

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

Навчально-науковий Інститут лісового і садово-паркового господарства

Кафедра лісової таксації та лісовпорядкування

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
МАГІСТРА

на тему: РІСТ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОСНОВИХ
ДЕРЕВОСТАНІВ В УМОВАХ ФІЛІЇ БРОДІВСЬКЕ ЛІСОВЕ
ГОСПОДАРСТВО ДП «ЛІСИ УКРАЇНИ»

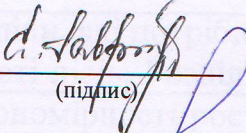
Спеціальність 205 Лісове господарство

(код і назва)

Освітньо-професійна програма Лісове господарство

(код і назва)

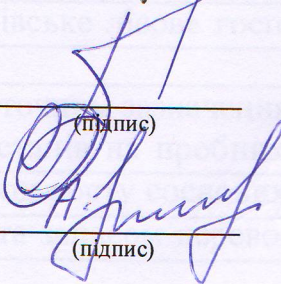
Керівник кваліфікаційної
роботи


(підпис)

доц. Гаврилук С.А.

(посада, наук. ступінь, прізвище та
ініціали)

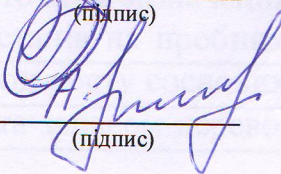
Виконав ст. гр. ЛГЗ-61м


(підпис)

Батенчук В.Я.

(прізвище та ініціали)

Рецензент


(підпис)

доц. А.П. Іванюк

(прізвище та ініціали)

Львів – 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

Інститут: Інститут лісового і садово-паркового господарства
Кафедра: лісової таксації та лісовпорядкування
Освітній ступінь: магістр
Спеціальність: 205 Лісове господарство
Освітньо-професійна програма: лісове господарство

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____

доц. Ільків І.С.

« 11 » 09 2024 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА СТУДЕНТУ

Батенчук Володимир Ярославович

(прізвище, ім'я та по-батькові студента)

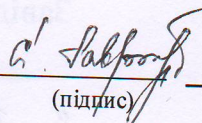
- Тема роботи: **І.4 «Ріст та продуктивність соснових деревостанів в умовах філії Бродівське лісове господарство ДП «Ліси України»»**
керівник роботи Гаврилук С.А., к. с.-г. н., доцент
затверджені наказом по університету від « 25 » жовтня 2024 р. № С – 840.
- Термін подання студентом роботи: 06.12.2024 р.
- Вихідні дані до роботи: пояснювальна записка до проекту організації і розвитку лісового господарства ДП «Бродівське лісове господарство», літературні джерела, результати польових досліджень з відмежування пробних площ; лісотаксаційні нормативи.
- Зміст пояснювальної записки (розділи, які потрібно розробити):
Розділ 1. Дослідження продуктивності лісів. Розділ 2. Програма, об'єкт, методика та обсяг дослідження. Розділ 3. Закономірності росту та продуктивність соснових деревостанів в умовах філії «Бродівське лісове господарство». Висновки. Список використаної літератури
- Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
таксаційна характеристика деревостанів на пробних площах; статистична оцінка деревостанів на пробних площах; хід росту соснових деревостанів за діаметром, у висоту, за абсолютною повнотою та запасом деревостанів; зміна середніх запасів соснових деревостанів з віком

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання: 11.09.24 р.

Керівник роботи


(підпис)

доц. Гаврилюк С.А.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Номер	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Терміни виконання етапів роботи	Примітка
1	Отримання вихідного завдання	11.09.24	виконано
2	Збір матеріалу для загальної частини роботи	16.09 – 29.09.24	виконано
3	Виконання польових робіт	30.09 – 27.10.24	виконано
4	Опрацювання зібраного фактичного матеріалу	28.10 – 03.11.24	виконано
5	Опрацювання літературних джерел	04.11 – 10.11.24	виконано
6	Написання загальних розділів роботи	11.11 – 17.11.24	виконано
7	Написання спеціальної частини	18.11 – 26.11.24	виконано
8	Оформлення ілюстрацій	27.11 – 29.11.24	виконано
9	Завершення роботи	30.11 – 06.12.24	виконано
10	Написання доповіді, рецензування роботи	06.12.24	виконано

Студент


(підпис)

Батенчук В.Я.

Керівник роботи


(підпис)

Гаврилюк С.А.

Примітка:

1. Форму призначено для видачі завдання студенту на виконання кваліфікаційної роботи і контролю за ходом роботи з боку кафедри і директора інституту.
2. Розробляється керівником кваліфікаційної роботи. Видається кафедрою.
3. Формат бланка А4 (210 × 297 мм), 2 сторінки на одному аркуші з двох сторін.

УДК 630*5

Батенчук, В.Я. (2024). *Ріст та продуктивність соснових деревостанів в умовах філії Бродівське лісове господарство ДП «Ліси України»* (Кваліфікаційна робота магістра). НЛТУ України, Львів, Україна.

На основі 10 пробних площ досліджено та проаналізовано основні таксаційні показники соснових деревостанів в умовах філії «Бродівське лісове господарство» ДП «Ліси України» за основними статистичними показниками. В роботі проведено аналіз росту соснових деревостанів за основними таксаційними показниками, проаналізовано динаміку зміни запасу та оцінено продуктивність соснових деревостанів. Проаналізовано закономірності зміни середнього приросту та порівняно із нормативними даними.

Ключові слова: тип лісу, сосновий деревостан, ріст, продуктивність, запас, середній приріст

Всі закономірності проілюстровано.

Табл. 4. Іл. 10. Бібліограф.: 50.

UDC 630*5

Batenchuk, V.Ya. (2024). *Growth and productivity of pine stands in the conditions of the branch Brody Forestry State Enterprise «Forests of Ukraine»* (Master's thesis). UNFU, Lviv, Ukraine.

Based on 10 sample plots were investigated and analyzed the main inventory indexes of pine stands in conditions of the branch Brody Forestry State Enterprise «Forests of Ukraine» based on the main statistical indexes. In the master thesis there were performed the analysis of pine stands growth for the main inventory indexes, there were analyzed the dynamic of volume stock changing, and estimated the productivity of the pine stands. The variation of the average increasement of the pine stands were estimated and compared with the normative data.

Keywords: forest site, pine stand, growth productivity, volume, average increment.

All patterns illustrated.

Tab. 4. Il. 10. Ref.: 50.

ЗМІСТ

	стор.
ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЛІСІВ	10
РОЗДІЛ 2. ПРОГРАМА, ОБ'ЄКТ, МЕТОДИКА ТА ОБСЯГ ДОСЛІДЖЕНЬ	22
2.1. Програма робіт	22
2.2. Біоекологічні особливості сосни звичайної»	23
2.3. Лісовий фонд філії «Бродівське лісове господарство»	26
2.4. Обсяг польових досліджень	30
РОЗДІЛ 3. ЗАКОНОМІРНОСТІ РОСТУ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОСНОВИХ ДЕРЕВОСТАНІВ В УМОВАХ ФІЛІЇ «БРОДІВСЬКЕ ЛІСОВЕ ГОСПОДАРСТВО»	34
3.1. Особливості дослідження росту та продуктивності деревостанів	34
3.2. Статистичний аналіз таксаційних показників	36
3.3. Хід росту соснових деревостанів за діаметром.....	40
3.4. Хід росту соснових деревостанів у висоту	43
3.5. Хід росту соснових деревостанів за сумою площ поперечних перетинів	44
3.6. Хід росту соснових деревостанів за запасом та динаміка їх продуктивності	46
ВИСНОВКИ	51
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	53

ВСТУП

Усвідомлення багатогранності питання захисних функцій лісу та їх значення для людства відбулося порівняно недавно. Це усвідомлення давно передує використанню лісів у виробництві інших товарів і послуг, які мають бути такими ж або майже такими ж давніми, як існування людства.

З прадавніх часів ліс був джерелом для людини багатьох корисних благ, зокрема як паливо для тепла та приготування їжі, матеріали для будівництва житла, інструменти та транспорт. Незважаючи на те, що вироби з деревини зараз змінилися як за ступенем, так і за типом, а сучасна хімія дозволяє пластифікувати, формувати, ламінувати, просочувати та перетворювати на неймовірну кількість виробів, все ще приблизно половина нашої деревини використовується для палива. І значна частина решти все ще йде, як і в первісні часи, на відносно необроблені матеріали.

Дійсно, властивості, які зробили ліс корисним для первісної людини, - його широке поширення; різноманітність, працездатність і адаптованість його продукції; і його здатність до самовідновлення після тривалого використання і навіть зловживання – все ще працюють, як і раніше, щоб зробити його основним джерелом сировини. І навпаки, головні недоліки деревини з точки зору сучасного суспільства – її велика різноманітність і часто вогнетривкі та непередбачувані якості, але особливо її вага та громіздкість, або, точніше, її низька вартість на одиницю ваги та об'єму – все ще є серйозною причиною місцевої деревини, дефіцит, навіть у деяких країнах з великою кількістю лісових багатств.

У цілому світові лісові ресурси, особливо якщо розглядати їх з точки зору загальноземних запасів, все ще достатньо багаті, щоб надавати послуги та товари у великій кількості. Проблема продуктивності лісу полягає в тому, як зробити так, щоб цей великий, універсальний і відновлюваний ресурс служив людині в повнішому обсязі, принаймні наближаючись до його реальної потужності. Для економічного розширення, збільшення населення та підвищення рівня життя створюватимуть високі вимоги до лісу щодо товарів і

послуг, вимоги, які неможливо задовольнити, коли ліси виробляють лише частину свого потенціалу. Тому це справжній виклик лісоуправлінню, проте зараз умови для вирішення цих питань в силу стрімкого розвитку людства здаються більш сприятливими, ніж раніше. Світова глобалізація створює нові перспективи узгодження поводження з лісовими ресурсами. Попри навіть певні неузгодженості, більшість країн сьогодні зобов'язалися забезпечувати стале ведення лісового господарства для виробництва більшої кількості продукції за використання меншої кількості лісових ресурсів, зберігаючи таким чином лісове середовище. Було розроблено та запущено цілу програму взаємодопомоги між лісівниками різних країн для налагодження співпраці та координації політики та програм дій в інтересах кращого і раціональнішого використання лісових ресурсів.

Проте аналіз лісової продуктивності у загальносвітовому масштабі – це питання дуже багатогранне і невизначене через різноманітність умов та підходів до ведення лісового господарства. Світові ліси як джерело найрізноманітніших корисностей та функцій, які вони виконують, займають одну четверту частину світової суші. Якщо включити сюди і луки, то ліси та луки разом займають більше половини світової суші. Виробництво деревини як основного продукту лісів становить приблизно 1000 мільйонів тон щорічно, що на 60 % перевищує світове виробництво вугілля та на 100 % більше, ніж сталі чи нафти.

Незважаючи на те, що основна частина заготовленого круглого лісу все ще використовується в необробленому вигляді – приблизно половина як паливо, а більша частина як пиломатеріали, значний відсоток деревини використовується для виробництва більш складних продуктів. Сучасні тенденції свідчать про зростання власне частки глибокої переробки деревини. Це призводить не тільки до створення нових і корисних продуктів, але й додавання значної вартості до кінцевої продукції, з одночасним значенням корисної зайнятості людської праці.

Виробництво деревини для палива, житла, сільського господарства та

транспорту; виробництво м'яса, шкір, хутра та вовни, забезпечення рекреаційної ролі лісів і надалі будуть основними сферами використання лісів у осяжному майбутньому. Лісова політика повинна, після належного забезпечення основних захисних функцій лісів, враховувати продуктивність лісів і те, що це може означати для національної економіки, у зв'язку з великою складністю місцевих і регіональних факторів. Тому вивчення продуктивності лісів на локальному рівні, оцінка їх закономірностей росту та розвитку, є основою для прогнозування розвитку лісів на регіональному чи глобальному рівнях. Наші дослідження будуть базуватися на оцінці закономірностей росту та оцінці продуктивності на локальному рівні як один з елементів для розширення таких досліджень на регіональний чи національний рівні.

Тому об'єктом наших досліджень є закономірності росту та оцінка продуктивності чистих соснових деревостанів в умовах філії «Бродівське лісове господарство» ДП «Ліси України».

Предметом наших пошуків є дослідження закономірностей росту чистих соснових деревостанів для оцінки їх продуктивності в умовах філії «Бродівське лісове господарство» ДП «Ліси України».

РОЗДІЛ 1. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЛІСІВ

Стале лісове господарство має на меті створення та управління лісовими ресурсами як для виробництва деревини, так і для соціальних і екологічних цілей. Продукція лісового господарства практично присутня у всіх сферах нашого життя, від будинків, у яких ми живемо, до паперу, який ми використовуємо повсякденно.

Важливо те, що ліси допомагають нам боротися зі зміною клімату через поглинання CO₂ як природний наслідок процесу росту дерев. Вони забезпечують відновлюваний ресурс для заміни викопного палива в енергетиці та замінюють більш вуглецевомні матеріали в будівництві та упакуванні. Сучасні цифрові досягнення допомагають лісовій промисловості підвищувати сталість та ефективність виробництва.

Основоположним поняттям у вивченні функціонування живих організмів є їх стійкість та продуктивність. Зокрема це стосується лісових екосистем, які вміщують дуже різноманітні форми життя. У питання вивчення продуктивності лісів загалом як окремої екосистеми передбачає з точки зору лісової науки вивчення двох її основних частин – продукування деревини та недеревної продукції лісу. Очевидно, що вони пов'язані між собою. Лісогосподарська діяльність переважно орієнтована на виробництво деревної продукції, тоді як недеревна частина лісових продуктів є похідною. Недеревна продукція інколи входить у суперечність із вирощуванням високопродуктивних деревостанів із найкращими сортиментами. Наприклад, для підтримання популяцій мисливських тварин, створення для них відповідної кормової та захисної бази, слід підтримувати відповідний рівень ярусів підросту та підліску, що зумовлює розрідження основного деревного ярусу. Це спричиняє не тільки втрати у продуктивності деревини, але й може знижувати якісно-розмірні показники сортиментів, які можна виростити до віку стиглості. І таких прикладів можна назвати безліч. Тому сьогодні в умовах ринкової економіки вивчення питання продуктивності передбачає переважно вивчення саме умов вирощування

високопродуктивних деревостанів для забезпечення деревної частини високоякісними сортиментами.

Проте, оскільки лісова екосистема є як зазначалося вище досить багатогранною системою, ми не можемо повністю ігнорувати ті взаємозв'язки між елементами деревного та інших ярусів, оскільки вони здатні підтримувати баланс між собою. Наприклад, шар мікоризи допомагає виживанню та успішному росту деревного ярусу, тому нам слід враховувати і можливості для розвитку і цього ярусу. Аналогічно і тваринний світ, який з однієї сторони може негативно впливати на ріст та розвиток основного намету деревостану (обгризання мисливськими тваринами підросту, витоптування тощо), а з іншої їм можуть сприяти (наприклад, перенесення насіння, рихлення підстилки тощо). Тому питання вивчення продуктивності деревостанів є багатогранне, на яке впливають буде багато різних чинників, які у практичній діяльності врахувати практично неможливо.

Загалом виробництво та використання недеревної продукції є позитивним явищем для лісових екосистем і дозволяє підтримувати перш за все екологічні функції лісів, такі як акумулювання вуглецю, сприяння кругообігу речовин у природі, зменшення ерозійних процесів та регулювання водотоків. Це відбувається через підтримання життєдіяльності багатьох видів організмів, які вносять свій вклад у підтримання життєдіяльності всієї екосистеми.

Людське втручання у діяльність лісових екосистем загалом має негативний вплив на їх ріст та розвиток. Зокрема це стосується системи ведення лісового господарства, яка орієнтована на виробництво найбільшої кількості високотоварної деревини. Так, загальновідомі наслідки вирощування високопродуктивних ялинових деревостанів, які створювали монокультурами. Проте такий вплив є і у випадку використання недеревних ресурсів лісу. Інтенсивна заготівля ягід та грибів також може негативно впливати на всю лісову екосистему через надмірне навантаження на ґрунтовий, чагарниковий яруси.

Подібно і інші види недеревної продукції. Серед найбільш явних можна виділити наприклад підсочку лісу, збір соку навесні, які з однієї сторони дозволяють урізноманітнювати продукцію лісу, а з іншої негативно впливають як на продуктивність деревного ярусу, так і знижують сортиментну структуру від заготовленої деревини. Збір квітів та насіння, лікарської сировини може негативно позначитися на процесах природного відновлення дерев та інших рослин. Різні лісові екосистеми по-різному можуть реагувати на таке зовнішнє втручання, оскільки в процесі еволюції виробили захисні механізми для реагування. Наприклад, одні види дають рясніше і частіше плодоношення для збереження популяції, інші виробили певні тактики виживання в умовах конкуренції та інше. Тому сьогодні говорять про те, що слід використовувати підхід, який передбачає стимулювання вирощування аборигенних видів, які більш стійкі до впливу зовнішніх чинників, вони більш конкурентоздатні і дозволять у перспективі не тільки давати певну продукцію для підтримання стійкості всієї екосистеми, але й забезпечити виживання цієї системи в умовах змін клімату.

Для збільшення продуктивності деревних рослин сьогодні одним із підходів, який практикують, є вирощування плантацій із швидким оборотом рубки для забезпечення економіки у деревині, тим самим зменшуючи навантаження на лісові екосистеми. Для цього створюються культури із швидкорослих деревних видів, які за порівняно невеликий проміжок часу можуть продукувати значні запаси деревини. Серед них сьогодні найпоширеніші плантації із верби, модрини, тополь тощо. Проте цей підхід передбачає виваженого підходу, оскільки в гонитві за деревиною можна порушити і функціонування екосистем. Яскравим прикладом є використання інтродукованих деревних видів, які не маючи тут конкуренції, можуть заміщати аборигенні деревні види. Яскравим прикладом є введення до складу деревостанів дуба червоного, яке широко культивувалося у минулому. В результаті таких дій із складу деревостану випадали аборигенні деревні види, які не витримували конкуренцію із дубом червоним за сонце, поживні речовини та

воду. В результаті таких процесів залишалися практично чисті деревостани дуба червоного, які змінювали і інші яруси, як от через опад листя повністю змінювалася структура живого надґрунтового покриву та самі ґрунтові умови.

Іншим аспектом підвищення продуктивності лісів є стимулювання росту тих деревних видів, навіть аборигенних, які дають кращі прирости, а отже формують більші деревні запаси на одиниці площі за рахунок типових, типотвірних деревних видів. Для цього створюють лісові культури з відповідним деревним складом, який регулюється шляхом проведення відповідних лісівничих заходів догляду. Рубки формування лісів, які мають на меті сформувати до віку стиглості деревостани найвищої продуктивності із бажаних складом, здатні значно змінювати як структуру деревостану, так і його продуктивність. У випадку невтручання людини у процес формування деревостану, там будуть проходити природні процеси відмирання тих осіб, які не витримують конкуренції і формування т.з. напівприродних деревостанів із складною структурою за ярусами, складом та формами. У таких деревостанах будуть присутні як екземпляри, що були культивовані людиною, так і особини, які природно відновилися на даній ділянці. В результаті цей деревостан буде більш стійким до умов навколишнього середовища, проте не завжди однозначно продуктивніший ніж такий, що формується людиною. Перетворення природних чи напівприродних деревостанів на штучні може виникати через втручання людини шляхом проведення суцільних рубок, так і через стихійні природні явища, як от вітровали, сніговали, повені, пожежі тощо, які здатні знищувати суцільні площі на значній території. Після таких втручань, частина деревостану буде потребувати штучного відновлення поряд із природним відновленням, які збереглися на площі чи може дати відновлення.

У природних деревостанах, які протягом значного періоду часу не змінюють лісове вкриття, де проходять природні процеси росту та розвитку, через постійне відмирання старого покоління чи відсталих у рості особин та відновлення на їх

місці нового покоління, накопичується значна кількість мертвої деревини, що є одним із чинників збільшення біорізноманіття у лісових екосистемах, що позитивно впливає на забезпечення взаємозв'язку між різними організмами. У природних деревостанах, де проходять природні процеси виживання тільки кращих особин, які є більш стійкими до умов навколишнього середовища, вся екосистема певним чином врівноважується. Продуктивність таких деревостанів, де зберігаються тільки кращі особини, найтипівіші для даних умов, очевидно є більшою, порівняно із експлуатаційними лісами, проте сортиментна структура тут не завжди буде кращою через наявність багатьох вад деревини (сучкуватість, ураження грибами тощо). Загальна продуктивність таких природних систем буде більшою через наявність більшої кількості живих організмів, які функціонують у такій системі. з точки зору лісового господарства та отримання деревини певних розмірно-якісних характеристик, ця продуктивність може бути нижчою. проте навіть у таких екосистемах можна певним чином регулювати продуктивність через певні господарські заходи. Наприклад, рихлення ґрунту може сприяти проростанню насіння і відповідно формування підросткового ярусу. Регулювання чисельності мисливських тварин, які переважно мають значний вплив на молоде покоління через пошкодження підросту, дасть змогу зберегти більшу частину молодого покоління, яке у майбутньому може сформувати новий деревний чи чагарниковий ярус.

Втручання людини у природні процеси росту та розвитку деревостанів змінюють структуру лісів, їх склад та впливають на функції, які вони виконують. Сучасний економічний ефект від вирощування високопродуктивних деревостанів, у гонитві за продукуванням більшої кількості деревини вищої якості, зумовлює не просто зміну структури, але й збіднення деревостанів. Для того, щоб отримати більший економічний ефект сьогодні значно знижується вік стиглості тих деревостанів, які зростають у конкретних умовах, тобто зменшують оборот рубки. З однієї сторони це забезпечує більшою кількістю деревини

економіку, пришвидшує процеси відтворення деревостанів, проте негативно впливає на екосистему загалом, збіднюючи життєвий простір для інших організмів і призводить до негативних наслідків із підтримання балансу ґрунтових умов. При зниженні обороту рубки елементи екосистеми не в повній мірі можуть відновлюватися і повноцінно функціонувати, що у перспективі призводить до зниження продуктивності навіть деревного ярусу через втрату зв'язків із різними організмами та збіднення лісорослинних умов. Яскравий приклад інтенсивне ведення сільського господарства, де вирощування великих рослин (наприклад кукурудза) через кілька років настільки збіднює ґрунти, що вирощувати там культури більше не можливо. Інтенсивне лісове господарство, коли з деревостану забирають всю деревину, не може продукувати у достатній кількості мертву деревину, яка є важливим елементом для надходження поживних речовин у ґрунт та є середовищем проживання інших організмів. У практиці лісового господарства при суцільнолісосічній формі господарювання широко культивувалося складання порубкових решток у купи та їх спалювання на лісосіці, що в перспективі негативно впливає на відновлення ґрунтів на таких ділянках. Більше того, сучасний розвиток техніки дозволяє забирати всю деревину з лісосіки, коли порубкові рештки подрібнюють і використовують для різних цілей. Наголошуємо, що у перспективі такий підхід може зумовити набагато більші проблеми у лісовому господарстві, як це ми бачимо на прикладі сільського господарства. Відповідно про питання підвищення продуктивності деревостанів будемо говорити зовсім на інших засадах.

Для уникнення такої перспективи, сьогодні говорять про стале ведення лісового господарства на засадах невиснажливого та раціонального лісокористування. У практику лісового господарства введено поняття сталого лісоуправління, метою якого є з однієї сторони забезпечення суспільства необхідними деревними ресурсами сьогодні та у видимій перспективі, а з іншої – забезпечити виконання корисних функцій лісу, які він виконує. У цьому разі слід

знайти певний баланс у підтриманні на належному рівні площ вкритих лісовою рослинністю ділянок та підвищення їх продуктивності. До питання підтримання такого балансу також підходять із різних сторін. За наявності бідних умов, де можуть зростати тільки певні деревні види, де неможливо сформувати високопродуктивні деревостани (наприклад ліси Полісся), питання продуктивності відходить на другий план, оскільки тут мета зберегти лісове середовище як таке, яке буде оптимально функціонувати і з плином часу збільшувати родючість ґрунтів. Порівняно з ними ліси українських Карпат, де умови місцезростання набагато вищі, продуктивність деревостанів тут очевидно вища. Проте питання збереження лісового середовища тут також є наріжним. Вирубубання деревостанів на значних площах не дозволить в перспективі зберігати баланс лісових екосистем. Яскравим прикладом є заліснення суцільних лісосік другорядними (з точки зору лісового господарства) деревними видами, які хоч і зберігають лісове середовище, проте не формують високопродуктивних деревостанів.

В умовах критичної нестачі природних ресурсів, зокрема в Україні, де лісистість є найнижчою у Європі, сьогодні існують програми не тільки переходу на засади сталого лісокористування, перехід до вибіркової системи господарювання, але й виділення ділянок для лісорозведення. Проте цей процес має і іншу сторону. Інтенсивний розвиток сільського господарства вимагає значних площ для вирощування сільськогосподарських культур, які можуть бути розширені за рахунок вирубування лісів. Яскравим прикладом є відновлення інтенсивного ведення сільського господарства на землях, які через тривале невикористання самозаліснилися, де вже сформувалося природне лісове середовище. Такі ділянки підлягають суцільному знелісненню та підготовці до ведення сільського господарства. На сьогодні це питання не вирішене на законодавчому рівні, зокрема немає механізму переведення сільськогосподарських земель, які самозаліснилися, у вкриті лісовою рослинністю

лісові ділянки та передачу їх до управління лісогосподарськими підприємствами. Якщо врахувати, що площ таких ділянок в Україні налічується мільйони гектарів, то це може бути потенційним джерелом не тільки підвищення рівня лісистості країни, але й в перспективі значно покращити умови середовища проживання різних організмів, в тому числі і людини.

Для означення корисних властивостей лісу у вигляді отримання деревини використовують термін продуктивності лісу (Миклуш, 2011; Миклуш та ін., 2014; Туниця та ін., 2014; Цурик, 2008). Під продуктивністю лісу переважно розуміють накопичений приріст деревини за певний період часу або чистий обсяг деревини, яку накопичує деревостан за 1 рік. Для позначення цих понять використовують терміни первинна та вторинна продуктивність. Первинна продуктивність – це наскільки швидко накопичується біомаса внаслідок проходження процесів фотосинтезу у лісових екосистемах, адже зі збільшенням процесів фотосинтезу біомаса буде накопичуватися швидше за одиницю часу. Для оцінки цього процесу використовують поняття валової первинної продуктивності, де розуміють швидкість проходження хімічних процесів формування органічної речовини в процесі фотосинтезу, та чиста первинна продуктивність – це швидкість, з якою внаслідок процесів фотосинтезу формується і зберігається органічна речовина у організмі. Проте тут також потрібно усвідомлювати, що такі процеси проходять не тільки у деревному ярусі лісового середовища, але й у інших ярусах, таких як чагарники, чагарнички, трав'яне вкриття тощо. Тому у питанні первинної продуктивності слід сумувати накопичені органічні маси від усіх наявних ярусів.

Вторинна продуктивність визначається через швидкість процесів засвоєння вторинними організмами органічної маси, яка сформувалася в процесі фотосинтезу. Тобто, скільки вуглецю було засвоєно тваринами, які споживають органічну речовину з рослин. Проте ці процеси, їх складна структура, не дають можливості детально тут їх вивчати, тому ми питання продуктивності будемо розглядати через призму реалій лісового господарства та підвищення

продуктивності власне деревного ярусу рослинності.

З точки зору ведення лісового господарства під продуктивністю перш за все розуміють кількість деревини, яка накопичена у деревостані за певний вік на даний момент часу. Деревина в процесі росту та розвитку деревостану накопичується поступово і нерівномірно. У молодому віці деревостани переважно прирастають швидше, ніж у старшому віці. проте тут слід враховувати і відпад деревини. Тому продуктивність з точки зору лісового господарства це накопичена деревина на певний момент без врахування того відпаду, який відбувся до цього часу. Більше того, для спрощення розуміння продуктивності лісів, накопичений запас переважно аналізують тільки для надземної частини деревостану. Це не тільки полегшує процеси дослідження продуктивності, але й є практичним ефектом, оскільки підземна частина переважно лісівниками не використовується, тому оцінювати її з точки зору отримання деревини для отримання суспільних потреб, не доречно.

В процесі проведення інвентаризації лісів оцінюють тільки запаси та прирости деревини надземної частини, де основна частка – це стовбурова деревина. На основі аналізу змін запасів із часом визначаються середні та поточні прирости деревини для побудови прогностичних математичних моделей для моделювання виходу деревини у віці стиглості деревостанів. Для отримання достовірних результатів дослідження продуктивності слід використовувати достовірні та об'єктивні методи оцінки запасів лісів. Для цього складаються таблиці ходу росту, які періодично оновлюються у зв'язку із змінами, які проходять у навколишньому середовищі та мають вплив на швидкість накопичення біомаси деревними рослинами, а також змінами в умовах місцезростання деревних видів. Цей підхід до оцінки лісової продуктивності станом на сьогодні переважає у лісівничих дослідженнях (Василишин, 2013; Ведмідь та ін., 2013; Гірс, 2008, 2009, 2015; Жежжун, 2014; Ільків, Савчин, & Слижук, 2001; Каганяк, Ільків, & Гаврилюк, 2019; Краснов, & Зборовська, 2013;

Лакида І.П., 2013; Лакида П.І., 2002; Лащенко, 2004 та інші). Дослідження вказаних вчених базуються на гіпотезі вивчення динаміки деревостанів для збільшення біомаси, яку вони продукують, пошук адекватних моделей для оцінки продуктивності та моделювання розвитку деревостанів на осяжну перспективу. Цей підхід до вивчення закономірностей накопичення біомаси переважно стовбурової деревини, яка використовується для задоволення потреб економіки в деревині, орієнтований на інтенсивне ведення лісового господарства. Основною частиною, на яку робиться акцент у таких наукових пошуках, є стовбурова деревина та її оцінка з точки зору економічного ефекту. Так, Гірс (2009) та Гірс & Содолінський (2014) свої дослідження продуктивності деревостанів розглядають через призму обґрунтування віку стиглості деревостанів, коли вони мають найбільші значення приростів деревини для забезпечення економічної складової ведення лісового господарства. Для різних деревних видів були проведенні відповідні дослідження, що лягло в основу зниження віку кількісної та технічної стиглостей, які застосовуються в лісовому господарстві України (наприклад, Про затвердження віків стиглості..., 2009). Детальний аналіз підходу до вивчення продуктивності деревостанів з точки зору економічних чинників наводить Синякевич (2000), де обґрунтовано питання орієнтування лісогосподарської діяльності на переважно економічний ефект від використання деревини. Звичайно, тут також наголошується на важливості забезпечення інших корисних функцій лісу, проте на першому місці стоїть вигода від отримання деревини та інших продукцій лісу.

Підхід до вивчення продуктивності через призму отримання якісної стовбурової деревини розвивається від часів ведення лісового господарства на наукових засадах. З того часу було проведено величезну кількість досліджень, які лягли в основу формування різних таблиць для оцінки продуктивності деревостанів. Одними із найбільш актуалізованих є таблиці ходу росту, товарні таблиці, поміщені у збірнику нормативно-інформаційного довідника (Строчинський, & Кашпор, 2010), часто використовуваним у практиці ведення лісового господарства є Нормативно-

справочние... (Швиденко, 1987). Як бачимо, у вітчизняній лісовій науці цей підхід до вивчення продуктивності набув найбільшого поширення.

У світовій лісівничій практиці почали інтенсивно досліджувати інший підхід до вивчення продуктивності деревостанів, який в основі досліджує методи підвищення потенційної продуктивності не тільки деревної частини, але цілої лісової екосистеми. Поштовхом до переходу від ресурсного підходу у дослідженнях вивчення продуктивності лісів є зміна клімату та її вплив на розвиток різних екосистем, в тому числі і лісових. У цьому підході орієнтуються не тільки на дослідженні деревного ярусу, його рості та розвитку, а на комплексній оцінці методів, якими можна підвищити продуктивність та збільшити корисні функції лісових екосистем. Цей підхід сьогодні більше розвивається у західних країнах і знаходить підтвердження у працях Ammer, 2019; FAO, 2005; Fei, et al., 2018; Kurtz et al., 2009; Kyoto Protocol..., 1997; Morin et al, 2018; Parry et al., 2007. Зокрема Ammer, 2019 досліджуючи поширення лісових екосистем та їх продуктивність у планетарних масштабах дійшов висновку про значний вплив підвищення температури на продуктивність та стійкість лісових екосистем. Із впливом змін клімату змінюються ареали деревних видів, збільшуються продукування ними біомаси внаслідок вищої фотосинтетичної активності, проте цей процес має певні межі. Внаслідок зміни температурного режиму, зменшується водний баланс на територіях, де збільшується світловий режим. Це має обернений ефект на продукування біомаси внаслідок хімічних реакцій від процесу фотосинтезу, зменшує вегетаційний період, протягом якого рослини інтенсивно накопичують біомасу. Це в результаті призводить не до збільшення продуктивності лісів, а навпаки, до зменшення можливості ними продукувати біомасу. Більше того, зменшення вегетаційного періоду негативно впливає на поширення лісів. Процеси опустелювання районів із недостатнім зволоженням є наслідком зміни температурного та водного балансів. За певних умов, якщо сценарій зміни клімату не зміниться, ці процеси будуть набувати все більших обертів і це може призвести

до кардинальних змін у структурі поширення лісів на планеті та можливості ними продукувати деревину та виконувати ними ті функції, які вони зазвичай виконують для підтримання балансу на планеті. Ці висновки підтверджує і Cardinale et al. (2012), які розглядають це питання через призму не тільки зменшення продуктивності, але й наголошують на загрозливій тенденції до зменшення біорізноманіття у лісах у всіх зонах на планеті. На проблемах збіднення біорізноманіття вказують і інші дослідники, зокрема Brun et al., (2019); Hordijk, et al., (2023); Keeling, & Philips, (2007); Norby et al., (2010); Zhang, Chen, & Reich, (2012). Автори наголошують, що збіднення біорізноманіття у лісових екосистемах зумовлює не тільки зменшення продуктивності деревного ярусу з точки зору ресурсного потенціалу, але й ці екосистеми стають більш вразливими до зміни клімату, навіть без втручання людини більш агресивні види починають витісняти аборигенні, змінюючи тим самим структуру деревостанів та зменшуючи цим їх цінність з точки зору виконання ними багатьох корисних функцій. Власне вивченню питання виконання лісами корисних функцій з точки зору їх продуктивності досліджували Crow, Dey, Riemenschneider, (2006).

Отже, як видно із вищенаведеного, питання продуктивності лісів є дуже багатограним і включає оцінку багатьох аспектів для дослідження взаємозв'язків у складних природних екосистемах. Проте вивчення продуктивності на локальному рівні може дати інформацію про локальні зміни, які відбуваються у лісах під впливом різних чинників для забезпечення сталого розвитку громади та суспільства.

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

Для дослідження закономірностей росту та продуктивності соснових деревостанів в умовах філії «Бродівське лісове господарство» слід провести польові дослідження, опрацювати їх у камеральних умовах і на основі цих даних провести аналіз росту та визначення об'ємних показників для порівняння із існуючими нормативами.

2.1. Програма робіт

Для дослідження закономірностей росту та продуктивності деревостанів в умовах конкретного підприємства слід виконати наступні види робіт:

- вивчити поширення соснових деревостанів в умовах філії «Бродівське лісове господарство»;
- за лісовпорядними матеріалами підібрати потенційно можливі для проведення польових досліджень деревостани, де головним деревним видом є сосна звичайна; деревостани мають зростати в одному типі лісу та характеризуватися розмахом за віком;
- в польових умовах провести рекогносцирувальне обстеження підібраних ділянок з метою оцінки можливості проведення в них вимірювань та відповідності таксаційних показників фактичному стану деревостану;
- у відібраних після рекогносцирування ділянках провести польові виміри згідно із загальноприйнятою в лісовій таксації методикою закладання тимчасових пробних площ;
- провести у камеральних умовах опрацювання результатів польових вимірів із використанням статистичних показників;
- здійснити аналіз особливостей росту соснових деревостанів за основними таксаційними показниками;
- дослідити продуктивність соснових деревостанів в переважаючому типі лісу.

Об'єктом дослідження є закономірності росту та оцінка продуктивності чистих соснових деревостанів в умовах філії «Бродівське лісове господарство» ДП «Ліси України».

Предметом дослідження є дослідження закономірностей росту чистих соснових деревостанів для оцінки їх продуктивності в умовах філії «Бродівське лісове господарство» ДП «Ліси України».

2.2. Біоекологічні особливості сосни звичайної

Рід сосна (*Pinus*) налічує близько 111 видів дерев та чагарників (List of *Pinus* species, 2024). Поширені вони на всіх континентах. Однією із найпоширеніших є сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.), яка зустрічається і на території України. Поширення деревних видів роду *Pinus* наведено на рис. 2.1.

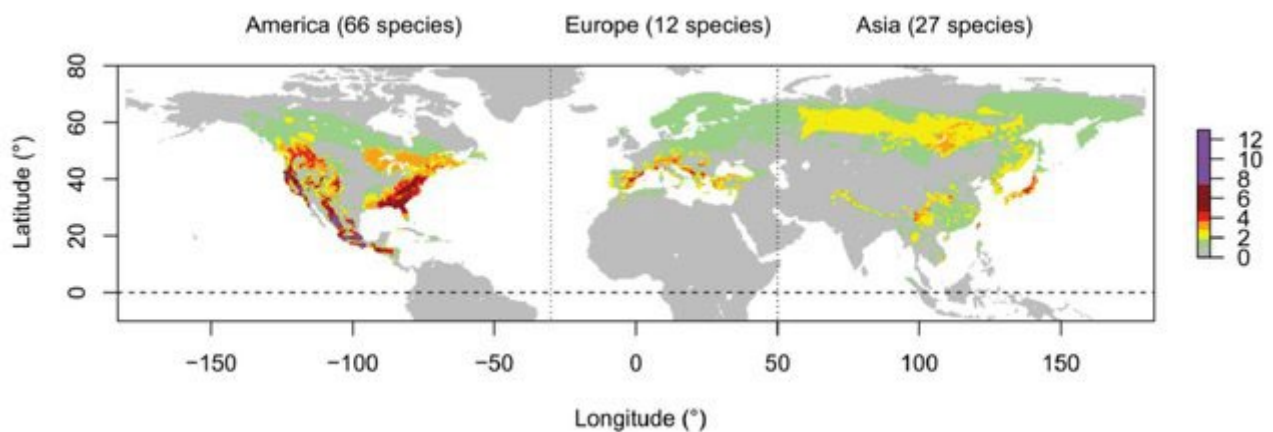


Рис. 2.1. Поширення видів роду *Pinus* (за Nobis, Traiser, & Roth- Nebelsick, 2012)

Сосна звичайна також поширена на всіх континентах, проте найбільше на території європейського континенту. Вона простягається від берегів Атлантичного океану (узбережжя Іспанії) до далекого сходу. В Україні цей деревний вид є типотвірним і переважно поширений на півночі України (рис. 2.2).



Рис. 2.2. Поширення сосни звичайної на території України

Як видно з рис. 2.2, сосна звичайна на території України переважно поширена на півночі країни і доходить до території лісостепу. В Українських Карпатах насадження сосни звичайної представлені фрагментарно, тільки окремими групами. Аналогічно на сході України на території Харківської та Луганської областей. Пояс поширення деревостанів сосни звичайної включає і Кримські гори, де вона також є типотвірним деревним видом.

Таке поширення сосни звичайної у досить різних умовах зумовлене її унікальними вимогами до умов місцезростання. Сосна звичайна – дуже пластичний деревний вид, вона може формувати корінні деревостани від найбільш бідних до найбагатших умов місцезростання і не вибаглива до вологості ґрунту. Сосна звичайна навіть витримує затоплення, тому поширена у понижених болотистих місцевостях на Поліссі.

Невибагливість сосни звичайної до родючості ґрунту робить її дуже перспективним деревним видом для вирощування. У найбільш бідних умовах Полісся, на сухих ґрунтах не можуть зростати ніякі інші деревні види, окрім сосни звичайної. Тому тут вона формує чисті деревостани. У багатших умовах місцезростання вона може бути як головним деревним видом, так і виступати як домішка. Наприклад, вона у сугрудових умовах зростає разом із дубом звичайним, грабом звичайним чи буком лісовим як типотвірна порода, разом з

цим в таких же деревостанах вона може виступати як домішка. В умовах Полісся, на відносно бідних ґрунтах, де сосна звичайна часто конкурує із березою повислою, можуть формуватися змішані деревостани і без втручання людини береза повисла може повністю витіснити сосну звичайну із складу деревостану. Тому важливим аспектом вирощування соснових деревостанів є раціональний догляд для формування корінних деревостанів до віку стиглості.

Сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.) – це дерево висотою до 40 метрів, яке у діаметрі може досягати 1,0 м і більше (Заячук, 2008). Кора стовбура бурого чи з відтінком сірого кольору, причому у молодому віці кора є світлішого кольору. Із віком із гладкої кори стовбур формує грубо тріщинувату з глибокими поздовжніми тріщинами кору бурого кольору. Крона сосни звичайної переважно високо піднята, куполоподібна, з рідкими скелетними гілками. Стовбур добре очищається від сучків, тому у старших деревостанах залишки сухих гілок зустрічаються тільки у верхній частині стовбура під кроною. Сосна звичайна відноситься до двоххвойних, хвоя сизо-зелена довжиною 4-7 см.

Деревина сосни звичайної має значну цінність і використовується у багатьох сферах виробництва. Щільність деревини не є високою, що робить її досить цікавою для переробки. У деревині сосни звичайної є багато смоли і донедавна соснові деревостани досить інтенсивно підсочували. Наявність у деревині сосни звичайної смоли здатне значно захистити її деревину від пошкоджень після вирубки та захищає від проникнення шкідників та хворіб у ростучому стані. Смола дозволяє зберігатися довгий час деревині у виробках, тому її активно використовують у меблевому виробництві, для будівництва тощо.

Соснові деревостани мають і унікальні фітонцидні властивості, які широко використовуються для рекреації та оздоровлення, зокрема для лікування дихальних шляхів. Отже, соснові деревостани є цікавими не тільки в господарському відношенні, але й як безальтернативний деревний вид у найбільш несприятливих умовах зростання та для рекреації і оздоровлення.

2.3. Лісовий фонд філії «Бродівське лісове господарство»

Філія «Бродівське лісове господарство» ДП «Ліси України» розташована в північно-західній частині Львівської області і охоплює площу 26 315,8 га. (Проект організації..., 2021). Ліси філії відносяться до різних Бродівської (18 066 га), Заболотцівської (4 627 га) та Підкамінської (3623 га) ОТГ.

Ліси філії відносяться до Східноєвропейської провінції, Поліської підпровінції, Малополіського округу соснових і мішаних дубово-соснових, грабово-дубово-соснових лісів.

Клімат розташування помірно-континентальний з незначними коливаннями температури, відсутні сильні морози, характерна значна кількість опадів і відповідно висока вологість повітря.

Головним завданням діяльності філії є відтворення і збереження лісів, будівництво та ремонт лісових доріг та збільшення прибутку підприємства. Діяльність філії орієнтоване на принципи екологічно-орієнтованого ведення лісового господарства, що включає збереження лісів високої природоохоронної цінності, збільшення біорізноманіття лісів, посилення їх корисних водоохоронних, захисних, рекреаційних та інших функцій, мінімізація негативного впливу від проведення лісогосподарської діяльності, охорона лісів від пожеж, захист від шкідників та хвороб. Принцип безперервного, невиснажливого і раціонального лісокористування, який притаманний підприємству, слідує до планомірного в повному обсязі задоволення потреб виробництва та населення у продукції лісового господарства, повноцінне відтворення та розведення лісів, покращення складу деревостанів для відновлення корінних деревостанів, підвищення продуктивності лісів та збереження їх біорізноманіття.

У лісовому фонді філії є кілька цінних та типотвірних деревних видів, серед яких дуб звичайний, сосна звичайна, вільха чорна, бук лісовий. За площею тут переважають соснові деревостани (13 106,2 га) (рис. 2.3). На другому місці – чорновільхові деревостани, оскільки на території філії є

значні площі понижених заболочених територій. Площі деревостанів дуба звичайного та бука лісового практично рівні і становлять 2 241,6 та 2 296,2 га відповідно.

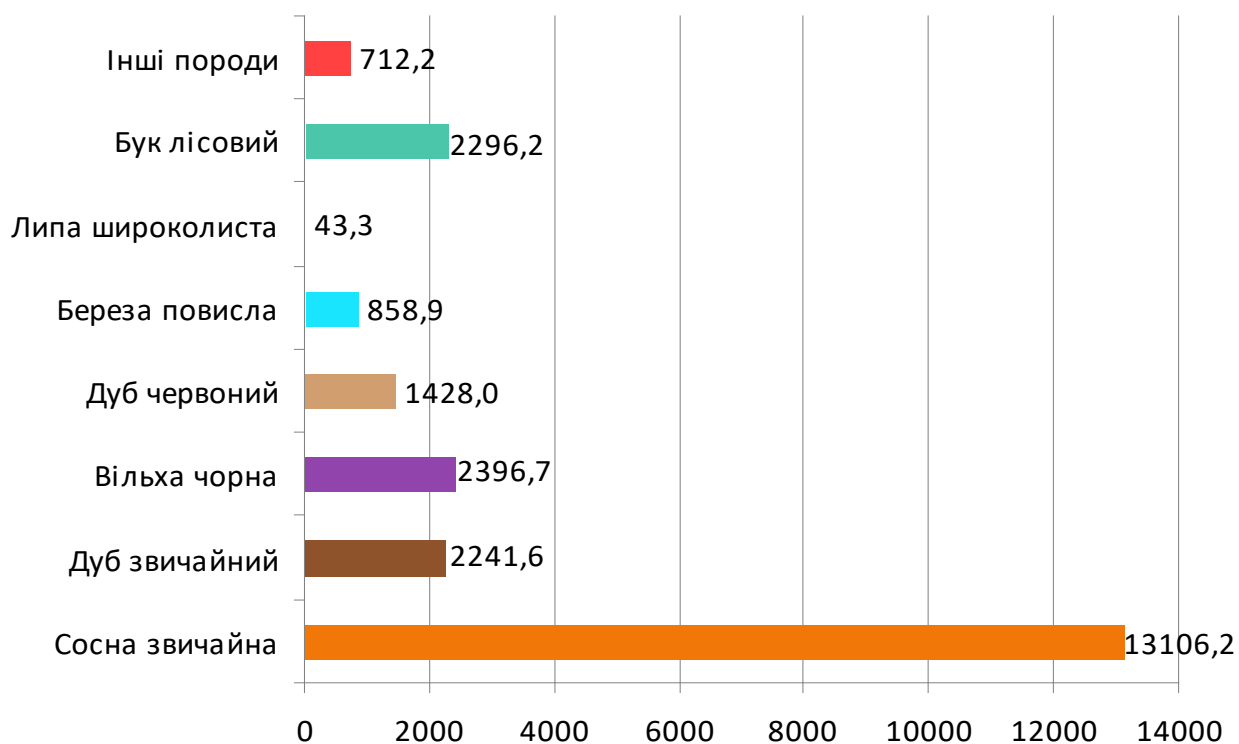


Рис. 2.3. Площі головних деревних видів у лісовому фонді філії «Бродівське лісове господарство», га

Негативним аспектом видової структури лісового фонду філії є наявність на значних площах деревостанів дуба червоного – 1 428 га. Після віднесення цього деревного виду до списку інвазійних деревних видів, такі деревостани вимагають переформування і заліснення цих ділянок аборигенними, типотвірними деревними видами, що можуть зростати на підприємстві.

В лісовому фонді філії переважають середньоповнотні деревостани (відносна повнота 0,7-0,8), що свідчить про інтенсивне ведення лісового господарства. За продуктивністю тут найбільші площі займають деревостани I та II класів бонітету. Серед типів лісу у філії «Бродівське лісове господарство»

переважають свіжий дубово-грабово-буковий груд (Д₂-дгБ – 19,8 %), вологий грабово-дубово-сосновий сугруд (С₃-гдС – 20,6 %), свіжий грабово-дубово-сосновий сугруд (С₂-гдС – 10,4 %), вологий дубово-сосновий субір (В₃-дС – 16,4 %) та свіжий дубово-сосновий субір (В₂-дС – 12,3 %).

Розподіл земель лісового фонду філії «Бродівське лісове господарство» наведено у табл. 2.1

Таблиця 2.1

Розподіл земель лісового фонду за категоріями ділянок

Категорія земель	Площа	
	га	%
Лісові землі – всього	25225.7	95.9
в т.ч. вкриті лісовою рослинністю – всього	23083	87.7
не вкриті лісовою рослинністю – всього	2142.7	8.1
з них		0
- рідколісся	24.1	0.1
- зруби	232	0.9
- галявини, пустирі	123.2	0.5
- незімкнуті лісові культури	461.7	1.8
- лісові розсадники, плантації	30	0.1
- лісові шляхи, пасіки, протипожежні розриви	212.8	0.8
Нелісові землі – разом	1090.1	4.1

Як видно з табл. 2.1, вкриті лісовою рослинністю лісові ділянки займають площу 23083 га, що становить 87,7 % від площі філії. Не вкриті лісовою рослинністю лісові ділянки займають також значну територію – 2142,7 Га або 8,1 %. Це свідчить про значну освоєність земель та інтенсивне ведення лісового господарства. Так, серед невикритих лісовою рослинністю лісових ділянок найбільшу площу займають незімкнуті лісові культури, які розміщуються на площі 461,7 га. Про рівень інтенсивності ведення лісового

господарства свідчать дані виконаних рубок формування та оздоровлення лісів у 2022 році (Звіт для громадськості..., 2024). Рубки, пов'язані із веденням лісового господарства у 2022 році були проведені на площі 1779 га із вирубкою 40 881 м³ деревини, серед яких 40 285 м³ – це ліквідна деревина. Найбільші площі серед рубок догляду – це прохідні рубки, які були проведені на площі 141 га із вилученням 5 032 м³ ліквідної деревини. Із вибіркового санітарних рубок на площі 1 271 га було заготовлено 28 562 м³ деревини, з яких вся ця деревина була ліквідною. Суцільні санітарні рубки проведено на площі 55 га із вирубкою 935 м³ деревини. Ці дані викликають сумніви, оскільки, перш за все запас, що вибирається та ліквідний запас не можуть бути однаковими, тим більше коли мова йде про вибіркові та суцільні санітарні рубки. Якщо вибіркові санітарні рубки проведено на площі 1 271 га, тоді із 1 га вирубка становила в середньому 22,5 м³ деревини, тоді як від суцільних санітарних рубок середній запас заготовленої деревини становить 17 м³!

У 2022 році обсяги рубок головного користування були проведені на площі 150,6 га із вибіркою 60,21 тис. м³ деревини ліквідного запасу, серед якого 67 % або 40,4 тис. м³ – це хвойне господарство. Серед форм господарства тут переважає суцільнолісосічна форма господарства. Проте у 2022 році на площі 40,3 га були проведені поступові рубки, з яких на площі 28,4 га це останній прийом поступової рубки.

У загальній структурі запасів переважають соснові деревостани (табл. 2.2.), загальний запас яких в умовах філії «Бродівське лісове господарство» становить 3 655 тис. м³. У середньому за рік у соснових деревостанах приростає 64,12 тис. м³ деревини, що також є найвищим показником.

На другому місці за запасами є дубові деревостани, які мають загальний запас станом на 2022 рік 876,49 тис. м³. Щороку тут приростає 14,37 тис. м³ дубової деревини. Значними є запаси бука лісового, вільхи чорної та модрини європейської. Загальний запас деревини станом на 2022 рік на підприємстві становить 5 710,73 тис. м³, а щороку приростає 101,4 тис. м³ деревини.

Таблиця 2.2

Розподіл запасів за панівними деревними видами

Порода	Загальний запас деревини, тис.м ³	Загальна середня зміна запасу, тис.м ³
Сосна звичайна	3655	64.12
Ялина європейська	19.12	0.36
Ялиця біла	2.63	0.03
Модрина європейська	111.61	2.54
Дуб звичайний	876.49	14.37
Бук лісовий	480.32	6.86
Граб звичайний	2.28	0.04
Ясен звичайний	24.16	0.36
Акація біла	8.01	0.21
Береза повисла	123.16	0.02
Осика	2.95	2.86
Вільха чорна	401.46	0.04
Липа дрібнолиста	3.44	9.56
Верба біла	0.1	0.03
Всього	5710.73	101.4

Отже, як видно із проведеного аналізу лісового фонду підприємства, тут серед деревних видів як за площею, так і за запасами переважають соснові деревостани, які вносять і найбільший вклад у лісокористування на підприємстві.

2.4. Обсяг польових досліджень

Для вивчення закономірностей росту та продуктивності деревостанів були проведені дослідження на 10 ділянках соснових деревостанів різного віку. Для цього після відбору ділянок за матеріалами лісовпорядкування (таксаційні описи та плани лісонасаджень), візуального їх обстеження у природі, ті ділянки, які підходили для проведення досліджень, підлягали суцільному обміру. Для цього за допомогою бусолі були відмежовані ділянки із прорубуванням візирів шириною 0,3-0,5 м. Всі дерева, що не попадали в межі пробної площі, були відмарковані. Пробну площу за допомогою бусолі та мірної стрічки прив'язали до видимих орієнтирів, переважно до кварталних стовпців.

Всі дерева, що знаходяться в межах пробної площі, підлягали вимірюванням, зокрема за допомогою мірної вилки ці дерева точувалися залежно від ступені товщини та категорії технічної придатності. Категорії технічної придатності встановлювали наступним чином: якщо довжина ділової частини стовбура становила понад 6 м – це дерево відносили до ділових, у випадку ділової частини від 2,5 до 6 м – напівділові, із довжиною до 2,5 м, фаутні, криві дерева – це категорія дров'яних дерев. Після проведення точкування для визначення середньої висоти деревостану вимірювали 10-15 облікових дерев, зокрема вимірювали діаметри та висоти таких дерев за допомогою мірної стрічки та висотоміра. Облікові дерева вибирали таким чином, щоб вони представляли всі ступені товщини, що є у деревостані. Додатково, для загальної характеристики, у бланк пробної площі вписували таксаційну характеристику за даними таксаційного опису, а також описували окомірні таксаційні показники деревостану. Для характеристики умов місцезростання описували підлісок, підріст та живий надґрунтовий покрив. У кінці вказували за наявності певні особливості виділу, наприклад наявність добре видиви елементів рельєфу, наявність доріг тощо.

Польові дослідження у соснових деревостанах проводили разом із студентом групи ЛГЗ-61м Гуляйгроцьким Юрієм Степановичем, лісничим Підкаміньського лісництва. В результаті проведення досліджень були обміряні 10 соснових деревостанів у свіжому дубово-сосновому суборі. Всі обміряні пробні площі представляють штучні соснові деревостани, вік яких становить від 23 до 74 років (табл. 2.3). За результатами обрахунків польових матеріалів встановили основні таксаційні показники деревостанів на пробних площах, зокрема:

- вік деревостану – із матеріалів таксаційного опису із актуалізацією на 2024 рік;
- склад деревостану – за часткою запасу кожного деревного виду у загальному запасі деревостану на 1 га; наші деревостани всі чисті за складом;

**Основні таксаційні показники соснових деревостанів
на пробних площах**

Номер ПП	Склад деревос- тану	Тип лісу	Вік	Середні		Клас бонітету	Відносна повнота	Абсолютна повнота	Запас, м ³ /га
				D, см	H, м				
1	10СЗ	В ₂ -дС	23	9,9	9,0	I	0,79	23,4	135
2	10СЗ	В ₂ -дС	24	9,8	9,1	I	0,79	23,3	135
3	10СЗ	В ₂ -дС	36	19,3	14,1	I	0,90	30,1	231
4	10СЗ	В ₂ -дС	41	18,3	15,3	I	0,68	28,8	240
5	10СЗ	В ₂ -дС	43	21,1	16,8	I	0,74	31,1	277
6	10СЗ	В ₂ -дС	44	19,6	17,4	I	0,70	30,3	281
7	10СЗ	В ₂ -дС	57	25,5	21,3	I	0,73	33,6	363
8	10СЗ	В ₂ -дС	57	29,0	21,1	I	0,82	38,0	402
9	10СЗ	В ₂ -дС	73	30,8	24,6	I	0,70	34,2	417
10	10СЗ	В ₂ -дС	74	32,4	25,3	I	0,69	33,3	416

- тип лісу – за таксаційним описом та перевірка в натурі за рослинами-індикаторами та продуктивністю деревостанів;
- середні діаметр та висоти визначали за матеріалами перелікової відомості та обміру облікових дерев;
- клас бонітету – за бонітетними таблицями, де за віком та виотою вибирали клас бонітету;
- відносна та абсолютна повноти – абсолютна повнота як сума площ поперечних перетинів всіх дерев на 1 га, а відносна – це відношення фактичної абсолютної повноти до абсолютної повноти деревостанів з таблиць ходу росту для відповідного деревного виду, походження та

класу бонітету;

- запас деревостану – як добуток запасу нормального чи модального деревостану за таблицями ходу росту на показник відносної повноти.

Основні таксаційні показники соснових деревостанів будуть взяті за основу для проведення досліджень із вивчення закономірностей росту та продуктивності соснових деревостанів в умовах філії «Бродівське лісове господарство».

РОЗДІЛ 3. ЗАКОНОМІРНОСТІ РОСТУ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОСНОВИХ ДЕРЕВОСТАНІВ В УМОВАХ ФІЛІЇ «БРОДІВСЬКЕ ЛІСОВЕ ГОСПОДАРСТВО»

3.1. Особливості дослідження росту та продуктивності деревостанів

Поняття продуктивності деревостанів у вітчизняній науці практично завжди ототожнюють із поняттям визначення запасів деревостанів. Це виникає через те, що вітчизняне лісове господарство орієнтоване на експлуатаційний підхід до лісогосподарювання. Метою такого ведення лісового господарства є вирощування якомога більшої кількості деревини, причому високої якості, із найменшими затратами для отримання найвищого економічного ефекту. Прикладів такого ставлення до лісів та господарювання в них є безліч. Наприклад, значне переважання суцільнолісосічної форми господарства свідчить про інтенсивне ведення лісового господарства та встановлення в меті отримання максимального ефекту від швидкого зрубівання максимально можливої кількості дерев. Проте тут не слід сприймати це як свідомий вибір. Для переходу до інших, більш природоорієнтованих форм господарства, якими є вибіркова та поступова системи рубок, необхідно не тільки бажання, але й низка інших чинників, серед яких як біоекологічні особливості деревних видів, так і наявність розвинутої мережі доріг, наявність відповідних машин та механізмів тощо. Тому перехід до вибіркової системи господарювання, яка задекларована у Державній стратегії управління лісами України до 2035 року (2020), супроводжується і об'єктивними причинами неможливості їх широкого впровадження. Також про експлуатаційний підхід до ведення лісового господарства свідчать і не вдалі експерименти із створенням монокультур ялини європейської, модрини європейської як швидкоростучих деревних видів, введення до складу деревостанів інтродукованих деревних видів, таких як наприклад дуб червоний чи дугласія.

Об'єктивна реальність сьогодні показує значне збільшення попиту на деревину, що пов'язано із збільшенням виробництва товарів та послуг для зростаючих потреб людства. В Україні ця ситуація ще ускладнюється у зв'язку із війною росії проти України. Тому дослідження закономірностей росту та продуктивності деревостанів може дати інформацію про потенційні можливості збільшення пропозиції деревини при зменшенні навантаження на лісові екосистеми.

Дослідження закономірностей росту та продуктивності деревостанів найпростіше проводити у чистих, одноярусних, одновікових деревостанах. Такі деревостани дають інформацію про ріст дерев одного деревного виду виключаючи із розрахунку міжвидову конкуренцію, конкуренцію за світло між окремими деревними ярусами тощо. Дослідження цих закономірностей у складних за складом, змішаних, різновікових деревостанах потребують інших підходів. Там взаємозв'язки між окремими особинами, внутрішньовидова та міжвидова конкуренція можуть бути визначальними ознаками, що впливають на ріст та розвиток деревостану, а в кінцевому випадку і на продуктивність. Проте їх врахувати дуже важко, тому у таких деревостанах до вивчення закономірностей росту та розвитку деревостанів і їх продуктивності підходять через окреме дослідження окремих елементів деревостану, які у сумі дають уявлення про процеси, що відбуваються у таких деревостанах та закономірності їх зміни.

Зазвичай до вивчення закономірностей росту деревостанів підходять з точки зору визначення аналітичних залежностей зміни основних таксаційних показників із часом. Це означає, що для дослідження ростових процесів слід мати дані, які покривають якомога більший віковий діапазон деревостанів. Тоді шляхом математичних обрахунків з використанням можливостей візуального представлення даних на графіках, де на осі абсцис відкладають вік, а на осі ординат – відповідний таксаційний показник, можна прослідкувати закономірності зміни їх з часом та зробити висновки про ріст та розвиток деревостанів.

Питання продуктивності деревостанів також доцільно вивчати із точки зору вікової диференціації деревостанів, проте тут основним показником для аналізу продуктивності слугує запас деревостану у певному віці. Для порівняння отримані залежності зміни запасу слід порівняти із даними таблиць ходу росту для порівняння продуктивності фактичних та нормальних чи модальних деревостанів, для яких складені ці таблиці ходу росту.

За описаним вище підходом нами були проведені відповідні розрахунки та порівняння даних із пробних площ, що були закладені в умовах філії «Бродівське лісове господарство», із таблицями ходу росту, якими користуються у практиці ведення лісового господарства. На основі такого порівняння можна дійти висновків щодо росту та розвитку соснових деревостанів в умовах філії, їх продуктивності та виявити причини розбіжностей, які можуть бути враховані під час формування нових деревостанів в умовах підприємства.

3.2. Статистичний аналіз таксаційних показників

Статистичний аналіз показників є необхідною умовою для встановлення достовірних результатів (Гайчук, & Гірс, 2016; Гірс, & Киричок, 2010; Горошко, Миклуш, & Хомюк, 2004; Лакида, 2002; Цурик, 2000). Статистичний аналіз полягає у визначення статистичних показників, які дають інформацію перш за все про мінливість таксаційних ознак та дозволяють оцінити достовірність з статистичної точки зору отриманих результатів.

Найпоширенішими статистичними показниками, які оцінюють однорідність вибірки дерев та достовірність результатів є середні показники, мінливість, асиметрія та ексцес, точність досліду. Середні показники оцінюють на основі вибірки дерев, які обміряні в деревостанах, для оцінки положення середнього дерева. Оскільки дерева у деревостанах зростають по-різному, на них впливають різні чинники навіть в межах одного

деревостану, тому статистичну оцінку проводять із визначенням самого статистичного показника а для оцінки розмаху визначають його основну помилку. Така оцінка, яка в математичній літературі носить назву точкова або інтервальна оцінка, дають змогу із певним рівнем ймовірності сказати про статистичний показник, визначений на певній вибірці, які значення він буде мати у генеральній сукупності.

Статистичні показники в сучасних умовах доцільно обраховувати із використанням різних статистичних пакетів. Одним із найпростіших та найбільш використовуваних є програмний продукт Microsoft Excel, який дає широкі можливості для проведення такого роду аналізу. Ми власне використали можливості MS Excel для обрахунків таких статистичних показників на кожній пробній ділянці:

- середнього квадратичного значення із його основною помилкою;
- дисперсії із її основною помилкою;
- стандартного відхилення із його основною помилкою;
- коефіцієнта мінливості із його основною помилкою;
- асиметрії із основною помилкою;
- ексцесу із його основою помилкою;
- показник точності досліджу.

Основні формули для обчислення цих статистичних показників детально описано у Горошко, Миклуш, & Хомюк (2004), тому тут ми їх не наводимо. Обчислені значення представлені у табл. 3.1.

Як видно з табл. 3.1, із збільшенням віку середні значення діаметрів закономірно збільшуються, проте збільшується і основна помилка середнього значення, що свідчить про значно вищі показники мінливості діаметрів у деревостані. Дисперсія, яка показує середній квадрат відхилень варіант від середнього значення також із віком збільшується. Це пов'язано га гаш погляд із перш за все збільшенням діаметрів дерев, а не з мінливістю діаметрів.

Таблиця 3.1

**Статистичні показники рядів розподілу за діаметром соснових
деревостанів**

№ п.п.	Вік	Середнє значення	Дисперсія	Стандартне відхилення	Коефіцієнт мінливості	Асиметрія	Екссес	Точність досліду
1	23	8,75 ^{±0,26}	20,73 ^{±0,84}	4,55 ^{±0,18}	52,00 ^{±2,61}	1,093 ^{±0,14}	0,986 ^{±0,28}	2.97
2	24	8,63 ^{±0,26}	20,68 ^{±0,83}	4,55 ^{±0,18}	52,72 ^{±2,63}	1,113 ^{±0,14}	0,937 ^{±0,28}	2.99
3	36	18,71 ^{±0,34}	23,47 ^{±1,16}	4,84 ^{±0,24}	25,87 ^{±1,36}	0,110 ^{±0,17}	0,039 ^{±0,34}	1.81
4	41	17,46 ^{±0,37}	29,72 ^{±1,42}	5,45 ^{±0,26}	31,21 ^{±1,63}	0,567 ^{±0,17}	0,112 ^{±0,33}	2.11
5	43	20,43 ^{±0,36}	29,22 ^{±1,39}	5,41 ^{±0,26}	26,48 ^{±1,34}	-0,206 ^{±0,16}	-0,178 ^{±0,33}	1.78
6	44	18,71 ^{±0,41}	34,07 ^{±1,70}	5,84 ^{±0,29}	31,21 ^{±1,70}	-0,055 ^{±0,17}	-0,342 ^{±0,35}	2.20
7	57	24,61 ^{±0,44}	45,06 ^{±2,10}	6,71 ^{±0,31}	27,27 ^{±1,36}	-0,054 ^{±0,16}	-0,550 ^{±0,32}	1.80
8	57	28,70 ^{±0,31}	19,02 ^{±0,95}	4,36 ^{±0,22}	15,19 ^{±0,77}	0,317 ^{±0,17}	0,846 ^{±0,35}	1.07
9	73	29,80 ^{±0,52}	62,65 ^{±2,93}	7,92 ^{±0,37}	26,58 ^{±1,33}	0,425 ^{±0,16}	-0,505 ^{±0,32}	1.76
10	74	31,33 ^{±0,56}	64,18 ^{±3,19}	8,01 ^{±0,40}	25,57 ^{±1,35}	0,654 ^{±0,17}	-0,039 ^{±0,34}	1.80

Цю тезу підтверджує коефіцієнт мінливості, який для молодих деревостанів становить понад 50 %, що свідчить про значну варіацію і неоднорідність розподілу дерев у деревостані за діаметром. Із збільшенням віку показник мінливості зменшується, проте варіація залишається сильною. Єдиний деревостан, де варіація середня, це деревостан 57-річного віку на пробній площі 8, де його показники не вписуються у загальні закономірності розподілу. Більше того, інший деревостан такого ж віку показує значно вищі показники мінливості, що свідчить радше про вплив чинників, які наразі виявити не можливо для пояснення даного явища і воно потребує подальшого глибокого дослідження та аналізу.

Показники форми кривої, такі як асиметрія та екссес, показують на

скільки розподіли у фактичних деревостанах наближаються до кривої нормального розподілу. Чим більшими є ці показники за абсолютними значеннями, тим більше розподіли відхиляються від закону нормального розподілу. У наших соснових деревостанах у молодому віці та пристигаючому віці показник асиметрії додатній, що вказує на правосторонню асиметрію. правостороння асиметрія показує, що більшість дерев концентруються у нижчих ступенях товщини. Це може виникати у штучних деревостанах перш за все через вплив господарських заходів, коли з деревостанів забирають більші за діаметром дерева, залишаючи натомість менші. У середньовікових деревостанах (пробні площі 5-7) відмічено лівосторонню асиметрію, де більшість дерев концентруються у вищих ступенях товщини. На нашу думку це може бути також пов'язано із впливом господарських заходів та розвитком деревостанів. У віці переходу від молодняків до середньовікових деревостанів, коли можна призначати поступові рубки, відносна повнота не дозволяє зробити цього, тому тут проходять природній процеси значного приросту в діаметрі дерев, тоді як меншого діаметру, відсталі в рості, можуть навіть випадати із деревостану.

За показником ексцесу молоднякам більш характерна гостровершинна крива, коли розмах діаметрів є незначним. У соснових деревостанах більшого віку розмахи діаметрів стають більшими, крива набуває вираженої туповершинної форми.

Описані закономірності статистичного аналізу даних є достовірними, на що вказує показник точності дослідження, який не перевищує значення 5 %. Отже кількість проведених спостережень на кожній пробній площі є достатньою, щоб стверджувати, що отримані дані є достовірними на 95 % рівні ймовірності.

Враховуючи отримані достовірні результати статистичного аналізу, переходимо до аналізу закономірностей росту соснових деревостанів в умовах філії «Бродівське лісове господарство».

3.3. Хід росту соснових деревостанів за діаметром

Аналіз росту деревостанів дозволяє прослідкувати їх розвиток на протязі певного вікового періоду. Дослідження таких закономірностей у окремих лісорослинних умовах дає змогу екстраполювати отримані закономірності на ширше коло лісових деревостанів. Для практиків лісового господарства знання таких закономірностей дає змогу краще розуміти процеси росту та розвитку деревостанів для прийняття рішень на місцях із формування високопродуктивних деревостанів. Поряд із використанням загальноприйнятих у лісовій практиці нормативів, що зазвичай складені на обмеженому фактичному матеріалі і не завжди враховують особливості умов на локальному рівні, лісівники можуть виваженіше підходити до процесу планування рубок догляду із перспективою для вирощування високопродуктивних деревостанів у майбутньому, що формуються на типологічних засадах. Тому вивчення особливостей росту та розвитку деревостанів у конкретних умовах та порівняння закономірностей із опублікованими іншими авторами даними таблиць ходу росту, може дати інформацію про потенційні можливості розвитку деревостанів у конкретних умовах на конкретному підприємстві. Для цього слід проаналізувати можливі причини відхилень між фактичними деревостанами та даними таблиць ходу росту і виважено окреслити можливі шляхи покращення ситуації для вирощування високопродуктивних деревостанів.

Як відомо із практики, для обчислення запасу використовують основну таксаційну формулу:

$$M = G \cdot H \cdot f, \quad (3.1)$$

де M – запас деревостану, $\text{м}^3/\text{га}$; G – сума площ поперечних перетинів дерев на висоті 1,3 м або абсолютна повнота, $\text{м}^2/\text{га}$; H – середня висота деревостану, м; f – старе видове число, яке отримують із відповідних таблиць.

У основній таксаційній формулі є по суті два основних параметри – це

абсолютна повнота та висота, які безпосередньо можна отримати із даних польових вимірів. Абсолютна повнота деревостану є похідним показником від переліку дерев за ступенями товщини, тому на основі згрупованих даних за ступенями товщини за площею поперечного перетину середнього дерева визначають середній діаметр деревостану (див. табл. 2.3). Тому можна вважати, що середній діаметр є одним із визначальних показників для обчислення запасу дерева, тим більше що у формулі визначення об'єму одного дерева його діаметр переводять у площу поперечного перетину та аналогічно обчислюють як за формулою 3.1 об'єм одного дерева.

Діаметр дерева безпосередньо впливає на величину запасу деревостану. Чим більшими є діаметри дерев, тим очевидно запас буде більшим. Тому для аналізу росту доцільно порівняти середні діаметри фактичних соснових деревостанів із даними інших дослідників, які склали таблиці ходу росту.

Найпоширенішими нормативами, якими користуються у практиці ведення лісового господарства, є нормативи складені під редакцією Швиденка (1987) та під редакцією Строчинського та Кашпора (2010). У нормативно-довідкових матеріалах за редакцією Швиденка А.Й. поміщені таблиці ходу росту повних штучних соснових деревостанів, складені Лакидою П.І. та Строчинським А.А. У нормативно-інформаційному довіднику з лісової таксації за редакції Строчинського та Кашпора поміщено таблиці ходу росту для сосни звичайної штучного походження Савичем Ю.М. та Лакидою П.І.

Важливим аспектом використання вказаних таблиць ходу росту є правильний підбір таких таблиць. Оскільки наші фактичні деревостани є штучного походження, тому і таблиці ходу росту слід вибирати для деревостанів штучного походження, які мають дещо інші закономірності росту порівняно із природними деревостанами. Наступним моментом є деревний ви. І останнє – це показник продуктивності лісорослинних умов (клас бонітету) чи лісорослинні умови (тип лісу), для яких ці нормативи

створені.

У нашому випадку ми підбирали таблиці ходу росту штучних соснових деревостанів I класу бонітету. На основі основних таксаційних показників (табл. 2.3) провели моделювання зміни основних таксаційних показників із віком та порівняли отримані залежності із опублікованими таблицями ходу росту. На рис. 3.1. наведено хід росту соснових деревостанів за діаметром.

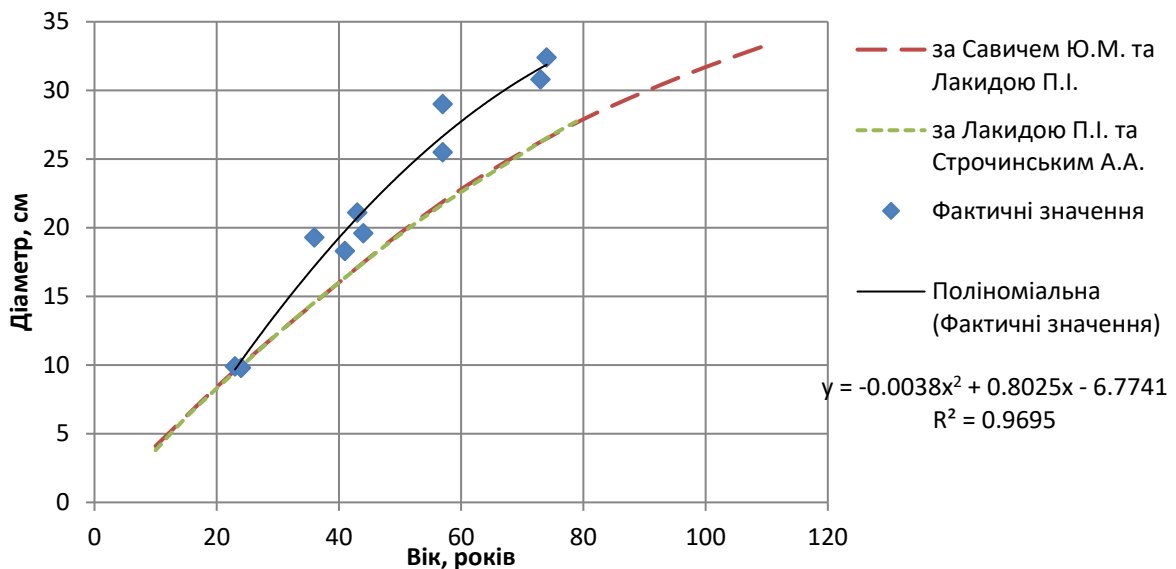


Рис. 3.1. Хід росту штучних соснових деревостанів I класу бонітету за діаметром

Як видно з рис. 3.1, середні діаметри фактичних штучних соснових деревостанів перевищують аналогічні за даними як Савича Ю.М. і Лакиди П.І., так і за даними Лакиди П.І. та Строчинського А.А. У віці понад 20 років фактичні діаметри та змодельовані діаметри з таблиць ходу росту співпадають, тоді як зі збільшенням віку розбіжність між фактичними та змодельованими даними різних авторів збільшуються. Це свідчить про те, що фактичні соснові деревостани внаслідок інтенсивного ведення лісового господарства зріджуються, що сприяє збільшенню росту дерев за діаметром, тому й фактичні значення діаметрів та змодельовані відрізняються. Крива зміни діаметрів з віком для фактичних соснових деревостанів описується параболою 2-го порядку досить точно, оскільки коефіцієнт детермінації становить 0,9695, тобто на 96,95 % узгоджується визначена залежність із

фактичними даними.

3.4. Хід росту соснових деревостанів у висоту

Висота, як і діаметр, є одним із об'ємотвірних показників, які визначають запас деревостану. Більше того, залежно від висоти деревостану визначають і показник продуктивності умов місцезростання, тобто клас бонітету. Тому висота може дати додаткову інформацію про закономірності росту деревостанів порівняно із опублікованими таблицями ходу росту.

Як і для діаметра, аналіз закономірностей росту соснових деревостанів у висоту порівнювали із згаданими вище таблицями ходу росту, а результат наведено на рис. 3.2.

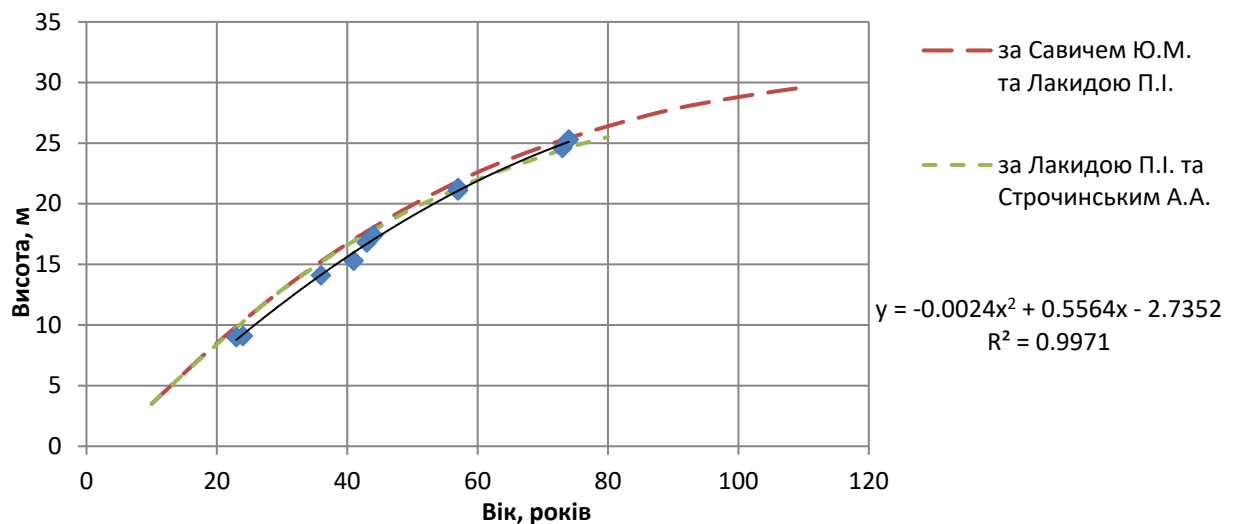


Рис. 3.2. Хід росту штучних соснових деревостанів I класу бонітету у висоту

Як видно з рис. 3.2, закономірності росту у висоту практично не відрізняються від аналогічних як за даними Савича Ю.П. і Лакиди П.І., так і Лакиди П.І. та Строчинського А.А. Фактичні соснові деревостани в умовах підприємства незначно, але відстають у рості у висоту від деревостанів за таблицями ходу росту. До віку стиглості (близько 80 років) фактичні деревостани досягають позначок висоти аналогічні як за таблицями ходу росту. Це свідчить про оптимальність умов зростання сосни звичайної в умовах філії «Бродівське лісове господарство». Отже твердження, що більші діаметри фактичних деревостанів порівняно із даними таблиць ходу

росту, які ми отримали у розділі 3.3 і пов'язували із доглядами, які проводять на підприємстві, не підтверджується, оскільки деревостани зріджують не настільки, щоб вони сповільнювали ріст у висоту.

Оскільки діаметри порівняно із опублікованими даними показали розбіжності, доцільно провести аналіз зміни абсолютної повноти фактичних деревостанів та порівняти їх із опублікованими таблицями ходу росту.

3.5. Хід росту соснових деревостанів за сумою площ поперечних перетинів

Сума площ поперечних перетинів, як і діаметр і висота, є об'ємотвірним показником, від якого залежить загальна продуктивність деревостану. Обчислюють абсолютну повноту як суму площ поперечних перетинів всіх дерев у деревостані та приводять його до 1 га. Абсолютна повнота включає в собі показники як діаметрів, так і кількості дерев, тому ми очікуємо, як і для діаметрів, значної відмінності між фактичними сосновими деревостанами та даними таблиць ходу росту. На рис. 3.3 наведено хід росту штучних соснових деревостанів I класу бонітету за абсолютною повнотою.

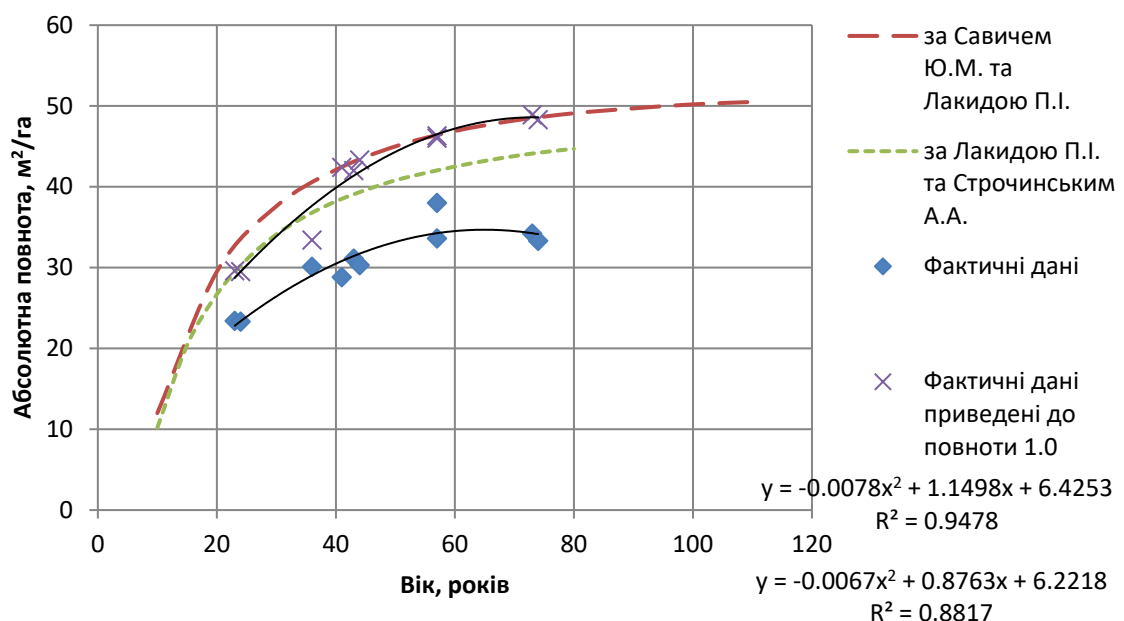


Рис. 3.3. Хід росту штучних соснових деревостанів I класу бонітету за абсолютною повнотою

Як видно з рис. 3.3, дані різних авторів за абсолютною повнотою відрізняються, причому Лакида П.І. та Строчинський А.А. наводять закономірності нижчої абсолютної повноти порівняно із даними Савича Ю.М. і Лакиди П.І.

Із збільшенням віку деревостанів закономірно значення абсолютної повноти має збільшуватися. На значення абсолютної повноти значно впливає не тільки діаметр, але більшою мірою кількість дерев, які формують деревостан. Проте кількість дерев, які зростають у деревостані, значною мірою залежать від тих господарських заходів, їх інтенсивності та способу вибірки, які проводять у експлуатаційних деревостанах. Чим більше заходів проводять, чим більшої вони інтенсивності, тим менше дерев залишаються на одиниці площі. Тому можуть виникати ситуації, коли абсолютна повнота зі збільшенням віку може зменшуватися. Подібну закономірність можна спостерігати у фактичних соснових деревостанах, де від 60 до 80 років абсолютна повнота не тільки не збільшилася, але й навіть зменшилася. На нашу думку це є наслідком тих господарських заходів, які проводять у цих деревостанах. Тому для порівняння показників абсолютної повноти їх слід привести до відносної повноти 1,0, що і продемонстровано на рис. 3.3.

Як видно, після приведення показників абсолютної повноти до показника 1,0 розмахи відхилень збільшуються. Загальна закономірність показує, що фактичні соснові деревостани переважають за абсолютною повнотою дані, опубліковані Лакидою П.І. та Строчинським А.А. практично у всьому віковому діапазоні. Проте фактичні деревостани відстають за показником абсолютної повноти від даних, опублікованих Савичем Ю.М. і Лакидою П.І. Таке відставання більше у молодому віці, тоді як до віку 45-50 років вони практично зрівнюються.

Як показує аналіз зміни абсолютної повноти із віком, фактичні деревостани мають значні відмінності із даними таблиць ходу росту, проте

для порівняння із даними таблиць ходу росту абсолютну повноту слід привести до показника 1,0. Значний вплив на закономірності зміни абсолютної повноти із віком мають господарські заходи, які проводять у деревостанах, що зменшує інтенсивність приросту деревостанів за абсолютною повнотою через зменшення кількості дерев на 1 гектарі.

3.6. Хід росту соснових деревостанів за запасом та динаміка їх продуктивності

Проаналізовані залежності зміни діаметрів, висот, абсолютних повнот показали різні результати. Запас деревостану має включати закономірності всіх перелічених таксаційних показників, тому цікаво прослідкувати закономірності зміни запасу деревостанів із віком, що наведено на рис. 3.4.

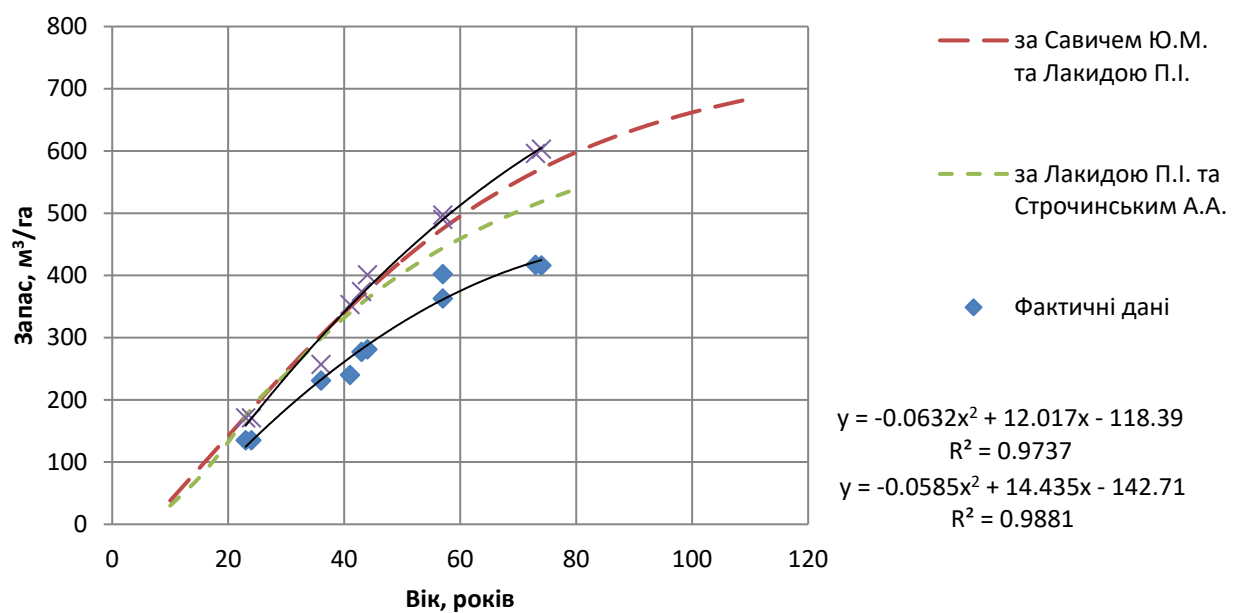


Рис. 3.4. Хід росту штучних соснових деревостанів I класу бонітету за запасом

Як і для абсолютної повноти, для порівняння запасів їх також необхідно привести до відносної повноти 1,0, що продемонстровано на графіку. Як видно із рис. 3.4, запаси фактичних деревостанів мають незначні відхилення між собою, на що вказує показник детермінації рівний 0,9737. Проте через те, що фактичні деревостани не є високоповнотними, тобто їх відносна повнота відрізняється від 1,0, запаси фактичних соснових

деревостанів є меншими від даних з таблиць ходу росту. Можна відмітити, що зі збільшенням віку різниця між фактичними запасами та запасами за таблицями ходу росту збільшується у бік зменшення фактичних запасів. За формою крива, що описує зміну запасів з віком для фактичних деревостанів практично паралельна кривій за даними Савича Ю.М. та Лакиди П.І. Крива за таблицями ходу росту, складеними Лакидою П.І. та Строчинським А.А. відрізняється як від фактичних даних, так і від інших таблиць ходу росту.

Приведення запасу до відносної повноти 1,0 показує, що фактичні соснові деревостани в умовах філії мають значний потенціал для збільшення продуктивності. Так, до віку 40 років фактичні деревостани незначно відстають в рості від даних таблиць ходу росту, тоді як після 40 років починають перевищувати дані Лакиди П.І та Строчинського А.А. Це свідчить про потенційну можливість збільшити продуктивність. На це очевидно впливають проведені рубки догляду, які знижують показник як абсолютної, так і відносної повнот, які в свою чергу впливають на значення запасів.

Основним таксаційним показником, який характеризує продуктивність деревостанів, прийнято вважати запас. Проте у закордонній практиці продуктивність прийнято вимірювати у показниках приростів (Cardinale et al., 2012; Crow, Dey, & Riemenschneider, 2006; Hordijk et al., 2023; Van Bogaert et al., 2015). Тому оцінки динаміки запасів для повноцінного аналізу продуктивності фактичних соснових деревостанів недостатньо. Нами проведений аналіз зміни середнього приросту фактичних деревостанів та приведених до відносної повноти 1,0 і порівняння отриманих результатів із опублікованими таблицями ходу росту.

Для виконання цього спочатку були обраховані середні прирости фактичних деревостанів за формулою:

$$Z_{\text{сер}} = \frac{M_i}{A_i}, \quad (3.2)$$

де $Z_{\text{сер}}$ – середній приріст деревостану за запасом, м³/га/рік; M_i – запас

деревостану у певному віці, $m^3/га$; A_i – вік деревостану, роки.

На наступному етапі провели моделювання зміни абсолютної повноти та запасу залежно від висоти деревостану як основоположного таксаційного показника для визначення класу бонітету.

Так, на рис. 3.5 наведено зміну абсолютної повноти залежно від висоти, а на рис. 3.6 – зміну запасів залежно від висоти деревостану

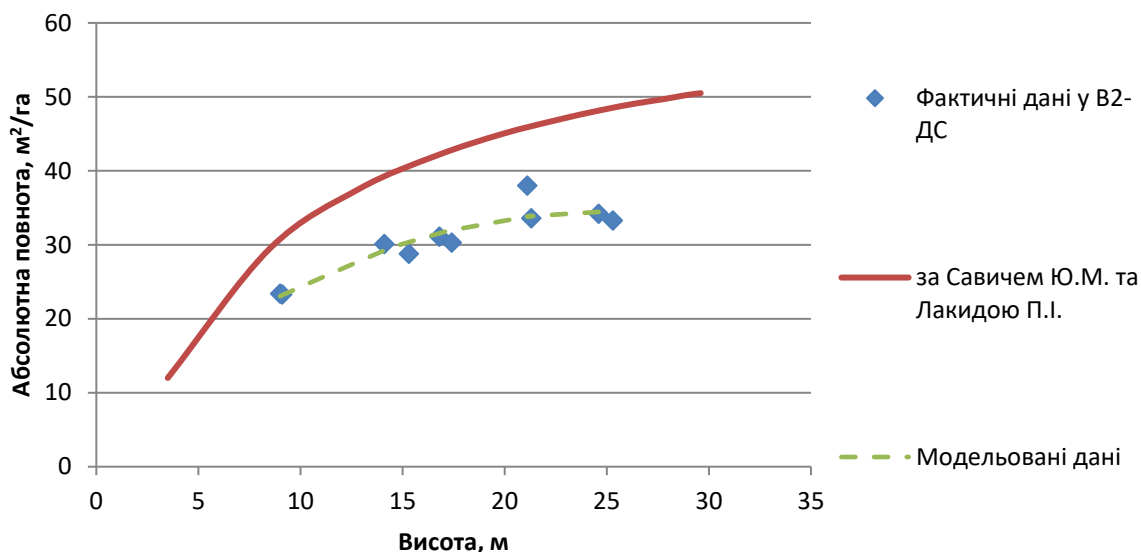


Рис. 3.5. Моделювання зміни абсолютної повноти деревостану залежно від його висоти

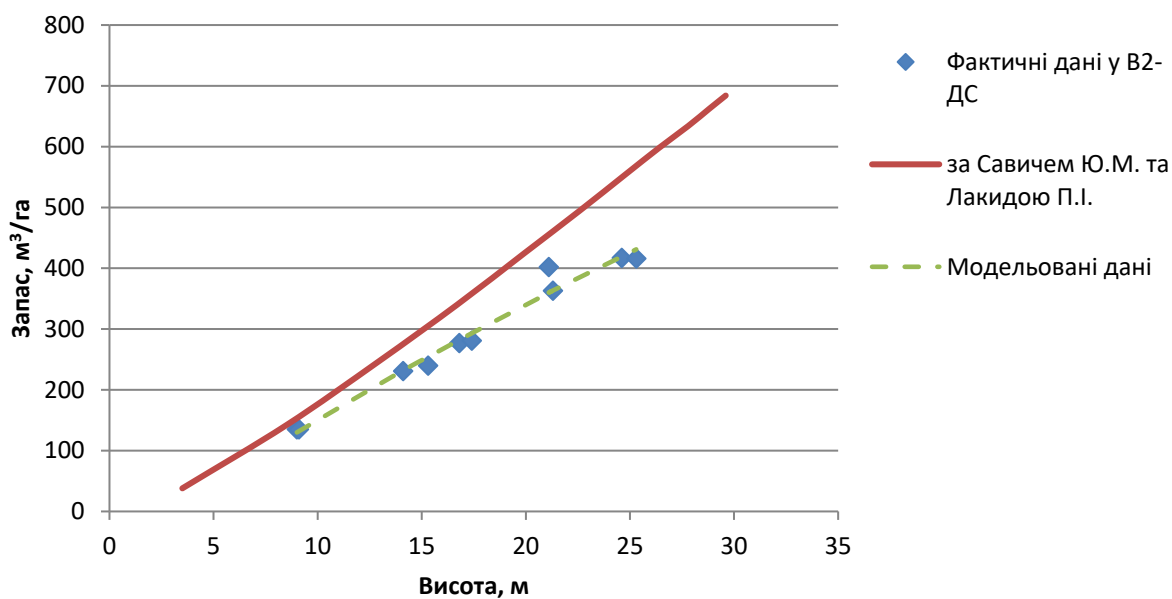


Рис. 3.6. Моделювання зміни запасу деревостану залежно від його висоти

Як видно з рис. 3.5, зміна абсолютної повноти фактичних соснових деревостанів залежно від висоти має параболічну форму, проте порівняння із даними Савича Ю.М. та Лакиди П.І. показує відставання у рості за абсолютною повнотою від даних таблиць ходу росту. Подібну закономірність відмічаємо і у зміні запасу (рис.3.6), проте таке відставання як за абсолютною повнотою не спостерігається. Фактичні соснові деревостани мають найменше відхилення у молодому віці, а із віком більше відстають від даних за таблицями ходу росту. Ці залежності підтверджують тезу про те, що рубками догляду ми можемо як збільшувати, так і зменшувати продуктивність деревостанів. Для наших соснових деревостанів в умовах філії «Бродівське лісове господарство» маємо констатувати, що втручання людини має негативний ефект, коли деревостани не можуть досягнути тих потенційних параметрів абсолютної повноти та запасу, які є за даними таблиць ходу росту.

На основі моделювання динаміки запасів, обчислили фактичні та потенційні середні прирости фактичних соснових деревостанів та порівняли їх із даними таблиць ходу росту (рис. 3.7).

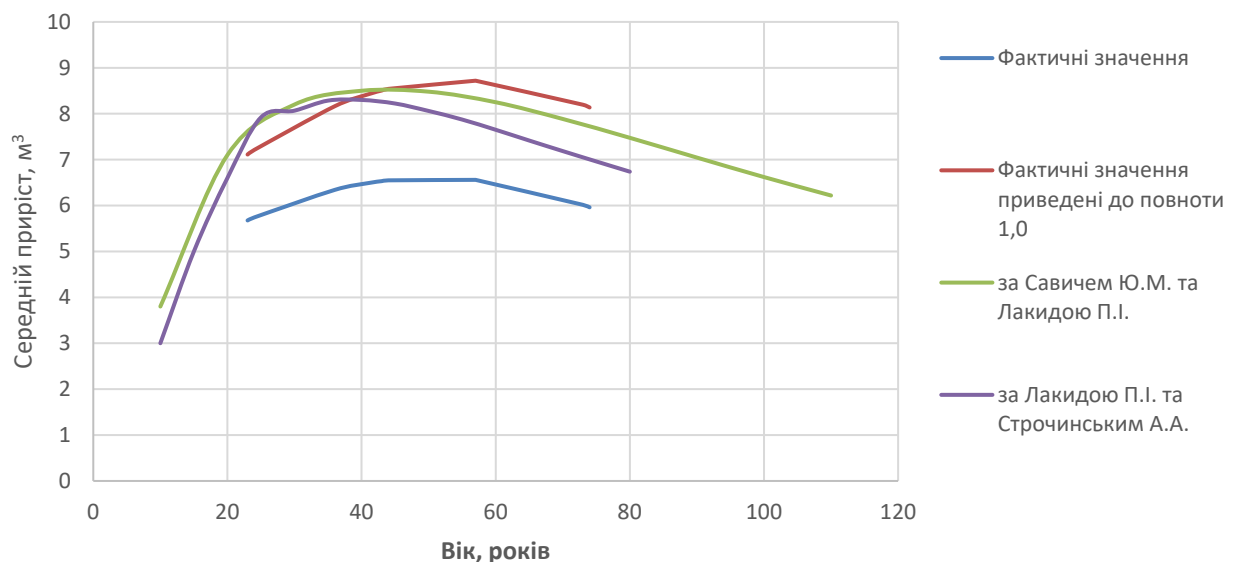


Рис. 3.7. Зміна середніх приростів соснових деревостанів із віком

Як видно з рис. 3.7, дані таблиць ходу росту, опубліковані різними авторами, мають подібні тенденції, коли середні прирости досягають свого

максимуму у віці близько 25 років, а опісля починають поступово знижуватися. Такий пік середнього приросту для фактичних соснових деревостанів настає дещо пізніше – близько 50-ти років. Загалом середні прирости фактичних деревостанів набагато менші від потенційних у тому ж віці і різниця становить біля 2 м³/га/рік. Така суттєва різниця може бути наслідком як лісогосподарської діяльності людини, так і може бути зумовлена іншими зовнішніми чинниками, такими як вплив кліматичних умов, зміна водного режиму внаслідок зміни клімату тощо. Для більш виваженого висновку впливовості певних чинників слід проводити їх глибокий аналіз.

Отже, отримані дані свідчать, що фактичні соснові деревостани мають різнонаправлені тенденції. За діаметром фактичні соснові деревостани переважають дані за таблицями ходу росту, тоді як за висотою вони абсолютно не відстають у рості. За абсолютною повнотою та запасом фактичні деревостани відстають у рості, проте якщо привести їх до відносної повноти 1,0 вони не тільки відстають, але й у певному віці починають переважати дані за таблицями ходу росту. Аналіз продуктивності показав, що за середнім приростом соснові деревостани значно поступаються потенційно можливим приростам за таблицями ходу росту і ця різниця сягає до 2 м³/га/рік. Це значно знижує потенційну продуктивність соснових деревостанів в умовах філії «Бродівське лісове господарство».

ВИСНОВКИ

Аналіз закономірностей росту та розвитку соснових деревостанів, оцінка їх продуктивності, показали певні закономірності. Тому на основі проведених досліджень соснових деревостанів у свіжому дубово-сосновому суборі філії «Бродівське лісове господарство» можна зробити такі висновки:

1. У філії «Бродівське лісове господарство» у лісовому фонді переважають соснові деревостани як за площею, так і за запасами. Найбільший тягар у експлуатаційному фонді припадає саме на соснові деревостани.

2. Соснові деревостани формують корінні типи лісу у сугрудових та суборових умовах, а свіжий дубово-сосновий субір поширений у 12,3 % за площею вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок.

3. Дослідження проведені на 10 ділянках соснових деревостанів свіжого дубово-соснового субору віком від 23 до 74 років.

4. Статистичний аналіз соснових деревостанів показав значну мінливість за діаметром. За коефіцієнтом мінливості із віком соснові деревостани зменшують свою мінливість, проте практично для всіх них характерна сильна мінливість.

5. Для молодих та старших деревостанів характерна правостороння асиметрія, тоді як для середньовікових – лівостороння. Це свідчить про вплив рубок догляду на формування структури деревостанів.

6. Аналіз закономірностей ходу росту соснових деревостанів за діаметром показує, що фактичні соснові деревостани перевищують дані, опубліковані у таблицях ходу росту Савичем Ю.М., Лакидою П.І. та Строчинським А.А.

7. Хід росту соснових деревостанів у висоту показує повну відповідність даним, опублікованим у таблицях ходу росту різними авторами.

8. За абсолютною повнотою фактичні соснові деревостани відстають у рості від даних за таблицями ходу росту. Проте приведення абсолютної повноти до показника 1,0 показує значний потенціал у збільшенні абсолютної

повноти до рівня даних, опублікованих у таблицях ходу росту.

9. Хід росту соснових деревостанів за запасом незначно відрізняється від даних за таблицями ходу росту. Фактичні соснові деревостани мають менший запас у різному віці, тоді як приведення його до відносної повноти 1,0 показує значний потенціал для його збільшення і навіть перевищення даних за таблицями ходу росту у віці понад 40 років.

10. Аналіз продуктивності соснових деревостанів за середнім приростом показує значне відставання фактичних соснових деревостанів від потенційного середнього приросту за таблицями ходу росту. Пік середнього приросту за даними таблиць ходу росту настає у віці 25 років, тоді як у фактичних деревостанах цей пік прослідковується у віці 50-ти років. Це може бути пов'язане як із експлуатацією цих деревостанів, так і з впливом інших чинників, які потребують врахування.

11. Середнє відставання фактичних соснових деревостанів за показником середнього приросту від даних таблиць ходу росту становить близько 2 м³/га/рік. Якщо врахувати площу соснових деревостанів у філії «Бродівське лісове господарство», то середні втрати за 1 рік можуть становити понад 26 тис. м³ запасу соснових деревостанів.

Отримані закономірності росту та визначення продуктивності соснових деревостанів можуть бути враховані практиками лісового господарства на місцях для коригування підходів до управління сосновими лісами, зокрема під час планування проведення рубок догляду в них, відведення лісосік під різні види рубок для намічування у вирубку тих дерев, які потенційно не змінюють таксаційну структуру соснових деревостанів та не знижують їх загальну продуктивність.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Василюшин, Р.Д. (2013). Біотична та енергетична продуктивність природних букових насаджень Українських Карпат. Біоресурси і природокористування, Том 5, № 3-4, 117 – 126.
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. (2016). Порівняння та оцінка точності нормативів дерев та деревостанів різної вікової, розмірно-якісної і товарної структури букових лісів Українських Карпат. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія «Лісівництво та декоративне садівництво»*, Вип. 255, 27 – 36.
4. Гірс, О.А. (2008). Нормативи товарності структури перестійних соснових деревостанів рекреаційних лісів України, їхнє розроблення та аналіз. *Науковий вісник НЛТУ України. Збірник науково-технічних праць*, Вип. 18.8, 47 – 52.
5. 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>.
6. Гірс, О.А., & Киричок, Л.С. (2010). Нормативи динаміки товарної структури оптимальних ялинових деревостанів. *Науковий вісник НЛТУ України. Збірник науково-технічних праць*, Вип. 20.13, 142 – 147.
7. Гірс, О.А., & Содолінський, Р.В. (2014). Моделювання динаміки товарної

- структури деревостанів та обґрунтування віку стиглості в соснових лісах Київщини. Лісове і садово-паркове господарство, № 5. Отриманий з: http://nbuv.gov.ua/UJRN/licgoc_2014_5_4
8. Гірс, О.А., Пастернак, В.П., & Слиш, О.А. (2015). *Будова та товарна структура стиглих модальних дубових деревостанів насіннєвого та порослевого походження Лісостепу України. Лісове і садово-паркове господарство, № 7.* Отриманий з: http://nbuv.gov.ua/UJRN/licgoc_2015_7_4.
 9. Горошко, М.П., Миклуш, С.І. & Хомюк, П.Г. (2004). *Біометрія.* Львів: Камула.
 10. 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.*
 11. *Державна стратегія управління лісами України до 2035 року.* (2020). Схвалено Розпорядженням Кабінету Міністрів України № 177-р від 29 грудня 2021 р. Отримано з <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1777-2021-%D1%80#Text>
 12. Жежкун, А.М. (2014). Соснові деревостани Східного Полісся: структура, стан, продуктивність. *Лісівництво і агролісомеліорація, Вип. 124, 3 – 12.*
 13. Заячук, В.Я. (2008). *Дендрологія. Підручник.* Львів: Априорі.
 14. Звіт для громадськості по моніторингу господарської діяльності і лісів високої природоохоронної цінності філії «Бродівське лісове господарство» ДП «Ліси України» за 2022 рік. Доступний з: <http://броди-ліс.укр/?p=3936>
 15. Ільків, І.С., Савчин, В.М., & Слижук, В.В. (2011). Особливості товарної структури модальних букняків Буковинських Карпат. *Науковий вісник НЛТУ України. Збірник науково-технічних праць, Вип. 21.16, 131 – 135.*
 16. 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.*
- 17.Краснов, В.П., & Зборовська, О.В. (2013). Вплив родючості ґрунту на продуктивність соснових деревостанів у різних типах лісорослинних умов Житомирського Полісся. *Агроекологічний журнал, № 4, 65 – 69.*
- 18.Лакида, І.П. (2013). *Біопродуктивність штучних соснових деревостанів міських лісів Києва та їх динаміка. Монографія.* Корсунь-Шевченківський: ФОП В.М. Гавришенко.
- 19.Лакида, П.І. (2002). *Фітомаса лісів України. Монографія.* Тернопіль: Збруч.
- 20.Лашенко, А.Г. (2004). *Продуктивність, фітомаса та депонований вуглець штучних дубових деревостанів Поділля.* (Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.03.02 лісовпорядкування та лісова таксація, Національний аграрний університет, Київ, Україна). Отриманий з <http://irbis-nbuv.gov.ua/ASUA/04LAGDDP>.
- 21.Лук'янець, В.А. & Познякова, С.І. (2010). Склад, продуктивність, товарна й сортиментна структура дубових деревостанів, що надходять до рубки головного користування. *Лісівництво і агролісомеліорація, Вип. 117, 192 – 198.*
- 22.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.*
- 23.Миклуш, С.І. (2011). *Рівнинні букові ліси України: продуктивність та*

- організація сталого господарства. Монографія.* Львів: ЗУКЦ.
24. Миклуш, С.І., Король, М.М., Миклуш, Ю.С., Гаврилюк, С.А., Троцюк, В.І., & Павлей, Ю.Ю. (2014). Форма та продуктивність старовікових ялинових деревостанів Горган. *Наукові праці Лісівничої академії наук України: збірник наукових праць, Вип. 12.*, 154-158.
 25. Площі пробні лісовпорядні. Метод закладання : СОУ 02.02-37-476:2006. [Чинний від 2007-05-01]. – К. : Мінагрополітики України, 2006. – 32 с.
 26. Про затвердження віків стиглості похідних ялинових деревостанів. Наказ Державного комітету лісового господарства України № 269 від 15.10.2009 року. Доступний з: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0995-09#Text>
 27. Синякевич, І.М. (2000). *Економіка лісокористування: Навчальний посібник.* Львів: ІЗМН.
 28. Строчинський, А.А., & Кашпор, С.М. (Ред.). (2010). *Нормативно-інформаційний довідник з лісової таксації.* Київ.
 29. 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.
 30. Туниця, Ю.Ю., & Богуслаєв, В.О. (Ред.). (2014). *Лісотехнічний термінологічний словник: український, російський, англійський.* Львів: Піраміда.
 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. Ammer, Ch. (2019) Diversity and forest productivity in a changing climate. *New Phytologist*. 221:50 – 66. doi: 10.1111/nph.15263.
 35. Brun, P., Zimmermann, N. E., Graham, C. H., Lavergne, S., Pellissier, L.,

- Münkemüller, T., & Thuiller, W. (2019). The productivity-biodiversity relationship varies across diversity dimensions. *Nature Communications*, 10(1), 5691. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-13678-1>
36. Cardinale, B. J., Duffy, J. E., Gonzalez, A., Hooper, D. U., Perrings, C., Venail, P., Narwani, A., Mac, E. G. M., Tilman, D., Wardle, D. A., Kinzig, A. P., Daily, G. C., Loreau, M., Grace, J. B., Larigauderie, A., Srivastava, D. S., & Naeem, S. (2012). Biodiversity loss and its impact on humanity. *Nature*, 486(7401), 59–67.
37. Crow, T. R., Dey, D. C., Riemenschneider, D. (2006). *Forest productivity: Producing goods and services for people. Gen. Tech. Rep. NC-246* (St. Paul, MN: USDA For. Serv., Nor. Cent. Res. Stat), 34 p.
38. FAO (2005) Global forest resource assessment: progress towards sustainable forest management. FAO Forestry Paper 147. FAO, Rome.
39. Fei, S., Jo, I., Guo, Q., Wardle, D. A., Fang, J., Chen, A., Oswald, C. M., & Brossmer, E. G. (2018). Impacts of climate on the biodiversity-productivity relationship in natural forests. *Nature Communications*, 9(1), 5436.
40. Hordijk, I. et al. (2023). Evenness mediates the global relationship between forest productivity and richness. *Journal of Ecology*, 6, 1308-1326. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.14098>
41. Keeling, H. C., & Phillips, O. L. (2007). The global relationship between forest productivity and biomass. *Glob. Ecol. Biogeog.* 16, 618–631. doi: 10.1111/j.1466-8238.2007.00314.x
42. Kurz, W. A., Dymond, C. C., White, T. M., Stinson, G., Shaw, C. H., Rampley, G. J., et al. (2009). CBM-CFS3: a model of carbon-dynamics in forestry and land-use change implementing IPCC standards. *Ecol. Model.* 220, 480–504. doi: 10.1016/j.ecolmodel.2008.10.018
43. Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change. (1997). Kyoto: FCCC/CP.
44. List of Pinus species (2024). Received October 15, 2024 from Wikipedia:

https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_Pinus_species

45. Morin, X., Fahse, L., Jactel, H. et al. (2018). Long-term response of forest productivity to climate change is mostly driven by change in tree species composition. *Sci Rep* 8, 5627. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-23763-y>
46. Nobis, M. P., Traiser, C., & Roth-Nebelsick, A. (2012). Latitudinal variation in morphological traits of the genus *Pinus* and its relation to environmental and phylogenetic signals. *Plant Ecology and Diversity*. DOI: [10.1080/17550874.2012.687501](https://doi.org/10.1080/17550874.2012.687501)
47. Norby, R. J., Warren, J. M., Iversen, C. M., Medlyn, B. E., McMurtriec, R. E. (2010). CO₂ enhancement of forest productivity constrained by limited nitrogen availability. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 107, 19368–19373. doi: 10.1073/pnas.1006463107
48. 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.
49. Van Bogaert, R., Gauthier, S., Raulier, F., Saucier, J. P., Boucher, D., Robitaille, A., et al. (2015). Exploring forest productivity at an early age after fire: a case study at the northern limit of commercial forests in Quebec. *Can. J. For. Res.* 45, 579–593. doi: 10.1139/cjfr-2014-0273
50. Zhang, Y., Chen, H. Y., & Reich, P. B. (2012). Forest productivity increases with evenness, species richness and trait variation: a global meta-analysis. *J. Ecol.* 100, 742–749. doi: 10.1111/j.1365-2745.2011.01944.x