

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

Навчально-науковий Інститут лісового і садово-паркового господарства

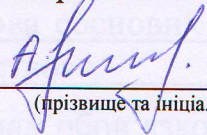
Кафедра лісової таксації та лісовпорядкування

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи бакалавра на тему:
**Таксаційна будова соснових деревостанів
філії Радехівське лісомисливське господарство
ДП «Ліси України»**

Виконала: студентка групи ЛГз-51
спеціальності 205 Лісове
господарство
Чех З.М.

Керівник: доц. Гаврилюк С.А.

Рецензент: 
(прізвище та ініціали)

Львів – 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

Інститут лісового і садово-паркового господарства

Кафедра: лісової таксації та лісовпорядкування

Освітній ступінь: бакалавр

Спеціальність: 205 Лісове господарство

Освітньо-професійна програма: Лісове господарство

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

доц. Ільків І.С.

« 24 »

09

2024 р.

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

Чех Зоряні Михайлівні

1. Тема роботи: I.10 Таксаційна будова соснових деревостанів філії Радехівське лісомисливське господарство ДП «Ліси України»

керівник роботи Гаврилюк Сергій Анатолійович, к. с.-г. н., доцент,

затверджені наказом по університету від «25» жовтня 2024 р. № С – 841.

2. Термін подання студентом роботи: 02.12.2024 р.

3. Вихідні дані до роботи: пояснювальна записка, проект організації і розвитку лісового господарства ДП "Радехівське лісомисливське господарство", літературні джерела; результати досліджень з аналізу таксаційної будови; лісотаксаційні нормативи.

4. Зміст пояснювальної записки (розділи, які потрібно розробити): 1. Дослідження таксаційної будови деревостанів. 2. Програма, методика та обсяг дослідження. 3. Таксаційна будова соснових деревостанів в умовах філії «Радехівське лісомисливське господарство».

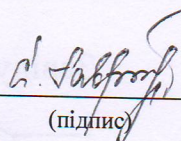
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): Основні таксаційні показники насаджень; криві розподілу дерев сосни звичайної на пробних площах.

6. Консультанти розділів роботи

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата | |
|--------|-------------------------------------------|----------------|------------------|
| | | завдання видав | завдання прийняв |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

7. Дата видачі завдання _____

Керівник роботи _____

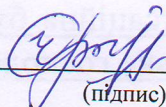

(підпис)

Гаврилюк С.А. _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

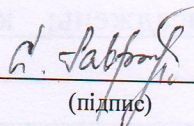
| Номер | Назва етапів дипломної роботи | Терміни виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|---------------------------------------------|---------------------------------|----------|
| 1. | Отримання вихідного завдання | 24.09.24 | виконано |
| 2. | Збір матеріалу для загальної частини роботи | 30.09 – 06.10.24 | виконано |
| 3. | Рекогносцирувальне обстеження ділянок | 07.10 – 13.10.24 | виконано |
| 4. | Виконання польових робіт | 14.10 – 27.10.24 | виконано |
| 5. | Опрацювання зібраного фактичного матеріалу | 28.10 – 03.11.24 | виконано |
| 6. | Опрацювання літературних джерел | 04.11 – 10.11.24 | виконано |
| 7. | Написання загальних розділів роботи | 11.11 – 17.11.24 | виконано |
| 8. | Написання спеціальної частини | 18.11 – 26.11.24 | виконано |
| 9. | Оформлення ілюстрацій | 27.11 – 29.11.24 | виконано |
| 10. | Завершення роботи | 30.11 – 02.12.24 | виконано |
| 11. | Написання доповіді, рецензування роботи | 02.12.24 | виконано |

Студент _____


(підпис)

Чех З.М. _____

Керівник роботи _____


(підпис)

Гаврилюк С.А. _____

Примітки:

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

УДК 630*5

Чех, З.М. (2024). *Таксаційна будова соснових деревостанів філії Радехівське лісомисливське господарство ДП «Ліси України»* (Кваліфікаційна робота бакалавра). НЛТУ України, Львів, Україна.

У бакалаврській роботі досліджено питання закономірностей таксаційної будови соснових деревостанів в умовах філії «Радехівське лісомисливське господарство». Проведено дослідження на 4 пробних площах у вологому грабово-дубово-сосновому сугруді. Обчислено основні статистичні показники соснових деревостанів. Проаналізовано закономірності розподілу дерев сосни звичайної за ступенями товщини.

Ключові слова: таксаційна будова, сосновий деревостан, функція розподілу, статистичний аналіз, чисельності.

Всі закономірності проілюстровано.

Табл. 4. Іл. 6. Бібліограф.: 39.

UDC 630*5

Chekh, Z.M. (2024). *The mensurational structure of pine stands of the branch Radekhiv Forestry and Hunting State Enterprise «Forests of Ukraine»* (Bachelor's thesis). UNFU, Lviv, Ukraine.

This bachelor thesis explores the question of regularity of mensurational structure of pine stands in the conditions of the branch Radekhiv Forestry and Hunting. The investigation on 4 sample plots in the moist hornbeam-oak-pine fairly fertile site types was spent. The main statistic indexes of pine stands were calculated. The regularity of pine tree distribution according to diameter was analyzed.

Keywords: mensurational structure, pine stand, distribution function, statistical analysis, quantities.

All patterns illustrated.

Tab. 4. Il. 6. Ref.: 39

ЗМІСТ

| | стор. |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| ВСТУП | 7 |
| РОЗДІЛ 1. ДОСЛІДЖЕННЯ ТАКСАЦІЙНОЇ БУДОВИ ДЕРЕВОСТАНІВ | 9 |
| 1.1. Поняття про структуру деревостанів..... | 9 |
| 1.2. Вивчення таксаційної будови деревостанів | 16 |
| РОЗДІЛ 2. ПРОГРАМА, ОБ'ЄКТ, МЕТОДИКА ТА ОБСЯГ ДОСЛІДЖЕНЬ | 20 |
| 2.1. Програма робіт | 20 |
| 2.2. Загальна характеристика філії «Радехівське лісомисливське господарство»..... | 22 |
| 2.3. Обсяг досліджень | 25 |
| РОЗДІЛ 3. ТАКСАЦІЙНА БУДОВА СОСНОВИХ ДЕРЕВОСТАНІВ В УМОВАХ ФІЛІЇ «РАДЕХІВСЬКЕ ЛІСОМИСЛИВСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО» | 27 |
| 3.1. Поняття про таксаційну будову деревостанів | 27 |
| 3.2. Статистичний аналіз соснових деревостанів..... | 30 |
| 3.3. Моделювання таксаційної структури соснових деревостанів.... | 31 |
| ВИСНОВКИ | 37 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ | 39 |

ВСТУП

Лісові екосистеми сьогодні масово стикаються із негативними природними явищами, які посилилися внаслідок змін клімату. Зокрема сьогодні значно посилилися посухи, екстремальні перепади температур, зміна кількості опадів, що зумовлює ослаблення лісових деревостанів та масове розмноження шкідників та поширення хвороб лісу. Лісові екосистеми порівняно повільно реагують на швидкі зміни навколишнього середовища, що робить їх більш вразливими до пошкодження. Тому завданням лісівників є адекватно та оперативно реагувати на подібні виклики через проведення систем лісівничих заходів залежно від біоекологічних особливостей деревних видів та взаємозв'язків різних деревних видів у деревостанах та насадженнях загалом.

Швидкі зміни клімату загрожують самому існуванню лісового середовища, що включає як деревну та трав'яну рослинність, так і інші форми життя (тварини, мікроорганізми тощо). Це також має вплив на ґрунтові умови, які також зазнають значних змін внаслідок обезліснення територій чи зміни деревних видів. Поряд із негативним впливом на всі форми життя в лісовому середовищі, процеси обезліснення та змін деревних видів не дозволяють лісовим екосистемам виконувати їх основні функції, такі як захисні, ґрунтозахисні, водорегулюючі, рекреаційні тощо.

Зміна водного режиму у лісах України має значний вплив на зміну породного складу лісів. Витіснення аборигенних деревних видів інвазійними видами може значно змінити структуру лісів, буде мати вплив на виконання ними основних функцій а також на економічний ефект від лісогосподарювання в лісах України. Тому вже зараз лісівники мають враховувати ефект зміни клімату, зокрема підвищення температурного режиму та зменшення водного балансу під час проведення лісогосподарських заходів. Одним з елементів такого реагування є введення до складу лісових культур тих деревних видів, які більш стійкі до екстремальних температурних перепадів і які можуть захистити ті аборигенні деревні види, на які слід вести лісове господарство в даних конкретних умовах місцезростання. Проте введення нетипових деревних видів

до складу потребує також проведення відповідних доглядів для формування у майбутньому стійкого корінного деревостану у даних лісорослинних умовах.

Цей підхід передбачає введення до складу корінних деревостанів таких деревних видів, які зростають у наших умовах, наприклад граб звичайний, береза повисла, клени тощо. Створення змішаних деревостанів є більш ефективним способом збереження біорізноманіття та зменшення негативного впливу умов зовнішнього середовища. Тому сьогодні лісове господарство орієнтоване на зміну простих деревостанів складними, багатоярусними, із декількома деревними видами, лісових насаджень. Соснові деревостани, які в умовах Полісся переважно є простими, чистими за складом, слід поступово переводити у змішані деревостани. Ця необхідність назріла вже давно, проте зволікання призвело до масового всихання чистих соснових деревостанів в умовах Полісся та Малого Полісся. Тому *актуальність* нашої роботи полягає у вивчення закономірностей таксаційної будови соснових деревостанів для оцінки перспективи введення нових деревних видів у склад деревостанів для забезпечення їх стійкості у майбутньому. Такі дослідження на регіональному рівні дозволять збалансувати ведення лісового господарства у соснових деревостанах в умовах філії.

Метою нашої роботи є оцінка диференціації дерев сосни звичайної у чистих соснових деревостанах за діаметром в умовах філії «Радехівське лісомисливське господарство» ДП «Ліси України».

Об'єктом дослідження є зміна кількості дерев у одновікових, чистих за складом, соснових деревостанах за ступенями товщини та моделювання їх таксаційної будови.

Предметом дослідження є регіональні особливості таксаційної будови соснових деревостанів в умовах філії «Радехівське лісомисливське господарство» ДП «Ліси України».

РОЗДІЛ 1. ДОСЛІДЖЕННЯ ТАКСАЦІЙНОЇ БУДОВИ ДЕРЕВОСТАНІВ

1.1. Поняття про структуру деревостанів

В умовах змін клімату важливим аспектом ведення лісового господарства є формування стійких до впливу умов зовнішнього середовища деревостанів. В лісовій таксації для оцінки стійкості деревостанів використовують поняття структури та будови деревостанів (Бугайов, 2010; Гайчук & Гірс, 2011; Гром, 2010; Миклуш, 2011; Цурик, 2001; Harper, 1977). Проте тут є різні підходи до деревостанів, які мають гомогенну (одновікові, прості за складом) чи гетерогенну (складні, змішані деревостани) структури. Поняття гомогенності із статистичної точки зору включає поняття гомогенних рядів, тому для гомогенних рядів процеси формування лісових деревостанів починається після змикання крон, оскільки переважно це лісові культури, створені в один рік. Для таких деревостанів змикання крон відбувається у приблизно однаковий час і це більшою мірою характерне для простих, тобто утворених одним деревним видом, деревостанів. Тому формування таких деревостанів починають із молодого віку (віку молодняків) і процес формування залежить від біоекологічних характеристик деревного виду. Наприклад, терміни проведення освітлень та прочищень для соснових деревостанів, які є більш швидкоростучими та світлолюбними, є меншим, ніж наприклад дубових чи букових деревостанів. Для світлолюбних деревних видів, до яких належить також і сосна звичайна, для оптимізації їх таксаційної структури, важливим є густота деревостану. Саме тому під час створення лісових культур для різних деревних видів рекомендують як різну кількість посадкових місць, так і різні схеми змішування (Гордієнко та ін., 2005). Формування високопродуктивних та стійких деревостанів буде значною мірою залежати від підходів, які застосовують під час рубок догляду та густоти деревостану залежно від біоекологічних особливостей деревних видів, що формують деревостан.

Важливим аспектом формування стійких деревостанів є врахування

особливостей розвитку деревостанів у різні вікові періоди. Загальновідомо, що розвиток деревостанів навіть одного деревного виду є різним у віці молодняків, досягання, стиглості та віку природного відпаду та відновлення нового покоління деревостану. Тому у цьому випадку виділяють чотири етапи розвитку: молодняк, досягання, кількісна стиглість, відпад та природне відновлення. Залежно від такого етапу слід застосовувати різні підходи до формування деревостанів із врахуванням особливостей як деревних видів, що його формують, так і стану лісового середовища на момент проведення заходів. Для цього в лісовій таксації ефективність проведення заходу оцінюють за значенням поточного приросту деревостану (Гриник та ін., 2014; Тарнопільська, 2015; Цурик, 2008), який показує реальний приріст деревостану за 1 рік на протязі певного періоду. Як зазначалося вище, оскільки у різному віці інтенсивність росту деревостанів є різною, саме тому поточний приріст є більш інформативним, ніж середній приріст. Наприклад, у молодняках спостерігають інтенсивний ріст деревостанів, проте через процеси конкуренції є і значний природний відпад. Це необхідно враховувати під час проведення доглядових рубок у молодняках. Аналогічно і у деревостанах іншого віку, де ці процеси можуть мати інший характер розвитку, слід виважено підходити до рівня інтенсивності втручання людини у процес формування деревостанів. Тому вивчення таксаційної будови деревостанів у різному віковому періоді, дозволяє оцінити структуру деревостану та можливий рівень втручання у деревостан для його формування, тобто оцінити потенційну інтенсивність вибірки для формування стійких деревостанів.

У складних за складом та ярусами деревостанах, де говорять про гетерогенні ряди, процеси формування деревостанів мають інші підходи та закономірності. Оскільки наявність декількох деревних видів із їх біоекологічними особливостями, різні покоління дерев, характеризуються різними процесами росту та розвитку, тому екологічні чинники тут виступають на перше місце, які включають як абіотичні, так і біотичні чинники. Тому під час проведення лісівничих заходів у складних деревостанах слід проводити згідно діючих

нормативів із врахуванням закономірностей формування стійких деревостанів. У цьому випадку слід враховувати вертикальну, горизонтальну та вікову структури деревостанів, їх розміщення на площі, наявність/відсутність природного поновлення, диференціація дерев тощо (Король & Костишин, 2008; Parry, Canziani, & Palutikof, 2007). Намічення дерев до вирубування слід здійснювати із врахуванням світлового режиму, тобто із врахуванням параметрів крони, структури намету деревостану для освітлення тих особин, які можуть вийти у перший ярус, формувати якісні сортименти та збільшити приріст деревостану загалом. Також у гетерогенних деревостанах слід враховувати різні темпи росту деревних видів, різні ритми росту та вік стиглості, адже відомо, що це буде впливати на потенційну продуктивність всього деревостану. Особливо у ростових процесах слід надавати уваги різниці зростання дерев окремих видів у висоту, що пов'язано із світловим режимом та формуванням крони. Класичним прикладом є грабово-дубові деревостани, де дуб звичайний має формувати перший (основний ярус), тоді як граб звичайний має залишатися у другому ярусі, де його основна функція – це підгін відсталих у рості у висоту дерев дуба звичайного. У разі виходу граба звичайного у перший ярус, він починає формувати широку, розлогу крону, яка здатна затінити дуб звичайний, оскільки перший є більш швидкорослим деревним видом та більш адаптований до несприятливих умов. У такому разі ми втрачаємо цінний з лісівничої та господарської точок зору деревостан, який до віку стиглості може перетворитися на похідний із значним переважанням граба звичайного. Тому описані вище підходи потребують врахування під час формування деревостанів складних за будовою (змішаних, багатоярусних).

Врахування особливостей зростання дерев у різні вікові періоди також має вплив на формування високопродуктивних деревостанів. Наприклад, світлолюбні деревні види, такі як сосна звичайна, дуб звичайний, ясен звичайний та інші інтенсивно приростають у висоту саме у молодому віці і досягає свого максимуму приросту досить рано, після чого інтенсивність зростання у висоту різко зменшується. У тіневитривалих деревних видів, таких як ялиця біла, бук лісовий,

пік приросту у висоту зазвичай настає значно пізніше. Тобто у молодому віці вони прирастають у висоту досить повільно, тоді як при досягненні групи середньовікових деревостанів, вони значно збільшують інтенсивність зростання у висоту (Копій & Михайленко, 2008; Gadow et al., 2012).

Однією із визначальних ознак стійкості деревостанів до умов навколишнього середовища, їх продуктивності, росту та розвитку є походження деревостанів. Наприклад, деревостани порослевого походження мають значно інтенсивніший ріст за всіма параметрами, порівняно із деревостанами насінневого походження. Проте стійкість таких деревостанів, ритми розвитку, вік природної стиглості є нижчими, порівняно із насінневого походження. Більше того, якість деревини, а отже економічний ефект від таких деревостанів, є нижчими.

На процесі інтенсивності росту, структуру деревостанів за закономірності поширення також впливають і інші показники, зокрема висотна зональність зростання деревних видів, континентальність умов зростання, походження насіння тощо. Ці аспекти також слід враховувати під час формування високопродуктивних та стійких до зовнішніх впливів деревостанів різних деревних видів як гомогенних, так і гетерогенних.

Вивчення структури деревостанів, зокрема таксаційної будови, їх росту більш описано для гомогенних чистих одновікових деревостанів (Копій & Михайленко, 2008; Швиденко, 1987; Цурик, 2001; Строчинський, & Кашпор, 2010; Каганяк, Ільків, & Гаврилюк, 2019; Гірс, Пастернак, & Слиш, 2015; Ведмідь, Тарнопільська, Кобець, Зуєв, & Лозицький, 2013; Бугайов, 2010). У гетерогенних, змішаних деревостанах вищі темпи росту та розвитку можуть мати різні причини, проте загальновідомо, що змішані багатоярусні деревостани є не тільки більш стійкими до впливу умов навколишнього середовища, але й характеризуються кращими таксаційними показниками в одному віці. Так, серед причин кращих закономірностей росту та розвитку змішаних деревостанів можна виділити:

- оптимальний світловий режим, оскільки у першому ярусі є світлолюбні деревні види, а у нижніх ярусах більш тіневитривалі;

- наявність декількох деревних видів у складі деревостану дозволяє оптимально використовувати поживні речовини з ґрунту, оскільки різні деревні види мають різні кореневі системи, які утворюють симбіоз;
- формування сприятливих умов для швидкого розкладу лісової підстилки, оскільки наявні різні деревні види, що збільшує мікро- та макрофлору у надґрунтовому покриві;
- конкуренція за світлове та ґрунтове живлення різних деревних видів дозволяє формувати деревостан із кращих представників кожного деревного виду.

Місцеве біорізноманіття в окремих лісах залежить від комплексу факторів, які характеризують середовища проживання окремих видів. Ці фактори включають такі компоненти, як видовий склад, фенологічний час, структурна складність і горизонтальний малюнок рослинності, які, у свою чергу, залежать від навколишнього середовища та наслідків порушень. Домінуючі рослини (тобто дерева в лісах) відіграють ключову роль у визначенні середовища проживання асоційованих організмів, забезпечуючи їжу та притулок, а також регулюючи місцеве мікросередовище. Для деяких організмів (наприклад, багатьох комах) специфічна взаємодія господаря з певними домінуючими рослинами призводить до сильних кореляцій у їхньому розподілі, так що склад деревостану є ключовим фактором, що впливає на склад асоційованих видів. Для інших організмів структурний і горизонтальний малюнок домінуючої рослинності може бути важливішим, ніж сам склад.

Горизонтальна структура лісової рослинності, зокрема розміщення відносно рівномірних одиниць лісових насаджень по ландшафту, впливає на біорізноманіття регіону. Окраїни або екотони (зони швидкої зміни видового складу рослин) між одиницями лісових насаджень або лісовими асоціаціями часто забезпечують якісно інше середовище існування, ніж внутрішні частини цих одиниць; отже, розмір, форма та просторове розміщення лісових насаджень у

ландшафті впливають на популяції пов'язаних видів. Краї та різкі екотони між насадженнями можуть виникати через розриви середовища (наприклад, топографічні западини, де накопичується ґрунтова вода) або через спадщину минулих порушень. Таким чином, місцеве біорізноманіття лісів відображає як композиційну та структурну різноманітність рослин, так і розташування одиниць відносно однорідного складу та структури, які ми визначаємо як лісові насадження.

Структура будь-якого конкретного лісового насадження традиційно визначається як розподіл між класами віку або розміру дерев у насадженні. Одновікові насадження виникають у результаті великомасштабних порушень, під час яких усі або більшість великих дерев у зоні гинуть природним фактором порушення (наприклад, пожежа, ураган, грибковий патоген) або діяльністю людини. Ліс, який виникає на такій ділянці, складається з дерев приблизно одного віку, з підросту, які колонізують це місце, або в результаті розвиненої регенерації. Процес розвитку деревостану після великомасштабного порушення призводить до поступових змін у структурі лісу в міру зростання, загибелі та поповнення нових особин. Ці зміни в структурі лісу включають не тільки вікову структуру, але й просторове розташування стовбурів, гілок, листя та коренів рослин, які визначають середовище існування іншої біоти в лісі. Крім того, зміни в видовому складі лісу зазвичай супроводжують розвиток деревостану, оскільки види, здатні рости в затіненому становищі, замінюють види-піонери, які колонізують порушену ділянку.

Типова послідовність розвитку лісового насадження після великомасштабного порушення була охарактеризована Oliver, & Larson (1996) як така, що складається з чотирьох стадій (Рис. 1.1):

Стадія 1: ініціація насадження.

Стадія 2: формування стовбура.

Стадія 3: поява підросту та підліску.

Стадія 4: старість.

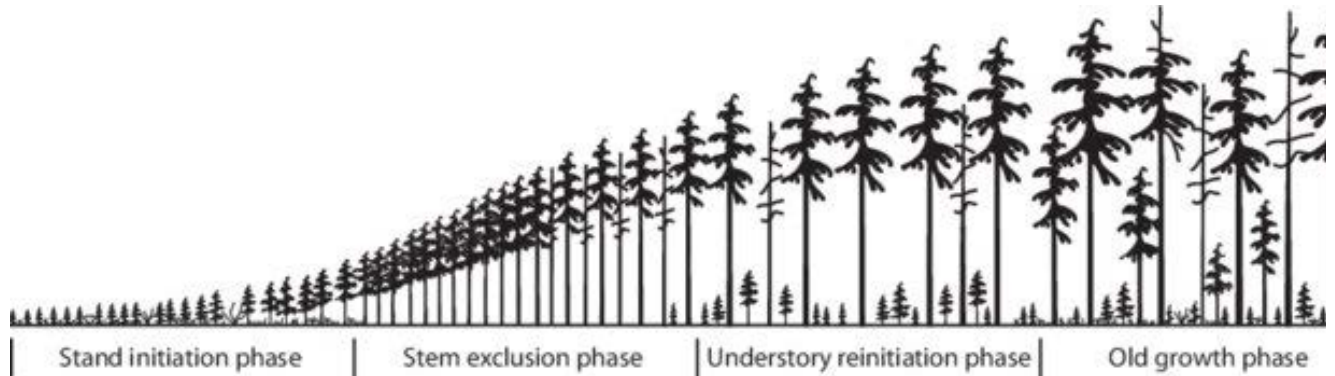


Рис. 1.1. Стадії розвитку деревостанів (за Oliver, & Larson, 1996)

На етапі зародження насадження дерева заселяють територію. Часовий проміжок цієї стадії помітно змінюється залежно від серйозності порушення, факторів навколишнього середовища на місці (наприклад, клімату та ґрунтів) і часто наявності/відсутності травоїдних тварин. Цей етап завершується, коли лісовий намет стає зімкнутим або коли деякі ресурси ґрунту (часто вода) стають обмеженнями для подальшого збільшення площі поширення дерев у лісі. Під час другої стадії через обмеженість ресурсів, переважно світла та ґрунтової води, пригнічені дерева у нижньому ярусі гинуть, а відновлення значно обмежене. На цій стадії зазвичай спостерігається постійне зменшення щільності (кількості дерев на площі) порівняно із початковою кількістю дерев. Структура крони надзвичайно проста на цьому етапі, оскільки окремі дерева ростуть у висоту, щоб забирати джерело світла від сусідів.

На стадії появи підросту та підліску верхній ярус починає руйнуватися, коли крони дерев гинуть, а диференційоване зростання різних видів або особин у висоту призводить до більш складного розташування крон. Збільшення кількості світла, що досягає підросту та підліску, сприяє створенню та зростанню нових куртин деревних та чагарникових видів, найбільш здатних до виживання у висококонкурентному середовищі нижнього ярусу. Стадія відмирання або пізньої сукцесії досягається по мірі старіння дерев верхнього ярусу, а структура крони стає ще більш складною. В результаті пошкодження або загибелі великорозмірних особин в наметі утворюються прогалини, а раніше придушені особини

звільняються від конкуренції та інтенсивно ростуть у висоту. Деревний опад з верхнього ярусу накопичується на землі, створюючи умови для проживання рослин та тварин. Очевидно, що ця ідеалізована модель динаміки лісових насаджень демонструє безліч місцевих варіацій залежно від характеру порушення, факторів навколишнього середовища та деревних видів, які домінують у певному регіоні.

Усвідомлення важливості структури лісу для біорізноманіття, науковці розробляють нові, більш складні підходи для кількісного визначення цих параметрів. Оскільки структурні особливості, які є важливими для визначення середовищ існування тварин і рослин, відрізняються між таксономічними групами та типами лісу, малоймовірно, що будь-який окремий підхід забезпечить універсальний стандарт, за яким структура лісу та біорізноманіття можуть бути пов'язані. Поточні зусилля спрямовані на використання нових інструментів у сферах просторової статистики, комп'ютерного моделювання та дистанційного зондування, щоб забезпечити відповідні підходи для оцінки зв'язків між структурою лісу, господарською діяльністю та біорізноманіттям різних груп біоти. Ці зусилля забезпечать кращу основу для розуміння того, як пов'язані лісова екологія та біорізноманіття.

1.2. Вивчення таксаційної будови деревостанів

Для комплексної оцінки закономірностей росту та розвитку деревостанів необхідно знати таксаційну та морфологічну будову цих деревостанів. Таксаційна будова деревостанів базується на аналітичному і статистичному аналізі закономірностей диференціації дерев за основними таксаційними показниками, серед яких діаметр, висота, запас деревостану. Важливим аспектом вивчення таксаційної будови деревостанів є визначення кореляційних залежностей між різними ознаками деревостанів.

Значний внесок у вивченні закономірностей таксаційної будови деревостанів зробили Шіффель, Нікітін, Швиденко, Цурик, Макаренко, миклуш,

Горошко, Строчинський та інші видатні вчені (за Цурик, 2001). Проте ці дослідження тривають і сьогодні і сучасні вчені приділяють цьому питанню багато уваги.

Розподіл діаметра на висоті грудей (ДВН) є найбільш вживаною характеристикою таксаційної будови деревостанів. Такий розподіл використовується для оцінки лісів, планування лісогосподарських робіт, прогнозування росту лісів і, таким чином, підвищення продуктивності лісу. Оскільки діаметр легко виміряти, таксаційна будова за діаметром є основою для управління лісами та технології складання таблиць ходу росту, важливим інструментом для прогнозування росту насаджень та їх запасу, лісовідновлення та планування заходів з догляду за лісами, зокрема проведення рубок догляду із певними термінами повторності.

Сьогодні розроблено багато показників для визначення диференціації дерев за діаметром, наприклад коефіцієнт варіації діаметрів дерев, коефіцієнт Джині, асиметрія розподілу за діаметром, ступінь диференціації та переважання діаметрів. Індекс Шеннона-Вайнера використовується для аналізу різноманітності розмірних характеристик дерев (Bai, & Hui, 2016). Крім того, для аналізу розподілу дерев за діаметрами були використані різні функції щільності ймовірності (Lima, Batista, & Prado, 2015), такі як бета-розподіл, нормальний розподіл, логарифмічна залежність, експоненціальна, моделі Вейбула та гамма-розподіл. Серед них функція Вейбула давала найкращий результат для аналізу таксаційної будови простих одновікових деревостанів завдяки своїй простоті, гнучкості та можливості застосування. Проте кожна з цих статистичних функцій розподілу має як сильні, так і слабкі сторони, які значно залежать від набору даних, від типу лісу або властивостей вибірки. Авторами були запропоновані окремі критерії для вибору відповідних потенційних моделей, які включали різні комбінації моделей, що відповідають даним, кількість і можливість інтерпретації параметрів, а також існування відповідних методів оцінки параметрів і порівняння моделей. Зростаючи в різноманітних умовах навколишнього середовища, дерева, як

правило, мають різні діаметри, висоту дерев, висоту основи крони, ширину крони тощо. Як більш реалістична альтернатива класичним моделям лінійної та нелінійної регресії та кореляційним співвідношенням, еліптична методологія та парні підходи були запропоновані Lima, Batista, & Prado (2015) для детального комплексного уявлення про таксаційну будову деревостанів за діаметром і висотою. До них належать модель дифузії Гомперца, двовимірний узагальнений бета-розподіл та SBV Джонсона. Трифакторний розподіл і чотирифакторний розподіл показали хороші результати для моделювання спільних розподілів діаметрів дерев, висоти, висоти основи крони та ширини крони. Таким чином, зв'язки між діаметром, висотою, висотою основи крони, шириною крони та віком можуть бути математично формалізовані та добре інтерпретовані за допомогою багатфакторних розподілів.

Дослідженнями соснових деревостанів займалися багато вітчизняних вчених, зокрема таксаційну будову соснових деревостанів досліджували Гриб (2012), Громяк, Гриник, & Ярош (2013), Свинчук, Зібцев, & Борсук (2013), Свинчук, Зібцев, & Гуменюк (2014), Строчинський, Свинчук, & Миронюк (2009) та багато інших.

Закономірності розподілу діаметрів за ступенями товщини у соснових деревостанах під впливом різних господарських заходів досліджував Гриб (2012). На основі вивчення таксаційної будови соснових деревостанів різної відносної повноти та різного складу автор визначив особливості росту та розвитку таких деревостанів. Зокрема автор провів визначення рангів та редуційних чисел середніх за діаметром дерев у соснових деревостанах і дійшов висновку, що положення середнього дерева у соснових деревостанах не є постійним і коливається від 43 до 54% за показником рангу дерева. Зі збільшенням віку ранг дерева збільшується, що також підтверджується і розподілом дерев за висотою. Проведені лісівничі заходи, як відмічає автор, підвищують мінливість діаметрів за показником варіації. Проведення рубок догляду значно впливає на показники варіації у бік збільшення переважно у висоту. Тому загальний висновок, якого

дійшов автор, свідчить про те, що проведення рубок догляду, зокрема залежно від їх інтенсивності та способу проведення, значно змінює таксаційну будову деревостанів, а отже і впливає на ріст та розвиток соснових насаджень.

Подібних висновків дійшли Свинчук, Зібцев, & Борсук (2013), які на основі порівняння таксаційної будови у експлуатаційних соснових деревостанах із сосновими деревостанами у зоні відчуження Чорнобильської АЕС, де немає втручання людини, визначили збільшення варіації та абсолютних значень редуційних чисел у деревостанах експлуатаційних лісів. Причому, зі збільшенням віку соснових деревостанів мінливість рангів та редуційних чисел також зростає.

Отже вивчення таксаційної будови деревостанів може дати важливу інформацію для формування біологічностійких, високопродуктивних деревостанів, дозволяє раціонально планувати господарські заходи у деревостанах різних деревних видів на засадах збільшення їх продуктивності до віку стиглості.

РОЗДІЛ 2. ПРОГРАМА, ОБ'ЄКТ, МЕТОДИКА ТА ОБСЯГ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для оцінки таксаційної будови соснових деревостанів в умовах філії «Радехівське лісомисливське господарство» були використані матеріали опрацьованих пробних площ у чистих соснових деревостанах в умовах підприємства.

2.1. Програма робіт

Програмою робіт із дослідження таксаційної будови соснових деревостанів передбачено виконання наступних робіт:

- аналіз лісового фонду філії «Радехівське лісомисливське господарство», підбір потенційних ділянок чистих соснових деревостанів для проведення польових досліджень;
- проведення польових досліджень на підібраних ділянках з метою закладання пробних площ за загальноприйнятою у лісовій таксації методикою;
- камеральне опрацювання матеріалів польових досліджень для визначення основних таксаційних показників деревостанів на пробних площах;
- вивчення таксаційної будови чистих соснових деревостанів з використанням різних функцій розподілу;
- аналіз отриманих результатів на основі статистичних показників та відповідних залежностей для формування адекватних висновків.

Ділянки для проведення польових досліджень підбирали на основі таксаційних описів та відповідних планів лісонасаджень. Для цього ми використали ідею підібрати тільки чисті соснові деревостани із відносно легкою доступністю. Зазвичай, оскільки інформація у таксаційних описах може різнитися із реальним станом деревостанів у природі, ми підбрали потенційні ділянки із певним запасом, а потім на етапі рекогносцирувального обстеження цих ділянок у природі робили висновок про можливість проведення там польових вимірів згідно

заданих нами параметрів, зокрема, чисті соснові деревостани, типові для даного регіону, знаходяться у одному типі лісу.

У разі позитивного рішення про проведення досліджень приступали до закладання пробних площ за загальноприйнятою методикою шляхом відмежування ділянки за допомогою бусолі БС-2, проведення вимірювань діаметрів всіх дерев на ділянці із занесенням їх до 4-ох сантиметрових ступеней товщини, вимірювань висот облікових дерев за допомогою висотоміра та визначення категорій технічної придатності, зокрема ділові, напівділові, дров'яні та окремо сухостій. Всі результати польових вимірів записували до бланку пробних площ для подальшого їх камерального опрацювання.

Камеральне опрацювання польових досліджень проводили після оцифрування польових вимірів у програмному продукті Microsoft Excel. На основі опрацювання цих матеріалів визначали основні таксаційні показники деревостанів, зокрема склад деревостану, середні діаметр та висоту, абсолютну повноту, відносну повноту, запас деревостану на 1 га.

Об'єктом наших досліджень є зміна кількості дерев у одновікових, чистих за складом, соснових деревостанах за ступенями товщини та моделювання їх таксаційної будови.

Предметом наших досліджень є регіональні особливості таксаційної будови соснових деревостанів в умовах філії «Радехівське лісомисливське господарство» ДП «Ліси України».

Отже, за результатами польових досліджень та їх камерального опрацювання досліджень буде оцінено таксаційну будову у соснових деревостанах філії «Радехівське лісомисливське господарство» ДП «Ліси України».

2.2. Загальна характеристика філії «Радехівське лісомисливське господарство»

Філія «Радехівське лісомисливське господарство» розміщене у північно-західній частині Львівської області на території Буського, Золочівського, Кам'яно-Буського, Сокальського та Радехівського адміністративних районів (рис. 2.1).

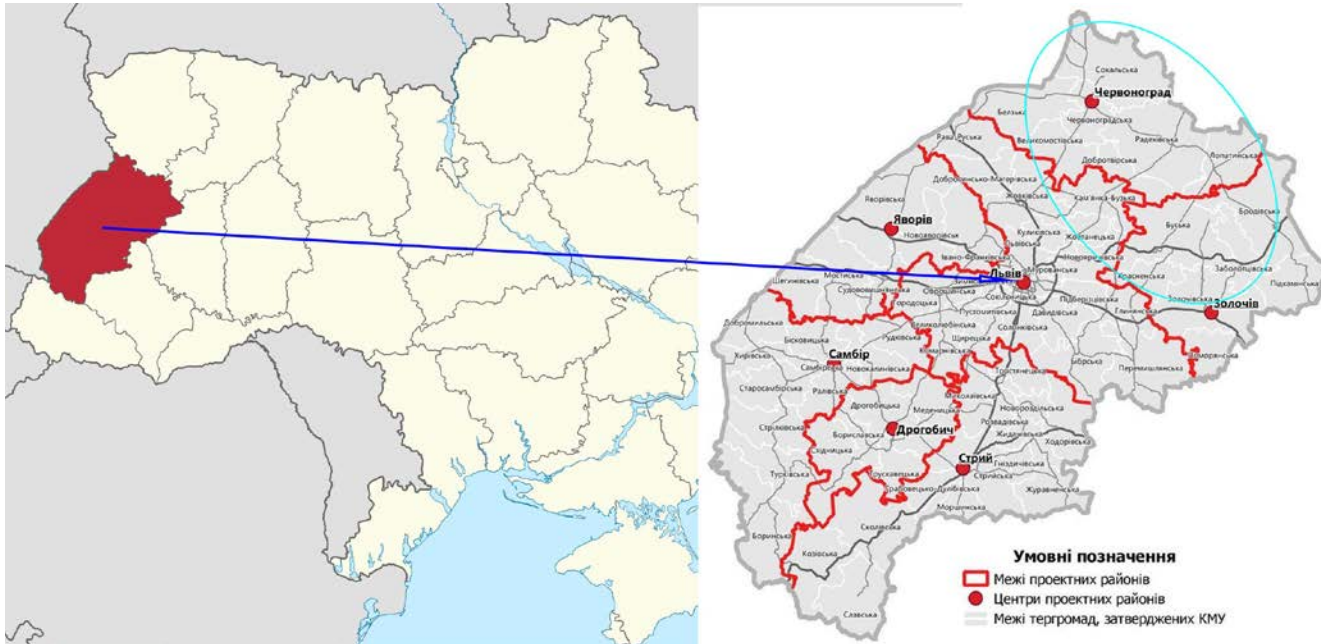


Рис. 2.1. Територія розміщення філії «Радехівське лісомисливське господарство»
ДП «Ліси України»

На території філії планується виділити 16 лісництв: Сокальське, Бендюзьке, Витківське, Радехівське, Лопатинське, Бабичівське, Нивицьке, Таданівське, Грабівське, Верблянське, Полоничне, Куткірське, Ожидівське, Соколянське, Незнанівське, Боложинівське (за даними проекту Протоколу другої лісовпорядної наради з розгляду основних положень проекту організації та розвитку лісового господарства філії «Радехівське лісомисливське господарства від 07 жовтня 2024 року за Повідомлення про проведення...»). Загальна площа лісового фонду філії становить 60 301 га.

У лісовому фонді філії ліси природоохоронного призначення становлять 5 360,8 га або 8,9%, рекреаційно-оздоровчі ліси – 6 571,5 га або 10,9%, захисні ліси

– 6 838,7 га або 11,3%. Найбільшу частку становлять експлуатаційні ліси – 41 530 га або 68,9%.

У структурі категорій вкриті лісовою рослинністю лісові ділянки становлять 53 644,6 га, що у відсотках становить 89,0 % від загальної площі філії. Штучні лісові насадження присутні на площі 36 481,1 га що становить 68 % від вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок. Серед деревних видів, які переважають у лісовому фонді підприємства соснові деревостани займають переважну частину – 30 757,9 га або 57,3 % від вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок. На другому місці за площею зростають деревостани дуба звичайного – 10 692,0 га або 19,9 %. Серед деревних видів, які зустрічаються у лісовому фонді філії можна відмітити дуб червоний, явір, граб звичайний, ясен звичайний, акація біла, береза повисла, осика, вільхи сіра та чорна та інші.

Філія «Радехівське лісове господарство» веде активну господарську діяльність. Так, у табл. 2.1 наведено зведені показники рубок головного користування, що заплановані у філії в результаті II лісовпорядної наради.

Таблиця 2.1

Щорічний обсяг рубок головного користування

| Господарство, господарська секція | Експлуатаційний фонд: <u>площа,га</u> запас, тис.м ³ | Прийнята розрахункова лісосіка | | | |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------|---------------------------|-----------|----------------------|
| | | площа, га | запас, тис.м ³ | | |
| | | | стов- бурний | ліквідний | ділової дере-вини |
| Хвойне – всього | <u>3261,1</u> 955,92 | 245,5 | 71,77 | 65,44 | 50,14 |
| в тому числі по госпсекціях: | | | | | |
| – соснова | <u>3216,7</u> 943,39 | 244,7 | 71,60 | 65,28 | 50,04 |
| – ялинова | <u>18,2</u> 3,92 | 0,8 | 0,17 | 0,16 | 0,10 |
| – модринова | <u>26,2</u> 8,61 | – | – | – | – |
| Твердолистяне – всього | <u>791,3</u> 161,85 | 55,0 | 11,12 | 10,11 | 4,30 |
| в тому числі по госпсекціях: | | | | | |
| – дубова високостовбурна | <u>580,2</u> 115,89 | 43,5 | 8,64 | 7,74 | 3,65 |
| – дубова низькостовбурна | <u>22,7</u> 4,92 | 1,0 | 0,23 | 0,21 | 0,07 |

| Господарство, господарська секція | Експлуатаційний фонд: <u>площа,га</u> запас, тис.м ³ | Прийнята розрахункова лісосіка | | | |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------|---------------------------|--------------|----------------------|
| | | площа, га | запас, тис.м ³ | | |
| | | | стов- бурний | ліквідний | ділової дере-вину |
| – дуба червоного | <u>3,8</u> 0,96 | – | – | – | – |
| – ясенева | <u>3,0</u> 0,44 | – | – | – | – |
| – кленова | <u>0,7</u> 0,20 | – | – | – | – |
| – грабова | <u>177,2</u> 38,44 | 10,5 | 2,25 | 2,16 | 0,58 |
| – в'язова | <u>3,7</u> 1,00 | – | – | – | – |
| М'яколистяне – всього | <u>1567,4</u> 358,63 | 109,9 | 24,99 | 22,29 | 12,00 |
| в тому числі по госпсекціях: | | | | | |
| – березова | <u>129,2</u> 26,98 | 14,6 | 3,07 | 2,80 | 1,23 |
| – чорновільхова | <u>1347,1</u> 310,63 | 88,7 | 20,39 | 18,06 | 10,28 |
| – осикова | <u>90,4</u> 20,86 | 6,6 | 1,53 | 1,43 | 0,49 |
| – тополева | <u>0,7</u> 0,16 | – | – | – | – |
| Усього по філії | <u>5619,8</u> 1476,40 | 410,4 | 107,88 | 97,84 | 66,44 |

Як видно з табл. 2.1, можливими для експлуатації в рамках рубок головного користування є 5 619,8 га стиглих та перестійних деревостанів із загальним запасом 1 476,40 тис. м³ деревини. Прийнята розрахункова лісосіка становить 410,4 га щороку із вибіркою 107,88 тис. м³ стовбурної деревини. Тобто розрахункова лісосіка не використовує всі наявні стиглі та перестійні деревостани, а за ревізійний період буде використано тільки 73,0 % за площею. Найбільша розрахункова лісосіка за площею призначена у хвойному господарстві – 245,5 га або 59,8 % від загальної. Найбільшу частку тут становлять соснові деревостани, де на 99,7 % це складає хвойне господарство, а в розрізі всього підприємства ця частка становить 59,6 %. За запасом ситуація подібна. Найбільше стовбурового запасу отримують від соснової господарської секції – 66,4 % загального стовбурового запасу. Частка ліквідної деревини у структурі запасу, що

вибирається в порядку рубок головного користування потенційно може бути 90,7 %, а ділової деревини – 61,6 %. В рамках соснової господарської секції таке співвідношення становить 91,2 % ліквідної та 69,9 % ділової.

Крім рубок головного користування, на підприємстві заплановано проведення рубок догляду щорічно на площі 1 765,7 га із вибіркою 48,49 тис. м³ стовбурового запасу. Суцільні санітарні рубки у перший рік заплановано провести на площі 10,9 га із вибіркою 1,76 тис. м³ стовбурової деревини, вибіркові санітарні рубки будуть проводити щорічно на площі 486,7 га із вибіркою 7,82 тис. м³ стовбурової деревини. Окрім оголошених вище, на підприємстві заплановано провести рубки, пов'язані із реконструкцією низькоповнотних, малоцінних і похідних деревостанів, лісовідновні рубки, рубки переформування та інші заходи з формування і оздоровлення лісів. Загалом щорічний обсяг користування в лісах філії становить 2 705,0 га лісового фонду із вибіркою 148,43 тис. м³ деревини. Відсоток використання загальної середньої зміни запасу на підприємстві становить 77,1 %.

2.3. Обсяг досліджень

Як було зазначено вище, для дослідження таксаційної будови соснових деревостанів нами були проведені дослідження у чистих соснових деревостанах в умовах філії «Радехівське лісомисливське господарство». Для проведення польових досліджень із закладання пробних площ необхідною умовою є гомогенність ряду досліджень деревостанів. Для визначення гомогенності найчастіше використовують або один тип лісу, або належність деревостанів до одного класу бонітету. У нашому випадку, коли підбирали пробні ділянки у камеральних умовах, спочатку визначалися із найпоширенішим типом лісу, оскільки клас бонітету може змінюватися на протязі ревізійного періоду. Одним із найпоширеніших типів лісу, де зростають соснові деревостани в умовах філії, є вологий грабово-дубово-сосновий сугруд (С₃-гдС). У даному типі лісу мають зростати сосна звичайна як головний типотвірний деревний вид, а граб звичайний

та дуб звичайний – як домішка. Проте на практиці часто у цьому типі лісу сосна виступає як головна порода, а граб та дуб одинично присутній у деревостанах. В процесі рекогносцирувального обстеження наша думка підтвердилася а основні таксаційні показники деревостанів на пробних площах наведені у табл. 2.2.

Таблиця 2.2

Основні таксаційні показники соснових деревостанів

| № пп | Склад | Тип лісу | Вік, роки | Середні | | Клас бонітету | Повнота відносна | Запас, м ³ /га |
|------|------------|----------|-----------|-------------|-----------|---------------|------------------|---------------------------|
| | | | | діаметр, см | висота, м | | | |
| 1 | 10Сз+Бп | Сз-гдС | 32 | 17.5 | 12.8 | I | 0,89 | 185 |
| 2 | 10Сз+Дз,Бп | Сз-гдС | 58 | 26.1 | 20.9 | I | 0,73 | 363 |
| 3 | 10Сз+Дз,Бп | Сз-гдС | 71 | 32.6 | 23.1 | I | 0,85 | 450 |
| 4 | 10Сз+Бп | Сз-гдС | 98 | 38.6 | 28.1 | I | 0,69 | 470 |

Як видно з табл. 2.2, всі аналізовані деревостани зростають в одному типі лісу – вологому грабово-дубово-сосновому сугруді (Сз-гдС). Розмах віку становить від 32 років до 98 років. Всі деревостани характеризуються I класом бонітету, тобто є високопродуктивними. У складі деревостану як незначна домішка (поодинокі) були виявлені окремі екземпляри дуба звичайного та берези повислої. Дуб звичайний зустрічався більше у середньовікових деревостанах, тоді як береза повисла присутня у всіх деревостанах.

На основі даних 4 деревостанів будемо проводити аналіз таксаційної будови соснових деревостанів в умовах філії «Радехівське лісомисливське господарство» ДП «Ліси України».

РОЗДІЛ 3. ТАКСАЦІЙНА БУДОВА СОСНОВИХ ДЕРЕВОСТАНІВ В УМОВАХ ФІЛІЇ «РАДЕХІВСЬКЕ ЛІСОМИСЛИВСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО»

3.1. Поняття про таксаційну будову деревостанів

У лісовій таксації розрізняють два види структур деревостанів – морфологічну та таксаційну (Гірс, Новак & Кашпор, 2004; Цурик, 2001). Дослідження морфологічної структури дозволяє визначати різні структурні одиниці у деревостанах, визначати склад цих структурних одиниць, їх закономірностей розподілу та взаємодія між ними, динаміка змін структурних частин деревостану від впливу умов навколишнього природного середовища чи господарського втручання людини. Розподіл деревостанів на яруси та оцінка кожного з них окремо як складових одного насадження є питанням вивчення морфологічної структури.

Таксаційна структура деревостанів вивчає статистичні показники мінливості та розподіли дерев за таксаційними показниками, визначення положення середнього дерева у насадженні. Для цього обчислюють статистичні показники на кшталт середніх, моди, медіани, дисперсії, стандартного відхилення, асиметрії та ексцесу. Як і морфологічна будова, таксаційна будова не є чимось незмінним, вона змінюється із часом через вплив умов навколишнього середовища та господарської діяльності лісівників у деревостанах. Тому підходи, які застосовують лісівники під час формування деревостанів, як видно із вищенаведеного, впливають на їх морфологічну та таксаційну структури.

Статистичний аналіз розподілу дерев за певними таксаційними показниками базується на тому, що дерева ранжують за цим таксаційним показником у порядку зростання, а потім проводять визначення основних статистичних показників, які дають змогу визначити розподіл дерев за цим таксаційним показником.

Найпростішими статистичними показниками є ліміти та розмах варіації, які дають змогу оцінити на скільки відрізняється певний таксаційний показник у конкретному деревостані від найменшого до найбільшого.

Так, ліміти – це показники найменшого та найбільшого значень, які набувають дерево або їх сукупність за певним таксаційним показником. Наприклад, за діаметром – це діаметри найменшого та найтовстішого дерев у деревостанів; за висотою – це висоти найнижчого та найвищого дерев у деревостані і т. д. Розмах варіації – це різниця між максимальним та мінімальним значеннями певного таксаційного показника яка вказує на скільки різняться найменше та найбільше дерева у деревостані. Ці найпростіші показники дають тільки попереднє уявлення про деревостан.

Мінливість таксаційних показників дерев у деревостанах показують інші статистичні показники, такі як дисперсія, стандартне відхилення, коефіцієнт варіації, асиметрія та ексцес.

Дисперсія таксаційного показника показує середній квадрат відхилень таксаційного показника від його середнього значення. Показник дисперсії вказує на характер розсіювання таксаційного показника відносно середнього значення. Подібним є показник стандартного відхилення показує, на скільки в середньому відрізняється кожна таксаційна ознака від її середнього значення. Чим більшими є показники дисперсії та стандартного відхилення – тим більша мінливість дерев за певним таксаційним показником. Величину такого відхилення у відносних показниках показує коефіцієнт варіації, який обчислюють як відношення стандартного відхилення до його середнього значення і виражене у відсотках. Прийнято вважати, що якщо коефіцієнт варіації становить понад 20% - то такий таксаційний параметр характеризується значною варіацією. Наприклад, якщо коефіцієнт варіації за діаметром становить понад 20 %, тоді дерева у такому деревостані мають значні відхилення, що може свідчити про різні покоління чи наявність відсталих у рості дерев тощо. Якщо цей показник становить понад 50 %, тоді вибірка не є однорідною, тобто деревостан має різні покоління дерев одного деревного виду і обчислювати такі показники слід розділивши вибірку залежно від таксаційного показника.

Рівень варіації статистичних показників також характеризують показники

асиметрії та ексцесу, які вказують, на скільки розподіл дерев за певним таксаційним показником наближається до нормального розподілу. Зокрема, показник асиметрії вказує на асиметричність кривої розподілу вліво або вправо від кривої нормального розподілу, тоді як показник ексцесу свідчить про гостро- чи туповершинність кривої. У випадку туповершинності кривої, розмахи варіації є вищими, ніж у гостровершинних кривих.

Із статистичної точки зору слід бути впевненим у достовірності отриманих статистичних показників. Тому для варіаційних рядів обраховують показник точності досліду, який залежить від коефіцієнта варіації та кількості даних у варіаційному ряді (Горошко, Миклуш, & Хомюк, 2004). У випадку достатньої кількості даних експерименту показник точності досліду має бути до 5 %. У випадку перевищення цього показника слід збільшити кількість вимірювань для отримання достовірних показників.

Окрім оцінки статистичних показників, для вивчення таксаційної будови чи структури деревостанів використовують різні закономірності розподілу кількості варіант за певними ознаками. Іншими словами, проводять моделювання таксаційної будови з використанням різних математичних функцій. До таких закономірностей відносять найпоширеніші функції, такі як закон нормального розподілу (функція Лапласа-Гауса), функція Грама-Шарльє, крива типу I (функція Пірсона), розподіл джонсона, Вейбула, гама-розподіл тощо.

Закономірності розподілу дерев за певними таксаційними показниками залежать від багатьох чинників, серед яких і вік деревостану, його походження, господарські заходи, які тут проводили тощо. Тому важливо оцінити не одну закономірність, а використати різні для оцінки тієї функції, яка найточніше описує задану залежність розподілу кількості дерев за певними таксаційними показниками, такими як діаметр, висота, запас тощо.

Сучасний рівень використання комп'ютерної техніки дозволяє проводити моделювання із використанням загальнодоступних програмних продуктів, наприклад Microsoft Excel, де цілком реалістично провести моделювання такого

типу для визначення моделі, яка найточніше описує наші залежності.

3.2. Статистичний аналіз соснових деревостанів

Як зазначалося у розділі 3.1, для попередньої оцінки таксаційної будови деревостанів доцільно провести статистичний аналіз та проаналізувати його показники. Для цього у програмному продукті Microsoft Excel здійснили визначення основних статистичних показників та їх відхилень для кожної пробної площі. Такий аналіз проводимо для згрупованих даних кількості дерев за ступенями товщини, тобто аналіз таксаційної будови будемо проводити за діаметром. Основні статистичні показники наведено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Статистики рядів розподілу за діаметром соснових деревостанів

| № п.п. | Вік | Середнє значення | Дисперсія | Основне відхилення | Коефіцієнт мінливості | Асиметрія | Екセス | Точність досліду |
|--------|-----|------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|------------------|
| 1 | 32 | 16.68 ^{±0.36} | 27.55 ^{±1.32} | 5.25 ^{±0.25} | 31.47 ^{±1.65} | 0.151 ^{±0.17} | -0.828 ^{±0.33} | 2.14 |
| 2 | 58 | 25.38 ^{±0.31} | 37.38 ^{±1.35} | 6.11 ^{±0.22} | 24.07 ^{±0.92} | 0.465 ^{±0.13} | 0.219 ^{±0.25} | 1.23 |
| 3 | 71 | 32.34 ^{±0.38} | 45.85 ^{±1.81} | 6.77 ^{±0.27} | 20.93 ^{±0.86} | 0.82 ^{±0.14} | 1.984 ^{±0.27} | 1.17 |
| 4 | 98 | 37.49 ^{±0.58} | 80.56 ^{±3.7} | 8.98 ^{±0.41} | 23.95 ^{±1.16} | 0.377 ^{±0.16} | -0.625 ^{±0.32} | 1.56 |

Як видно з табл. 3.1, розподіл кількості дерев за ступенями товщини характеризуються значними показниками варіації. На перший погляд, якщо проаналізувати середні значення та їх основні помилки, варіація є незначною, оскільки значення помилок є досить низькими. Проте показники дисперсії та основного відхилення вказують на значні показники варіації, причому зі збільшенням віку дисперсія зростає від 27,55 до 80,56 одиниць. Основне відхилення, яке становить від 5,25 до 8,98 вказує, що середнє відхилення діаметрів дерев від середнього значення лежать в межах 1-2 ступеней товщини (за умови 4 сантиметрових ступеней товщини). Коефіцієнт мінливості, який лежить в межах

від 50,93 до 31,47 % вказує на значну мінливість, що може свідчити про те, що у цих деревостанах, які є одновіковими, є знаний розмах діаметрів від найтоншого до найтовстішого дерева за рахунок проведення лісогосподарських заходів. Показники асиметрії на всіх пробних ділянках мають додатне значення, що вказує на правосторонню асиметрію. Це свідчить про те, що лісівничими заходами більше вибирають товстіші дерева, а чисельності дерев у нижчих ступенях товщини зростають. Найвищий показник асиметрії характерний для пристигаючого 71-річного деревостану. За показником ексцесу наймолодший та найстарший деревостани мають туповершинну криву, тоді як середньовіковим та пристигаючим деревостанам характерні гостровершинні криві розподілу.

Всі отримані статистичні показники є статистично значимі, оскільки показник точності дослідження не перевищує 5 % і лежить у межах від 1,17 до 2,14. Це свідчить про достатність вибірки, тобто кількість обміряних дерев задовільняє статистичні параметри.

На основі проведеного статистичного аналізу приступаємо до процесу моделювання таксаційної структури соснових деревостанів в умовах філії «Радехівське лісомисливське господарство».

3.3. Моделювання таксаційної структури соснових деревостанів

Як згадувалося у розділі 3.1, для моделювання таксаційної будови деревостанів можна користуватися різними законами розподілу, серед яких найбільш вживаними є закон нормального розподілу або функція Лапласа-Гауса, функція Грама-Шарльє та трипараметрична функція Вейбула (Горошко, Миклуш, & Хомюк, 2004; Бугайов, 2010).

Для моделювання таксаційної будови нами використані можливості програмного продукту Microsoft Excel, де є можливість проводити моделювання на основі пошуку оптимального рішення. Основу алгоритму моделювання таксаційної будови деревостанів із використанням кривої нормального розподілу, Грама-Шарльє та трипараметричної функції Вейбула складено доцентом кафедри

лісової таксації та лісовпорядкування НЛТУ України Миколою Королем.

Нормальний розподіл або іншими словами функція Лапласа-Гауса показує розподіл ознаки для нормальних деревостанів, коли чисельності розподіляються закономірно. Ця функція виглядає наступним чином:

$$\phi(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x_i - \bar{X})^2}{2\sigma^2}}, \quad (3.1)$$

де $\phi(x)$ – функція щільності нормального розподілу; X – середнє значення; σ – стандартне відхилення (параметр масштабу) досліджуваної ознаки.

Цю функцію можна успішно використовувати у випадку, коли розподіл не має асиметрії та ексцесу а чисельності у ступенях розподіляються так: найменша кількість дерев – у найнижчих ступенях, найбільша – у середніх.

Гама розподіл дозволяє моделювати структуру за наявності асиметрії та ексцесу і функція щільності розподілу має вигляд:

$$f(x, a, \beta) = \frac{1}{\beta^a \Gamma(a)} x^{a-1} e^{-\frac{x}{\beta}}, \quad (3.2)$$

де $\Gamma(a)$ – функція Ейлера, e – основа натурального логарифму, t – нормоване відхилення.

Моделювання деревостанів із асиметричним розподілом також дозволяє трипараметрична функція Вейбула, яка має вигляд:

$$f(x) = \frac{b}{a} \left(\frac{x-c}{a}\right)^{b-1} e^{-\left(\frac{x-c}{a}\right)^b}, x \geq c, \quad (3.3)$$

де a – параметр масштабу; b – параметр форми; c – параметр зсуву.

На основі вказаних функції нами проведено моделювання фактичних та теоретичних чисельностей розподілу кількості дерев у ступенях товщини для аналізованих соснових деревостанів в умовах філії «Радехівське лісомисливське господарство».

Результати моделювання фактичних та теоретичних чисельностей соснових деревостанів наведено на рис. 3.1-3.4.

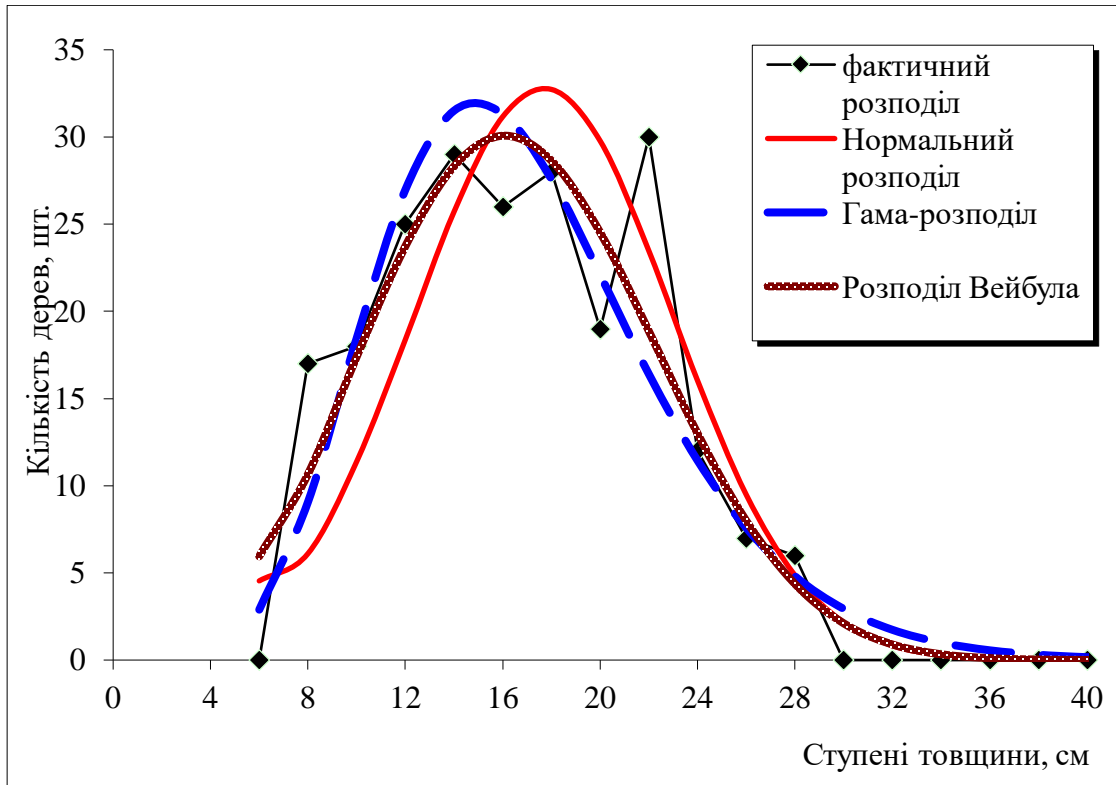


Рис. 3.1. Криві фактичного та теоретичних розподілів кількості дерев у ступенях товщини на пробній площі 1

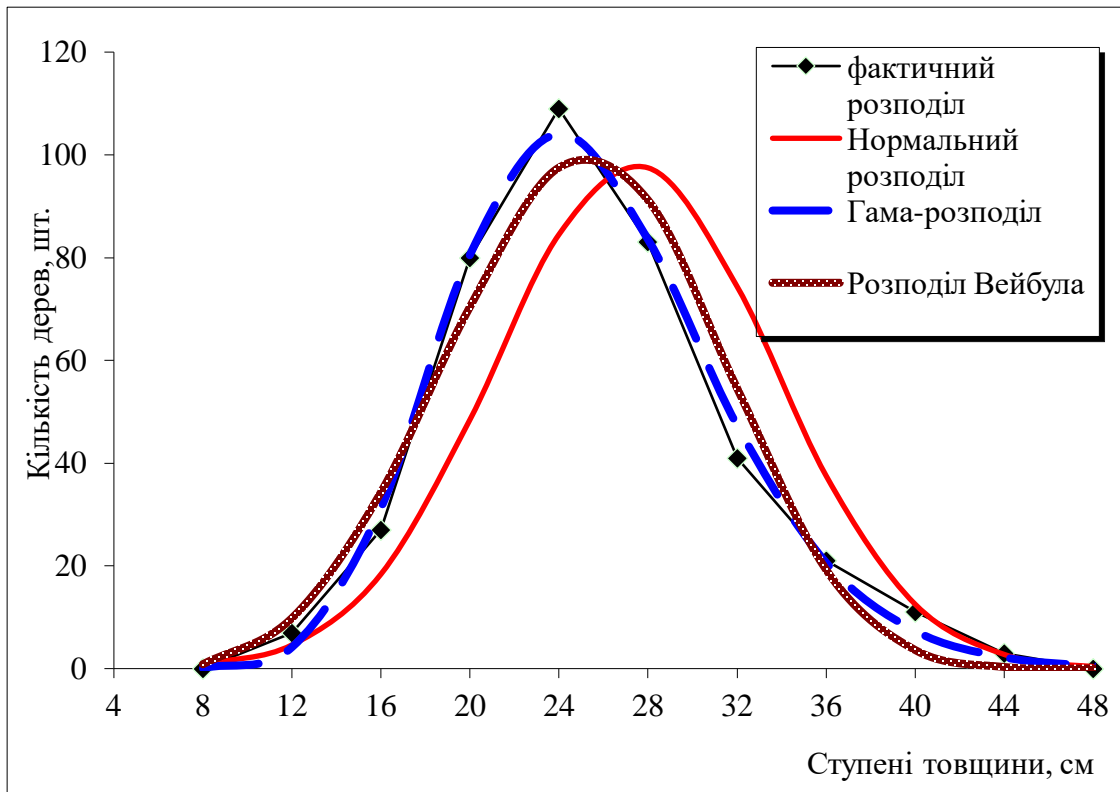


Рис. 3.2. Криві фактичного та теоретичних розподілів кількості дерев у ступенях товщини на пробній площі 2

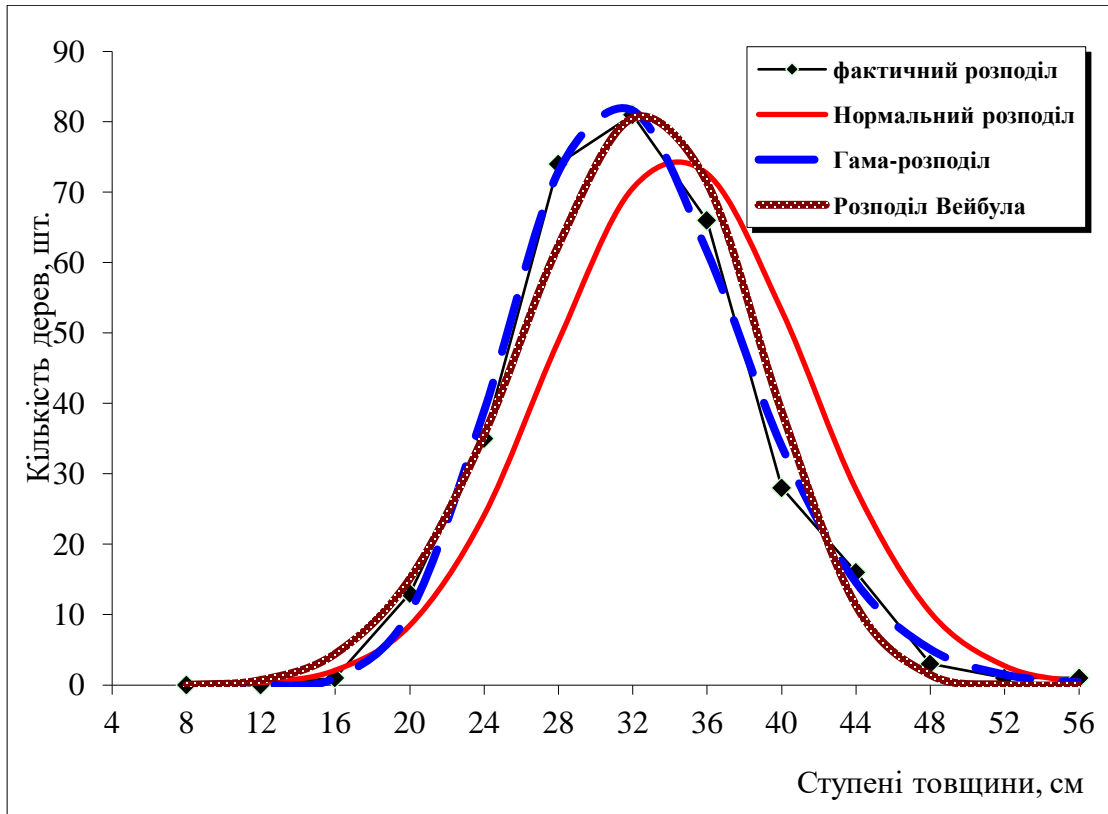


Рис. 3.3. Криві фактичного та теоретичних розподілів кількості дерев у ступенях товщини на пробній площі 3

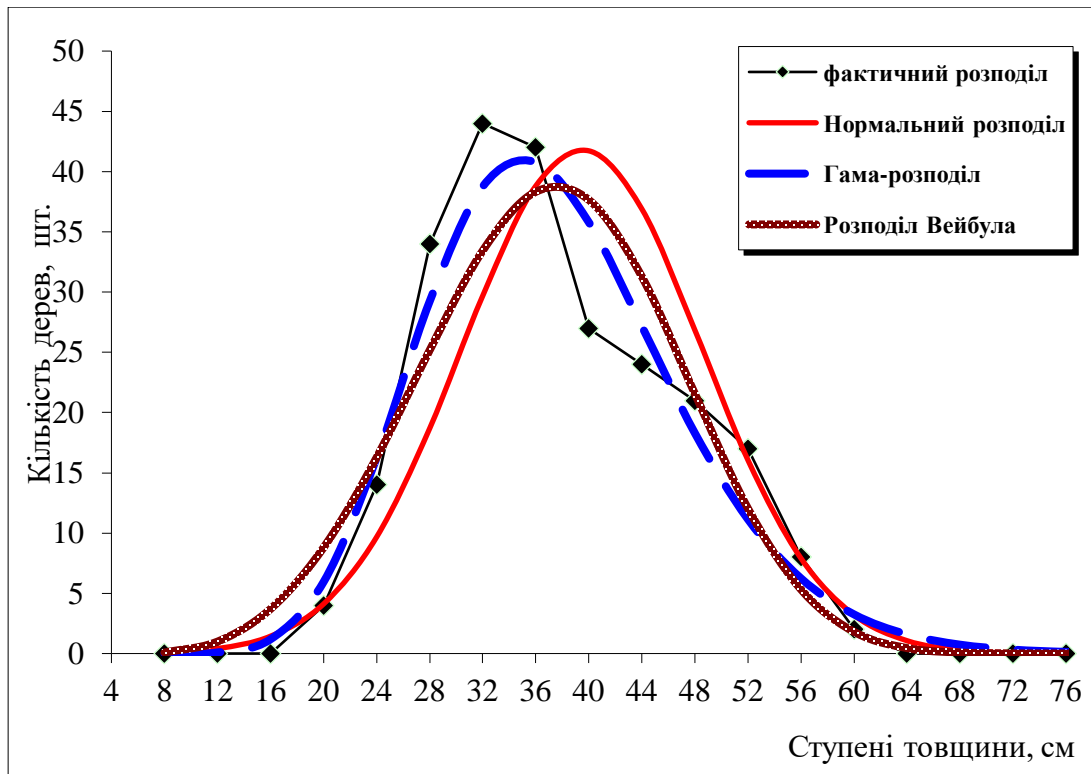


Рис. 3.4. Криві фактичного та теоретичних розподілів кількості дерев у ступенях товщини на пробній площі 4

Як видно з рис. 3.1-3.3 фактичні дані на всіх пробних площах описуються трьома моделями достатньо точно. Проте є свої особливості.

На пробній площі 1, де представлено наймолодший сосновий деревостан, фактична крива розподілу кількості дерев за ступенями товщини є нерівномірною. Іде поступове зростання кількості дерев зі збільшенням ступеней товщини, проте у середніх ступенях є певні варіації, наприклад у ступенях товщини 16 та 20 є зменшення кількості дерев, тоді як у ступені 24 є максимальна кількість дерев. Це наклало свій відбиток і на точність моделювання теоретичними залежностями фактичних даних. Як видно, крива нормального розподілу зміщена вправо, тоді як дві інших кривих точніше описують нерівномірності фактичного розподілу.

Подібну закономірність можна помітити і на пробній площі 2, де крива нормального розподілу також зміщена вправо відносно кривої гама-розподілу та функції Вейбула. Проте тут слід відмітити, що фактична крива має чітко один пік у ступені товщини 24, проте асиметрія зумовлює зміщення кривої нормального розподілу вправо.

Подібну до закономірності розподілу на пробній площі 2 має розподіл на пробній площі 3 (рис. 3.3). Тут також фактична крива розподілу має один пік у ступені товщини 32, проте крива нормального розподілу зміщена вправо і теоретичні чисельності не досягають максимальних значень для фактичних чисельностей. Візуально, найкраще фактичну залежність описує гама-розподіл та функція Вейбула.

На пробній площі 4 (рис. 3.4) видно, що фактична крива так як і на пробній площі 1 має нерівномірний розподіл, коли чисельності у нижчих ступенях товщини стрімко зростають, тоді як після досягнення піку у ступені товщини 32 спадають повільно аж до ступені товщини 64. Ця нерівномірність чітко проглядається, коли порівняти фактичний розподіл та теоретичний за функцією Лапласа-Гауса. Крива нормального розподілу зміщена вправо відносно піку фактичного розподілу. Візуально гама-розподіл та функція краще описують фактичні розподіли на пробній площі 4.

Для оцінки функції теоретичного розподілу, яка найкраще описує фактичні залежності розподілу кількості дерев у ступенях товщини, можна скористатися показником суми квадратів відхилень теоретичних чисельностей та фактичних чисельностей за різними функціями, які наведено в табл. 3.2.

Таблиця 3.2

**Суми квадратів відхилень теоретичних та фактичних чисельностей
дерев у ступенях товщини**

| Функція | Пробна площа | | | |
|---------------------|----------------|----------------|----------------|---------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Нормальний розподіл | 0.03697 | 0.06325 | 0.06118 | 0.05441 |
| Гама-розподіл | 0.00739 | 0.00040 | 0.00057 | 0.00336 |
| Розподіл Вейбула | 0.00315 | 0.00334 | 0.00356 | 0.00983 |
| Разом | 0.04751 | 0.06699 | 0.06531 | 0.0676 |

Як видно з табл. 3.2, для всіх пробних площ у соснових деревостанах найгірше фактичні залежності описує функція нормального розподілу, де сума квадратів відхилень є найбільшою. Для пробної площі 1 найкраще описується фактичний розподіл функція Вейбула, тоді як для пробних площ № 2, № 3 та № 4 найкраще описує гама-розподіл. Якщо просумувати суми квадратів відхилень теоретичних та фактичних чисельностей, то за сумарними трьома законами розподілів найкраще моделюється закономірність на пробній площі № 1, тобто для наймолодшого соснового деревостану, де значення становить 0,04751. Для старших соснових деревостанів сумарні суми квадратів відхилень мають приблизно однакові значення, тому виділити вікову диференціацію деревостанів для моделювання не є можливим.

Отже, на основі фактичних розподілів кількості дерев у ступенях товщини провели аналіз таксаційної будови соснових деревостанів в умовах філії «Радехівське лісомисливське господарство».

ВИСНОВКИ

Сучасні вимоги до ведення лісового господарства на засадах наближеного до природи лісівництва із врахуванням змін клімату вимагають від практиків лісового господарства переорієнтації проведення лісівничих заходів від економічного підходу до збалансованого, який буде враховувати як економічні, так і екологічні, захисні регулюючі та інші корисні властивості лісу. Для цього слід під час формування деревостанів від молодняків і до віку стиглості враховувати особливості росту та розвитку таких деревостанів. Вивчення закономірностей таксаційної будови деревостанів може надати лісівникам інформацію про ефективність проведення лісівничих заходів у лісах України для формування стійких, збалансованих, змішаних за складом деревостанів, які в перспективі можуть бути стійкішими в умовах змін клімату.

На основі проведених досліджень, аналізу літературних джерел та матеріалів, якими користуються фахівці на лісогосподарських підприємствах, можна зробити такі висновки:

1) У філії «Радехівське лісомисливське господарство» основним деревним видом є сосна звичайна, яка у структурі вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок становлять 57,3 %.

2) Соснові деревостани в умовах підприємства становлять основу проведення лісогосподарських заходів, оскільки основні види рубок проводяться саме у цих деревостанах. У структурі рубок головного користування хвойні деревостани у розрахунковій лісосіці займають домінуюче становище, а соснові деревостани на 99,7 % покривають розрахункову лісосіку у хвойному господарстві.

3) Для проведення досліджень були підібрані 4 ділянки соснових деревостанів різного віку у найпоширенішому типі лісу (вологий грабово-дубово-сосновий сугруд). За віком ці деревостани різняться від 32 років до 98 років.

4) Статистичний аналіз за діаметром у соснових деревостанах показує значні показники варіації, що більше характерно не для одновікових чистих

деревостанів, а деревостанів із складною структурою. Це може вказувати на підходи, які застосовують під час проведення лісівничих заходів у соснових деревостанах.

5) Моделювання таксаційної будови проводили за найпоширенішими функціями, зокрема нормального розподілу, гама-розподілу та функції Вейбула. Всі теоретичні дані точно описують фактичні чисельності розподілу дерев у степенях товщини, проте крива нормального розподілу має у всіх випадках відхилення вправо, що підтверджує показник правосторонньої асиметрії.

6) Показник правосторонньої асиметрії для всіх соснових деревостанів, що аналізувалися, свідчить про переважання дерев у нижчих ступенях товщини, що можливо виникає через проведення доглядових рубок та рубок формування та оздоровлення лісів, коли з деревостану забирають більші за параметрами особини.

7) Найкращою функцією, яка описує фактичні розподіли кількості дерев за ступенями товщини, є гама розподіл, а моделювання таксаційної будови точніше проводити у молодших за віком деревостанах.

Отже, проведений аналіз таксаційної будови соснових деревостанів показує закономірності розподілу дерев за ступенями товщини та свідчить про підходи до формування соснових деревостанів на підприємстві. Такий аналіз доцільно враховувати під час підготовки та проведення рубок догляду та рубок формування та оздоровлення лісів у соснових деревостанах на підприємстві.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бугайов, С.М. (2010). Таксаційна будова і товарна структура вільхових насаджень Лівобережного Лісостепу. *Лісівництво і агролісомеліорація, Вип. 117*, 168-173.
2. Ведмідь, М.М., Тарнопільська, О.М., Кобець, О.В., Зуєв, Є.С., & Лозицький, В.Г. (2013). Стан, продуктивність та товарно-сортиментна структура соснових і березових насаджень першого покоління на староорних землях Східного Полісся. *Лісівництво і агролісомеліорація, Вип. 122*, 12 – 23.
3. Гайчук, С.І. & Гірс, О.А. (2011). Лісівничо-таксаційна структура перестійних букових деревостанів Українських Карпат. *Науковий вісник НЛТУ України: Збірник науково-технічних праць, Вип. 21.1*, 44 – 49.
4. Гірс, О.А. (2009). *Стиглість деревостанів та наукові основи прогнозу використання деревних ресурсів у лісах різного функціонального призначення*. (Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.03.02 лісовпорядкування та лісова таксація, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, Україна). Отриманий з <http://irbis-nbuv.gov.ua/ASUA/09goarfp>.
5. Гірс, О.А., Новак, Б.І. & Кашпор, С.М. (2004). *Лісовпорядкування*. К.: Арістей.
6. Гірс, О.А., Пастернак, В.П., & Слиш, О.А. (2015). *Будова та товарна структура стиглих модальних дубових деревостанів насінневого та порослевого походження Лісостепу України. Лісове і садово-паркове господарство, № 7*. Отриманий з: http://nbuv.gov.ua/UJRN/licgoc_2015_7_4.
7. Гончар, В.М., Копій, С.Л., Каганяк, Ю.Й., & Копій, Л.І. (2012). Особливості структури запасу березово-соснових деревостанів Західного Полісся. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія «Лісівництво та декоративне*

садівництво», Вип. 171 (3), 23-29. Отриманий з:
http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnaul_2012_171%283%29_5.

8. Гордієнко, М.І., Гузь М.М., Дебринюк, Ю.М., & Маурер, В.М. (2005). Лісові культури: Підручник. Львів: Камула.
9. Горошко, М.П., Миклуш, С.І. & Хомюк, П.Г. (2004). *Біометрія*. Львів: Камула.
10. Гриб, В.М. (2012). Вплив господарських заходів на особливості таксаційної будови штучних соснових деревостанів. *Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету*, 1, 182-185.
11. Гриник, Г.Г., Громяк, О.Ю., Шишкін, А.В., & Мосейчук, П.П. (2014). Вплив горизонтальної будови на товарну структуру соснових деревостанів у різних типах лісу. *Науковий вісник НЛТУ України. Збірник науково-технічних праць, Вип. 24.7*, 14 – 25.
12. Гром М.М. (2007). *Лісова таксація: Підручник*. Львів: НЛТУ України.
13. Громяк, О.Ю., Гриник, Г.Г., & Ярош, М.І. (2013). Дослідження особливостей морфолого-таксаційної будови соснових деревостанів у суборових умовах. *Науковий Вісник НЛТУ України. Збірник науково-технічних праць*, 23.1, 84-90.
14. Заячук, В.Я. (2008). *Дендрологія. Підручник*. Львів: Априорі.
15. Каганяк, Ю.Й., Ільків, І.С., & Гаврилюк С.А. (2019). Розподіл об'єму стовбурів у букових деревостанах із різним режимом ведення лісового господарства. *Перспективи розвитку лісового та садово-паркового господарства. Четверті Анненковські читання (присвячено 175-річчю з Дня заснування Уманського національного університету садівництва та з нагоди 200-ї річниці від дня народження професора Миколи Івановича Анненкова). У двох частинах. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (3-4 жовтня 2019 року)*. Умань: Видавець «Сочінський М.М.», 63-65.
16. Копій, Л.І., & Михайленко М.М. (2008). Аналіз потенційних можливостей

- підвищення продуктивності соснових деревостанів у борових умовах Науковий вісник НЛТУ України, 18.11, 29-33.
17. Король, М.М., & Костишин В.В. (2008). Просторова структура дубових деревостанів Прикарпаття. Науковий вісник НЛТУ України, 18.7, 63 – 68.
18. Луначевський, Л.С., Тарнопільський, П.Б., Румянцев, М.Г., & Чигринець, В.П. (2016). *Стан, продуктивність та товарно-сортиментна структура природних дубових деревостанів Сумщини. Лісівництво і агролісомеліорація, Вип. 128*, 39-46.
19. Миклуш, С.І. (2011). *Рівнинні букові ліси України: продуктивність та організація сталого господарства. Монографія*. Львів: ЗУКЦ.
20. Площі пробні лісовпорядні. Метод закладання. (2006). СОУ 02.02-37-476: 2006. Чинний від 2007.
21. Повідомлення про проведення II лісовпорядної наради з розгляду основних положень проекту організації та розвитку лісового господарства філії «Радехівське лісомисливське господарство» ДП «Ліси України». Західне міжрегіональне управління лісового та мисливського господарства. Доступний з: <https://w.forest.gov.ua/news?id=5531>
22. Про затвердження Порядку ведення лісовпорядкування. (2021). Наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України № 749 від 15.11.2021. Отриманий з: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1644-21#Text>
23. Свинчук, В.А, Зібцев, С.В., & Гуменюк, В.В. (2014). Особливості таксаційної будови штучних соснових деревостанів заповідних лісів Центрального Полісся України. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Лісівництво та декоративне садівництво, 198(2), 53-58.
24. Свинчук, В.А., Зібцев, С.В., & Борсук, О.А. (2013). Особливості таксаційної будови штучних соснових деревостанів зони відчуження Чорнобильської АЕС. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Сер.: Лісівництво та декоративне

- садівництво, 187(1), 215-220.
25. Строчинський, А.А., & Кашпор, С.М. (Ред.). (2010). *Нормативно-інформаційний довідник з лісової таксації*. Київ.
26. Строчинський, А.А., Свинчук, В.А., & Миронюк, В.В. (2009). Особливості розподілу діаметра в перестиглих соснових деревостанах лісів населених пунктів і зелених зон. *Лісівництво. Біоресурси і природокористування*, Том 1, № 1-2/2009, 114-118.
27. *Таблиці ходу росту і товарності насаджень деревних порід України. 2 вид., перероб. і доповн.* (1969). Київ: Урожай.
28. Гарнопільська, О.М. (2015). Вплив різних режимів доглядових рубань на ріст, продуктивність і товарну структуру штучних соснових деревостанів Ізюмського бору. *Науковий вісник НЛТУ України: Збірник науково-технічних праць*, Вип. 25.5, 100-106.
29. Туниця, Ю.Ю., & Богуслаєв, В.О. (Ред.). (2014). *Лісотехнічний термінологічний словник: український, російський, англійський*. Львів: Піраміда.
30. Цурик Є.І. (2001). *Таксаційні ознаки й будова насадження*. Львів: УкрДЛТУ.
31. Цурик, Є.І. (2000). *Перелікова таксація лісу*. Львів: УкрДЛТУ.
32. Цурик, Є.І. (2008). *Таксація динаміки деревостанів*. Львів: НЛТУ України.
33. Швиденко, А.З. (Ред.). (1987). *Нормативно-справочные материалы для таксации лесов Украины и Молдавии*. Киев: Издательство "Урожай".
34. Bai, C, & Hui, GY. (2016). Study on diversity indices of tree diameter size. *For Res.*, 29(3). <https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1498.2016.03.005>.
35. Gadaw, K.v. et al. (2012). Forest Structure and Diversity. In: Pukkala, T., von Gadaw, K. (eds) *Continuous Cover Forestry. Managing Forest Ecosystems*, vol 23. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-007-2202-6_2
36. Harper, J.L. (1977). *Population Biology of Plants*. London. Academic Press.
37. Lima, DRAF, Batista, JLF, & Prado, PI. (2015). Modeling tree diameter dis-

- tributions in natural forests: an evaluation of 10 statistical models. *Forest Science*, 61(2), 320–327, <https://doi.org/10.5849/forsci.14-070>
38. Oliver, C.D. & Larson, B.A. (1996). *Forest Stand Dynamics*, Update Edition. Yale School of the Environment Other Publications. 1. https://elischolar.library.yale.edu/fes_pubs/1
39. Parry, M.L., Canziani, O.F., & Palutikof J.P. (2007). *Climate change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment. Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge : Cambridge University Press.