

УДК: 630*23*228*232.44: 630*2:630*18*614.841.2*26:630*913

Інв. №

Міністерство освіти і науки України

Малинський фаховий коледж

11643, с. Гамарня, Коростенського р-ну, Житомирської обл.

Малинський фаховий коледж

Тел./факс: 04133-97-2-95, 04133-68-5-13; тел. 04133-97-3-39 (заочна форма),

Тел.: 04133-97-2-23.

Електронна адреса: mltk2010@gmail.com

Сайт: mltk.co.ua



**ЗВІТ
ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ**

**«ЛІСОПАТОЛОГІЧНИЙ І ПРОЛОГІЧНИЙ СТАН ЛІСОВИХ ТА
ЛІСОАГРАРНИХ ЛАНДШАФТІВ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПОЛІССЯ В
КОНТЕКСТІ ЗМІН КЛІМАТУ В УМОВАХ РАДІОАКТИВНОГО
ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ»**

Державний реєстраційний номер: 0121U113273

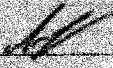
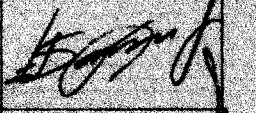
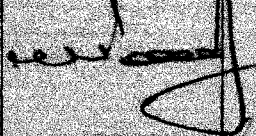
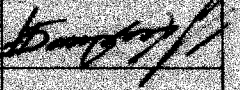
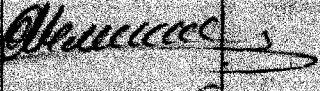
(кінцевий)

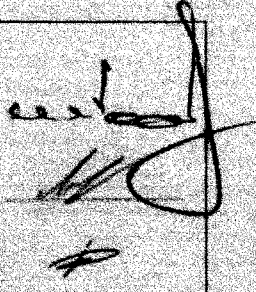
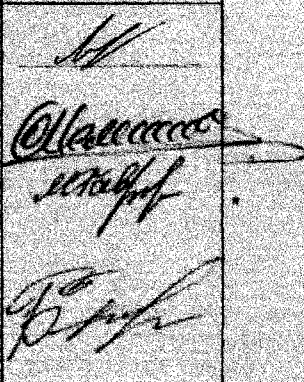
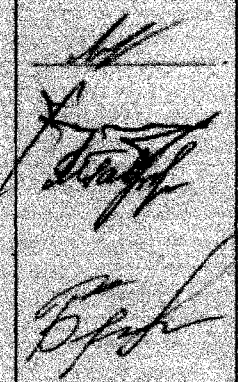
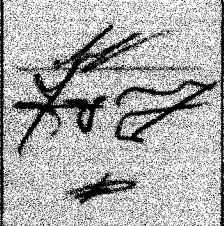
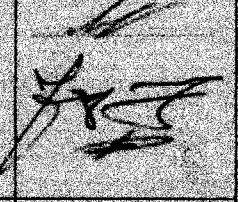
Науковий керівник:
кандидат с.-г. наук,
доцент

Валерій ЛЕВЧЕНКО

Рукопис закінчено 19 вересня 2026 р.
Результати роботи розглянуто Методичною Радою МФК,
протокол від 21 вересня 2026р. № 2

СПИСОК АВТОРІВ

Прізвища авторів, їх посади, наукові ступені, вчені звання	Частини звіту, підготовлені автором	Підписи виконавців
Фучило Я. Д., доктор с.-г. наук, професор	ВСТУП, ВИСНОВКИ	
Ганжалюк Т. С. викладач вищої категорії, викладач-методист	Наукове редагування	
Левченко В. Б., кандидат с.-г. наук, доцент	РОЗДІЛ 1. СТАН ВИВЧЕННЯ ПИТАННЯ	
Левченко В. Б., кандидат с.-г. наук, доцент; Карпович М. С., кандидат с.-г. наук	1.1. Вплив рубок догляду на оздоровлення та стійкість лісів зони Центрального Полісся	 
Карпович М. С., кандидат с.-г. наук; Шемет О. І. викладач вищої категорії, викладач-методист	1.2. Вплив рубок догляду на рекреаційні функції лісів зони Центрального Полісся	 
Левченко В. Б., кандидат с.-г. наук, доцент	РОЗДІЛ 2. МЕТОДОЛОГІЯ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ	
Буднік І. П., кандидат с.-г. наук	2.1. Загальна характеристика природних умов району проведення досліджень	
Іванюк І. Д., директор МФК, доктор с.-г. наук, професор; Краснов В. П., доктор с.-г. наук, професор	2.2. Об'єкти, методика досліджень та обсяг виконаних робіт	
Буднік І. П., кандидат с.-г. наук	РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	
Левченко В. Б., кандидат с.-г. наук, доцент; Шемет О. І. викладач вищої категорії, викладач-методист Бельська О. В., с.н.с Чорнобильського радіаційно-екологічного біосферного заповідника	3.1 Вплив кліматичних факторів, періодичності лісових пожеж на формування радіального приросту деревини сосни звичайної в лісорослинних умовах лісгосподарських філій ДП «Ліси України» Житомирської області та Поліського природного заповідника	  

Іванюк І. Д., директор МФК, доктор с.-г. наук, професор Левченко В. Б., кандидат с.-г. наук, доцент; Сергеева Д. Ф., здобувач	3.2. Аналіз деревинно-кільцевих хронологій сосни звичайної в досліджуваних насадженнях	
Левченко В. Б., кандидат с.-г. наук, доцент; Шемет О. І. викладач вищої категорії, викладач-методист Карпович М. С., кандидат с.-г. наук; Бельська О. В., с.н.с Чорнобильського радіаційно- екологічного біосферного заповідника	3.3. Дендрохронологічний аналіз впливу рубок догляду на радіальний приріст сосни звичайної	
Левченко В. Б., кандидат с.-г. наук, доцент; Фучило Я. Д., доктор с.-г. наук, професор Карпович М. С., кандидат с.-г. наук; Бельська О. В., с.н.с Чорнобильського радіаційно- екологічного біосферного заповідника	3.4. Аналіз впливу рубок догляду на радіальний приріст сосни звичайної з використанням дендрокліматичних методів	
Левченко В. Б., кандидат с.-г. наук, доцент; Фучило Я. Д., доктор с.-г. наук, професор Сергеева Д. Ф., здобувач	3.5 Вивчення впливу астрофізичних факторів (циклічність сонячної активності) на формування радіального приросту деревини сосни звичайної	
Левченко В. Б., кандидат с.-г. наук, доцент; Фучило Я. Д., доктор с.-г. наук, професор Сергеева Д. Ф., здобувач	3.6 Розробка прогнозу розвитку соснових деревостанів на основі вивчення їхнього ходу росту в результаті дендрохронологічних досліджень	
Карпович М. С., кандидат с.-г. наук	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	

РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: 70 с., 3 розділи, 74 джерела.

Актуальність теми. На сьогоднішній день світове співтовариство стало реально усвідомлювати важливість досліджень у сфері природно-кліматичних та антропогенних трансформацій у біосфері Землі, що на пряму пов'язані з глобальними і регіональними змінами клімату. Зміни температурного режиму і кількості опадів, що відбулися останнім часом в умовах як зони Центрального Полісся, так і Житомирщини зокрема, спричинили певний вплив на стан наземних і водних екосистем цього регіону. Зміни довкілля, особливо у постіндустріальний період, а тепер, на жаль, і внаслідок воєнних дій після повномасштабного вторгнення російської федерації на територію України, можуть призвести до серйозних екологічних та господарських наслідків. Це зумовлює необхідність проведення фундаментальних наукових робіт, спрямованих на вивчення механізмів адаптації та стійкості лісових екосистем до зміни умов навколишнього природного середовища. Особливий інтерес в цьому контексті представляє вивчення реакцій лісових екосистем на кліматичні, фітопатологічні, пірологічні зміни.

Дендрокліматичний аналіз, тобто метод аналізу часових рядів або серій календарно-продатованих річних приростів дерев, дозволяє отримати відповідь на великий спектр питань, що пов'язані з динамікою росту та розвитку лісових деревостанів, реконструкцією і прогнозуванням природно-кліматичних змін тощо. Що стосується конкретних кліматичних умов зони Центрального Полісся і зокрема Житомирської області, то у зоні контакту хвойних та широколистяних лісів північної частини Житомирської області, проблема мінливості радіального приросту основних лісоутворюючих порід, зокрема сосни звичайної, у зв'язку з природно-кліматичними чинниками залишається невирішеною. На равно день важливим питанням залишається виявлення та діагностування тенденцій змін параметрів клімату та пов'язаних з ними реакцій лісових едотопів на регіональному равно як відображення глобальних перебудов природного лісового середовища.

Мета та завдання. Метою проведення науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт кафедрою Лісівництва та захисту лісу Малинського фахового коледжу, був аналіз мінливості радіального приросту соснових деревостанів зони Центрального Полісся на прикладі лісогосподарський філій ДП «Ліси України» Житомирської області, а також на постійних закладених пробних площах в умовах Поліського природного заповідника у зв'язку з динамікою природно-кліматичних, антропогенних, фітопатологічних та лісопірологічних факторів.

Для досягнення мети досліджень були поставлені наступні програмні завдання:

1. Побудувати дендрохронологічні ряди по ширині річного кільця на раніше закладених постійних пробних площах, що ростуть у різних лісорослинних умовах зони Центрального Полісся Житомирської області. Отримати статистичну характеристику цих хронологій.

2. Виявити основні кліматичні та геліогеофізичні фактори, що визначають величину радіального приросту соснових деревостанів. Показати специфічність впливу погодних умов в залежності від умов місцезростання лісових деревостанів.

3. Оцінити характеристики коротко - та довготривалих коливань приросту сосни звичайної в умовах зони Центрального Полісся. Виявити просторові зв'язки між приростом дерев із різних районів зони Центрального Полісся в умовах Житомирської області.

4. Встановити вплив інтенсивності плодоношення сосни звичайної на радіальний приріст.

5. Проаналізувати діапазон та тенденції радіального приросту соснових деревостанів в лісорослинних умовах A_{1-2} , B_{1-2} , B_{2-3} зони Центрального Полісся і Житомирської області зокрема за останні 350 років.

Об'єкти досліджень. Об'єктами досліджень стали тимчасові та постійні пробні площі, що було закладені в період з 2020-2021 років в умовах соснових деревостанів Державних лісогосподарських підприємств (після проведеної в кінці 2022 на початку 2023 року реформи лісової галузі України, лісогосподарських філій): Філія «Овруцьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України», Філія «Олевське лісове господарство» ДП «Ліси України», Філія «Народицьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України», Філія «Коростенське лісомисливське господарство» ДП «Ліси України», Філія «Білокоровицьке лісове господарство» ДП «Ліси України», Філія «Бердичівське лісове господарство» ДП «Ліси України», Філія «Радомишльське лісомисливське господарство» ДП «Ліси України» які адміністративно підпорядковані Центральному міжрегіональному управлінню лісового та мисливського господарства, а також в умовах постійних пробних площ Перганського, Копищанського, Селезівського природоохоронних науково-дослідних відділень (ПНДВ) Поліського природного заповідника.

Наукова новизна. Вперше в умовах Житомирської області і зони Центрального Полісся зокрема на прикладі основної лісоутворюючої породи – сосни звичайної побудовано аналітичні залежності приростів деревинно-кільцевих хронології максимальної тривалості від погодних, кліматичних, пірогенних впливів. Встановлено основні біотичні та абіотичні фактори, що визначають величину радіального приросту сосни звичайної в умовах як Житомирської області, так і зони Центрального Полісся зокрема. Оцінено роль пірогенних та метеорологічних факторів у формуванні величини радіального приросту соснових деревостанів. Показано специфічність впливу пірогенних та метеорологічних параметрів залежно від умов місцезростання. Для аналізу приросту дерев у минулі хронологічні періоди було вивчено історичну деревину сосни звичайної в умовах лісокористувань філій ДП «Ліси України» Житомирської області, а також Перганського, Копищанського, Селезівського природоохоронних науково-дослідних відділень (ПНДВ) Поліського природного заповідника..

Практична цінність. В результаті проведених досліджень було створено базу деревинно-кільцевих хронології соснових деревостанів, що були проаналізовані на закладених постійних і тимчасових пробних площах. Це в свою чергу є продовженням наукових досліджень, що в 1993 році були започатковані доктором біологічних наук, професором Литваком Петром Венедиктовичем на

Овруцько-Словечанському кряжі в урочищі «Карачун», а також в умовах лісокористувань Державних лісогосподарських підприємств Словечанське та Овруцьке лісові господарства зі створення та датування найтриваліших у світовій історії (300-400 років) дендрохронологій лісів Житомирської області. Отримані нами результати можуть бути використані для побудови загальних концепцій розвитку лісових екосистем зони Центрального Полісся в ретроспективі та сучасності, а також для практичної галузі лісового господарства, де потрібно враховувати частоту екстремальних кліматичних та пірогенних явищ. Деревинно-кільцеві хронології можуть бути використані істориками та археологами для датування історичної деревини, а також судовими експертами для датування подій пов'язаних з пошкодженням деревини. Отримані описи деревинно-кільцевих хронологій в подальшому будуть передані до ДП «Ліси України» а також Поліського природного заповідника з метою подальших досліджень.

Ключові слова: ліс, всихання, сосна звичайна, дендрохронологія, радіальний приріст, кліматичні показники, верхівковий короїд, шести зубчатий короїд, коренева губка, дендро-хронологічний аналіз, лісова пожежа, пірогенез, лісові горючі матеріали, заходи захисту, знезараження, оцінка, фітопатологічний моніторинг, наукові дослідження.

ЗМІСТ

СПИСОК АВТОРІВ	2
РЕФЕРАТ	4
ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1. СТАН ВИВЧЕННЯ ПИТАННЯ	12
1.1. Вплив рубок догляду на оздоровлення та стійкість лісів зони Центрального Полісся	13
1.2. Вплив рубок догляду на рекреаційні функції лісів зони Центрального Полісся	14
РОЗДІЛ 2. МЕТОДОЛОГІЯ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ	15
2.1. Загальна характеристика природних умов району проведення досліджень	15
2.2. Об'єкти, методика досліджень та обсяг виконаних робіт	16
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	21
3.1 Вплив кліматичних факторів, періодичності лісових пожеж на формування радіального приросту деревини сосни звичайної в лісорослинних умовах лісогосподарських філій ДП «Ліси України» Житомирської області та Поліського природного заповідника	21
3.2. Аналіз деревинно-кільцевих хронологій сосни звичайної в досліджуваних насадженнях	32
3.3. Дендрохронологічний аналіз впливу рубок догляду на радіальний приріст сосни звичайної	35
3.4. Аналіз впливу рубок догляду на радіальний приріст сосни звичайної з використанням дендрокліматичних методів	40
3.5. Вивчення впливу астрофізичних факторів (циклічність сонячної активності) на формування радіального приросту деревини сосни звичайної	48
3.6 Розробка прогнозу розвитку соснових деревостанів на основі вивчення їхнього ходу росту в результаті дендрохронологічних досліджень	54
ВИСНОВКИ	58
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	63

ВСТУП

Соснові деревостани є досить поширеними у зоні Центрального Полісся України [1]. На сьогоднішній день численні дослідження у галузі практичної лісової пірології та процесів пірогенезу в лісових екосистемах як українських, так і закордонних вчених показали, що основною причиною виникнення лісових пожеж у соснових лісах є як антропогенний, так і акумулятивний фактор [2]. Так, саме відпад і подальше накопичення (акумуляція) рослинної фітомаси у хвойних деревостанах зони Центрального Полісся України, її придатність до умов практичного пірогенезу, визначають сучасні ризики щодо можливого виникнення та поширення лісових пожеж [3]. За даними Регіонального Східноєвропейського Центру моніторингу пожеж (REEFMC), загальна площа суттєво пошкоджених лісовими пожежами територій лісокористувань в Житомирській області у 2020 році, що була обчислена за індексом ΔNBR складала 38,6 тис. га [4]. Через масштабні лісові пожежі 2020 року, в результаті яких лише на території лісокористувань Поліського природного заповідника вогнем було знищено 732,4 га природоохоронних бореальних соснових лісів, гостро постало питання щодо проведення досліджень по вивченню відпаду фітомаси на згарищах, а також проведення моніторингу накопичення лісових горючих матеріалів [5, 61]. За багаторічними результатами наукових спостережень було встановлено, що найбільше потерпають від лісових пожеж соснові ліси Житомирщини, про що свідчать сильні лісові пожежі на півночі Житомирської області у 2020 році, зокрема в лісорослинних умовах лісогосподарських філій - Овруцьке, Олевське, Коростенське та Народицьке лісові господарства [6]. Під впливом зміни кліматичних умов, зокрема режиму зволоження ґрунтів, пересихання лісових болотних екосистем в останні 15 років на території природно-заповідного фонду Поліського природного заповідника фіксується поширення кореневої губки, соснової губки, звичайного та снігового Шютте, комплексу хвороб стовбурів та крон дерев соснових деревостанів [7]. Все це призводить не лише до зниження річного приросту, уповільнення фізіологічних процесів, а й до чисельного відпаду, накопичення великої кількості сухостою що в подальшому стає осередком для заселення шкідниками, поширення збудників хвороб та виникнення лісових пожеж [8]. Тому на сьогоднішній день особливо актуальним є питання вчасного виявлення осередків патологічного процесу в соснових деревостанах, їх вмілої локалізації задля унеможливлення поширення на території сусідніх лісокористувань, і як наслідок – виникнення масштабних епіфітотій [9]. Слід зауважити, що з урахуванням режиму заповідності, територія лісокористувань Перганського, Копищанського, Селезівського ПНДВ Поліського природного заповідника є унікальним місцем, де гармонійно поєднані трофотопи і гігротопи лісорослинних умов A_{1-2} , B_{1-2} . [10]. Саме тут спостерігається симбіотична дія шкідників, зокрема верхівкового, шести зубчатого короїдів і збудників кореневої губки сосни звичайної, соснової губки, комплексу хвороб стовбурів та крон дерев [11]. Досліджено, що при досягненні кореневою системою сосни звичайної ущільненого горизонту, починає формуватись поверхнева коренева система, що створює в подальшому сприятливі умови для розвитку

патологічного процесу [12]. На сьогоднішній день не розроблено практичних заходів щодо недопущення епіфітотій кореневої, соснової губки, звичайного та снігового Шютте, комплексу хвороб стовбурів та крон соснових деревостанів [13]. Тривають практичні дослідження з вивчення та недопущенню поширення пірогенезу в умовах зони Центрального Полісся України [14].

Дендрохронологія базується на добрій «пам'яті» дерев, що утворюють лісові екосистеми. Вони відбуваються у структурі, біохімічному складі та розмірах річних кілець приросту, чітко фіксують всі зміни, що відбуваються як всередині екосистеми, так і у зовнішніх умовах, і визначають їх розвиток. Дендрохронологія відноситься до комплексного наземного методу досліджень, здатного з достатньою достовірністю та хронологічною точністю відновити перебіг минулого розвитку головного компонента лісової екосистеми – деревостану [15]. На відміну від звичайних методів моніторингу, які полягають у безпосередньому спостереженні за тим чи іншим впливом, дендрохронологія дозволяє відновити багато змін у лісових спільнотах протягом кількох десятиліть і навіть століть.

Зміни глобального клімату останні століття стали загальновизнаним фактом, причому вони спостерігаються у всіх природних зонах і фіксуються практично всіма компонентами екосистем [16, 17].

Деревна рослинність є надійним індикатором змін природного середовища та клімату [18, 19]. Особливо широко у дендроекологічних дослідженнях використовується метод деревно-кільцевого аналізу, що дозволяє оцінити реакцію радіального приросту дерев на зміну основних кліматичних змінних – температури та опадів [20]. Більшість таких робіт проведено у субтропічних регіонах, тоді як зона Полісся та Лісостепу райони досліджені недостатньо [21]. До таких відносяться і соснові ліси зони Центрального Полісся України.

Останнім часом проведено велику кількість досліджень реакції лісових екосистем та їх компонентів на зміну клімату у різних районах зростання бореальних лісів (Європа, Азія, Північна Америка). Але й досі залишається багато невивченого, особливо у прямих та зворотних зв'язках між глобальними та локальними змінами клімату та лісовими екосистемами. Щоб зрозуміти, як саме функціонують ліси, як формується їхня біологічна різноманітність, необхідно оцінити глибину взаємодії клімату та лісу, а також з'ясувати, який вплив матимуть майбутні зміни клімату на екологічну та економічну стабільність лісів [22, 23].

Вивченню кліматогенної динаміки лісової рослинності приділяється велика увага у зв'язку з необхідністю оцінки змін у складі та структурі, які можуть відбутись найближчим часом під впливом сучасного потепління клімату [23, 24]. При цьому в основному вивчаються лісові, лісоболотні та лісостепові співтовариства, які виростають в екстремальних кліматичних та ґрунтових умовах, у яких кліматично обумовлені зміни виражені найбільш чітко [25].

Оскільки в зоні Полісся України, зокрема, в Північному та Східному Поліссі, при всій вивченості, питання впливу окремих кліматичних, лісорослинних та антропогенних факторів на динаміку приросту дерев (радіального, лінійного і т. п.), відсутні дослідження з використанням дендрохронологічних і дендрокліматичних методів, вони є актуальними на сьогоднішній день.

Найважливішим лісогосподарським заходом, спрямованим на оздоровлення та підвищення кліматоутворюючої ролі лісових екосистем, та їх стійкості, - є рубки догляду, ефективність їх проведення встановлено до віку стиглості. Особливо важливі рубки догляду в молодняках, оскільки вони визначають склад майбутніх насаджень [26].

Найважливішим лісогосподарським заходом, спрямованим на оздоровлення та підвищення кліматоутворюючої ролі лісових насаджень, є рубки догляду. Тому дуже важливо мати об'єктивні дані про вплив рубок догляду на стійкість соснових рекреаційних насаджень, що ростуть в бореальних умовах, можливості формування рубками догляду крон дерев і естетично привабливих ландшафтів. Не слід забувати, що будь-яке насадження потребує омолодження, а отже, заслуговує на увагу питання впливу рубок догляду на формування підросту, його склад, кількісні та якісні показники. На думку багатьох авторів [27] найбільш достовірним інформативним показником змін, що відбуваються в стані деревостоїв під впливом тих чи інших факторів, є радіальний приріст дерев. Оцінюючи впливу різних антропогенних чинників на лісові екосистеми не можна уникнути застосування цієї ознаки та режиму його коливання для аналізу ситуації [28]. При оцінці ступеня впливу господарських заходів на ліс, зокрема, впливу рубок догляду на подальший розвиток деревостанів, тривалість цього впливу, зміна інтенсивності приросту та структури річного кільця та ін., успішно застосовуються дендрохронологічні методи [29]. Дендрохронологічні методи успішно застосовуються в оцінці ступеня впливу, як природних (кліматичних), і антропогенних чинників (рекреації, пожеж, рубок тощо), зміну інтенсивності радіального приросту і структури річного кільця та інших. [30].

Зростання та розвитку всіх земних організмів в тій чи іншій мірі пов'язані як із середовищем, так й із космічними чинниками. Про це замислювалися ще в давнину, коли затемнення сонячного диска пов'язували зі збільшенням цін на зернові культури через несприятливі погодні умови (посуха, суховії тощо). Сонячна активність (СА) впливає на техногенні чинники Землі: викликає іоносферні геомагнітні бурі, впливає на якість радіозв'язку, і навіть плями на Сонці викликають природні катаклізми (посухи, великі пожежі та інше). Залежність виникнення плям на Сонці та екстремальних явищ на Землі була визначена в середині 18 століття. Вчений Боголепов М. А. [31] вивчив літописи та встановив, що раптові зміни клімату виражаються періодичними змінами всіх живих організмів, що впливає на політичну та економічну обстановку. Надалі було запроваджено індекс відносних чисел сонячних плям, розроблений Р. Вольфом (число Вольфа). Найбільш відомі дослідження А. Дугласа, який вивчав товщину річних кілець деревних рослин, залежно від плямоосвітнього процесу на Сонці. Вчений виявив, що деревина інтенсивно зростає у роки сонячного максимуму [32]. Крім того, Дуглас висловив думку про існування зміни клімату, періоди якого є кратними 11-річному циклу СА, в чому його підтримали інші вчені [33]. Але ці цикли мають мінливість за тривалістю [34]. Епохи екстремуму визначаються за числами Вольфа, що мають найбільше значення в епоху максимуму, знижуючись на гілки спаду до епохи мінімуму. 11-річний цикл більш наочний в епоху мінімуму, але при цьому наступний цикл починається раніше,

ніж закінчується попередній цикл. Тому й передбачається, що цикл сонячної активності який завжди має тривалість 11 років [35]. Відзначався зв'язок між динамікою зміни активності Сонця та розмірами радіального приросту. Існує безліч досліджень циклічності приросту хвойних порід залежно від сонячної активності, але вони носять діаметрально протилежний характер. Так, Матвеевим С. М. відзначено, що всі мінімальні прирости сосни, спостерігаються на межі спаду сонячної активності, причому в екстремальніших умовах місцезростання спостерігається більш чітка залежність приростів від фаз сонячної активності [36].

Ступінь впливу СА відрізняється за породами деревних рослин. Так, реакція ялини на активність сонячної енергії відрізняється від реакції сосни: на підвищення сонячної активності вона реагує зниженням приросту, для сосни, навпаки, - підвищення сонячної активності сприятливо збільшення приросту. Визначено, що для збільшення радіального приросту сосни звичайної, вирішальним є рівень сонячної активності попереднього року. У цей час закладається більше точок зростання, з яких у наступний рік розвивається фітомаса, що забирає основну частину поживних речовин, знижуючи цим приріст дерева [37]. Симоненко В. С. та ін. припустили, що найбільш сильний вплив на радіальний приріст сосни має сонячна активність через 2 роки після епохи максимуму [38]. Мінімуми приросту сосни хоч і є циклічними, вписуються в 11-річний цикл, але за цим показником схильні до коливань від 8 до 14 років, а залежно від повторюваності сильних посух, цикл приросту становить 33-38 років. Причому тривалість депресії приросту після посух у сосни становить від 1 до 3 і більше [39]. Для листяних і хвойних рослин вплив СА відзначається по-різному - під час високої активності Сонця, у дуба черешкового спостерігається підвищений приріст, у хвойних - знижений і навпаки [40]. Для визначення раціонального ведення лісогосподарських заходів та своєчасного запобігання негативним факторам антропогенного та техногенного впливу, необхідно складати прогностичні моделі, у тому числі, приросту насаджень. По дендрошкалам є можливість виявлення ретроспективної властивості клімату, силу і потужність сонячної активності, і разом з іншими способами аналізів встановити вплив інших фізичних факторів.

Способи довгострокових і короткострокових прогнозів приросту сосни звичайної розроблялися багатьма авторами, в результаті прогнозувати збільшення запасу деревини виходячи з ретроспективних моделей, переносячи в майбутнє, враховуючи всі природно-кліматичні чинники. За розробленими рівняннями зв'язку може бути розрахований приріст за будь-який час. В. Б. Левченко встановив, що максимальні прирости у сосни звичайної спостерігаються зі зсувом мінімуму сонячної активності на 2-6 року [41]. Знаючи прогноз сонячної активності і супутні їм посухи, можна призначати лісокультурні роботи більш сприятливий час [42].

РОЗДІЛ 1. СТАН ВИВЧЕННЯ ПИТАННЯ

Вирішення завдань практичного лісівничого догляду в лісах України які відносяться до категорії захисних, спрямовані в першу чергу на покращення їх стану та підвищення екологічних функцій, а також формування насаджень, стійких до зовнішніх несприятливих впливів (вітру, снігу, шкідливих комах, грибних захворювань, пожеж), без проведення рубок досить важко, або і зовсім не можливо [15].

Проведено роботу з вітчизняною та зарубіжною науково-технічною літературою з метою збору та узагальнення інформації щодо наявних розробок у питанні дендрохронологічних досліджень впливу кліматичних та астрофізичних факторів, а також лісівничих заходів (рубок догляду) на радіальний приріст сосни звичайної.

Проведено аналіз існуючих методичних прийомів дендрохронологічних та дендрокліматичних досліджень, які можуть бути застосовані до виконуваних робіт та лісорослинних умов районів досліджень.

Проведено рекогносцирувальне обстеження ділянок соснових насаджень в умовах філій Центрального міжрегіонального управління лісового та мисливського господарства, а також в умовах природоохоронних науково-дослідних відділень Поліського природного заповідника. Проаналізовано бази даних лісовпорядкування лісового фонду: Філія «Овруцьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України», Філія «Олевське лісове господарство» ДП «Ліси України», Філія «Народицьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України», Філія «Коростенське лісомисливське господарство» ДП «Ліси України», Філія «Білокоровицьке лісове господарство» ДП «Ліси України», Філія «Бердичівське лісове господарство» ДП «Ліси України», Філія «Радомишльське лісомисливське господарство» ДП «Ліси України», а також в умовах природоохоронних науково-дослідних відділень Поліського природного заповідника. (2018-2026 р.р.).

Проведено закладання пробних площ (ПП) та ділянок зі збором експериментального матеріалу (зразків деревини – кернів) для вивчення впливу кліматичних факторів (температура, опади), пожеж, рубок догляду та сонячної активності (СА) на радіальний приріст дерев сосни звичайної досліджуваних районів. У 2025 р. було додатково закладено 5 ПП, зібрано 100 кернів. Для побудови узагальнених хронологій було проаналізовано 100 індивідуальних серій, всього 13 990 кілець. В 2026 році додатково закладено 4 ПП, зібрано 106 індивідуальних серій, загалом проаналізовано 6824 кілець. Для отримання таксаційної характеристики досліджуваних соснових деревостанів виміряно 673 дерева. В 2026 році додатково закладено пробні площі в умовах 16, 20, 21, 23 кварталів Селезівського ПНДВ та 30, 32, 35, 38 кварталів Перганського ПНДВ Поліського природного заповідника на межі формування пожежної підсушини після проходження масштабних лісових пожеж 2026 року. Зібрано 204 індивідуальні серії, виконано таксаційну характеристику понад 800 дерев.

1.1. Вплив рубок догляду на оздоровлення та стійкість лісів зони Центрального Полісся

Найважливішим лісогосподарським заходом, спрямованим на оздоровлення та підвищення екологічної ролі лісових екосистем та їх природної стійкості є рубки догляду, ефективність проведення яких встановлено до віку стиглості [16]. Особливо важливими є рубки догляду в молодняках, оскільки саме вони визначають склад майбутніх насаджень [17]. Рубки догляду найбільш суттєво трансформують освітленість в бік збільшення сумарної, а також частки прямої сонячної радіації, регулюють тепловий режим повітря та верхніх горизонтів ґрунту, вологість повітря та водний режим ґрунту, рівень снігового покриву, сприяють зниженню втрат вологи, що надходить у вигляді опадів та рівномірний їх розподіл під наметом деревостану [18]. Після проведення рубок догляду збільшуються середній діаметр та висота деревостану [19]. Рубки догляду підвищують загальну продуктивність деревостанів [20], дозволяють суттєво підвищити після пожежну стійкість насаджень [21], сприяють зниженню розвитку кореневої губки [22], призводить до інтенсивної появи сходів та накопичення підросту [23]. При спрямованому регулюванні процесів росту та формування лісових фітоценозів комплексом лісогосподарських заходів, густота лісового деревостану розглядається як найбільш доступний та дієвий фактор [24]. Рубки догляду зменшуючи густоту насаджень попереджають природний відпад дерев [25], сприяють формуванню комплексу оптимальних таксаційних характеристик окремих дерев та насаджень загалом [26] тощо.

Формування високопродуктивних стійких естетично привабливих соснових насаджень неможливе без своєчасного оновлення (омолодження) стиглих та перестійних деревостанів [27]. Омолодження рекреаційних сосняків, не вдаючись до штучного лісовідновлення, можливо досягти за допомогою проведення рубок догляду в 1-2 прийоми. Проведення рубок у лісах рекреаційного призначення покращують композиції паркових ландшафтів, формують необхідний породний склад та просторову структуру рослинності [28]. За рахунок збільшення середнього діаметра і висоти деревостану, збільшується світлопроникнення насаджень, покращується зорове сприйняття краси лісового пейзажу у лісопарковій зоні [29].

Особлива увага приділяється проведенню лісогосподарських заходів у лісових культурах [30]. Відомо, що їх створення є одним із основних способів лісовідновлення в бореальних умовах [31, 62]. Без своєчасного проведення рубок догляду лісові культури, створені навіть із дотриманням всіх правил агротехніки, втрачають своє господарське значення, а затрати на їх вирощування є великими та не виправданими [32]. Особливо це актуально для лісових культур, створених у багатих лісорослинних умовах [34, 63].

Встановлено, що за рахунок поліпшення вертикальної та горизонтальної структури сформованих лісові насаджень, світлового та кореневого живлення деревостанів, рубки догляду сприяють значному посиленню фізіологічної та ростової діяльності сосни звичайної [35]. Екологічна оцінка господарської діяльності зумовлює збільшення продуктивності та покращення стану насаджень

сосни звичайної в умовах зони центрального полісся України і Поліського природного заповідника зокрема [36].

1.2. Вплив рубок догляду на рекреаційні функції лісів зони Центрального Полісся

За результатами проведених досліджень доведено, що рубки догляду не мають істотного впливу на виділення біологічно активних речовин (БАР) та пілозатримання, що безпосередньо залежить від стану асиміляційного апарату сосни звичайної в умовах Поліського природного заповідника [37]. Звісно, що лісокористувача як і рекреанта, меншою мірою цікавить питання запасу деревини на лісовій ділянці, що використовується для здійснення рекреаційної діяльності, ніж якість природного ландшафту та потенціал дозвілля на цій ділянці [38].

Зазначимо, що всі лісові екосистеми в умовах постійних пробних площ Поліського природного заповідника відносяться до захисних, тому рубання в них стиглих та перестійних насаджень (рубки головного користування) заборонені [39]. Найважливішим лісогосподарським заходом, спрямованим на оздоровлення та підвищення екологічної ролі лісових природних екосистем в умовах лісогосподарських філій ДП «Ліси України є рубки догляду [40]. Тому дуже важливо мати об'єктивні дані про вплив рубок догляду на стійкість соснових рекреаційних насаджень, що ростуть в бореальних умовах, можливості їх формування рубками догляду і естетично привабливих ландшафтів [41]. Не слід забувати, що будь-яке насадження потребує омолодження, а отже заслуговує на увагу питання впливу рубок догляду на формування підросту, його складу, кількісні та якісні показники [42].

Визначення змін у складі лісових екосистем, біогеоценозів, природних комплексів та його продуктивності (екологічний моніторинг), немає єдиної системи облікових показників [43]. Ступінь порушення природних комплексів, біогеоценозів, окремих складових біосфери компонентів, визначають шляхом порівняння їх за низкою ознак та їх характеристик з непорушеними екосистемами, що за динамікою піддаються обліку змін [44].

На думку багатьох авторів [45], найбільш достовірним інформативним показником змін, що відбуваються у стані деревостанів під впливом тих чи інших факторів є радіальний приріст дерев. Оцінюючи вплив різних антропогенних чинників на лісові екосистеми, не можна уникнути застосування цієї ознаки і режиму його коливання для аналізу екологічної ситуації [46]. При оцінці ступеня впливу господарських заходів на ліс, зокрема, впливу рубок догляду на подальший розвиток деревостанів, тривалість цього впливу, зміна інтенсивності приросту та структури річного кільця та інших факторів, успішно застосовуються дендрохронологічні методи [47]. Дендрохронологічні методи успішно застосовуються в оцінці ступеня впливу як природних (кліматичних), і антропогенних чинників (рекреації, пожеж, рубок догляду то що), зміну інтенсивності радіального приросту і структури річного кільця та інших [48, 61].

В Україні, зокрема в зоні Центрального Полісся і в умовах Житомирщини зокрема при всій вивченості питання впливу різних факторів на динаміку приросту дерев (радіального, лінійного тощо), як співробітниками УкрНДІЛГА

ім. В. Г. Висоцького (м. Харків), так і нашої кафедри, відсутні дослідження з використанням дендрохронологічних методів в оцінці ефективності проведення лісівничих заходів з метою підвищення біологічної стійкості соснових деревостанів рекреаційного призначення [49].

РОЗДІЛ 2. МЕТОДОЛОГІЯ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Загальна характеристика природних умов району проведення досліджень

До зони Центрального Полісся належать Північно-Західна частина Рівненської області, Північна та Центральна частина Житомирської, Київської та Чернігівської областей [24, 31]. За фізико-географічним районуванням, регіон досліджень належить до зони Центрального Полісся [50], а за лісорослинним – до Поліського району свіжих, вологих борів та суборів, області свіжого помірно теплого клімату, свіжого субору [26, 38, 51]. Зональними типами лісу є свіжий сосновий бір, сосново-березово-дубовий суббір та судіброва. Територія району проведення досліджень належить до водозбору річок Дніпро, Прип'ять, Тетерів [52].

Клімат регіону - помірно-континентальний. Середньомісячні і середньорічні температури повітря у регіоні підвищуються з Півночі на Південь. Так за багаторічними даними, середня температура січня на Півночі регіону становить - 7,5°C, на Півдні -7,2°C, а абсолютний максимум улітку липні-серпні досягає +39°C. Дата стійкого переходу температури повітря через 0°C весною – 21.03 та восени 17.11, через 5°C – 7.04 та 24.10, через 10°C – 23.04, та 2.10, через 15°C – 14.05 та 10.09 відповідно. Ці дати визначають початок і закінчення вегетаційного періоду, що відбивається на строках розвитку дерев, їхніх шкідників і збудників хвороб [53]. Середні річні суми опадів варіюють від 457 до 568 мм. Таким чином, регіон характеризується достатнім середнім річним зволоженням. Водночас останніми десятиліттями відбувається зміна клімату, що виявляється у збільшенні температури повітря, зменшенні кількості опадів, подовженні вегетаційного періоду [54]. Це часто негативно відображається на стійкості лісових насаджень та їхній уразливості до дії несприятливих чинників [55]. У зоні Центрального Полісся на вододілах і схилах різної експозиції, крім південної, формуються свіжі субори та сугруди на не змитих ґрунтах. В центральній частині формуються свіжі та сирі типи лісу (ґрунти аналогічні свіжим типам). Змиті ґрунти на льодовикових відкладах характеризують бори і субори (свіжі і мокрі) [56]. У Центральному Поліссі і Житомирщині зокрема, хвойні породи (48,3% площі лісів) представлені переважно сосною звичайною. Частка твердолистяних становить 51%, у тому числі дубових лісостанів – 24,3% [57]. У Центральному Поліссі основними типами лісу є свіжі та сирі бори і субори. Деревостани корінної асоціації складаються з сосни звичайної, дуба звичайного, берези повислої, осики звичайної, вільхи чорної, що займають перехідне положення від сирих борів до низинних боліт [58]. Частка стиглих і перестиглих насаджень постійно зростає, тобто зростає небезпека деградації деревостанів [59]. Аналіз матеріалів лісовпорядкування свідчить, що у лісовому фонді лісогосподарських підприємств

зменшується площа насаджень із дубом як головною породою та все частіше головною породою стає сосна звичайна [50, 60, 62]. Так станом на 1.01.2001 площа соснових насаджень регіону досліджень становила 9 тис. га, а станом на 1.01.2011 р. – 14,75 тис. га, тоді як площа дубових насаджень за цей період зменшилася від 191,19 тис га до 181,77 тис. га. Одержані також висновки про домінування сони звичайної у складі природного поновлення [42, 56]. Водночас поширюються хвороби сони звичайної, особливо коренева губка, соснова губка які спричиняють погіршення якості деревини та зниження стійкості насаджень [12, 23, 36, 45, 56, 61]. Таким чином, аналіз природних умов регіону досліджень свідчить про доцільність проведення досліджень особливостей поширення соснових насаджень у регіоні, їхньої збереженості з віком, санітарного стану, чинників його погіршення та їхнього впливу на радіальний приріст дерев.

2.2. Об'єкти, методика досліджень та обсяг виконаних робіт

Закладку пробних площ (ПП) та визначення лісотаксаційних показників деревостанів проводили відповідно до загальноприйнятих у лісівництві методик [40]. У кожного дерева на висоті 1,3 м вимірювався діаметр у двох напрямках (з точністю до 0,1 см) за допомогою лісової мірної вилки. Середній діаметр деревостану на ПП обчислювали як середнє квадратичне через суму площ перерізів. Висота дерев визначалася базовим висотоміром (Suunto PM-5/1250) з точністю до 0,1 м, кількість виміряних дерев становила 50% від загальної кількості дерев на ПП.

Структуру лісових насаджень за участі сони звичайної за повнотою, бонітетом, віком, складом і продуктивністю визначали шляхом аналізу таксаційної бази «Лісовий фонд України» ВО «Укрдержліспроєкт» станом на 01.01.2022 р. стосовно лісгосподарських філій Центрального міжрегіонального управління лісового та мисливського господарства, а також в умовах природоохоронних науково-дослідних відділень Поліського природного заповідника. Проаналізовано бази даних лісовпорядкування лісового фонду: Філія «Овруцьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України», Філія «Олевське лісове господарство» ДП «Ліси України», Філія «Народицьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України», Філія «Коростенське лісомисливське господарство» ДП «Ліси України», Філія «Білокоровицьке лісове господарство» ДП «Ліси України», Філія «Бердичівське лісове господарство» ДП «Ліси України», Філія «Радомишльське лісомисливське господарство» ДП «Ліси України», а також в умовах природоохоронних науково-дослідних відділень Поліського природного заповідника. Під час роботи з базою даних лісовпорядкування використовували комп'ютерні програми NewUnPackОНОТА, MS Access та MS Excel, методичні рекомендації, що розроблені науковцями УкрНДІЛГА [25]. У базі даних стосовно лісів кожного лісгосподарського підприємства до аналізу відбирали виділи, у яких сосна звичайна є головною лісоутворюючою породою віком 65-70 років. Дані групували за типами лісорослинних умов, походженням, віком, повнотою, складом, бонітетом і розраховували розподіл площі соснових насаджень. Ймовірність збереження соснових деревостанів до певного віку оцінювали за методикою Ю. П. Демакова

[41], яку вже апробували стосовно ясенових [35], дубових [51], березових насаджень [25]. Згідно із цим, розраховували частки площі насаджень кожного 10-річного класу віку та кумулятивну частку деревостанів які зберігаються до певного віку. Польові дослідження здійснювали у 2022–2023 рр. на 130 постійних і тимчасових пробних площах.

Запас стовбурової деревини визначався для кожного дерева за розробленими співробітниками УкрНДІЛГА сортиментним таблицям обсягів та виходу ділової деревини за категоріями крупності соснових насаджень для класів бонітету [41]. Оцінка життєвого стану дерев проводилася за методикою В. А. Алексєєва [42]. При значенні 100-80% деревостану оцінювався як «здоровий», при 79-50% - пошкоджений (ослаблений), при 49-20% - сильно пошкоджений (сильно ослаблений), при 19% і нижче - повністю зруйнований. Отримані дані статистично оброблені з використанням засобів електронної таблиці Microsoft Excel. Відбір деревостанів та дерев для вивчення впливу кліматичних факторів (температура, опади) та пірогенного впливу на соснові деревостани проведено за існуючою на сьогоднішній день методикою дендрохронологічних досліджень [43].

У камеральних умовах річні кільця сосни вимірювали із застосуванням оптично-вимірювального комплексу LINTAB 5 з точністю до 0,01 мм. Знаючи календарну дату формування периферійного кільця, зворотним перерахунком отримували дати формування центрального кільця більшості відібраних кернів. Керни були перехресно здатовані з використанням програм TSAP 3.0 [44] та COFESHA [45]. Для усунення впливу віку дерев та інших сигналів не кліматичного характеру на динаміку радіального приросту сосни звичайної була проведена стандартизація індивідуальних серій приросту, виконана у програмі ARSTAN від'ємною експонентною функцією [42, 46]. Серії, у яких мінливість не описувалася експонентною кривою, було виключено з аналізу. У цій же програмі на основі стандартизованих індивідуальних хронологій було отримано узагальнені деревинно-кільцеві хронології індексів приросту. Узагальнені деревинно-кільцеві хронології індексів приросту використовувалися для аналізу зв'язку радіального приросту сосни звичайної з температурою повітря, кількістю опадів, а у випадку впливу пірогенної дії пожежі, висоти підгару стовбура та ступеня його пошкодження вогнем. Для цього за допомогою програми ARSTAN [42, 46] за результатами аналізу головних компонентів, розраховувалися коефіцієнти кореляції та лінійної регресії, що описують функції реакції приросту на кліматичні змінні та пірогенез. Також оцінювалася синхронність між часовими рядами індексів приросту узагальненої хронології, опадами та температурою повітря за різні періоди часу. Для розрахунку зв'язків кліматичних факторів з індексами ширини річного кільця використано метеорологічні дані метеостанції міст Житомир, Коростень, Овруч. Кореляційний аналіз між індексами ширини річного кільця та кліматичними факторами (температура та опади, пірогенез) був виконаний у програмі Dendroclim 2002 [47]. Методом динамічної кореляції (50-річної динамічної середньої кривої), було проведено аналіз зв'язку між температурою та опадами та індексами приросту для погодинної оцінки динаміки кореляційного зв'язку [47]. Для побудови узагальнених хронологій було

проаналізовано 100 індивідуальних серій. Усього при проведенні досліджень в 2023 році нами було проаналізовано 13990 річних кілець.

Під час проведення дендрохронологічних досліджень використано порівняльно-екологічні, таксаційні, стандартні дендрохронологічні та статистичні методи [3, 11, 54]. Керни (від 10 до 30 на окремих пробних площах) відібрано буравом Преслера у дерев сони звичайної на висоті 1,3 м від рівня землі. Після відбору керни висушили на повітрі при температурі 2-25°C. Перед вимірюванням керни вміщували у воду, внаслідок чого вони ставали довші на 1–2% зразків, які мали природну вологість. Зміна довжини керна в таких межах не впливає на точність результатів вимірювань. Вологі зразки яскравіше забарвлені, а їхню поверхню легше зачищати. При проведенні досліджень знімали верхній (1–2 мм) шар деревини лезом ланцетника впоперек волокон і за необхідності для покращення чіткості між ранньою та пізньою деревиною обробляли поверхню зразка крейдою [51]. Шари ранньої та пізньої деревини вимірювали з точністю 0,01 мм за допомогою приладу «HENSON» та бінокулярного мікроскопа МБС-9. Перехресним датуванням встановили рік утворення кожного шару деревини, а потім якість вибірки перевірили програмою COFESHA [35, 64]. Для вибірок із кожної постійної пробної площі побудовано деревно-кільцеві хронології шляхом визначення середнього значення радіального приросту дерев. Індeksi деревно-кільцевих хронологій річної, ранньої та пізньої деревини обчислювали методом 3-річної варіаційної кривої [45]. Для оцінювання мінливості деревно-кільцевих хронологій розраховано коефіцієнт варіації (V), що являє собою відношення середнього квадратичного відхилення до середнього арифметичного яке виражене у відсотках. Значення $V < 10$ відповідає слабкій мінливості, 11–25 % – середній, $V > 25$ % – високій [6]. Серія кілець вважається чутливою до впливу кліматичного фактора, якщо середній коефіцієнт чутливості перевищує 0,3 [15, 64]. Вплив погодних умов та пірогенезу на радіальний приріст сосни звичайної оцінювали за даними метеостанції Житомир за 2022-2023 рр. Окремо оцінювали зв'язки між індексами деревно-кільцевих хронологій і метеорологічними показниками (температурою повітря та кількістю опадів). За значенням температури повітря і кількістю опадів розраховано комплексний кліматичний показник O_3 :

$$O_3 = (V_3 + 2V_2 + 3V_1 + 4V_0) * (t_3 + 2t_2 + 3t_1 + 4t_0) * t_0 / 100000$$

де: V – опади за гідрологічний рік; t – середня температура за гідрологічний рік (з жовтня попереднього року до вересня наступного); індекси за 0, 1, 2, 3 – роки (поточний, попередній та інші) [11]. Оцінка життєвого стану дерев проводилася за методикою І. М. Коваль [17].

$$L = \frac{100n_1 + 70n_2 + 40n_3 + 4n_4}{N}$$

де:

L - відносний життєвий стан деревостану, розрахований за кількістю дерев;

n_1 – число здорових;

n_2 – ослаблених;

n_3 – сильно ослаблених;

n_4 – відмираючі дерев;

N – число дерев на пробній площі.

Гідротермічний коефіцієнт (ГТК) широко використовується у наукових дослідженнях для загальної оцінки клімату та виділення зон різного рівня вологозабезпеченості з метою визначення доцільності вирощування тих чи інших культур. У лісовому господарстві ГТК успішно застосовується визначення взаємозв'язку кліматичних чинників таких, як температура і опади зростання і розвиток лісових насаджень.

Гідротермічний коефіцієнт (ГТК) обчислювався як відношення вологи, що надійшла, і тепла. За основу було взято гідротермічний коефіцієнт Селянінова:

$$K = R \cdot 10 / \Sigma$$

де:

R – опади періоду, коли температура вища за 10°C; Σ – температура повітря.

Для визначення індексів річних кілець було виконано нормування від 10-річної календарної норми за формулою:

$$I_i = \frac{x_i}{N} \cdot 100\%$$

де:

i – номер року в десятилітті;

I_i - індекс в i-го року;

x_i – ширина річного кільця в i-м році;

N – 10-річна календарна норма (середня).

Для визначення індексу аномальності, сума приростів в роки максимального значення належала до аналогічних даних у роки з мінімальним приростом, у відсотках [23, 26, 35].

При значенні 100-80%, деревостан оцінювався як «здоровий», при 79-50% - пошкоджений (ослаблений), при 49-20% - сильно пошкоджений (сильно ослаблений), при 19% і нижче - повністю відмерлий. Відбір дерев, вивчення впливу рубок догляду на радіальний приріст сосни звичайної проведено за існуючою методикою дендрохронологічних досліджень [32]. Розподіл дерев за категоріями крупності проводилося за методикою І. С. Мелехова [23]. Для аналізу радіального приросту в різних по крупності дерев у сосняках Перганського, Копищанського, Селезівського ПНДВ Поліського природного заповідника застосовані такі категорії крупності: середні (10,1-16,0 см), дрібні (5,0-10,0 см).

Отримані дані були статистично опрацьовані з використанням засобів пакету статистичних аналізів електронних таблиць Microsoft Excel.

В камеральних умовах річні кільця сосни вимірювали на вимірювальному комплексі LINTAB 5 з точністю до 0,01 мм. Знаючи календарну дату формування периферійного кільця, зворотним обрахунком отримували дати формування центрального кільця для більшості зібраних кернових зразків. Зразки кернів були перехресно датовані з використанням програм TSAP 3.0 [15] та COFESHA [16, 64]. Для усунення впливу віку дерев та інших сигналів некліматичного характеру на динаміку радіального приросту була проведена стандартизація індивідуальних серій приросту виконана у програмі ARSTAN від'ємною експоненційною функцією [27, 42]. Серії, у яких мінливість не описувалася експоненційною кривою, було виключено з аналізу. У цій же програмі на основі стандартизованих індивідуальних хронологій було отримано узагальнених цифрові кільцеві хронології індексів приросту. Узагальнені цифрові кільцеві хронології використовувалися для аналізу зв'язку радіального приросту сосни звичайної з температурою повітря та кількістю опадів. Для цього за допомогою програми ARSTAN [27, 42] за результатами аналізу головних компонентів, розраховувалися коефіцієнти кореляції та лінійної регресії, які описують функції реакції приросту на кліматичні змінні. Для розрахунку зв'язків кліматичних факторів з індексами ширини річного кільця використані метеорологічні дані метеостанції міст Коростень та Житомир. Кореляційний аналіз між індексами ширини річного кільця та кліматичними факторами (температура та опади) був виконаний у програмі Dendroclim 2002 [48].

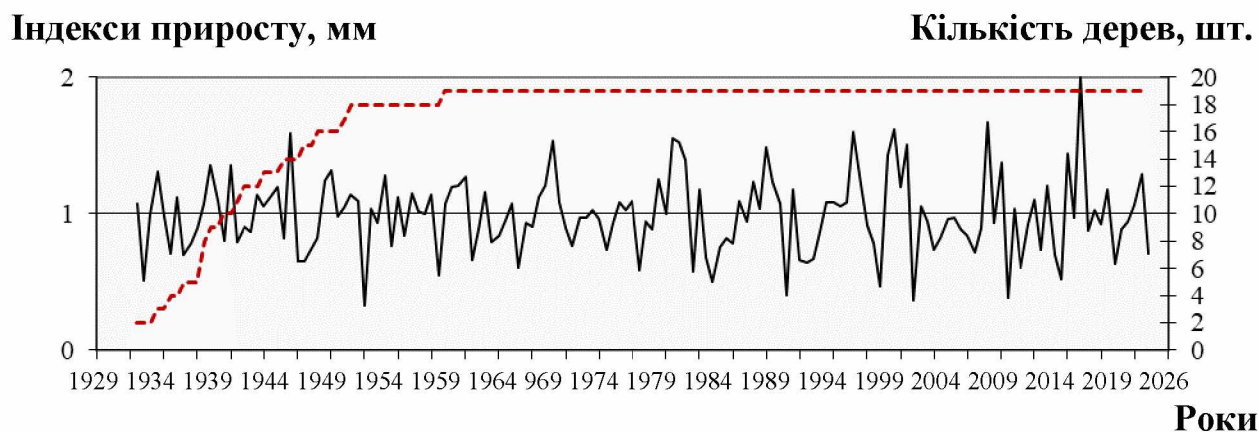
Обсяг виконаних робіт. В результаті проведених досліджень за період з 2022 – 2026 роки було проаналізовано базу даних лісовпорядкування лісового фонду Філія «Овруцьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України», Філія «Олевське лісове господарство» ДП «Ліси України», Філія «Народицьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України», Філія «Коростенське лісомисливське господарство» ДП «Ліси України», Філія «Білокоровицьке лісове господарство» ДП «Ліси України», Філія «Бердичівське лісове господарство» ДП «Ліси України», Філія «Радомишльське лісомисливське господарство» ДП «Ліси України», а також в умовах природоохоронних науково-дослідних відділень Поліського природного заповідника, розташованих у зоні Центрального Полісся. Польові дослідження здійснювали на 130 постійних пробних площах у лісовому фонді вище зазначених філій. Відібрано і проаналізовано 800 кернів з деревостанів в лісорослинних умовах A_{1-2} , B_{1-2} , C_{2-3} , C_{4-5} показники підгару в результаті пройдених лісовими пожежами ділянок, уражених верхівковим, шести зубчатим короїдами, кореневою губкою сосни звичайної, сосною губкою, стовбурових та кореневих гнилей.

Для побудови узагальнених хронологій було використано 106 індивідуальних серій (зразків деревини – кернів). Всього в процесі проведення досліджень протягом 4-го етапу було проаналізовано 6824 кілець, тобто 3412 дендрохронологічних кернів. Для отримання таксаційної характеристики досліджуваних соснових деревостанів було проведено виміри 673 дерев.

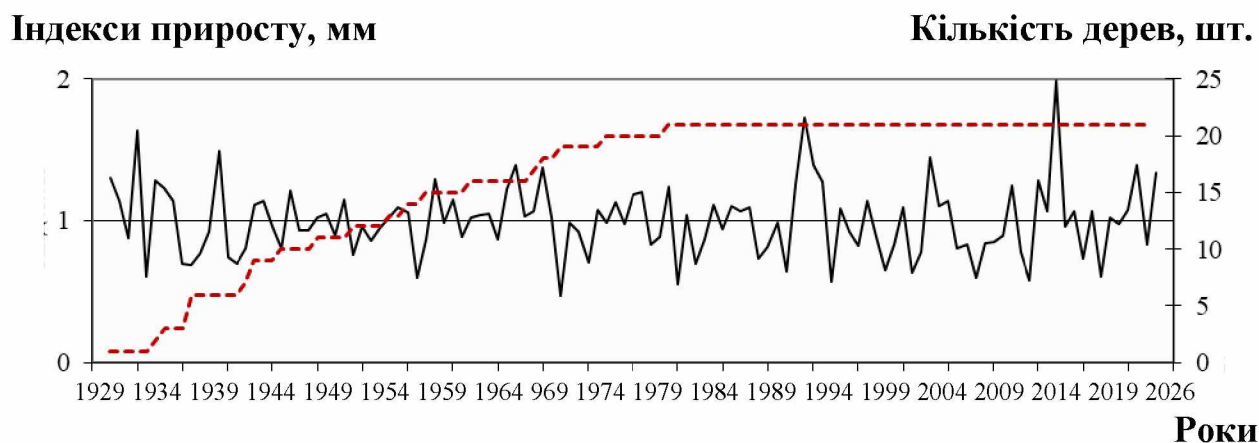
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Вплив кліматичних факторів та періодичності лісових пожеж на формування радіального приросту сосни звичайної в умовах лісогосподарських філій ДП «Ліси України» Житомирської області та Поліського природного заповідника

В результаті статистичної обробки отриманих дендрограм були отримані індексовані узагальнені хронології залишків, які мають слабку автокореляційну складову або її не мають. Значення індексів змінюються від 0,2 до 20. В результаті на всіх досліджуваних об'єктах виділяються максимуми та мінімуми значень індексів радіального приросту у певні роки, що характеризуються впливом екстремальних кліматичних факторів, зокрема температури та опадів. Так, можна виділити періоди 1900-1903, 1910-1913, 1935-1940, 1953-1954, 1974-1976, 1995-2026. і т.д. (рис. 3.1).



а)



б)

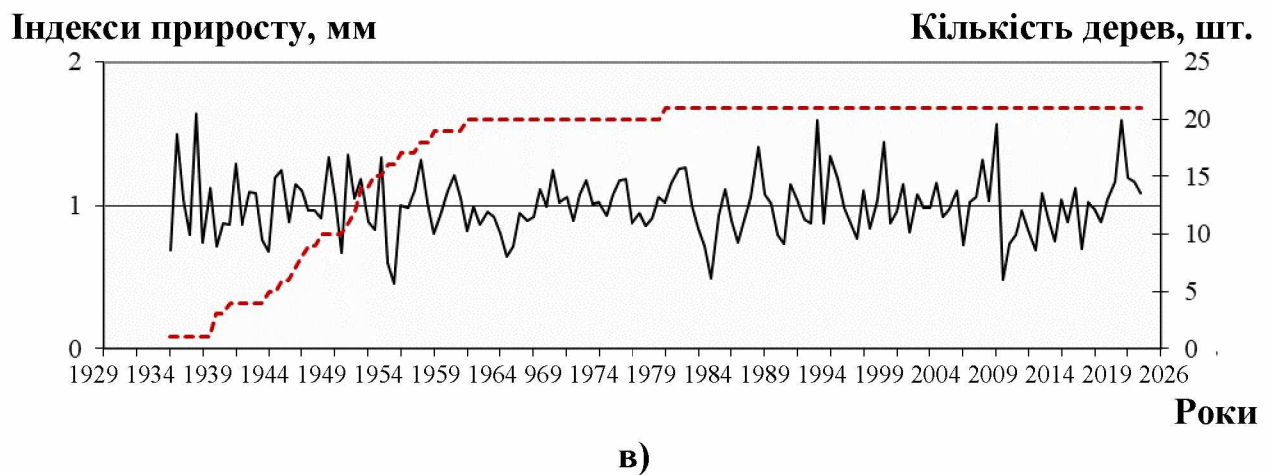


Рис. 3.1. Індексована деревинно-кільцева хронологія сосни звичайної
а) Філія «Овруцьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України»;
б) Філія «Олевське лісове господарство» ДП «Ліси України»;
в) Поліський природний заповідник

Дані періоди характеризуються найменшими значеннями індексів, що є одним із доказів прояву у ці періоди екстремальних кліматичних факторів: посухи, високі температури у вегетаційний період тощо.

Гідротермічний коефіцієнт (ГТК) широко використовується у наукових дослідженнях для загальної оцінки клімату та виділення зон різного рівня вологозабезпечення з метою визначення доцільності вирощування тих чи інших сільськогосподарських культур, погодно-кліматичної характеристики ведення лісового господарства. У лісовому господарстві ГТК успішно застосовується для визначення взаємозв'язку кліматичних чинників таких, як: температура і опади на збільшення кількості і розвиток лісових насаджень.

За результатами проведених нами досліджень з цього питання, найбільший вплив на річний приріст сосни звичайної дають температури травня та червня, а також опади травня і червня, що дозволило обчислити гідротермічний коефіцієнт, як відношення вологи та тепла, що надійшла. За основу було взято гідротермічний коефіцієнт Селянінова ($K = R \cdot 10 / \sum t$), де: R - опади періоду, коли температура вище 10°C , а t - температура повітря. Гідротермічний індекс (ГТК) був розрахований за формулою:

$$\text{ГТК} = \sum_{\text{prec}(\text{may-jun})} * \sum_{\text{tem}(\text{may-jun})} - 1$$

Аналіз динаміки ширини річного кільця дерев у соснових деревостанів в умовах лісгосподарських філій: «Овруцьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України», «Олевське лісове господарство» ДП «Ліси України», «Народицьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України», «Коростенське лісомисливське господарство» ДП «Ліси України», «Білокоровицьке лісове господарство» ДП «Ліси України», «Бердичівське лісове господарство» ДП «Ліси України», «Радомишльське лісомисливське

господарство» ДП «Ліси України», а також в умовах природоохоронних науково-дослідних відділень Поліського природного заповідника в залежності від кількісного співвідношення: кількість опадів / значення температури, у вигляді гідротермічного коефіцієнта (ГТК). Отримані кореляційні зв'язки між хронологією та значеннями індексу стабільні у часі та характеризуються слабкою мінливістю порівняно з окремими коефіцієнтами кореляції з температурою чи опадами.

За результатами проведених досліджень нами встановлено, що за останні 15-20 років в умовах лісогосподарських філій: «Овруцьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України», «Олевське лісове господарство» ДП «Ліси України», «Народицьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України», «Коростенське лісомисливське господарство» ДП «Ліси України», «Білокоровицьке лісове господарство» ДП «Ліси України», «Бердичівське лісове господарство» ДП «Ліси України», «Радомишльське лісомисливське господарство» ДП «Ліси України», а також в умовах ПНДВ Поліського природного заповідника відзначається тісний взаємозв'язок гідротермічного коефіцієнта (ГТК) з річним приростом сосни за діаметром у насадженнях філій «Овруцьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України», Перганське, Копищанське ПНДВ Поліського природного заповідника (рис. 3.2 - 3.6).

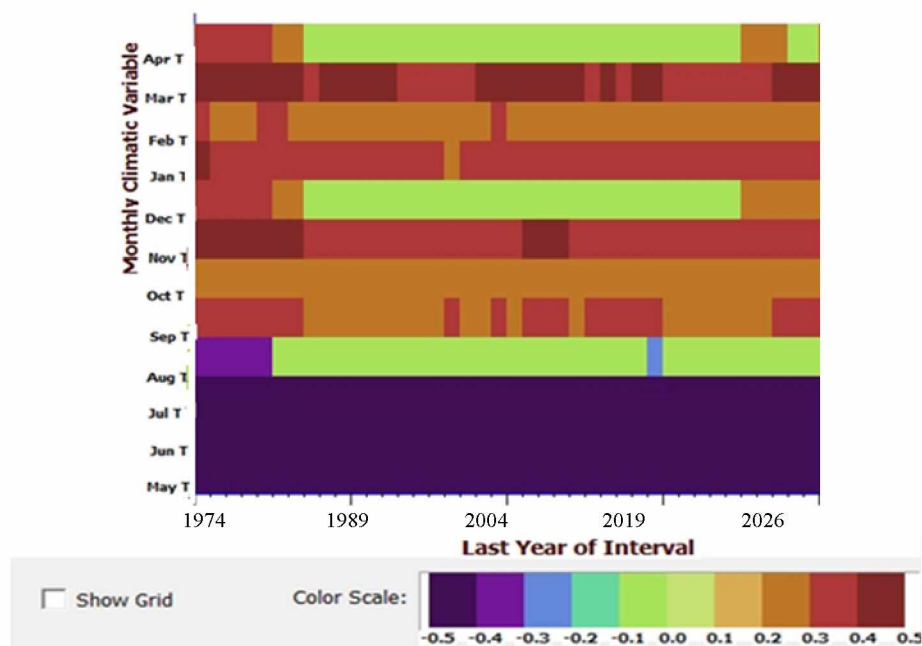


Рис. 3.2. Хроматограма аналізу зв'язку між деревинно-кільцевими хронологіями приростів сосни звичайної та показниками ГТК за 50 років в умовах Філії «Овруцьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України»

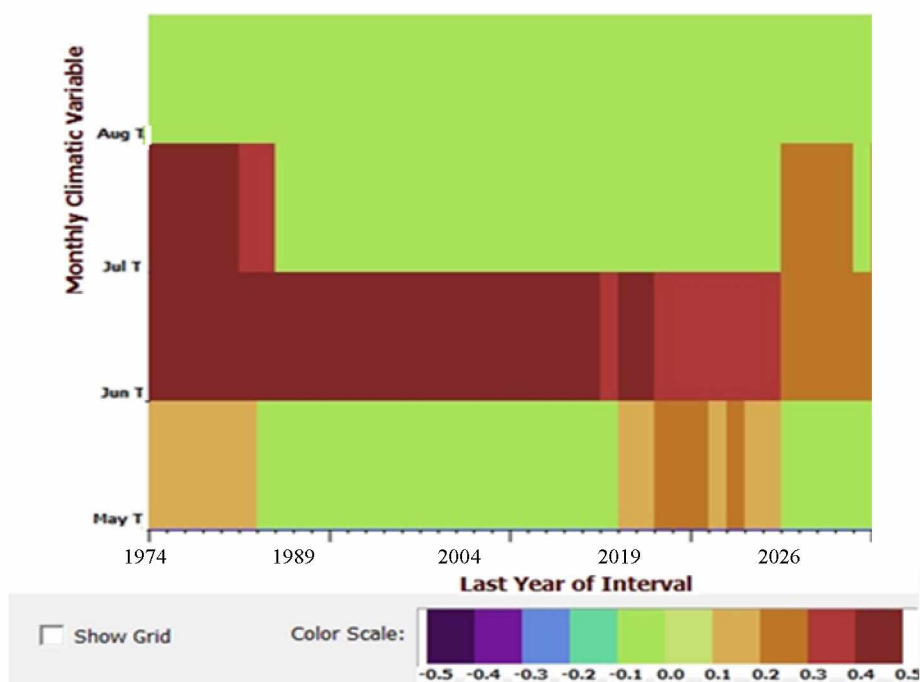


Рис. 3.3. Хроматограма аналізу зв'язку між деревинно-кільцевими хронологіями приростів сосни звичайної та показники ГТК за 50 років в умовах Філії «Олевське лісове господарство» ДП «Ліси України»

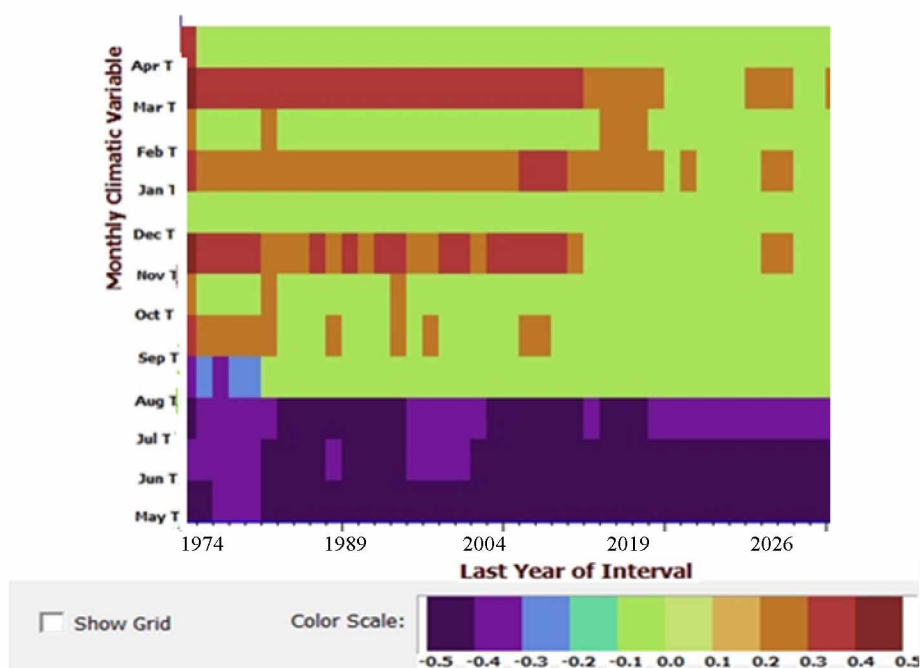


Рис. 3.4. Хроматограма аналізу стабільності зв'язку між деревинно-кільцевими хронологіями приростів сосни звичайної та показники ГТК за 50 років в умовах Перганському ПНДВ Поліського природного заповідника

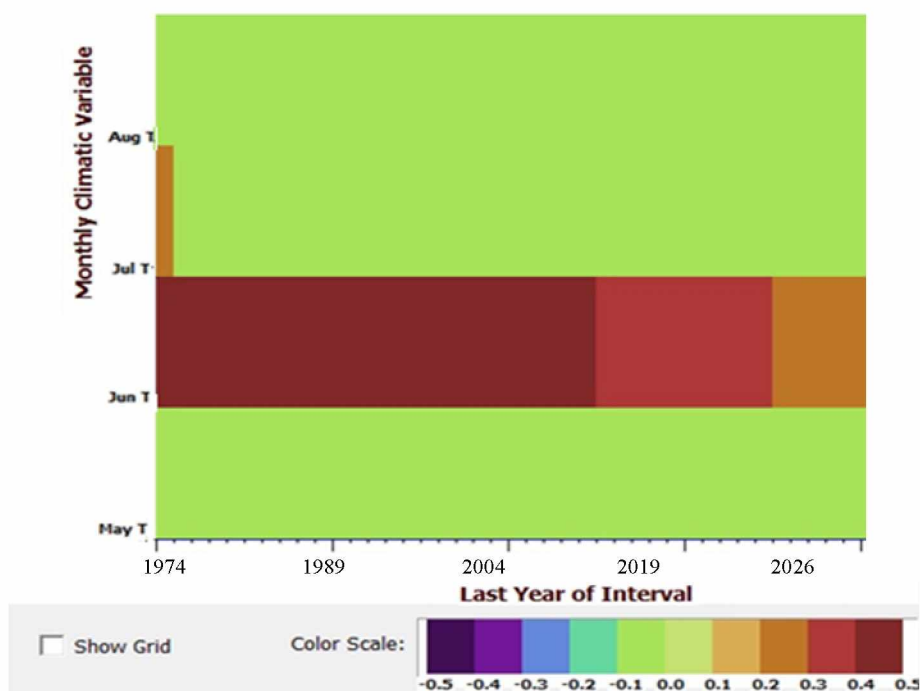


Рис. 3.5. Хроматограма аналізу стабільності зв'язку між деревинно-кільцевими хронологіями приростів сосни звичайної та ГТК за 50 років в умовах Копищанському ПНДВ Поліського природного заповідника

Найбільший вплив температури та опадів на радіальний приріст дерев сосни звичайної в лісорослинних умовах філії «Народицьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України» спостерігається у червні-липні. У аналогічних лісорослинних умовах Перганського та Копищанського ПОДВ Поліського природного заповідника цей взаємозв'язок слабо виражений (рис. 3.5).

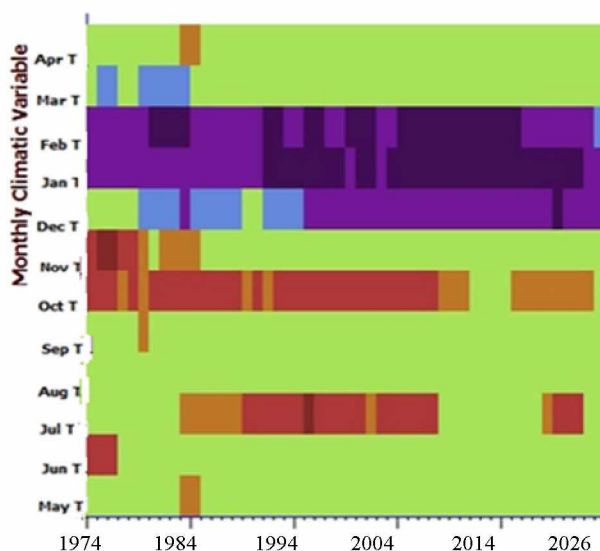


Рис. 3.6. Хроматограма аналізу стабільності зв'язку між деревинно-кільцевими хронологіями приростів сосни звичайної та ГТК за 50 років в умовах Філії «Народицьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України»

В результаті проведеного аналізу впливу кліматичних факторів на ширину річного кільця сосни звичайної досліджуваних об'єктів з використання гідротермічного коефіцієнта, можна зробити висновок про те, що в останні 15-20 років у сухих умовах зростання зони Центрального Полісся і Житомирської області зокрема, спостерігається збільшення впливу температури червня та зниження впливу температур липня на ширину річного кільця сосни звичайної. Найменшою мірою відзначається вплив зволоження (кількості опадів) у зазначені місяці на ширину річного кільця. Зазначено, що в сухих умовах зростання, за показником життєвого стану, соснові деревостани характеризуються як ослаблені, і для підвищення їх біологічної стійкості необхідно проведення низки лісогосподарських заходів, зокрема рубок догляду. Отриманими даними, на підставі використання ГТК підтверджено, що на ширину річного кільця найбільше впливає кліматичний сигнал температури та найменшою мірою – опадів. Порівняння динаміки річного приросту сосни звичайної, що зазнали впливу пожежі, з динамікою річного приросту дерев з непорушеним пожежею лісорослинних умов філій: «Овруцьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України», «Олевське лісове господарство» ДП «Ліси України», «Народицьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України», «Коростенське лісомисливське господарство» ДП «Ліси України», «Білокоровицьке лісове господарство» ДП «Ліси України» показало, що дерева які пережили вплив пожежі, в більшості випадків не змінюють характер і динаміку свого приросту (рис. 3.7). При цьому сторона стовбура з пожежною підсушиною характеризується не суттєвим зниженням приросту та зміною погодинної динаміки ширини річного кільця. Хронології, отримані по кернях з боку пожежної підсушини у дерев, що зазнали пожежі, мають схожі етапи зміни значень ширини річного кільця з аналогічними у неущкоджених пожежею дерев.

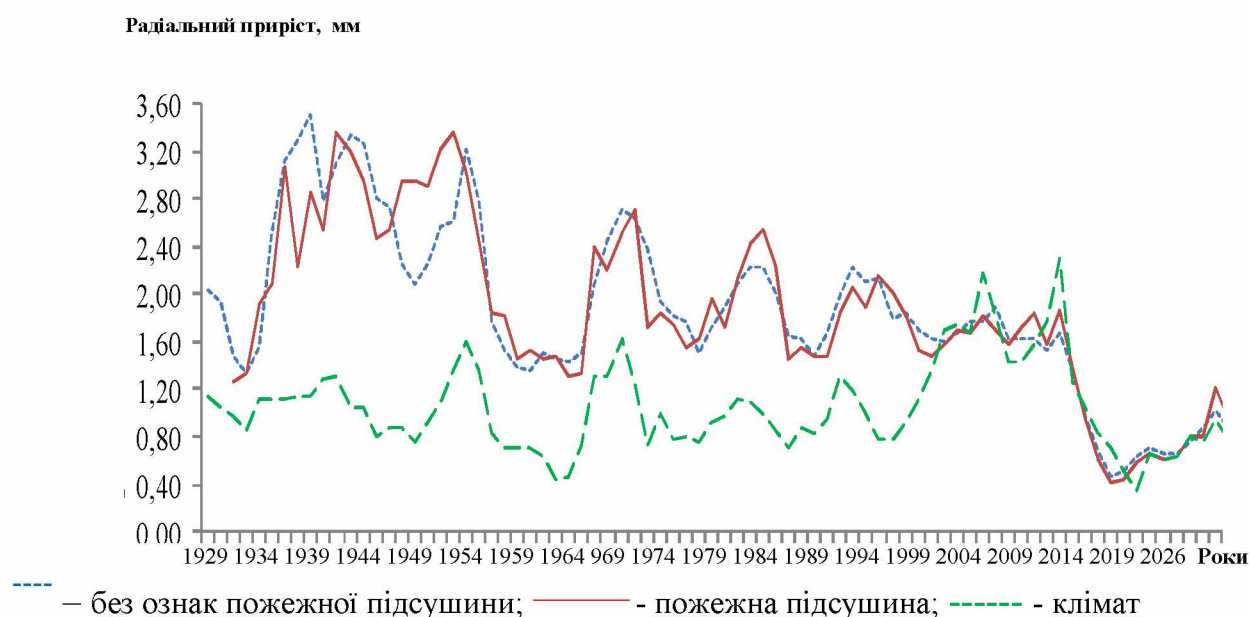


Рис. 3.7 Деревинно-кільцеві хронології в умовах Філії «Народицьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України» на ділянках, що пройдені лісовими пожежами різної інтенсивності 2026 року

Таким чином, в результаті проведеного аналізу впливу кліматичних факторів на ширину річного кільця сосни звичайної досліджуваних об'єктів з використання гідротермічного коефіцієнта, можна зробити висновок про те, що в останні 15-20 років у сухих умовах зони Полісся України і Житомирщини зокрема, спостерігається збільшення впливу температури червня і зниження впливу температур травня на ширину річного кільця. Більшою мірою на формування річного кільця впливає температура, ніж кількість опадів у досліджуваний період. За отриманими даними можна зробити попередні висновки про скорочення та зміщення вегетаційного періоду на 1-2 тижні в досліджуваних регіонах.

Кліматичний відгук хронологій залишків та стабільність зв'язку кліматозростання була перевірена за допомогою математичного аналізу варіаційної залежності середнього приросту з вікном в 50 років за допомогою програми Dendroclim2002. В аналіз зв'язку радіального приросту дерев із температурою повітря, закладалися дані про середнє значення протягом місяця температур повітря із серпня поточного року по вересень попереднього року.

В результаті проведеного аналізу отримані тісні взаємозв'язки ширини річного кільця з температурою повітря травня-липня на всіх об'єктах, що підтверджені значеннями коефіцієнта кореляції між показниками, які розглядаються.

Незважаючи на отримані загальні закономірності взаємозв'язку кліматичних факторів (температура та опади) з деревно-кільцевими хронологіями сосни досліджуваних районів, спостерігаються деякі відмінності в конкретних випадках. Так, в умовах Філії «Овруцьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України» (рис. 3.8) відзначається тісний взаємозв'язок річного приросту з температурою травня та червня, тоді як в лісорослинних умовах А₁₋₂, В₂₋₃ Поліського природного заповідника (рис.3.9) взаємозв'язок річного приросту сосни звичайної встановлено з температурами травня, червня та липня.

**Коефіцієнт
кореляції**

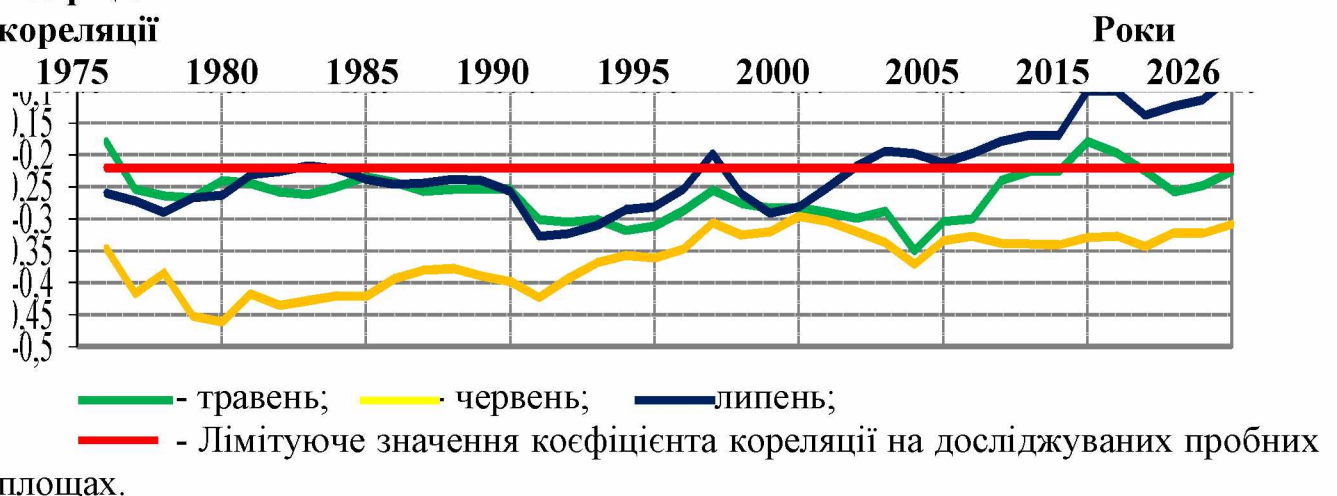


Рис. 3.8 Кореляція індексованої дендрохронології сосни звичайної з температурою повітря в умовах Філії «Овруцьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України»



Рис. 3.9 Кореляція індексованої дендрохронології сосни звичайної з температурою повітря в умовах Селезівського, Перганського, Копищанського ПНДВ Поліського природного заповідника

В умовах Фіلفі «Олевське лісове господарство» ДП «Ліси України» (рис. 3.9) найбільший кореляційний зв'язок річного приросту сосни звичайної відзначається з температурою травня та липня.

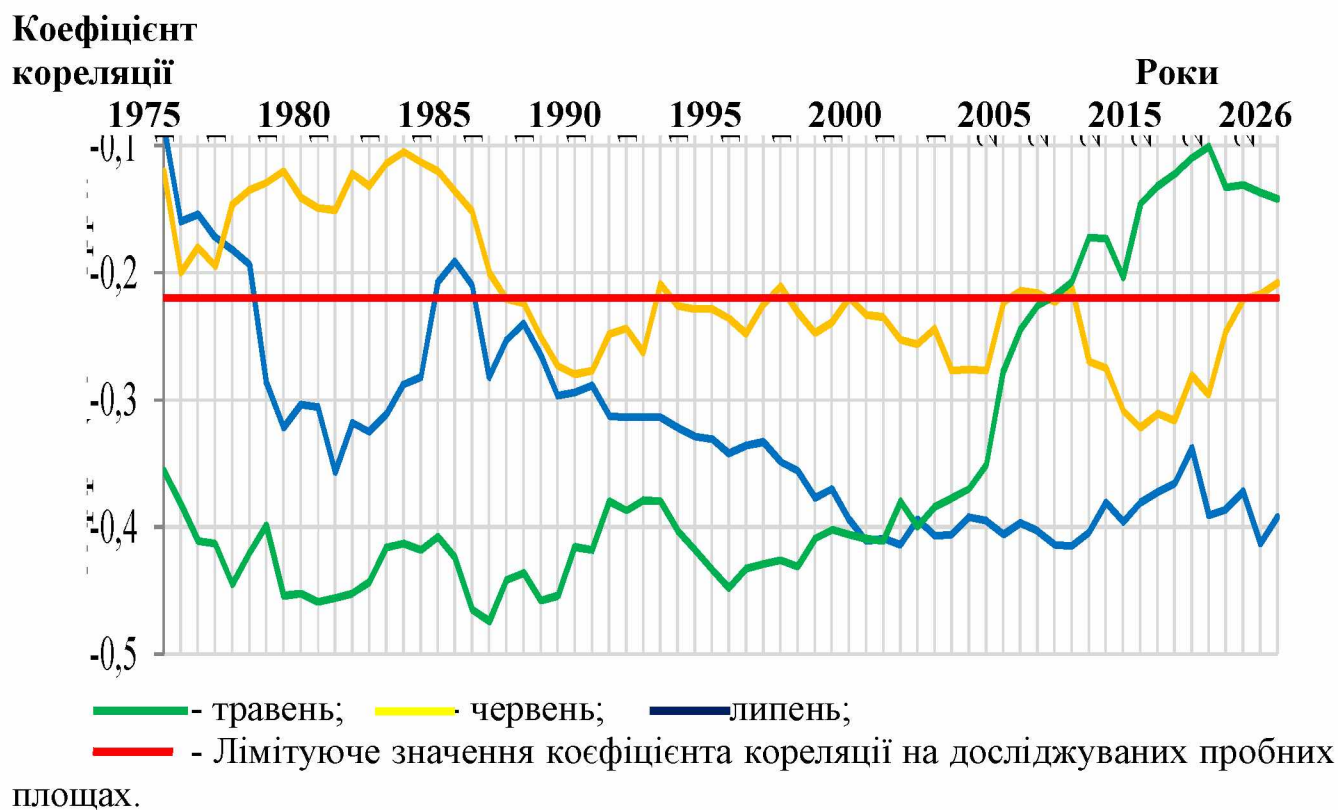


Рис. 3.10 Кореляція індексованої дендрохронології сосни звичайної з температурою повітря в умовах Фіلفі «Олевське лісове господарство» ДП «Ліси України»

В результаті проведеного аналізу відмічено особливості впливу кліматичних факторів, що аналізуються, на ширину річного кільця в часі. Так, за останні 15 років в сухих умовах лісорослинних умов А₁₋₂, В₂₋₃, спостерігається збільшення впливу температури травня та червня та зниження впливу температур липня на ширину річного кільця дерев сосни (рис. 3.11). Колір показує тіснота зв'язку від негативного (синя палітра) до позитивного (червона палітра), зелений – відсутність статистично достовірного зв'язку.

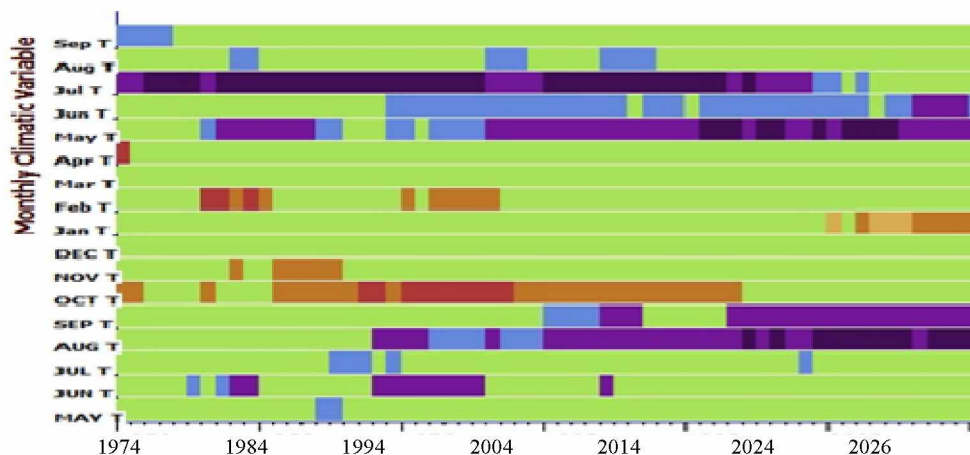


Рис. 3.11 Хроматограма стабільності зв'язку дендрохронології сосни звичайної з температурою повітря, вікном деревостану в лісорослинних умовах А₁₋₂, В₂₋₃ ПНДВ Поліського природного заповідника

В аналогічних лісорослинних умовах зони Полісся України, зокрема підхони Житомирського Полісся, тісний взаємозв'язок температур травня, червня та липня з річним приростом по діаметру зберігається на всіх об'єктах, за винятком Філії «Коростенське лісомисливське господарство» ДП «Ліси України», де зниження за останні 15 років впливу температури липня та нестабільний вплив температури травня.

Таким чином, основним кліматичним фактором, що істотно впливає на ширину річного кільця сосни звичайної, що росте в лісорослинних умовах Поліського природного заповідника є температура травня і червня. При цьому, в умовах Філії «Олевське лісове господарство» ДП «Ліси України», опади істотно не впливають на величину радіального приросту, а в умовах Філії «Овруцьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України» на показник впливають опади червня.

В цілому прослідковується загальна тенденція збільшення впливу температури кінця вегетаційного сезону попереднього року (липня-вересня) протягом останніх 15-20 років, на річний приріст сосни звичайної на всіх досліджуваних об'єктах. Вплив опадів липня-серпня попереднього року зменшується за останні 10 років в умовах Філії «Бердичівське лісове господарство» ДП «Ліси України» та збільшується в умовах Поліського природного заповідника.

За результатами проведених досліджень встановлено, що за останні 15-20 років в умовах природоохоронних науково-дослідних відділень Поліського

природного заповідника прослідковується тісний взаємозв'язок гідротермічного коефіцієнта (ГТК) з річним приростом сосни звичайної за діаметром у насадженнях. За допомогою ГТК ще раз підтверджено, що на ширину річного кільця найбільше впливає кліматичний сигнал температури, та найменшою мірою – опадів.

Аналіз впливу пожеж на радіальний приріст сосни проведено на прикладі Селезівського та Перганського ПНДВ Поліського природного заповідника після верхової пожежі 2026 року і без ознак пожежної підсушини (безпожежна сторона стовбура). Попередній аналіз порівняння двох радіусів сосни звичайної показав, що існують відмінності в динаміці радіального приросту. Сторона з пожежною підсушиною відрізняється повільнішим річним приростом порівняно зі стороною без ознак впливу вогню. Проте, відмінності у аналізованому показнику відзначаються з кінця 50-х років. XX століття (рис. 3.12).

Можна відзначити тимчасовий період - 1955-1960 рр., коли в порівнюваних хронологіях відзначаються суттєві відмінності у значеннях ширини річного кільця. Як бачимо, до цього періоду деревно-кільцеві хронології, порівнювані за рівнем впливу вогню сторін дерев, ідентичні, тобто радіальний приріст дерев даної ділянки відбувався поступово з усіх боків. Після цього спостерігається збільшення відмінностей у значеннях аналізованого показника, який посилюється з кожним наступним десятиліттям. Слід зазначити, що особливих відмінностей за погодними умовами в період, що вивчається, не спостерігалось. Якщо припустити, що в 50-х роках минулого сторіччя в цьому насадженні сталася пожежа, що цілком імовірно, то стає зрозумілою відмінність у прирості сосни звичайної.

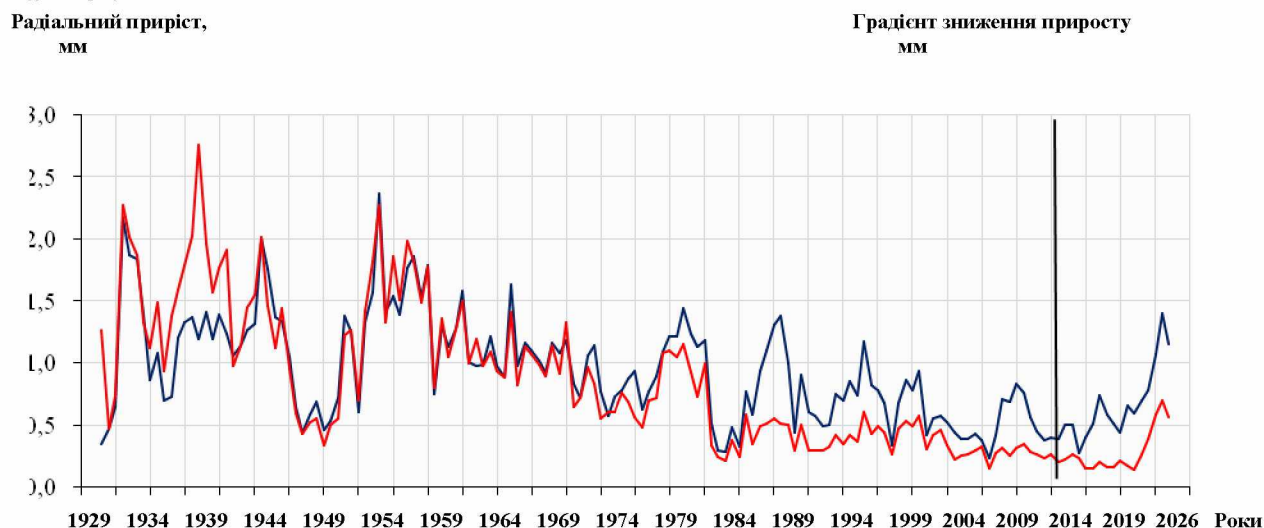


Рис. 3.12 Дендроіндексація сосни звичайної по границі площі, пройдену лісовою пожежею 2026 року в умовах Селезівського ПНДВ Поліського природного заповідника

Порівняння коефіцієнтів кореляції між двома радіусами одного й того ж дерева показало, що період із 1863 по 1955 р.р. коефіцієнт кореляції між радіусами дуже високий ($r=0,96$), а період із 1955 по 2001 ($r=0,88$). Найбільш сильні зміни відбулися після 2001 р., коли кореляція між двома радіусами склала

0,84, а в короткий період, що відповідає післяпожежному відновленню, між 2002-2025 ($p=0,34$). Таким чином, після пожежі в межах одного дерева відбуваються суттєві зміни в динаміці річного приросту у двох протилежних напрямках.

Результати однофакторного дисперсійного аналізу показують, що на початку зростання статистично значущих відмінностей між шириною річного кільця дерев з непорушеним пожежею місцязростання та річним приростом дерев, що зазнали впливу пожежі (1990 по 2001 рр.) не виявлено. Після 2001 р. відмінності стають суттєвими за стовбуром з підсушиною, і не суттєвими на безпожежній стороні ($p>0,05$). Після пожежі 2001 р. відмінності в ширині річного кільця виявлено вже по обидва радіуси ($p>0,00001$).

В період без будь-яких порушень (1954-1974 рр.) кореляція між хронологіями по неушкодженим деревам і безпожежною та пожежною сторонами стовбура склала 0,78 та 0,81 відповідно. Порівняння динаміки річного приросту дерев, що зазнали впливу пожежі, з динамікою річного приросту дерев з непорушеного пожежею місцязростання показало, що сторона дерева, яка зазнала максимального впливу вогню, має негативну кореляцію з хронологією по непорушеним деревам за період з 2002 по 2010 роки. ($r=-0,09$), тоді як протилежна сторона стовбура має тісніші зв'язки з непорушеними деревами ($r=0,30$).

Таким чином, дерева, що пережили вплив пожежі, змінюють характер та динаміку свого приросту. При цьому сторона стовбура з пожежною підсушиною характеризується істотним зниженням приросту та зміною динаміки ширини річного кільця (рис 3.13).

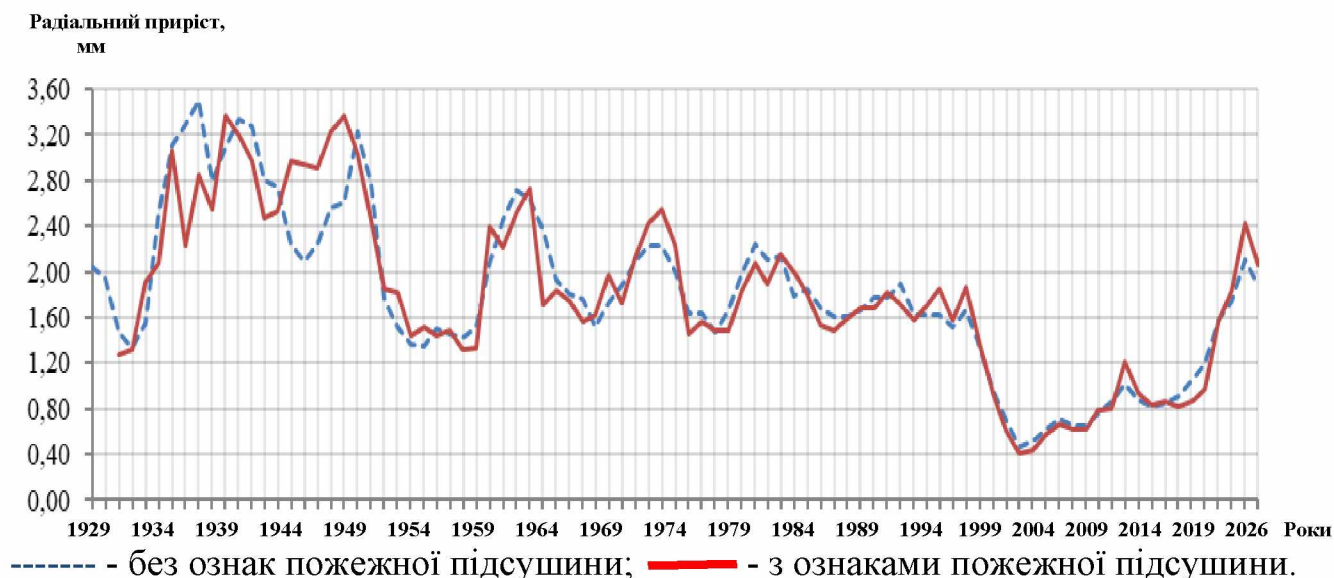


Рис. 3.13 Дендроіндексація сосни звичайної в лісорослинних умовах А₂₋₃, В₂₋₃ Селезівського ПНДВ по межі дії лісової пожежі 2026 року.

На бореальні умови Поліського природного заповідника справило великий вплив проходження лісових пожеж наприкінці 90 - на початку 2000 років. Порівняння динаміки річного приросту дерев, що зазнали впливу лісової пожежі, з динамікою річного приросту дерев з непорушеним пожежею лісорослинних умов в Поліському природному заповіднику показало, що дерева які пережили

вплив пожежі в більшості випадків не змінюють характер і динаміку свого приросту. При цьому сторона стовбура з пожежною підсушиною характеризується не суттєвим зниженням приросту та зміною погодинної динаміки ширини річного кільця.

Хронології, отримані по кернях з боку пожежної підсушини в дерев, що зазнали пожежі, мають схожі етапи зміни значень ширини річного кільця з аналогічними у непошкоджених пожежею дерев. Виявлені подібні етапи розвитку аналізованих сосняків, що стабільні у часі. Порівняльний аналіз деревно-кільцевих хронологій соснових деревостанів, пройдених лісовими пожежами з аналогічними хронологіями сосняків, які не зазнали впливу пожежі в Перганському ПНДВ Поліського природного заповідника показує, що за останні 30 років хронології ідентичні і схожі між собою. При цьому важливе значення мають таксаційні характеристики дерев (вік, діаметр, висота дерев та їх стан перед впливом лісових пожеж), які відіграють велику роль в оцінці ступеня стійкості деревостанів під впливом лісових пожеж.

3.2. Аналіз деревинно-кільцевих хронологій сосни звичайної в досліджуваних насадженнях

Довжина отриманих узагальнених хронологій сосни звичайної (рис. 3.14), що росте в сухих лісорослинних умовах філії «Овруцьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України» складає 94 років (1924-2018рр.), в філій: «Олевське лісове господарство» ДП «Ліси України» – 39 років (1979-1979). У хронологій добре виражені вікові криві.

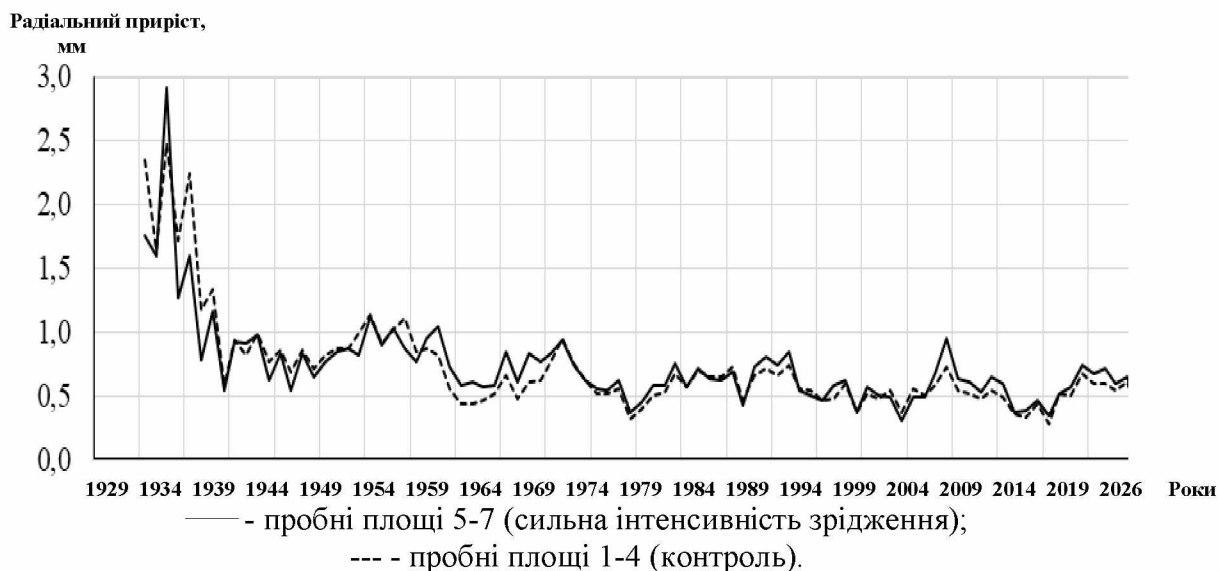


Рис. 3.14 Загальна дендрохронологія сосни звичайної в лісорослинних умовах А₂₋₃, В₂₋₃ Філії «Овруцьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України»

В середньому період інтенсивного зростання сосняків в умовах філії «Народицьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України» 15-20 років (з 1924-1944 рр.), у соснових деревостоях філії «Коростенське лісомисливське господарство» ДП «Ліси України» – 15-20 років (1979-1999 рр.), після чого

відзначається зниження впливу фактора віку на величину ширини річного кільця (рис. 3.15). Середня кореляція між серіями висока – 0,7-0,8. Середня чутливість становить 0,25-0,3, що є середнім значенням для зони Центрального Полісся України.

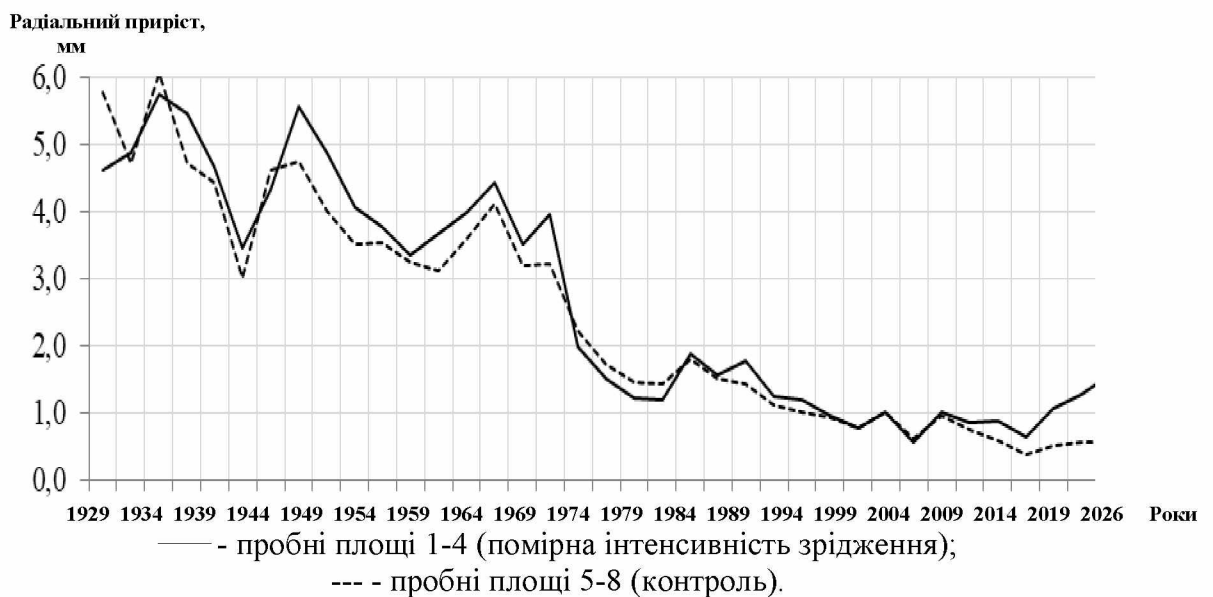


Рис. 3.15 Загальна дендрохронологія сосни звичайної в лісорослинних умовах А₂₋₃, В₂₋₃ Філії «Олевське лісове господарство» ДП «Ліси України»

Для виключення впливу вікових показників та виявлення достовірності відмінностей або їх відсутності у радіальному прирості між ділянками деревостанів з проведеними рубками та контролем, була проведена процедура стандартизації та подвійного детрендингу. Функцією від'ємної експоненти видалено вікову криву в індивідуальних серіях по ширині річного кільця. Після проведення стандартизації та індексування були отримані індексовані узагальнені хронології залишків, які містять сильніший сигнал і є «вирівнювальними», тобто мають слабку автокореляційну складову або не мають її (рис. 3.16 3.17, 3.18). Мінливість індексів становить від 0,5 до 2,2.

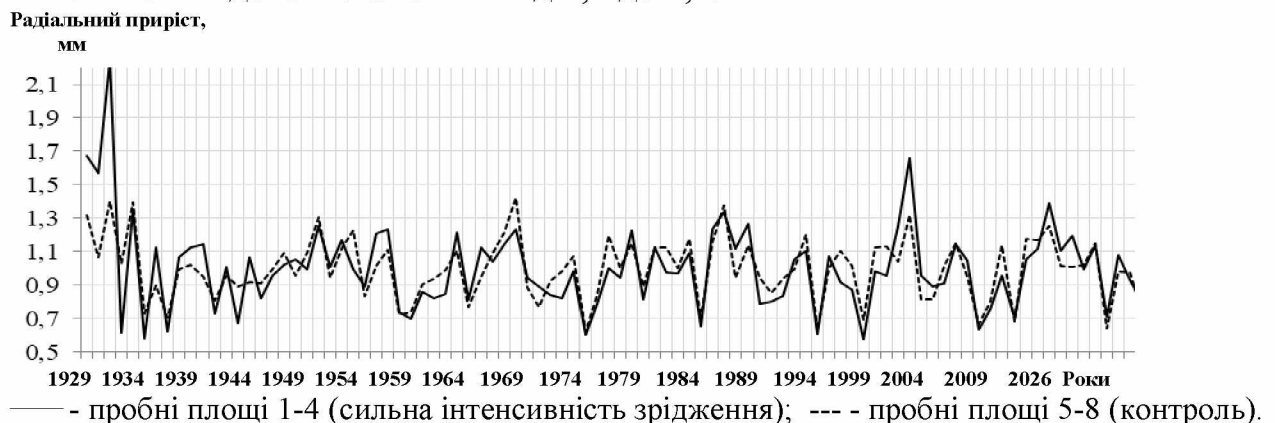


Рис. 3.16 Індексовані дендрохронології сосни звичайної в умовах Філії «Народицьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України»

Радіальний приріст,



Рис. 3.17 Індексовані дендрохронології сосни звичайної в умовах Філії «Коростенське лісомисливське господарство» ДП «Ліси України»



Рис. 3.18 Індексовані дендрохронології сосни звичайної в умовах Філії «Білокоровицьке лісове господарство» ДП «Ліси України»

3.3. Дендрохронологічний аналіз впливу рубок догляду на радіальний приріст сосни звичайної

За результатами наших досліджень, в загущених сосняках лісорослинних умов А₁₋₂ філії «Овруцьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України» після проведення в них рубок догляду, сильної інтенсивності зріджування відзначається загальна закономірність збільшення радіального приросту в кожний наступний 10-річний період після прийому рубок, при цьому можна виділити період з 1948 по 1960, коли спостерігається найбільша реакція значення ширини річного кільця сосни звичайної на проведення рубок, що проводяться сильної інтенсивності зрідження (рис. 3.19). Після 1992 також відзначається перевищення величини даного показника після рубок догляду в порівнянні з контролем.



Рис. 3.19 Відмінності радіального приросту сосни звичайної в загущених та проріджених деревостанах в умовах Філії «Овруцьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України» на контрольних та дослідних пробних площах

При цьому слід зазначити, що середній діаметр дерев сосни звичайної які використовуються в порівняльному аналізі, на контролі (5-8 пробні площі) становить $12,4 \pm 0,8$ см, на пробних площах з проведеними рубками догляду сильної інтенсивності зріджування (пробні площі 1-4) дорівнює $10,9 \pm 0,7$ см. Достовірні відмінності між діаметрами дерев сосни на контрольній та пробних площах з проведеними рубками догляду відсутні ($t_{\text{факт}}=1,4$ при $t_{0,95}=2,0$), що свідчить про виключення впливу цього показника на значення величини радіального приросту.

Для аналізу впливу рубок догляду на радіальний приріст проведено групування середніх значень ширини річного кільця за періоди, наступні після прийомів догляду. Ми встановили, що у загущених сосняках сухих умов проростання (табл. 3.1) суттєвих відмінностей у середніх значеннях ширини річного кільця за весь період їх зростання (1925-2018 рр.) на порівнюваних за інтенсивністю зріджування пробних площах не спостерігається ($t_{\text{факт}}=0,4$ при $t_{0,05}$). Статистично достовірні відмінності в середніх значеннях аналізованого показника

відзначаються після першого прийому догляду в період з 1948 по 1960 рр. ($t_{\text{факт}} = 2,1$ при $t_{0,05} = 2,0$). Після всіх наступних прийомів догляду, істотні відмінності в середніх значеннях показників, що досліджуються на порівнюваних пробних площах не спостерігаються ($t_{\text{факт}} = 0,1-1,1$ при $t_{0,95} = 2,0$).

Таблиця 3.1

**Середнє значення ширини річного кільця дерев у загущених
соснових деревостанах лісорослинних умов А₁₋₂
Філії «Овруцьке спеціалізоване лісове господарство»
ДП «Ліси України»,
згрупованих за віковими періодами після рубок догляду, мм**

Період рубки догляду, роки	Облікові періоди, роки	Вік, роки	Відхилення до контрольних пробних площ	Пробні площі з сильною інтенсивністю зрідження
—	1925-1948	3-26	1,21±0,12	1,04±0,09
1948-1	1949-1960	27-39	0,64±0,03	0,73±0,03
1961-2	1961-1971	40-51	0,58±0,04	0,58±0,04
1971-3	1972-1981	52-62	0,66±0,04	0,64±0,03
1982-4	1982-1991	63-73	0,51±0,03	0,47±0,02
1991-5	1992-2002	74-84	0,52±0,03	0,55±0,03
—	2003-2018	85-99	0,47±0,03	0,51±0,04
—	1925-2018	99	0,72±0,05	0,69±0,04
НІР _{0,05}	-	1,24	1,13	1,16

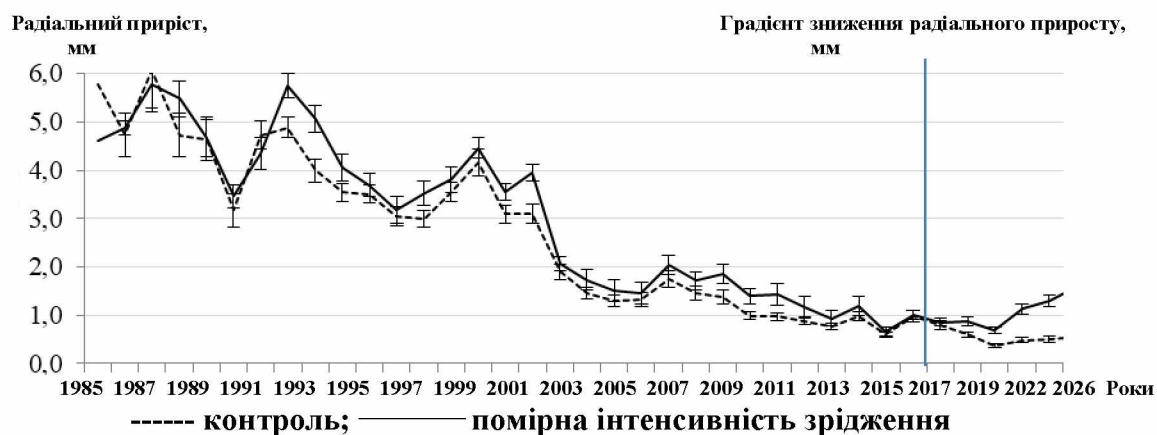
Аналіз зміни ширини річного кільця за 8 років після проведення рубок помірної інтенсивності зріджування у штучних соснових деревостоях лісорослинних умов А₁₋₂ філії «Олевське лісове господарство» ДП «Ліси України» дозволяє відзначити збільшення його значень на ділянці з проведенням доглядом порівняно з контролем на 28% (таблиця 3.2, рис. 3.20). Отримані відмінності статистично достовірні ($t_{\text{факт}} = 2,4$ при $t_{0,95} = 2,1$). За попередній рубкам догляду період, відмінності значення ширини річного кільця між порівнюваними ділянками відсутні ($t_{\text{факт}} = 0,7$ при $t_{0,95} = 2,00$). При цьому слід зазначити, що середній діаметр дерев сосни, що використовуються в порівняльному аналізі, на контролі (ПП 5 - 8) становить 13,1±1,0 см, на ПП 1 - 4 з проведеними рубками догляду сильної інтенсивності зріджування 15,0±0,9 см. Достовірні відмінності між діаметрами дерев сосни звичайної на контролі і пробні площі з проведеними рубками догляду відсутні ($t_{\text{факт}} = 1,6$ при $t_{0,95} = 2,1$), що свідчить про виключення впливу даного показника на значення величини радіального приросту сосни звичайної.

З метою виключення впливу вікового тренду на радіальний приріст дерев сосни звичайної та оцінки впливу рубок догляду на аналізований показник у досліджуваних соснових насадженнях було проведено індексацію отриманих середніх деревно-кільцевих хронологій.

Таблиця 3.2

**Середньостатистичне значення ширини річного кільця
в лісорослинних умовах А₁₋₂ філії «Олевське лісове господарство»
ДП «Ліси України», мм**

Період рубки догляду, роки	Облікові періоди, роки	Вік, роки	Відхилення до контрольних пробних площ	Пробні площі з помірною інтенсивністю зрідження
—	1979-1995	4-20	2,21±0,19	2,60±0,21
—	1996-2010	21-36	2,15±0,15	2,55±0,17
2010-1	2011-2018	37-46	2,05±0,11	2,47±0,14
—	1979-2018	4-46	2,30±0,16	2,65±0,17
НІР _{0,05}	-	1,24	1,32	1,38



**Рис. 3.20 Дендрохронології соснових деревостанів
в лісорослинних умовах А₂₋₃, В₂₋₃ Філії «Олевське лісове господарство»
ДП «Ліси України»**

Аналіз отриманих даних свідчить про відсутність суттєвих відмінностей між контролем та ділянками соснових деревостанів з проведеними рубок догляду сильної інтенсивності зріджування в філії «Народицьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України» (рис. 3.21, 3.22).

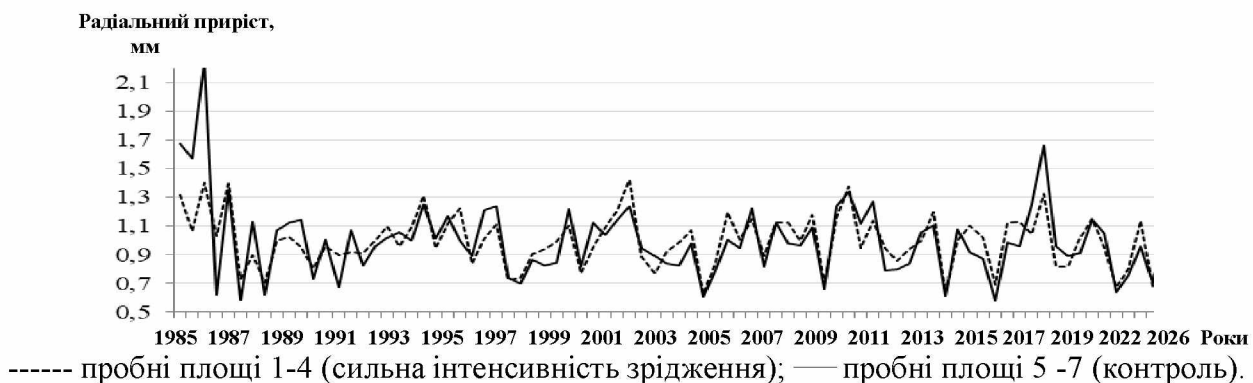


Рис. 3.21 Індексовані деревинно-кільцеві хронології в соснових деревостанах Філії «Народицьке спеціалізоване лісове господарство»

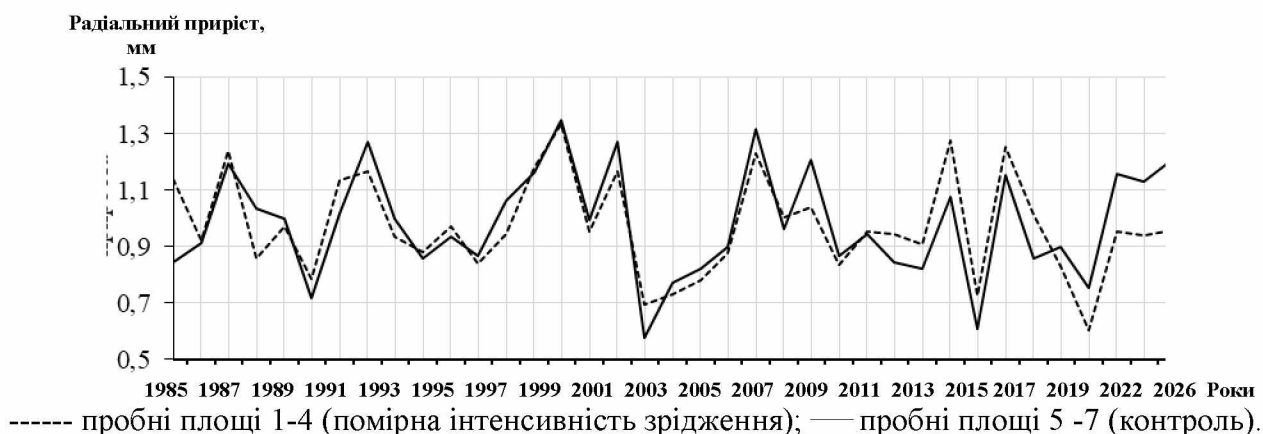


Рис. 3.22 Індексовані деревинно-кільцеві хронології в соснових деревостанах Філії «Коростенське лісомисливське господарство» ДП «Ліси України»

Для інтерполяції отриманих даних та обґрунтування виявлених суттєвих відмінностей радіального приросту дерев сосни звичайної на об'єктах досліджень з проведеними рубками сильної, помірної інтенсивності зрідження та контролем, була здійснена індексація деревинно-кільцевих хронологій з використанням функції кубічного сплайну (рис. 3.23 3.24), на основі використання регіональних хронологій з досліджуваних пробних площ.

За даними рис. 3.25 в загущених соснових деревостоях сухих умов місцезростання філії «Народицьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України» встановлені достовірні відмінності в індексах радіального приросту сосни звичайної між ділянкою з проведеними рубками догляду сильної інтенсивності зрідження та контролем у тимчасові періоди з 1947 по 1955 рр., з 1961 по 1990 рр. та з 1995 по 2015 рр. Отримані дані свідчать про позитивний ефект рубок догляду сильної інтенсивності зрідження збільшення радіального приросту дерев сосни в сосняках.

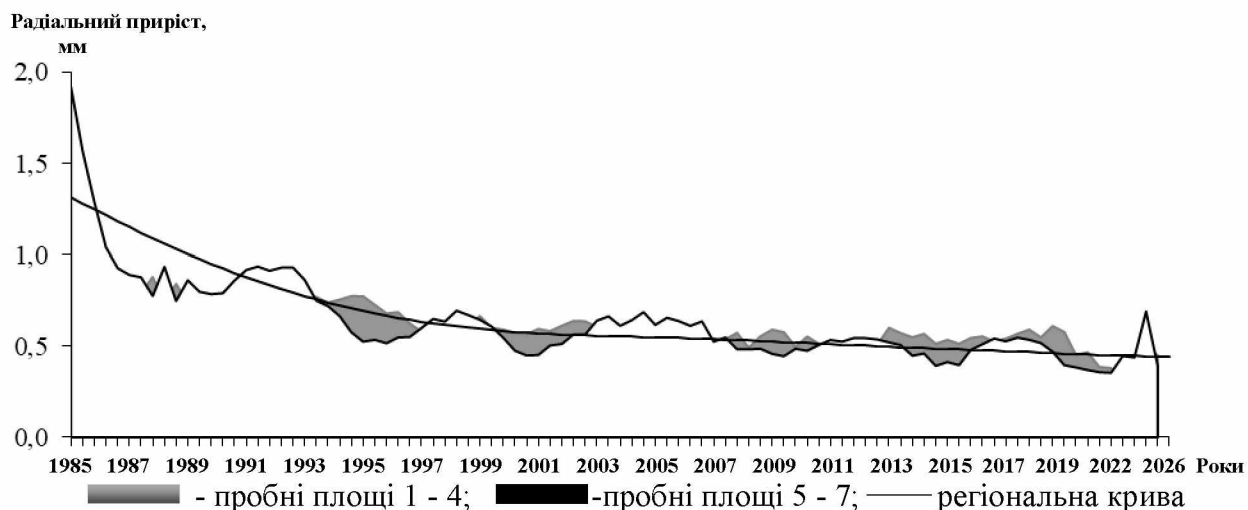


Рис. 3.25 Радіальний приріст сосни звичайної в деревостанах Філії «Народицьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України» з використанням функції кубічного сплайна програмою ARSTAN-2015

При цьому слід зазначити, що проведеними раніше нами дослідженнями з використанням дендрохронологічних методів в оцінці ефективності рубок догляду в сухих сосняках філії «Народицьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України» доведено відсутність достовірних відмінностей у величині радіального приросту між контролем та ділянками з проведеними рубок догляду слабкої та помірної інтенсивності зрідження і як наслідок, відсутність позитивного впливу рубок догляду аналізованої інтенсивності зріджування на радіальний приріст дерев сосни звичайної.

У сухих сосняках філії «Коростенське лісомисливське господарство» ДП «Ліси України» (рис. 3.26), на пробних площах з проведеними рубками догляду помірної інтенсивності зріджування, спостерігаються істотне перевищення індексів радіального приросту над контролем, за даними яких можна було б зробити висновки про позитивний ефект проведених рубок догляду.

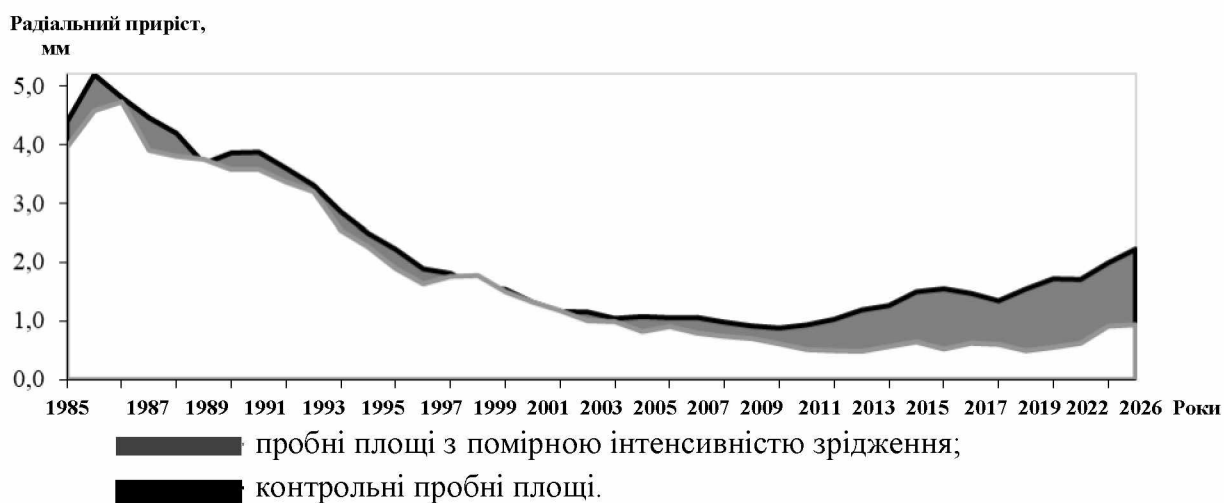


Рис. 3.26 Радіальний приріст сосни звичайної в умовах Філії «Коростенське лісомисливське господарство» ДП «Ліси України» з використанням кубічного сплайна програмою ARSTAN - 2015

Проте слід зазначити, що виявлене перевищення індексів приросту на досліджуваних пробних площах із проведеними рубками догляду спостерігається протягом всього періоду зростання сосни звичайної. За отриманими даними видно, що сосна звичайна розвивається за різними регіональними кривими, хоча досліджувані насадження з проведеними рубками догляду і контролем виростають на суміжних ділянках, і за даними лісовпорядкування, за аналогічними таксаційними характеристиками, ідентичними за способом і роком посадки. В даному випадку, довжина хронологій сосни звичайної, що використовуються в аналізі, не достатня для достовірності даних. Тому стверджувати про позитивний вплив рубок догляду помірної інтенсивності зріджування на радіальний приріст сосни, що росте в сухих умовах лісорослинних умовах філії «Коростенське лісомисливське господарство» ДП «Ліси України» не можна. Для цього і в подальшому необхідно продовжити дослідження з цього питання.

3.4. Аналіз впливу рубок догляду на радіальний приріст сосни звичайної з використанням дендрокліматичних методів

Результати досліджень встановлено, що оцінка кореляційного зв'язку деревно-кільцевих хронологій з температурою повітря та кількістю опадів, отриманої шляхом аналізу кліматографічних даних за 95 років, показали, що отримані хронології сосни звичайної, що росте в лісорослинних умовах А₁₋₂ філії «Овруцьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України», мають найбільш тісні зв'язки з регіоном зони Центрального Полісся України. Виявлено зв'язки з температурою та опадами травня, червня та липня. Кореляційні зв'язки деревно-кільцевих хронологій сосни звичайної, що росте в лісорослинних умовах А₁₋₂ філії «Олевське лісове господарство» ДП «Ліси України» з температурою та опадами, шляхом детального кореляційного аналізу кліматографічних даних за 95 років не знайдено. В даному випадку, основною причиною такого явища можна вважати недостатню довжину отриманих деревинно-кільцевих хронологій.

Таким чином, для подальшого аналізу було використано дані метеостанції міста Коростень (період спостережень 1924-2018 рр.). Кліматична реакція дендрохронологій та стабільність кореляційного зв'язку в системі клімат – приріст була перевірена за допомогою хроматографічного аналізу приростів середньої дисперсії з вікном в 50 років за допомогою програми Dendroclim – 2002. В аналіз зв'язку радіального приросту дерев з температурою та опадами закладались дані про середні значення за місяць температуру повітря та кількість опадів з серпня поточного по вересень попереднього років за даними метеостанції Коростень.

Враховуючи той факт, що в попередніх дослідженнях в результаті аналізу впливу кліматичних факторів (температури, опадів) на радіальний приріст сосни звичайної у соснових деревостанах які ростуть у сухих лісорослинних умовах філії «Олевське лісове господарство» ДП «Ліси України» (2018 р.) кореляційні зв'язки з проаналізованими показниками було знайдено за даними метеостанції Житомир, то в цих дослідженнях використовувалися дані метеостанції міста Коростень аналогічним в філії «Овруцьке спеціалізоване лісове господарство» ДП

«Ліси України» вищевказаним хроматограмам річних приростів за останні 50 років.

В результаті проведеного дендрокліматичного аналізу встановлено особливості впливу кліматичних факторів (температури та опадів) на ширину річного кільця сосни звичайної на досліджуваних пробних площах по рубках догляду. Визначено, що на досліджуваних пробних площах 1-4 філії «Олевське лісове господарство» ДП «Ліси України», а також на контрольних пробних площах 5-8 відзначається тісний кореляційний взаємозв'язок ширини річного кільця з температурою та опадами травня-червня. Отримані результати підтверджують наміші раніше зроблені у 2018 році висновки, про тісний кореляційний взаємозв'язок радіального приросту з температурою та опадами травня-червня.

Ми встановили, що дещо інша ситуація спостерігається на пробних площах 5 - 8 з проведеними рубками сильної інтенсивності зріджування, де відзначається тісний кореляційний взаємозв'язок аналізованого показника з температурою та опадами травня та відсутність, за останні 18 років, достовірного впливу температури та опадів червня на формування радіального приросту в лісорослинних умовах А₁₋₂ філії «Олевське лісове господарство» ДП «Ліси України». Можна зазначити, що на пробних площах спостерігається зниження за останні 15-18 років впливу температури та опадів липня на ширину річного кільця. При цьому взаємозв'язок аналізованих показників статистично достовірний у попередні 20 років.

Наведені вище дані про взаємозв'язок ширини річного кільця сосни звичайної з температурою та опадами травня та червня на контрольних пробних площах 5 - 8, а також з температурою та опадами травня на пробних площах 1 - 4 (сильна інтенсивність зріджування), підтверджуються статистично достовірною кореляцією аналізованих показників - лімітуюче значення коефіцієнта кореляції $r=\pm 0,23$, що є достатнім для дендрокліматичного аналізу в умовах зони Центрального Полісся (рис. 3.27, 3.28). Зниження за останні 15 років впливу температури та опадів червня на ширину річного кільця сосни звичайної на пробних площах 1 - 4 з проведеними рубками догляду сильної інтенсивності зріджування підтверджуються статистичною достовірною кореляцією показників, що є підставою для повного підтвердження позитивного впливу рубок догляду сильної інтенсивності зрідження в загущених сосняках лісорослинних умов А₁₋₂ філії «Олевське лісове господарство» ДП «Ліси України» та зниження взаємозв'язку радіального приросту з кліматичними факторами.

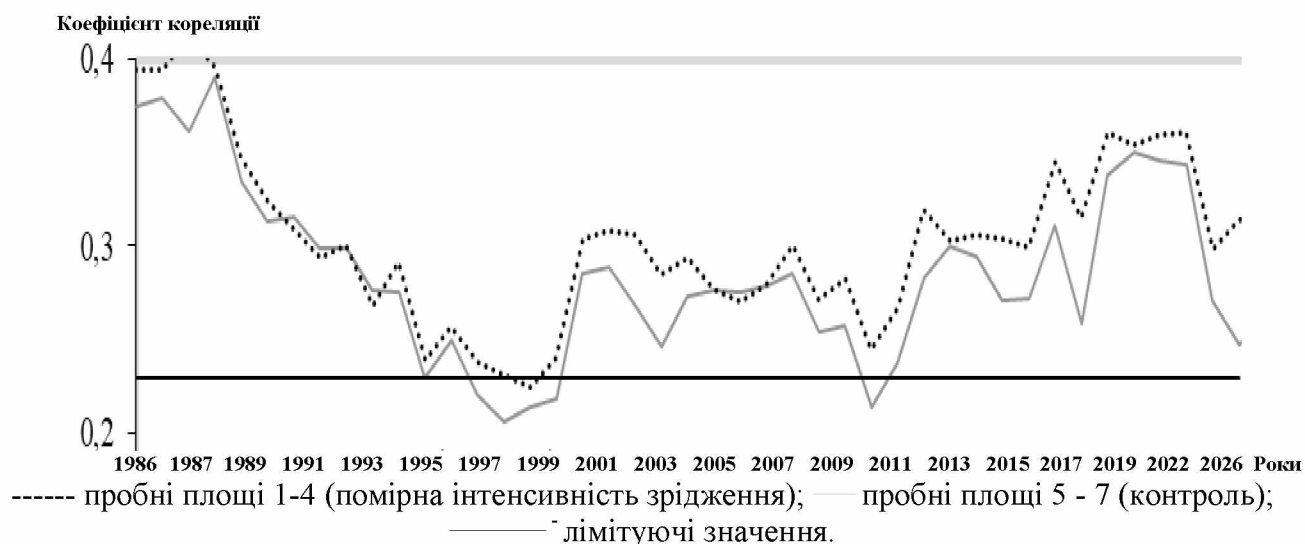


Рис. 3.27 Коореляція радіального приросту в загущених соснових деревстанах з кількістю опадів у травні – червні в умовах Філії «Олевське лісове господарство» ДП «Ліси України»

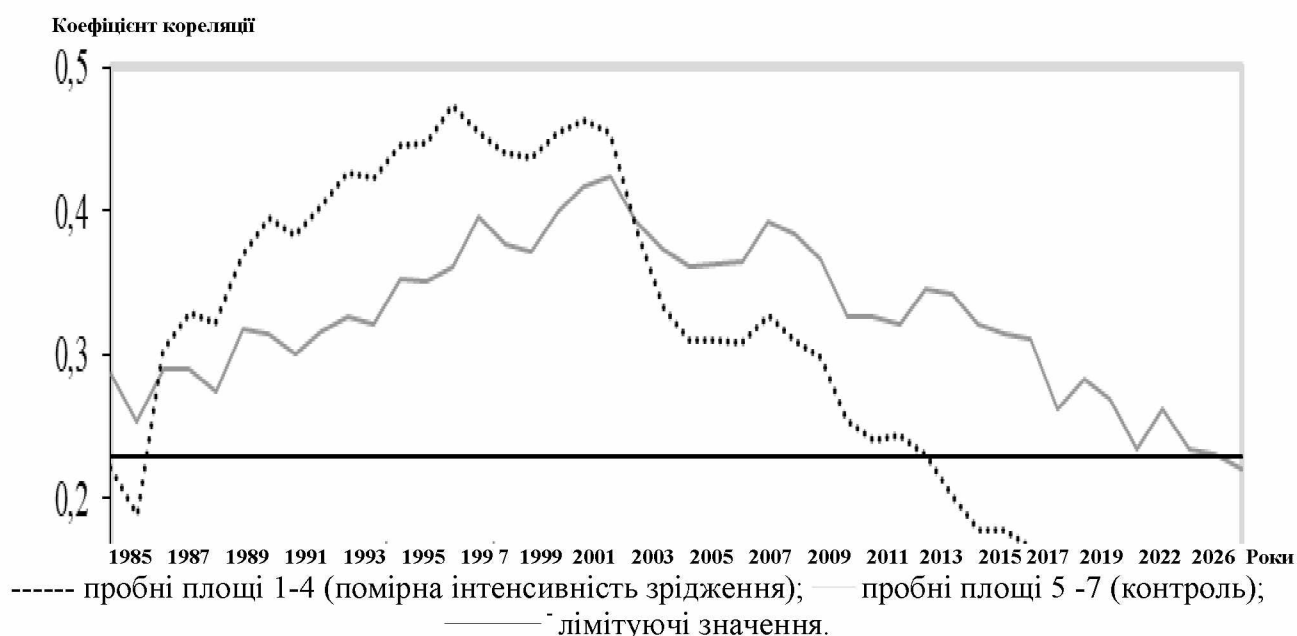


Рис. 3.28 Кореляція радіального прироста в загущених соснових деревстанах з температурою повітря в травні – червні в умовах Філії «Олевське лісове господарство» ДП «Ліси України»

Аналіз даних, представлених на рис. 3.29, 3.30 свідчить, що в сухих лісорослинних умовах A_{1-2} філії «Олевське лісове господарство» ДП «Ліси України» як на контрольних (ПП 5 - 7), так і облікових ПП – 1 - 4 з проведеними рубками догляду помірної інтенсивності зрідження, відзначається сильний кореляційний взаємозв'язок температури повітря травня - червня та опадів у травні – червні із шириною річного кільця, що підтверджується статистично достовірною кореляцією даних показників (лімітуюче значення коефіцієнта кореляції $r=\pm 0,40$). Відмінності у виявлених взаємозв'язках ширини річного кільця з аналізованими кліматичними показниками в лісорослинних умовах A_{1-2} філії «Олевське лісове господарство» ДП «Ліси України» у дерев на контролі та на

ділянки з проведеними рубками догляду відсутні, що вказує на відсутність істотного впливу рубок догляду з інтенсивністю зрідження 20% за запасом.

Оцінка життєвого стану сосни звичайної в лісорослинних мовах В₂₋₃, С₂₋₃ філій «Овруцьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України» та «Олевське лісове господарство» була визначена як «ослаблені» (відповідно 36,1-60,5% та 53,9-75,3%).

На ПП 7-5 в умовах Флії «Овруцьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України», рубки догляду були проведені в 5 етапів із сильною інтенсивністю, на ПП-1 в умовах Філії «Олевське лісове господарство» ДП «Ліси України» рубки догляду проводилися один раз, в 2010 році. Розглянемо динаміку приростів у сосняках Філії «Овруцьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України». Облікові періоди за весь час спостережень за зростанням соснових деревостанів наведено в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

**Середнє значення радіального приросту сосни звичайної
за періодами спостережень в соснових деревостанах
Філії «Овруцьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України»
(середнє за 2020 – 2026 роки).**

№ періода	Період	Рік рубки	Среднее значение радіального прироста, мм	
			пробна площа	контроль
1	1925-1948	-	1,02±0,09	1,25±0,12
2	1949-1960	1948	0,76±0,04	0,64±0,05
3	1961-1970	1961	0,56±0,04	0,52±0,04
4	1971-1981	1971	0,63±0,04	0,65±0,02
5	1982-1990	1982	0,47±0,03	0,50±0,03
6	1991 - 2018	1991	0,53±0,02	0,48±0,02
середнє	-	-	0,69±0,04	0,72±0,05

Цікавим є той факт, що середній діаметр дерев на контролі становив 12,4 см, на пробній площі – 10,9 см. Отже, середній радіальний приріст на контролі був більшим, ніж на пробній площі, що підтверджується даними більшої величини діаметра на контролі. Причому на ПП повнота деревостанів становила 0,7, на контролі – 0,87. На підставі даних досліджень неможливо визначити, чому при більшій повноті, загущеності і однаковому віці дерев на контрольній ділянці спостерігалися великі значення діаметра і приросту. Це потребує більш повних та тривалих досліджень.

За даними таблиці 3 в загущених сосняках лісорослинних умов Філії «Овруцьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України», суттєвих відмінностей у середніх значеннях ширини річного кільця за весь період їх зростання (1925-2018 рр.) на порівнюваних за інтенсивністю зріджування ділянках не спостерігається ($t_{\text{факт}}=0,4$ при $t_{0,05}=2,0$). Статистично достовірні відмінності середніх значеннях аналізованого показника відзначаються після перового прийому догляду період із 1948 по 1960 рр. ($t_{\text{факт}}=2,1$ при $t_{0,05}=2,0$). Після всіх наступних прийомів догляду істотні відмінності в середніх значеннях показників, що розглядаються, на порівнюваних ділянках не спостерігаються ($t_{\text{факт}}=0,1-1,1$ при $t_{0,05}=2,0$).

На Рис. 3.26 видно, що приріст сосни звичайної на пробній площі з проведеними рубками догляду (ПП) має яскраво виражений циклічний характер. Явно виражені максимуми зростання спостерігалися у 1926, 1943, 1950, 1956, 1961, 1971, 1981, 1995, 2007 роках. Мінімуми приросту були у 1931, 1952, 1967, 1977, 1987, 1991, 2001 та 2004 роках. У період початку життя дерев і до віку приблизно 25 років спостерігається інтенсивний радіальний приріст. У наступні роки, приріст поступово знижується та ознака стає більш вирівняною.

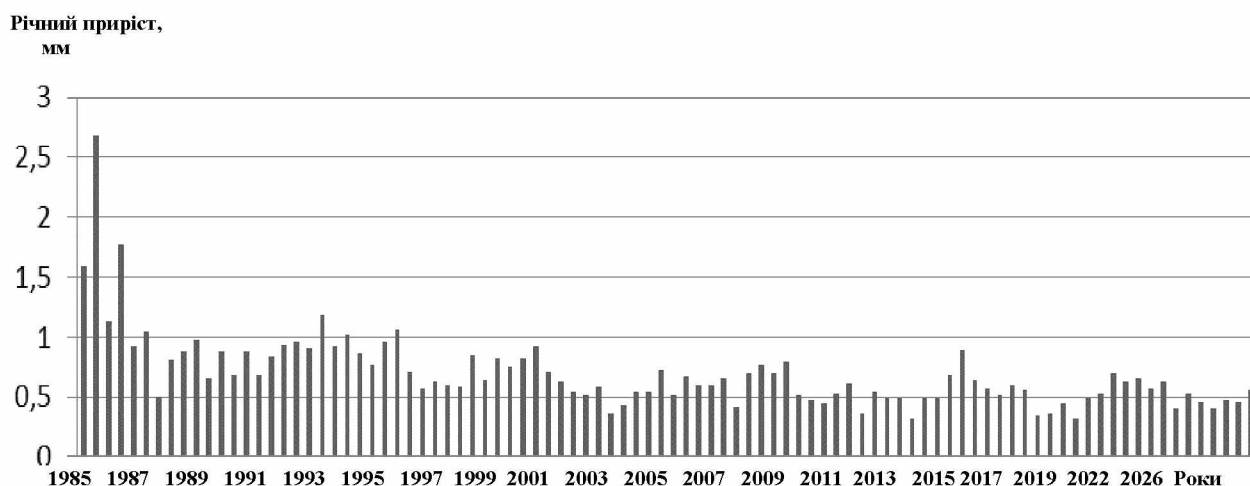
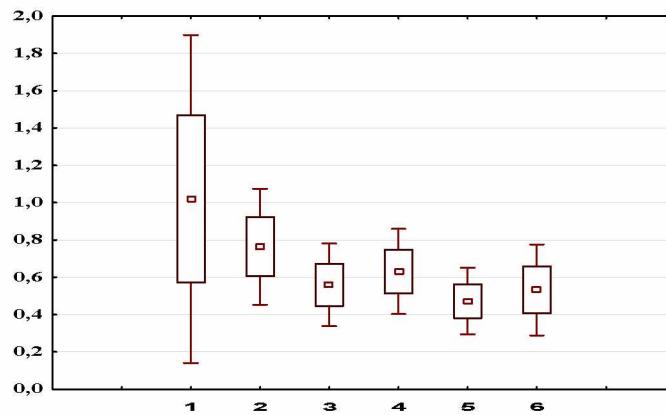


Рис. 3.29 Динаміка радіального приросту сосни звичайної на лісових ділянках, пройдених рубками догляду різної інтенсивності в умовах Філії «Овруцьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України» (середнє за 1985 – 2026 рр.)

На контрольній ділянці, циклічність приросту сосни звичайної видно наочно. Ми розділили ряд даних щодо мінімального радіального приросту сосни на кілька етапів, що характеризують тривалість різних циклів приросту сосни. Перший етап інтенсивного приросту тривав з 1985 по 1993, другий – з 1994 по 2014, наступний – по 2026 рік. Приблизно всю дендрограму можна розбити на 7 етапів, кожна завдовжки від 15 до 9 років.

До першого прийому рубки радіальні прирости сосни дуже різноманітні за величиною і мають високу варіабельність (рис. 3.30).



Примітка:

цифрами позначені періоди: 1 – до 1 прийому рубки; 2 – від 1 до 2-го прийому рубки; 3 - від 2 до 3-го прийому рубки; 4 - від 3 до 4-го прийому рубки; 5 - від 4 до 5-го прийому рубки; 6 – від 5-го прийому рубки до теперішнього часу

Рис. 3.30 Варіація радіального приросту сосни звичайної в лісорослинних умовах А₂₋₃, В₂₋₃ Філії «Овруцьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України»

На цей факт крім ґрунтово-кліматичних умов може впливати вік дерев. Після першого прийому рубки, розмах ознаки більш стислий. Це говорить про диференціацію дерев, що відбулася, а отже, - зменшення мінливості аналізованої ознаки. У подальші періоди значення приросту компактніші.

За даними рисунка 3.31, в загущених соснових деревостоях сухих умов Філії «Овруцьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України» встановлені достовірні відмінності в індексах радіального приросту сосни між ділянкою з проведеними рубками догляду сильної інтенсивності зріджування та контролем у тимчасові періоди з 1985 по 2005 рр., з 2006 по 2016 рр. і з 1995 по 2015 рр. Отримані дані свідчать про позитивний ефект рубок догляду сильної інтенсивності зріджування на збільшення радіального приросту дерев сосни в сосняках.

В результаті проведеного дендрокліматичного аналізу відзначено особливості впливу кліматичних факторів (температури та опадів) на ширину річного кільця дерев сосни на досліджуваних пробних площах по рубках догляду. На контролі відзначається тісний взаємозв'язок ширини річного кільця з температурою та опадами травня-червня. Дещо інша картина спостерігається на ГПП з проведеними рубками сильної інтенсивності зріджування, де відзначається тісний взаємозв'язок аналізованого показника з температурою та опадами травня та відсутність за останні 18 років достовірного впливу температури та опадів червня.

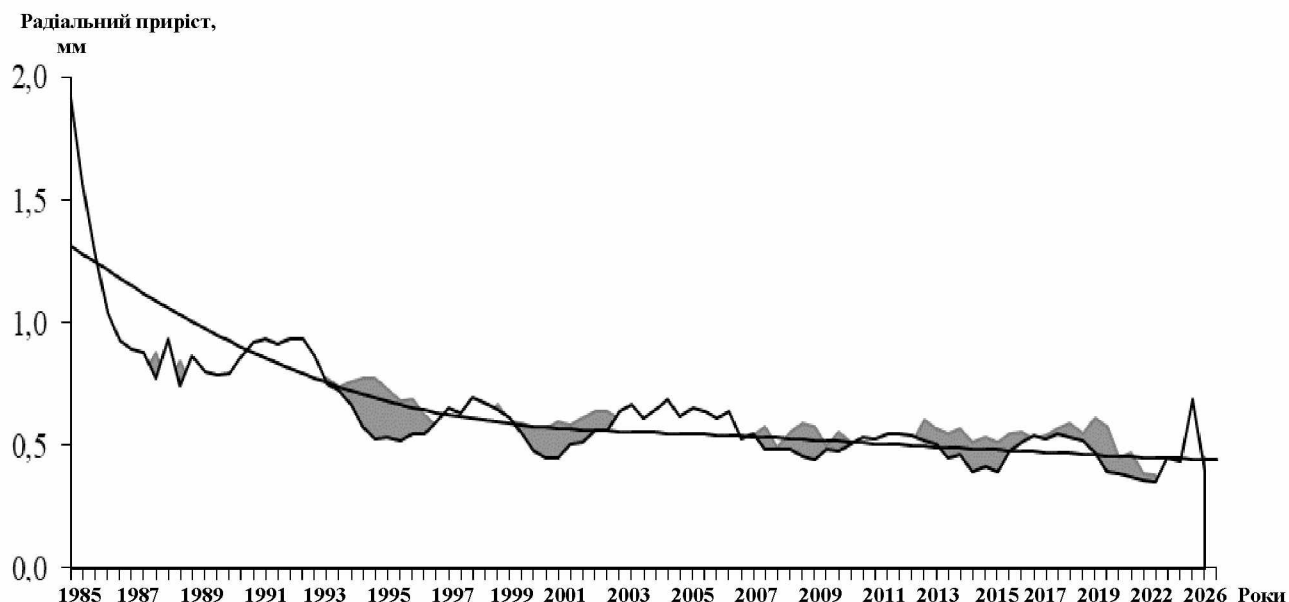


Рис. 3.31 Індеси радіального приросту сосни звичайної в деревостанах Філії «Овруцьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України з використанням функції кубічного сплайну програмою ARSTAN-2015

Можна відзначити, що на обох секціях спостерігається зниження за останні 15-18 років впливу температури та опадів липня-місяця на ширину річного кільця. При цьому взаємозв'язок проаналізованих показників статистично достовірний у попередні 20 років.

Представлені дані про взаємозв'язок ширини річного кільця сосни звичайної з температурою та опадами травня й червня підтверджуються статистично достовірною кореляцією аналізованих показників - лімітуючим значенням коефіцієнта кореляції ($r=\pm 0,23$), значення якого є достатнім і допустимим для дендрокліматичного аналізу в даному регіоні.

Розглянемо прирости сосни звичайної за роками ділянки з проведеними рубками догляду (ПІ) в лісорослинних умовах Філії «Овруцьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України». Для визначення нормальності розподілу даної ознаки за групами, виконано статистику Шапіро-Вілка (рис. 3.32). На гістограмі видно, що нормальний розподіл, який підтверджується кривою нормального розподілу.

Діаметр на момент досліджень на контролі становив 13,1 см, на пробній площі - 15,0 см. Розмір середнього радіального приросту до проведення рубок сильної інтенсивності на 8,6% перевищувала аналогічний показник на контролі, після рубок - на 58,0%. Хоча середні показники за всі роки спостережень на пробній площі були більшими на 13,2%, ніж на контролі, явно виділяється прискорення росту дерев після проведення рубок, коли приріст збільшувався більш ніж у 2 рази (рис. 3.33).

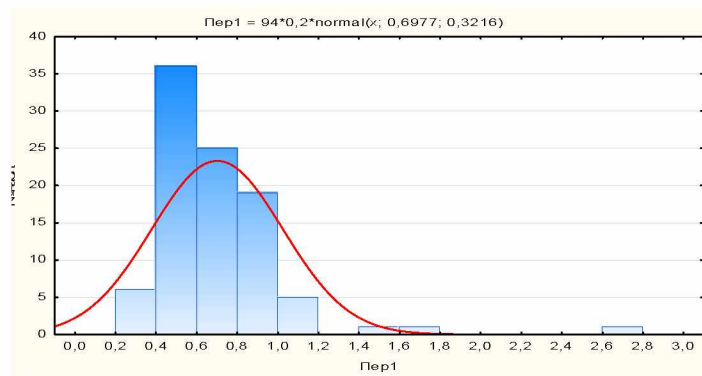


Рис. 3.32 Розподіл радіального приросту сосни звичайної по ділянках з проведенням рубок догляду за статистикою Шапіро-Вілка

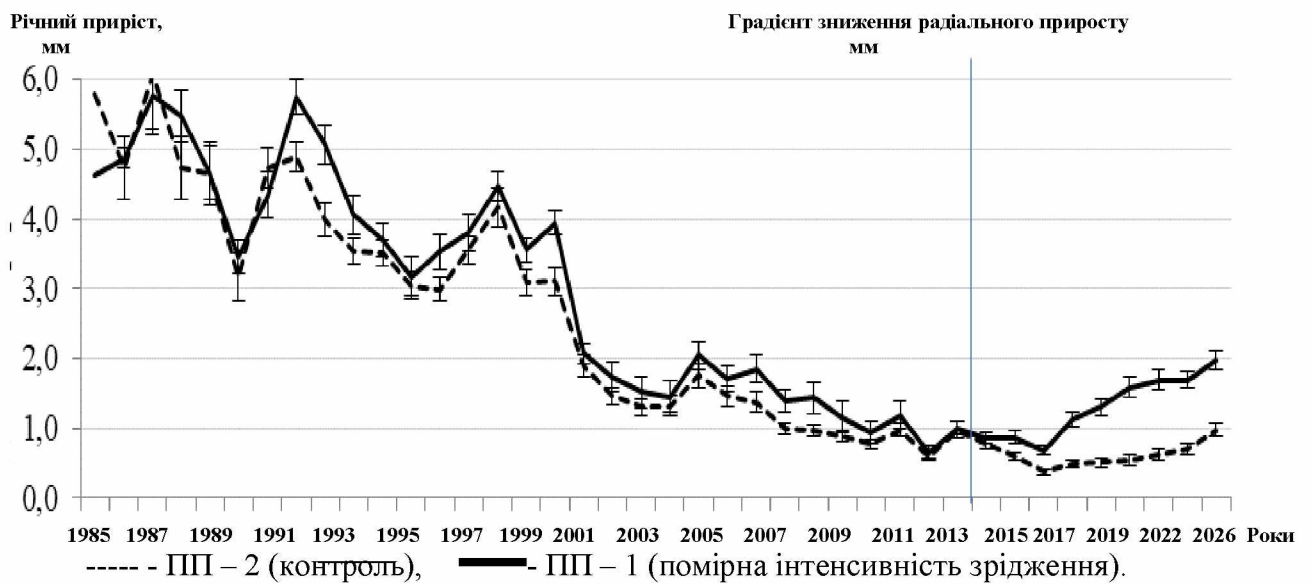


Рис. 3.33. Дендрохронології соснових деревостанів в умовах пробних площ Філії «Овруцьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України»

Статистичні дані приростів у насадженні наведено у таблиці 3.4. Показники приростів деревостанів сосни звичайної під контролем розглядалися як під час, так і після проведення рубок догляду пробної площі. Отримані відмінності статистично достовірні ($t_{\text{факт}} = 2,4$ при $t_{0,05} = 2,1$). За попередній рубкам догляду, період відмінності у значеннях ширини річного кільця між порівнюваними ділянками відсутні ($t_{\text{факт}}=0,7$ при $t_{0,05}=2,00$). Достовірні відмінності між діаметрами дерев сосни звичайної на контролі та секції з проведеними рубками догляду відсутні ($t_{\text{факт}}=1,6$ при $t_{0,05}=2,1$), що свідчить про виключення впливу даного показника значення величини радіального приросту.

Середні статистичні показники приросту сосни звичайної за періодами до та після проведення рубки догляду в умовах пробних площ Філії «Овруцьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України» (середнє за 2020 – 2026 роки)

Період	Найменування	Статистичні показники				
		середня похибка, см	min.	max.	стат. відхилення	коєф. варіації, %
1978-2010	пробная площа	1,00±0,05	0,51	1,59	0,29	29,75
	контроль	1,07±0,06	0,52	1,80	0,33	31,03
2011-2026	пробная площа	1,04±0,11	0,54	1,58	0,35	34,37
	контроль	0,76±0,07	0,46	1,20	0,21	28,63

Встановлено, що прирости в розрізі пробній площі варіювали на підвищеному рівні до рубки (29,75%) і високому (34,37%) – після рубки. На контролі коефіцієнт варіації змінювався на високому рівні. Після проведення рубки догляду, радіальні прирости на пробній площі були більшими, ніж на контролі за цей період. Максимальні значення даної ознаки склали 1,58 мм., тоді як на контролі за період після проведення рубок догляду на пробній площі – 1,20 мм.

В лісорослинних умовах Філії «Овруцьке спеціалізоване лісове господарство» ЛП «Ліси України» (рис. 3.34) на ПП з проведеними рубками догляду помірної інтенсивності зріджування, спостерігаються істотне перевищення індексів радіального приросту над контролем, за даними яких можна було б зробити висновки про позитивний ефект проведених рубок догляду. Проте слід зазначити, що виявлене перевищення індексів приросту на ПП із проведеними рубками догляду, спостерігається протягом всього періоду зростання сосни звичайної. Видно, що сосна звичайна розвивається за різними регіональними кривими, хоча досліджувані насадження з проведеними рубками догляду та контролем ростуть на суміжних ділянках, і за даними лісовпорядкування – з аналогічними таксаційними характеристиками, ідентичними за способом та роком посадки.

Радіальний приріст,
мм

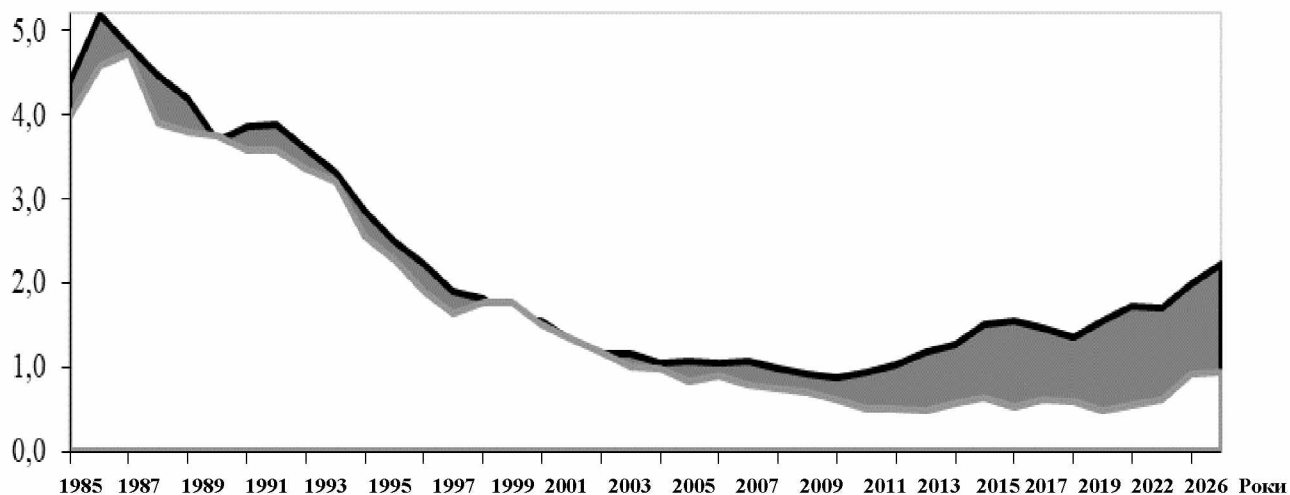


Рис. 3.34 Індеси радіального приросту сосни звичайної з використанням функції кубічного сплайна програмою ARSTAN – 20215 в лісорослинних умовах А₂₋₃, В₂₋₃ Філії «Овруцьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України»

В даному випадку, довжина хронологій сосни звичайної, що використовуються в аналізі, не достатня для достовірності даних. Тому стверджувати про позитивний вплив рубок догляду помірної інтенсивності зріджування на радіальний приріст сосни звичайної, що росте в умовах пробних площ Філії «Овруцьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України» не можна. Необхідно продовжити дослідження з цього питання.

Аналіз отриманих даних свідчить, що в сухих сосняках Філії «Овруцьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України» як на контролі, так і на пробній площі з проведеними рубок догляду помірної інтенсивності зріджування, відзначається сильний взаємозв'язок температура червня-липня і опадів травня-червня з шириною річного кільця, що підтверджується статистично достовірною кореляцією даних ($r=\pm 0,40$).

3.5 Вивчення впливу астрофізичних факторів (циклічність сонячної активності) на формування радіального приросту деревини сосни звичайної

На пробній площі в природних сосняках Селезівського ПНДВ Поліського природного заповідника без будь-якого втручання було проведено дендрохронологічний аналіз. Ми розділили ряд даних щодо мінімального радіального приросту сосни звичайної на кілька етапів, що характеризують тривалість різних циклів приросту сосни (рис. 3.35).

Радіальний
приріст, мм

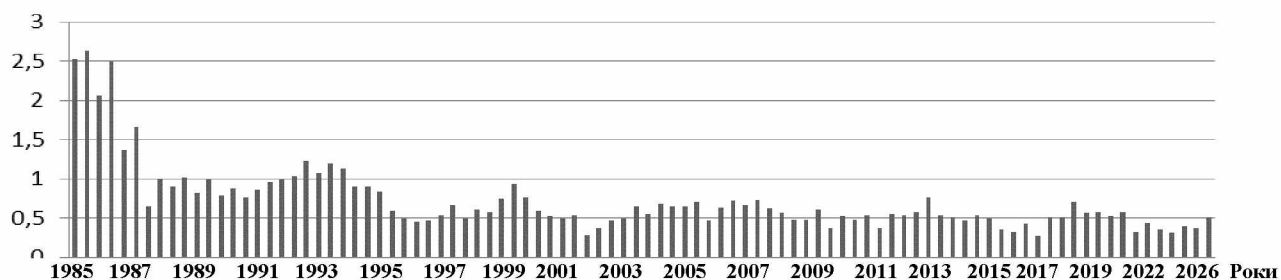
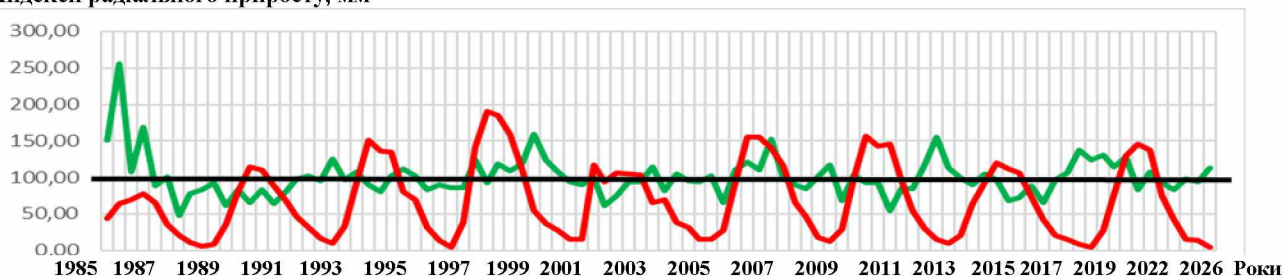


Рис. 3.35 Динаміка радіального приросту сосни звичайної в лісорослинних умовах А₂₋₃, В₂₋₃ Селезівського ПНДВ Поліського природного заповідника

Перший етап інтенсивного приросту тривав з 1985 по 1987, другий – з 1991 по 1995, наступний – по 1997 і т.д. Приблизно всю дендрограму можна розбити на 7 етапів, кожна завдовжки від 15 до 9 років.

Радіальний приріст сосни звичайної у роки максимуму сонячної активності становив 0,88 мм, у роки мінімуму – 0,68 мм. Різниця з приросту між епохою максимуму та мінімуму становила 22,3%. Судячи з рисунку 3.36, немає чіткого розмежування щодо збільшення чи зменшення приростів на гілках спаду чи зростання.

Індекси радіального приросту, мм



— індекси радіального приросту; — число Вольфа.

Рис. 3.36 Взаємозв'язок сонячної активності та радіального приросту сосни звичайної в лісорослинних умовах А₂₋₃, В₂₋₃ Селезівського ПНДВ Поліського природного заповідника

На пробній площі в 1 класі віку, спостерігається прискорення приросту на спаді сонячної активності, досягаючи найбільших значень в епоху мінімуму. У решті класів віку, деякі періоди мають як зменшення, так і збільшення приростів. Наприклад, у другому класі віку період із 1985 року (епоха максимуму сонячної активності) на спаді йде зменшення приросту до епохи мінімуму, а період спаду з 1990 року, прирости збільшуються. У 3 класі віку найбільший приріст був на момент максимальної сонячної активності (2003-2015 р.р.). В даний час, у 24 циклі сонячної активності, прирости характеризуються невеликими значеннями, явного впливу на цю ознаку не спостерігається. У 2013 році в епоху максимуму приріст сосни був вищим, ніж на гілках спаду.

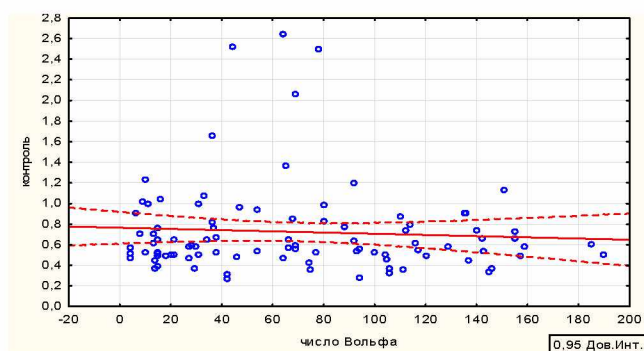
Проведено кореляційний аналіз між показниками приросту сосни звичайної та факторами середовища (середні температури вегетаційного періоду та річна), а також між числами Вольфа (сонячна активність) (таблиця 3.5).

Таблиця 3.5

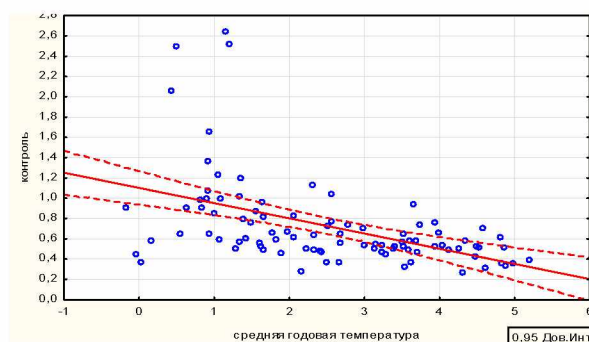
Кореляційні зв'язки між приростом сосни звичайної та факторами середовища у природних деревостанах сосни звичайної Поліського природного заповідника

Показники	Показники			
	приріст, мм	середня температура вегетаційного періоду, °C	середня річна температура, °C	сонячна активність (число Вольфа)
приріст, мм	1,000000	-0,240005	-0,475629	-0,066171
середня температура вегетаційного періоду, °C	-0,240005	1,000000	0,597900	-0,145019
середня річна температура, °C	-0,475629	0,597900	1,000000	-0,012334
сонячна активність (число Вольфа)	-0,066171	-0,145019	-0,012334	1,000000
НІР _{0,05}	1,27	1,29	1,34	1,47

Виявлено, що є тісний негативний кореляційний зв'язок, значущий на рівні $p < 0,005$ між середніми показниками температури і приростом ($R = -0,24$ і $0,47$). Зв'язок між інтенсивністю сонячного впливу та приростом дуже слабкий ($R = 0,06$). Ці висновки підтверджуються рис. 3.37, 3.38.



а)

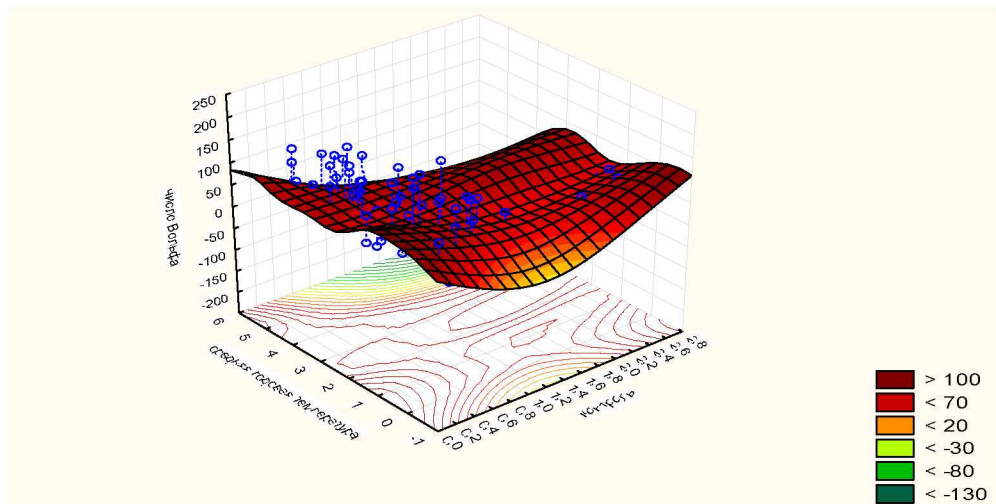


б)

а – між радіальним приростом та сонячною активністю;

б - між радіальним приростом та середньою річною температурою.

Рис. 3.37 Кореляція зміни радіального приросту сосни звичайної та сонячної активності (а), динаміку середньорічної температури повітря (б) в лісорослинних умовах А₂₋₃, В₂₋₃ Селезівського ПНДВ Поліського природного заповідника



ЗМ – поверхня: контроль та середня річна температура, число Вольфа;

ПД - порядкове віддалення;

Число Вольфа = відстані зважених найменших квадратів.

Рис. 3.38 Реакція радіального приросту сосни звичайної на зміну числа Вольфа в лісорослинних умовах А₂₋₃, В₂₋₃ Селезівського ПНДВ Поліського природного заповідника

Видно, що найбільші прирости сосни спостерігалися у роки слабкої сонячної активності, а невеликі прирости припадали на роки з вищою сонячною активністю. Однозначно констатувати вплив максимумів сонячної активності на величину радіального приросту сосни звичайної неможливо, оскільки піки спалахів на Сонці як негативно, так і позитивно впливали на радіальний приріст. Лише у молодому віці насадження сосни звичайної досить точно дотримувалися 11-річного сонячного циклу, маючи найбільші прирости в лінії спаду та зниження зростання в епоху максимуму сонячної активності. Необхідно зіставляти не тільки сонячні цикли, а й погодні та ґрунтові умови в лісорослинних умовах Селезівського ПНДВ Поліського природного заповідника, походження насадження та інші фактори.

Судячи з приростів сосни звичайної у лісових культурах Селезівського ПНДВ не можна однозначно сказати, що максимального приросту сосна звичайна досягає за певних фаз сонячної активності (рис. 3.39). У періоди з 1992 по 1998 та з 2004 по 2010 роки сосна мала найбільший приріст у роки низької сонячної активності. У роки з числом Вольфа понад 130, ширина річних кілець знижується.

Індекси радіального приросту, мм

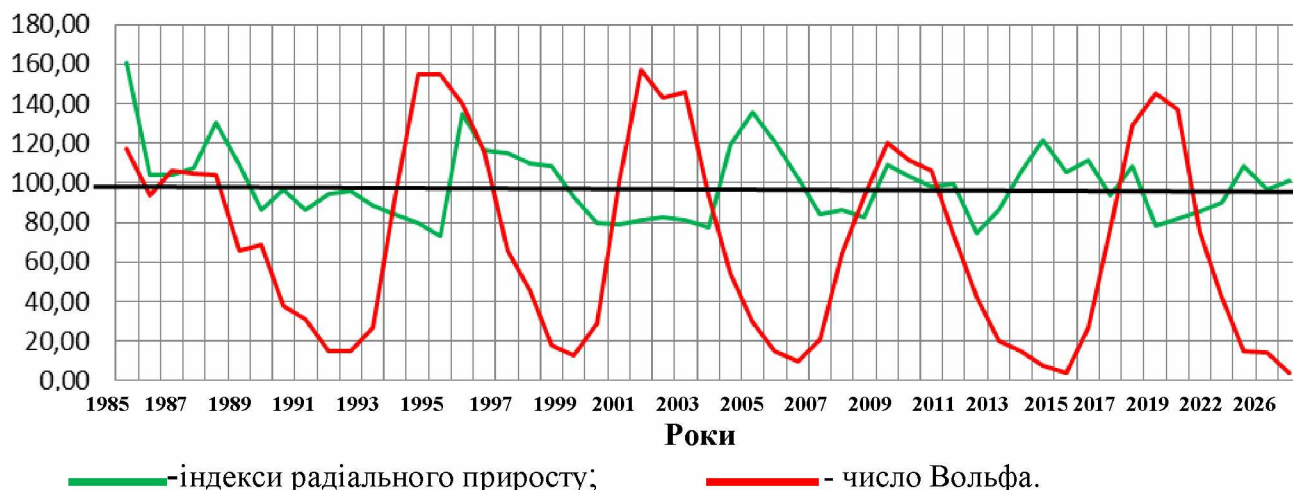


Рис. 3.39 Індекси реакції радіального приросту сосни звичайної на показник числа Вольфа в лісових культурах Селезівського ПНДВ Поліського природного заповідника

Якщо у всіх вивчених насадженнях була помітна чітка різниця між мінімальними та максимальними приростами сосни звичайної в роки з різною сонячною активністю, то в цих лісових культурах такої різниці не спостерігається. Максимальні прирости закладаються в роки із числом Вольфа від 15 до 117, мінімальні прирости - із числом Вольфа від 4 до 157.

В природних сосняках Селезівського ПНДВ Поліського природного заповідника, максимальний приріст сосни звичайної переважно припадав на етап спаду чи мінімум сонячної активності.

Спостерігалось три основні максимуми приросту сосни звичайної – в 1985, 1990 та 1995 роках (рис. 3.40). В 1985 році був максимум сонячної активності, але вона характеризувалася невеликим числом Вольфа - 78. Показник приросту сосни в 1990 році, який був найбільшим за всіма роками спостережень, припадав на спад сонячної активності, але число Вольфа було досить великою – 112. в 1995 році сонячна активність була мінімальною ($W = 15$).

Індекси радіального приросту, мм

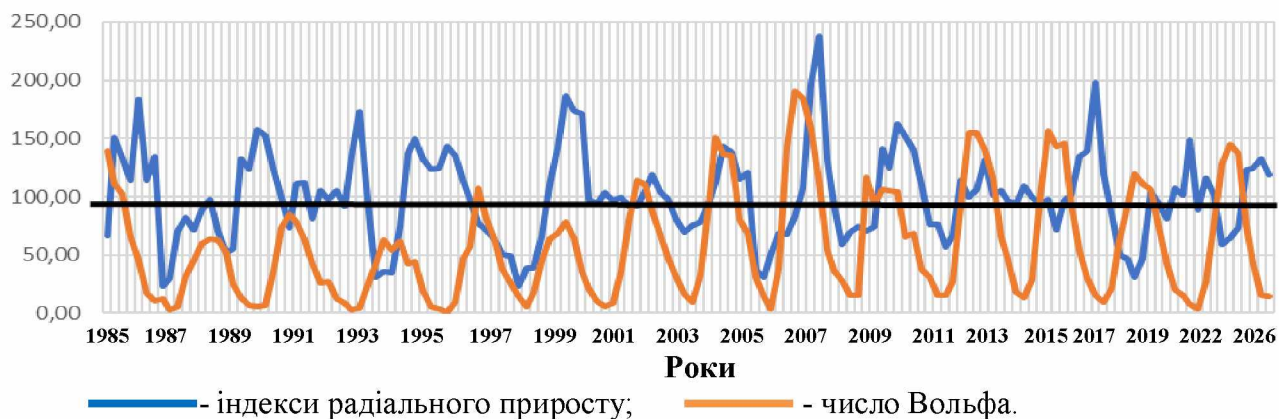


Рис. 3.40 Індекси радіального приросту сосни звичайної залежно від числа Вольфа в природних деревостанах лісорослинних умов A_{2-3} , B_{2-3} Селезівського ПНДВ Поліського природного заповідника

Мінімальний приріст сосни звичайної спостерігався на ділянках спаду та зростання сонячної активності, незначно – в епоху мінімуму. Цікавим є той факт, що починаючи з 1986 року, коли насадження досягло 48 років, амплітуда приростів практично повністю збігалася з амплітудою сонячної активності. У роки активного Сонця, прирости були найбільшими, за добу мінімуму – найменшими. У цей час прирости майже точно підпорядковувалися 11-річному сонячному циклу. З 1990 року максимальна сонячної активності негативно впливала на величину приростів, значно знижуючи їх.

На початку життя насадження, період між максимальними приростами становив від 7 до 10 років, з досягненням старшого віку, починаючи з 3 класу віку, періоди росту сосни звичайної практично точно розподілялися за 11-річним циклом. Мінімальні прирости сосни звичайної припадають на роки з невеликою сонячною активністю, а максимальні – навпаки.

На пробній площі, що у лісових культурах Селезівського ПНДВ Поліського природного заповідника в початковому періоді приросту дерев, максимальний приріст спостерігався за сонячної активності 1986 року.

У другому та третьому класі віку, максимальний приріст був на межі спаду, через 2-4 роки після максимуму сонячної активності. У четвертому класі віку, мінімальний приріст спостерігався при максимальній сонячній активності, навпаки, в 2018 році за мінімальної сонячної активності, приріст був максимальним (рис. 3.41). Дані максимальних та мінімальних значень приросту незалежно від року досліджень були зіставлені з числом Вольфа. Видно, що мінімальні прирости сосни звичайної припадають на роки з нижчою сонячною активністю, порівняно з максимальними приростами, але ця відмінність незначна.

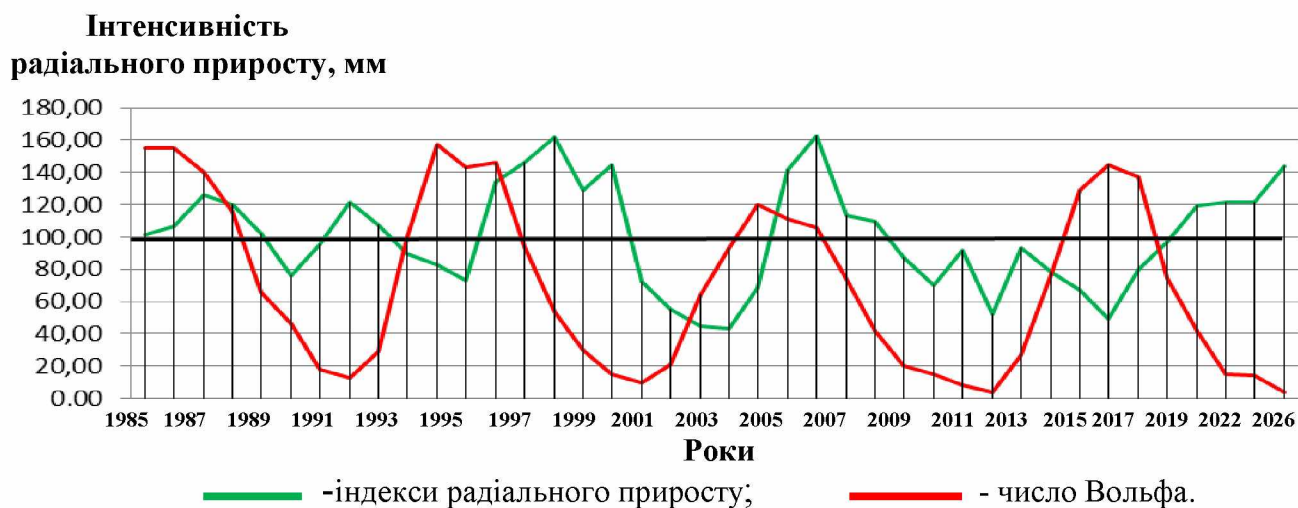


Рис. 3.41 Залежність радіального приросту культур сосни звичайної від числа Вольфа в лісорослинних умовах А₂₋₃, В₂₋₃ Селезівського ПНДВ Поліського природного заповідника

Однозначно стверджувати, що за всіма роками досліджень зберігається тенденція максимального приросту сосни звичайної в роки з підвищеною сонячною активністю, а мінімальні значення – у роки її зниження не можна. В наших спостереженнях кілька років із мінімальним індексом приросту (1990, 2000

та 2012 р.р.) припадає на роки з максимальною сонячною активністю. Навпаки, при максимальних приростах у 1986, 1995 та 2007 та 2018 р.р. спостерігалось зниження сонячної активності та число Вольфа коливалося в межах 4-15.

Але все ж таки певну тенденцію посилення приросту в роки максимальної сонячної активності ми виявили. Наші дані діаметрально протилежні дослідженням Ліпаткіна В. А. та ін., які встановили, що найбільшого приросту сосна звичайна досягає під час низької активності Сонця, але повністю збігаються з даними А. Дегласа. Для виявлення контрастності впливу сонячної активності у роки максимальних та мінімальних приростів, нами було використано відношення їх у відсотках. Загальна кількість чисел Вольфа у роки максимального приросту становила 1099, у роки мінімального приросту – 476, відношення між ними – 56,69%. Індекс аномальності становив 1,16.

Отже, найбільшими річними приростами характеризувалися лісові культури сосни звичайної до досягнення ними 7-річного віку, далі спостерігався спад і у віці 14 до 16 років спостерігалось зростання величини радіального приросту. Це підтверджує гіпотезу 7 - річного циклу зростання сосни. В молодому віці сосна звичайна мала найбільший приріст під час низької сонячної активності, у старшому віці вона прискорювала своє зростання під час високої активності Сонця. В цілому зараз, максимальних приростів сосна звичайна за умов зони Центрального та Східного Полісся України досягала під час сильної активності Сонця, індекс аномальності якої становив 1,72%.

3.6 Розробка прогнозу розвитку соснових деревостанів на основі вивчення їхнього ходу росту в результаті дендрохронологічних досліджень

Для визначення рис єдності приростів в природних і штучних деревостанів сосни звичайної, що ростуть у різних умовах, було проведено аналіз збігу індексів приросту більше і менше норми (100%), а також за критерієм жорсткості (більше 110 і менше 90%).

З таблиці 3.6 видно, що найбільше років, які характеризується індексами приросту понад 100% і менше 100%, всім досліджуваних насаджень спостерігалось під час спаду сонячної активності.

Таблиця 3.6

Кількість років (%) з максимальними та мінімальними індексами приростів

Назва показника	Кількість років з максимальними індексами приростів (більше 100%)				Кількість років з мінімальними індексами приростів (менше 100%)			
	ЛК	ПС	ПП	ПК	ЛК	ПС	ПП	ПК
ріст	5	14,29	28,57	12,50	30	33,33	19,23	27,59
зпад	55	57,14	35,71	45,83	30	35,90	42,31	37,93
максимум	30	20,00	21,43	29,17	30	21,79	32,69	27,59
мінімум	10	8,57	14,29	12,50	10	8,97	5,77	6,90
	Кількість років з				Кількість років з			

	максимальними індексами приростів (більше 110%)				максимальними індексами приростів (менше 90%)			
	ЛК	ПС	ПП	ПК	ЛК	ПС	ПП	ПК
ріст	0	16,67	23,08	18,18	29,41	30,91	25,81	35,00
зпад	62,5	57,41	30,77	63,64	23,53	34,55	35,48	30,00
максимум	25	18,52	26,92	18,18	35,29	21,82	32,26	35,00
мінімум	12,5	7,41	19,23	0,00	11,76	12,73	6,45	0,00
Примітка: ЛК – лісові культури Селезівського ПНДВ, ПС – природні деревостани Селезівського ПНДВ, ПП – природні деревостани Перганського ПНДВ, ПК – природні деревостани Копищанського ПНДВ.								

Встановлено, що років із максимальними індексами приростів на долю зпаду було від 35,71 до 57,14%, а з мінімальними – від 30,0 до 42,31%. Роки з мінімальними індексами приросту зустрічаються частіше (50,0-54,7%), ніж із максимальними приростами (44,7-50,0%). Коливання індексних значень у насадженнях Селезівського ПНДВ різноманітніше ніж приріст сосни в Перганському ПНДВ.

При більш суворому відборі малих і великих індексів приросту виявлено, що максимальні значення приросту виділяються в роки на межі спаду (30,77-63,64%) за всіма насадженнями, що вивчаються. За малими індексами приросту в природних насадженнях, виділяються роки за напрямом спаду, у лісових культурах – за максимальної сонячної активності.

В таблиці 3.7 наведено рівняння, щ obuли виведені в результаті вивчення приросту сосни звичайної в різні періоди сонячної активності. Нами виявлено, що в лісових культурах Селезівського та Перганського ПНДВ Поліського природного заповідника, коефіцієнт достовірності склав R^2 досить високий, і змінюється від 0,8498 до 0,9926, причому в епоху мінімуму сонячної активності в лісових культурах Копищанського ПНДВ він досяг максимального значення - $R^2=1,0$. В природних насадженнях Селезівського та Копищанського ПНДВ цей коефіцієнт коливався середньому рівні – 0,4687-0,6397, лише в Перганському ПНДВ за доби максимуму сонячної активності, значення коефіцієнта достовірності становило 0,927.

Таблиця 3.7

**Прогнозні моделі порівняння апроксимації та її достовірність
радіального приросту сосни звичайної в різні періоди
сонячної активності в лісорослинних умовах Селезівського,
Перганського, Копищанського ПНДВ Поліського природного заповідника**

Походження та місцезнаходження насадження	Епохі сонячної активності			
	максимум	мінімум	приріст	зпада
природні деревостани Селезівського	$y=0,0001x^2-0,5153x+515,7$ $R^2=0,5457$	$y=9E-05x^2-0,3759x+376,23$ $R^2=0,4805$	$y=0,0004x^2-14596x+1446,4$ $R^2=0,6078$	$y=1E-05x^2-0,0571x+61,93$ $R^2=0,4687$

ПНДВ				
лісові культури Селезівського ПНДВ	$y=0,0002x^2-0,8725x+876,21$ $R^2=0,9067$	$y=0,0002x^2-0,8628x+866,57$ $R^2=0,8498$	$y=0,0004x^2-1,5537x+1553,3$ $R^2=0,9014$	$y=0,0002x^2-0,6155x+619,38$ $R^2=0,8776$
природні деревоостани Перганського ПНДВ	$y=9E-05x^3-0,5454x^2+1084,3x-718577$ $R^2=0,927$	$y=2E-05x^3-0,1006x^2+191,55x-121577$ $R^2=0,6397$	$y=0,0002x^2-0,7572x+753$ $R^2=0,5061$	$y=0,0002x^2-0,7934x+788,56$ $R^2=0,5111$
природні деревоостани Копищанського ПНДВ	$y=0,0015x^2-5,9364x+6061,2$ $R^2=0,9484$	$y=0,0112x^2-44,796x+44957$ $R^2=1,0$	$y=0,0124x^2-49,669x+49795$ $R^2=0,9926$	$y=0,0031x^2-12,414x+12526$ $R^2=0,7944$

Як паприклад використання аналогічних формул, наведемо модель прогнозу подальшого розвитку деревостанів в умовах Селезівського ПНДВ, де проведено спостереження у насадженнях після проходження лісової пожежі та без неї.

В насадженні, пройденій лісовою пожежею, прогноз подальшого приросту описується рівнянням:

$$y = -0,0051x + 10,911; R^2 = 0,291$$

Визначено, що надалі радіальний приріст буде знижуватися в обох насадженнях, що очевидно при їх значному віці. Прогнозна модель приросту деревостанів в лісорослинних умовах Селезівського та Перганського ПНДВ після лісових пожеж й відпаду наступна. В таблиці 3.8 видно, що найвищий коефіцієнт апроксимації спостерігався після лісової пожежі на 2-3 рік в обох ПНДВ. Це ще раз підтверджує вірність нашого припущення щодо впливу сонячної активності на приріст деревостанів після лісових пожеж, формування пожежної підсушини й подальшого їх відпаду.

Таблиця 3.8

Прогнозована модель просту природних соснових деревостанів в лісорослинних умовах Пергаського, Копищанського, Селезівського ПНДВ Поліського природного заповідника

Місцезнаходження ділянки	Відпад після пожежі 2025, 2026 рр.			
	1	2	3	4
Селезівське ПНДВ	$y=0,012x-22,47$ $R^2=0,4209$	$y=0,0296x-57,196$ $R^2=0,9221$	$y=-0,0315x+62,489$ $R^2=0,5421$	$y=0,0116x-22,233$ $R^2=0,3649$
Перганське ПНДВ	$y=-0,003x^2+11,78x-11561$ $R^2=0,8347$	$y=0,144x-288,76$ $R^2=0,8728$	$y=0,0002x^2-0,8628x+866,57$ $R^2=0,8498$	$y=9E-05x^2-0,3759x+376,23$ $R^2=0,4805$
Копищанське ПНДВ	$y=0,0124x^2-49,669x+49795$ $R^2=0,9926$	$y=0,0031x^2-12,414x+12526$ $R^2=0,7944$	$y=0,0004x^2-1,5537x+1553,3$ $R^2=0,9014$	$y=2E-05x^3-0,1006x^2+191,55x-121577$ $R^2=0,6397$

Наведені формули мають прогностичне значення, за допомогою яких є можливість розрахувати величину приросту, його середньоквадратичного відхилення з варіацією на будь-який період онтогенезу деревостану сосни звичайної. Причому слід зазначити, що ці розрахунки можна виконувати в будь-який період сонячної активності, і навіть прогнозувати ймовірний стан сосни звичайної після лісових пожеж на межі формування пожежної підсушини при прямому впливі теплового випромінювання від пожежі на стовбури дерев.

ВИСНОВКИ

1. Дендрохронологічний аналіз деревостанів сосни звичайної, що зростають в умовах Перганського та Копишанського ПНДВ Поліського природного заповідника в лісорослинних умовах A_{1-2} , показав, що в середньому період інтенсивного зростання досліджуваних сосняків становить 15-20 років, після чого відзначається зниження впливу фактора віку на величину ширини річного кільця.

2. У Філії «Овруцьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України», в лісорослинних умовах A_{1-2} збільшення радіального приросту відзначається після проведення першого прийому рубок догляду у віці 25-30 років та у віці 30-35 років.

3. Досліджено в ході аналізу даних за 70-річний період факт загущеності соснових деревостанів в лісорослинних умовах A_{1-2} філії «Олевське лісове господарство» ДП «Ліси України» на контрольних пробних площах, а також високі значення повноти деревостанів (0,9 – 1,0) після проведення 5 прийомів рубок догляду сильної інтенсивності зріджування, є підтвердженням того, що при розробці лісогосподарських заходів які спрямованих на підвищення захисних функцій та біологічної стійкості лісів, зокрема рубок догляду, у загущених природних соснових деревостанах лісорослинних умов A_{1-2} зони Центрального Поліся України і Житомирщини зокрема, густота (повнота) насадження має бути одним із головних показників для підбору оптимального режиму зріджування.

4. Виявлені, в результаті проведених досліджень високі значення відносної повноти соснових деревостанів, що досягають значення 0,9 – 1,0, та інші отримані нами дані свідчать про необхідність уточнення стандартних таблиць ходу росту в умовах зони Центрального Полісся України.

5. Проведений дендрохронологічний аналіз даних у загущених сосняках лісорослинних умов A_{1-2} Філії «Народицьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України» виявив, що після проведення в них рубок догляду сильної інтенсивності зріджування відзначається загальна закономірність збільшення, порівняно з контрольними пробними площами, значення ширини річного кільця в кожний наступний 10-річний період після прийому рубки, при цьому можна виділити періоди з 1948 по 1960 рр., коли спостерігається найбільша реакція аналізованого показника на рубки догляду.

6. Визначено, що дендрохронологічний аналіз впливу рубок догляду помірної інтенсивності зріджування на деревостани сосни звичайної в лісорослинних умовах A_{1-2} , B_{2-3} Філії «Коростенське лісомисливське господарство» ДП «Ліси України» не виявив істотних відмінностей у значеннях ширини річного кільця та його індексах між контрольними пробними площами та пробними площами з проведеними рубками догляду, тому робити висновки у позитивному впливі рубок догляду помірної інтенсивності на радіальний приріст сосни звичайної, що росте в лісорослинних умовах A_{1-2} , B_{2-3} Філії «Коростенське лісомисливське господарство» ДП «Ліси України» на даному етапі їх розвитку не є можливим. Необхідно і в подальшому продовжити дослідження з цього питання.

7. В результаті проведеного дендрокліматичного аналізу встановлено зниження впливу, за останні 15 років, температури повітря та опадів у травні –

червні на ширину річного кільця дерев сосни в загущених соснових деревостанах А₁₋₂ філії «Олевське лісове господарство» ДП «Ліси України» з проведеним в них рубками догляду сильної інтенсивності зріджування (35,7% по запасу), що підтверджуються статистично достовірною кореляцією отриманих показників. Це є підставою для констатації позитивного ефекту рубок догляду сильної інтенсивності зріджування в загущених сосняках сухих лісорослинних умов та зниження взаємозв'язку радіального приросту сосни звичайної з впливом кліматичних факторів.

8. Встановлено відмінності у виявлених взаємозв'язках ширини річного кільця з кліматичними показниками (опаді та температура) в лісорослинних умовах А₁₋₂ філії «Олевське лісове господарство» ДП «Ліси України» у дерев на контрольних пробних площах та на пробних площах з проведеними рубками догляду відсутні, що вказує на відсутність, на даному етапі їх розвитку, суттєвого впливу рубок догляду з інтенсивності зрідження 20% за запасом.

9. Визначено, що в умовах сучасного ведення лісового господарства з проведенням 5 прийомів рубок догляду з економічної та практичної точки зору є не вигідним.

10. За результатами проведених досліджень ми рекомендуємо проведення рубок догляду в соснових деревостанах лісорослинних умовах А₁₋₂, В₂₋₃ в один-два прийоми з наступним проведенням в них прохідних рубок для догляду за підростом.

11. Встановлено, що перший прийом рубок догляду рекомендується проводити у віці 20-25 років сильної інтенсивності зріджування (26-35% за запасом) низовим методом. Другий прийом слід проводити у віці 40-50 років з інтенсивністю зріджування 26-35% за запасом низовим методом зі зниженням відносної повноти деревостану до 0.7-0.8 з подальшим проведенням тільки санітарних рубок в поєднанні з доглядом за підростом. При цьому виді догляду, загущеними слід вважати деревостани, густота яких на 25% і більше перевищує нормативні значення у відповідному віці за таблицями ходу росту.

12. Дендрохронологічний аналіз сосни звичайної, що росте в умовах Перганського, Селезівського, Копищанського ПНДВ Поліського природного заповідника нами виявлено особливості її росту в лісорослинних умовах А₁₋₂, В₂₋₃. Встановлено, що період інтенсивного зростання сосняків становить 25-35 років, після чого відмічається зниження впливу фактора віку на величину ширини річного кільця.

13. За даними проведеного дендрокліматичного аналізу деревно-кільцевих хронологій сосни звичайної нами встановлено, що на ширину річного кільця найбільше впливає кліматичний сигнал температури та найменшою мірою – опадів.

14. Визначено, що перша половина вегетаційного сезону повністю визначає ширину річного кільця. Спекотні травень та червень негативно впливають на радіальний приріст сосни звичайної, що росте в лісорослинних умовах Поліського природного заповідника, а опади навпаки, сприяють формуванню ширших річних кілець. При цьому основний внесок у мінливість ширини річного кільця робить саме температура повітря.

15. Визначено, що дендрохронологічний та дендрокліматичний аналіз деревостанів сосни звичайної із пожежними підсушинами показав відмінності всередині дерева між двома порівнюваними радіусами. Встановлено, що сторона стовбура із пожежною підсушиною характеризується зменшенням річного приросту, зміною характеру динаміки річного приросту (зменшенням синхронності із протилежною стороною стовбура). Крім цього, виявлено відмінності в кліматичному сигналі в межах стовбура пошкоджених вогнем дерев. Визначено, що пошкоджена вогнем сторона стовбура має більш активний приріст на початку вегетації (у травні), і є більш чутлива до кліматичних факторів (температури та опадів) у цей період. Це може бути пов'язане з перерозподілом метаболітів всередині стовбура. Визначено, що неушкоджена сторона стовбура має кліматичний сигнал, подібний до загального кліматичного сигналу у дерев у районі дослідження.

16. Проведені дослідження в природних сосняках Філії «Спеціалізоване лісогосподарське підприємство» ДП «Ліси України» показали, що навіть після проведення 5 прийомів рубок сильної інтенсивності, насадження характеризується як загущене з повнотою 0,78. Причому контрольні дерева перевищували приріст деревини на пробній площі спочатку. Після першого і другого прийому рубок, приріст на пробі збільшився і був більшим, ніж на контролі, але його початкове перевищення зростання збереглося протягом спостережень. В останній період, після п'ятого прийому рубки, приріст на пробній ділянці був більшим порівняно з контролем, але в підсумковому значенні відставав від контролю на 4,35%. Після проведених прийомів рубок в насадженні був прискорений приріст за всіма роками спостережень. Найбільший приріст спостерігався з початку життя насадження і до першого прийому рубки, причому максимальні значення ознаки перевищували його значення по всіх періодах насадження. Не можна однозначно сказати, що з віком радіальний приріст поступово знижується, його зміни можна охарактеризувати як стрибкоподібні. Перший період життя дерев описується як асиметричний, що підтверджується показниками експесу. Показники приросту в період мають ненормальний розподіл, тобто ознака сильно варіабельна. Незначна асиметрія є лише третьому періоді, коли розподіл ознаки носить нормальний розподіл. В інших періодах асиметрія близька до значної. Виявлено циклічність у зростанні дерев, цикл становить від 9 до 15 років. Дослідження у цьому насадженні потрібно продовжити оскільки не отримано відповіді на питання, чому у контрольному насадженні при більш загущеному стані дерев і проведення зріджування, спостерігалися більші значення радіального приросту за всіх інших аналогічних умов місцеобитання.

17. В результаті проведеного дендрокліматичного аналізу встановлено зниження впливу за останні 15 років температури та опадів червня на ширину річного кільця сосни в загущених соснових деревостанах Філії «Олевське лісове господарство» ДП «Ліси України» з проведенням в них рубками догляду сильної інтенсивності зріджування (35,7% за запасом), що є основою для ствердження позитивного ефекту рубок догляду сильної інтенсивності та зрідження в

загущених сосняках, зниження взаємозв'язку радіального приросту з кліматичними факторами.

18. Визначено, що в штучних сосняках Філії «Олевське лісове господарство» на момент досліджень на величину середнього радіального приросту до проведення рубок помірної інтенсивності, на 8,6% перевищувала аналогічний показник на контролі, після рубок – на 58,0%. Хоча середні показники за всі роки спостережень на пробній площі були більшими на 13,2%, ніж на контролі, явно виділяється прискорення зростання дерев після проведення рубок, коли приріст збільшувався більш ніж у 2 рази. Після проведення рубки догляду радіальні прирости на пробній площі були більшими, ніж на контролі за цей же період. Максимальні значення даної ознаки склали 1,58 мм., тоді як на контролі за період після проведення рубок догляду на пробній площі – 1,20 мм.

19. Встановлено, що за індексною оцінкою максимум сонячної активності припадає 28,6% максимального приросту, 71,4% - період спаду. Фази сонячної активності за мінімального приросту різноманітніші – 30,0% посідає максимуми, 20,0% - на ділянку спаду і 50% - на частину зростання. Отже, за максимальної сонячної активності, приріст сосни спостерігається як із найбільшими, так і з найменшими значеннями. На ділянках спаду, спостерігається максимальний приріст сосни, але в межах зростання, дерева мають найменший приріст. Проведений кореляційний аналіз між показниками приросту сосни і факторами середовища (середні температури вегетаційного періоду та річна), а також між числами Вольфа (сонячна активність) показав, що є тісний негативний кореляційний зв'язок, значущий на рівні $p < 0,005$, між середніми показниками температури і 0,7 (2,4). Зв'язок між інтенсивністю сонячного впливу та приростом дуже слабкий ($R=0,06$).

20. Досліджено, що проведений аналіз по радіальному приросту протягом всього циклу, який спостерігається, виявив формули, за якими можливий прогноз приросту на будь-який період існування насадження сосни звичайної в умовах Поліського природного заповідника. За спостереженнями протягом всього періоду життя насадження в лісорослинних умовах Селезівського ПНДВ, рівень достовірності апроксимації має середнє значення – $R^2 = 0,599$. При виявленні взаємозв'язку між найбільшими приростами за циклами життя деревостанів, зі збільшенням віку дерев, достовірність апроксимації R^2 досягає 0,891, тоді як в молодому віці вона змінюється від 0,365 до 0,429. В лісорослинних умовах Перганського ПНДВ Поліського природного заповідника, лісові пожежі 2025, 2026 років значно вплинуло на формування пожежної підсушини та радіальний приріст соснового деревостану. В результаті проведених досліджень нами отримано рівняння апроксимації до та після проходження лісових пожеж 2025, 2026 років, причому коефіцієнт достовірності досить високий – $R^2 = 0,8347-0,873$.

21. В результаті досліджень в лісорослинних умовах Поліського природного заповідника нами було вивелено формули математичного моделювання, що мають практичне значення, за допомогою яких є можливість розрахувати величину приросту, середнє квадратичне відхилення на будь-який період життя соснового деревостану. При виявленні найбільшого приросту за вказаними формулами в цих деревостанах, а також інших деревостанах, що близьких за

віком та розташованих в лісорослинних умовах A_{1-2} , B_{2-3} , можна планувати середньорічний приріст деревостану, оцінювати його лісопатологічний та постпірогенний стан.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ:

1. Алексеев В. А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев. Лесоведение. 1989. №4. С. 51–57.
2. 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.
3. Баюра О. М. Посухостійкість ясена звичайного (*Fraxinus excelsior* L.) та його декоративних форм в умовах Правобережного лісостепу України. Науковий вісник НЛТУ України. 2011. Вип. 21.1. С. 33–38.
4. Баюра О. М., Шлапак В. П. Аналіз класифікаційних систем роду *Fraxinus* L. Науковий вісник НЛТУ України. 2011. Вип. 21.5. С. 59–64.
5. Береженко Ж. І. Ефективність застосування інсектицидів проти чорного ясеневого пильщика у пожезахисних лісових смугах. Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія «Фітопатологія та ентомологія». 2015. № 1–2. С. 17–20.
6. Береженко Ж. І. Трофічні зв'язки листогризів з ряду лускокрилі (*Lepidoptera*) у пожезахисних лісових смугах Лівобережного Лісостепу України. Вісник ХНАУ. Серія «Фітопатологія та ентомологія». 2014. №1–2. С. 15–22.
7. Битвинская Т. Т. Дендроклиматические исследования. Л.: Гидрометеиздат, 1974. 170 с.
8. Бугайов С. М., Пастернак В. П. Особливості формування та хід росту вільхових насаджень лівобережного лісостепу України: монографія. Х.: ХНАУ, 2020. 207 с.
9. Ворон В. П., Коваль І. М., Лещенко В. О. Динаміка радіального приросту сосни під впливом викидів Зміївської теплової електростанції. Науковий вісник НЛТУ України. 2011. Вип. 21(14). С. 60–66.
10. Ворон В. П., Ткач О. М., Коваль І. М., Сидоренко С. Г. Зміни радіального приросту в пошкоджені пожежею сосновому деревостані в західному Поліссі. Науковий вісник НЛТУ України. 2017. Вип. 27(9). С. 56–59.
11. Генсірук С. А. Ліси України. Львів: Наук. Тов. ім. Шевченка, Укр. держ. лісотехнічний університет, 2002. 496 с.
12. Гордієнко М. І., Гордієнко Н. М. Лісівничі властивості деревних рослин. К.: Вістка, 2005. 819 с.
13. Демаков Ю. П. Диагностика устойчивости лесных экосистем (методологические и методические аспекты). Йошкар-Ола, 2000. 416 с.
14. Загальна характеристика лісів України [електронний ресурс]. http://dklg.kmu.gov.ua/forest/control/uk/publish/article?art_id=62921&cat_id=32867
15. Коваль І. М., Андреева О. Ю. Динаміка радіального приросту сосни звичайної в осередках рудого соснового пильщика в Поліссі. Лісівництво і агролісомеліорація. 2009. Вип. 116. С. 62–69.
16. 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. Лісівництво і агролісомеліорація. 2015. 126. С. 202–211.

17. Коваль І. М., Борисова В. Л. Реакція на зміни клімату радіального приросту ясен звичайного в насадженнях Лівобережного Лісостепу. Науковий вісник НЛТУ України. 2019. Т. 29, № 2. С. 53–57.

18. Коваль І. М., Браунинг А., Воронін В. О., Невмивака М. А., Токарева Н. А. Особливості формування шарів ранньої, пізньої та річної деревини дуба звичайного в насадженні Лівобережного Лісостепу України. Збірник наукових статей XIV Всеукраїнських наукових Таліївських читань. 2018. С. 61-64.

19. Коваль І. М., Сидоренко С. Г., Невмивака М. О. Післяпірогенний розвиток молодого соснового насадження в Лісостепу. Людина та довкілля. Проблеми неоекології. 2018. Вип. 30. С. 123-129.

20. Кошеляєва Я. В., Коваль І. М. Радіальний приріст дерев берези повислої, уражених бактеріальною водяною, в зеленій зоні м. Харкова. Лісівництво і агролісомеліорація. 2017. Вип. 130. С. 208-214.

21. Levchenko V. B., Shulga I. V., Fuchilo Y. D., Karpovych M. S., Romanyuk A. A., Hornovska S. V. Phytopatological monitoring of dangerous outbreaks disease of forest trees with use method of changing radial increments in the conditions of the Polisky nature reserve. DOI 10.26886/2520-7474.1(55)2023.1. Paradigm of knowledge № 1(55), 2023. Edition address: Zeil 12, 60313 Frankfurt, Germany P. 5-53.

22. Levchenko V. B., Shulga I. V., Fuchilo Y. D., Romanyuk A. A., Karpovych M. S., Hornovska S. V. Methodology for assessing the pathological impact of diseases and forest pests on the sanitary condition of forests in the conditions of forestry blanches of the Central interregional forestry and hunting menegment and Nature protection research Department of the Polissky nature reserve. Innovative Solutions In Modern Science № 5(60), 2023. DOI:10.26886/2414-634X.5(60)2023.2. Edition address: 901 Dick Rm 238 City Buffalo, State of New York 14225. P. 28 – 64.

23. Levchenko V. B., Shulga I. V., Fuchilo Y. D., Gurzhii R. V., Romanyuk A. A., Belska O. V. Fall of Pine phytomass after large scale forest fires in the conditions nature protection scientific research departments Polisky nature reserve. Paradigm of knowledge № 1(59), 2024. DOI 10.26886/2520-7474.1(59)2024.1. Edition address: Zeil 12, 60313 Frankfurt, Germany. S. 5 – 32.

24. Levchenko V. B., Shulga I. V., Romanyuk A. A., Hornovska S. V., Makarchuk Y. I. Innovative methodological aspects of forest pathological monitoring using meteorological information in forest management conditions of the Polissya nature reserve. Paradigm of knowledge № 1(65), 2025. DOI 10.26886/2520-7474.1(65)2025.1 Edition address: Zeil 12, 60313 Frankfurt, Germany. S. 5 – 47.

25. Levchenko V. B., Shulga I. V., Fuchilo Y. D., Romanyuk A. A., Trofimenko P. I., Hornovska S. V., Karpovych M. S., Belska O. V. Dendro-botanical indication of the Forest pathological impact of pathogens of Root sponge, Pine sponge, postpirogenesis from the effects of Forest Fires on the radial growth of Scots Pine in the conditions of the Polissky nature reserve. Innovative Solutions In Modern Science. № 4(68), 2025. DOI 10.26886/2414-634X.4(68)2025.1 New York, USA. P. 1-38.

26. Trofymenko P. I., Trofymenko N. V., Levchenko V. B., Machulsky H. M., Romanyuk A. A., Pinchuk O. V., Fuchilo Y. D., Kotlyarevska U. M., Hornovska S. V. Scientific and analytical substitution of parametrs of risk models of the occurrence and spread of the causant of Septoriossis (*Septoria tritici blotch*, *STB*) on the example of

winter wheat in Ukraine and Europe in the context of climate change dynamics dy 2050. Innovative Solutions In Modern Science. № 5(69), 2025. DOI 10.26886/2414-634X.5(69)2025.1 1 New York, USA. P. 5 – 41.

27. Levchenko V. B., Shulga I. V., Fuchilo Y. D., Romanyuk A. A., Trofimenko P. I., Koliada A. M., Hornovska S. V., Karpovych M. S., Kotlyarevska U. M., Zhuravska I. A., Methodologies and scientific and practical innovations of the application of digital modeling for the analysis of meteorological information regarding fores pathological, forest entomological, forest pyrological monitoring in the conditions of nature conservation scientific and research departments of the Polisky nature reserve and SE «Snovskrayagrolishosp». Paradigm of knowledge № 1(71), 2026. DOI 10.26886/2520-7474.1 (71)2026.2. Frankfurt, Germany. S. 24 – 82.

28. Trofymenko P. I., Belenok V. Yu., Poralo R. S., Stakhiv I. R., Melnyk O. S., Levchenko V. B. Index-based assessment of agro-landscape degradation using remote sensing data under explosive impacts. XIX International Scientific Conference «Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment». Monitoring 2026 20–24 April 2026, Kyiv, Ukraine. S. 34 – 38.

29. Levchenko V. B., Trofymenko P. I., Pinchuk O. V., Sergeeva D. F., Ryabchenko S. I., Dogotter A. G. Pyrological analysis of the combustibility of forests of Zhytomyr and Chernihiv regions using the example of the Polissya Nature Reserve, SE «Snovskrayagrolisgosp» in the context of military operations. <https://doi.org/10.64828/conf-119-2026> Modern Research and Education: proceedings of the International scientific and practical conference (May 2-4, 2026). – Warsaw, Poland: naukainfo.com, 2026. P. 172 – 185. URL: <https://naukainfo.com/conference?id=119>

30. Levchenko V. B., Hurzhii R. V., Sydorenko S. H., Lashchenko A. H., Sydorenko S. V. Dynamics of surface fuel accumulation in Scots pine(*Pinus sylvestris* L.) forests of green zones of the cities of Kyiv and Kharkiv. DOI: 10.2478/ffp-2026-0001 Folia Forestalia Polonica, Series A – Forestry, 2026, Vol. 68 (1). P. 1-8.

31. Левченко В. Б., Левандовська О. В. Діагностика лісопатологічного стану соснових лісів дендрохронологічним методом в умовах Поліського природного заповідника. II-а Всеукраїнська наукова конференція Ефективність агротехнологій в зоні Полісся України. (м. Житомир, 17 - 18 листопада 2022 р.) – Житомир: 2022. с. 70 – 73.

32. Левченко В. Б., Шульга І. В., Трофименко П. І., Романюк А. А., Мачульський Г. М. Біометрія в лісовому господарстві з основами математичної статистики. Навчальний посібник для студентів спеціальності 205 «Лісове господарство». За ред. кандидата с.-г. наук, доцента В. Б. Левченко: - Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2026 р. - 288 с., іл.

33. Левченко В. Б., Шульга І. В., Трофименко П. І., Романюк А. А., Коляда А. М., Мачульський Г. М., Ткаченко М. В. Дендроіндексація з основами біометрії лісових екосистем. Навчальний посібник для здобувачів освіти спеціальності Н1 «Агрономія», Н4 «Лісове господарство», освітньо-професійного ступеня передвищої освіти (фаховий молодший бакалавр), першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, другого (магістерського) рівня вищої освіти. За ред. кандидата с.-г.

наук, доцента В. Б. Левченко: - Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2026 р. – 152 с., іл.

34. Левченко В. Б., Слободняк В. Л., Соменок М. М., Стельмх А. В. Вплив водного режиму ґрунтів на ріст і продуктивність сосни звичайної в умовах Поліського природного заповідника. «ЗАХИСТ ВОДНИХ РЕСУРСІВ - ГЛОБАЛЬНІ ВИКЛИКИ, ЗАГРОЗИ ОПУСТЕЛЮВАННЯ ТЕРИТОРІЙ, МІЖНАРОДНІ ЗОБОВ'ЯЗАННЯ ДЕРЖАВ СВІТУ»: тези доповідей - здобувачів вищої освіти та інших учасників освітнього процесу за результатами щорічного тематичного «круглого столу» на обліково-фінансовому факультеті 22 березня 2023 року / [електронне наукове видання]. Миколаївський національний аграрний університет. - Миколаїв: МНАУ, 2023. с. 24-28.

35. Левченко В. Б., Шемет О. І. Продуктивність соснових деревостанів в контексті погодно-кліматичних змін в умовах Поліського природного заповідника. Сучасний стан, проблеми і перспективи лісівничої освіти, науки та виробництва: матеріали III Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (Біла Церква, 14 квітня 2023 р.). – Біла Церква: БНАУ, 2023. с. 125 – 129.

36. Левченко В. Б., Гуржій Р. В., Гулик І. Т., Рябко Я. М. Лісопатологічний стан та дендрохронологічний моніторинг сосни звичайної в умовах Поліського природного заповідника. Матеріали 73-ої науково-технічної конференції професорсько-викладацького складу, наукових працівників, докторантів та аспірантів за підсумками наукової діяльності у 2022-2023 роках (5 грудня 2023 року). – Львів: РВВ НЛТУ України, 2023. с. 70 - 72.

37. Матвеев С. М. Динамика поздней древесины сосны обыкновенной в различных лесорастительных условиях. Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2005. № 4. С. 70–75.

38. Матейко І. М. Фітомаса та депонований вуглець дерев і деревостанів ясена звичайного в Правобережному Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: 06.03.02 «Лісовпорядкування і лісова таксація». Київ, 2012. 22 с.

39. Мелехов И. С. Значение структуры годичных слоев и ее динамики в лесоводстве и дендроклиматологии. Лесн. журн. 1979. № 4. С. 6–14.

40. Мигунова Е. С. Лесная типология, школа В. В. Докучаева и вопросы географии. Х.: Новое слово, 2009. 304 с.

41. Назаренко В. В., Пастернак В. П. Закономірності формування типів лісу Лісостепу Харківщини: монографія. Х.: Планета-Прінт, 2016. 190 с.

42. Нормативно-справочные материалы для таксации лесов Украины и Молдавии. К.: Урожай, 1987. 560 с.

43. Остапенко Б. Ф., Воробьев Д. В. Основы лесной типологии. Х.: ХНАУ, УкрНДЛГА, 2014. 362 с.

44. Пробні площі лісовпорядні. Метод закладання: СОУ 02.02-37-476: 2006. [Введ. з 2006-12-26]. К.: Мінагрополітики України, 2006. 32 с.

45. Санітарні правила в лісах України: Затв. Наказом Міністерства аграрної політики та продовольства від 26.10.2016 № 756 [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-95-п> (дата звернення

01.02.2020 р.) в редакції постанови Кабінету Міністрів України від 26 жовтня 2016 р. № 756

46. Строчинський А. А. та ін. Лісотаксаційний довідник [за ред. С. М. Кашпора, А. А. Строчинського]. К.: Вид. дім "Вінніченко", 2013. 496 с.

47. Товстуха О. В. Вікова структура соснових лісів ДП «Шосткинське ЛГ». Лісівництво і агролісомеліорація. 2012. Вип. 120. С. 55–63.

48. Bjorklund, J., Rydval, M., Schurman, J. S., Seftigen, K., Trotsiuk, V., Jandaa, P., Mikolas, M., Dusatko, M., Cada, V., Bace, R., & Svoboda, M. (2019). Disentangling the multi-faceted growth patterns of primary *Picea abies* forests in the Carpathian arc. *Agricultural and forest meteorology*, 271, 214–224. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2019.03.002>. [in English].

49. Buras, A., Spyt, B., Janecka, K., & Kaczka, R. (2018). Divergent growth of Norway spruce on Babia Gora Mountain in the western Carpathians. *Dendrochronologia*, 50, 33–43. <https://doi.org/10.1016/j.dendro.2018.04.005>. [in English].

50. Burri, S., Haeler, E., Eugster, W., Haeni, M., Etzold, S., Walthert, L., Braun, S., & Zweifel, R. (2019). How did Swiss forest trees respond to the hot summer 2015?. *Erde*, 150(4), 214–229. <https://doi.org/10.12854/erde-2019-420> [in English].

51. Holeksa, J., Zielonka, T., Zywiec, M., & Fleischer, P. (2016). Identifying the disturbance history over a large area of larch–spruce mountain forest in Central Europe. *Forest ecology and management*. P. 318–327. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.11.031>. [in English].

52. Cook E., Holmes R. Guide for Computer Program ARSTAN, Adapted from Users Manual for Program ARSTAN. Laboratory of Tree-Ring Research.-University of Arizona, 2015. - P. 65.

53. Holubchak, O., Korol, S., Melnychuk, I., & Prykhodko, M., (2019). Optimization of forest ecosystem recreational services formation in conditions of decentralization in Ukraine. *Advances in Economics, Business and Management Research: 2019 7th International Conference on Modeling, Development and Strategic Management of Economic System (MDSMES 2019)*. Ivano-Frankivsk, Ukraine, pp. 227–231. <https://doi.org/10.2991/mdsmes-19.2019.43>. [in English].

54. Koval, I. M. (2006). Dendrochronology in Ukraine: Retrospectives and Prospects for Development. *Forestry, forestry, paper and wood industry. Interagency Scientific and Technical Collection*, 31, 221–227. [In Ukrainian].

55. Koval, I. M. (2006). Dendrokhnolohiia v Ukraini: retrospektyva i perspektyvy rozvytku. *Forestry, forestry, paper and woodworking industries*, 31, 221–227. [In Ukrainian].

56. Levchenko V. B., Shulga I. V., Ivanyk I. D., Romanyuk A. A., Rusetskaya N. M. *Innovative forest and biologikalmethods of entomological monitoring of trumpet pest in the conditions of the Pergan nature cjservation research department of Poliska nature reserve*. DOI 10.26886/2520-7474.1(51)2022.1. Paradigm of knowledge № 1(51), 2022. Crossref (США), CORE (Великобритания), Bielefeld Academic Search Engine (BASE) (Германия), ResearchBib (Япония), WorldCat (США), Scientific Indexing Services (США), Citefactor (Канада), Google Scholar (Search). P. 5-29. [In Ukrainian].

57. Levchenko V. B., Shulga I. V., Fuchilo Y. D., Karpovych M. S., Romanyuk A. A., Belska O. V. *Forest pathological monitoring of pine stands in the conditions of the Pergans scientific and research nature protection department Polissky nature reserve*. Innovative Solutions In Modern Science № 3(55), 2022. DOI 10.26886/2414-634X.3(55)2022.2. Edition address: 901 Dick Rm 238 City Buffalo, State of New York 14225. Ulrichs Periodikals Directory (CIIA), Crossref (CIIA), CORE, (Великобританія), Bielefeld Academic Search Engine (BASE), (Німеччина), ResearchBib (Японія), WorldCat (CIIA), Citefactor (Канада), Scientific Indexing Services, (CIIA), Google Scholar (Search). P. 18-62. [In Ukrainian].
58. Levchenko V. B., Shulga I. V., Fuchilo Y. D., Karpovych M. S., Romanyuk A. A., Hornovska S. V. *Phytopathological monitoring of dangerous outbreaks disease of forest trees with use method of changing radial increments in the conditions of the Polisky nature reserve*. DOI 10.26886/2520-7474.1(55)2023.1. Paradigm of knowledge № 1(55), 2023. Crossref (CIIA), CORE (Великобританія), Bielefeld Academic Search Engine (BASE) (Германія), ResearchBib (Японія), WorldCat (CIIA), Scientific Indexing Services (CIIA), Citefactor (Канада), Google Scholar (Search). P. 5-53. [In Ukrainian].
59. Lovelius, N. V., & Grican, Ju. I. (1998). Forest ecosystems of Ukraine and heat and moisture supply. Neva, Saint Petersburg. [in English].
60. Lovelius, N. V., & Gritcan, Iu. I. (1998). Lesnye ekosistemy Ukrainy i teplovлагообеспеченность. St. Petersburg: Neva, 335 p. [in English].
61. Makarenko, C. C. (2018). Assessment of forestry activity of Ukraine in the context of time requirements. Economy and society, 19, 472–483. [In Ukrainian].
62. Makarenko, C. C. (2018). Otsinka diialnosti lisovoho hospodarstva Ukrainy u konteksti vymoh chasu. Economy and society, 19, 472–483. [In Ukrainian].
63. Науковий вісник НЛТУ України, 2020, т. 30, № 3 Scientific Bulletin of UNFU, 46 2020, vol. 30, no 312. Matjushevskaja, E. V. (2017). Variability factors for radial tree growth. Belarusian State University, Minsk. [in English].
64. Matiushevskaja, E. V. (2017). Faktory izmenchivosti radialnogo prirosta derevev. (Kiseleva, V. N. Scientific Ed.). Minsk: BGU, 231 p. [In Russian].
65. Matskovsky, V. (2016). Climatic signal in tree-ring width chronologies of conifers in European Russia. International journal of climatology, 36(9), 3398–3406. <https://doi.org/10.1002/joc.4563>. [in English].
66. Myskow, E., Blas, M., Sobik, M., Godek, M., & Owczarek, P. (2019). The effect of pollutant fog deposition on the wood anatomy of subalpine Norway spruce. European journal of forest research, 138(2), 187–201. <https://doi.org/10.1007/s10342-018-01160-4>. [in English].
67. Popa, I., Nechita, C., & Hofgaard, A. (2017). Stand structure, recruitment and growth dynamics in mixed subalpine spruce and Swiss stone pine forests in the Eastern Carpathians. Science of the total environment, 598, 1050–1057. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.04.169>. [in English].
68. Prykhodko, M., Havadzyn, N., Horal, L., Melnychuk, I., & Berlous, M. (2019). Ecosystem Services in the Management System of Ecological Safety of Territorial Units. Advances in Economics. Business and Management Research: 2019 7th International Conference on Modeling, Development and Strategic Management of

Economic System (MDSMES 2019). Ivano-Frankivsk, Ukraine, 90–95. <https://doi.org/10.2991/mdsmes-19.2019.18>. [in English].

69. Schurman, J. S., Babst, F., Bjrkklund, J., Rydval, M., Bace, R., Cada, V., Janda, P., Mikolas, M., Saulnier, M., Trotsiuk, V., & Svoboda, M. (2019). The climatic drivers of primary *Picea* forest growth along the Carpathian arc are changing under rising temperatures. *Global change biology*, 25(9), 3136–3150. <https://doi.org/10.1111/gcb.14721>. [in English].

70. Sedmakova, D., Sedmak, R., Bosela, M., Jezik, M., Blazenec, M., Hlasny, T., & Marusak, R. (2019). Growth-climate responses indicate shifts in the competitive ability of European beech and Norway spruce under recent climate warming in East-Central Europe. *Dendrochronologia*, 54, 37–48. <https://doi.org/10.1016/j.dendro.2019.02.001>. [in English].

71. Shijatov, S. G., Vaganov, E. A., Kirdjanov, A. V., Kruglov, V. B., Mazepa, V. S., Naurzbaev, M. M., & Hantemirov, R. M. (2000). Methods of dendrochronology. Part 1. The basics of dendrochronology. Collection and receipt of tree-ring information. Krasnoyarsk State University, Krasnoyarsk. [in English].

72. Shiiatov, S. G., Vaganov, E. A., Kirdianov, A. V., Kruglov, V. B., Mazepa, V. S., Naurzbaev, M. M., & KHantemirov, R. M. (2000). Dendrochronology methods. Part I. Fundamentals of dendrochronology. Collection and receipt of tree-ring information. Study guide. Krasnoyarsk: KrasSU, 80 p. [in English].

73. Shvedov, F. N. (1892). Tree like a drought record. *Meteorological Bulletin*, 5, 163–178. [in English].

74. Shvedov, F. N. (1892). The tree is like a chronicle of drought. *Meteorological Bulletin*, 5, 163–178. [In Ukrainian].