кутом $60\text{--}70^\circ$ на тангенціальній поверхні. Часто можна побачити дві зустрічні косі складки, що формують клиноподібну ділянку з видимою тріщиною поздовжнього розколу. Іноді виникає розшарування зразка та інші форми руйнування.

Ці прояви свідчать про суттєвий вплив будови деревини та анізотропії її механічних властивостей на міцність при стиску вздовж волокон. Межа міцності за цим видом навантаження є однією з найменш мінливих порівняно з іншими властивостями деревини. Саме тому у конструкціях і виробках деревина часто працює на стиск уздовж волокон, що пояснюється її високою міцністю та зручністю прикладання таких зусиль.

РОЗДІЛ 4

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1. Експериментальні дослідження з визначення межі міцності зразків деревини сосни

Процес експериментального визначення міцності на стиск уздовж волокон для кожного окремого зразка зафіксовано у протоколах: 72 протоколи – для сухостійної деревини різної давності всихання та 24 – для здорової деревини, разом 96 протоколів (частину з них наведено на рис. 4.1). Зведені результати подано в табл. 4.1.

Таблиця 4.1

Показники основних фізико-механічних властивостей

Стан деревини	Щільність ρ_{12} , кг/м ³	Межа міцності при стисканні вздовж волокон, МПа	Параметри річного шару	
	фактична	фактична	середня ширина, см	вміст пізньої зони, %
Сухостій виханням до 1- го року	558,6±38,2	51,91±4,26	0,18±0,02	32,9±1,9
Сухостій виханням до 2- ох років	536,9±32,4	50,23±7,27	0,21±0,04	29,8±1,8
Сухостій виханням до 3- ох років	482,7±24,8	43,22±3,81	0,27±0,05	25,0±1,6
Без ознак ослаблення	486,4±23,3	52,32±5,13	0,18±0,02	24,1±1,4

Як видно з табл. 4.1, найнижчі показники міцності на стиск продемонструвала деревина з усихаючих деревостанів трирічної давності. Загалом вплив вад деревини під час роботи на стиск значно менший, ніж при

розтязі чи згині, тому стиснуті дерев'яні елементи працюють надійніше, ніж розтягнуті. Відповідно, сухостійна деревина з давністю усихання до двох років може успішно використовуватися за таких типів навантажень.

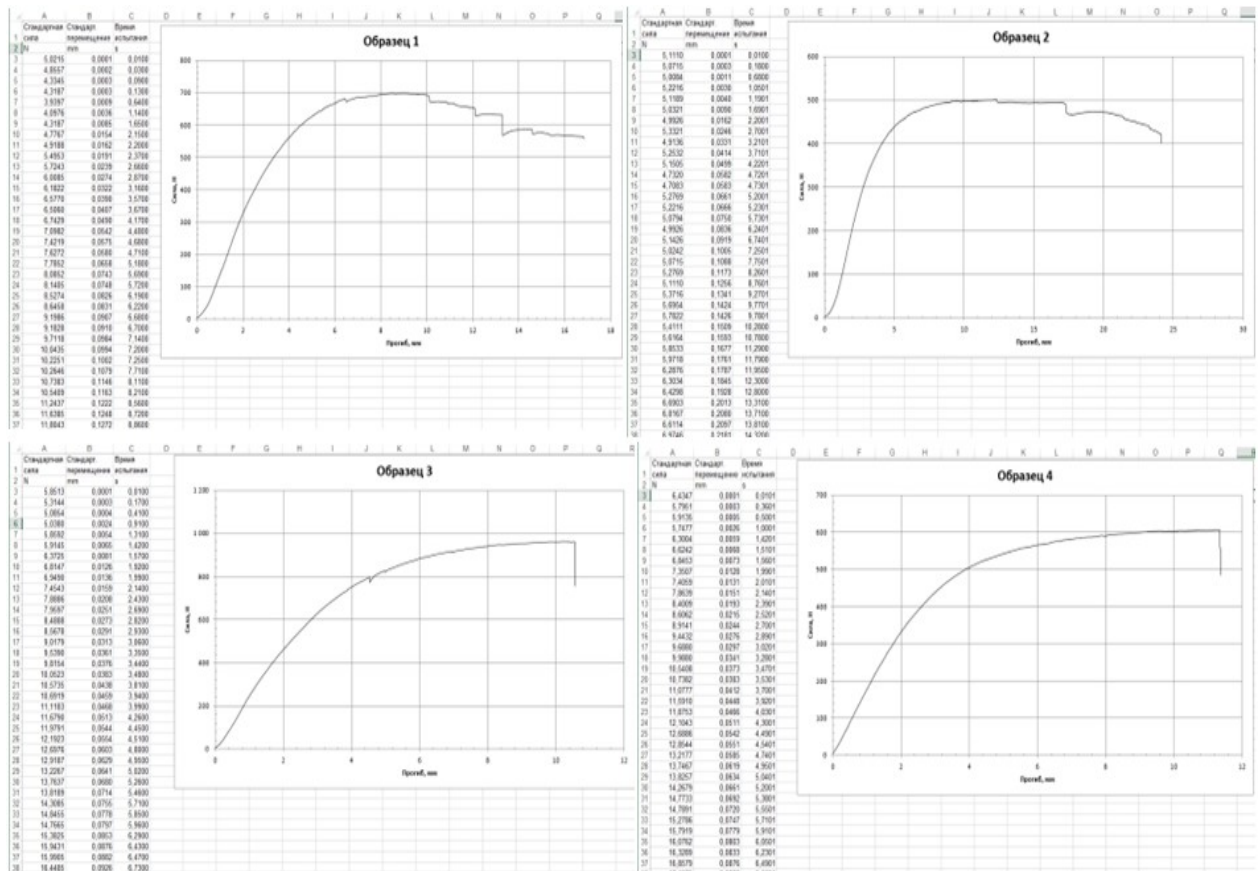


Рис. 4.1. Частина протоколів досліджень міцності сухостійної та здорової деревини сосни звичайної на стискання вздовж волокон

На рис. 4.2 представлено порівняльну характеристику міцності на стиск уздовж волокон зразків деревини залежно від її стану та щільності. Видно, що найменші показники міцності та щільності спостерігаються у зразків сухостійної деревини з давністю усихання до 3 років.

У табл. 4.3 наведено порівняльну характеристику значень міцності деревини сосни, отриманих експериментально та за довідниковими даними. З таблиці видно, що експериментально визначені характеристики сухостійної деревини (давністю до 2 років) та неослабленої (здорової) деревини перевищують значення, наведені у довідниковій базі.

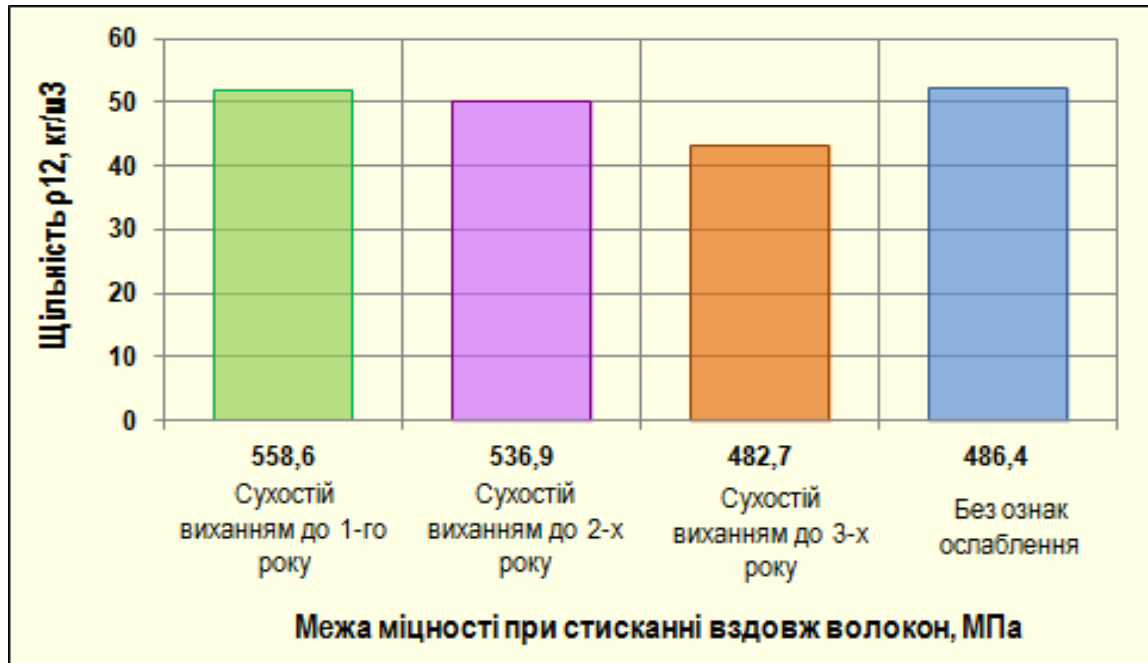


Рис. 4.2. Експериментальні значення міцності та щільності зразків деревини сосни різного стану

4.2. Статистична обробка експериментальних даних

Статистичну обробку було виконано у програмі IBM SPSS Statistics Standard Edition 17.0, яку наведено на рис. 4.3 – 4.6.

Таблиця 4.3

Порівняння дослідних даних з довідниковими (вологість 12 %)

Показники	Отримані дослідні дані		Довідкові дані для Європейського регіону	Довідкові дані по Україні
	здорова деревина	сухостій 1-го/2-го року		
Міцність на стиск вздовж волокон, МПа	52,32	51,91/ 50,23	50,5	46

Слід зазначити, що в даній дослідній роботі застосовувалася єдина методика визначення показників деревини, яка базувалася виключно на міждержавних стандартах [24-48].

На деякі відмінності параметрів річного шару зразків деревини, ймовірно, вплинули умови росту деревостанів, походження з різних зон стовбура (зразки

відбиралися з 1-го та 2-го різну від комля) та різниця у віковому стані дерев (модельні дерева на контрольних ділянках мали вік від 40 до 80 років). Саме тому ці параметри не підлягають прямому порівнянню.

Описательные статистики

	N	Размах	Минимум	Максимум
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика
Міцність	64	25,892	37,311	63,203
Щільність	64	97,80	438,30	536,10
N валидных (целиком)	64			

Описательные статистики

	Среднее		Стд отклонение	Дисперсия
	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
Міцність	52,23600	,662934	5,303475	28,127
Щільність	474,8234	3,08551	24,68408	609,304

Описательные статистики

	Асимметрия		Экцесс	
	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Стд. ошибка
Міцність	,170	,299	,431	,590
Щільність	,661	,299	-,107	,590

Рис. 4.3. Описові статистики для масивів значень щільності й міцності

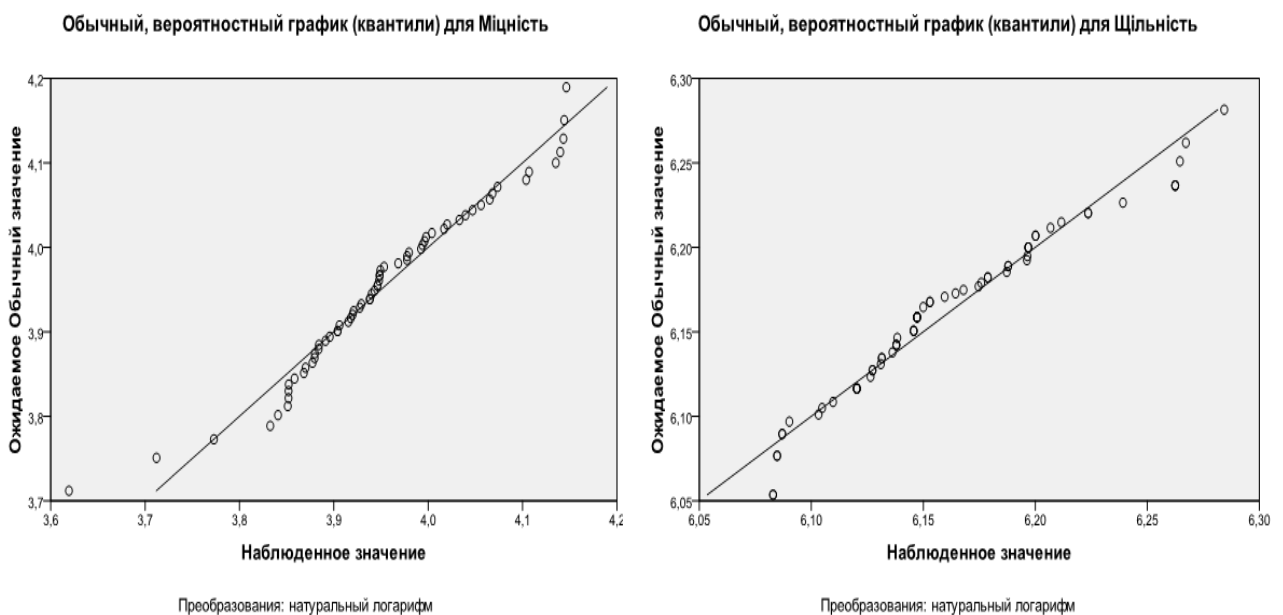


Рис. 4.4 Графіки вірогідного розподілу всіх значень щільності й міцності

За результатами статистичної обробки досліджень встановлено, що: коефіцієнт варіації для випробування міцності деревини на стиск уздовж волокон становив 12 %, середньоквадратичні відхилення – у межах $\pm 3,8$ – $7,3$ МПа, а точність вимірювань не перевищувала 5 %;

коефіцієнт варіації для визначення щільності деревини був дещо вищим – 20–21 %, середньоквадратичні відхилення – у межах $\pm 23,3$ – $38,2$ кг/м³, а середня похибка – 3,1–4,0 %.

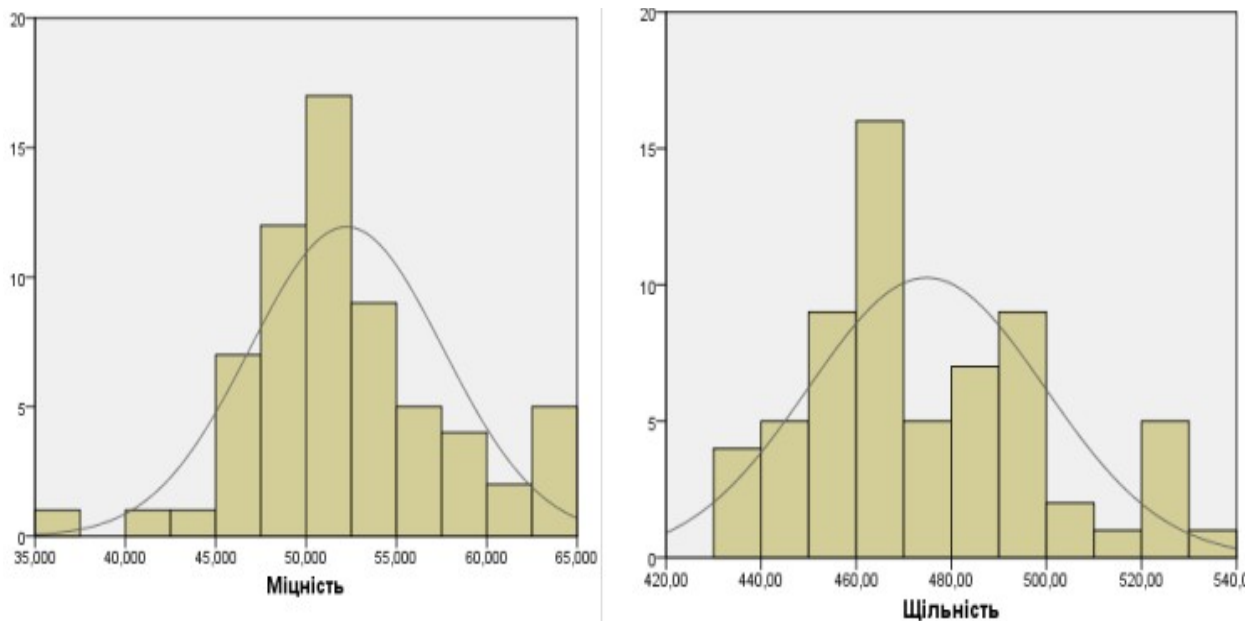


Рис. 4.5. Графіки нормальних розподілів значень щільності й міцності

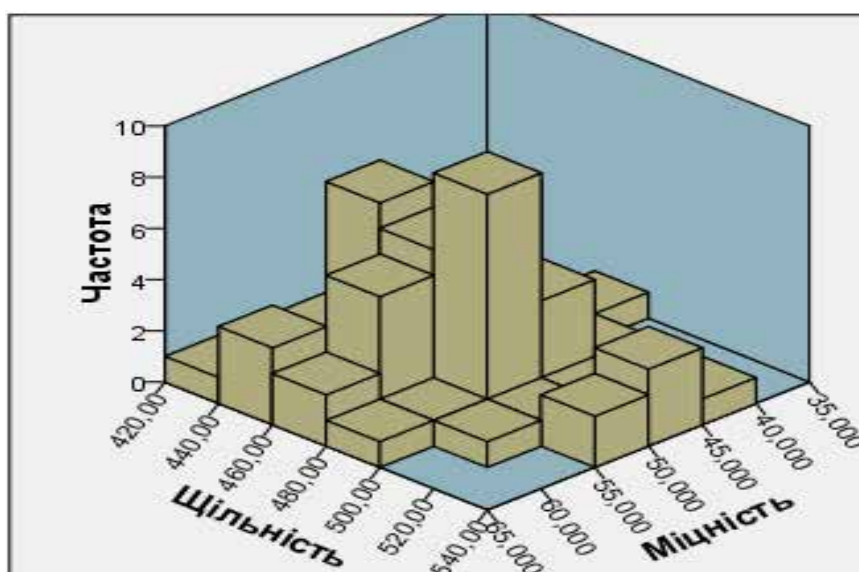


Рис. 4.6. Кількісний розподіл отриманих значень характеристичних властивостей деревини

За результатами досліджень встановлено, що зі збільшенням віку сухостою щільність деревини знижується: на 8–11 % у зразках до 1-го року всихання та на 10–13 % у зразках до 2-х років всихання. Це пояснюється підвищеною активністю дереворуйнівних грибів. Міцність на стиск уздовж волокон різко зменшується (приблизно на 10 %) вже в деревині давністю всихання понад 1 рік, що унеможлиблює її використання в несучих конструкціях.

Встановлено, що основними сортоутворюючими ознаками деревини віком до 1-го року всихання є заболонні грибні забарвлення (синява) та неглибока червоточина. Зі збільшенням давності всихання сортоутворюючими ознаками стають глибокі бічні тріщини від усихання та заболонні й ядрові гнилі різної глибини ураження.

ВИСНОВКИ

Проведено огляд матеріалів та класифікацію вимог для виготовлення садових меблів. Визначено, що в будь-якому вигляді різновидів вуличних меблів можна знайти підходящий для будь якої людини та інтер'єру садибної ділянки. Однак, за якістю, зручністю використання і ціною лідирують меблі з пластика, ротанга і безкаркасні меблі.

Результати обчислень вказують на вибір породи деревини для виготовлення садових меблів з низькотоварної деревини: за першим методом «Методом експертних оцінок» максимальним пріоритетом набула порода деревини акація біла; за другим методом «Метод ієрархій» максимальний пріоритет також отримала порода акація біла. Окрім цього, аналіз таблиці за глобальними пріоритетами альтернатив (ГлПр) показує, що найменше значення має сосна (0,079), однак виходячи з інтегральної оцінки всіх альтернатив, сосна об'єктивно є найкращим матеріалом для виготовлення садових меблів, оскільки поєднує стабільність, придатність до обробки та загальну оптимальність, підтверджену найменшим глобальним пріоритетом. Також, сосна не лише є найкращим матеріалом для виготовлення садових меблів за глобальними пріоритетами альтернатив, але й займає важливу роль у лісовому господарстві, зокрема в регіоні Боярської лісодослідної станції (ЛДС). Сосна є сортоутворюючою породою, що означає, що вона виступає основним матеріалом для відновлення та поліпшення лісових культур в даному регіоні. Враховуючи її біологічні властивості, швидкість росту та адаптивність до різних умов, сосна сприяє формуванню високоякісних лісових насаджень. Це дозволяє забезпечувати стабільне постачання сировини для різних галузей, включаючи меблеву. Крім того, сосна має високу екологічну стабільність, що робить її важливою для збереження лісових екосистем. У цьому контексті використання сосни не лише з економічного, але й з екологічного боку є вигідним і доцільним, підтверджуючи її переваги у порівнянні з іншими видами деревини для виготовлення меблів.

Виконано серію досліджень з визначення деяких основних фізико-механічних властивостей ослабленої деревини із усихаючих насаджень ВП НУБіП України «Боярська ЛДС» – кількості річних шарів і відсотку пізньої деревини, щільності та міцності на стискання вздовж волокон.

За результатами статистичної обробки досліджень встановлено, що: коефіцієнт варіації для випробування міцності деревини на стиск вздовж волокон склав 12 %, середньоквадратичні відхилення – у межах $\pm 3,8$ – $7,3$ МПа, точність – не перевищувала 5%; коефіцієнт варіації для випробування щільності деревини був дещо вищим – 20–21%, середньоквадратичні відхилення – у межах $\pm 23,3$ – $38,2$ кг/м³, а середня похибка – 3,1–4,0%.

За результатами досліджень виявлено, що: зі збільшенням віку сухостою щільність деревини знижується (на 8-11 % у зразках до 1-го року всихання і на 10–13 % у зразках до 2-х років всихання), що пояснюється підвищенням активності дереворуйнівних грибів; міцність на стиск вздовж волокон різко знижується (\approx до 10%) вже в деревині давністю усихання більше 1-го року, що унеможливило її використання в несучих конструкціях.

Встановлено, що основними сортоутворюючими ознаками деревини, віком до 1-го року всихання, є заболонні грибні забарвлення (синява) і неглибока червоточина. Зі збільшенням давності всихання деревини сортоутворюючими ознаками стають глибокі бічні тріщини від всихання і заболонні та ядрові гнилі різної глибини ураження.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Садові меблі: види і правила вибору. Веб-сайт URL: <http://osetinfo.ru/sadovaya-mebel-vidy-i-pravila-vybora/> (Дата звернення 12.01.2025)
2. Садові меблі. Веб-сайт URL: <https://instrumentvistre.ru/uk/sadovaya-mebel-iz-sadovaya-mebel-svoimi-rukami-voploshchenie-neobychnyh.html> (Дата звернення 12.01.2025)
3. Вимоги до матеріалів садових меблів. Веб-сайт URL: <http://hecht.ua/yak-pravylnno-pidibraty-sadovi-mebli-praktychni-porady/> (Дата звернення 12.01.2025)
4. Садові меблі з дерева. Веб-сайт URL: <https://blog.mehbud.com.ua/uk/other/sadovi-mebli-oburaemo-garnityr/> (Дата звернення 20.01.2025)
5. Виготовлення садових меблів спеціалістами. Веб-сайт URL: <https://derevodim.com.ua/construction/news/vyhotovlennia-derevianykh-sadovykh-mebel> (Дата звернення 22.01.2025)
6. Огляд садових меблів. Веб-сайт URL: <https://www.remontbp.com/sadovaja-mebel-svoimi-rukami/> (Дата звернення 12.01.2025)
7. Садові меблі з каменя. Веб-сайт URL: <https://www.pinterest.ru/wingiseo11> (Дата звернення 09.03.2025)
8. Перспективи заснування власного бізнесу та його розвитку українськими виробниками на ринку дачних та садових меблів. Веб-сайт URL: <https://bizshid.com/article/2103-biznes-ideia-vyrobnytstvo-sadovykh-mebliv> (Дата звернення 09.03.2025)
9. Матеріали для садових меблів: що краще витримує сонце, дощ і перепади температур. Веб-сайт URL: https://oldimarket.com.ua/cms/blog/porady/materialy_dlja_sadovykh_mebliv/?srsltid=AfmBOoouPMO0v8RItgPunDgNNRLon3_gDTD5Hx8-Glao3lI8jHBy4cdv (Дата звернення 12.06.2025)

10. Сосна. Веб-сайт URL: <https://ua.wikipedia.org/wiki/> (дата звернення 16.11.2024)
11. Проблеми захисту лісу в Україні та шляхи вирішення. Веб-сайт URL: <https://www.slideshare.net/slideshow/ss-7694/267752059> (дата звернення: 25.10.2024)
12. Проспекти фірми «FINEWOOD». Веб-сайт URL: <https://www.finewood.com.ua/produkcija/pylomaterialy/dub-zvyčajnyj/> (дата звернення 16.11.2024)
13. Проспекти фірми «WOOD FAMILY». Веб-сайт URL: <https://wood-family.ua/acasia/> (дата звернення 16.11.2024)
14. Текстура деревини клена. Веб-сайт URL: https://ua.freepik.com/premium-photo/maple-wood-texture_3653205.htm (дата звернення 16.11.2024)
15. Пінчевська О.О., Головач В.М. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни: «Інноваційні технології з оброблення деревини» / Пінчевська О.О., Головач В.М. – Київ: НУБіП України. 2021.62 с.
16. Serhii Mazurchuk et al., «Ways to increase the production efficiency of hardwood blanks» E3S Web of Conferences 280 (2021), 07010 doi.org/10.1051/e3sconf/202128007010.
17. Носовський Т. А. Технологія лісопильно-деревообробних виробництв. Навчальний посібник / Т. А. Носовський, Р. І. Мацюк, В. В. Маслій. – К. : НОК ВО, 1993. – 195 с.
18. Кірик М. Різання деревини та деревних матеріалів. Навчальний посібник для студентів ВНЗ, Львів, 2000- 218 с. 45. Шостак В. В. Обладнання деревообробного виробництва. Частина I; Київ 1993 р. 328 с.
19. Шостак В. В. Обладнання деревообробного виробництва. Частина I; Київ 1993 р. 328 с.
20. Мазурчук С. М. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни «Технологія лісопиляльно-деревообробних виробництв», для студентів навчально-наукового інституту лісове і садово-паркове господарство зі спеціальності 187 – Деревообробні та меблеві технології. Київ – 2022.

21. Науково-методичні рекомендації з нормування витрат сировини у виробництві пиломатеріалів та заготовок: веб-сайт. URL:<http://surl.li/gpjsjj>(дата звернення 24.10.2024).
22. Деревині аспекти сухостійної деревини: веб-сайт. URL:https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2018/28_6/23.pdf(дата звернення 23.10.2025)
23. Ефективність використання низькотоварних круглих лісоматеріалів сосни звичайної [Текст] : автореф. дис. канд. техн. наук : 05.23.06 / Буйських 86 Наталія Володимирівна ; Кабінет Міністрів України, Нац. ун-т біоресурсів і природокористування України. – К., 2014. – 19 с.
24. ДСТУ 4020-2-2001 Лісоматеріали круглі та пиляні. Методи обмірювання та визначення об'ємів. Частина 2. Лісоматеріали круглі (pr EN 1309-2:1998). [Чинний від 01.07.01]. Київ, 2001. – 70 с. (Інформація та документація).
25. ДСТУ 3071-95. Продукція лісозаготівельної промисловості. Терміни та визначення [Чинний від 01.07.96]. Київ, 2001. – 21 с. (Інформація та документація).
26. ДСТУ EN 1315-1-2001. Класифікація за розмірами. Частина 1. Лісоматеріали круглі листяні (EN 1315-1:1997, IDT). [Чинний від 28.12.01]. Київ, 2002. – 3 с. (Інформація та документація).
27. ДСТУ EN 1315-2-2001. Класифікація за розмірами. Частина 2. Круглі лісоматеріали хвойних порід (EN 1315-2:1997, IDT). [Чинний від 28.12.01]. Київ, 2002. – 3 с. (Інформація та документація).
28. ДСТУ EN 1316-1:2018 (EN 1316-1:2012, IDT) Лісоматеріали круглі листяні. Класифікація за якістю. Частина 1. Дуб та бук. [Чинний від 01.01.2021]. Київ, 2021. – 7 с. (Інформація та документація).
29. ДСТУ EN 1316-2:2018 (EN 1316-2:2012, IDT) Лісоматеріали круглі листяні. Класифікація за якістю. Частина 2. Тополя. [Чинний від 01. 01. 21]. Київ, 2021. – 7 с. (Інформація та документація).
30. ДСТУ EN 1927-1:2018 (EN 1927-1:2008, IDT) Лісоматеріали круглі хвойні. Класифікація за якістю. Частина 1. Ялина та ялиця. [Чинний від 01.01.21]. Київ, 2021. – 7 с. (Інформація та документація).

31. ДСТУ ISO 3129:2015 (ISO 3129:2012, IDT) Деревина. Методи відбору зразків і загальні вимоги до фізико-механічних випробувань невеликих бездефектних зразків.

32. ДСТУ EN 1927-2:2018 (EN 1927-2:2008, EN 1927-2:2008/AC:2009, IDT) Лісоматеріали круглі хвойні. Класифікація за якістю. Частина 2. Сосна. [Чинний від 01.01.21]. Київ, 2021. – 5 с. (Інформація та документація).

33. ДСТУ EN 1927-3:2018 (EN 1927-3:2008, IDT) Лісоматеріали круглі хвойні. Класифікація за якістю. Частина 3. Модрина та тис (псевдотсуґа Мензіса). [Чинний від 01.01.21]. Київ, 2021. – 5 с. (Інформація та документація).

34. ДСТУ 2148-93. Пилопродукція. Терміни та визначення. [Чинний від 01.07.93]. Київ, 1993. – 38 с. (Інформація та документація).

35. ДСТУ 4845:2007. Пиломатеріали. Класифікація. [Чинний від 01.01.09]. Київ, 2009. – 3 с. (Інформація та документація).

36. ДСТУ EN 844-3:2004. Лісоматеріали круглі та пиломатеріали. Терміни та визначення понять. Частина 3. Загальні поняття щодо пиломатеріалів. [Чинний від 01.07.2004]. Київ, 2004. – 12 с. (Інформація та документація).

37. ДСТУ EN 1313-1:2018. Круглі та пиляні лісоматеріали. Допустимі відхилення та переважаючі типорозміри. Частина 1: Пиломатеріали хвойних порід [Чинний від 01.01.2019]. Київ, 2019. – 5 с. (Інформація та документація).

38. ДСТУ EN 1313-2:2018. Круглі та пиляні лісоматеріали. Допустимі відхилення та переважаючі типорозміри. Частина 1: Пиломатеріали твердолистяних порід. [Чинний від 01.01.2019]. Київ, 2019. – 7 с. (Інформація та документація).

39. ДСТУ EN 1309-1-2001. Лісоматеріали круглі та пиляні. Метод вимірювання розмірів. Частина 1. Пиломатеріали (EN 1309-1:1997, IDT). [Чинний від 01.01.2001]. Київ, 2001. – 10 с. (Інформація та документація).

40. ДСТУ EN 975-1:2001. Пиломатеріали. Сортування листяної деревини за зовнішнім виглядом. Частина 1. Дуб і бук. [Чинний від 01.01.2003]. Київ, 2002. – 20 с. (Інформація та документація).

41. ДСТУ 2034-92. Відходи деревинні. Загальні технічні умови. [Чинний від 01.07.1993]. Київ, 1995. – 3 с. (Інформація та документація)

42. Лісоматеріали круглі хвойні. Класифікація за якістю. Частина 2. Сосна: ДСТУ EN 1927-2:2018 – [Чинний від 2019-01-01]. К : Держстандарт України, 2019. – 10 с. – (Національний стандарт України).

43. Лісоматеріали круглі та пиляні. Методи обмірювання та визначення об'ємів. Частина 2. Лісоматеріали круглі: ДСТУ 4020-2-2001 (prEN 1309-2:1998). – [Чинний від 2001-04-05]. К : Держстандарт України, 2001. – 70 с. – (Національний стандарт України).

44. Круглі та пиляні лісоматеріали. Допустимі відхили та переважні типорозміри. Частина 1. Піломатеріали хвойних порід: ДСТУ EN 1313-1:2018 (EN 1313-1:2010, IDT) – [Чинний від 2019-01-01]. К : Держстандарт України, 2019. – 16 с. – (Національний стандарт України).

45. Лісоматеріали круглі хвойних та листяних порід. Правила класифікації: ТУУ-00994207-003:2018 – [Чинні від 2019-01-01]. К : ЛІАЦ, 2019. – 132 с. – (Технічні умови України).

46. Лісоматеріали круглі та пиляні. Візуальні характеристики. Класифікація, терміни та визначення, способи вимірювання: ТУ У 16.1-00994207-001:2018 – [Чинні від 2019-01-01]. К : ЛІАЦ, 2019. – 131 с. – (Технічні умови України).

47. Лісоматеріали круглі листяних порід. Класифікація за якістю: ТУ У 16.1-00994207-002:2018 – [Чинні від 2019-01-01]. К : ЛІАЦ, 2019. – 24 с. – (Технічні умови України).

48. Деревина дров'яна. Класифікація, облік, технічні вимоги: ТУ У 16.1-00994207-005:2018 – [Чинні від 2019-01-01]. К : ЛІАЦ, 2019. – 15 с. – (Технічні умови України).