

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
УКРАЇНИ

Навчально-науковий інститут лісового і садово-паркового господарства
Кафедра ботаніки, деревнознавства та недеревних ресурсів лісу

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
БАКАЛАВРА**

на тему: **Радіальний приріст сосни звичайної в умовах
свіжого дубово-соснового субору ДП "Старицький військовий
лігосп"**

Спеціальність 205 – Лісове господарство
(код і назва)

Освітньо-професійна програма 205.1 Лісове господарство
(код і назва)

Керівник кваліфікаційної роботи	 (підпис)	проф. д. с.-г. н. Осадчук Л.С. (посада, наук. ступінь, прізвище та ініціали)
Виконав ст. гр. ЛГ - 41	 (підпис)	Тучапєць Ю.А. (прізвище та ініціали)
Рецензент	 (підпис)	Заїка В.К. (прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

Навчально-науковий інститут лісового і садово-паркового господарства

Кафедра: ботаніки, деревинознавства і недеревних ресурсів лісу

Освітній ступінь бакалавр

Спеціальність: 205 – Лісове господарство

Освітньо-професійна програма: 205.1 Лісове господарство

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

д. с.-г. н., проф. Осадчук Л.С.

" 12 " 05 2023 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Тучапсець Юрій Андрійович

1. Тема роботи: Радіальний приріст сосни звичайної в умовах свіжого дубово-соснового субору ДП "Старицький військовий лісгосп"керівник проекту (роботи) Осадчук Леонід Семенович, д. с.-г. н., доцент

(прізвище, ім'я, (по батькові), науковий ступінь, місце роботи)

затверджені наказом вищого навчального закладу від 07 травня 2024 р. № С-309

2. Термін подання студентом роботи: 15.06.2024 р.3. Вихідні дані до роботи: 1. Матеріали лісовпорядкування ДП "Старичівський військовий лісгосп". 2. Матеріали польових досліджень. 3. Науково-технічна література.4. Зміст пояснювальної записки (розділи, які потрібно розробити): Вступ. 1. Аналіз стану питань і напрямів їх реалізації. 2. Програма, методика та об'єкти досліджень. 3. Радіальний приріст сосни звичайної в умовах свіжого дубово-соснового субору ДП "Старицький військовий лісгосп". Висновки. Список використаних джерел. Додатки.5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): Коротка характеристика лісівничо-таксаційної характеристики лісів ДП "Старицький військовий лісгосп". Лісівничо-таксаційна характеристика деревостанів на пробних площах. Опрацювання замірів річних радіальних приростів за допомогою програмного забезпечення TSAPWIN. Динаміка приросту ранньої та пізньої зони модельних деєрв сосни звичайної. Коефіцієнти кореляції між радіальним приростом та температурою повітря; Коефіцієнти кореляції між радіальним приростом та сумою опадів.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання:

12.05.23р

Керівник роботи


 (підпис)

Осадчук Л.С.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Номер п/п	Назва етапів дипломної роботи	Терміни виконання етапів роботи	Примітка
1	Вивчення наукової літератури	травень 2023 р.	
2	Підбір методики та об'єктів досліджень	червень серпень.	
3	Закладання пробних площ і проведення польових досліджень	липень-серпень 2023 р.	
4	Визначення радіального приросту деревини	вересень-грудень 2023 р.	
5	Камеральна обробка польових матеріалів	січень-березень 2024 р.	
6	Написання пояснювальної записки і оформлення графічних креслень	квітень-травень 2024 р.	

Студент


 (підпис)

Тучапець Ю.А.

Керівник роботи


 (підпис)

Осадчук Л.С.

Примітки:

Форму призначено для видачі завдання студенту на виконання дипломного проекту (роботи) і контролю за ходом роботи з боку кафедри і декана факультету.

Розробляється керівником дипломного проекту (роботи). Видається кафедрою.

Формат бланка А4 (210×297 мм), 2 сторінки.

УДК 630*561.24 (571.55)

Тучапець Ю.А. Радіальний приріст сосни звичайної в умовах свіжого дубово-соснового субору ДП "Старицький військовий лісгосп": Кваліфікаційна робота бакалавра. Львів : НЛТУ України, 2024. 47 с.

АНОТАЦІЯ

У кваліфікаційній роботі досліджено питання визначення приросту сосни звичайної за допомогою дендрохронологічних методів. Проведено аналітичний аналіз методів оцінки приросту деревини, встановлено основні лісівничо-таксаційні характеристики дерев та деревостанів на пробних ділянках, а також визначено особливості формування приросту під впливом кліматичних факторів.

Ключові слова: ріст, ширина річного приросту дендрохронологічний метод, кліматичні умови.

Табл. 5. Іл. 12. Бібліограф. 24.

Tuchapets Y. A. Radial growth of Scots pine in the conditions of the fresh oak-pine forest at the Starychi Military State Enterprise Forestry: Bachelor's Qualification Thesis. Lviv, UNFU, 2024. 47 p.

ABSTRACT

In the qualification work, the question of determining the growth of Scots pine with the help of dendrochronological methods was investigated. Analytical analysis of the methods of estimating wood growth was carried out, the main arboricultural and tax characteristics of trees and stands on test plots were established, and the peculiarities of the formation of growth under the influence of climatic factors were determined.

Key words: growth, width of annual increment, dendrochronological method, climatic conditions.

Table. 5. Fig. 12. Bibliograf. 24.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАНЬ І НАПРЯМІВ ЇХ РЕАЛІЗАЦІЇ	9
1.1. Стан вивчення питання встановлення радіального приросту деревини дендрохронологічними методами	9
1.2. Біологічні особливості сосни звичайної	12
1.3. Застосування деревини сосни звичайної	16
2. ПРОГРАМА, ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ.....	18
2.1. Програма дослідження.....	18
Програмою дослідження було передбачено вирішення наступних питань:	18
2.2. Методика дослідження	18
2.3. Лісівничо-таксаційна характеристика деревостанів на пробних площах	20
2.4. Коротка характеристика природніх умов ДП "Старицький військовий лісгосп"	22
2.5. Коротка характеристика лісівничо-таксаційної характеристики лісів ДП "Старицький військовий лісгосп"	23
3. РАДІАЛЬНИЙ ПРИРІСТ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ В УМОВАХ СВІЖОГО ДУБОВО-СОСНОВОГО СУБОРУ ДП "СТАРИЦЬКИЙ ВІЙСЬКОВИЙ ЛІСГОСП"	28
3.1. Динаміка приросту сосни звичайної в в умовах свіжого дубово- соснового субору ДП "Старицький військовий лісгосп"	28
3.2 Вплив кліматичних змін на радіальний приріст сосни звичайної.....	31
ВИСНОВКИ.....	35
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	37
ДОДАТКИ.....	40

ВСТУП

Завдяки своїм численним охоронним функціям і екосистемним послугам ліси вимагають особливої уваги з боку досліджень глобальних змін клімату і потребують деяких змін в управлінні лісами з урахуванням нових викликів. Сосна звичайна (*Pinus sylvestis* L.) є одним із найбільш розповсюджених з основних лісоутворюючих видів в Україні, росте у всіх регіонах, навіть у Карпатах, і має високу економічну та екологічну цінність. Через високу конкурентну спроможність і екологічну пластичність сосна домінує в багатьох лісистих регіонах. Однак є також деякі причини, зокрема, ураженість її верхівковим лубоїдом, внаслідок чого значні площі соснових деревостанів потребують проведення санітарних рубок.

Окрім цього, сосна звичайна дає високоякісну деревину, внаслідок інтенсивних рубок соснові ліси виснажуються з великою швидкістю. Таким чином, актуальними стають питання підвищення продуктивності та стійкості соснових деревостанів, їх раціонального використання. Для цього необхідно всебічне розгляд процесів формування деревини сосни.

Дослідження лісових деревостанів здебільшого зосереджено на рості та продуктивності дерев або стійкості до мінливих кліматичних умов, але лише рідко – на впливі умов росту деревних порід на якість деревини. Зокрема, досі незрозуміло, чи численні позитивні ефекти мішаних лісів позначаються на продуктивності лісів і чи це відбуваються за рахунок якості деревини.

Для виконання поставленого завдання бакалаврської кваліфікаційної роботи було досліджено наступні питання:

1. Здійснено літературних огляд джерел щодо визначення приросту деревини, його залежності від кліматичних чинників;
2. Встановлено основні лісівничо-таксаційні показники деревостанів на пробній площі;
3. Проведено відбір взірців деревини (кernів) з дерев на пробній площі;

4. Визначено величини радіальних приростів деревини та їх залежність статистичними методами для кількісної оцінки даних співвідношення між кільцями дерев і кліматом за допомогою кореляційного аналізу;

5. Здійснено перехресне датування приростів дерев для встановлення їх відповідності умовам росту.

Об'єкт і предмет дослідження. Для дослідження було взято дерева бука лісового.

Предметом дослідження було встановлення величини радіального приросту деревини дендрохронологічними методами у ДП "Старицький військовий лісгосп".

Нами були використані сучасні методи дослідження в лісівництві, таксації, дендрохронології із застосуванням та математико-статистичні методів.

Оцінка практичної значущості одержаних результатів. проведені дослідження можна використати для встановлення приросту деревини в умовах ДП "Старицький військовий лісгосп". Також отримані результати цього дослідження є практично значущими для впровадження раціонального використання лісових ресурсів. Вони можуть слугувати базою для розробки пропозицій щодо оптимізації використання соснової деревини у відповідності з вимогами якості та ефективності.

1. АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАНЬ І НАПРЯМІВ ЇХ РЕАЛІЗАЦІЇ

1.1. Стан вивчення питання встановлення радіального приросту деревини дендрохронологічними методами

Вивчення радіального приросту деревини є важливою складовою лісівничих досліджень, оскільки воно дозволяє оцінити продуктивність лісових екосистем, їх стійкість до змін клімату та інших зовнішніх факторів.

Сучасні дослідження радіального приросту деревини активно використовують міждисциплінарні підходи, поєднуючи дендрохронологічні методи з новітніми технологіями, такими як дистанційне зондування, аналіз супутникових знімків та геоінформаційні системи (ГІС). Це дозволяє отримувати більш точні і комплексні дані про стан лісів та їх динаміку.

Вивчення радіального приросту деревини є ключовим напрямком сучасного лісівництва та екології. Використання дендрохронологічних та дендрометричних методів у поєднанні з аналізом кліматичних факторів дозволяє отримати глибоке розуміння процесів, що відбуваються у лісових екосистемах та сприяє розробці ефективних стратегій управління лісовими ресурсами в умовах зміни клімату. Зміни радіального приросту дерев під впливом відмінностей природних і кліматичних умов широко використовуються в метеорології та лісознавстві та надають чудові можливості для вивчення дендроіндикаторів [20].

Довготермінові тенденції зміни приросту дерев дають уявлення про стан насаджень та напрямок продуктивного процесу формування запасів фітомаси. Рання та пізня деревина відображають умови різних проміжків вегетаційного періоду, неоднаково відгукуючись на зміну в навколишньому середовищі [21, 22]. Радіальне зростання особливо чутливе до змін температури повітря і вологості ґрунту [23].

В останні десятиліття дослідження деревних кілець відкрили цілу нову область кліматичних та інших екологічних реконструкцій у різних географічних і часових масштабах. Вони, як правило, підпадають під заголовок дендрохронології, хоча деякі люди залишають цей термін лише для використання кілець дерев у дослідженнях датування. Дендрохронологічне датування ґрунтується на тому факті, що в той час як кожна серія деревних кілець відображає особливості життєвої історії окремого дерева, чи виду, що ростуть одночасно на широких територіях, однаково реагують на погоду протягом окремого періоду росту, і, можливо, також до кондиціонування протягом попередніх сезонів.

Не всі види мають чітко виражені межі кілець, а ті, у яких вони відсутні, мало корисні для дендрохронології. Деякі види не тільки мають чіткі кільця, але можуть мати чіткі поділи всередині кілець, так що кільця можна розділити на «ранню деревину», яка утворюється навесні та на початку літа та «пізню деревину», яка формується впродовж літа та ранньої осені. У той час як у багатьох дослідженнях використовується все кільце, останніми роками багато хто зосередився на частині кільця, як правило, на пізній деревині, яка зазвичай більш незалежна від впливу попереднього зростання у своїх варіаціях. Більшість дендрохронологічних робіт було виконано в помірних зонах, хоча використовувалися деякі тропічні дерева [23].

Що стосується історичної деревини, то зразки деревини, отриманої з деревини, що збереглася природним шляхом, наприклад, із річкового гравію, торф'яних болот і подібних середовищ, зазвичай мають форму поперечних розрізів, вирізаних із залишків стовбура. Історичну деревину в таких ситуаціях, як стоячі будівлі, зазвичай обрізають по радіусу стовбура. Однак багато досліджень, наведених нижче, залежать від зразків живих або нещодавно зрубаних дерев. Зразки живих дерев можна взяти шляхом вилучення радіальних кернів, як правило, діаметром близько 5 мм, взятих за

допомогою спеціально розроблених ручних бурів. Дерево «компаратменталізує» рану, закриваючи її від решти живої тканини, і будь-яке пошкодження дерева, як правило, мінімальне.

Наприкінці 1960-х і в 1970-х роках розвиток радіовуглецевого датування та усвідомлення того, що утворення радіовуглецю в атмосфері не було постійним у часі, спонукало кілька лабораторій спробувати побудувати довгі (багатотисячолітні) хронології деревних кілець. Вони надали зразки деревини відомого календарного віку, за допомогою яких можна було досліджувати зміни рівнів радіоактивного вуглецю в часі, а потім відкалібрувати часову шкалу радіоактивного вуглецю. Це зробило можливим «переміщення», яке за відповідних обставин може забезпечити більш точні радіовуглецеві дати.

Під час побудови хронології було помічено, що деякі періоди мали рідкісні залишки деревини, які, як вважалося, відображали зміни навколишнього середовища, або в інтенсивності росту дерев, або в умовах, які сприяють збереженню деревини. Коли стало доступно кілька довгих хронологій, було помічено, що певні періоди показали загальні реакції зростання на широких географічних територіях. Наприклад, в ірландських болотних дубах спостерігалось зниження росту дуба, яке тривало приблизно десятиліття після 1628 року до нашої ери. Пізніше було виявлено, що це відбувається одночасно з дубами, що ростуть у північній Англії та північній Німеччині.

Це десятиліття показало найнижчі темпи зростання за багато століть у кожній місцевості, і, отже, повинно відображати значний кліматичний фактор. Було висловлено припущення, що найбільш ймовірним кандидатом на цей конкретний період скорочення зростання було виверження вулкана Санторіні (Тера), яке часто пов'язували зі змінами в мінойській цивілізації. Прийняття цього як датування тієї конкретної події було суперечливим, але

навіть якщо деякі не змогли прийняти цю гіпотезу, якийсь головний фактор мав відповідати за спостережувану реакцію.

Під час швидкого розвитку дендрохронології наприкінці двадцятого століття багато досліджень зосереджувалися на датуванні окремих подій, таких як виверження вулканів, землетруси, зсуви, лавини, лісові пожежі, повені, сильні морози тощо, надаючи важливу довідкову інформацію про частоту та інтенсивність цих явищ і в багатьох випадках наведення їх перших календарних дат. Ці події можуть бути представлені в серії деревних кілець раптовими змінами швидкості росту, шрамами або аномальними клітинами.

Довгострокові варіації та темпи змін для таких явищ, як зміни течії річки, зміни рівня озера, проникнення солоної води, зміни в океанських течіях у часі (на карті датування коряг), просування та відступ льодовика (відображено в стовбурах скам'янілостей зі сторін долини), швидкість ерозії, вирубка лісів людиною тощо були об'єктами дендрохронологічного дослідження. Було виявлено, що періоди будівництва доісторичних поселень на березі озера збігаються в районах Центральної Європи, можливо, відображаючи моделі міграції у відповідь на кліматичні зміни.

1.2. Біологічні особливості сосни звичайної

Сосна звичайна являє собою дерево першої величини, що досягає висоти 20-45 м і діаметра до 100 см і більше. Окремі екземпляри даного виду доживають до 400-500 і більше років. Коренева система сосни звичайної потужна, із стрижневим коренем та багатьма горизонтальними та косовертикальними розгалуженнями [10]. Крона спочатку конусоподібна, а в зрілому віці – яйцеподібна або округла. Сосна звичайна в деревостанах формує стрункий, високо очищений від гілок стовбур. У верхній частині стовбура кора жовта, оранжева або світло-коричнева, в нижній – бурувато-сіра глибокими тріщинами [9, 8].

Бруньки мають червоно-буре забарвлення і розміщуються групами на кінцях пагонів. Сірувато-зелені шпильки, довжиною від 1 до 10 см (в основному – 5-7 см), зібрані в пучки по дві хвоїнки. Життя хвої триває, в основному, 3 роки, хоча іноді воно може тривати впродовж 5–7 років і більше. Дерева сосни за репродуктивними органами є однодомними, але їх поділяють на більш чоловічі або більш жіночі. Пилкування в сосни триває 7-10 днів, однак окремі дерева мають індивідуальні відхилення – починають пилити на 3–5 днів раніше або пізніше [13].

Чоловічі мікростробіли (колоски) – яйцеподібні, довжиною 5-7 мм жовті, рідше – червонуваті (пурпурові). Вони формуються біля основи приростів поточного року на кілька днів раніше, ніж жіночі стробіли. Тичинки лускоподібні, мають по два пиляки. У насадженнях сосни звичайної, як правило, переважає жовтопилякова форма, червонопилякова форма зустрічається дуже рідко. При сприятливій весняній погоді в період пилкування сосни звичайної, головна роль в продукуванні пилку належить жовтопиляковій формі, а в холодну весну доброякісний пилок забезпечують червонопилякові форми дерев. Оскільки червонопилякова форма більш холодостійка, тому пилконосить на 2-3 дні раніше, і пилок її проростає при більш низьких температурах [19].

Пилок розлітається на відстань 1–5 км завдяки наявності двох повітряних мішечків. Зокрема, відомо, що 91 % пилку сосни звичайної випадає на відстані більше 60 м від батьківського дерева. Початок вильоту пилку в більшості регіонів України, приходить, як правило, на останні дні першої декади травня. Після закінчення пилконошення мікростробіли всихають і опадають.

Жіночі мегастробіли – шишечки (5–6 мм) червонуватого кольору, з'являються на закінченнях молодих пагонів поточного року по 1–3, іноді – більше. Запилення відбувається за допомогою вітру. До закінчення вегетаційного періоду запилені макростробіли збільшуються приблизно в два

рази, перетворюючись у зелені шишечки. Навесні наступного року вони починають рости, в них відбувається запліднення яйцеклітин, а до осені – визрівають насінини [19].

Розміри шишок сосни неоднакові, вони змінюються в межах 2,5-7,6 см. Дозрілі шишки довгасті, яйцеподібні, коричневі, бурувато-сірі, часто з зеленим відтінком. Їхні насінні луски дерев'янисті, на кінцях потовщені в ромбічної форми щиток (апофіз) з виступом посередині. Характерною ознакою є форма апофіз лусок шишок: гладкі, у вигляді пірамідок і у вигляді гачка [13]. Різні комбінації цих ознак характерні для певних екотипів. Багато авторів оцінюють перспективні форми та екотипи сосни звичайної по їх здатності до насінноношення. Зокрема, в природних умовах і дослідних культурах вивчають, масу 1000 насінин сосни звичайної, яка змінюється від 5-6 до 8-9 г, а іноді до 10-12 г. Результати вивчення селекційного значення величини насіння сосни свідчать про те, що величина її насіння дещо позитивно позначається на рості сіянців в перші роки життя і не впливає на стійкість і продуктивність культур в майбутньому [7, 13].

Навесні наступного року, коли розкриваються насінні луски, насіння висипається з шишок. До насінин прикріплені крилатки, з допомогою яких насіння розлітається від материнського дерева. Насіння сосни звичайної дуже відрізняється за кольором (чорне, коричневе, рябе, біле тощо). Без крилатки воно має довжину від 3 до 5 мм. Крилатка в 3-4 рази довша за насінину. Маса 1000 насінин, залежно від ґрунтово-кліматичних умов, змінюється від 3 до 13 г (в середньому становить 5-7 г). Як правило, маса насіння збільшується при просуванні з півночі на південь [4].

Сосна звичайна починає насінноносити в 10-15 років, коли росте поодинокі, а в насадженнях – з 20-40 років [1]. Однак відомо, що нормально розвинені шишки формуються вже в 7-8-річних зімкнених культурах. У сосни звичайної зустрічаються лічені морфологічні форми, які розрізняють за кронами, шпильками, шишечками та ін. Більше господарське значення надають

соснам із вузькою конусоподібною і пірамідальною кроною, які стійкіші до сніголамів [19]. Крім згаданих форм зустрічаються й інші форми крони: колоновидна, вузько-пірамідальна, плакуча, кілька карликових форм та інші, всього від 20 до 30 форм, які успадковують дану особливість [13]. Високим є рівень мінливості та спадковості дерев сосни за формою і якістю стовбурів. Численні також форми сосни звичайної, що мають різну за кольором і будовою кору. Кора стовбура змінює свій колір від світло-жовтого до червонувато-коричневого і сірого. Кору в нижній частині стовбура за будовою поділяють на пластинчатокорі, лускокорі, гребінчасті, а також з корою, що відшаровується [14]. Велика кількість форм виділена в сосни звичайної за морфолого-анатомічними ознаками хвої. За П. І. Молотковим, довжина хвої зменшується від 60 мм і більше до 30–45 мм у напрямку з півдня на північ та із збільшенням висоти над рівнем моря [13]. Однак розміри шпильок лише на великих площах можуть мати діагностичне значення, оскільки шпилькам властива дуже велика ендогенна і внутрішньопопуляційна мінливість. Діагностичну роль може відіграти така ознака, як розміщення смоляних каналів у тканині шпильок [15].

Врожайні для сосни звичайної роки в умовах України повторюються через кожні 2–4 роки, а неврожайні спостерігаються дуже рідко [4, 12]. Насіння має високу схожість (близько 90 %) і зберігає її протягом кількох років. Сосна в сприятливих ґрунтово-кліматичних умовах відзначається значною швидкорослістю. Вона має надзвичайно пластичну кореневу систему, характеризується високою холодо- і посухостійкістю, світлолюбністю, невибагливістю до ґрунтових умов. Росте на ґрунтах різного складу і зволоженості – від підзолистих ґрунтів легкого механічного складу до бурих чорноземних ґрунтів, боліт і кам'янистих розсипів. Здатна формувати достатньо високопродуктивні насадження навіть на найбідніших ґрунтах.

1.3. Застосування деревини сосни звичайної

Сосна звичайна є дуже цінний вид для лісового господарства, оскільки вона може рости в дуже різних середовищах. Сосна звичайна є однією з найбільш комерційно важливих порід дерев, особливо в північній Європі. Використовується для виробництва целюлози та пиломатеріалів (будівель, конструкцій, меблів тощо). Деревина легко піддається обробці і є однією з найміцніших хвойних порід. Ця сосна є піонерним видом і росте на бідних ґрунтах; тому його також висаджують для меліоративних і протиерозійних цілей і як вітрозахисний захист.

Сосна звичайна часто використовується в дендрохронології, вивченні річних кілець дерев, оскільки вона відносно довго живе і часто росте в маргінальних умовах, де невеликі коливання температури та/або вологи можуть мати помітний вплив на її ріст і розмір кільця. .

З сосни звичайної добувають смолу для виробництва живиці та скипидару. Цей продукт традиційно використовується як віск для деревини та мотузок, щоб захистити їх від несприятливих умов, для захисту від атмосферних впливів або для покращення зчеплення (наприклад, наноситься на ручки бейсбольних бит або лиж у скандинавському стилі). Нині цей дьоготь замінили синтетичними продуктами, які легше виробляти промисловим шляхом.

Сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.) використовуються в деревній та деревообробній промисловості для широкого спектру застосування з доданою вартістю. Експлуатаційні характеристики деревини сосни звичайної широко вивчені та добре відомі. Ця деревина широко використовується в будівництві для виготовлення конструкційних матеріалів, кріплень, щитів для опалубки; для внутрішнього оздоблення житлових і громадських будівель; для виробництва меблів, підлогових покриттів, панелей і столярних виробів; при будівництві залізничних колій і в гірничій справі; в хіміко-фармацевтичній промисловості; в суднобудуванні та авіабудуванні. Широке

застосування деревини сосни звичайної зумовлено також її фізико-механічними, технологічними, експлуатаційними та естетичними якостями. Це є відносно легкий і має високі показники міцності. Деревина легко обробляється і є дуже міцною.

2. ПРОГРАМА, ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Програма дослідження

Програмою дослідження було передбачено вирішення наступних питань:

- здійснити огляд літературних джерел щодо визначення приросту деревини, його залежності від кліматичних чинників;
- встановити основні лісівничо-таксаційні показники деревостанів на пробній площі;
- провести відбір взірців деревини (кернів) з дерев на пробній площі;
- визначити величини радіальних приростів деревини та їх залежність статистичними методами для кількісної оцінки даних співвідношення між кільцями дерев і кліматом за допомогою кореляційного аналізу;
- здійснити перехресне датування приростів дерев для встановлення їх відповідності умовам росту.

2.2. Методика дослідження

Основні методи, що застосовуються для встановлення величини радіального приросту, включають дендрохронологічні та дендрометричні методи.

Дендрохронологічний дозволяє отримати точні дані про радіальний приріст впродовж всього росту дерева. Дендрохронологічні дослідження включають:

- відбір кернів спеціальними інструментами (бурами) для відбору керни з дерев, які містять річні кільця. Після цього, керни обробляють та аналізують під мікроскопом для визначення ширини річних кілець. На основі зібраної інформації створюють хронології приросту, які дозволяють спів

ставити дані з різних дерев та встановити вплив кліматичних факторів на приріст.

Дендрометрія включає вимірювання різних параметрів дерев і деревостанів для визначення їх об'єму і приросту. Основні параметри, що вимірюються, включають діаметр на висоті грудей, висоту дерев, об'єм стовбура тощо. Ці дані дозволяють оцінити як поточний стан деревостанів, так і їх динаміку росту. Статистична обробка отриманих даних для визначення середніх показників приросту та їх варіацій дозволяє встановити особливості росту дерев.

Отримані дані замірів річних приростів опрацьовували за допомогою програмного забезпечення TSAPWIN (рис. 2.1).

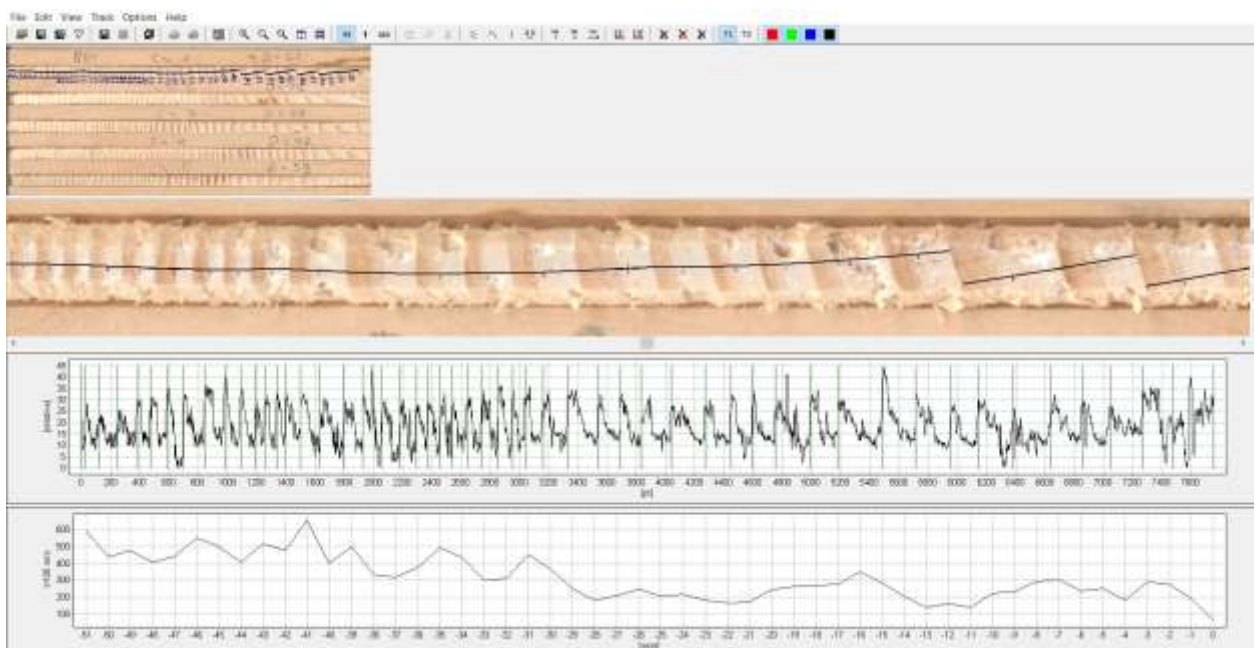


Рис. 2.1. Опрацювання замірів річних радіальних приростів за допомогою програмного забезпечення TSAPWIN

2.3. Лісівничо-таксаційна характеристика деревостанів на пробних площах

Пробні площі закладали з метою визначення радіального приросту деревини сосни звичайної, у найбільш типових насадженнях, свіжому дубовому суборі. Дослідження проводилися на двох пробних площах у Майданському лісництві. Середні таксаційні показники деревостанів вивчались за загальноприйнятими в лісовій таксації методами. Основні лісівничо-таксаційні показники деревостанів на пробних площах наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1.

Лісівничо-таксаційні показники деревостанів на пробних площах у Майданському лісництві

Пробна площа	Квартал, відділ	Площа, га	Склад насадження	Тип лісу	Вік, років	Бонітет	Повнота	Середній діаметр, см	Середня висота, м
1	52/1	0,2	9Сз1Дз+Бкл	В ₂ -дС	92	Ia	0,7	34,5	27,5
2	5/22	4,5	9Сз1Бкл	В ₂ -дС	90	Ia	0,65	36,2	28,6

Лісівничо-таксаційні показники деревостанів на пробних площах встановлювали за загальноприйнятими у таксації методами [6].



Рис. 2.1. Проведення замірів діаметру дерев



Рис. 2.2. Відбір кернів для встановлення радіальних приростів

2.4. Коротка характеристика природніх умов ДП "Старицький військовий лісгосп"

ДП "Старицький військовий лісгосп" розташований в західній частині Львівської області на території Яворівського, адміністративного району.

Поштова адреса: Львівська обл. Яворівський район с. Старичі. Адміністративно-організаційна структура та загальна площа лісгоспу наведені в табл. 2.1.

До складу ДП "Старицький військовий лісгосп" входять Верблянське, Старицьке, Майданське лісництва, а також цех переробки деревини і нижній склад із залізничними коліями, гараж автотракторної техніки. Лісові насадження поділено на 6 майстерських ділянок і 28 лісових обходів.

Таблиця 2.1

Адміністративно-організаційна структура та загальна площа ДП "Старицький військовий лісгосп"

Найменування лісництв, і місцезнаходження контор :	Адміністративний район	Загальна площа, га
Верблянське військове лісництво, кв.53	Яворівський	4699
Старичське військове лісництво, кв. 51	Яворівський	4918
Майданське військове лісництво, кв.55	Яворівський	4157
Нижній склад	Яворівський	
Лісопильний цех	Яворівський	
Всього по лісгоспу :		13774

Старицький військовий лісгосп був організований в 1948 році. Згідно наказу по державному підприємству Івано-Франківського ЛПК МО України від 17 серпня 1995 р. № Р-196-в на базі лісництва був створений Старицький військовий лісгосп з розподілом його на три лісництва: Верблянське, Старицьке і Майданське.

Згідно лісорослинному районуванню більша частина території лісгоспу відноситься до Ростоцького округу Немирово-Магерівського району букових, дубово-соснових і буково-соснових лісів. Клімат району розташування лісгоспу помірно-континентальний, вологий.

Розточчя являє собою гряди підвищень, порізану балками і заболоченими долинами рік. В межах лісгоспу перевищення між мінімальними і максимальними відмітками досягає 100-170 м, а абсолютні висоти - 400 м над рівнем моря. Схили підвищень і балок досягають крутизни 15-20. Тому рельєф даної території можна охарактеризувати як крупно-горбистий, лісові масиви якого порізані балками і ярами.

Найбільш поширеним типом ґрунту являється дерново-слабопідзолисті ґрунти як правило, супісчані і легкосупісчані або глинисто-пісчаного механічного складу на флювіо-гляціальних відкладах.

Територія лісгоспу відноситься до басейну ріки Дністер. За ступенем вологості більша частина ґрунтів відноситься до категорії свіжих. На долю земель з надмірним зволоженням приходиться 4,9% площі, вкритих лісовою рослинністю земель. Болота займають площу 256 га.

2.5. Коротка характеристика лісівничо-таксаційної характеристики лісів ДП "Старицький військовий лісгосп"

Господарська діяльність ДП "Старицький військовий лісгосп" спрямована на послідовне планомірне розширення використання і

відновлення лісових ресурсів, підвищення якісного складу і продуктивності лісів. Розподіл загальної площі лісгоспу за категоріями лісових ділянок свідчить що майже 90% площі зайнято лісовими ділянками (рис.2.3).

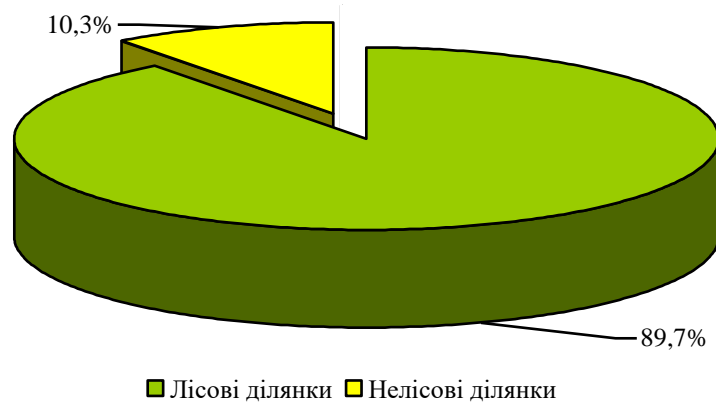


Рис. 2.3. Розподіл загальної площі лісгоспу за категоріями лісових ділянок

Розподіл лісів за категоріями захисності свідчить (рис. 2.4), що найбільшу площу займають експлуатаційні ліси (70,9%) та ліси природоохоронного, наукового, історичного та історико-культурного призначення (23,8%).

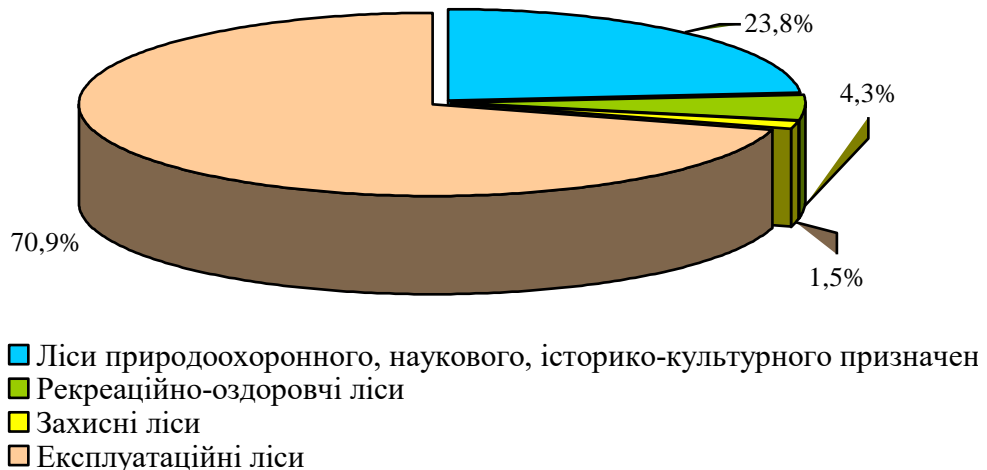


Рис. 2.4. Розподіл лісів за категоріями захисності

Важливе значення у лісовому господарстві мають насадження природного походження, які є більш стійкими до несприятливих чинників і потребують інтенсивних рубок догляду. Частка насаджень природного походження у лісгоспі є високою (72,3%) (рис. 2.5). А насаджень штучного походження розповсюджені на 19,4 % відсотках площі підприємства. Інші категорії земель, такі як зруби, незімкнуті культури, галявини та біогалявини, рідколісся та лісові дороги займають незначну площу.



Рис. 2.5. Розподіл лісів за категоріями земель

Деревостани підприємства характеризуються високими класами бонітету, так насадження класів бонітету Іа та І разом займають 77 % від загальної площі.

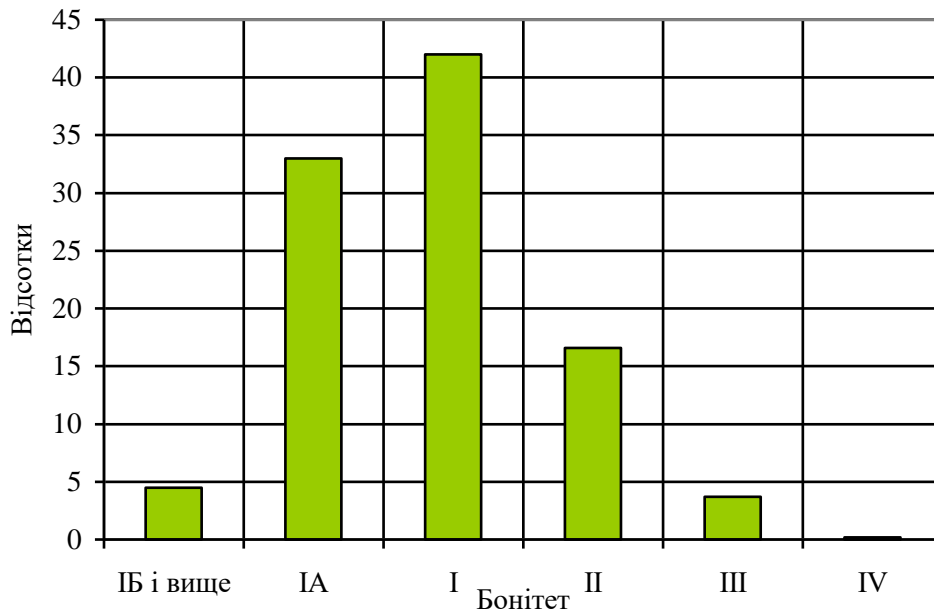


Рис. 2.6. Розподіл площі вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок за класами бонітету

Таким чином, можна стверджувати, що показники лісівничих та таксаційних показників насаджень лісгоспу вказують на високу інтенсивність ведення лісового господарства.

Технічне і транспортне забезпечення недостатнє для виконання всіх лісгосподарських робіт. Ступінь забезпечення транспортними засобами становить 75%.



Рис. 2.7. Лісові масиви ДП "Старицький військовий лігосп"

Крім задоволення потреб в деревині і продукції побічних лісових користувань, лісові насадження підприємства мають важливе природоохоронне і рекреаційне значення.

3. РАДІАЛЬНИЙ ПРИРІСТ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ В УМОВАХ СВІЖОГО ДУБОВО-СОСНОВОГО СУБОРУ ДП "СТАРИЦЬКИЙ ВІЙСЬКОВИЙ ЛІСГОСП"

3.1. Динаміка приросту сосни звичайної в умовах свіжого дубово-соснового субору ДП "Старицький військовий лісгосп"

У помірному кліматі щороку всі деревні породи утворюють річне кільце, що свідчить про їхній річний приріст. Однак, у певні роки несприятливі умови, такі як тимчасові посухи, весняні заморозки, поїдання листя комахами та інтенсивні викиди забруднюючих речовин в атмосферу, можуть негативно впливати на ріст дерев. Під час вегетаційного періоду ці стресові фактори здатні призвести до утворення всередині річного кільця одного або кількох шарів з дрібних та темних клітин, які складаються з пізньої деревини.

Такі шари, схожі на справжні кільця, отримали назву "хибні кільця". Хибні кільця створюють ілюзію додаткових річних приростів, тому річні кільця, які містять такі шари, називають множинними. Наявність хибних кілець значно ускладнює процеси вимірювання та датування річних кілець, що є важливим для дендрохронологічних досліджень.

Множинні річні кільця з хибними кільцями ускладнюють точне визначення віку дерев, а також аналіз історичних кліматичних умов та інших екологічних факторів, які впливали на ріст дерев у минулому. Це потребує додаткових методів аналізу та перевірок для коректного тлумачення дендрохронологічних даних, що є важливим для розуміння екосистемних процесів та змін клімату.

У свіжих дубово-соснових суборах соснові деревостани мають сприятливі умови для росту і розвитку завдяки оптимальному вологісному та

трофному режиму ґрунту. Ці умови сприяють високому радіальному приросту річного шару як у ранньому, так і в стиглому віці сосни.

Однак, приріст соснових деревостанів також значною мірою залежить від температурного режиму та кількості опадів у конкретному році. Аналіз даних із пробних площ показує, що в роки з високою кількістю опадів спостерігається значна амплітуда та висока синхронність приростів сосни. Це свідчить про те, що сприятливі гідротермічні умови позитивно впливають на інтенсивність приросту дерев.

Таким чином, хоча основні фактори, такі як тип ґрунту та його властивості, забезпечують базові сприятливі умови для росту соснових деревостанів, варіації у кліматичних умовах, зокрема вологість і температура, відіграють вирішальну роль у визначенні річного приросту деревини. Ці висновки мають важливе значення для лісогосподарського планування та управління, дозволяючи прогнозувати можливі зміни у прирості дерев у відповідь на зміну кліматичних умов.

Так на ПП1 у типі лісу В₃-гдС у роки 1950, 1957, 1961, 1965, 1969, 1974, 1978, 1988-1990, 1997, 2006-07, 2018 спостерігали високі річні прирости. У роки 1950-52, 1958, 1962-64, 1967, 1971, 1976, 1980-86, 1996, 1999-2000, 2003, 20012-15 навпаки, приріст деревини мав низькі амплітуди.

Величина радіального приросту є відмінною у різних дерев (рис. 3.1). Середній радіальний приріст у різних за діаметром дерев коливається в межах 3,08-3,20 мм, а в цілому для всіх хронологій сосни становить 3,16 мм.

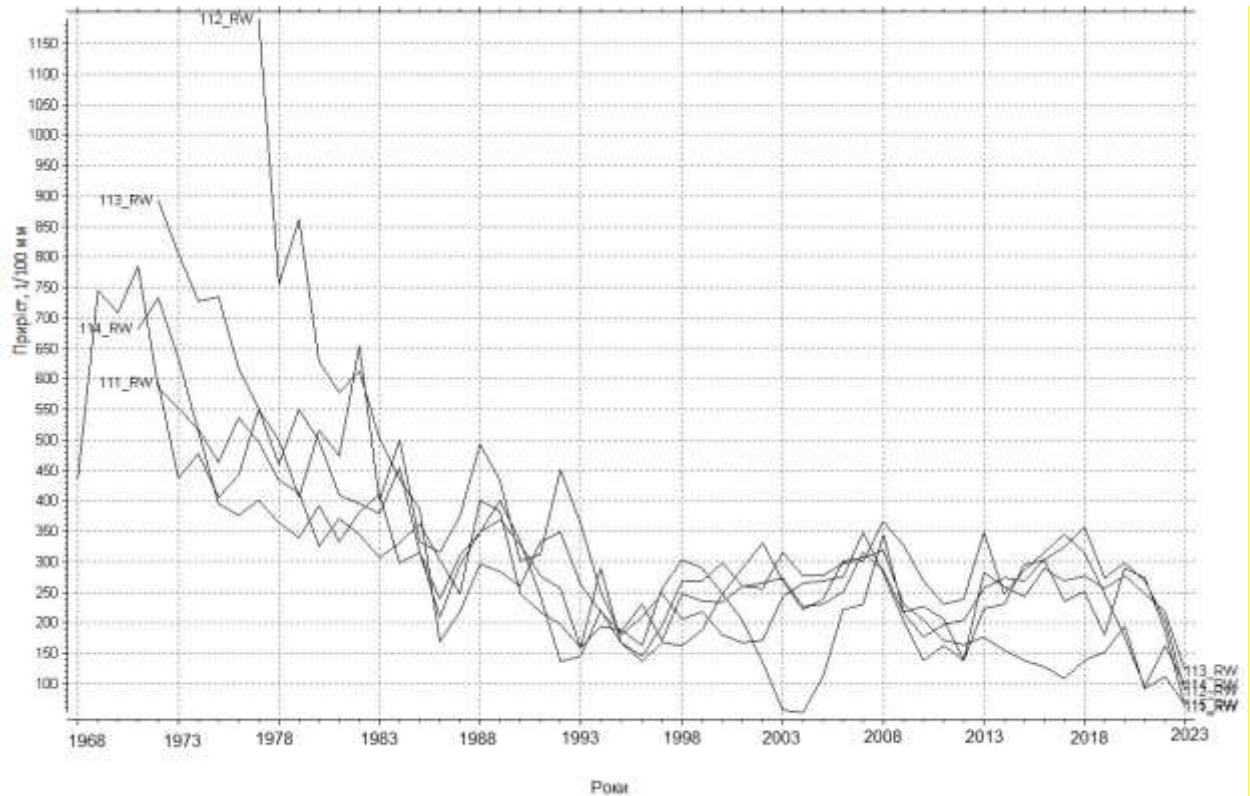


Рис.3.1. Динаміка радіального приросту річного кільця сосни звичайної в період 1969-2023 рр.

Радіальний річний приріст модельних дерев у цьому типі лісу значною мірою залежить від специфічних умов кожного року. Вплив вологісного та температурного режиму однаково відчувається на всі дерева у межах пробної площі, що призводить до майже синхронних коливань приросту.

Ці спостереження підтверджують високу чутливість дерев до зміни вологісного режиму у типі лісу В₂-дС. Відповідно, варіації у кліматичних умовах можуть значно впливати на приріст дерев, що має важливе значення для прогнозування росту лісових насаджень та адаптації лісгосподарських практик до змін клімату.

Варто відзначити, що дерева сосни мають тісну взаємозалежність між шириною річного приросту і ранньої ($r=0.84-0.98$) та пізньої ($r=0.67-0.77$) зон річного шару. Слід відзначити, що більшої тісноти зв'язок спостерігали для ранньої зони річного шару.

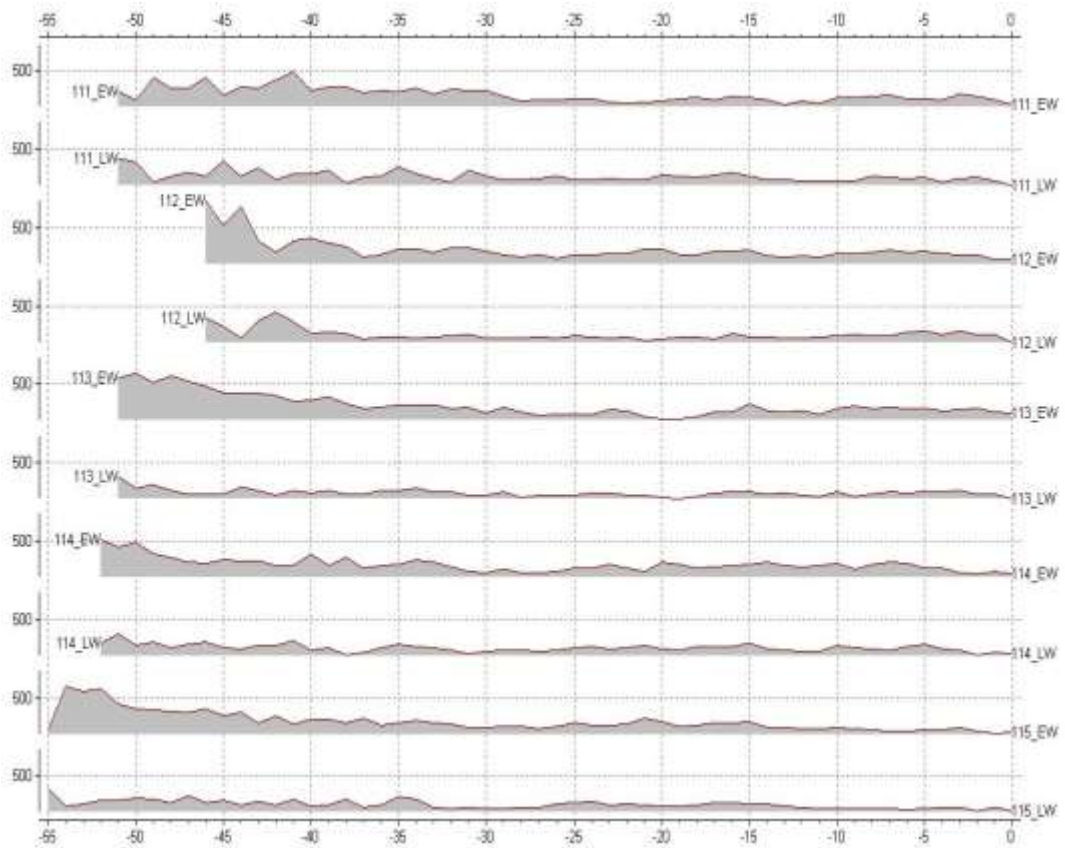


Рис. 3.2. Динаміка приросту ранньої (EW) та пізньої зони (LW) модельних деєрв сосни звичайної

Багаторічна мінливість раннього та пізнього приростів деревини подібна з багаторічною мінливістю річних кілець загалом. Слід зауважити, що кількісна оцінка ступеня подібності дендрошкал складна.

3.2 Вплив кліматичних змін на радіальний приріст сосни звичайної

Сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.) займає домінуюче положення в більш ніж половині європейських лісів, а також в Україні [24]. Вона вважається одним із видів дерев, які найбільше постраждали від зміни клімату в останні роки. Соснові насадження значно страждають від кліматичних коливань, що проявляється в незбалансованому розподілі вологого та сухого періодів. Це має прямий негативний вплив на фотосинтетичну активність сосен, їх камбіальний ріст і загальну стійкість

проти короїдів, грибкових збудників тощо. Посушливі періоди також підвищують ризик виникнення лісових пожеж у соснових лісах. Вразливість до різних порушень, ймовірно, зростає у чистих соснових лісових насадженнях.

Коефіцієнти кореляції між середньою хронологією та кліматичними змінними (середньомісячна температура повітря, а також місячна кількість опадів) показані на рис. 3.3, 3.4.

Радіальний приріст деревини значною мірою залежить від кліматичних умов, зокрема, температури, кількості опадів та інших кліматичні фактори що впливають на швидкість приросту дерев. Для визначення впливу цих чинників на ріс дерева необхідно співставити хронології приросту з кліматичними даними для виявлення кореляцій.

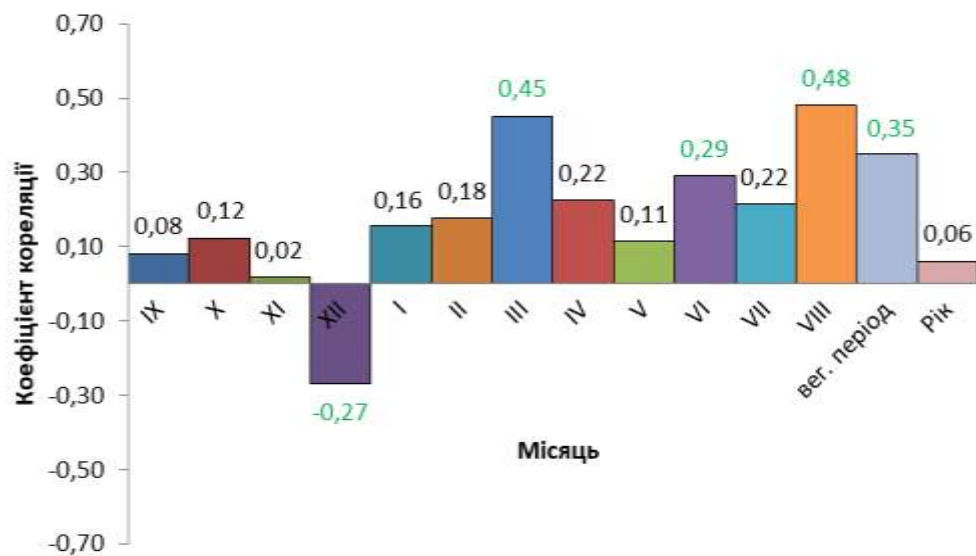


Рис. 3.3. Коефіцієнти кореляції між радіальним приростом та середньою температурою повітря

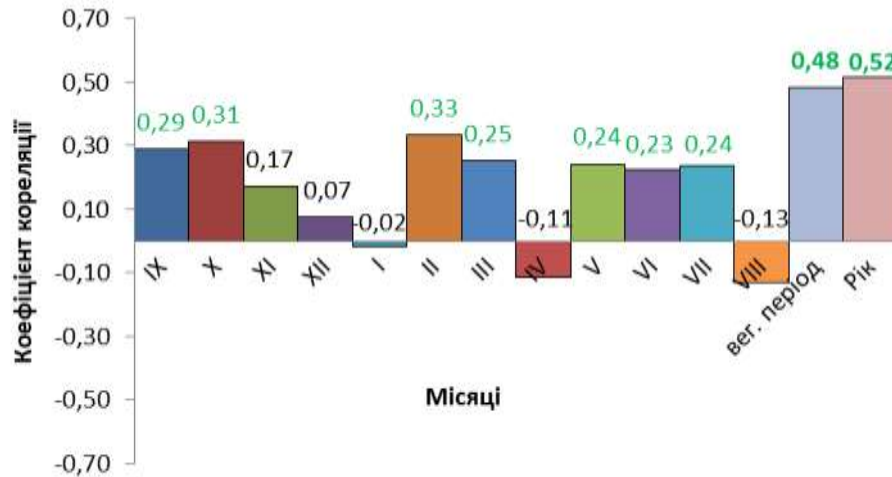


Рис. 3.4. Коефіцієнти кореляції між радіальним приростом та сумою опадів

Що стосується впливу середньої температури на радіальний ріст, було виявлено помірний та слабкий зв'язок з температурою повітря. Коефіцієнти кореляції для середньої температури були значимі та позитивними у березні та серпні ($r=0,45$, та $r=0,48$ відповідно; $t_{\phi} > t_{05}$), а також за вегетаційний період в цілому ($r=0,35$; $t_{\phi} > t_{05}$). У грудні минулого року температура мала негативний вплив на радіальний приріст ($r= -0,27$; $t_{\phi} > t_{05}$).

Вплив опадів на радіальний ріст сосни звичайної в умовах свіжого дубово-соснового субору є позитивним. Кореляційний зв'язок був прямолінійний у вересні-грудні попереднього року. Однак достовірними він виявився у вересні ($r=0,29$; $t_{\phi} > t_{05}$) та жовтні ($r=0,31$; $t_{\phi} > t_{05}$). У поточному році позитивний достовірний вплив на радіальний приріст мали опади за лютий, березень, а також травень-липень ($r=0,23-0,33$; $t_{\phi} > t_{05}$). В цілому за вегетаційний період опади мали помірний ($r=0,48$; $t_{\phi} > t_{05}$), а за рік – середній зв'язок ($r=0,52$; $t_{\phi} > t_{05}$).

Таким чином, на основі кліматичних даних метеорологічної можна констатувати, що сосна звичайна в умовах свіжого дубово-соснового субору перебуває під впливом клімату, і дефіциту вологи в літні місяці немає. На

підставі проведеного дендрокліматологічного аналізу видно, що перед початком вегетаційного періоду грудневі опади попереднього вегетаційного року та температури березня поточного вегетаційного року позитивно впливають на вторинний ріст сосни звичайної в цьому деревостані.

ВИСНОВКИ

Господарська діяльність ДП "Старицький військовий лісгосп" спрямована на послідовне планомірне розширення використання і відновлення лісових ресурсів, підвищення якісного складу і продуктивності лісів.

Розподіл загальної площі лісгоспу за категоріями лісових ділянок свідчить що майже 90% площі зайнято лісовими ділянками. Розподіл лісів за категоріями захисності свідчить, що найбільшу площу займають експлуатаційні ліси (70,9%) та ліси природоохоронного, наукового, історичного та історико-культурного призначення (23,8%). Частка насаджень природного походження у лісгоспі є високою (72,3%)

Деревостани підприємства характеризуються високими класами бонітету, так насадження класів бонітету Ia та I разом займають 77 % від загальної площі.

У типі лісу В₂-дС у роки 1950, 1957, 1961, 1965, 1969, 1974, 1978, 1988-1990, 1997, 2006-07, 2018 спостерігали високі річні прирости. У роки 1950-52, 1958, 1962-64, 1967, 1971, 1976, 1980-86, 1996, 1999-2000, 2003, 20012-15 навпаки, приріст деревини мав низькі амплітуди. Середній радіальний приріст у різних за діаметром дерев коливається в межах 3,08-3, 20 мм, а в цілому для всіх хронологій сосни становить 3,16 мм.

Варто відзначити, що дерева сосни мають тісну взаємозалежність між шириною річного приросту і ранньої ($r=0.84-0.98$) та пізньої ($r=0.67-0.77$) зон річного шару. Слід відзначити, що більшої тісноти зв'язок спостерігали для ранньої зони річного шару.

Виявлено помірний та слабкий зв'язок приросту деревини з температурою повітря. Коефіцієнти кореляції для середньої температури були значимі та позитивними у березні та серпні ($r=0,45$, та $r=0,48$ відповідно; $t_{\phi} > t_{05}$), а також за вегетаційний період в цілому ($r=0,35$; $t_{\phi} > t_{05}$). У

грудні минулого року температура мала негативний вплив на радіальний приріст ($r = -0,27$; $t_{\phi} > t_{05}$).

Вплив опадів на радіальний ріст сосни звичайної в умовах свіжого дубово-соснового субору є позитивним. Кореляційний зв'язок був прямолінійний у вересні-грудні попереднього року. У поточному році позитивний достовірний вплив на радіальний приріст мали опади за лютий, березень, а також травень-липень ($r = 0,23-0,33$; $t_{\phi} > t_{05}$). В цілому за вегетаційний період опади мали помірний ($r = 0,48$; $t_{\phi} > t_{05}$), а за рік – середній зв'язок ($r = 0,52$; $t_{\phi} > t_{05}$).

Таким чином, на основі кліматичних даних метеорологічної можна констатувати, що сосна звичайна в умовах свіжого дубово-соснового субору перебуває під впливом клімату, і дефіциту вологи в літні місяці немає. На підставі проведеного дендрокліматологічного аналізу видно, що перед початком вегетаційного періоду грудневі опади попереднього вегетаційного року та температури березня поточного вегетаційного року позитивно впливають на вторинний ріст сосни звичайної в цьому деревостані.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Вакулюк П. Г Лісовідновлення та лісорозведення в рівнинних районах України / П. Г. Вакулюк, В. І. Самоплавський. Фастів : Поліфаст, 1998. 508 с.
2. Вінтонів І. С., Божок О. П. Деревинознавство з основами лісового товарознавства : Навч. посіб. [для студ. вищ. навч. закл.]. К.: УКМ, 1993. 250 с.
3. Геренчук К. І. Природа Українських Карпат. Львів, Видавництво Львівського університету: 125-159.
4. Гордієнко М. І. Пристепові бори України : монографія / М. І. Гордієнко, В. П. Шлапак .Львів : Престиж Інформ, 1998. 265с.
5. Горошко М.П., Миклуш С.І., Король М.М., Вицега Р.Р. Сучасні засоби вимірювальної лісоінвентаризації. *Науковий вісник НЛТУУ*. Львів: НЛТУУ, 2006. Вип. 16.4. С. 192- 200.
6. Гром М.М. Таксація насаджень : Навч. посіб. [для студ. вищ. навч. закл.]. Львів: УкрДЛТУ, 2002. 187 с.
7. Дебринюк Ю. М. Лісове насінництво / Ю. М. Дебринюк, М. К. Калінін, М. М. Гузь, І. В. Шаблій. Львів : Світ, 1998 425 с.
8. Дендрофлора України. Дикорослі та культивовані дерева й кущі: Голонасінні: Довідник / Кохно М. А., Гордієнко В. І., Захаренко Г. С. та ін.; за ред. М. А. Кохна, С. І. Кузнецова. К. : Вища школа, 2001. 207 с.
9. Деревья и кустарники, культивируемые в Украинской ССР. Голосеменные. [Кузнецов С. И., Чуприна П. Я., Подгорный Ю. К. и др.]. К. : Наукова думка, 1985. 200 с.
10. Калінін М. І. Лісове коренезнавство / М. І. Калінін, М. М. Гузь, Ю. М. Дебринюк. Львів : УкрДЛТУ, 1998. 336 с.
11. Лісовий Кодекс України. Затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 08.02.2006 р. № 3404-IV. 43 с.

12. Лісові культури : [підручник] / М. І. Гордієнко, М. М. Гузь, Ю. М. Дебринюк, В. М. Маурер. Львів : Камула, 2005. 608 с.
13. Молотков П. І. Насінництво лісових порід / П. І. Молотков, І. М. Патлай, Н. І. Давидова. К. : Урожай, 1989 229 с.
14. Мякушко В. К. Сосновые леса равнинной части УССР . К. : Наукова думка, 1978. 256 с.
15. Патлай И. Н. Селекционно-генетические основы семеноводства и выращивания высокопродуктивных культур сосны обыкновенной, дуба черешчатого и ясеня обыкновенного в равнинной части Украинской ССР : Автореф. дис. ... докт. с.-х. наук / И. Н. Патлай; Укр. сельскохоз. Акад. К., 1984. 45 с.
16. Положення про дипломну роботу бакалавра на лісогосподарському факультеті / уклад. С. І. Миклуш. Львів: НЛТУ України, 2013. 22 с.
17. Українська енциклопедія лісівництва: в 2 т.; ред. кол. С. А. Генсірук, М. П. Горошко, Д. М. Гродзінський та ін.; за ред. С. А. Генсірука. Львів, 1999-2007. Т. 1: А-Л. Львів : Місіонер, 1999. 463 с. Т. 2: М-Я. Львів : Українські технології, 2007. 421 с.
18. Швиденко А. Й. Лісівництво: підручник для студ. вищих навч. закл. / А. Й. Швиденко. Чернівці: Рута, 2004. 304 с.
19. Шовган А. Д. Дендрологія. Львів : УкрДЛТУ, 2001. 151 с.
20. Schweingruber, F.H. (1996) Tree Rings and Environment-Dendrochronology. Haupt, Bern, 609 p.
21. Koval I. Climatic Signal in Earlywood, Latewood and Total Ring Width of Crimean Pine (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana*) from Crimean Mountains, Ukraine. *Baltic Forestry*, 2013, vol. 19, no. 2(37), pp. 245-251.
22. Kozłowski T.T. Water Supply and Tree Growth. Part II. Flooding. *Forestry-Abstracts*, 1982, vol. 43, pp. 145-161.

23. Lebourgeois F. Climatic Signals in Earlywood, Latewood and Total Ring Width of Corsican Pine from Western France. *Annals of Forest Science*, 2000, vol. 57, no. 2, pp. 155-164. <https://doi.Org/10.1051/forest:2000166>.

24. Lundqvist, L.; Ahlström, M.A.; Axelsson, P.; Mörling, T.; Valinger, E. Multi-layered Scots pine forests in boreal Sweden result from mass regeneration and size stratification. *For. Ecol. Manag.* 2019, 441, 176–181.

ДОДАТКИ

Таблиця А1

Середньомісячні показники температур повітря в °С за період 2005-2019 років
(Потовщеним шрифтом виділено максимальні і мінімальні показники за весь період)

Рік	Місяць												Середнє за рік	Амплітуда
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
2005	-0,6	-2,3	0,0	8,8	13,4	15,6	18,6	17,5	14,4	8,7	2,7	-0,8	8,0	19,2
2006	-8,2	-4,1	-0,4	9,5	13,3	16,8	21,0	17,8	15,5	10,5	5,5	2,2	8,3	29,2
2007	3,3	-0,1	6,3	8,6	15,9	19,1	19,6	19,2	12,3	8,1	0,7	-2,4	9,2	22,0
2008	-1,0	1,2	3,8	9,1	13,2	18,2	18,2	18,8	13,0	10,4	4,5	-0,1	9,1	18,9
2009	-2,7	-1,6	1,8	10,8	13,8	17,4	20,4	18,6	15,2	7,9	5,2	-1,1	8,8	23,1
Сер.2005-2009	-1,8	-1,4	2,3	9,3	13,9	17,4	19,6	18,4	14,1	9,1	3,7	-0,4	8,7	21,4
2010	-7,1	-2,1	3,1	9,6	15,0	18,3	20,8	20,0	12,5	5,6	6,9	-3,7	8,2	27,9
2011	-1,6	-3,8	1,9	9,9	14,1	18,5	19,3	19,2	15,6	7,4	2,0	1,4	8,7	20,9
2012	-2,6	-9,3	3,8	9,5	15,1	18,1	21,5	18,9	15,0	8,7	5,0	-4,4	8,3	30,8
2013	-3,8	-1,2	-1,8	9,1	15,4	18,6	18,8	18,9	11,4	9,6	5,5	8,5	9,1	22,7
2014	-2,2	0,6	6,3	10,0	14,1	16,2	20,4	18,0	14,8	9,7	4,7	0,7	9,4	22,6
Сер.2010-2014	-3,5	-3,2	2,7	9,6	14,7	17,9	20,2	19,0	13,9	8,2	4,8	0,5	8,7	23,7
2015	0,2	0,7	4,6	8,3	13,6	18,1	19,8	21,5	15,8	7,5	5,1	3,3	9,9	21,3
2016	-3,4	3,9	4,5	10,5	14,6	19,0	19,6	18,6	15,7	7,2	2,5	-0,6	9,3	23,0
2017	-5,7	-0,4	6,2	8,5	14,1	18,7	19,1	20,4	14,3	9,5	3,6	1,9	9,2	26,1
2018	0,2	-3,4	-0,1	14,0	17,2	18,6	19,4	20,1	18,4	10,2	3,9	0,1	9,9	23,5
2019	-2,9	2,2	5,4	10,0	13,2	21,5	18,8	19,8	14,6	10,5	6,7	3,0	10,2	24,4
Сер.2015-2019	-2,3	0,6	4,1	10,3	14,5	19,2	19,3	20,1	15,7	9,0	4,4	1,5	9,7	22,4
Сер. 2005-2019	-2,5	-1,3	3,0	9,7	14,4	18,2	19,7	19,2	14,6	8,8	4,3	0,5	9,0	22,2

Таблиця А2

Кількість днів з опадами по місяцях (мм) в період 2005-2019 роки та середнє багаторічне значення

Рік	Місяць												К-сть днів
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XI I	
2005	22	19	16	12	13	15	17	13	5	7	15	25	179
2006	8	14	17	13	11	14	9	20	4	8	16	16	150
2007	26	17	14	8	15	14	15	11	13	13	18	11	175
2008	21	13	20	20	14	11	19	10	15	7	15	21	186
2009	22	18	26	8	15	26	13	7	9	17	17	20	198
Середнє за2005-2009 рр.	20	16	19	12	14	16	15	12	9	10	16	19	178
2010	20	15	18	14	24	13	12	16	15	9	18	26	200
2011	21	18	10	16	15	19	24	10	4	9	7	22	175
2012	22	13	11	18	16	20	16	9	7	17	15	16	180
2013	27	14	23	10	15	14	11	5	15	5	16	14	169
2014	20	10	12	15	13	12	12	16	7	10	12	19	158
Середнє за2010-2014 рр.	22	14	15	15	17	16	15	11	10	10	14	19	176
2015	24	15	15	17	15	12	17	3	11	12	18	17	176
2016	22	18	17	16	16	12	11	6	6	16	18	26	184
2017	12	14	23	13	14	12	16	7	14	22	20	23	190
2018	24	19	16	9	12	17	21	11	12	12	5	21	179
2019	23	15	15	11	22	7	13	9	9	7	15	14	160

Таблиця А3

Радіальний приріс сосни звичайної, 1/100 мм

Номер з/п	Рік	Номери дерев														
		111			112			113			114			115		
		річний	рання	пізня	річний	рання	пізня	річний	рання	пізня	річний	рання	пізня	річний	рання	пізня
1	1969													436	99	337
2	1970													745	652	93
3	1971													709	588	121
4	1972										682	504	178	785	618	167
5	1973	593	216	377				893	582	311	732	417	315	585	409	176
6	1974	438	112	326				805	650	155	633	483	150	552	349	203
7	1975	477	411	66				728	525	203	513	320	193	518	334	184
8	1976	406	262	144				735	610	125	396	273	123	464	322	142
9	1977	442	262	180				618	533	85	377	214	163	536	307	229
10	1978	551	409	142	1190	849	341	550	478	72	400	205	195	497	351	146
11	1979	499	165	334	755	531	224	459	379	80	364	239	125	434	260	174
12	1980	406	275	131	862	779	83	550	379	171	339	237	102	413	311	102
13	1981	515	267	248	629	318	311	498	373	125	392	235	157	326	163	163
14	1982	474	381	93	578	169	409	409	339	70	333	176	157	371	265	106
15	1983	654	487	167	612	320	292	396	267	129	381	165	216	345	159	186
16	1984	400	237	163	504	358	146	379	282	97	411	324	87	307	210	97
17	1985	500	290	210	436	286	150	455	322	133	299	174	125	332	220	112
18	1986	333	286	47	387	254	133	315	241	74	315	279	36	362	174	188
19	1987	315	199	116	170	104	66	239	167	72	210	142	68	303	229	74
20	1988	374	239	135	218	133	85	311	186	125	295	174	121	247	135	112
21	1989	493	226	267	297	212	85	349	218	131	349	178	171	400	174	226

Номер з/п	Рік	Номери дерев														
		111			112			113			114			115		
		річний	рання	пізня	річний	рання	пізня	річний	рання	пізня	річний	рання	пізня	річний	рання	пізня
22	1990	434	269	165	284	212	72	370	218	152	400	254	146	383	193	190
23	1991	302	188	114	260	167	93	328	224	104	333	210	123	247	167	80
24	1992	312	246	66	333	229	104	277	167	110	244	157	87	218	150	68
25	1993	451	237	214	349	233	116	256	190	66	137	95	42	197	112	85
26	1994	362	229	133	264	190	74	159	102	57	146	72	74	159	104	55
27	1995	252	157	95	218	142	76	290	188	102	220	125	95	193	123	70
28	1996	180	95	85	185	102	83	167	129	38	167	72	95	188	116	72
29	1997	210	106	104	231	142	89	137	76	61	146	70	76	163	87	76
30	1998	248	108	140	171	95	76	167	97	70	196	97	99	256	129	127
31	1999	206	119	87	248	146	102	163	99	64	269	144	125	303	165	138
32	2000	218	131	87	235	142	93	188	99	89	269	138	131	290	133	157
33	2001	180	74	106	233	150	83	248	155	93	298	188	110	248	140	108
34	2002	167	68	99	260	161	99	205	135	70	260	144	116	290	157	133
35	2003	171	72	99	265	212	53	134	66	68	256	99	157	332	226	106
36	2004	243	93	150	273	218	55	57	32	25	316	214	102	269	180	89
37	2005	265	125	140	227	140	87	53	36	17	277	190	87	222	129	93
38	2006	269	140	129	231	140	91	112	70	42	277	133	144	239	131	108
39	2007	275	116	159	252	186	66	222	131	91	299	155	144	302	167	135
40	2008	349	161	188	316	178	138	231	129	102	302	171	131	307	165	142
41	2009	281	146	135	286	199	87	345	241	104	366	184	182	319	190	129
42	2010	205	116	89	216	121	95	218	140	78	328	222	106	231	112	119
43	2011	138	47	91	176	106	70	226	131	95	269	174	95	205	108	97
44	2012	163	89	74	197	125	72	206	138	68	230	150	80	171	95	76
45	2013	138	68	70	205	114	91	138	91	47	239	163	76	165	97	68

Номер з/п	Рік	Номери дерев														
		111			112			113			114			115		
		річний	рання	пізня	річний	рання	пізня	річний	рання	пізня	річний	рання	пізня	річний	рання	пізня
46	2014	223	140	83	257	155	102	282	178	104	349	199	150	176	106	70
47	2015	231	148	83	273	150	123	260	207	53	248	129	119	155	85	70
48	2016	294	152	142	269	165	104	243	167	76	286	184	102	138	83	55
49	2017	303	174	129	303	193	110	290	182	108	315	218	97	128	64	64
50	2018	235	127	108	324	167	157	268	171	97	345	201	144	108	59	49
51	2019	252	129	123	358	182	176	277	169	108	315	146	169	138	74	64
52	2020	180	114	66	273	148	125	256	146	110	247	135	112	152	78	74
53	2021	290	184	106	298	131	167	277	150	127	176	83	93	194	114	80
54	2022	274	155	119	269	140	129	248	165	83	95	57	38	91	55	36
55	2023	188	116	72	205	78	127	218	133	85	163	95	68	112	38	74

Таблиця А4

Статистичні показники величини радіального приросту сосни звичайної (мм)

Статистичні показники	Номер облікового дерева															Середнє значення
	111			112			113			114			115			
	річний	рання	пізня	річний	рання	пізня	річний	рання	пізня	річний	рання	пізня	річний	рання	пізня	
N,шт	51	51	51	46	46	46	51	51	51	52	52	52	55	55	55	51
Середнє значення	320,76	183,59	137,18	334,39	210,26	124,13	317,75	221,24	96,51	311,62	188,60	123,02	308,29	190,20	118,09	109,65
Стандартна помилка	18,00	13,50	9,83	29,25	22,52	11,21	25,87	21,14	6,60	17,18	12,86	6,77	21,77	18,08	7,57	6,45
Стандартне відхилення	128,53	96,42	70,17	198,37	152,76	76,04	184,74	151,00	47,16	123,92	92,74	48,80	161,47	134,08	56,13	46,03
Дисперсія вибірки	16519	9297	4923,	39351	23335	5782	34128	22799	2224	15355	8600	2381	26073	17978	3150	2118,95
Ексцес	-0,42	1,31	3,18	7,74	10,02	5,19	1,81	1,31	7,80	3,28	3,46	3,51	1,17	3,97	2,95	0,65
Асиметричність	0,65	1,17	1,74	2,61	3,06	2,29	1,40	1,41	2,05	1,41	1,60	1,16	1,17	1,94	1,38	1,24
Мінімум	138,00	47,00	47,00	170,00	78,00	53,00	53,00	32,00	17,00	95,00	57,00	36,00	91,00	38,00	36,00	61,40
Максимум	654,00	487,00	377,00	1190,0	849,00	409,00	893,00	650,00	311,00	732,00	504,00	315,00	785,00	652,00	337,00	243,07
Варіабельність, %	40,07	52,52	51,15	59,32	72,65	61,26	58,14	68,25	48,87	39,77	49,17	39,67	52,38	70,50	47,53	41,98
Точність, %	5,61	7,35	7,16	8,75	10,71	9,03	8,14	9,56	6,84	5,51	6,82	5,50	7,06	9,51	6,41	5,88
Довірчий інтервал(0,05)	36,15	27,12	19,73	58,91	45,36	22,58	51,96	42,47	13,26	34,50	25,82	13,59	43,65	36,25	15,17	12,95

Таблиця А5

Оцінка достовірності коефіцієнтів кореляції між радіальним приростом сосни звичайної приростом та температурою повітря

Показники	Минулий рік				Біжучий рік								Вегетаційний період	Середнє за рік
	вересень	жовтень	листопад	грудень	січень	лютий	березень	квітень	травень	червень	липень	серпень		
Коеф. кореляції	0,08	0,12	0,02	-0,27	0,16	0,18	0,45	0,22	0,11	0,29	0,22	0,48	0,35	0,06
К-сть спостережень	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	17	16	16
Коеф. детермінації	0,01	0,01	0,00	0,07	0,02	0,03	0,20	0,05	0,01	0,08	0,05	0,23	0,12	0,00
Помилка коефіцієнта кореляції	0,25	0,25	0,25	0,23	0,24	0,24	0,20	0,24	0,25	0,23	0,24	0,19	0,22	0,25
Оцінка достовірності t_{ϕ}	0,30	0,44	0,06	-0,99	0,57	0,64	1,75	0,82	0,41	1,08	0,79	1,96	1,32	0,22
$t_{кр}$	0,94	0,90	0,99	0,79	0,88	0,86	0,66	0,83	0,91	0,78	0,83	0,64	0,73	0,95

Таблиця А6

Оцінка достовірності коефіцієнтів кореляції між радіальним приростом сосни звичайної приростом та сумою опадів

Показники	Минулий рік				Біжучий рік								Вегетаційний період	Середнє за рік
	вересень	жовтень	листопад	грудень	січень	лютий	березень	квітень	травень	червень	липень	серпень		
Коеф. кореляції	0,29	0,31	0,17	0,07	-0,02	0,33	0,25	-0,11	0,24	0,23	0,24	-0,13	0,48	0,52
К-сть спостережень	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	17	16	16
Коеф. детермінації	0,08	0,10	0,03	0,01	0,00	0,11	0,06	0,01	0,06	0,05	0,06	0,02	0,23	0,27
Помилка коефіцієнта кореляції	0,23	0,23	0,24	0,25	0,25	0,22	0,23	0,25	0,24	0,24	0,24	0,24	0,19	0,18
Оцінка достовірності t_{ϕ}	1,13	1,23	0,66	0,28	0,06	1,33	0,98	0,43	0,93	0,87	0,91	0,52	2,06	2,26
$t_{кр}$	0,78	0,76	0,87	0,94	0,99	0,74	0,80	0,91	0,81	0,82	0,82	0,90	0,64	0,61