

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Навчально-науковий інститут лісового і садово-паркового господарства

ПОГОДЖЕНО
Директор ННІ лісового
і садово-паркового господарства

Василишин Р. Д.

(підпис)

(ПІБ)

« ____ » _____ 2025 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Т.в.о. завідувача кафедри таксації
лісу та лісового менеджменту

Миронюк В.В.

(підпис)

(ПІБ)

« ____ » _____ 2025 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: Особливості росту та ресурсний потенціал соснових насаджень у
Шепетівському надлісництві філії «Подільський лісовий офіс» ДП «Ліси України»

Спеціальність: 205 «Лісове господарство»

Освітня програма: лісове господарство

Орієнтація освітньої програми: освітньо-професійна

Гарант освітньої програми

к. с.-г. наук, доцент

_____ (підпис)

Бала О. П.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

к. с.-г. наук, доцент

_____ (підпис)

Леснік О. М.

Виконав

_____ (підпис)

Слісарчук І. В.

Київ – 2025

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

ІНСТИТУТ ЛІСОВОГО І САДОВО-ПАРКОВОГО ГОСПОДАРСТВА

ЗАТВЕРДЖУЮ

**Т.в.о. завідувача кафедри таксації лісу
та лісового менеджменту
доктор с.-г. наук _____ Миронюк В.В.
«_____» _____ 2024 року**

ЗАВДАННЯ

до виконання магістерської кваліфікаційної роботи студенту

Слісарчуку Іллі Віталійовичу

Спеціальність: 205 «Лісове і садово-паркове господарство»

Освітня програма: Лісове господарство

Орієнтація освітньої програми: освітньо – професійна

*Тема випускної магістерської роботи: **Особливості росту та ресурсний потенціал соснових насаджень у Шепетівському надлісництві філії "Подільський лісовий офіс" ДП «Ліси України».***

Затверджена наказом ректора від 13 жовтня 2025 року № 2324 «С»

Термін подання студентом завершеної роботи на кафедру 21.11.2025 р.

Вихідні дані до роботи: Матеріали лісовпорядкування підприємства, матеріали тимчасових пробних площ, матеріали обміру модельних дерев, відібрані зразки деревини, дані з БД «Таксаційна характеристика лісів»

Перелік завдань, які потрібно виконати:

1. Провести аналіз літературних джерел.
2. Описати методику виконання досліджень.
3. Навести характеристику лісгосподарського підприємства.
4. Провести дослідження особливостей росту соснових насаджень.
5. Провести дослідження поточного приросту.

Дата видачі завдання: 03 листопада 2024 року

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи _____ Леснік О. М.

Завдання прийняв до виконання _____ Слісарчук І.В.

РЕФЕРАТ

Магістерська кваліфікаційна робота викладена на 78 аркушах друкованого тексту, містить 5 розділів, 38 ілюстрацій, 10 таблиць, 2 додатки та 50 джерел в переліку посилань.

Перший розділ представлений оглядом літературних джерел згідно теми кваліфікаційної роботи. В розділі наведено огляд останніх актуальних наукових публікацій.

У другому розділі наведена методика виконання польових та камеральних робіт, які були використанні під час проведення дослідження. На основі отриманих даних величини радіального приросту після проведення камеральних робіт, у програмі *ImageJ*, проведено статистичний аналіз даних.

У третьому розділі наведена структура надлісництва, в якій проводилось дослідження. А також наведений аналіз основних таксаційних показників насаджень надлісництва.

У четвертому розділі представлено дослідження росту соснових насаджень. Наведено розрахунки коефіцієнту чутливості для визначення фізіологічної стійкості насаджень.

У п'ятому розділі проведено моделювання відсотку поточного приросту по об'єму, та розрахований поточний приріст по запасу різними способами.

За результатами виконаної роботи наведені висновки та рекомендації виробництву.

Ключові слова: сосна звичайна, радіальний приріст, поточний приріст фізіологічна стійкість, річне кільце, математична модель.

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	7
РОЗДІЛ 2 МЕТОДИКА ЗБОРУ ТА ОБРОБКИ ДОСЛІДНОГО МАТЕРІАЛУ ..	23
РОЗДІЛ 3 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА ТА АНАЛІЗ ЛІСОВОГО ФОНДУ	28
3.1 Організаційна структура підприємства.....	28
3.2 Таксаційна характеристика насаджень підприємства	30
3.3. Використання лісоресурсного потенціалу	33
РОЗДІЛ 4 ФІЗІОЛОГІЧНА СТІЙКІСТЬ СОСНОВИХ НАСАДЖЕНЬ	36
4.1. Загальна характеристика дослідних даних	36
4.2 Радіальний приріст стовбурів дерев.....	42
4.3 Фізіологічна стійкість соснових насаджень	44
РОЗДІЛ 5 ПОТОЧНИЙ ПРИРІСТ СОСНОВИХ НАСАДЖЕНЬ.....	48
5.1 Моделювання динаміки відсотку поточного приросту по об'єму	48
5.2 Розрахунок поточного приросту по запасу.....	52
5.3 Порівняльний аналіз отриманих результатів.....	56
ВИСНОВКИ	59
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	61
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	62
ДОДАТКИ.....	68

ВСТУП

Актуальність теми. Дослідження особливостей росту деревостанів є надзвичайно важливим для сучасного планування лісгосподарської діяльності, яке ґрунтується на принципах сталого лісокористування. Водночас, дослідження фізіологічної стійкості насаджень дозволяє об'єктивно оцінити їхню здатність протистояти негативним чинникам природного середовища. Встановлення динаміки поточного приросту за об'ємом є ключовою основою для обґрунтування обсягів лісокористування, забезпечуючи раціональне використання лісових ресурсів.

Метою досліджень є встановлення особливостей росту та ресурсний потенціал соснових насаджень у підприємстві.

Головні завдання. З урахуванням актуальності теми та мети кваліфікаційної роботи були визначені основні завдання:

- провести аналіз літературних джерел за обраною тематикою дослідження;
- описати методику збору та обробки дослідного матеріалу;
- проаналізувати таксаційну характеристику насаджень підприємства;
- провести дослідження фізіологічної стійкості соснових насаджень;
- дослідити поточний приріст по об'єму дерев сосни.

Об'єкт дослідження – лісовий фонд Шепетівського надлісництва філії «Подільський лісовий офіс».

Предмет дослідження – фізіологічна стійкість та поточний приріст по об'єму дерев у соснових насадженнях.

Основні положення методики дослідження. Для наукового дослідження та обґрунтування ключових положень магістерської кваліфікаційної роботи було відібрано вісімдесят зразків деревини (кернів) у модальних соснових насадженнях, що зростали на території Шепетівського надлісництва філії «Подільський лісовий офіс». Зразки відбиралися на п'яти пробних площах, які охоплюють різні вікові групи. Аналіз річних кілець для датування

виконувався у програмному середовищі *ImageJ* з використанням спеціального плагіна *ObjectJ*. При цьому, вивчення фізіологічної стійкості та поточного приросту за об'ємом соснових дерев здійснювалося відповідно до загальноприйнятих методик.

Практична цінність отриманих результатів досліджень. Отримані результати дозволяють оцінити фізіологічну стійкість соснових насаджень до негативних природних факторів, а також встановити ефективність використання лісоресурсного потенціалу на основі отриманих даних про динаміку поточного приросту по об'єму дерев у соснових насадженнях.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

Дерева, як живі організми, проявляють властивість росту та розвитку, що залежить від зовнішніх умов, таких як тепло, світло, мінеральне живлення, вологість тощо. Однак також важливою є їхня біологічна стійкість – здатність пристосовуватися до змін середовища та протистояти різноманітним факторам. Взаємодія цих чинників відображається у формуванні річного приросту.

Багато вчених, таких як Прокопук Ю. С., Гут Р. Т., Король М. М., Нецветов М. В., Мельник В. В., Зборовька О. В. та інші, вивчали зміну радіального приросту та адаптацію деревних порід до змін в навколишньому середовищі від погодних умов, різноманітних ґрунтових та гідрологічних умов, впливу шкідників та різноманітних природних явищ.

У науковій праці Коваль І. М. «Радіальний приріст як індикатор стійкості лісових екосистем на прикладі соснових лісів зеленої зони м. Харкова» [20] досліджено вплив рекреаційного навантаження та змін клімату на стійкість лісових екосистем. Для цього зібрано дослідний матеріал з насаджень у зеленій зоні м. Харкова з різними стадіями дигресії, а також встановлено контрольну пробну площу для порівнянь. За допомогою кореляційного аналізу встановлено, що зміна радіального приросту пов'язана з рекреаційним навантаженням та кліматичними факторами, а розраховані коефіцієнти чутливості свідчать про стійкість насаджень до стресових ситуацій. Насадження з IV та V ступенів дигресії мали менший коефіцієнт кореляції порівняно з контрольними, а коефіцієнт чутливості у них збільшився на 41-67% у порівнянні з непошкодженими насадженнями. З цього можна зробити висновок, що насадження з IV та V ступенем дигресії втрачають стійкість [20].

Автором було виявлено три періоди росту соснових насаджень, які характеризуються різкими змінами радіального приросту. Перший період з 1960

по 1975 рік відзначався максимальними приростами, оскільки насадження в цей період майже не піддавалися рекреаційному впливу.

Другий період з 1976 по 1999 рік відзначився суттєвим зменшенням радіального приросту у пошкоджених насадженнях, тоді як контрольні насадження залишалися майже незмінними. Третій період з 2000 по 2006 рік характеризувався різким зменшенням річних кілець на контрольних насадженнях та вузькими річними кільцями у насадженнях V стадії дигресії. Однак при цьому приріст у насадженнях IV-V стадій дигресії збільшився через санітарні рубки, які збільшили освітлення та площу живлення. Це підтверджує, що навіть сильно пошкоджені насадження продовжують реагувати на зовнішні впливи, включаючи кліматичні зміни [20].

У науковій роботі Коваль І. М. «Реакція радіального приросту *Quercus robur* L. на зміни клімату в Поліссі та Лісостепу» [21] досліджено вплив кліматичних змін на стиглі та перестиглі дубові насадження, що зростають у різних умовах зволоження, а скаме свіжий сугруд у Поліссі та свіжий груд у Лісостепу. Для аналізу використовувалися дані з метеостанцій у Житомирі та Харкові, а дослідження проводилося у двох періодах: 1960–1988 рр. та 1989–2013 рр. Аналіз метеоданих показав, що у другому періоді відбулося значне підвищення температури на 17–19% порівняно з першим. Особливо різко зросли температури березня (майже в чотири рази у Поліссі та втричі у Лісостепу) та зимові температури (на 34–41%). Щодо опадів, то їхня річна кількість мала тенденцію до збільшення в обох зонах, однак у Поліссі навесні-на початку літа випало на 11% менше опадів, а у Лісостепу зменшення опадів на 10% спостерігалось взимку та влітку.

Мінімальні радіальні прирости дуба були зафіксовані у роки, які характеризувалися недостатньою кількістю опадів, посухами у вегетаційний період, або холодними/занадто теплими зимовими та ранньовесняними періодами (наприклад, 1992, 2000, 2005 рр. в обох зонах). На противагу цьому, максимальні прирости спостерігалися у роки зі сприятливим співвідношенням

тепла і вологи (наприклад, 1971, 1987 рр.). У першому періоді (1960–1988 рр.) підвищені зимові та ранньовесняні температури позитивно впливали на приріст в обох зонах. Однак, у другому періоді (1989–2013 рр.) значне підвищення температури мало негативний вплив на радіальний приріст, причому насадження у Поліссі постраждали більше, ніж у Лісостепу. Зрештою, проведене дослідження дало підстави автору підтвердити гіпотезу про посилення чутливості реакції радіального приросту дуба звичайного до кліматичних змін у Поліссі та Лісостепу [21].

У науковій статті «Радіальний приріст сосни звичайної на моренних відкладах Житомирського Полісся», під авторством Зборовської О. В. та ін. [19], наведено результати досліджень зростання соснових деревостанів у різних типах лісорослинних умов на дернових слабо- та середньопідзолистих зв'язано піщаних ґрунтах на піщаній морені. Ця тема є важливою для визначення оптимальних умов для росту дерев, що має значення для створення продуктивних лісових культур. Дослідники встановили, що ширина щорічного приросту зменшується зі зростанням віку насадження і залежить від умов місцезростання. Найбільші прирости виявлено у свіжих суборах (B2), тоді як у сухих борах (A1) прирости були найменшими [19].

Статистичний аналіз дослідних даних, дозволяє припустити, що деревостани формують єдину систему, яка здатна протистояти негативному впливу навколишнього середовища у віці приблизно 60 років для свіжих борів (A2) і приблизно 40 років для свіжих суборів (B2) [19].

В останні роки спостерігається погіршення стану та висихання дубових та ясеневих насаджень у Європі, але причини цього явища залишаються невідомими. Різні дослідники вказують на різні першопричини, що спричиняють деградацію та висихання лісів, включаючи кліматичні зміни та зміни гідрологічного режиму ґрунтів. У своєму дослідженні «Радіальний приріст дуба звичайного та ясеня звичайного як індикатор стану лісових екосистем в умовах Новоград-Волинського фізико-географічного району» Коваль І. М. та ін.,

висунули гіпотезу, що всихання ясеневих лісів наразі досягло надзвичайно високого рівня через нестабільний рівень ґрунтових вод, підвищення температур у зимовий та ранньовесняний періоди, що призвело до ослаблення стану деревних масивів та поширення хвороб, викликаних кореневою гниллю.

У період з 2013 по 2014 роки до 90% дерев у досліджуваній зоні випало із насадження. У той же час, дерева дуба звичайного виявили більшу адаптивність до змін рівня підземних вод та підвищення температур, відмінно від ясена звичайного, що підтверджується збільшенням радіального приросту дерев дуба. Дослідники розробили регресійну модель, яка засвідчила зв'язок між радіальним приростом дуба звичайного та рівнем ґрунтових вод. Кліматичні показники, які мають найбільший вплив на зростання ясена та дуба включають в себе високі температури під час вегетаційного періоду, ранню настання весни та зиму, а також зростання кількості опадів у холодний період разом із відлигами, що не сприяють збереженню вологи у ґрунті [19].

У дослідженні «Радіальний приріст сосни звичайної у ценопопуляціях західного регіону України» під авторством Гута Р. Т. розглянуто чинники, що впливають на ріст соснових деревостанів у різних середовищах. Встановлено, що цей ріст залежить як від зовнішніх факторів, таких як мікроклімат, гідрологія ґрунту і ін., так і від генетичних особливостей, оскільки реакція генотипу на річні коливання температури та опадів впливає на величину річного приросту дерев. Аналізуючи динаміку росту сосни у різних середовищах, встановлено, що показники росту майже не змінювалися у період з 1925 по 2004 рік і знаходились у вузьких межах. Він також відзначив значну індивідуальну варіабельність між деревами сосни різних категорій за коефіцієнтом чутливості, особливо серед плюсових дерев, які відібрані у західних ценопопуляціях. Це ще раз підтверджує необхідність перевірки відбору плюсових дерев [15].

У науковій статті «Зміни радіального приросту (*Pinus sylvestris* L.) у Поліссі в осередках масового розмноження звичайного соснового пильщика *Diprion pini* L.», за авторства Андрєвої О. Ю. та Коваль І. М. [10], досліджено

актуальне питання впливу шкідливих комах на лісові масиви, що в наш час набуває особливого значення. Дослідження проводилося на трьох ділянках з різним ступенем ураження крони сосновим пильщиком (70%, 55% і 0% у контрольній групі). Під час аналізу також розглядалася вплив кліматичних умов на радіальний приріст та його зв'язок з величиною пошкодження шкідником. Встановлено, що насадження з 55% пошкодженням зазнало зниження приросту на 40%, а з 70%-м пошкодженням – на 30%. Це викликало запитання, чому при наявності більшого ураження спостерігається вищий приріст. У дослідженні встановлено, що деревостани з більшим ураженням є старшими і, можливо, мають більшу стійкість до зовнішніх чинників. Пошкодження насаджень відбувалося в умовах несприятливої погоди, що стало критичним для менш ослабленого насадження. Декілька років після пошкодження приріст на одній ділянці не відновився, тоді як на іншій збільшився. Висновок полягає в тому, що зміна радіального приросту залежить від кліматичних умов, а також від впливу пошкодження хвої личинками соснового пильщика, яке впливає на інтенсивність цих змін. Пошкодження хвої личинками спричиняє швидше зменшення приросту пізньої деревини, хоча рівень його мінливості є нижчим [10].

У науковій статті Рибалка І. О та ін. «Вплив омели білої (*Viscum album L.*) на динаміку радіального приросту клена сріблястого (*Acer saccharinum L.*) у лісостеповій зоні України» [42] наведено дослідження насаджень клена з різним ступенем ураження омелою. Авторами не підтвердилися загально прийняті припущення, що після ураження дерева паразитом, таким як омела, радіальний приріст зменшується, а навпаки, встановлено, що середнє значення радіального приросту зростає зі збільшенням ступеня ураження дерев омелою [42].

Стандартне відхилення для здорових насаджень становить 0,90, у той час як для уражених омелою знаходиться в інтервалі від 1,62 до 2,30. Ці дані дозволяють зробити висновок, що відмінність між здоровими та ураженими деревами клена є статистично значущою. Крім того, розрахований коефіцієнт кореляції між індексами радіального приросту та кліматичними показниками

показав, що чутливість дерев до зовнішніх факторів під час ураження омелою збільшується. Однак чітких закономірностей щодо чутливості радіального приросту дерев з різним відсотковим ураженням омелою до кліматичних змін виявлено не було [42].

Останніми роками в українських Карпатах інтенсивно всихають ялинові насадження, що призводить до значних економічних втрат та погіршення стану лісових масивів. Дослідники Приходько Н. Ф. та ін., у роботі «Радіальний приріст ялини європейської в осередку її всихання (Горгани, Українські Карпати)» [38] дослідили динаміку щорічного радіального приросту ялини та його зв'язок зі станом лісових екосистем у Горганах у 2019 році. Встановлено значне зменшення радіального приросту дерев ялини, особливо на початкових стадіях розвитку, що може бути спричинене міжвидовою конкуренцією. Середній приріст за весь період склав 1,97 мм/рік, при чому найменші прирости спостерігалися у період з 1980 по 2000 рік, коли деревостан перебував у ослабленому стані.

В останні 20 років динаміка радіального приросту є позитивною, особливо за рахунок розрідження деревостану. На величину приросту впливає багато факторів, як внутрішніх, так і зовнішніх, тому для точних досліджень потрібно враховувати різноманітні природні та антропогенні фактори. У випадку досліджень в осередках всихання, важливо враховувати видове різноманіття та категорії стану, щоб отримати достовірні дані радіального приросту до початку всихання [38].

У статті «Методичні підходи до вивчення впливу негативних чинників на радіальний приріст сосняків у Поліссі», під авторством Ворон В. П. та ін. [14], досліджено зміни радіального приросту соснових насаджень під впливом негативних факторів. Дослідний матеріал був зібраний в зоні, забрудненій викидами Рівненського ВАТ «Азот». В ході дослідження виявлено тенденцію до зменшення радіального приросту соснових насаджень. Найвищий приріст від 2,1 до 5,1 мм спостерігався у період з 1938 по 1947 роки. Протягом 1948-1957 років

він зменшився до 1,5-3,1 мм, а згодом, у період з 1958 по 1967 роки – до 1,2-2,1 мм. Ці три періоди зменшення приросту були спричинені посушливими роками [14].

Протягом першого року діяльності Рівненського ВАТ «Азот» та наступних трьох років не було помічено жодного спаду в прирості. Однак, коли підприємство розширило свої потужності до максимуму, були зафіксовані максимальні викиди шкідливих речовин у повітря – 75 тис. тон. Саме в цей період відбувся стрімкий спад приросту до рівня 0,8-1,2 мм [14].

Отже, згідно з висновками проведеного дослідження, мінливість радіального приросту дерев у соснових лісах визначається впливом різних негативних факторів. Перед запуском Рівненського ВАТ «Азот» соснові насадження вже пережили декілька серйозних фаз зниження приросту, спричинених посухами, що призвело до зниження швидкості росту з часом. Вплив забруднення посилює взаємозв'язок між приростом і кліматичними умовами. Відновлення приросту після зменшення забруднення може бути значно уповільнене через посушливі умови.

У той же час, після санітарних рубок, коли створюються оптимальні умови для освітлення та живлення, приріст по діаметру дерев значно збільшується. Використання гідротермічних коефіцієнтів VL2 і VL3 дозволяє визначити ступінь чутливості радіального приросту дерев до забруднення та кліматичних стресів [14].

Внаслідок вирубок лісів, розорювання лісів та зростання урбанізації, лісові екосистеми, що стають частиною міст, дуже чутливі до інтенсивного використання для відпочинку, що призводить до зниження їх стійкості. Незалежно від умов середовища, найбільш уразливі – це старовікові дерева. Наприклад, у дослідженні «Вік і радіальний приріст старовікових дубів у парку Феофанія» [34] Нецветов М. В. та Прокопук Ю. С. спробували визначити вік найбільших за розміром дубів у парку «Феофанія». Проте визначення віку дерев

потребує аналізу індивідуальної дендрохронології, що у старовікових дерев є досить складним та трудомістким процесом.

Дослідники прийшли до висновку, що вік дубів у парку «Феофанія» становить від 181 до 220 років. Середній щорічний приріст дерев дуба у парку складає $1,94 \pm 0,848$ мм/рік при відносній мінливості ширини кільця в 0,209 мм [34].

У дослідженні, що опубліковано у статті «Зміни радіального приросту в пошкодженому пожежею сосновому деревостані в західному Поліссі», автори Ворон В. П. та ін. [13] розглядали наслідки пожежі у сосновому лісі, віком 50 років. Пробні площі були розташовані як на ураженій пожежею території, так і на неурраженій. Результати дослідження показали, що дерева, пошкоджені пожежею мали приріст на 60% менший, ніж ті, що не були пошкоджені. Крім того, аномально сухі та сухі роки, після пожежі, також суттєво вплинули на ріст лісу. У цей період радіальний приріст зменшився на 55% у порівнянні з періодом до пожежі, тоді як на неурраженій території зменшення становило лише 9%. Встановлено, що найбільший вплив на зменшення радіального приросту спостерігався у пригнічених дерев (-75%), порівняно з панівними та надпанівними (-38% та -44% відповідно). Таким чином, сосновий ліс пережив депресію радіального приросту, яка триває й досі, особливо підсилюється у несприятливі роки [13].

У науковій праці «Радіальний приріст сосни звичайної поряд зі зрубом суцільної рубки в осередку верхівкового короїда в Поліссі», автори Коваль І. М. Андрєєва О. Ю. [22], проведено дослідження метою якого було встановлення реакції радіального приросту сосни звичайної на зміни у природному середовищі, пов'язаними зі зміною режиму освітлення, кліматичними стрес-факторами та заселенням шкідниками. У лісосіці із чистим середньовіковим сосновим насадженням, яке розташоване на території Коростишівського лісгосподарського масиву, були закладені три тимчасові пробні площі (ТПП) в умовах вологого субору (В3). Одна ТПП розташована на південно-східній

частині зрубу, який має найбільшу освітленість, інша у північно-західній стороні, яка є менш освітленою частиною, а також третя ТПП розміщена у лісі як контрольна. Причиною суцільної рубки 2013 року стало масове всихання дерев у зв'язку з поширенням осередків верхівкового короїда з 2010 по 2020 роки. Досліджувані соснові культури ростуть у лісах наукового призначення, а саме у генетичних резерватах. Характеристики досліджуваного насадження: клас бонітету I, запас деревини 250 м³/га; вік насадження – 70 років; повнота деревостану становить 0,7; середня висота дерев – 25 м; середній діаметр – 28 см; індекс типу лісу – ВЗ-ДС. Також були виявлені пошкодження дерев від хвороб, зокрема, 10% дерев були пошкоджені трутовиком звичайним [22].

В результаті виявлено, що зразки деревини, взяті з боку лісу, мають вищу якість порівняно з тими, що зібрані з менш освітленої північно-західної частини зрубу та більш освітленої південно-східної частини, і виявляються надзвичайно крихкими. У 80% таких зразків виявлено присутність гнилі. Відмінності у динаміці радіального приросту сосни звичайної в межі зрубу та у лісі є результатом змін освітлення та доступної площі для живлення дерев, спричинених суцільною рубкою. За період 2014-2017 років порівняно з періодом 2005-2012 років радіальний приріст сосни збільшився на 20% і 17% на найбільш освітленій і менш освітленій тимчасовій пробній площі (збільшення відбулося через «вивільнення» радіального приросту сосни), в той час як на контрольній ділянці збільшення приросту становило всього лише 3%. Після 2017 року на освітлених ділянках тренд радіального приросту сосни почав зменшуватися, у відмінну від контрольної ділянки, де спостерігалася стабілізація приросту [22].

У науковій статті «Особливості радіального приросту дубових деревостанів зеленої зони Львова», автори Мазепа В. Г. та ін. [32], методами дендрохронології досліджено динаміку радіального приросту дубових деревостанів зеленої зони Львова, встановлено вплив антропогенних та кліматичних чинників на загальний характер динаміки приросту. В ході досліджень було виявлено, що радіальний приріст дубових дерев у зеленій зоні міста Львова суттєво залежить від

антропогенних факторів та показників клімату. Ріст дубових дерев у зоні Львова найбільше співвідноситься з викидами забруднюючих речовин від промислових джерел у місті, і приріст дубів біля ВАТ «Миколаївцемент» залежить від обсягу викидів цього підприємства. Зв'язок між радіальним приростом і кількістю викидів у цих випадках є оберненим та високим.

У деревостанах, що періодично зазнають затоплення (КЛ-3, КЛ-4), зв'язок між радіальним приростом дуба та кількістю викидів послаблюється до помірного рівня, можливо, через вплив зволоження родючих ґрунтів. Варто зазначити, що дубові дерева на всіх досліджених ділянках виявилися достатньо толерантними до викидів автотранспорту, з коефіцієнтами кореляції не вище 0,34.

У оптимальних умовах лісорослинного росту (КЛ-1, КЛ-2), величина приросту дубових дерев суттєво впливає і від кліматичних показників. Тому зв'язки між приростом дубів із опадами за гідрологічний рік та гідротермічними коефіцієнтами є вагомими, як оберненими, так і прямими. Середня температура повітря також впливає на приріст дерев дуба у досліджуваній зоні, хоча зв'язок не настільки сильний, як для температури під час вегетаційного періоду [32].

Отже формування радіального приросту дубових лісів у зеленій зоні міста Львова залежить від комплексного впливу антропогенних та природних чинників. Приріст дубів, що ростуть неподалік від міста Львова, в значній мірі залежить від обсягу викидів забруднюючих речовин з промислових джерел, і приріст дубів біля ВАТ «Миколаївцемент» тісно пов'язаний із викидами цього підприємства. Варіативність приросту дубів залежить від впливу сухих періодів, а також від деревостанів, які періодично зазнають затоплення, а це також обумовлено надмірною кількістю опадів. Зміни у радіальному прирості середньовікових та молодих деревостанів є нерівномірними і характеризуються переважанням короткочасних коливань тривалістю від 1 до 4 років. Часті зміни у ширині річних кілець при високій амплітуді свідчать про порушення стійкості дубових лісів [32].

У науковій публікації «Особливості радіального приросту фенологічних форм дуба звичайного (*Quercus robur L.*) у західному Лісостепу України», автор Новак А. А. [35], досліджено процес формування приросту в ранній та пізній ростових стадіях дуба звичайного. Дослідження проводилися за допомогою стандартних дендрохронологічних та статистичних методів [35].

У ході дослідження було виявлено, що пізня форма дуба звичайного має невелику перевагу у прирості, складаючи 1,92 мм/рік, порівняно з ранньою формою, де приріст становить 1,83 мм/рік. Обидві феноформи проявляють слабку чутливість до зовнішніх факторів, оскільки коефіцієнти чутливості для обох об'єктів дорівнюють 0,07. Аналіз щорічних коефіцієнтів чутливості показав, що для пізньої феноформи вони коливаються від -0,18 до 0,20, у той час як для ранньої форми це значення становить від -0,22 до -0,23. Ця незначна різниця вказує на те, що рання феноформа менш стійка. Обидві фенологічні форми показують тривалі значні та помірні автокореляційні зв'язки, що свідчить про схожий перебіг процесів збереження, передачі та реалізації генетичної інформації. Незначні відмінності у статистичних показниках дендрохронологічних рядів ранньої та пізньої фенологічних форм показують, що реакція на вплив різноманітних чинників у обох феноформ, в цілому, подібна [35].

У науковій статті «Радіальний приріст соснових насаджень, створених з різною густотою в Житомирському Поліссі» Краснов В. П. та співавтори [26] дослідили, як початкова густина лісових культур впливає на формування радіального приросту сосни. Дослідження охоплювало насадження з трьома варіантами початкової густоти: 4000, 2000 та 1000 шт./га. За результатами роботи встановлено, що середній радіальний приріст дерев коливається в межах 2,49-3,70 мм і має чітку тенденцію до збільшення зі зменшенням початкової густоти посадки.

Аналіз хронологій підтвердив, що початкова густина дійсно впливає на величину радіального приросту. Дослідники виявили достовірну різницю (3-

34%) у прирості між насадженнями з густотою 4000 і 2000 шт./га протягом 1982-1984 до 1994-1997 рр. Різниця була також значною між варіантами 2000 і 1000 шт./га (у період 1982-1985 до 1999-2001 рр.) та між 4000 і 1000 шт./га (у період 1982-1984 по 2006-2010 рр.). Зрештою, автори дійшли висновку, що найкращі лісівничо-таксаційні показники були зафіксовані у насадженнях із середньою початковою густотою 2000 шт./га [26].

У статті «Influence of climatic conditions and air pollution on radial growth of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in Szczecin's city forests» автори Cedro A., Cedro B. [2] дослідили ростово-кліматичні показники соснових насаджень, що знаходяться у рекреаційних зонах міських лісів Щецина, а також встановили вплив забруднювачів повітря від сусіднього хімічного заводу на ширину річних кілець. Дослідження проводилося у лісовому комплексі Гленбоке, розташованому приблизно за 11 км від хімічного заводу «Police», який виробляє добрива. Найбільш інтенсивні викиди забруднюючих речовин із заводу спостерігалися у 1980-х та на початку 1990-х років.

Для аналізу з 30 соснових дерев (*Pinus sylvestris* L.) були відібрані зразки деревини за допомогою бура Пресслера та досліджені за стандартною дендрохронологічною методикою. В результаті отримано локальну хронологію, що охоплює 169 років (1848–2016). Дендрокліматологічний аналіз показав, що погодні умови наприкінці зими та навесні є домінуючими факторами росту: вищі температури у лютому, березні та квітні сприяють формуванню широких річних кілець у наступному вегетаційному сезоні. Визначення відносної зміни приросту дозволило виявити періоди впливу забруднення. У період 1944-1972 рр. спостерігалося збільшення ширини кілець, що пояснюється сприятливими погодними умовами. Натомість, період 1973-1991 рр. продемонстрував найсильніший спад річного приросту за весь час спостережень, що було тісно пов'язано з величезними обсягами викидів забруднюючих речовин із сусіднього хімічного заводу. Незважаючи на впровадження нових технологій та зменшення обсягів виробництва на заводі, в динаміці ширини кілець наразі виявлено

негативну тенденцію, що вказує на важливість подальшого моніторингу забруднювачів та продовження досліджень.

У своїй роботі «Radial growth of *Pinus sylvestris* growing on alluvial terraces is sensitive to water-level fluctuations» Polacek D. та інші [3], дослідили, як екологічні чинники впливають на зростання сосни звичайної (*Pinus sylvestris*) на алювіальних терасах річки Лех в Австрії. Основна увага приділялася аналізу впливу опадів, температури та рівня ґрунтових вод на ширину річних кілець. Результати чітко вказали, що надлишок вологи є головним обмежуючим чинником для росту дерев, про що свідчать тісні обернені зв'язки між максимальним рівнем ґрунтових вод і приростами соснових насаджень. Посушливі періоди також негативно позначалися на зростанні, проте лише у ті роки, коли посухи були надзвичайно сильними.

Дослідники пояснюють домінування сосни звичайної на цих терасах не лише її здатністю витримувати сухі ґрунти та дефіцит поживних речовин, але й наявністю у неї багатопарової кореневої системи. Саме ця особливість дозволяє сосні ефективно пристосовуватися до значних і мінливих коливань ґрунтового зволоження [3].

У статті «Дендрохронологічний аналіз липи серцелистої (*Tilia cordata* Mill.) в умовах урбанізованого середовища», автори Олексійченко Н. О. та ін. [36], досліджували негативний вплив транспортних магістралей та інших негативних чинників середовища на радіальний приріст липи серцелистої (*Tilia cordata* Mill.), яку найчастіше висаджують у вуличних насадженнях міста Києва. Липа європейська є найпоширенішим видом, використовуваним для озеленення міста Києва у порівнянні з іншими видами, такими як каштан, клен і тополя. *Tilia cordata*, зустрічається у різних типах насаджень, але найчастіше використовується у лінійних посадках, таких як алеї, бульвари та дороги. Проте за останні роки стан лип у вуличних насадженнях Києва помітно погіршився. Рослини роду *Tilia* стали схильними до серйозних проблем, таких як велика кількість висохлих гілок, сильний хлороз і некроз листків, а також передчасна

втрата листя. Ці проблеми призводять до масової загибелі дерев у міських насадженнях. Формування щорічних кілець у дерев липи є предметом дослідження на одній з вулиць міста Києва, зокрема на проспекті Голосіївському, де з 1960-х років переважно висаджують *Tilia cordata*. Цей проспект віднесений до категорії «автомагістралі та шосе» і характеризується великою кількістю транспортного руху [36].

В результаті досліджень було встановлено що молоді дерева липи *Tilia cordata* з діаметром до 10 см на вулицях проявляють найнижчу стійкість, причому понад 45% з них видаляються через погіршення стану. Формування щорічних кілець у напрямку, що протилежний автомагістралі, відбувається природним чином, але у перпендикулярному напрямку спостерігається значне пригнічення радіального приросту липи. Постійний негативний вплив від транспортного руху на автомагістралі суттєво погіршує стан дерев липи і сприяє їх зараженню шкідниками та хворобами (у 25% зрізаних дерев). Не виявлено статистично значущого впливу автомагістралі на формування середньої товщини щорічного кільця у молодих дерев липи віком від 10 до 20 років, на відміну від дерев віком 30-60 років [36].

У науковому дослідженні «Growth and physiological stability of pine stands of the Ukrainian Polissia», автори Леснік О.М. та ін. [8] було досліджено ріст та фізіологічну стійкість соснових деревостанів. Для цього використано зразки дерев відібраних у соснових насадженнях Полісся України, з яких було отримано дані про кількість річних кілець і параметри радіального приросту. Встановлено, що з віком варіабельність радіального приросту зменшується і коливається від 0,99 до 2,78 мм, при цьому середнє значення радіального приросту становить 1,79 мм. За результатами кореляційного аналізу, радіальний приріст та поточний приріст за діаметром мають обернений зв'язок з віком, тоді як діаметр на висоті грудей має прямий зв'язок. Розроблені математичні моделі дозволяють прогнозувати ріст соснових дерев протягом їх життя. Дослідження показало, що соснові деревостани найбільш стійкі до негативних впливів у віці 50-60 років.

Отримані результати можуть бути корисні для прогнозування змін у біометричних показниках та ефективного використання лісових ресурсів [8].

У науковій статті «Особливості ростових процесів сосни звичайної у насадженні ураженому кореневою губкою», автори Дишко В. А. та Торосова Л. О. [18], зосереджено увагу на дослідженні впливу біометричних, дендрохронологічних та біохімічних показників сосни звичайної (*Pinus sylvestris L.*), ураженою кореневою губкою (*Heterobasidion annosum (Fr.) Bref.*). Деревя були класифіковані як «стійкі» та «хворі» згідно санітарного стану. Дослідження включали детальний аналіз ширини пізньої та ранньої деревини у формуванні річного кільця, а також вмісту біохімічних сполук у лубі та смолопродуктивність дерев. Виявлено, що дерева з різним санітарним станом мали суттєві відмінності [18].

Пошкодження, які спричиняє гриб *Heterobasidion annosum (Fr.) Bref.*, схожі на окоренкову гниль стовбурів сосни та інших видів хвойних дерев. Це призводить до втрати значної кількості деревини та зниження захисних властивостей лісових насаджень. Ураження цим грибом може становити від 20% до 60% від усього деревного масиву, при цьому вихід корисної деревини може зменшитися на 40%. Хвороба кореневої губки може зачепити рослини будь-якого віку, але особливо небезпечною є для молодих дерев і дерев середнього віку [18].

У 2015 році було проведено обстеження мішаних насаджень сосни звичайної V класу віку в ДП «Харківська ЛНДС» на староорних землях у Дергачівському лісництві. Насадження складалося з 8Сз2Бп, було 45 років, діаметр стовбура становив 27 см, висота 23 м, бонітет – 1б, ТЛУ – С2ЛДС, повнота – 0,8, і запас – 335 м³/га. В ході дослідження виявлено розповсюдження кореневої губки. В ході досліджень було виявлено, що загальний аналіз виявлених ознак та їхньої змінності підтверджує, що для визначення ступеня стійкості дерев до патогенних чинників найбільш ефективним методом є використання дендрохронологічних характеристик [18].

Автори статті «Радіальний приріст сосни звичайної в насадженнях Житомирського Полісся, де відсутні рубки догляду з моменту аварії на ЧАЕС», Мельник В. В. та Зборовська О. В. [33], досліджували вплив проведення рубок догляду на радіальний приріст дерев. Дослідження проводилося у лісових масивах, де рубки догляду були заборонені через радіаційне забруднення після аварії на Чорнобильській АЕС, а також у місцях, де рубки догляду виконувалися правильно. У ході дослідження аналізувалися основні статистичні показники річкових хронологій дерев, включаючи коефіцієнт варіації та коефіцієнт чутливості [33].

Під час дослідження була датування річних кілець на двох пробних ділянках. На ділянці, де рубки догляду проводилися, максимальна ширина кільця складала 4,21 мм, а середня - 1,50 мм. У той же час на ділянці з високим рівнем радіації ці значення становили 2,52 мм і 1,16 мм відповідно. Найбільша різниця у прирості цих двох насаджень була помічена в період з 1930 по 1982 роки, після чого з 1983 року абсолютні прирости на обох ділянках суттєво не відрізнялися [33].

Після аналізу отриманих результатів головних показників росту дерев, автори прийшли до висновку, що соснові насадження, де не виконувалися рубки догляду, проявляють знижену структурну стійкість. Це підкреслює важливість своєчасного та правильного впровадження лісогосподарських заходів [33].

Висновки до 1-го розділу. У першому розділі було проведено аналіз літературних джерел, що стосуються предмету дослідження. На основі чого були визначені особливості дослідження фізіологічної стійкості та приросту соснових насаджень. Також, під час аналізу ряду джерел, було вирішено при проведенні власних досліджень, розраховувати коефіцієнти чутливості на основі співвідношення ширини суміжних кілець.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИКА ЗБОРУ ТА ОБРОБКИ ДОСЛІДНОГО МАТЕРІАЛУ

Для проведення дослідження у модальних соснових деревостанах Шепетівського надлісництва філії «Подільський лісовий офіс» ДП «Ліси України» було закладено 5 тимчасових пробних площ (ТПП) та відібрано 80 зразків деревини (кernів). ТПП були закладені у наступних лісництвах: Плесенському, Рудня-Новинському та Шепетівському.

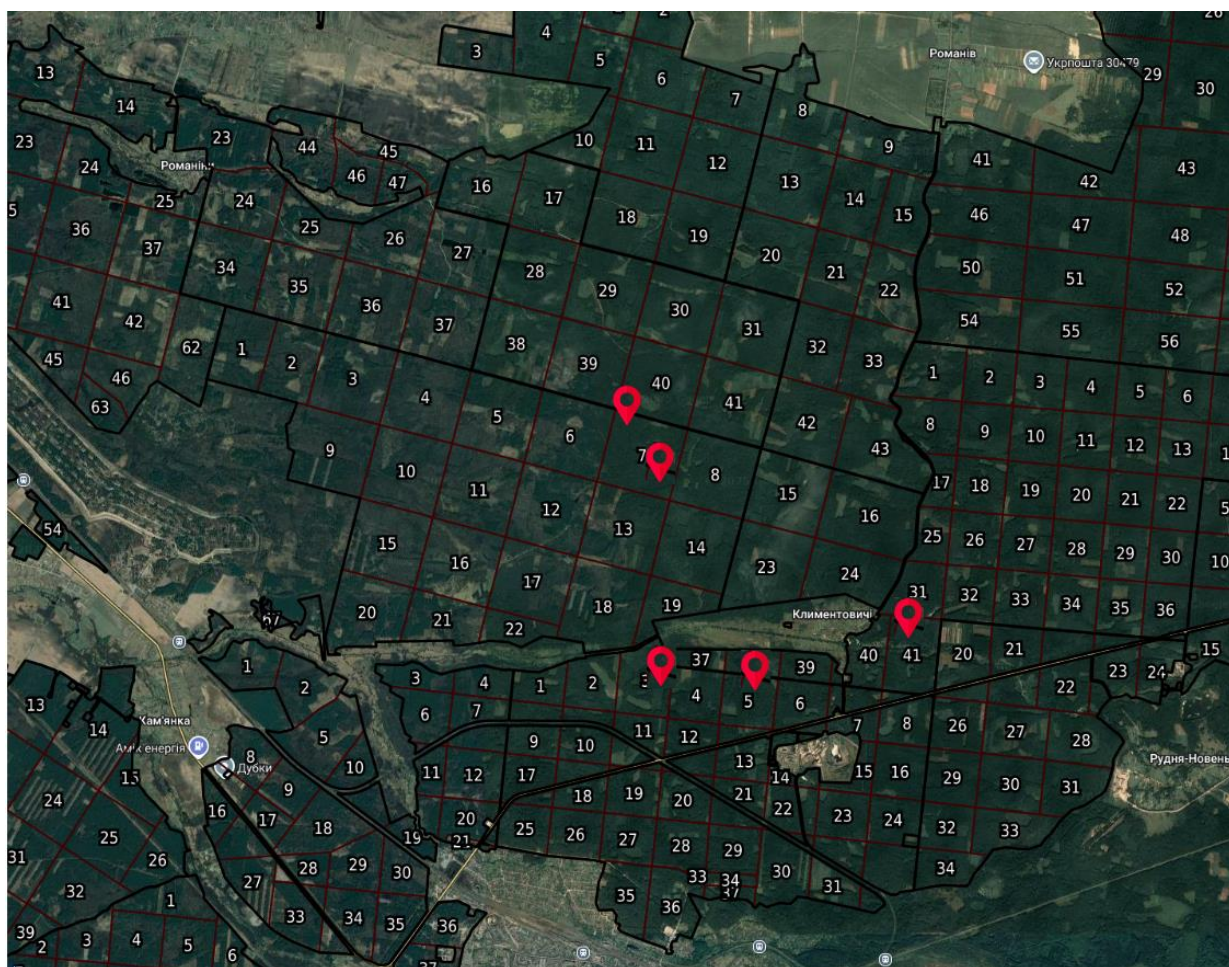


Рис. 2.1. Територіальне розташування пробних площ [39]

Дві пробні площі було закладено у молодняках віком 13 та 22 роки. Одна пробна площа закладена у середньовіковому деревостані насадженні віком 50 років. Також пробні площі були закладені у пристигаючому деревостані віком 72 роки та стиглому насадженні віком 85 років.

Для відбору зразків деревини попередньо закладались тимчасові пробні площі згідно вимог СОУ 02.02-37-476:2006 [47]. Пробні площі закладались у найбільш характерних місцях таксаційних виділів. У соснових насадженнях були закладені кругові пробні площі радіусом 12,62 м (рис. 2.2), проведений суцільний перелік дерев, обмір модельних дерев та відбір зразків деревини (кernів).



Рис. 2.2. Таксація насадження на ТПП

Висоту модельних дерев вимірювали за допомогою висотоміра Haglöf ES-II-D. Для визначення меж (радіуса) на пробній площі (ТПП) використовували мірну стрічку довжиною 25 метрів. Відбір зразків деревини здійснювали за допомогою вікового бура Haglöf. Керни відбиралися з модельних дерев на стандартній висоті 1,3 м від землі, строго перпендикулярно до поздовжньої осі стовбура. У разі пошкодження зразка, відбір проводили повторно.

Отримані зразки деревини були розміщені на дерев'яній підкладці, що є дуже зручним для транспортування та подальшого опрацювання. Поблизу кожного зразка керну було нанесено унікальний код, який містить певну інформацію про місце збору керну. Перший набір літер латинського алфавіту містить зашифровану назву підприємства (наприклад, SNHLG – Шепетівське надлісництво). Далі наведено інформація про квартал, виділ, номер пробної площі та модельного дерева. Після цього записуються значення таксаційних показників - діаметр і висота (наприклад, SNHLG _5.8_4.13 H=10,7 D=13,9).

Роботи з кернами у лабораторних умовах, передбачали підготовку до аналізу. Цей процес включав два основні етапи: спершу керни проклеювали столярним клеєм для їхнього зміцнення, а після повного висихання клею поверхню зразків шліфували та зачищали. Така ретельна підготовка була необхідною для забезпечення чіткості структури деревини під час подальшого дослідження.

Для вивчення ширини річних кілець та визначення загального радіального приросту, підготовлені зразки деревини сканували. Використовувався сканер високої роздільної здатності Canon, налаштований на 300 точок на дюйм. Отримані цифрові зображення згодом редагувалися на комп'ютері: для оптимізації якості та кращої видимості річних кілець проводилося коригування їхньої контрастності та яскравості.

Для того що б визначити ширину річного приросту, було вирішено використовувати програму *ImageJ*, в яку завантажувався плагін *ObjectJ* (рис. 2.3, а), який необхідний для коректної роботи програмного продукту. В

програмний продукт завантажуються відскановані зразки деревини (рис. 2.3, б). Макет якого був розроблений для розрахунку і вимірювань приростів річних кілець. При виконанні масштабування, враховано те, що одиниця вимірювання ширини річних кілець є міліметри. Тому проведено перерахунок з дюймів в міліметри, враховуючи, що в один дюйм становить 25,4 мм: $300/25,4=11,81$ мм.

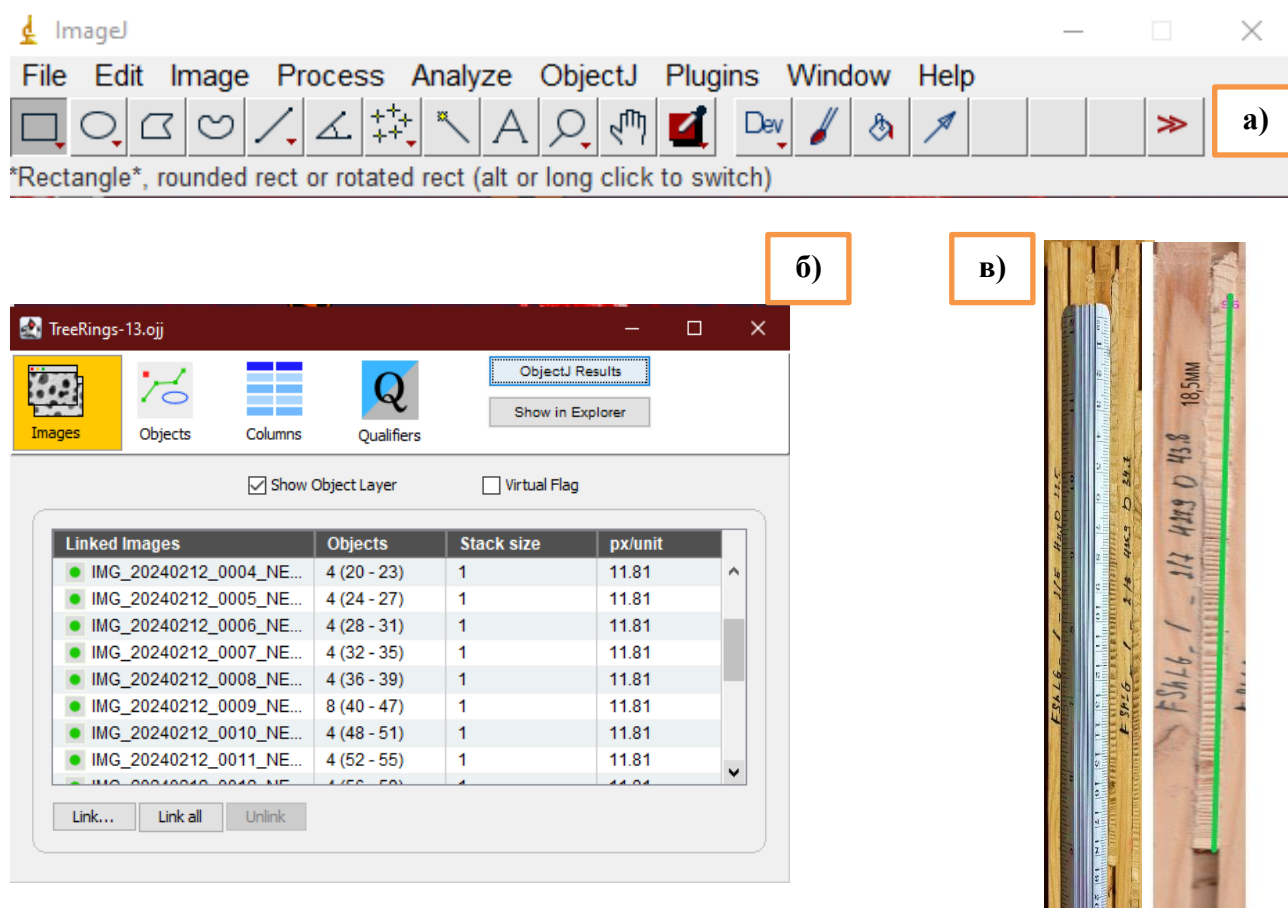


Рис. 2.3. Програмний продукт *ImageJ* з встановленим плагіном *ObjectJ*

Перед початком основного аналізу проводилося контрольне вимірювання для перевірки правильності встановлення масштабу. Для цього випадково обраний керн вимірювали двома способами: спочатку вручну, використовуючи лінійку з точністю до 1 мм, визначали відстань від серцевини до кори. Потім ту ж саму відстань вимірювали за допомогою програмного забезпечення *ImageJ*. Цей подвійний вимір дозволяв підтвердити відповідність цифрового масштабу фізичному.

Після проведення контролю було встановлено, що відхилення між ручним та програмним вимірами менше 1 мм, що становить менше 0,5%. Оскільки така розбіжність вважається допустимою, було прийнято рішення продовжувати подальші дослідження, розпочавши датування річних кілець на зразках деревини.

Датування річних кілець проводиться від серцевини до кори. Враховуючи, що пробні площі та відбір зразків деревини проводився в кінці вегетативного періоду (жовтень), відповідно річне кільце останнього року було повноцінно сформованим із наявністю пізньої деревини, прийняте рішення 2024 рік враховувати для подальших досліджень. На рис. 2.4 наведено приклад датування річних кілець на зразку деревини в програмному продукті *ImageJ*.

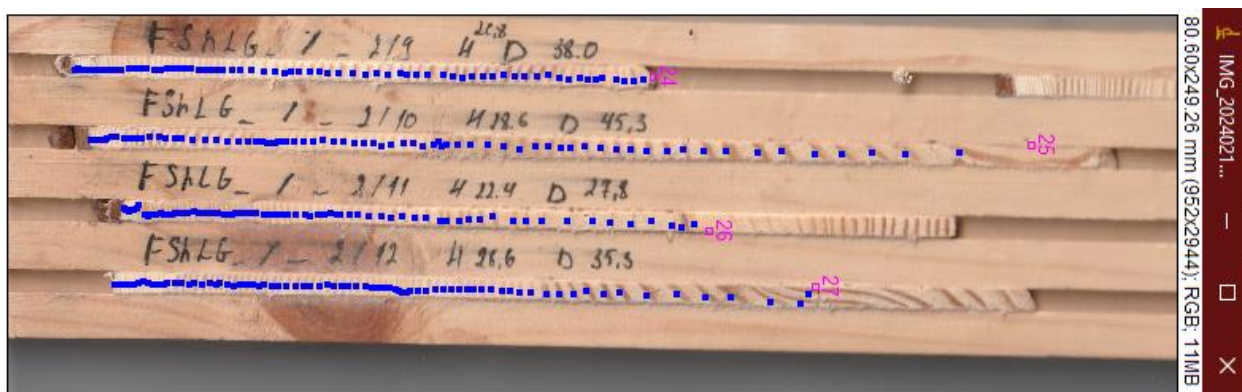


Рис. 2.4. Датування річних кілець у програмному продукті *ImageJ*

В цілому опрацьовано 80 зразків деревини із 5 ТПП. Отримані дані будуть використані для дослідження фізіологічної стійкості соснових насаджень у підприємстві та визначення поточного приросту.

Висновки до 2-го розділу. У даному розділі описана методика збору дослідних даних, також проведений опис програмного продукту, який використаний для обробки зразків деревини при виконанні дендрохронологічних досліджень.

РОЗДІЛ 3

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА ТА АНАЛІЗ ЛІСОВОГО ФОНДУ

3.1 Організаційна структура підприємства

Шепетівське надлісництво філії «Подільський лісовий офіс» ДП «Ліси України» розташована в північно-східній частині Хмельницької області на території Шепетівського адміністративних району [39].

Поштова адреса: 30400 Хмельницька область м. Шепетівка вул. Героїв Небесної сотні, 113 тел./факс: (03840) 417-48

Електронна адреса: leshos08@ukr.net



Рис. 3.1. Контора Шепетівського надлісництва [39]

Загальна площа земель лісового фонду Шепетівського надлісництва філії «Подільський лісовий офіс» ДП «Ліси України» становить 35959,3 га. Адміністративно-організаційна структура філії наведена у табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Адміністративно-організаційна структура підприємства [39]

Найменування лісництв	Найменування адміністративних районів	Площа, га
Романівське кв.41 вид.38	Шепетівський	5432,4
Кам'янське кв.16 вид.14	-/-	2371,0
Климентовицьке кв.7 вид.21 Шепетівського л-ва	-/-	2629,6
Мальованське кв.118 вид.29	-/-	6188,6
Полонське кв.18 вид.15	-/-	6400,0
Понінківське кв.16 вид.23	-/-	2025,2
Хмелівське кв.20 вид.4	-/-	2609,0
Пліщинське кв.16 вид.14 Кам'янського л-ва	-/-	1820,3
Плесенське кв.16 вид.14 Кам'янського л-ва	-/-	2295,0
Рудня-Новенське кв.7 вид.21 Шепетівського л-ва	-/-	2397,5
Шепетівське кв.7 вид.21	-/-	1790,7
УСЬОГО ПО НАДЛІСНИЦТВУ		35959,3
в т.ч. за адмінрайонами:	Шепетівський	35959,3

Згідно з даними таблиці 3.1, усі згадані лісництва розташовані в межах Шепетівського району. Найбільшу частку від загального фонду займає Полонське лісництво, охоплюючи 17,8% території. Натомість, Шепетівське лісництво є найменшим, становлячи лише 4,9% від загальної площі.

3.2 Таксаційна характеристика насаджень підприємства

Існуючий поділ лісів на категорії проведено згідно постанови КМ України від 16.04.07р. № 733 «Порядок поділу лісів на категорії та виділення особливо захисних лісових ділянок», постанов КМ України від 30 січня 2019 р. [39]. Відповідно до проекту організації та розвитку лісового господарства Шепетівського надлісництва філії «Подільський лісовий офіс» [39] 63% території філії становлять експлуатаційні ліси (рис.3.2).

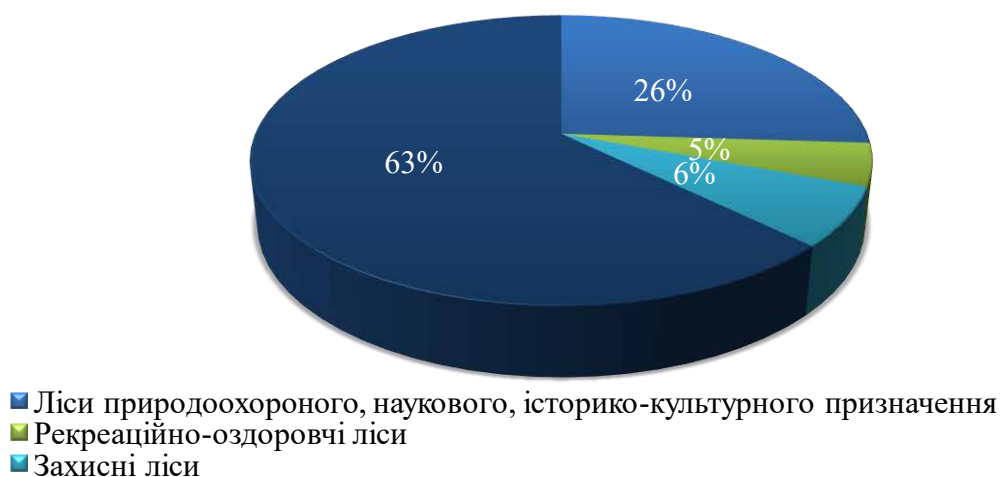


Рис. 3.2. Розподіл площі земель лісового фонду за категоріями

Згідно із даними з рис. 3.2, рекреаційно-оздоровчі ліси займають лише 5% території, і лише невелика частина цих лісів розташована поруч з населеними пунктами. Ліси, які використовуються для природоохоронних, наукових і історико-культурних цілей, займають 26% земель. Також, 6% лісів забезпечують захисні функції, розташовуючись вздовж залізничних та автомобільних трас, а також уздовж річок, озер і водойм.

На території лісового фонду Шепетівського надлісництва переважаючою по площі породою є сосна звичайна, що становить 40% від загальної площі. На рис. 3.3. наведено розподіл площі за основними породами.

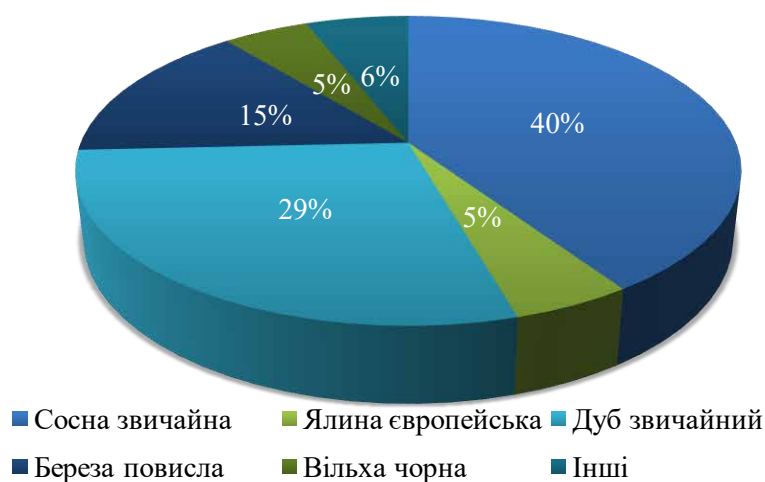


Рис. 3.3. Розподіл площі лісових земель за головними породами

З даних рис. 3.3. бачимо, що також досить часто у лісових масивах зустрічається береза повисла (15%) та дуб звичайний (29%). Дані деревні види є супутніми породами для сосни звичайної та часто використовуються при створенні лісових культур. На рис. 3.4 наведена динаміка розподілу площі вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок за групами порід і групами віку.

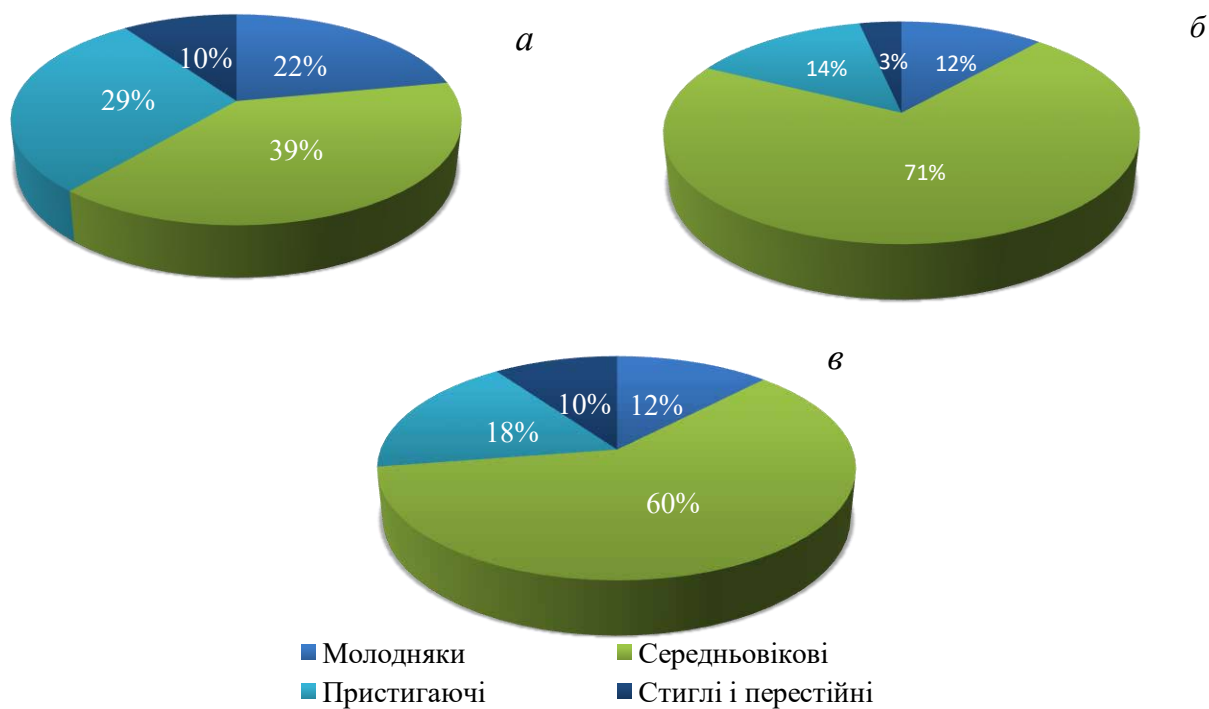


Рис. 3.4. Розподіл площі земель підприємства за групами порід і групами віку, га: а) хвойні; б) твердолистяні; в) м'яколистяні

Середньовікові насадження найбільш поширені в даному господарстві, також з даних наведених на рис. 3.4 видно, що у хвойних порід, переважно це сосна звичайна, площі насаджень за групами віку розподілені рівномірно, що до інших, то тут видно явну переважання середньовікових деревостанів >60%. На рис. 3.5 наведена характеристика площі земель підприємства за класами бонітету.

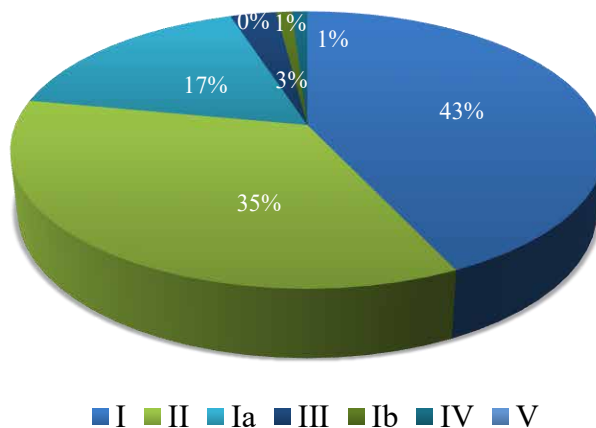


Рис. 3.5. Розподіл площі насаджень Шепетівського надлісництва за класами бонітету

У насадженнях Шепетівського надлісництва середнє значення класу бонітету становить 1, 2, відповідно більшість насаджень є високобонітетними. На рис. 3.6 наведена характеристика площі земель підприємства за повнотами.

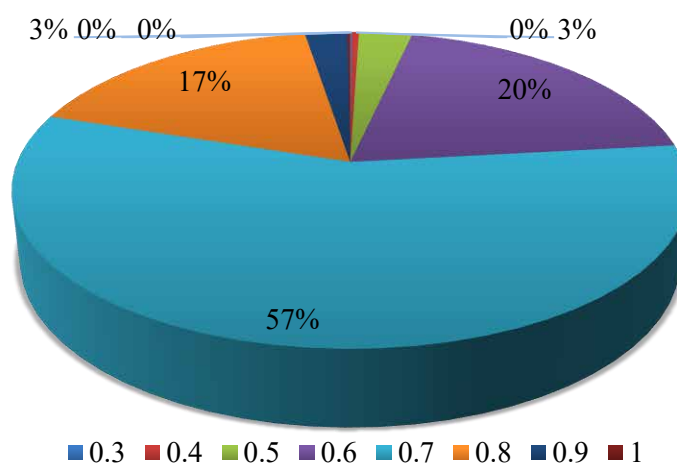


Рис. 3.6. Розподіл площі насаджень Шепетівського надлісництва філії «Подільський лісовий офіс за повнотами

За відносною повнотою насадження поділяють на високоповнотні (0,8-1,0), середньоповнотні (0,5-0,7) та низькоповнотні (0,3-0,4). У Шепетівському надлісництві високоповнотні насадження становлять 18,0%, середньоповнотні – 80%, а низькоповнотні – 2,0%. Найбільше насаджень зростає за повнотою 0,7 – 57% (рис. 3.6). Середня повнота насаджень по підприємству становить 0,7.

3.3. Використання лісоресурсного потенціалу

У 2024 р. в лісах надлісництва в цілому було заготовлено 84,2 тис.м³ ліквідної деревини, в т.ч. ділової - 56,4 тис.м³. Із загального обсягу заготовленої ліквідної і ділової деревини хвойні породи складають відповідно 51,9 тис.м³, твердолистяні породи – 15,9 тис.м³, м'яколистяні породи – 16,3 тис.м³ [20]. Найбільшими споживачами деревини є ТОВ «Кроноспан.УА», ТОВ «Веселі бобри», компанія «Галеон», ТОВ «Паллета 888», ПДВ «Перечинський ПХК» та місцеве населення.

Розподіл заготовленої деревини в межах видів рубок за 2024 рік наведено на рис. 3.7.



Рис. 3.7. Обсяги заготівлі деревини за 2024 рік за видами рубок

Як видно з даних наведених на рис. 3.7., що значні обсяги деревини заготовлені від РГК та санітарних рубок (близько 90 %). На рис. 3.8 наведено розподіл обсягів заготівлі деревини у підприємстві за групами порід.

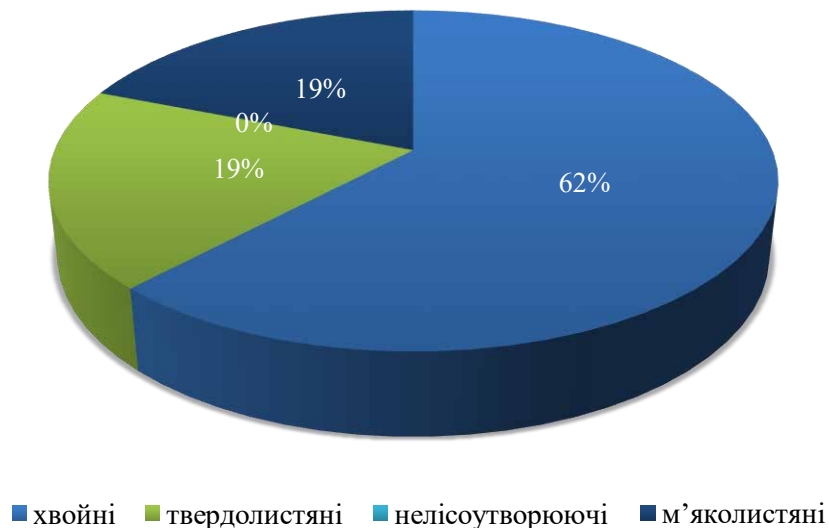


Рис. 3.8. Обсяги заготівлі деревини за 2024 рік за групами порід, %

Згідно з даними наведеними на рис. 3.8, встановлено, що переважна більшість заготовленої деревини відноситься до групи хвойних порід. Це головним чином обумовлено масовим висиханням соснових насаджень на підприємстві та значним обсягом проведених санітарних рубань, а також тим, що соснові насадження займають найбільшу площу. На рис. 3.9. наведений розподіл заготовленої деревини за породами.



Рис. 3.9. Обсяги заготівлі деревини за 2024 рік за породами

Як видно з даних наведених на рис. 3.9, що обсяги заготівлі за породами представлені найбільшими обсягами по сосні (більше 68 %). На рис. 3.10 наведений розподіл обсягів заготовленої деревини за видами лісопродукції.

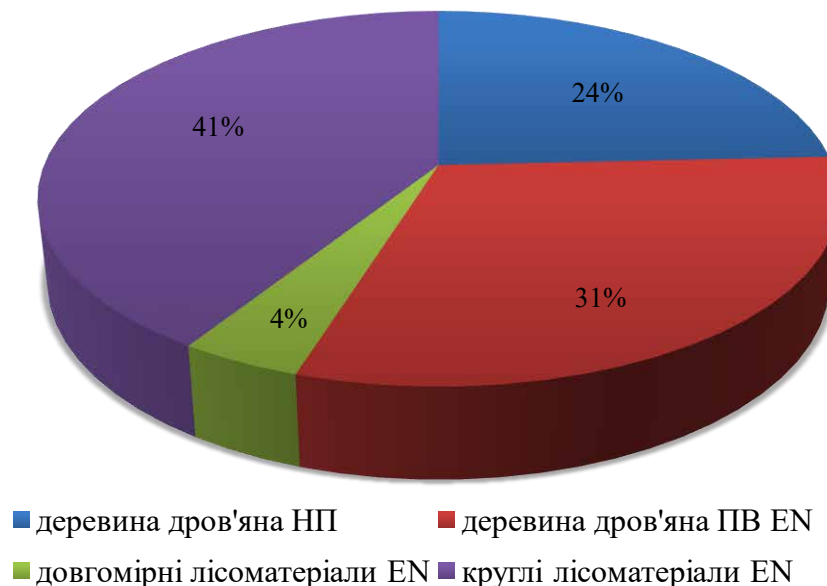


Рис. 3.10. Розподіл обсягів заготовленої деревини за видами заготовленої лісопродукції

Як видно з аналізу даних наведених на рис. 3.10, що найбільше у підприємстві заготовлюються круглі лісоматеріали (41 %), а також дров'яна деревина (55%).

Висновки до 3-го розділу. Площа земель лісогосподарського призначення підприємства становить 35959,3 га, причому 63% цієї території віднесено до експлуатаційних лісів. Домінуючою породою є сосна, частка якої перевищує 40% площі. Переважають по площі високопродуктивні середньовікові насадження, середня повнота яких становить 0,7, клас бонітету — I,2. Структура лісозаготівель свідчить про погіршення санітарного стану насаджень. Найбільші обсяги заготівлі деревини отримано від санітарних рубок – 63%, тоді як від рубок головного користування – 25% від загальної заготівлі.

РОЗДІЛ 4

ФІЗІОЛОГІЧНА СТІЙКІСТЬ СОСНОВИХ НАСАДЖЕНЬ

4.1. Загальна характеристика дослідних даних

Для вирішення поставлених завдань у Шепетівському надлісництві, в насадженнях трьох лісництв даного підприємства: (Плесенське, Рудня-Новинське, Шепетівське) було закладено 5 ТПП радіусом 12, 62 м (500 м²). Відбір місць пробних площ проводився таким чином, що б основні таксаційні показники ділянок, відповідали середнім по підприємству, тобто насадження були модальними. Таксаційна характеристика пробних площ наведена в табл. 4.1.

Таблиця 4.1

Характеристика тимчасових пробних площ

Показник	Номер пробної площі				
	1	2	3	4	5
Площа виділу, га	4,2	2,6	2,2	1,3	0,5
Вік, років	72	85	50	24	16
Сума площ поперечних перерізів, м ²	2,05	1,90	1,11	0,53	0,40
Кількість дерев, шт	35	24	33	39	67
Середній діаметр деревостану, см	27,3	31,8	20,7	13,1	8,7
Середня висота деревостану, м	21,5	24,2	20,2	10,7	8,8
Клас бонітету	II	II	I	I	Ia
ТЛУ	B3	C2	B2	C3	C3
Повнота	0,70	0,70	0,70	0,90	0,90
Запас деревини, м ³ · га ⁻¹	305	350	288	170	126

Розрахунок середнього діаметра (D):

$$D = 200 \cdot \sqrt{\frac{G}{N * \pi}} \quad (4.1)$$

де N - загальна кількість дерев на площі переліку, шт; G - сума площ поперечних перерізів, м².

Середня висота насадження визначалась на основі даних обмірних 15 модельних дерев, відібраних у насадженні методом пропорціонального ступінчастого представництва, з побудовою графіка кривої висот (рис. 4.1).

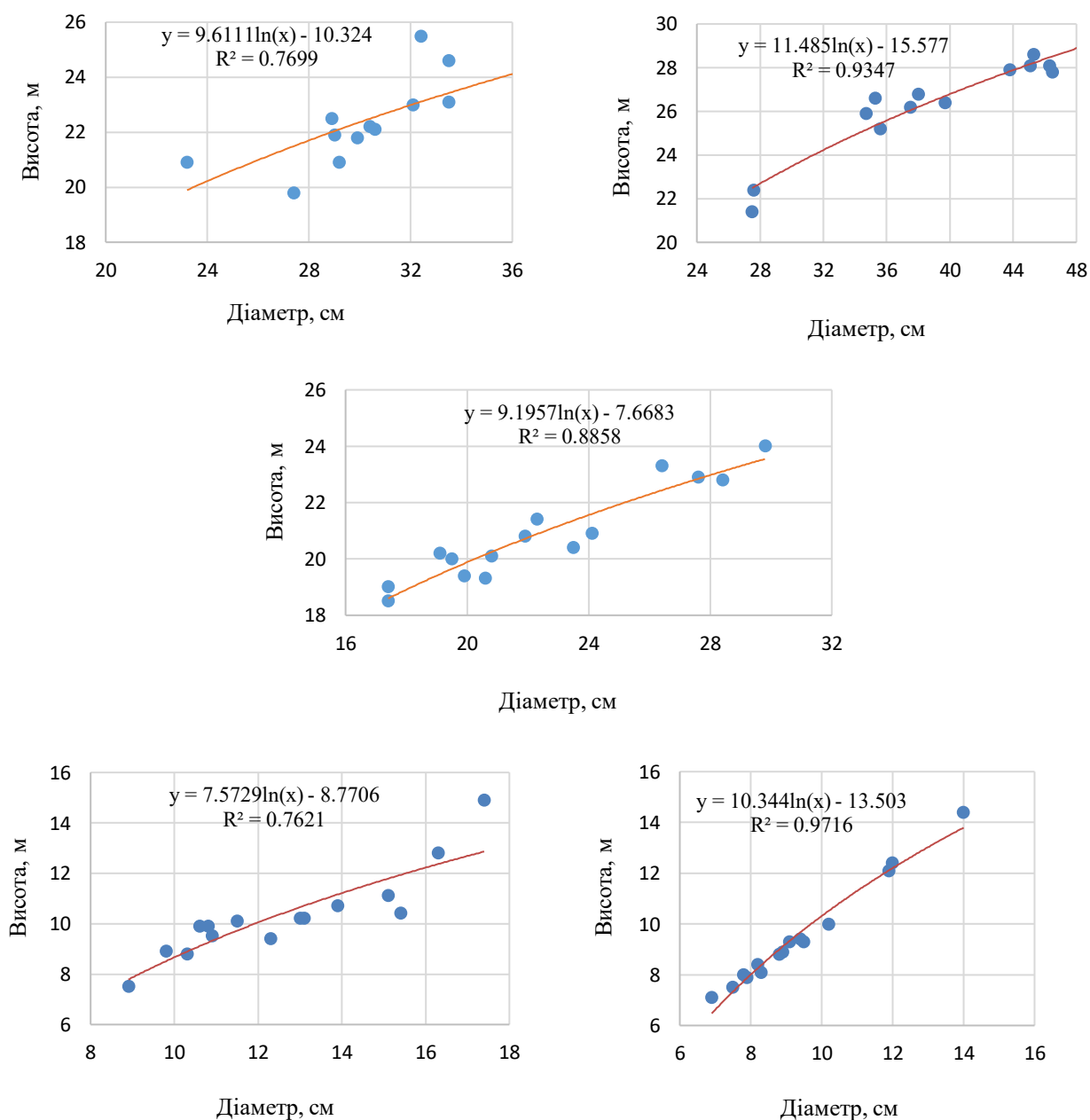


Рис. 4.1. Криві висот ТПП № 1-5

В результаті побудови кривої висот (рис. 4.1), на основі середнього діаметра, була встановлена середня висота насаджень на п'яти ТПП. З метою подальшого дослідження фізіологічної стійкості соснових насаджень проведено датування річних кілець, на відібраних зразках деревини, у спеціальному програмному забезпеченні *ImageJ* із встановленим додатково плагіном *ObjectJ*. У табл. 4.2 наведена статистична характеристика дослідних даних на ТПП №1 та №2 які відібрані у насадженнях групи віку молодняки.

Таблиця 4.2

Статистична характеристика дослідних даних ТПП №1

ТПП	№ мод. дерева	Кількість кілець, шт	Ширина річного кільця, мм			Стандартне відхилення	Коефіцієнт варіації
			мінімальна	максимальна	середня		
1	1	16	2,02	12,26	4,2	0,66	157,1
	2	18	0,56	8,25	3,4	0,48	141,2
	3	17	1,43	9,92	4,2	0,58	138,1
	4	16	1,14	13,61	3,8	0,83	218,4
	5	16	1,96	14,13	4,7	0,73	155,3
	6	20	0,51	6,19	2,6	0,41	157,7
	7	16	0,68	12,76	3,4	0,73	214,7
	8	22	0,80	6,25	3,0	0,33	110,0
	9	18	0,74	8,00	3,2	0,49	153,1
	10	20	0,78	6,97	3,0	0,36	120,0
	11	17	2,12	6,95	3,6	0,31	86,1
	12	17	2,54	9,70	4,9	0,51	104,1
	13	19	1,55	5,03	2,7	0,22	81,5
	14	14	1,31	7,12	4,7	0,39	83,0
	15	20	2,96	11,11	5,6	0,59	105,4
	16	26	1,30	8,18	3,2	0,31	96,9
2	1	13	2,08	10,69	4,8	0,78	162,5
	2	13	0,96	8,89	3,9	0,80	205,1
	3	12	1,25	7,98	4,0	0,52	130,0
	4	13	1,48	7,58	3,9	0,46	117,9
	5	13	0,63	9,73	4,3	0,79	183,7
	6	13	2,39	14,69	7,8	1,07	137,2
	7	15	0,51	8,19	4,4	0,71	161,4
	8	12	0,79	9,28	4,5	0,92	204,4
	9	10	1,02	9,07	5,4	0,74	137,0
	10	11	3,14	7,99	5,1	0,49	96,1
	11	9	3,56	8,31	5,6	0,53	94,6
	12	9	2,04	11,62	4,8	1,02	212,5
	13	15	1,53	10,54	4,7	0,59	125,5
	14	11	3,65	22,52	8,2	1,57	191,5
	15	11	3,76	11,13	6,5	0,69	106,2
	16	10	1,36	6,72	4,6	0,65	141,3

Дві тимчасові пробні площі були закладені у молодняках 13 та 22 років. Встановлено, що ширина річного кільця, для різних модельних дерев, знаходиться в межах від 5,03 до 22,52 мм. Коефіцієнт варіації для деяких моделей (наприклад № 2, № 8, № 7, № 4) вказує про широкий діапазон динаміки річного приросту. Середні значення ширини річного кільця знаходяться в межах від 5,03 до 14,69 мм. Загальний аналіз засвідчив, що ріст дерев в однорідному насадженні має відмінності у рості та розвитку.

Пробна площа №3 була закладена у середньовіковому деревостані віком 50 років. Статистична характеристика дослідних даних ТПП наведена у табл. 4.3.

Таблиця 4.3

Статистична характеристика дослідних даних ТПП №3

ТПП	№ мод. дерева	Кількість кільцець, шт	Ширина річного кільця, мм			Стандартне відхилення	Коефіцієнт варіації
			мінімальна	максимальна	середня		
3	1	37	0,37	7,37	2,5	0,32	128,0
	2	46	0,42	8,49	2,3	0,31	134,8
	3	54	0,42	6,94	2,4	0,22	91,7
	4	50	0,35	9,94	1,9	0,27	142,1
	5	57	0,36	6,66	2,0	0,20	100,0
	6	51	1,07	6,10	2,6	0,16	61,5
	7	54	0,53	6,86	2,7	0,18	66,7
	8	46	0,32	17,85	2,4	0,46	191,7
	9	46	0,96	9,32	3,2	0,25	78,1
	10	43	0,32	9,45	2,2	0,30	136,4
	11	41	0,47	9,77	2,3	0,35	152,2
	12	48	1,07	9,70	3,4	0,22	64,7
	13	41	1,36	19,12	4,4	0,53	120,5
	14	48	1,23	9,99	3,9	0,33	84,6
	15	45	0,96	6,94	2,0	0,16	80,0
	16	46	0,42	8,35	2,4	0,28	116,7

Ширина річного кільця модельних дерев на пробі знаходиться в межах від 6,10 до 19,12 мм. Коефіцієнт варіації для деяких моделей наприклад № 13, № 8, № 11 становить понад 100 %, що свідчить про значний діапазон зміни ширини річного кільця. Середні значення ширини річного кільця становлять від 6,10 до 9,99 мм, вказуючи на різну інтенсивність росту дерев. Ці дані свідчать про важливість різноманіття у рості та розвитку соснового деревостану, яке може бути викликане різними факторами, такими як конкуренція за ресурси, вплив

шкідників та хвороб, а також погодні умови. Такий різноманітний ріст має значення для оцінки екосистеми та її здатності до саморегуляції.

Тимчасова пробна площа №4 була закладена у пристигаючому деревостані віком 72 роки (табл. 4.4).

Таблиця 4.4

Статистична характеристика дослідних даних ТПП №4

ТПП	№ мод. дерева	Кількість кілець, шт	Ширина річного кільця, мм			Стандартне відхилення	Коефіцієнт варіації
			мінімальна	максимальна	середня		
4	1	70	1,16	6,11	3,0	0,13	43,3
	2	62	0,27	7,04	1,6	0,15	93,8
	3	60	0,93	8,47	2,8	0,19	67,9
	4	67	0,51	5,14	2,3	0,14	60,9
	5	70	0,39	6,70	1,9	0,15	78,9
	6	66	0,85	4,94	2,1	0,13	61,9
	7	66	0,51	6,82	2,0	0,16	80,0
	8	66	0,62	5,82	2,0	0,15	75,0
	9	70	0,40	5,72	1,6	0,15	93,8
	10	58	0,56	12,31	2,1	0,24	114,3
	11	69	0,30	5,38	1,9	0,12	63,2
	12	65	0,30	5,76	1,9	0,18	94,7
	13	70	0,33	4,18	1,7	0,13	76,5
	14	69	0,31	6,49	2,0	0,20	100,0
	15	62	0,68	5,68	2,7	0,16	59,3
	16	74	0,34	5,05	1,4	0,13	92,9

Дані про ширину річних кілець у пристигаючому сосновому деревостані, вік якого 72 роки, свідчать про значну мінливість показника. Ширина річних кілець знаходиться в межах від 4,18 до 12,31 мм. Коефіцієнт варіації для деяких модельних дерев свідчить про різноманітність умов зростання та внутривидову конкуренцію.

Тимчасова пробна площа № 5 закладена у стиглому деревостані віком 82 роки, а результати обробки зразків деревини та статистичний аналіз наведено у табл. 4.5. Динаміка зміни ширини річних кілець знаходиться в межах від 3,28 до 16,49 мм. Коефіцієнт варіації для деяких моделей (наприклад № 1, № 5, № 10, № 15) вказують на значну динаміку зміни у ширині річного кільця.

В цілому, як засвідчив статистичний аналіз, коефіцієнт варіації встановлений на основі ширини річних кілець зменшується з віком.

Таблиця 4.5

**Статистична характеристика дослідних даних у стиглих
соснових насадженнях**

ТПП	№ мод. дерева	Кількість кілець, шт	Ширина річного кільця, мм			Стандартне відхилення	Коефіцієнт варіації
			мінімальна	максимальна	середня		
5	1	74	0,90	16,49	2,7	0,28	103,7
	2	91	0,51	5,62	2,1	0,11	52,4
	3	81	0,66	4,66	1,7	0,11	64,7
	4	79	0,47	6,52	2,0	0,18	90,0
	5	67	0,29	8,29	1,5	0,17	113,3
	6	81	0,62	6,41	2,2	0,15	68,2
	7	82	0,73	6,87	2,3	0,15	65,2
	8	80	0,33	9,36	1,9	0,18	94,7
	9	70	0,48	3,28	1,8	0,08	44,4
	10	73	0,61	15,55	2,8	0,28	100,0
	11	76	0,31	5,42	1,7	0,14	82,4
	12	76	0,52	8,54	2,0	0,17	85,0
	13	85	0,34	5,93	2,6	0,16	61,5
	14	79	0,95	8,09	2,4	0,16	66,7
	15	84	0,42	7,80	2,0	0,20	100,0
	16	66	0,19	5,48	1,5	0,12	80,0

В цілому було закладено 5 тимчасових пробних площ (ТПП), на яких відібрано 80 зразків деревини для проведення детального аналізу ростових процесів. У результаті датування річних кілець та визначення їх ширини отримано масив даних, що відображає особливості приросту у соснових насадженнях різного віку. Статистичний аналіз цих показників виявив значну варіабельність ширини річного кільця у всіх вікових групах, що свідчить про складну динаміку росту дерев.

Особливо висока мінливість спостерігається у молодняках, де коефіцієнт варіації досягає найбільших значень. Це пояснюється активними процесами росту, нерівномірним розподілом простору, світла та поживних речовин між окремими деревами. У цей період дерева найбільш чутливо реагують на зміни середовища, що проявляється у значних коливаннях річного приросту. залежить подальший ріст, продуктивність та стабільність лісових екосистем.

4.2 Радіальний приріст стовбурів дерев

Радіальний приріст — це збільшення товщини стовбура дерева в напрямку від серцевини до кори, що відбувається завдяки діяльності камбію. У результаті цього процесу щороку утворюються нові шари деревини, які на поперечному зрізі спостерігаються як річні кільця. Ширина цих кілець відображає інтенсивність росту дерева та умови його існування.

Радіальний приріст є важливим показником росту та розвитку деревини, оскільки характеризує продуктивність насадження і впливає на якість та обсяг запасів деревини. Він залежить від біологічних особливостей породи, віку дерев, кліматичних умов, родючості ґрунту, густоти насадження та лісівничих заходів, що проводяться впродовж життя деревостану.

З метою дослідження росту дерев сосни звичайної використано результати деревно-кільцевої хронології. У процесі математичного моделювання, шляхом мінімізації суми квадратів відхилення між фактичними та змодельованими значеннями [16] отримано відповідні параметри рівняння. За основу використано степеневе рівняння (ф 4.2) наступного типу:

$$y = a_0 \cdot A^{a_1}, \quad (4.2)$$

де, a_0 , a_1 – параметри рівняння;

A – вік дерева, років.

На основі отриманих даних деревно-кільцевої хронології та проведеного кореляційного аналізу [16] встановлено, що парний коефіцієнт кореляції (r) між шириною річного кільця та віком становить 0,55. Графічний аналіз дослідних даних та результати математичного моделювання динаміки ширини річного кільця (Δ_r) наведено на рис. 4.2.

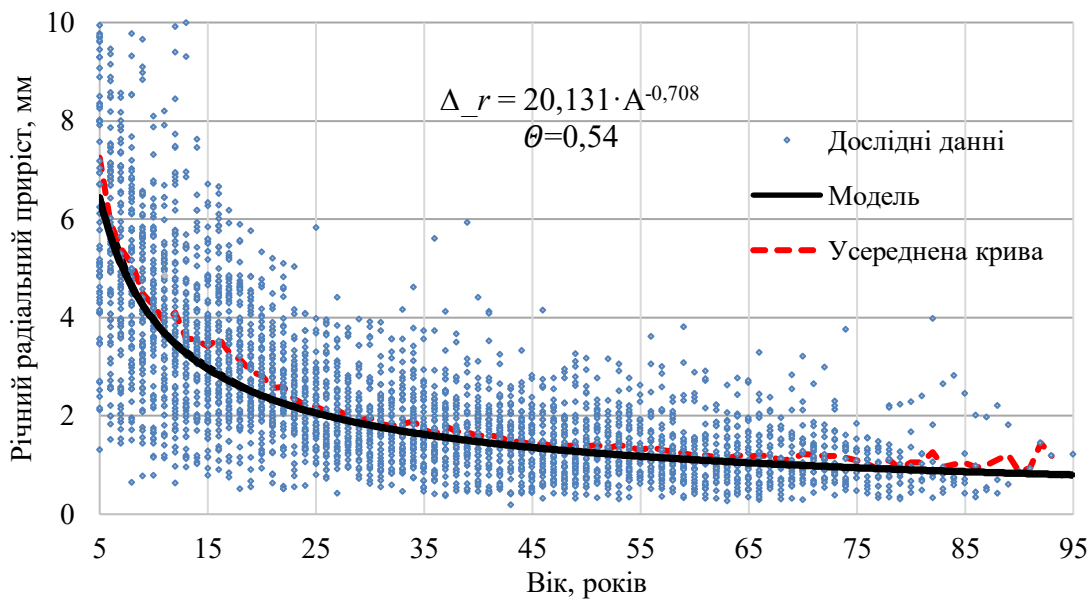


Рис. 4.2. Динаміка ширини річного кільця дерев сосни звичайної

Перевірка адекватності розробленої математичної моделі (ф 4.3) дослідним даним проводилась наступним чином [16]:

$$\theta = 1 - \frac{(\sum y - \tilde{Y})^2}{(\sum y - \bar{Y})^2}, \quad (4.3)$$

де, θ – адекватність математичної моделі;

y – фактичні значення;

\tilde{Y} – модельні значення;

\bar{Y} – середнє арифметичне значення.

В результаті розрахунків встановлено, що адекватність розробленої математичної моделі становить 0,54, відповідно встановлена закономірність адекватно описує дослідні дані

4.3 Фізіологічна стійкість соснових насаджень

Дерево, як живий організм, в якому відбуваються постійні фізіологічні процеси, має властивість рости та розвиватися. На ріст та розвиток деревної рослинності у насадженні впливають зовнішні фактори, а саме: тепло, світло, вологість та багато інших. Також важливим фактором є фізіологічна стійкість, іншими словами, здатність протистояти цим факторам і пристосовуватися до них.

З метою дослідження фізіологічної стійкості нами було прийняте рішення провести розрахунок коефіцієнта чутливості. Значення коефіцієнта чутливості знаходиться в межах від -1 до +1, де близькість до 0 вказує на стабільний стан насадження. Збільшення амплітуди коливань вказує на зменшення стійкості та збільшення ймовірності їх виходу за певний поріг. Негативні значення свідчать про різке зниження приросту, але і різке збільшення може означати зменшення стійкості насаджень. Ці фізіологічні стреси можуть бути спричинені сприятливими погодними умовами, а саме: достатня кількість опадів протягом вегетаційного періоду без пізніх весняних чи ранніх осінніх заморозків. Порівняння значень коефіцієнтів чутливості є важливим для розуміння росту та розвитку насаджень, тому було прийняте рішення провести дослідження фізіологічної стійкості для кожної із 5 пробних площ (рис 4.3-4.7)

Встановлення фізіологічної стійкості насаджень передбачає розрахунок коефіцієнту чутливості ($K_{i(t)}$) через співвідношення ширини суміжних кілець за формулою [8]:

$$K_{i(t)} = (R_{i(t)} - R_{i(t-1)}) / (R_{i(t)} + R_{i(t-1)}) \quad (4.4)$$

де $R_{i(t)}$ – ширина річного кільця тепер, мм;

$R_{i(t-1)}$ – ширина річного кільця рік тому, мм.

Результати дослідження фізіологічної стійкості соснових насаджень різних вікових груп наведено на рис. 4.3-4.7. На рис. 4.3 наведено дослідження фізіологічної стійкості у стиглих соснових насадженнях.

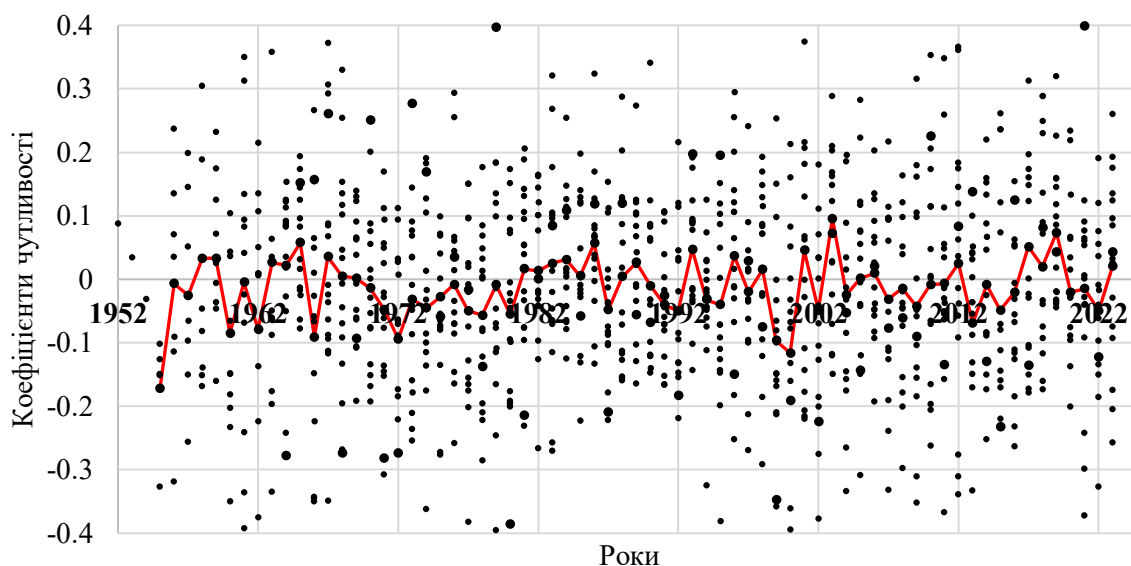


Рис. 4.3. Фізіологічна стійкість стиглих соснових насаджень

Згідно з даних наведених на рис. 4.3 найбільші фізіологічні стреси у насадженні спостерігається у 1955-1959, 1966-1967, 2000-2003, 2012-2019, 1959-1960, 1965-1966, 1998-200, 2003-2004, 2019-2022 роках. Слід зазначити, що як мінімальні так і максимальні екстремуми, тобто різкі збільшення чи зменшення ширини річних кілець негативно впливають на фізіологічну стійкість насаджень.

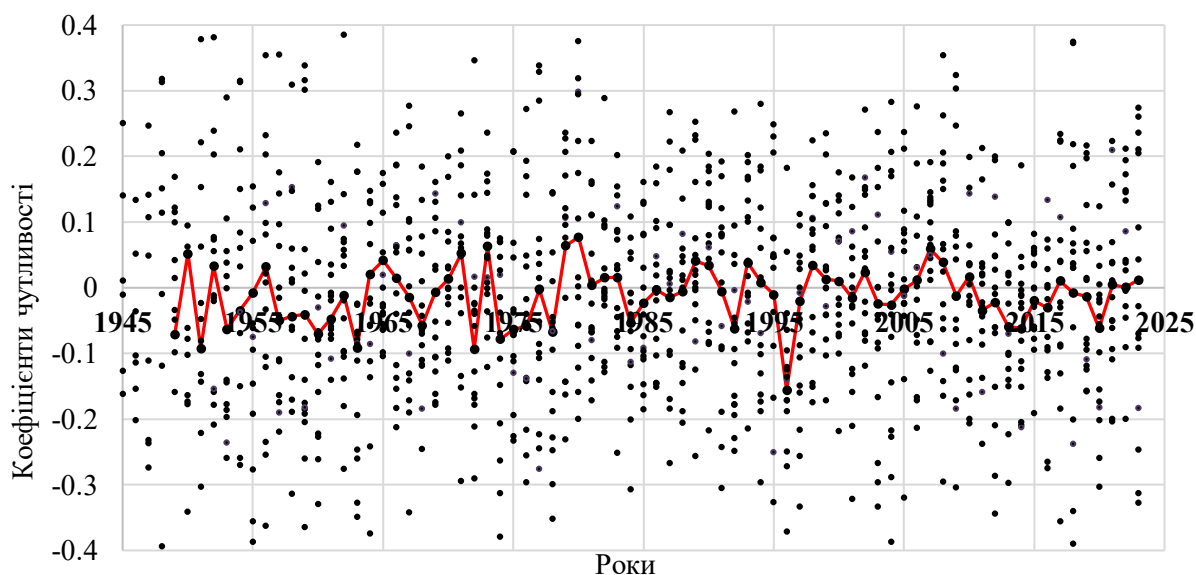


Рис. 4.4. Фізіологічна стійкість пристигаючих соснових насаджень

Згідно з даних наведених на рис. 4.4 упродовж усього розвитку насаджень помітні стресові реакції, а найбільші фізіологічні стреси сосна зазнала коли

спостерігалось зменшення приросту у 1949-1950, 1965-1968, 1971-1972, 1993-1996, 2007-2014 роках; збільшення – 1951-1952, 1963-1965, 1996-1998 роках.

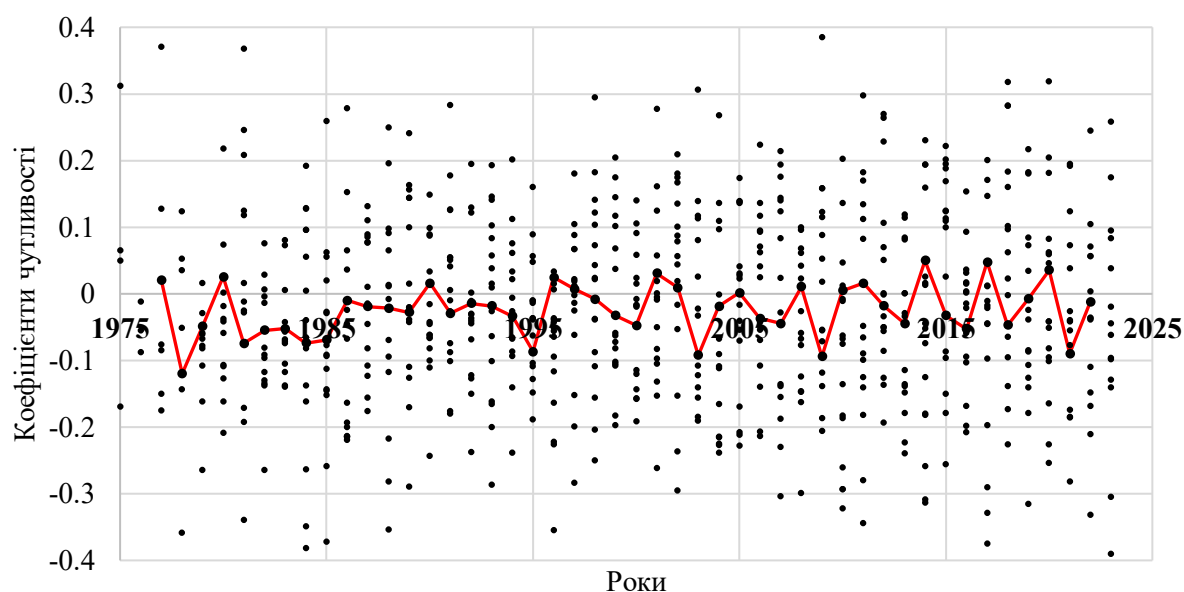


Рис. 4.5. Фізіологічна стійкість середньовікових соснових насаджень

Згідно даних наведених на рис 4.5 фізіологічні стреси спостерігались у 1978-1980, 1995-1996, 2009-2006, 2018-2020 роках – збільшення; зменшення – 1977-1978, 1996-2000, 2001-2003, 2020-2021 роках.

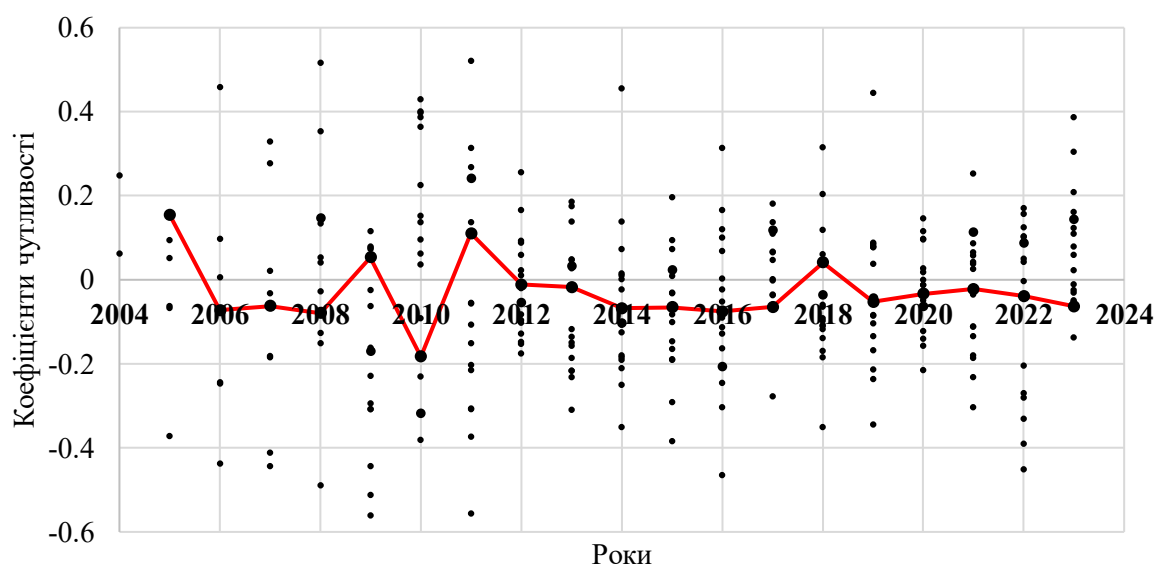


Рис. 4.6. Фізіологічна стійкість соснових насаджень групи віку молодняки

Згідно з даних наведених на рис. 4.6 можна побачити, що фізіологічні стреси молодняки сосни відчували у 2010-2011, 2017-2018 роках. Коли можна було спостерігати різкі стрибки приростів. А різке зменшення величини радіального приросту спостерігається у 2005-2007, 2009-2010 роках

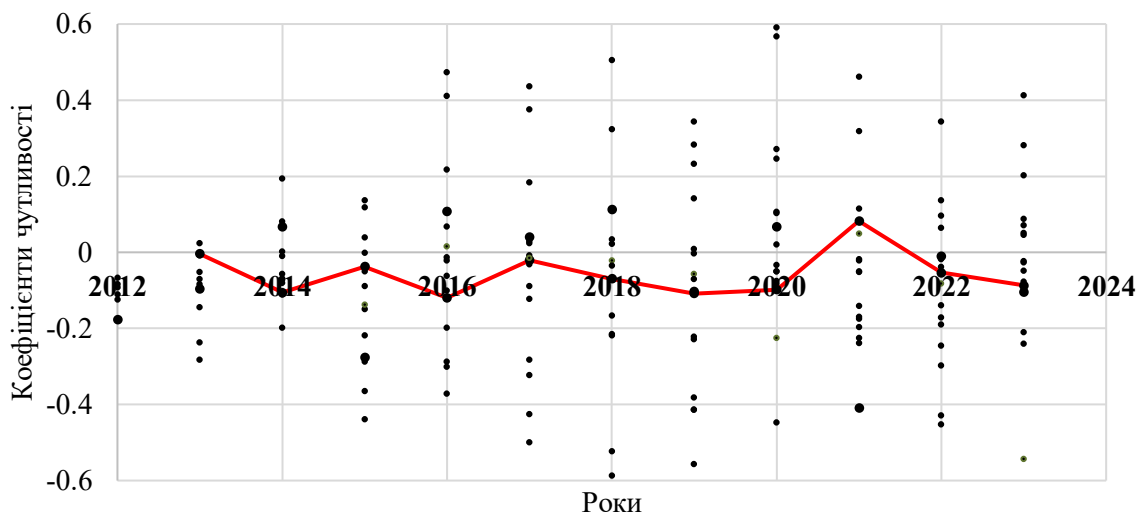


Рис. 4.7. Фізіологічна стійкість молодняків соснових насаджень

Згідно з даних наведених на рис. 4.7 можна побачити, що різке збільшення приросту у молодняках 13 років спостерігається у 2021 році. А різке зменшення величини радіального приросту спостерігається у 2022-2023 роках.

Аналізуючи наведенні дані, стає очевидним, що у насадженнях всіх вікових груп протягом всього життя мали вплив стресових ситуацій. Однак насадження у фізіологічному контексті виявились стійкими, відповідно вказуючи на те, що вплив короткотривалих стресових ситуацій ж мінімальним чи незначним в цілому для насадження.

Висновки до 4-го розділу. Розраховані коефіцієнти чутливості для всіх 5-ти ТПП наближаються до 0, що свідчить про фізіологічну стійкість насаджень та їх можливість протистояти короткостроковим стресовим факторам. Проведено розрахунок динаміки ширини річного кільця в результаті розрахунків розроблено математичну модель, яка адекватно описує встановлену закономірність $\theta = 0,54$.

РОЗДІЛ 5

ПОТОЧНИЙ ПРИРІСТ СОСНОВИХ НАСАДЖЕНЬ

5.1 Моделювання динаміки відсотку поточного приросту по об'єму

В лісовій таксації під приростом розуміють зміну значення таксаційного показника з часом. Існують три види приросту: середній, періодичний та поточний. Середній приріст – це зміна таксаційного показника в середньому за рік протягом усього віку дерева. Періодичний приріст – це зміна таксаційного показника за певний, заздалегідь визначений період. Поточний приріст – це зміна таксаційного показника за останній рік [27].

У досліджуваних насадженнях розрахунок відсотка поточного приросту стовбура за об'ємом (P_V) було проведено за методом проф. К.Є. Нікітіна (ф. 5.1):

$$P_V = P_g + P_{hf}, \quad (5.1)$$

де P_g – відсоток приросту за площею поперечного перерізу;

P_{hf} – відсоток приросту за видовою висотою.

Значення P_g і P_{hf} визначали за нормативами, які наведені у Лісотаксаційному довіднику [28]. Входами до яких є величина радіального приросту і діаметр дерева на висоті 1,3 м без кори, а також вік і висота дерева.

Важливе значення при моделюванні таксаційних показників є визначення форм математичного зв'язку за допомогою кореляційного аналізу, а саме визначення парних коефіцієнтів кореляції (табл. 5.1).

Подальше дослідження передбачає використання нелінійних регресійних моделей, що дозволять більш точно та детально відобразити динаміку змін у прирості штучних соснових насаджень, в межах територій Шепетівського надлісництва. Використання таких моделей сприятиме підвищенню точності проведення наступних розрахунків.

Таблиця 5.1

Коефіцієнти кореляції таксаційних ознак дерев сосни звичайної

Парні коефіцієнти кореляції							
	d (бк)	10i	h	a	P_g	P_h	P_v
Діаметр без кори, d (бк)	1						
10-річний рад. приріст, (10i)	-0,597	1					
Висота, м (h)	0,940	-0,744	1				
Вік, років (a)	0,919	-0,765	0,948	1			
P_g	-0,835	0,813	-0,950	-0,925	1		
P_h	-0,872	0,791	-0,964	-0,958	0,969	1	
P_v	-0,852	0,811	-0,961	-0,942	0,997	0,985	1

Згідно даних кореляційного аналізу прийнято рішення: встановити динаміку поточного приросту дерев сосни звичайної тільки від віку, тому що використання більшої кількості показників може призвести до значних помилок, особливо якщо використовувати показник висоти, який визначається у ростучого дерева.

В результаті обробки і моделювання дослідних даних на рис 5.1 наведена динаміка відсотку поточного приросту за площею поперечного перерізу (P_g).

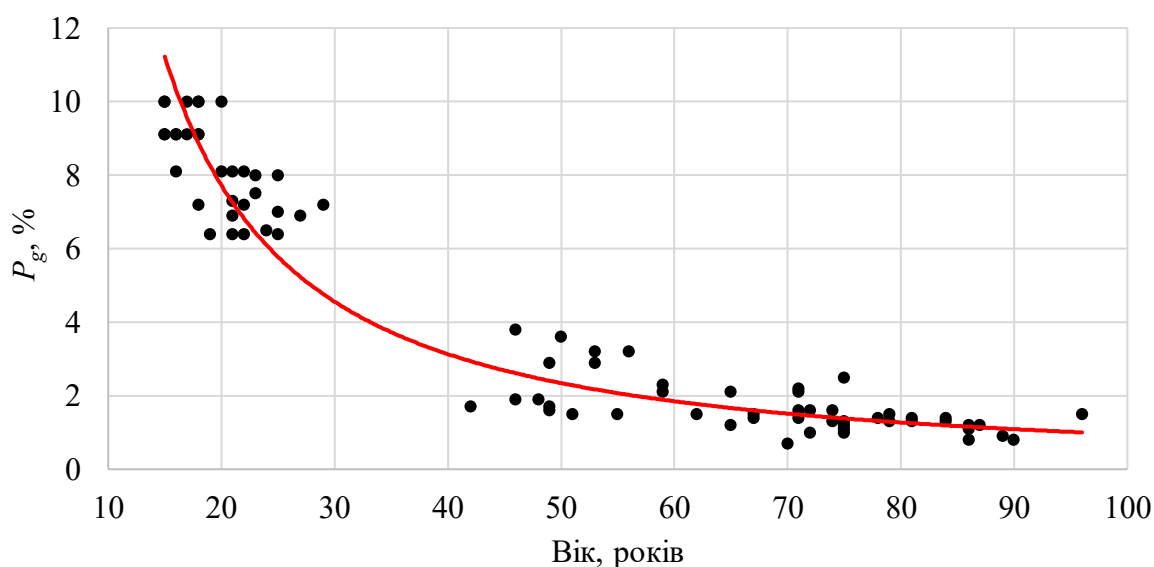


Рис. 5.1. Динаміка відсотку поточного приросту за площею поперечного перерізу

В результаті дослідження динаміки відсотка поточного приросту, була розроблена математична модель визначення відсотку поточного приросту по площі поперечного перерізу:

$$P_g = 380,8 \cdot a^{-1,301} \quad R^2 = 0,91 \quad (5.2)$$

В результаті проведених досліджень на рис. 5.2. наведена динаміка відсотка поточного приросту по видовій висоті (P_h).

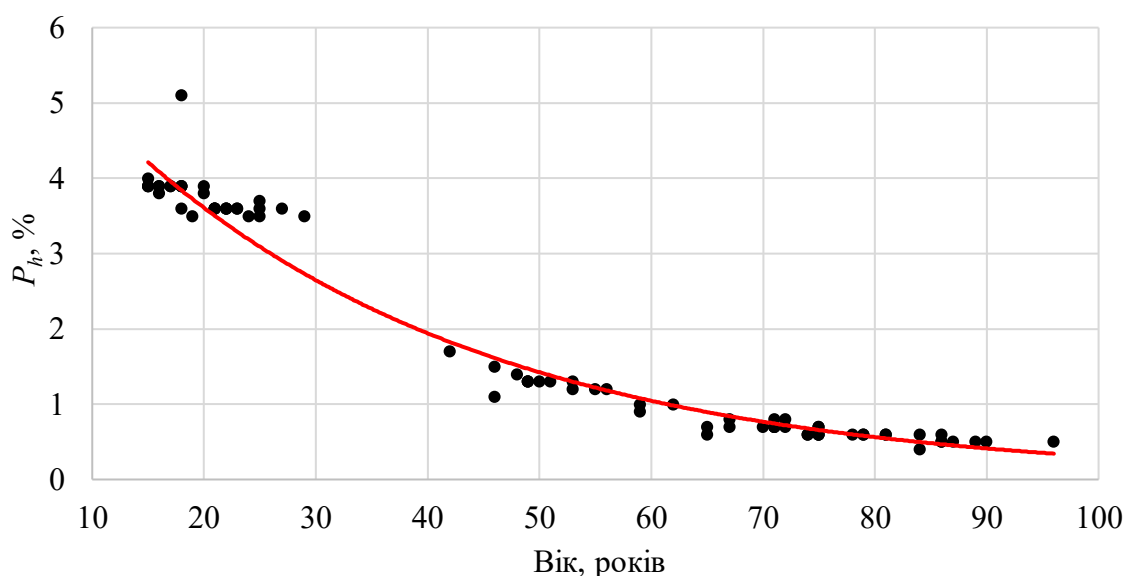


Рис. 5.2. Динаміка відсотку поточного приросту за видовою висотою

В результаті дослідження динаміки відсотку поточного приросту за видовою висотою була розроблена математична модель відсотку поточного приросту:

$$P_h = 6,703 \cdot e^{-0,031 \cdot a} \quad R^2 = 0,97 \quad (5.3)$$

На основі визначеного відсотка поточного приросту по площі поперечного перерізу та висоті було визначено відсоток поточного приросту по об'єму дерев сосни звичайної згідно методу проф. К.С. Нікітіна. Дослідні дані та змодельована динаміка зміни даного показника наведена на рис. 5.3.

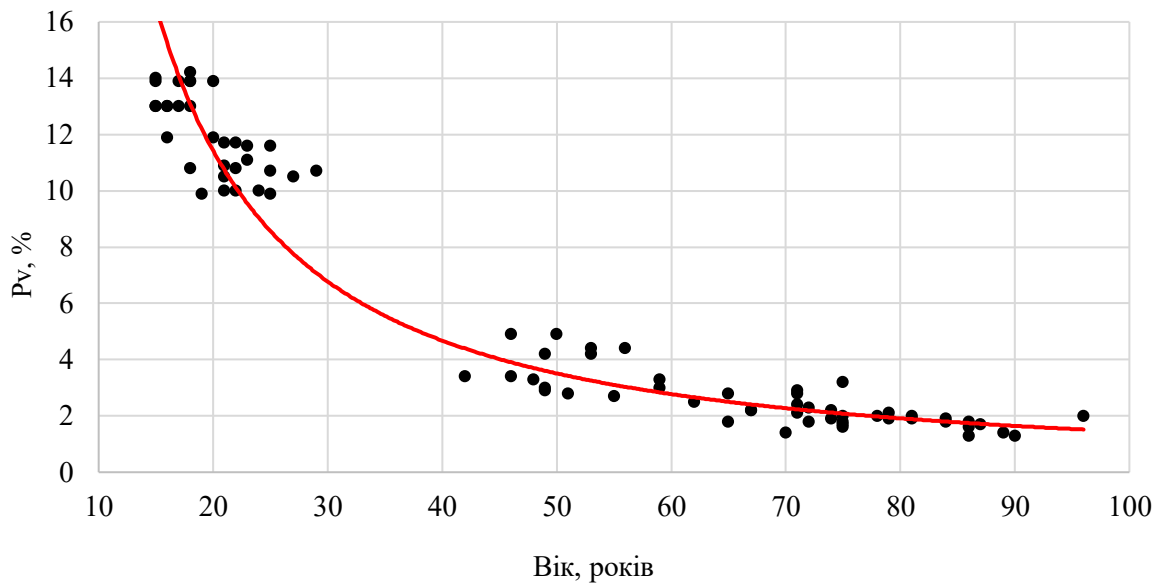


Рис. 5.3. Динаміка відсотку поточного приросту по об'єму

В результаті проведення моделювання отримана залежність зміни відсотка поточного приросту по об'єму:

$$P_v = 541,1 \cdot a^{-1,288} \quad (5.4)$$

Перевірка адекватності (Θ) розробленої математичної моделі дослідним даним проводилась наступним чином [8]:

$$\Theta = 1 - \frac{(\sum y - \tilde{Y})^2}{(\sum y - \bar{Y})^2} \quad (5.5)$$

де, Θ – адекватність моделі; y – фактичні значення величини; \tilde{Y} – модельні значення величини; \bar{Y} – середнє арифметичне значення величини.

В результаті розрахунків встановлено, що адекватність розробленої математичної моделі становить 0,93, відповідно встановлена закономірність адекватно описує дослідні дані.

5.2 Розрахунок поточного приросту по запасу

З реляційної бази даних «Таксаційна характеристика лісів» [41], було сформовано звіти, щодо розподілу площ та запасів на 1 га за класами віку по соснових насадженнях штучного походження у підприємстві. Запас без кори розрахований за загальноприйнятим підходом з використанням даних наведених у Лісотаксаційному довіднику [28]:

$$M_{\text{бк}} = M \cdot \left(1 - \frac{P_{\text{к}}}{100}\right) \quad (5.6)$$

де $M_{\text{бк}}$ – запас деревостану без кори, $\text{м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$; $P_{\text{к}}$ – відсоток кори.

На основі розробленої моделі відсотка поточного приросту по об'єму (ф.5.4) та середнього запасу без кори, був розрахований поточний приріст по запасу (Z_M^{nm}) штучних соснових деревостанів (ф. 5.7). Загальний поточний приріст ($Z_{M(\text{зар})}^{nm}$) розраховувався з врахуванням площ насаджень у відповідному віці та встановленого показника абсолютного поточного приросту (табл. 5.2).

Таблиця 5.2

Розрахунок поточного приросту по запасу за математичною моделлю

Клас віку	Площа, га	Середній запас, $\text{м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$		Z_M^{nm} , $\text{м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$	$Z_{M(\text{зар})}^{nm}$, м^3
		у корі	без кори		
I	511,0	20	17	4,8	2452
II	557,3	51	43	4,9	2727
III	630,4	118	102	6,9	4351
IV	548,3	188	162	7,6	4152
V	1214,6	278	245	8,6	10429
VI	2018,4	341	300	8,3	16776
VII	2474,1	353	311	7,1	17484
VIII	3031,7	382	336	6,4	19524
IX	1442,6	361	317	5,2	7531
X	629,8	314	276	4,0	2497
XI	111,1	319	284	3,6	401
XII	38,7	282	254	2,9	112
XIII	13,5	279	251	2,6	35
XIV	3,1	316	284	2,6	8
Всього	13224,6	-		-	88477

Визначення поточного приросту по запасу:

$$Z_M^{nm} = M_{\text{БК}} * \frac{P_v}{100} \quad (5.7)$$

де Z_M^{nm} – абсолютний поточний приріст деревостану, $\text{м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$;

P_v – відсоток поточного приросту по об'єму;

Слід зазначити, що динаміка зміни поточного приросту по запасу штучних соснових насаджень у досліджуваному підприємстві підтверджується дослідженнями і інших авторів – інтенсивне зростання з молодого віку до середньовікового, із подальшим уповільненням змін [18].

Проаналізувавши дослідні дані наведені у табл. 5.2 видно, що максимальний приріст соснових насаджень по запасу припадає на V-VII класи віку, після чого різко зменшується, що пов'язано з фізіологічними процесами та досягнення насадженнями віку технічної стиглості.

Наступним кроком було розрахувати поточний приріст на основі нормативів, які наведені у Лісотаксаційному довіднику [28] з використанням даних РБД «Таксаційна характеристика лісів». Шляхом формування запитів до РБД було отримано середні таксаційні показники модальних соснових деревостанів штучного походження, окремо за класами бонітету та класами віку. Розрахунок фактичного поточного приросту по запасу встановлений за формулою Герхардта [27], а результати розрахунків наведені у табл. 5.3.

$$Z_M^{nm} = Z_{M(1,0)}^{nm} \cdot (1,7 - 0,7 \cdot \Pi) \cdot \Pi \quad (5.8)$$

де Z_M^{nm} – фактичний поточний приріст деревостану, $\text{м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$;

$Z_{M(1,0)}^{nm}$ – загальний поточний приріст за таблицями ходу росту, $\text{м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$;

S – площа насадження, га.

Π – повнота насадження.

Таблиця 5.3

Розрахунок поточного приросту за формулою Герхардта

Клас віку	S, га	П	$Z_{M(1,0)}^{nm}, \text{м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$	$Z_M^{nm}, \text{м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$	$Z_{M(\text{зар})}^{nm}, \text{м}^3$
Ic					
III	4,2	0,87	18,8	17,8	75
Разом	4,2	-	-	-	75
Ib					
III	43,0	0,84	18,8	17,6	756
IV	42,3	0,82	17,4	16,0	678
V	22,7	0,83	15,1	14,0	318
VI	15,3	0,87	12,9	12,2	187
VIII	4,0	0,83	9,5	8,8	35
Разом	127,3	-	-	-	1975
Ia					
I	65,6	0,84	4,8	4,5	294
II	38,0	0,76	12,3	10,9	415
III	125,9	0,81	15,2	13,9	1751
IV	215,1	0,80	14,9	13,6	2915
V	389,0	0,82	13,7	12,6	4909
VI	914,4	0,83	12,0	11,2	10202
VII	343,1	0,82	10,5	9,7	3326
VIII	298,8	0,79	9,2	8,3	2489
IX	8,0	0,74	7,5	6,5	52
X	14,2	0,66	6,0	4,9	69
XI	7,9	0,69	5,9	4,9	39
Разом	2420,0	-	-	-	26463
I					
I	268,2	0,78	3,5	3,2	846
II	413,0	0,77	10,0	8,9	3687
III	326,2	0,81	11,7	10,8	3510
IV	136,6	0,79	12,3	11,2	1524
V	699,3	0,81	12,2	11,2	7849
VI	981,4	0,83	11,3	10,5	10322
VII	1833,9	0,81	9,9	9,1	16623
VIII	2310,3	0,78	8,8	7,9	18310
IX	1079,7	0,72	7,2	6,2	6687
X	212,3	0,63	5,6	4,4	942
XI	6,4	0,61	4,4	3,4	22
XII	1,8	0,71	4,1	3,5	6
Разом	8269,1	-	-	-	70328
II					
I	177,2	0,80	2,5	2,3	403
II	103,9	0,75	6,9	6,1	630
III	124,2	0,80	9,1	8,3	1032

Продовження табл. 5.3

Клас віку	S, га	П	$Z_{M(1,0)}^{nm}, \text{м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$	$Z_M^{nm}, \text{м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$	$Z_{M(\text{зар})}^{nm}, \text{м}^3$
IV	134,0	0,80	10,3	9,4	1255
V	83,8	0,81	10,7	9,8	822
VI	90,9	0,82	10,3	9,5	865
VII	240,1	0,80	9,3	8,5	2039
VIII	273,6	0,77	8,3	7,4	2033
IX	310,7	0,68	6,8	5,6	1754
X	365,6	0,60	5,9	4,5	1662
XI	86,5	0,56	4,1	3,0	261
XII	9,8	0,60	2,8	2,1	21
XIII	9,9	0,53	2,5	1,8	17
XIV	3,1	0,49	2,1	1,4	4
Разом	2013,3	-	-	-	12798
III					
II	2,4	0,74	3,0	2,6	6
III	6,9	0,78	5,3	4,8	33
IV	20,3	0,81	6,2	5,7	115
V	16,8	0,81	5,3	4,9	82
VI	8,0	0,79	5,8	5,2	42
VII	42,2	0,76	5,3	4,7	199
VIII	129,8	0,75	4,9	4,3	562
IX	44,2	0,69	4,1	3,4	152
X	26,2	0,57	3,4	2,5	66
XI	9,5	0,67	3,0	2,5	23
XII	27,1	0,60	2,7	2,1	56
XIII	3,6	0,64	2,4	1,9	7
Разом	337,0	-	-	-	1039
IV					
V	3,0	0,8	4,4	4,0	12
VI	8,4	0,8	4,2	3,8	32
VII	11,0	0,8	3,9	3,5	39
VIII	10,6	0,8	3,5	3,2	33
X	11,5	0,6	2,5	2,0	23
XI	0,8	0,4	2,0	1,1	1
Разом	45,3	-	-	-	139
Всього	13224,6				113115

Проаналізувавши поточний приріст, який розраховувався за формулою Герхарта, слід відмітити, що він поступово зменшується із збільшенням віку. Деревостани I–V класів віку, демонструють значно вищі показники приросту порівняно зі пристигаючими і стиглими деревостанами. Розрахований загальний поточний приріст деревостану, який знаходився як добуток площі насаджень на поточний приріст, становить понад 113 тис. м³.

5.3 Порівняльний аналіз отриманих результатів

Метою порівняльного аналізу отриманих даних з розрахунку поточного приросту по запасу соснових насаджень Шепетівського надлісництва є встановлення розходжень між використаними способами, а саме з відбором кернів та розробленої математичної моделі за методом К.Є. Нікітіна, а також з використанням формули Герхардта та даних з таблиць ходу росту Лісотаксаційного довідника (табл.5.4).

Таблиця 5.4

Зведені дані визначення поточного приросту по запасу соснових насаджень у Шепетівському надлісництві

Клас віку	Площа, га	З математичною моделлю		За формулою Герхардта	
		Z_M^{nm} , м ³	$Z_{M(зар)}^{nm}$, м ³	Z_M^{nm} , м ³	$Z_{M(зар)}^{nm}$, м ³
I	511	4,8	2452	3,0	1544
II	557,3	4,9	2727	8,5	4738
III	630,4	6,9	4351	11,4	7156
IV	548,3	7,6	4152	11,8	6488
V	1214,6	8,6	10429	11,5	13992
VI	2018,4	8,3	16776	10,7	21650
VII	2474,1	7,1	17484	9,0	22225
VIII	3031,7	6,4	19524	7,7	23463
IX	1442,6	5,2	7531	6,0	8645
X	629,8	4,0	2497	4,4	2762
XI і старше	166,4	2,9	555	2,1	452
Разом	13224,6	-	88477	-	113115

Проаналізувавши дані, було прийнято рішення зробити порівняльний аналіз в розрізі груп віку для подальшого обґрунтування отриманих результатів. На рис. 5.4 наведено порівняльний аналіз показників поточного приросту по запасу у штучних соснових деревостанах.

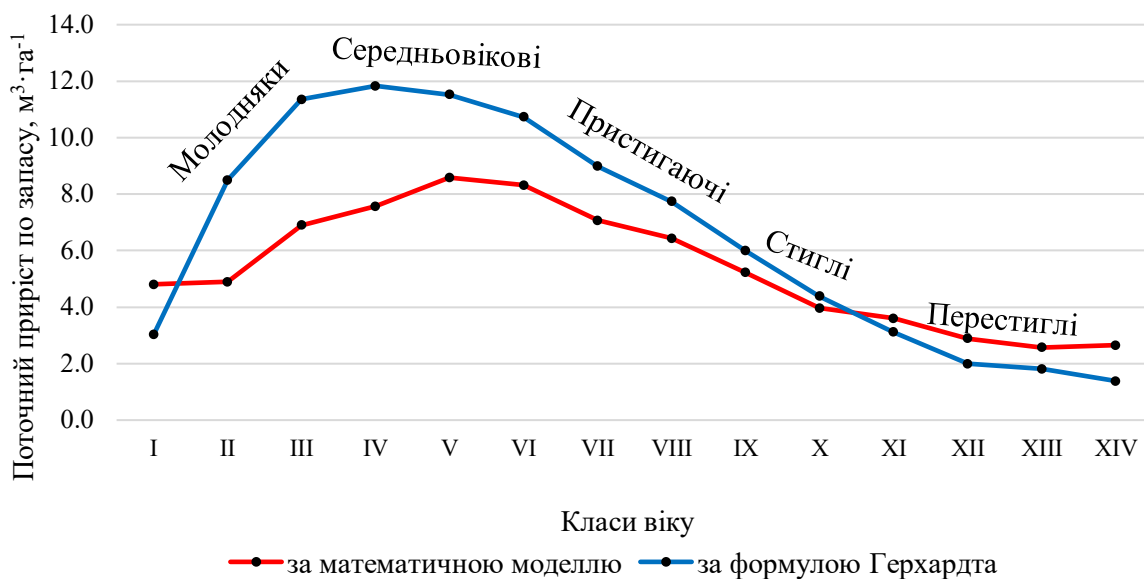


Рис. 5.4. Динаміка зміни поточного приросту по запасу соснових насаджень штучного походження

Наступним кроком було проведення порівняльного аналізу по загальному поточному проросту штучних соснових деревостанів у досліджуваному підприємстві (рис. 5.5).

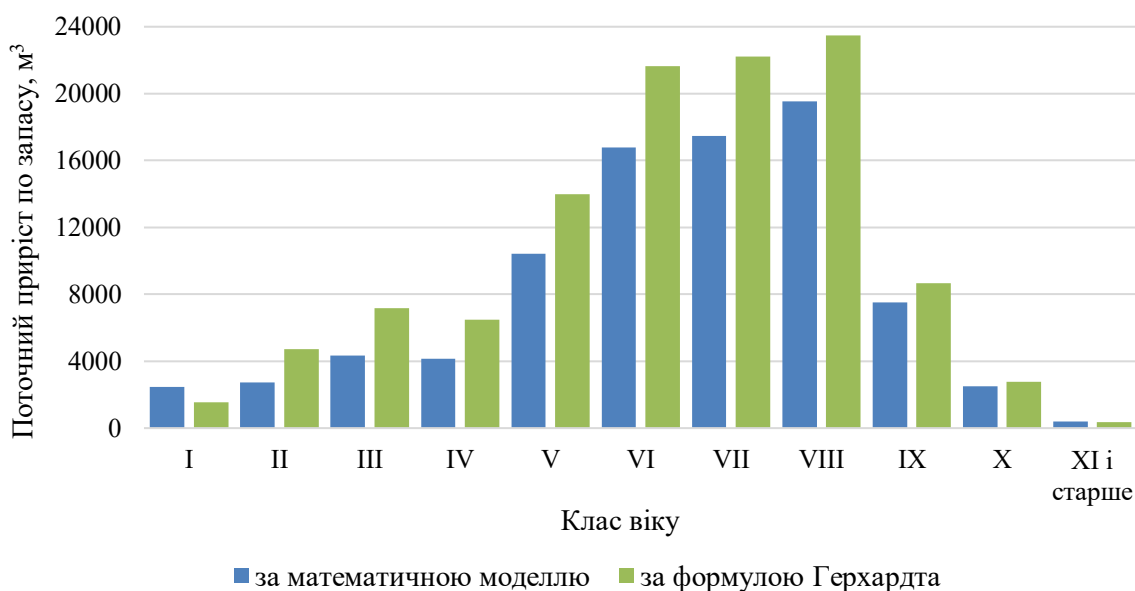


Рис. 5.5. Порівняльний аналіз динаміки загального поточного приросту по запасу соснових насаджень штучного походження

Як видно з аналізу даних наведених на рис. 5.4-5.5, найбільші відхилення у встановленому поточному прирості по запасу різними способами відмічено практично у всіх класах віку, особливо ці відмінності суттєві до моменту досягнення насадженьми стиглого віку. Найменші відхилення у прирості спостерігаються у IX і старших класів віку. В цілому по підприємству розходження у визначенні поточного приросту по запасу соснових насаджень штучного походження у Шепетівському надлісництві становить понад 27 %, що свідчить про необхідність розробки регіональних нормативів визначення поточного приросту по запасу. Керуючись затвердженими лісотаксаційними нормативами, при обґрунтуванні щорічних обсягів лісокористування, призводить до виснаження лісових ресурсів підприємства. Варто відзначити, що розрахунок поточного приросту по запасу за методом проф. К.Є. Нікітіна є більш точним, ніж за формулою Герхардта, оскільки цей метод передбачає використання дослідної інформації зібраної на ТПП.

Висновки до 5-го розділу. Розраховані коефіцієнти чутливості для всіх п'яти ТПП. Досліджено фізіологічну стійкість соснових насаджень у підприємстві. Проведено розрахунок відсотка поточного приросту по об'єму за методом проф. К.Є. Нікітіна. Дані кореляційного аналізу, засвідчили доцільність моделювання динаміки відсотку поточного приросту за віком. Розроблена математична модель адекватно описує встановлену закономірність. Розраховано поточний і загальний приріст по запасу у соснових насадженнях штучного походження різними підходами. Встановлено, що розходження у визначенні загального поточного приросту по запасу соснових насаджень штучного походження становить близько 27 %.

ВИСНОВКИ

1. З метою проведення дослідження росту і розвитку соснових насаджень у Шепетівському надлісництві було закладено 5 ТПП та відібрано 80 зразків деревини.

2. Встановлена таксаційна характеристика насаджень на основі даних суцільного переліку дерев та обміру модельних дерев на кругових пробних площах модальних соснових насаджень різного віку.

3. Встановлено статистичну характеристику дослідних даних модельних дерев на 5 ТПП. На основі даних отриманих під час датування річних кілець проведений кореляційний аналіз дослідних даних. Встановлено тісний обернений кореляційний зв'язок показників приросту із віком дерева.

4. На основі графічного аналізу розраховано коефіцієнти чутливості, встановлено, що стан природної стійкості насаджень, як середньовікових так і стиглих є доволі високим, а вплив короткотривалих негативних чинників на ріст та розвиток насадження суттєво не вплинуло.

5. Встановлено, що різкі максимальні викиди приростів прослідковуються у пристигаючих насадженнях на ТПП №1 у 1955-1959, 1966-1967, 2000-2003, 2012-2019 роках, а негативні у 1959-1960, 1965-1966, 1998-200, 2003-2004, 2019-2022 роках.

6. Виявлено, що у стиглих насаджень на ТПП №2 присутні різкі максимальні викиди приростів у 1951-1952, 1963-1965, 1996-1998 роках, а негативні у 1949-1950, 1965-1968, 1971-1972, 1993-1996, 2007-2014 роках.

7. У середньовікових насадження на ТПП №3 виявлені різкі максимальні викиди приростів у 1978-1980, 1995-1996, 2009-2006, 2018-2020 роках, а негативні у 1977-1978, 1996-2000, 2001-2003, 2020-2021 роках.

8. У соснових молодняках на ТПП № 4-5 різкі максимальні викиди приростів встановлені у 2010-2011, 2017-2018, 2020- 20021 роках, а різке зменшення величини радіального приросту спостерігається у 2005-2007, 2009-2010, 2021-2023 роках.

9. Досліджено динаміку відсотка поточного приросту по площі поперечного перерізу і видовій висоті та розроблено математичну модель визначення поточного приросту по об'єму, яка адекватно описує встановлену закономірність ($\Theta = 0,93$).

10. Розраховано поточний і загальний приріст по запасу у соснових насадженнях штучного походження Шепетівського надлісництва двома способами. Встановлено, що загальний поточний приріст по запасу розрахований за математичною моделлю становить понад 88 тис. м³, тоді як за формулою Герхардта близько 113 тис м³.

11. Встановлено, що розходження у визначенні загального поточного приросту по запасу соснових насаджень штучного походження у Шепетівському надлісництві становить понад 27 %.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Отримані результати проведених досліджень у Шепетівському надлісництві філії «Подільський лісовий офіс» ДП «Ліси України», можуть бути використані спеціалістами ВО «Укрдержліспроект» при обґрунтуванні щорічних обсягів заготівлі деревини з дотриманням принципів сталого лісокористування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Bouriaud O., Popa I. Dendrochronological reconstruction of forest disturbance history, comparison and parametrization of methods for Carpathian Mountains. *Analete ICAS*. 2007. Vol. 50. P. 135–151.
2. Cedro A., Cedro B. Influence of climatic conditions and air pollution on radial growth of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in Szczecin's city forests. *Leśne Prace Badawcze*. 2018. Vol. 79 (2). P. 105–112.
3. Daniel Polacek, Werner Kofler, Walter Oberhuber «Radial growth of *Pinus sylvestris* growing on alluvial terraces is sensitive to water-level fluctuations» URL: https://www.researchgate.net/publication/7360233_Radial_growth_of_Pinus_sylvestris_growing_on_alluvial_terraces_is_sensitive_to_water-level_fluctuations.
4. Douglass A. E. Climatic cycles and tree growth: A study of the annual rings of trees in relation to climate and solar activity. Wash.: Carnegie Inst., 1928. Vol. 2. 166 p.
5. Gout R.T., & Korol M.M.. Correlation of the basic morphometric indexes of the Scots pine trees of Different cenopopulations. *Scientific Bulletin of UNFU*. 2008. Vol. 18(11). PP. 133-137.
6. Grissino Mayer Henri D. Evaluating accuracy: a manual and tutorial for the computer program COFECHA. *Tree-ring research*. 2001. Vol. 57(2). PP. 205-221.
7. Holeksa, J., Zielonka, T., Zywiec, M., & Fleischer, P. Identifying the disturbance history over a large area of larch–spruce mountain forest in Central Europe. *Forest ecology and management*. 2016. Vol. 361. PP. 318–327. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.11.031>.
8. Lesnik O., Blyshchyk V., Odruzhenko A., Behal M. Growth and physiological stability of pine stands of the Ukrainian Polissia. *Ukrainian Journal of Forest and Wood Science*. 2022. Vol.13(1). P. 18-24.
9. Актуалізація параметрів росту штучних дубових деревостанів лісостепу України: монографія. Корсунь-Шевченківський: ФОП Гаврищенко В.М. 2012. 196 с.

10. Андреева О. Ю., Коваль І. М. Зміни радіального приросту *Pinus sylvestris* L. у Поліссі в осередках масового розмноження звичайного соснового пильщика *Diprion pini* L. *Лісівництво і агролісомеліорація*. 2008. Вип. 112. С. 249-254.
11. Бала О.П. Моделювання росту та продуктивності деревостанів твердолистяних деревних видів України. Монографія. К. : ЦП «КОМПРИНТ», 2019. 291 с.
12. Ворон В. П., Івашинюта С. В., Коваль І. М., Бондарук М. А. Ліси зеленої зони м. Рівне та їх еколого-захисні функції. Харків: Нове слово, 2008. 224 с.
13. Ворон В. П., Ткач О. М., Коваль І. М., Сидоренко С. Г. Зміни радіального приросту в пошкодженому пожежею сосновому деревостані в західному Поліссі. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2017. 27(9). С. 56-59.
14. Ворон В. П., Коваль І. М., Леман О. В. Методичні підходи до вивчення впливу негативних чинників на радіальний приріст сосняків у Поліссі. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*. 2011. Вип. 9. С. 57-63.
15. Гут Р. Т. Радіальний приріст сосни звичайної у ценопопуляціях західного регіону України. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2011. Вип. 21. 4. С. 9-16.
16. Гут Р.Т., Король М.М. Взаємозв'язок основних морфометричних показників дерев сосни звичайної різних ценопопуляцій. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2008. Вип. 18, № 11. С. 133–137.
17. Дебринюк Ю. М., Думанський О. І. Моделювання росту і продуктивності штучних насаджень *Picea abies* [L.] Karst. як прототипів плантаційних лісових культур у західному регіоні України. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*, 2010. Вип. 8. С. 83-90.
18. Дишко В. А., Торосова Л. О., Особливості ростових процесів сосни звичайної у насадженні ураженому кореневою губкою. *Харків: УкрНДІЛГА*. 2016. Вип. 128. С. 134-142.

19. Зборовська О. В., Краснов В. П., Ландін В. П., Захарчук В. А. Радіальний приріст сосни звичайної на моренних відкладах Житомирського Полісся. *Агроекологічний журнал*. 2018. №1. С. 7-13.
20. Коваль І. М. Радіальний приріст як індикатор стійкості лісових екосистем на прикладі соснових лісів зеленої зони м. Харкова. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2010. Вип. 147. С. 223-232.
21. Коваль І. М. Реакція радіального приросту *Quercus robur* L. на зміни клімату в Поліссі та Лісостепу. 2020. Наукові праці лісівничої академії наук. Вип. 20. С. 64-73.
22. Коваль І. М., Андреева О. Ю., Радіальний приріст сосни звичайної поряд зі зрубом в осередку верхівкового короїда в Поліссі. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*. 2022. Вип. 24. С. 23-28
23. Коваль І. М., Саас-Клаассен У., Волошинова Н. А., Присяжнюк А. А. Вплив клімату на формування деревних кілець дуба звичайного в надзвичайно вологих умовах Полісся. *Лісівництво і агролісомеліорація*. 2006. № 109. С. 127–134.
24. Коваль І.М. Дендрохронологічні засади оцінювання соснових і дубових деревостанів України: дис. ... докт. с.-г. наук: 06.03.03. Київ, 2021. 415 с.
25. Коваль І.М., Бологов О. В., Нусбаум С. А., Юзвінський Г. А. Радіальний приріст дуба звичайного та ясена звичайного як індикатор стану лісових екосистем в умовах Новоград-Волинського фізико-географічного району. 2015. Вип. 126. С. 202-210.
26. Краснов В. П., Жуковський О. В., Зборовська О. В., Мельник В. В. Радіальний приріст соснових насаджень, створених з різною густиною в Житомирському Поліссі. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2020. Вип. 30 (4). С. 57-61.
27. Лісова таксація : навчальний посібник / В.В Миронюк, В.А. Свинчук, А.М. Білоус, Р.Д. Василюшин. К.: НУБіП України, 2019. 220. с.

28. Лісотаксаційний довідник / уклад. А.М. Білоус, С.М. Кашпор, В.В. Миронюк, В.А. Свинчук, О.М. Леснік. Київ: Видавничий дім «Вініченко», 2021. 424 с.
29. Лісотаксаційний довідник. К. : Видавничий дім «Вініченко», 2013. 496 с.
30. Мазепа В. Г. Методика оцінки динаміки радіального приросту дубових деревостанів в умовах атмосферного забруднення. *Наукові праці лісівничої академії наук України: Збірник наукових праць*. 2009. Вип. №7. С. 36-40.
31. Мазепа В. Г., Криницький Г. Т., Леонтьяк Г. П. Наслідки впливу змін клімату та атмосферного забруднення на радіальний приріст сосняків в умовах Малого Полісся України. *Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України*. Вип. 19(15). 2009. С. 56–63.
32. Мазепа В. Г., Новак А. А., Сопушинський І. М. Особливості радіального приросту дубових деревостанів зеленої зони Львова. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2010. Вип. 20 (4) С. 36-42.
33. Мельник В.В., Зборовька О.В. Радіальний приріст сосни звичайної у насадженнях Житомирського Полісся, в яких рубки догляду за лісом не проводять з часу аварії на ЧАЕС. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2018. № 8, т. 28. С. 65–69.
34. Нецветов М. В, Ю. С. Прокопук. Вік і радіальний приріст старовікових дерев *Quercus robur* парку «Феофанія». *Український ботанічний журнал*. 2016. №2. т. 73. С. 126-133.
35. Новак А. А., Копій С. Л., Агій В. О. Особливості радіального приросту фенологічних форм дуба звичайного (*Quercus robur* L.) у Західному Лісостепу України. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2022. Вип. 32(4). С. 7-11.
36. Олексійченко Н. О., Совакова М. О., Соваков О. В., Чигринець В. Дендрохронологічний аналіз липи серцелистої (*Tilia cordata* Mill.) в умовах урбанізованого середовища. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*. 2019. Вип. 10. С. 35-42.

37. Постанова КМ України від 16.05.07р. №733. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/733-2007-%D0%BF#Text> (дата звернення 27.04.2024).

38. Приходько Н. Ф., Парпан Т. В., Ткачук О. М., Приходько М. М. Радіальний приріст ялини європейської (*Picea Abies L.*) в осередку її всихання (Горгани, Українські карпати). *Науковий вісник НЛТУ України*. 2020. Вип. 30. С. 41-46.

39. Проект організації та розвитку лісового господарства філії «Шепетівське лісове господарство» ДП «Ліси України». ВО «Укрдержліспроєкт». Ірпінь, 2021. 200 с.

40. Коваль І. М. та ін. Радіальний приріст дуба звичайного та ясена звичайного як індикатор стану лісових екосистем в умовах Новоград-Волинського фізико-географічного району. *Лісівництво і агролісомеліорація*. 2015. Вип. 126. С. 202-211.

41. РБД «Таксаційна характеристика лісів». ВО «Укрдержліспроєкт». Ірпінь.

42. Рибалка І. О., Вергелес Ю. І., Коваль І. М. Вплив омели білої (*Viscum album L.*) на динаміку радіального приросту клена сріблястого (*Acer saccharinum L.*) у Лісостеповій зоні України. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2012. Вип. 22(15). С. 57-63.

43. Свинчук В. А., Кашпор С. М., Миронюк В. В. Математичні моделі об'єму деревних стовбурів основних лісоутворювальних порід України. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2014. Вип. 198. №2. С. 58-64.

44. Слісарчук І. В. Фізіологічна стійкість стиглих соснових насаджень у Філії «Шепетівське лісове господарство». Наближене до природи лісівництво: проблеми та перспективи: Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 25 квітня, 2024 року: тези доповіді. Київ, 2024. С. 170.

45. Слісарчук І.В. Визначення відсотку поточного приросту по об'єму дерев сосни звичайної у філії «Шепетівське лісове господарство» ДП «Ліси

України». Науковий пошук молоді для сталого розвитку лісового комплексу та садово-паркового господарства: 78-а Всеукраїнська студенська науково-практична конференція. К. 2024. С. 22.

46. Слісарчук І.В. Фізіологічна стійкість дерев у середньовікових соснових насадженнях Шепетівського надлісництва філії «Подільський лісовий офіс». Сучасний стан, проблеми, головні завдання та перспективи відтворення і захисту лісів в умовах зміни клімату: Всеукраїнська науково-практична конференція. К. 2025. С. 95.

47. СОУ 02.02-37-476: 2006. Площі пробні лісовпорядні: метод закладання. [Чинний від 2007]. Вид. офіц. Київ: Міністерство аграрної політики України, 2006. 32 с.

48. Терентьев А. Ю. Система моделювання прогнозу росту штучних соснових лісостанів Полісся України: дис. на здобуття наук. ступеня канд.с.-г. наук: спец 06.03.02. К., 2010. 196 с.

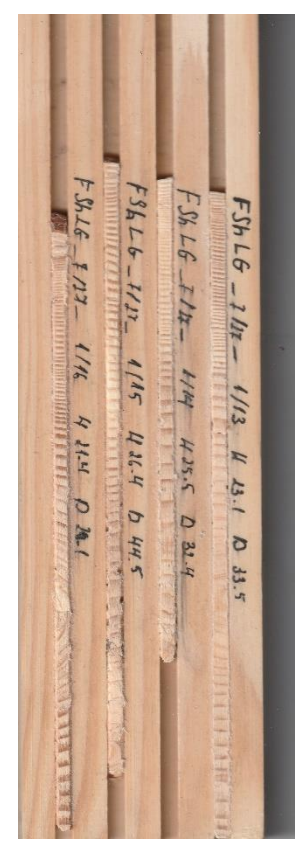
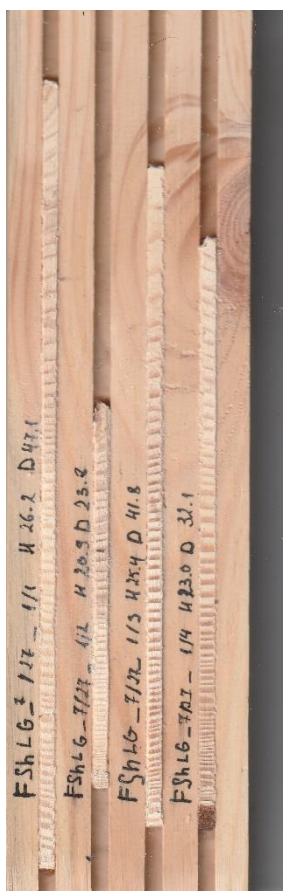
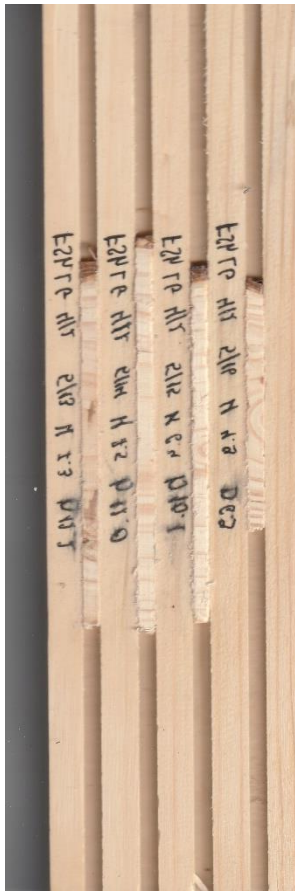
49. Цурик Є. І. Таксація динаміки деревостанів: навчальний посібник. Львів : НЛТУ України. 2008. 345 с.

50. Черневський І. Ю., Третяк П. Р. Приріст старовікових деревостанів та його екологічне значення. Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України. Вип. 20.9. 2010. С. 70–77.

ДОДАТКИ

Додаток А

Рис. А. 1. Фото відсканованих кернів



FSHL6 5/8 4/15 4 10.4 D 15.4
 FSHL6 5/8 4/16 4 25 D 8.9
 FSHL6 5/8 4/17 4 35 D 10.9
 FSHL6 5/8 4/18 4 10.2 D 13.4
 FSHL6 5/8 4/19 4 55 D 8.8
 FSHL6 5/8 4/20 4 54 D 3.0
 FSHL6 5/8 4/21 4 38 4 38 D 4.2
 FSHL6 5/8 4/22 4 55 4 58 D 4.4

FSHL6 5/8 4/13 4 10.4 D 13.9
 FSHL6 5/8 4/14 4 11.8 D 16.8
 FSHL6 5/8 4/15 4 14.3 D 12.4
 FSHL6 5/8 4/16 4 12.2 D 4.5

FSHL6 40/10 3/8 4 10.0 D 14.5
 FSHL6 40/10 3/8 4 20.8 D 11.9
 FSHL6 40/10 3/8 4 31.4 D 22.3
 FSHL6 40/10 3/8 4 19.4 D 10.9

FSHL6 40/10 3/8 4 18.6 D 12.8
 FSHL6 40/10 3/8 4 15.3 D 20.6
 FSHL6 40/10 3/8 4 20.1 D 20.8
 FSHL6 40/10 3/8 4 20.3 D 24.1

FSHL6 5/8 4/11 4 10.1 D 11.5
 FSHL6 5/8 4/12 4 28 D 9.8
 FSHL6 5/8 4/13 4 10.2 D 15.0
 FSHL6 5/8 4/14 4 9.4 D 12.3

FSHL6 5/8 4/13 4 38 D 10.6
 FSHL6 5/8 4/14 4 35 D 10.8
 FSHL6 5/8 4/15 4 11.1 D 15.1

FSHL6 40/10 3/8 4 31.8 D 13.5
 FSHPF 40/10 3/8 4 31.2 D 10.1
 FSHPF 40/10 3/8 4 31.2 D 10.1
 FSHPF 40/10 3/8 4 31.2 D 10.1
 FSHPF 40/10 3/8 4 31.2 D 10.1

FSHL6 40/10 3/8 4 28.4
 FSHL6 40/10 3/8 4 18.8 D 11.9
 FSHL6 40/10 3/8 4 15.0 D 10.4
 FSHL6 40/10 3/8 4 11.5 D 9.7

Додаток Б

Таблиця Б.1. Дослідні данні тимчасової пробної площі № 1

Рік	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1950																5,052
1951																4,448
1952																3,96
1953																3,68
1954	6,112				6,696				4,868				4,08			3,456
1955	4,516				4,936				3,964		5,38		3,16	5,12		1,752
1956	5,196				5,296				2,044		4,484		2,51	4,97		2,836
1957	5,756			5,084	3,132				3,052		3,932		3,36	3,67		2,332
1958	4,236			3,616	0,772	4,936	4,484	4,944	5,72		2,972		3,05	5,36		1,976
1959	3,932			5,14	2,42	4,492	5,76	1,516	5,644		3,432	4,844	2,20	5,64		3,164
1960	4,836			3,556	1,604	3,932	3,58	5,82	4,176		1,652	1,828	2,37	4,18		3,444
1961	5,704			3,528	1,74	3,424	6,82	2,888	1,82		3,428	2,204	3,10	2,55		3,276
1962	1,164	7,036		3,896	1,32	2,94	3,092	2,936	1,152		3,472	3,404	3,84	2,59	5,45	4,292
1963	2,796	2,548		3,528	3,516	2,6	2,16	3,332	3,348		3,048	3,648	3,21	5,48	2,71	2,88
1964	3,588	1,44	4,62	3,336	3,64	1,584	2,544	4,176	4,02		4,148	4,656	3,44	6,49	3,23	2,6
1965	5,308	1,956	4,912	3,444	4,404	1,54	3,604	3,672	4,52		3,94	3,984	4,06	6,27	4,32	3,336
1966	4,712	2,684	8,468	3,508	2,12	2,1	1,192	4,176	2,2	12,30	2,5	1,948	3,55	4,64	4,76	3,16
1967	4,488	4,572	7,452	2,768	2,08	4,58	2,244	3,5	1,752	5,928	2,964	3,556	2,94	5,30	5,68	2,936
1968	3,728	2,604	6,472	3,5	4,116	3,5	3,052	4,292	2,94	6,324	2,92	4,664	3,22	4,85	3,82	1,692
1969	4,768	2,16	4,384	3,444	4,664	4,628	2,456	4,628	2,372	5,564	2,584	5,588	4,17	4,40	4,34	1,928
1970	4,492	3,604	5,092	3,332	5,208	3,956	3,688	4,628	1,808	3,952	1,904	5,756	3,74	3,78	5,16	1,304
1971	3,304	2,02	4,496	3,724	2,752	3,736	4,616	3,448	2,54	3,388	2,296	5,176	2,84	4,17	5,42	1,248
1972	2,908	1,152	5,424	1,308	2,416	3,24	3,856	2,428	1,748	3,612	2,328	4,32	3,55	2,66	4,74	1,316
1973	3,388	2,032	3,22	0,808	3,228	2,108	4,616	2,596	1,468	3,276	1,624	4,236	3,27	1,92	5,43	1,412
1974	3,08	2,86	3,304	1,188	1,288	3,048	3,232	2,432	1,808	2,596	1,568	3,56	1,53	2,48	4,44	1,072
1975	2,344	2,54	3,308	2,964	1,484	2,596	2,836	2,088	1,024	3,164	1,356	2,032	1,75	2,69	3,90	0,96
1976	2,032	2,72	3,728	2,204	2,712	2,832	2,032	1,816	0,92	1,864	1,396	2,32	1,47	2,64	3,64	1,616
1977	1,748	2,628	2,88	2,316	2,668	2,94	1,948	1,3	1,244	2,26	1,692	1,696	1,99	1,18	2,52	1,072
1978	1,864	1,992	1,88	2,652	2,084	1,976	1,664	1,3	0,792	1,916	1,736	1,868	1,10	1,39	3,64	1,08
1979	1,816	4,616	2,288	3,84	1,652	1,692	0,72	1,184	0,688	2,776	1,396	2,376	0,79	1,35	2,20	1,416
1980	2,204	2,048	2,672	3,668	1,908	1,184	1,02	1,08	0,68	2,292	1,144	1,58	1,07	0,91	2,05	0,96
1981	2,66	1,324	2,288	3,96	1,192	1,54	0,98	1,58	0,904	2,144	1,736	1,756	0,92	1,01	2,54	0,792
1982	2,444	1,324	2,796	3,812	1,652	2,144	0,9	1,3	0,848	1,24	2,212	1,36	1,07	1,35	2,42	0,968
1983	2,912	1,568	2,456	3,02	0,976	2,2	1,748	1,184	0,736	2,148	1,272	1,304	1,52	1,67	2,93	1,184
1984	2,484	1,948	2,54	2,94	1,312	1,92	2,124	1,988	0,676	2,164	1,312	1,636	1,18	1,46	2,99	1,524
1985	2,204	1,736	2,456	2,884	1,736	2,484	3,168	1,524	0,68	1,696	1,444	2,088	1,13	1,86	2,82	0,968
1986	2,516	2,2	2,804	3,416	1,992	2,316	2,556	2,144	1,328	1,808	1,692	1,596	1,12	1,92	3,04	1,248
1987	1,752	1,44	2,372	2,936	1,616	2,144	2,376	2,088	1,636	1,808	2,12	1,016	0,92	1,98	2,55	1,696
1988	3,16	1,832	2,456	2,152	2,084	1,692	1,72	1,808	1,196	2,148	2,376	1,532	1,19	1,53	2,03	1,524
1989	3,104	1,636	2,564	2,74	2,032	2,088	1,232	2,32	1,412	1,656	2,584	1,752	0,96	1,42	3,55	1,868
1990	3,528	1,428	2,888	2,144	1,904	2,484	2,504	1,816	1,808	1,356	1,948	1,3	1,14	1,31	3,33	1,468
1991	3,052	1,356	3,564	1,532	1,4	2,204	2,708	1,752	1,412	1,24	1,396	1,128	1,41 2	1,57	2,83	1,476
1992	2,264	0,936	2,732	2,372	1,78	1,82	2,08	1,872	1,356	1,312	1,528	1,416	0,90	1,08	2,38	1,08

1993	3,332	1,396	2,54	1,932	2,076	1,756	1,948	1,816	1,016	1,868	1,82	1,816	1,08	1,3	2,26	1,304
1994	1,696	1,312	2,456	1,54	2,204	2,032	1,784	1,92	1,304	1,608	1,652	1,66	0,96	1,33	2,25	1,248
1995	1,468	1,948	2,92	1,332	2,212	1,628	1,192	1,596	0,968	2,04	0,74	1,244	1,3	1,46	2,76	0,968
1996	2,204	1,44	2,84	1,764	2,16	1,42	1,356	2,032	1,196	1,408	1,356	2,092	1,34	0,87	2,6	1,196
1997	2,264	1,524	2,324	1,82	1,78	2,32	1,272	2,096	0,688	1,44	1,444	1,356	1,24	1,04	2,29	1,308
1998	2,612	1,312	2,204	1,248	1,7	1,272	1,788	2,824	1,016	1,66	1,82	1,756	1,48	0,82	2,70	1,08
1999	3,172	0,636	1,872	2,092	1,696	1,188	1,272	2,088	0,736	1,356	1,188	1,3	0,7	1,10	2,37	0,7
2000	2,768	0,432	2,208	2,888	1,528	1,016	1,192	0,848	1,132	0,98	1,316	0,564	0,32	0,4	1,81	0,7
2001	3,164	1,736	2,2	2,016	0,976	0,96	0,768	0,68	0,848	1,412	1,708	0,856	0,50	0,87	1,19	0,792
2002	2,908	1,1	1,78	1,384	1,404	0,96	0,82	0,848	0,564	1,228	1,324	0,984	1,18	0,39	0,67	0,848
2003	2,768	1,272	1,88	1,456	2,116	1,468	1,484	0,736	0,792	1,652	0,98	1,364	0,93	0,31	2,62	1,084
2004	1,94	1,144	1,696	1,06	1,228	1,752	0,74	0,62	0,848	1,7	1,456	1,016	1,35	0,74	2,54	1,016
2005	3,048	0,856	1,808	1,184	0,648	1,316	1,32	0,792	1,072	1,568	1,144	1,184	1,24	0,73	2,94	0,752
2006	2,58	0,892	1,608	1,524	0,976	1,58	0,892	0,904	1,128	1,756	1,06	1,152	1,12	0,96	2,67	0,624
2007	1,584	0,764	1,948	0,764	1,184	1,072	1,12	0,848	1,016	1,36	1,196	1,788	1,36	0,76	2,15	0,752
2008	3,812	0,676	1,356	1,06	0,64	1,188	1,02	1,08	0,744	1,652	1,152	1,54	0,90	0,70	2,32	0,688
2009	2,88	0,564	0,932	0,508	1,228	1,644	0,848	0,96	0,904	1,652	1,656	1,248	0,82	0,37	1,69	0,848
2010	2,908	0,892	1,948	0,72	0,524	0,96	1,064	0,632	0,792	1,656	1,112	0,892	1,03	0,56	1,86	0,736
2011	2,116	0,68	1,892	0,804	0,656	1,98	1,172	1,072	0,848	1,484	1,032	0,784	0,93	0,50	1,75	0,34
2012	1,884	0,804	2,032	1,02	1,396	0,976	0,616	1,524	0,96	1,232	0,956	0,444	1,24	0,73	1,7	0,732
2013	2,004	1,06	2,208	1,104	1,404	1,192	0,516	1,08	0,736	1,144	1,06	0,328	0,4	0,36	1,52	0,68
2014	2,72	0,816	1,316	0,932	0,988	1,132	0,508	1,184	0,62	0,844	1,212	0,452	0,62	0,48	1,81	0,568
2015	2,316	0,508	1,524	1,188	0,892	0,904	0,82	1,072	0,396	0,732	0,508	0,32	0,45	0,77	1,35 6	0,968
2016	2,072	0,652	1,048	1,316	0,556	0,848	0,636	0,848	0,96	0,816	0,296	0,316	0,51	0,62	1,18	1,32
2017	1,528	0,496	1,56	1,24	0,392	1,084	0,856	0,688	0,96	0,656	1,228	0,448	0,97	0,85	1,12	0,92
2018	2,54	0,584	1,128	1,144	0,708	1,96	1,364	0,904	0,676	0,564	1,02	0,536	0,91	0,67	1,3	0,38
2019	3,216	0,636	1,032	1,572	0,68	2,032	1,276	1,072	0,904	0,892	0,98	0,496	0,84	0,93	1,58	0,736
2020	2,652	0,268	1,608	1,784	0,64	1,7	0,848	1,016	0,968	0,676	1,28	0,468	1,36	0,96	1,36	0,84
2021	2,992	0,624	1,788	0,816	0,64	1,412	1,016	0,96	0,892	0,684	1,184	0,6	0,73	1,09	1,58	0,512
2022	2,208	0,488	2,628	0,72	0,628	0,968	0,936	1,032	0,68	0,764	1,144	0,304	0,85	1,38 8	1,30	0,4
2023	3,752	0,532	2,764	0,852	0,592	1,428	1,228	1,468	0,564	0,98	0,804	0,324	0,56	0,82	1,58	0,344

Таблиця Б.2. Дослідні данні тимчасової пробної площі № 2

Рік	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1933		5,035														
1934		5,337														
1935		2,584														
1936		1,503														
1937		5,618														
1938		4,999														
1939		4,004											2,116			
1940		2,317											5,86		4,52	
1941		2,325											3,82		3,5	
1942		3,267					3,484						3,904		7,8	
1943		1,927	4,29			4,819	6,873						3,904		5,324	
1944		3,455	4,562			3,061	5,767	2,395					3,82		4,796	
1945		3,21	4,664	5,93		5,109	4,468	9,357					2,756	5,116	4,692	
1946		4,257	3,713	3,938		0,644	3,278	3,6					2,564	6,692	5,204	
1947		3,458	2,292	2,456		2,571	4,068	2,882					4,24	3,812	6,92	
1948		3,811	3,474	4,742		6,408	5,112	5,51			3,46	2,516	4,156	5,168	5,448	
1949		1,657	2,521	6,06		5,986	4,634	6,722			2,84	2,592	5,844	1,768	5,928	
1950	16,486	2,089	3,049	4,236		4,217	4,096	5,477			2,04	6,268	4,996	8,092	6,716	
1951	8,811	1,026	2,338	3,176		3,589	4,641	2,301		15,548	4,52	8,536	4,768	5,164	6,1	
1952	10,274	1,609	1,698	4,796		5,845	3,235	5,138		11,404	4,34	5,588	4,656	5,772	5,912	
1953	7,679	1,864	1,281	3,218		4,008	5,871	3,59		7,056	4,492	6,032	5,756	3,396	5,896	
1954	9,091	2,084	2,45	6,181		5,428	4,343	5,504	2,672	6,556	3,908	6,436	3,388	1,952	0,548	
1955	4,014	2,354	1,163	5,546		4,488	5,546	3,734	1,992	5,644	5,336	5,696	1,92	5,34	3,52	
1956	6,441	2,717	2,437	6,52		4,688	4,348	4,55	1,864	7,312	5,42	3,388	2,9	4,32	2,18	
1957	4,63	1,27	3,474	5,209	8,288	4,546	3,056	4,553	1,712	4,972	3,472	3,844	2,328	5,248	4,576	
1958	4,75	1,696	3,914	4,749	2,549	4,039	1,597	4,836	3,244	6,776	2,46	2,924	3,132	4,616	3,124	2,708
1959	4,35	1,724	2,296	4,059	1,727	2,778	1,582	3,393	1,512	4,688	4,732	3,052	5,832	3,048	3,516	5,484
1960	2,192	1,299	2,923	3,557	2,541	2,371	2,033	2,766	1,636	4,416	2,772	2,624	3,676	2,968	2,772	3,984
1961	0,903	0,826	2,625	3,472	3,515	2,089	1,534	2,663	1,7	3,556	2,372	3,412	4,404	2,924	2,404	4,276
1962	2,033	0,734	2,124	3,161	2,899	2,399	1,638	2,934	2,264	4,296	1,796	2,372	3,612	3,28	1,364	4,116
1963	1,03	0,851	1,698	3,011	1,4	1,621	1,421	1,724	1,932	3,628	2,796	1,992	3,428	1,984	1,948	3,6
1964	2,421	1,217	1,355	2,287	3,515	1,442	1,375	1,643	2,504	3,056	1,272	1,78	3,916	2,584	2,376	2,2
1965	2,167	1,637	1,863	2,121	2,852	1,442	1,298	1,513	2,38	3,18	3,408	2,24	3,212	2,88	2,088	3,132
1966	2,791	1,442	2,075	3,098	4,16	1,901	2,101	1,194	2,708	3,616	2,216	2,2	2,356	3,26	1,584	2,164
1967	3,132	1,331	3,43	3,112	4,833	2,129	1,485	1,462	2,036	2,956	2,732	1,692	4,16	2,22	1,468	1,06
1968	2,469	1,186	2,711	1,884	4,577	1,955	1,303	1,49	2,38	2,036	2,376	1,356	4,612	1,864	1,92	0,936
1969	2,119	1,722	1,906	1,313	3,695	2,419	1,694	1,076	2,516	2,72	2,144	1,612	3,732	1,992	1,484	1,296
1970	2,978	1,694	1,524	1,512	3,943	1,983	1,644	1,142	2,088	2,708	2,54	1,612	5,6	1,984	1,532	1,164
1971	2,978	1,611	2,625	2,309	3,006	1,835	1,81	1,666	2,316	3,304	2,468	1,82	4,12	2,632	1,752	1,36
1972	2,119	0,879	1,442	1,609	2,325	1,694	1,727	1,553	2,152	3,416	1,78	1,82	3,668	2,504	1,14	1,808
1973	2,485	1,81	1,702	1,775	1,825	1,722	1,725	2,152	1,848	3,528	1,948	1,784	5,932	2,332	1,524	2,16
1974	2,305	2,569	0,89	1,166	2,102	1,893	1,674	1,733	2,148	3,672	0,876	1,88	4,404	2,032	1,752	0,804
1975	1,997	1,5	0,975	0,932	1,825	1,637	1,553	1,078	3,276	2,832	1,332	1,524	4,124	2,328	1,184	0,508
1976	2,132	0,511	1,442	1,312	1,686	1,806	1,166	1,434	2,484	2,144	1,196	0,904	2,656	1,264	1,144	0,888
1977	1,719	1,215	1,484	1,297	1,024	1,479	2,093	0,91	1,872	1,216	1,328	0,972	2,396	1,064	1,328	1,756
1978	1,572	2,456	0,932	0,622	0,905	1,073	2,136	1,219	1,644	1,064	1,772	0,524	1,636	1,184	1,196	1,06
1979	1,524	2,032	1,315	0,466	2,527	1,301	3,249	0,914	2,66	1,316	1,108	0,832	2,032	1,38	1,524	0,764
1980	1,53	2,316	1,357	0,663	2,117	1,609	2,543	1,439	2,372	2,436	2,144	1,528	1,476	1,34	1,016	1,684
1981	1,355	2,07	1,186	0,919	1,497	2,213	2,6	1,8	2,26	2,076	1,612	1,232	2,324	1,672	1,128	1,484

1982	2,456	1,807	0,931	0,904	1,445	2,681	2,755	1,705	2,776	2,144	1,244	1,228	2,26	1,652	1,356	1,532
1983	2,244	1,441	1,104	1,046	0,864	2,23	4,153	1,467	2,936	2,748	1,484	1,316	2,996	2,252	1,188	1,44
1984	2,034	1,525	1,017	1,299	0,849	2,597	2,767	1,633	2,316	2,192	1,3	1,436	2,484	1,66	1,136	0,764
1985	2,16	1,503	1,315	1,044	1,104	1,868	1,904	1,214	1,996	1,824	1,072	1,988	2,016	1,948	1,136	0,9
1986	1,848	1,386	1,611	0,849	1,101	2,005	2,286	0,905	1,92	2,008	1,556	1,484	2,092	1,92	0,848	1,24
1987	2,239	1,022	0,932	0,692	1,159	1,951	1,884	0,947	2,324	2,032	1,104	1,528	1,44	1,904	1,468	1,948
1988	1,778	1,468	0,731	0,607	1,275	1,92	2,122	1,446	1,588	2,396	0,824	1,652	1,892	1,948	0,968	1,948
1989	1,965	1,524	1,156	0,974	1,327	2,234	2,017	1,525	1,588	2,032	0,836	1,496	2,62	3,268	0,96	1,152
1990	2,147	1,186	1,656	1,115	0,854	1,88	3,049	1,334	2,032	2,3	0,708	1,756	3,612	2,936	1,248	1,488
1991	2,738	1,722	1,948	1,102	0,52	2,26	2,55	1,355	2,376	2,048	1,044	1,956	2,996	2,004	1,472	0,792
1992	2,175	2,428	1,315	0,791	0,459	2,061	2,287	1,639	2,552	2,032	0,628	1,364	2,092	1,66	0,924	1,372
1993	1,949	2,682	0,851	0,82	0,452	1,75	2,484	2,032	2,488	1,948	0,876	1,78	3,084	2,5	1,3	1,196
1994	2,794	3,284	1,087	1,19	0,803	1,976	2,084	2,431	1,752	1,696	0,904	1,82	2,372	1,708	0,936	0,976
1995	2,597	1,782	1,737	0,848	0,935	2,098	2,287	2,034	1,924	1,016	1,372	1,78	2,756	1,892	1,556	0,496
1996	2,145	1,957	1,187	0,946	0,562	1,94	1,309	1,582	1,36	0,768	1,044	1,396	1,264	1,664	1,1	0,188
1997	1,587	2,831	0,703	0,685	0,68	0,97	1,386	1,02	1,36	0,756	0,876	1,54	1,584	1,512	1,188	0,468
1998	2,176	2,287	0,931	0,819	0,763	1,531	1,835	0,933	1,016	0,936	0,764	1,272	1,796	1,864	0,876	0,552
1999	2,004	1,609	0,659	1,059	0,651	1,621	2,216	0,932	1,532	0,884	0,764	1,356	1,652	2,416	0,712	0,892
2000	1,637	1,696	0,861	0,92	0,418	1,866	1,912	1,086	1,768	1,02	0,704	1,312	1,476	2,292	1,016	1,184
2001	2,095	2,129	0,975	1,007	0,409	1,766	1,986	0,974	1,356	1,212	0,988	1,312	1,072	2,16	0,792	0,608
2002	2,854	1,388	0,85	0,932	0,552	1,39	1,689	1,089	1,3	1,7	1,188	1,44	1,136	1,872	0,836	1,06
2003	2,037	1,845	0,706	0,934	0,636	1,893	2,441	0,988	1,196	2,124	1,188	1,324	0,568	1,016	0,484	1,72
2004	1,524	1,559	0,994	0,861	0,631	1,046	1,078	0,622	1,244	2,372	0,764	1,496	1,016	1,456	0,736	1,736
2005	1,489	1,341	1,174	1,089	0,579	1,609	1,027	0,593	1,188	2,312	0,88	0,772	1,136	1,1	0,88	1,78
2006	1,585	2,174	1,016	1,276	0,525	1,138	0,734	0,595	1,476	2,456	0,744	1,36	0,736	1,612	0,848	1,82
2007	1,807	2,234	0,861	1,343	0,692	1,525	0,947	0,726	1,616	2,712	0,632	1,78	0,856	2,376	1,104	1,412
2008	2,063	2,288	1,803	1,51	0,658	2,119	1,388	1,242	1,472	2,216	0,344	1,568	1,3	1,784	0,792	1,912
2009	2,005	2,403	0,962	1,369	1,288	1,868	1,573	1,046	1,04	1,528	0,644	1,228	1,524	2,12	0,864	1,484
2010	1,923	3,98	1,031	1,033	0,847	1,82	1,694	1,124	1,412	2,04	0,964	1,396	1,54	1,528	0,736	1,408
2011	2,006	2,653	0,961	1,44	1,304	1,531	1,285	0,692	1,428	1,48	0,912	1,504	1,472	1,4	0,764	1,232
2012	2,117	2,823	1,442	1,695	0,636	1,356	1,285	1,026	0,792	1,956	0,596	1,66	1,304	1,372	0,564	1,356
2013	1,723	2,457	1,087	1,51	0,606	1,002	1,334	0,652	0,968	1,7	0,624	0,9	1,016	1,672	0,572	1,552
2014	1,618	2,011	1,101	1,609	0,473	0,655	1,273	0,481	0,96	1,104	0,608	1,312	0,864	1,336	0,628	1,024
2015	1,525	1,968	1,045	1,331	0,405	0,739	1,412	0,427	1,132	1,1	0,536	0,892	0,864	1,272	0,672	1,1
2016	1,271	2,202	1,105	1,01	0,456	0,745	0,82	0,33	0,644	1,44	2,3	1,032	0,744	1,228	0,672	0,392
2017	1,215	1,82	0,762	0,777	0,735	0,622	0,947	0,775	1,016	1,788	0,696	1,12	0,7	1,032	1,056	0,424
2018	1,355	0,864	1,667	1,13	0,842	0,97	1,018	0,34	0,676	1,1	0,74	0,992	0,744	1,236	0,52	0,932
2019	1,386	0,931	1,215	0,951	0,663	0,706	0,842	0,438	1,024	0,884	0,576	1,108	0,636	1,272	0,596	1,388
2020	1,27	1,446	0,889	0,961	0,593	0,905	0,813	0,494	0,68	0,612	0,564	1,06	0,34	1,36	0,42	0,816
2021	1,299	1,187	0,863	0,85	0,681	0,819	0,831	0,327	0,736	0,936	0,468	0,852	0,536	1,228	0,452	1,12
2022	1,369	0,791	0,72	0,804	0,288	0,747	0,823	0,438	0,8	1,112	0,312	1,148	0,7	1,82	0,488	1,588
2023	2,213	1,215	1,228	0,876	0,442	0,706	0,989	0,664	0,484	0,768	0,548	0,956	0,6	0,952	0,424	0,804

Таблиця Б.3. Дослідні данні тимчасової пробної площі № 3

Рік	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1967					2,159											
1968					1,993											
1969					4,612											
1970			6,944		5,164		4,096									
1971			2,564		4,912		3,812									
1972			2,548		1,644		4,572									
1973			2,636		4,576	3,565	2,288									
1974			4,404	9,94	2,88	4,064	1,695									
1975			1,44	7,06	3,276	4,488	3,228									
1976			4,788	6,324	2,748	1,872	3,152					9,696		9,296		
1977			6,18	5,428	2,316	4,76	6,86					6,804		6,868		
1978		8,492	6,86	4,064	6,66	6,1	3,236	17,848	7,916			6,14		7,368		8,352
1979		7,536	2,816	4,192	4,804	5,168	3,048	10,364	7			4,94		6,436	6,94	7,132
1980		7,548	2,712	3,724	5,56	3,728	4,744	6,776	5,644			4,58		5,168	5,368	6,552
1981		5,336	5,864	3,84	2,74	4,784	6,012	6,616	9,32	9,452		4,352		7,876	3,636	6,184
1982		5,292	4,828	4,064	3,184	3,684	4,58	5,504	5,42	7,452		4,232		6,688	2,756	6,264
1983		5,344	3,64	3,204	3,736	3,172	3,988	4,956	4,388	6,832	9,772	3,668	12,984	7,728	2,456	4,744
1984		4,532	2,12	2,428	4,828	3,84	4,828	5	3,164	3,052	8,568	3,388	19,116	9,992	1,184	5,296
1985		5,128	2,204	2,288	3,612	2,824	4	3,984	2,992	2,54	7,34	3,78	11,26	7,452	2,012	2,424
1986		3,684	3,904	1,48	2,404	3,216	3,804	3,9	4,064	2,316	6,408	4,064	7,2	4,828	1,36	1,568
1987	7,184	3,544	3,98	1,768	2,852	2,936	3,688	2,732	3,272	1,808	5,428	4,74	8,976	6,28	1,584	1,144
1988	7,368	4,032	4,064	2,12	1,36	2,316	3,052	1,528	4,864	5,76	2,324	4,12	5,764	6,18	1,924	1,904
1989	2,54	3,728	2,88	2,032	1,864	3,216	3,728	2,04	3,896	4,468	3,796	3,78	5,528	3,404	1,98	2,54
1990	3,024	2,268	2,544	1,864	1,524	3,84	3,984	1,976	3,556	3,904	3,216	3,336	7,452	2,984	1,584	3,092
1991	3,896	2,292	3,64	1,304	1,244	3,216	3,9	1,7	4,572	4,348	3,048	3,62	5,172	5,336	1,752	3,444
1992	5,772	1,692	3,56	1,228	1,588	2,488	3,396	2,204	4,18	3,4	2,828	3,336	5,04	5,008	1,756	2,12
1993	5,08	2,5	2,372	1,324	1,636	2,936	2,768	1,22	4,684	2,432	2,04	4,424	4,78	5,096	2,156	2,84
1994	6,352	2,372	1,964	1,156	1,708	2,572	2,324	1,836	2,88	2,6	2,372	3,332	4,492	5,032	2,436	2,632
1995	4,332	2,204	2,712	0,892	1,58	2,388	2,776	1,36	2,54	2,088	2,304	3,728	4,404	4,084	2,38	2,892
1996	3,904	2,04	1,712	0,424	1,468	2,552	2,436	1,376	2,668	1,652	2,372	2,372	3,644	3,748	1,708	2,584
1997	4,656	1,36	1,788	1,568	1,504	1,876	2,316	1,368	2,768	2,376	2,712	2,708	4,488	3,308	1,66	1,44
1998	3,904	1,736	1,948	0,94	1,208	2,708	2,428	1,58	3,676	2,2	1,98	2,824	2,964	3,06	2,04	2,64
1999	3,16	1,164	2,772	1,188	1,828	2,34	1,976	1,34	3,956	1,94	2,428	3,78	3,392	2,72	1,64	1,824
2000	3,048	1,144	2,176	1,572	1,328	1,752	2,372	1,288	2,88	1,316	2,544	3	3,812	2,8	1,584	2,252
2001	3,048	0,94	1,272	1,272	1,304	3,096	2,344	1,444	0,96	1,82	1,948	2,712	2,8	3,592	1,644	1,904
2002	1,88	1,232	1,78	1,32	1,524	3,784	3,332	1,72	1,468	1,636	1,06	3,9	3,052	2,636	1,588	2,128
2003	1,976	0,992	1,7	1,032	1,264	2,6	2,264	2,172	3,612	1,92	1,992	2,936	2,228	3,304	2,1	1,992
2004	2,46	0,988	1,364	1,356	0,904	1,644	1,808	0,904	2,22	1,208	1,74	3,56	3,856	2,132	1,356	1,66
2005	2,204	1,044	0,968	0,852	1,192	2,172	1,92	0,592	2,144	1,588	1,82	3,28	2,508	2,312	1,924	1,44
2006	1,448	0,908	1,016	0,764	0,96	1,64	1,244	0,932	2,428	2,088	2,2	3,556	2,3	2,66	2,316	1,82
2007	1,368	1,072	0,772	1,02	0,512	2,428	1,92	1,328	3,112	1,428	0,72	2,6	3,048	1,664	1,752	1,908
2008	1,016	1,016	0,416	1,04	0,62	2,54	2,088	0,988	2,716	1,636	0,616	2,936	2,708	2,032	1,364	1,372
2009	1,28	0,8	0,936	0,684	0,688	1,92	1,808	0,676	2,432	1,356	0,552	3,5	3,724	2,796	1,412	1,756
2010	1,1	0,608	1,028	0,468	0,676	1,876	2,376	0,396	2,488	0,936	0,832	3,052	2,032	1,528	1,244	0,9
2011	1,44	0,472	0,9	0,864	0,564	1,412	1,644	1,132	2,036	0,456	0,468	2,768	2,544	2,208	1,752	1,06

2012	1,212	0,82	0,608	0,956	0,968	1,072	1,468	1,128	1,58	0,412	0,744	2,768	2,3	2,54	1,636	1,312
2013	0,916	0,624	0,72	0,892	0,768	1,36	1,468	1,064	1,984	1,44	0,552	1,756	2,708	1,768	1,636	0,804
2014	0,824	0,996	0,62	0,816	0,792	1,396	1,016	0,556	2,088	0,848	0,816	2,6	3,728	1,228	1,272	0,424
2015	1,24	0,82	0,92	0,568	1,016	1,468	1,264	0,872	1,752	1,24	0,996	1,92	2,208	1,572	1,596	0,596
2016	1,244	0,848	0,76	0,684	0,68	1,304	1,272	0,708	1,864	0,812	1,356	1,976	2,144	1,504	1,716	0,424
2017	0,684	0,428	0,776	0,964	0,62	1,248	1,244	0,776	1,248	0,784	0,616	1,808	2,88	1,236	1,756	0,636
2018	0,716	0,764	1,072	0,608	0,512	1,808	1,524	0,772	1,412	0,552	1,188	1,588	2,628	2,208	1,328	0,772
2019	0,372	0,592	0,904	0,72	0,356	1,672	2,2	0,648	2,032	0,416	0,488	1,7	4,08	1,78	1,264	0,892
2020	0,536	0,424	1,368	0,848	0,688	1,364	1,816	0,596	1,868	0,468	0,552	1,072	2,424	1,948	1,072	0,804
2021	0,508	1,412	1,172	0,596	0,632	1,472	1,248	0,764	2,772	0,432	1,588	1,58	1,356	2,252	0,96	0,552
2022	0,568	0,708	1,18	0,424	0,412	1,36	1	0,316	3,104	0,32	0,568	1,468	1,56	2,096	1,58	0,68
2023	0,428	0,856	1,244	0,348	0,396	1,244	0,532	0,536	1,36	0,788	0,468	1,584	2,216	1,616	1,864	0,6

Таблиця Б.4. Дослідні данні тимчасової пробної площі № 4

Рік	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1998																4,348
1999																8,184
2000																6,944
2001																1,924
2002								6,246								1,444
2003								4,296								1,54
2004						4,836		4,862		5,78					9,633	2,552
2005						2,208		4,241		6,968			4,15		8,468	2,828
2006		8,248				5,94		2,553	7,999	2,716			5,028		8,556	1,716
2007		5,672	4,109			6,188		4,5	5,536	2,544	5,181	9,696	1,932		3,556	3,388
2008	12,26	4,176	5,368	9,6	14,128	2,12	4,404	5	4,288	3,396	6,952	9,152	4,036		11,112	3,668
2009	3,444	4,828	3,868	6,02	7,456	1,152	5,111	4,752	5,392	2,992	4,928	4,828	1,552		3,572	4,292
2010	7,368	5,844	6,104	13,608	3,332	2,664	12,764	2,968	5,784	4,064	2,548	6,352	3,616	1,313	2,964	4,856
2011	5,424	3,768	3,228	3,86	5,76	5,092	5,816	1,964	4,652	5,336	4,164	5,68	3,22	7,116	9,4	2,564
2012	6,52	5,248	5,432	3,136	4,744	3,732	4,072	2,208	4,744	4,508	3,728	6,772	3,36	6,82	6,956	1,98
2013	4,184	3,264	3,724	2,38	6,264	4,108	4,288	3,136	3,048	2,372	3,98	5,336	2,484	4,956	7,62	2,88
2014	2,724	2,244	9,916	1,14	4,864	3,304	2,568	3,228	3,516	3,132	3,236	5,088	2,484	3,432	5,172	2,936
2015	2,024	2,708	9,308	1,696	4,936	2,244	2,092	3,728	1,924	2,648	3,392	3,64	1,692	3,576	4,836	1,304
2016	2,824	3,096	3,396	2,156	2,628	1,872	1,884	2,964	1,164	2,04	2,228	3,472	1,696	4,36	3,472	2,492
2017	3,512	3,524	3,872	3,108	3,312	1,736	1,872	2,628	1,084	1,152	2,824	3,812	2,148	5,548	3,472	3,28
2018	2,652	2,892	3,048	2,492	3,728	1,44	2,824	1,26	0,744	2,208	2,628	3,048	1,9	3,936	4,404	2,88
2019	3,144	1,784	2,324	2,092	3,024	0,932	1,372	1,356	1,932	2,632	2,408	3,556	2,212	4,616	3,132	2,428
2020	3,06	1,152	2,316	2,54	3,132	0,816	1,072	1,02	2,036	1,912	2,12	3,22	2,964	5,588	3,052	3,052
2021	2,444	1,252	2,492	1,764	3,508	0,508	1,792	1,212	1,084	1,78	2,66	3,388	2,256	4,452	3,472	2,092
2022	2,996	0,628	1,428	2,264	1,964	0,552	0,676	0,8	1,484	0,78	3,172	3,356	2,488	5,46	4,164	2,948
2023	2,708	0,564	1,828	2,148	2,712	0,576	1,528	1,22	1,844	1,46	4,236	2,54	2,8	5,124	4,068	3,444

Таблиця Б.5. Дослідні данні тимчасової пробної площі № 5

Рік	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
2009							8,012						10,54			
2010							5,588						4,068			
2011	10,692	8,892		7,576	9,728	14,692	7,624						1,532			
2012	8,884	7,508	7,98	5,292	8,492	11,452	6,108	9,284					6,692			
2013	7,996	7,88	4,924	4,372	4,744	11,24	5,304	7,852		7,992			4,992	10,94	11,132	
2014	5,336	6,808	3,944	5	7,028	9,772	6,236	7,884	9,072	7,136			4,888	7,372	9,46	6,716
2015	2,076	3,16	5	2,84	5,196	8,836	8,192	8,528	6,86	3,94	8,312	11,624	3,132	8,172	7,896	6,692
2016	5,792	1,696	4,792	3,528	0,792	10,108	5,476	3,896	7,076	6,128	6,78	6,432	7,48	22,524	6,972	6,516
2017	2,328	3,728	5,08	3,82	2,016	7,904	5,392	5,648	6,86	3,136	7,096	2,144	4,18	9,652	6,536	5,448
2018	4,544	0,968	4,4	4,788	0,632	8,448	3,456	1,188	6,564	3,9	4,584	6,52	3,896	4,668	4,676	5,684
2019	2,852	0,96	1,252	3,896	1,128	3,5	1,548	2,432	5,844	6,268	6,096	4,148	1,616	3,648	4,064	5,788
2020	3,5	1,188	2,184	4,456	4,384	3,276	1,328	2,2	3,688	5,672	5,164	4,32	5,852	6,944	6,704	2,212
2021	2,344	3,216	2,752	1,868	3,956	6,336	0,84	1,984	4,064	3,988	4,944	4,164	4,404	5,68	4,748	1,356
2022	2,66	2,272	2,544	1,828	3,812	2,388	0,508	0,792	3,44	5,252	3,728	2,248	2,992	6,18	5,756	2,768
2023	2,912	1,948	2,932	1,48	3,612	2,844	0,904	1,904	1,016	3,216	3,556	2,036	4,5	4,828	3,76	3,06