I. AGRICULTURE AND FORESTRY

DOI 10.26886/2414-634X.5(74)2026.1

UDC: 630*23*228*232.44: 630*2

DENDROINDICATION OF FOREST PATHOLOGICAL, PYROLOGICAL AND POST-PYROLOGICAL STATES, THE INFLUENCE OF WEATHER AND CLIMATE CHANGES, GROWTH, PRODUCTIVITY OF SCOTTISH PINE IN THE FORESTS OF THE BRANCHES OF THE CENTRAL INTERREGIONAL MANAGEMENT OF FORESTRY AND HUNTING SECTOR «FORESTS OF UKRAINE» AND POLISSIA NATURE RESERVE

Valery Levchenko, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

https://orcid.org/0000-0002-3638-1015

e-mail: waleriy07@ukr.net

Yaroslav Fuchylo, Doctor of agricultural sciences, Professor

https://orcid.org/0000-0002-2669-5176

e-mail: fuchylo_yar@ukr.net

Marina Karpovych, Ph. D. Candidate of Agricultural Sciences

https://orcid.org/0000-0002-4159-5499

e-mail: marinakarpovich1990@gmail.com

Alla Romanyuk, teacher of the highest category, teacher-methodologist

https://orcid.org/0000-0002-4497-5972

e-mail: allaromaniuk1960@gmail.com

Oleksandr Pinchuk, Ph. D. Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

https://orcid.org/0000-0002-7692-5785

e-mail: areal67@ukr.net

Svitlana Hornovska, Ph. D. Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

https://orcid.org/0000-0001-8244-3523

e-mail: gornovskayasvetlana@ukr.net

Daria Sergeeva, graduate student of the «Bachelor» level, pre-graduate student

https://orcid.org/0009-0004-5158-5026

e-mail: gigs38216@gmail.com

National University «Chernihiv Colehium» im. T. H. Shevchenko, Ukraine, Chernihiv.

The Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Ukraine, Kyiv.

Malyn Vocational College, Ukraine, Malin.

Zhytomyr Agrotechnical Vocational College, Ukraine, Zhytomyr.

Bila Tserkva National Agrarian University, Ukraine, Bila Tserkva.

The issue of new, scientifically innovative methodological approaches in dendrology, phytopathology, pyrology, forest meteorology, botany, practical forestry regarding the assessment of the harmful effects of pathogens of pine stands, in particular: root fungus of Scots pine, pine fungus, pyrogenesis and postpyrogenesis, the impact of weather and climate changes on the growth and productivity of Scots pine, both in the conditions of the Central Interregional Department of Forestry and Hunting of the State Enterprise «Forests of Ukraine», and in the conditions of the Selezivskyi, Perhanskyi, Kopyshchanskyi Nature Conservation Research Departments (PNDV) of the Polissia nature reserve in the context of wood-ring chronologies, is substantiated. During the period of the conducted research, innovative methodological approaches were tested to indicate the impact of pathogens, pyro and post-pyrogenesis on the

stability of pine stands in the conditions of the nature reserve fund of Ukraine using the example of trial plots of both the Polisшa nature reserve and the forestry branches of the Central Interregional Department of Forestry and Hunting of the State Enterprise «Forests of Ukraine». The effectiveness of the application of the method of wood-ring chronologies, dendro-botanical analysis in maturing and mature Scots pine stands of both the forestry branches of the Central Interregional Department of Forestry and Hunting of the State Enterprise «Forests of Ukraine» and the Polissia nature reserve was analyzed, in terms of determining the dynamics of early and late increments as the main monitoring and indication factors of the physiological, morphological, botanical, dendrological, pyrological and post-pyrological, current productive state of forests. The innovative effectiveness of the dendroindication methodology for the current assessment of the forest pathological, pyrological, and post-pyrogenic state of forests, the impact of weather and climate changes on pine stands, both in the conditions of the forestry branches of the Central Interregional Forestry and Hunting Department and the nature conservation research departments of the Polesie Nature Reserve, has been practically determined.

The subject of the work is the practical testing of the dendroindication methodology for determining the phytopathological, pyrological, post-pyrogenic effects of pathogens of the root fungus of Scots pine, pine fungus, the complex synergistic effects of forest pests, pyrogenic, post-pyrogenic, weather and climatic effects on the physiological, morphological, state of Scots pine in the conditions of the forestry branches of the Central Interregional Forestry and Hunting Department of the State Enterprise «Forests of Ukraine», as well as the nature conservation research departments of the Polissie nature reserve, further assessment of the possibility of practical application of the

proposed innovative methodology for determining the current sanitary state of Scots pine using the results of the analysis of early and late growth in maturing and mature stands of forest vegetation conditions A_{1-3}, B_{2-3}, determination of the scientific and practical effectiveness of the innovative methodology proposed by us regarding the possibility of its further scientific use in the conditions of the forestry branches of the Central Interregional Department of Forestry and Hunting of the State Enterprise «Forests of Ukraine», objects of the Nature Reserve Fund of Ukraine. A practical comparison was made of the results obtained in the branches of the Central Interregional Department of Forestry and Hunting of the State Enterprise «Forests of Ukraine», as well as the Polisiya nature reserve, using the proposed innovative methodology for assessing the forest pathological impact of pathogens of Scots pine root fungus, pine fungus, the complex impact of forest pests, pyrogenic, post-pyrogenic factors, weather and climatic changes on the sanitary condition of forests using the analysis of current increments of wood-ring chronologies, which further allows determining the physiological and immunological state of Scots pine. Testing our proposed methodology for assessing the forest pathological impact of pathogens of Scots pine root fungus, pine fungus, pyrogenic and post-pyrogenic impact from forest fires, weather and climate changes, as well as the impact of forest pests on the sanitary condition of Scots pine using the analysis of increments of wood-ring chronologies as a method of forest pathological indication, determination of the physiological, forest pathological, botanical, immunological, phytoresistant state of forests in forest edatopes of both the Central Interregional Department of Forestry and Hunting of the State Enterprise «Forests of Ukraine» and the nature conservation research departments of the Polissie nature reserve.

The aim of the work is a comprehensive comparative assessment of the practical effectiveness of the innovative methodology proposed by us for determining the forest pathological, pyrogenic and post-pyrogenic state of Scots pine. the impact of weather and climate changes in forest vegetation conditions A_{1-3}, B_{2-3} with the currently existing methods for determining the pathological state of forests, the possibility of its further implementation in the conditions of both the nature conservation research departments of the Polissia nature reserve and the production branches of the State Enterprise «Forests of Ukraine», which are territorially located in the Central Polissya zone of Ukraine.

The main research methods for studying and assessing the practical effectiveness of the proposed innovative methodology for determining the forest pathological impact of the root fungus of Scots pine, pine sponge, the complex impact of forest pests, pyrogenic, post-pyrogenic impact after forest fires, weather and climatic changes on the sanitary condition of forests in the conditions of both the Central Interregional Department of Forestry and Hunting of the State Enterprise «Forests of Ukraine» and the nature conservation research departments of the Polissia nature reserve were:

1. Calculation and analytical for collecting and processing the results of research on the innovative methodology for assessing the forest pathological impact of the pathogens of Scots pine, pine sponge, the complex impact of forest pests, pyrogenic and post-pyrogenic impact of forest fires, weather and climatic changes on the sanitary condition of Scots pine, as well as classical methods of forest pathological monitoring in forest vegetation conditions $A_{1-3,}$ B_{2-3} branches The Central Interregional Directorate of Forestry and Hunting of the State Enterprise «Forests of Ukraine», as well as the nature conservation research departments of the Polissya Nature Reserve.

2. Conducting dendro-botanical, phytopathological, pyrological monitoring of forest stands in conditions A_{1-3}, B_{2-3} by both forestry branches of the Central Interregional Forestry and Hunting Department of the State Enterprise «Forests of Ukraine» and nature conservation research departments of the Polissia nature reserve, comparing the results obtained by us with the results of existing generally recognized methodologies used by research institutions, industrial forest protection enterprises, objects of the nature reserve fund of Ukraine for monitoring forests, identifying signs of damage by pathogens of the root fungus of Scots pine, pine fungus, damage by pests, forest fires, the impact of weather and climate changes, conducting statistical analysis of the results obtained, comparing them with the results of existing methodologies for determining the phytopathological, entomological, post-pyrogenic state of forests of both the Zhytomyr Polissyia subzone and the Central Polissia zone as a whole.

3. Assessment of the representativeness and objectivity of the obtained research results in relation to all objects of both the nature reserve fund and forestry branches and forest superintendents of the Central Polissya zone of Ukraine using the example of branches of the Central Interregional Department of Forestry and Hunting, nature conservation research departments of the Polissia nature reserve.

4. Practical testing of the innovative methodology proposed by us for determining the forest pathological impact of pathogens of the root fungus of Scots pine, pine fungus, forest pests, forest fires on the sanitary condition in forest vegetation conditions of both the Central Interregional Department of Forestry and Hunting of the State Enterprise «Forests of Ukraine» and the Polissia nature reserve.

According to the results of the research, it was found that the dendroindication method for determining the forest pathological impact of

pathogens of Scots pine root fungus, pine fungus, forest pests, and forest fires on the sanitary condition of Scots pine will in the future provide ample opportunities to determine the sanitary, phytopathological, entomological, morphological, botanical, post-pyrogenic condition, growth trends, and productivity of pine forest stands in the conditions of both the Central Interregional Department of Forestry and Hunting of the State Enterprise «Forests of Ukraine» and the nature conservation research departments of the Polssie nature reserve. It has been established that the use of dendroindication of annual Scots pine shoots to determine the forest pathological impact of pathogens of Scots pine root fungus, pine fungus, a complex of forest pests, post-pyrogenic impact of forest fires, weather and climatic changes on the productivity of stands will further provide a practical opportunity to form long-term forecasts of the occurrence of epiphytoses of pathological forest diseases, the spread of forest pests, possible forest fires due to drying and fallowing of the stand. It has been practically proven that the innovative method proposed by us for determining the forest pathological impact of pathogens of Scots pine root fungus, pine fungus, forest pests, post-pyrogenesis after large-scale forest fires, weather and climatic changes on the sanitary condition of Scots pine provides a practical opportunity to carry out preventive measures in advance both in the forestry branches of the Central Interregional Department of Forestry and Hunting of the State Enterprise «Forests of Ukraine» and in the PNDV of the Polessie nature reserve.

The scope of application of the research results is both the forestry branches of the Central Interregional Forestry and Hunting Department of the State Enterprise «Forests of Ukraine», as well as the PNDV of the Polissia nature reserve, objects of the Nature Reserve Fund of Ukraine in the Central Polissia zone of Ukraine.

The conclusions of the research are that due to changes in weather and climatic conditions in the forest-vegetation conditions of the Central Interregional Forestry and Hunting Department of the State Enterprise «Forests of Ukraine», the Polissia nature reserve, such pathogenic pathogens as the root fungus of Scots pine, the pine fungus, have become widespread. Their foci subsequently become the causes of the reproduction of forest pests, and as a result - the decline of pine stands, the occurrence and spread of forest fires. The innovative methodology we have proposed for dendroindicative determination of the forest pathological and morphological state of Scots pine by annual ring growth by selecting and analyzing wood cores in the conditions of forestry branches of the Central Interregional Forestry and Hunting Department of the State Enterprise «Forests of Ukraine», nature conservation research departments of the Polissia nature reserve will in the future provide a practical opportunity to conduct timely forest pathological and morphological monitoring of forests, design and implement measures to prevent the occurrence of epiphytoses of pathogens of Scots pine root fungus, pine fungus, the spread of forest pests, and minimize the risks of forest fires. The specified methodology will in the future provide a practical opportunity to timely and effectively make a forecast of possible foci of occurrence of Scots pine root fungus, pine fungus, and pest reproduction, and will make it impossible for the factor of the occurrence of forest fires due to natural, anthropogenic, and military factors. The practical use of the dendroindication method for determining the pathological impact of pathogens of root fungus of Scots pine, pine fungus, a complex of forest pests, pyrogenic impact in the post-fire period, weather and climatic changes on the sanitary condition of Scots pine will make it possible to predict and determine possible foci of epiphytoses of pathogens of root and pine fungus and, as a result, to prevent the accumulation of forest

combustible materials and the occurrence of forest fires. The practical application of the method for determining the increments of wood-ring indications in the context of the innovative method proposed by us will further allow us to assess both the physiological and botanical state of early and late increments of Scots pine wood, both the physiological and resistant state of the surveyed trees. To predict further preventive measures to limit the spread of the pathogens of the root fungus of Scots pine, pine fungus, the emergence and spread of stem pests, preventing drying, waste, accumulation of forest combustible materials, the impact of weather and climate changes, and as a result - forest fires. The developed methodology for conducting forest pathological monitoring surveys using the dendrochronological method allows for practical morphological and botanical research in the conditions of both the production branches of the State Enterprise «Forests of Ukraine» and the nature conservation research departments of the Polissie nature reserve.

Key words: *forest, dendroindication, forest pathology, forest pyrology, weather and climate changes, radial growth. indication, botany, morphology, monitoring, forecast, forest protection.*

Кандидат сільськогосподарських наук, доцент Левченко В. Б., доктор сільськогосподарських наук, професор Фучило Я. Д., кандидат сільськогосподарських наук Карпович М. С., спеціаліст вищої категорії, викладач-методист Романюк А. А., кандидат сільськогосподарських наук, доцент Пінчук О. В., кандидат сільськогосподарських наук, доцент Горновська С. В., здобувач освітнього ступеня «Бакалавр», дослідник Сергеє Д. Ф.,

Дендроіндекація лісопатологічного, пірологічного й постпірологічного станів, впливу погодно-кліматичних змін, росту, продуктивності сосни звичайної в лісах Філій Центрального

міжрегіонального управління лісового та мисливського господарства ДП «Ліси України», та Поліського природного заповідника/ Національний університет «Чернігівський колегіум» імені Т. Г. Шевченка, Україна, Чернігів; Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків Національної академії наук України, Україна, Київ; Малинський фаховий коледж, Україна, Малин; Житомирський агротехнічний фаховий коледж, Україна, Житомир; Білоцерківський національний аграрний університет, Україна, Біла Церква.

Обґрунтовано питання новітніх, науково - інноваційних методологічних підходів в дендрології, фітопатології, піпрології, лісовій метеорології, ботаніці, практичному лісівництві щодо оцінки шкодочинного впливу збудників хвороб соснових деревостанів зокрема: кореневої губки сосни звичайної, соснової губки, пірогенезу й постпірогенез, впливу погодно-кліматичних змін на ріст, продуктивність сосни звичайної, як в умовах Центрального міжрегіонального управління лісового та мисливського господарства ДП «Ліси України», так й в умовах Селезівського, Перганського, Копищанського природоохоронних науково-дослідних відділень (ПНДВ) Поліського природного заповідника в контексті деревинно-кільцевиї хронологій. За період проведених досліджень проведено апробацію інноваційних методологічних підходів щодо індикації впливу збудників хвороб, піро та постостпірогенезу на стійкість соснових деревостанів в умовах природно-заповідного фонду України на прикладі пробних площ як Поліського природного заповідника, так й лісогосподарських філій Центрального міжрегіонального управління лісового та мисливського господарства ДП «Ліси України». Проаналізовано ефективність застосування методу деревинно-кільцевих хронологій, дендро-

ботанічного аналізу в пристигаючих та стиглих деревостанах сосни звичайної як лісогосподарських філій Центрального міжрегіонального управління лісового та мисливського господарства ДП «Ліси України», так й Поліського природного заповідника, щодо визначення динаміки ранніх та пізніх приростів як основних моніторингово-індекаційних факторів фізіологічного, морфологічного, ботанічного, дендрологічного, пірологічного та постпірологічного, поточного продуктивного стану лісів. Практично визначено інноваційну ефективність застосуванням методології дендроіндикації для поточної оцінки лісопатологічного, пірологічного, постпірогенного стану лісів, впливу на соснові деревостани погодно-кліматичних змін як в умовах лісогосподарських філій Центрального міжрегіонального управління лісового та мисливського господарства, так й природоохоронних науково-дослідних відділень Поліського природного заповідника.

Предметом роботи є практична апробація дендроіндикаційної методології визначення фітопатологічного, пірологічного, постпірогенного впливу збудників кореневої губки сосни звичайної, соснової губки, комплексного синергетичного впливу шкідників лісу, пірогенного, постпірогенного, погодно-кліматичного впливів на фізіологічний, морфоролгічний, стан сосни звичайної в умовах лісогосподарських філій Центрального міжрегіонального управління лісового та мисливського господарства ДП «Ліси України», а також природоохоронних науково-дослідних відділень Поліського природного заповідника, подальша оцінка можливості практичного застосування запропонованої інноваційної методології щодо визначення поточного санітарного стану сосни звичайної з використанням результатів аналізу раннього і пізнього приростів в пристигаючих та стиглих деревостанах лісорослинних умов $A_{1-3,}$ B_{2-}

3, визначення науково-практичної ефективності запропонованої нами інноваційної методології щодо можливості її подальшого наукового використання в умовах лісогосподарських філій Центрального міжрегіонального управління лісового та мисливського господарства ДП «Ліси України», об'єктах природно-заповідного фонду України. Здійснено практичне порівняння отриманих в умовах філій Центрального міжрегіонального управління лісового та мисливського господарства ДП «Ліси України», а також ПНДВ Поліського природного заповідника результатів використання запропонованої інноваційної методології оцінки лісопатологічного впливу збудників кореневої губки сосни звичайної, соснової губки, комплексного впливу шкідників лісу, пірогенного, постпірогенних факторів, погодно-кліматичних змін на санітарний стан лісів з використанням аналізу поточних приростів деревинно-кільцевих хронологій, що в подальшому дає змогу визначити фізіологічний та імунологічний стан сосни звичайної. Апробація запропонованої нами методології оцінки лісопатологічного впливу збудників хвороб кореневої губки сосни звичайної, соснової губки, пірогенного й постпірогенного впливу від лісових пожеж, погодно-кліматичних змін, а також впливу шкідників лісу на санітарний стан сосни звичайної з використанням аналізу приростів деревинно-кільцевих хронологій, як методу лісопатологічної індикації, визначення фізіологічного, лісопатологічного, ботанічного, імунологічного, фіторезистентного стану лісів в лісових едатопах як Центрального міжрегіонального управління лісового та мисливського господарства ДП «Ліси України», так й природоохоронних науково-дослідних відділеннях Поліського природного заповідника.

Метою роботи є комплексна порівняльна оцінка практичної ефективності запропонованої нами інноваційної методології визначення лісопатологічного, пірогенного та постпірогенного стану сосни звичайної. впливу погодно-кліматичних змін в лісорослинних умовах A_{1-3}, B_{2-3} з існуючими на сьогодні методами визначення патологічного стану лісів, можливості її подальшого впровадження в умовах як природоохоронних науково-дослідних відділеннь Поліського природного заповідника, так й виробничих філій ДП «Ліси України», що територіально знаходяться в зоні Центрального Полісся України.

Основними методами досліджень по вивченню та оцінці практичної ефективності запропонованої інноваційної методології визначення лісопатологічного впливу кореневої губки сосни звичайної, соснової губки, комплексного впливу шкідників лісу, пірогенного, постпірогенного вплву після лісових пожеж, погодно-кліматичних змін на санітарний стан лісів в умовах як Центрального міжрегіонального управління лісового та мисливського господарства ДП «Ліси України, так й природоохоронних науково-дослідних відділень Поліського природного заповідника були:

1. Розрахунково-аналітичний по збору і обробці результатів проведених досліджень щодо інноваційної методології оцінки лісопатологічного впливу збудників кореневої губки сосни звичайної, соснової губки, комплексного впливу шкідників лісу, пірогенного й постпірогенного впливу лісових пожеж, погодно-кліматичних змін на санітарний стан сосни звичайної, а також класичних методів лісопатологічного моніторингу в лісорослинних умовах A_{1-3}, B_{2-3} філій Центрального міжрегіонального управління лісового та мисливського господарства ДП «Ліси України», а також

природоохоронних науково-дослідних відділень Поліського природного заповідника.

2. Проведення дендро-ботанічного, фітопатологічного, пірологічного моніторингу лісових деревостанів в умовах A_{1-3}, B_{2-3} як лісогосподарських філій Центрального міжрегіонального управління лісового та мисливського господарства ДП «Ліси України», так й природоохоронних науково-дослідних відділень Поліського природного заповідника, порівняння отриманих нами результатів з результатами існуючих загально визнаних методологій, що використовуються науково-дослідними установами, виробничими лісозахисними підприємствами, об'єктами природно-заповідного фонду України для моніторингу лісів, виявлення ознак ураження збудниками кореневої губки сосни звичайної, соснової губки, пошкодження шкідниками, лісовими пожежами, впливу погодно-кліматичних змін, здійснення статистичного аналізу отриманих результатів, порівняння їх з результатами існуючих методологій визначення фітопатологічного, ентомологічного, постпірогенного стану лісів як підзони Житомирського Полісся, так і зони Центрального Полісся в цілому.

3. Оцінка репрезентативності та об'єктивності отриманих результатів досліджень по відношенню до всіх об'єктів як природозаповідного фонду, так і лісогосподарських філій та надлісництв зони Центрального Полісся України на прикладі філій Центрального міжрегіонального управління лісового та мисливського господарства, природоохоронних науково-дослідних відділень Поліського природного заповідника.

4. Практична апробація запропонованої нами інноваційної методології визначення лісопатологічного впливу збудників кореневої губки сосни звичайної, соснової губки, шкідників лісу,

лісових пожеж на санітарний стан в лісорослинних умовах як Центрального міжрегіонального управління лісового та мисливського господарства ДП «Ліси України», так й Поліського природного заповідника.

За результатами досліджень було встановлено, що денроіндикаційний метод визначення лісопатологічного впливу збудників кореневої губки сосни звичайної, соснової губки, шкідників лісу, лісових пожеж на санітарний стан сосни звичайної в подальшому дасть широкі можливості визначати санітарний, фітопатологічни, ентомологічний, морфологічний, ботанічний, постпірогенний стан, тенденції щодо росту, продуктивності соснових лісових деревостанів в умовах як Центрального міжрегіонального управління лісового та мисливського господарства ДП «Ліси України», так й природоохоронних науково-дослідних відділень Поліського природного заповідника. Встановлено, що застосування дендроіндикації річних простів сосни звичайної для визначення лісопатологічного впливу збудників кореневої губки сосни звичайної, соснової губки, комплексу шкідників лісу, постпірогенного впливу лісових пожеж, погодно-кліматичних змін на продуктивність деревостанів, в подальшому дасть практичну можливість формування довгострокових прогнозів виникнення епіфітотіїй патологічних хвороб лісу,, поширення шкідників лісу, можливих лісових пожеж через всихання та відпад деревостану. Практично доведено, що запропонована нами інноваційна методика визначення лісопатологічного впливу збудників кореневої губки сосни звичайної, соснової губки, шкідників лісу, постпірогенезу після масштабних лісових пожеж, погодно-кліматичних змін на санітарний стан сосни звичайної дає практичну змогу заздалегідь проводити профілактичні заходи як в

лісогосподарських філіях Центрального міжрегіонального управління лісового та мисливського господарства ДП «Ліси України», так й в ПНДВ Поліського природного заповідника.

Сферою застосування результатів досліджень є як лісогосподарські філії Центрального міжрегіонального управління лісового та мисливського господарства ДП «Ліси України», так й ПНДВ Поліського природного заповідника, об'єкти природо-заповідного фонду України зони Центрального Полісся України.

Висновки досліджень полягають в тому, що через зміну погодних й кліматичних умов в лісорослинних умовах Центрального міжрегіонального управління лісового та мисливського господарства ДП «Ліси України», ПНДВ Поліського природного заповідника, такі патогенні збудники хвороб як коренева губка сосни звичайної, соснова губка, набули масового поширення. Їх осередки в подальшому стають причинами розмноження шкідників лісу, і як наслідок – відпад соснового деревостану, виникнення та поширення лісових пожеж. Запропонована нами інноваційна методологія дендроіндикаційного визначення лісопатологічного, морфологічного стану сосни звичайної за приростами річного кільця шляхом відбору та аналізу кернів деревини в умовах лісогосподарських філій Центрального міжрегіонального управління лісового та мисливського господарства ДП «Ліси України», природоохоронних науково-дослідних відділень Поліського природного заповідника в подальшому дасть практичну можливість проводити вчасний лісопатологічний та морфологічний моніторинг лісів, проектувати та здійснювати заходи щодо унеможливлення виникнення епіфітотій збудників кореневої губки сосни звичайної, соснової губки, поширення шкідників лісу, максимально знизити ризики виникнення лісових пожеж. Зазначена методологія в

подальшому дасть практичну змогу вчасно та ефективно скласти прогноз можливих осередків виникнення кореневої губки сосни звичайної, соснової губки, розмноження шкідників, унеможливить фактор виникнення осередків лісових пожеж через природні, антропогенні, військові фактори. Практичне використання дендроіндикаційної методики визначення патологічного впливу збудників кореневої губки сосни звичайної, соснової губки, комплексу шкідників лісу, пірогенний вплив в пост пожежний період, погодно-кліматичних змін на санітарний стан сосни звичайної, дасть змогу зпрогнозувати та визначити можливі осередки епіфітотій збудників кореневої та соснової губки і як наслідок, унеможливити накопичення лісових горючих матеріалів та виникнення лісових пожеж. Практичне застосування методу визначення приростів деревинно-кільцевих індикацій в контексті запропонованої нами інноваційної методики дасть в подальшому змогу оцінити за фізіологічним та ботанічним станом раннього й пізнього приростів деревини сосни звичайної як фізіологічний, так й резистентний стан обстежених дерев. Спрогнозувати подальші профілактичні заходи щодо обмеження поширення впливу патогенів кореневої губки сосни звичайної, соснової губки, виникнення та поширення стовбурових шкідників, унеможливлення всихання, відпаду, накопичення лісових горючих матеріалів, впливу погодно-кліматичних змін, і як наслідок – лісових пожеж. Розроблена методика проведення лісопатологічних моніторингових обстежень з використанням дендрохронологічного методу дає змогу проводити практичні морфологічні та ботанічні дослідження в умовах як виробничих філій ДП «Ліси України», так й природоохоронних науково-дослідних відділень Поліського природного заповідника.

Ключові слова: *ліс, дендроіндекація, лісопатологія, лісопірологія, погодно-кліматичні зміни, радіальний приріст. індикація, ботаніка, морфологія, моніторинг, прогноз, лісозахист.*

Вступ. Зі змінами погодно-кліматичного впливу на земну поверхню, світове співтовариство стало реально усвідомлювати важливість досліджень у сфері природно-кліматичних та антропогенних трансформацій у біосфері Землі, що напряму 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, нажаль, 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 природнього 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 едатопів на регіональному равно як відображення глобальних перебудов природного лісового середовища. Соснові деревостани є досить поширеними у зоні Центрального Полісся України. 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. 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.

Під впливом зміни кліматичних умов, зокрема режиму зволоження грунтів, пересихання лісових болотних екосистем в останні 15 років на території як природно-заповідного фонду Поліського природного заповідника, так й лісогосподарських філій Центрального міжрегіонального управління лісового та мисливського господарства ДП «Ліси України» фіксується поширення кореневої губки, соснової губки, звичайного та снігового Шютте, комплексу хвороб стовбурів та крон дерев соснових деревостанів. 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. 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. 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_{1-3}, B_{2-3}. 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. 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.

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

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв’язання проблеми. Вирішення завдань практичного лісівничого догляду в лісах України які відносяться до категорії захисних, спрямовані в 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 [1, с. 24-36, 45, с. 34-56]. 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 [2, с. 29-54, 46, с. 23-36]. Проведено аналіз існуючих методичних прийомів дендрохронологічних та дендрокліматичних досліджень, які можуть бути застосовані до виконуваних робіт та лісорослинних умов районів досліджень [3, с. 36-51, 47, с. 43-54]. 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 [4, с. 28-32, 48, с. 23-41] 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», Філя «Радомишльське лісомисливське господарство» ДП «Ліси України», а також в умовах природоохоронних науково-дослідних відділень Поліського природного заповідника. (2018-2026 р.р.) [5, с. 34-41, 49, с. 42-54].

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 на радіальний приріст дерев

сосни звичайної досліджуваних районів. У 2025 р. було додатково закладено 5 ПП, зібрано 100 кернів [6, с. 41-54, 50, с. 34-76]. Для побудови узагальнених хронологій було проаналізовано 100 індивідуальних серій, всього 13 990 кілець [7, с. 21-36, 51, с. 32-43]. В 2026 році додатково закладено 4 ПП, зібрано 106 індивідуальних серій, загалом проаналізовано 6824 кілець [8, с. 45-67, 52, с. 43-64]. 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 [9, с. 45-62, 53, с. 43-52]. Зібрано 204 індивідуальні серії, виконано таксаційну характеристику понад 800 дерев [10, с. 34-41, 54, с. 33-61].

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 [11, с. 27-56, 55, с. 34-52]. Особливо важливими є рубки догляду в молодняках, оскільки саме вони визначають склад майбутніх насаджень [12, с. 54-62, 56, с. 43-56]. 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 [13, с. 22-31, 57, с. 36-72]. Після проведення рубок догляду збільшуються середній діаметр та висота деревостану [14, с. 31-43, 58, с. 43-54]. Рубки догляду підвищують загальну продуктивність деревостанів [15, с. 22-

43, 59, с. 32-46], дозволяють суттєво підвищити після пожежну стійкість насаджень [16, с. 14-26, 60, с. 45-67], сприяють зниженню розвитку кореневої губки [17, с. 21-43, 61, с. 42-54], призводить до інтенсивної появи сходів та накопичення підросту [18, с. 18-56, 62, с. 24-41]. При спрямованому регулюванні процесів росту та формування лісових фітоценозів комплексом лісогосподарських заходів, густота лісового деревостану розглядається як найбільш доступний та дієвий фактор [19, с. 42-54, 63, с. 41-63]. Рубки догляду зменшуючи густоту насаджень попереджають природний відпад дерев [20, с. 18 – 36, 64, с. 42-54], сприяють формуванню комплексу оптимальних таксаційних характеристик окремих дерев та насаджень загалом [21, с. 3-52, 65, с. 34-56] тощо.

Формування високопродуктивних стійких естетично привабливих соснових насаджень неможливе без своєчасного оновлення (омолодження) стиглих та перестійних деревостанів [22, с. 36-54, 66, с. 32-43]. Омолодження рекреаційних сосняків, не вдаючись до штучного лісовідновлення, можливо досягти за допомогою проведення рубок догляду в 1-2 прийоми [23, с. 42-51, 67, с. 23-54]. Проведення рубок у лісах рекреаційного призначення покращують композиції паркових ландшафтів, формують необхідний породний склад та просторову структуру рослинності. За рахунок збільшення середнього діаметра і висоти деревостану, збільшується світлопроникнення насаджень, покращується зорове сприйняття краси лісового пейзажу у лісопарковій зоні [24, с. 32-44, 68, с. 21-36].

Особлива увага приділяється проведенню лісогосподарських заходів у лісових культурах [25, с. 43-56, 69, с. 43-54]. Відомо, що їх створення є одним із основних способів лісовідновлення в бореальних умовах [26, с. 42-54, 70, с. 32-54]. 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 [27, с. 33-45, 71, с. 43-56]. Особливо це актуально для лісових культур, створених у багатих лісорослинних умовах [28, с.27-41, 72, с. 32-43].

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 [29, с. 23-44, 73, с. 43-64]. Екологічна оцінка господарської діяльності зумовлює збільшення продуктивності та покращення стану насаджень сосни звичайної в умовах зони центрального полісся України і Поліського природного заповідника зокрема [30, с. 25-41, 74, с. 31-48].

За результатами проведених досліджень доведено, що рубки догляду не мають істотного впливу на виділення біологічно активних речовин (БАР) та пилозатримання, що безпосередньо залежить від стану асиміляційного апарату сосни звичайної в умовах філій Центрального міжрегіонального управління лісового та мисливського господарства ДП «Ліси України» [31, с. 27-52]. 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 [32, с. 21-43].

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 [33, с. 32-54]. Найважливішим лісогосподарським заходом, спрямованим на оздоровлення та підвищення екологічної ролі лісових природних екосистем в умовах

лісогосподарських філій ДП «Ліси України є рубки догляду [34, с. 22-36]. 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 [35, с. 37-41]. 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 [36, с. 27-54].

Визначення змін у складі лісових екосистем, біогеоценозів, природних комплексів та його продуктивності (екологічний моніторинг), немає єдиної системи облікових показників [37, с. 34-62]. 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 [38, с. 29-65].

На думку багатьох авторів [39, с. 32-64], 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 [40, с. 24-37]. 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 [41, с. 36-52]. 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 [42, с. 26-43].

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 [44, с. 3-52].

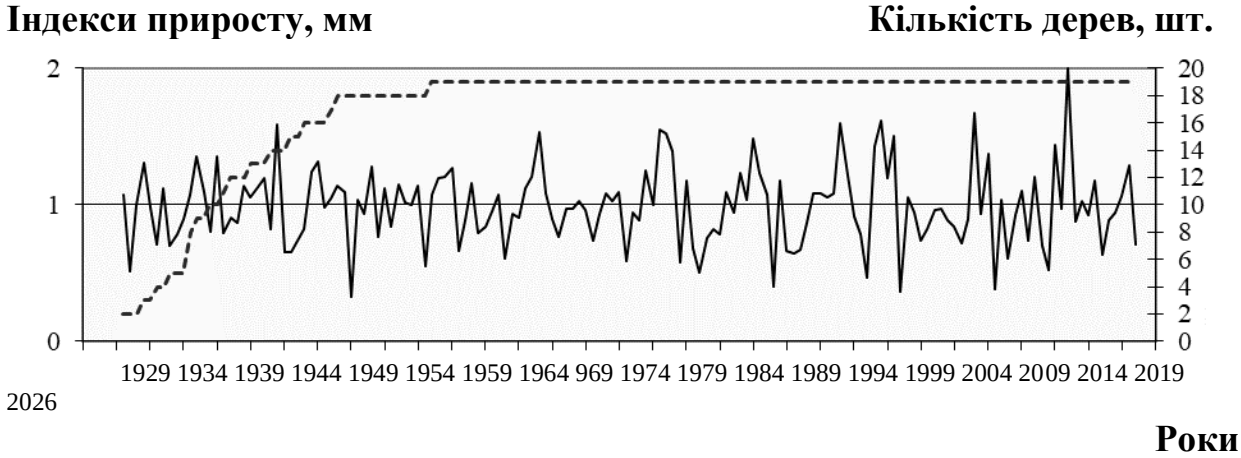
Формулювання мети статті та завдань досліджень.

Предметом наших досліджень були лісові деревостани сосни звичайної в умовах філій Центрального міжрегіонального управління лісового та мисливського господарства ДП «Ліси України», а також природоохоронних науково-дослідних відділень Поліського природного заповідника, осередки поширення збудників кореневої губки сосни звичайної, соснової губки, шкідники лісу, пірогенного впливу лісових пожеж 2020 - 2026 років в лісорослинних умовах A_{1-3}, B_{2-3}, інноваційні дендроіндикаційні підходи лісопатологічного моніторингу ураження сосни звичайної збудниками хвороб та в постпірогенний період. Наи проведено практичну апробацію інноваційної дендроіндикаційної методики визначення лісопатологічного, пірогенного, постпіроненного стану лісів,в осередках активної патологічної діяльності збудників хвороб, впливу лісових пожеж в постпірогенний період, погодно-кліматичних змін, ефективності визначення стану ураження стовбурів сосни звичайної плодовими тілами кореневої губки, соснової губки, пожежною підсушеною на межі раніше діючої лісової пожежі 2020, 2024 років та не пошкодженого пожежею деревостану, а також репрезентативності дендроіндикацій приростів сосни звичайної в контексті ботанічного, морфологічного моніторингу як в умовах ПНДВ Поліського природного

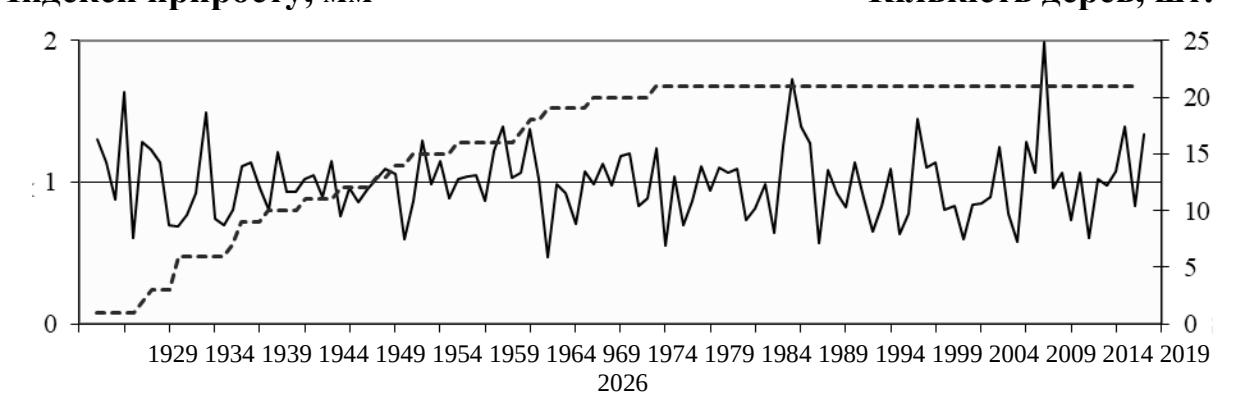
заповідника, так й всієї зони Центрального Полісся України. Завданням проведення досліджень було здійснити практичний аналіз та апробацію ефективності інноваційної методології дендроіндикаційного моніторингу лісопатологічного, пірогенного, постпірогенного стану сосни звичайної в лісових едатопах лісогосподарських філій як Ценрального міжрегіонального управління лісового та мисливського господарства ДП «Ліси України, так й Поліського природного заповідника. Під час проведення досліджень нами було обстежено осередки епіфітотій кореневої губки сосни звичайної, соснової губки, комплексу хвороб стовбурів та крони дерев, площі постпірогенезу після масштабних лісових пожеж 2020, 2024, 2026 року, а також відібрано керновий матеріал при допомозі бура Пресслера у кількості 1346 штук на 15 постійно закладених пробних площах в лісорослинних умовах A_{1-3}, B_{2-3} Селезівського, Копищанського, Перганського ПНДВ Поліського природного заповідника у віці 55-80 років. Пробні площі нами було закладено за загальноприйнятою методикою, на них ми здійснювали суцільний перелік дерев і фіксували їх лісопатологічний, постпірологічний стан за шкалою згідно з нормативним документом «Санітарні правила в лісах України». Досліджено характер ураження кореневою губкою сосни звичайної, сосновою губкою, комплексом хвороб стовбурів та крони дерев, впливом пірогенезу, постпірогенез, погодно-кліматичних змін на радіальний приріст сосни звичайної. В осередках ураження, відпад соснового деревостану становив від 52 до 76%, нами було виявлене масове всихання сосни звичайної, берези повислої, осики, вільхи чорної (клейкої) від комплексної патологічної дії збудників вищезгаданих хвороб, шкідників та постпірогенних факторів, зокрема зформованої пожежної підсушини після масштабних лісових пожеж 2020, 2024, 2026 років, а також впливу погодно-кліматичних змін.

Проведення обліків в умовах пробних площ здійснювали по прокладених маршрутах. Для проведення обліків використовували методику обстеження пробних площ лісових масивів «Пробні площі лісовпорядні. Метод закладання: СОУ 02.02-37-476: 2006». В процесі проведення лісопатологічного моніторингу, особливу увагу звертали на виявлення основного та прихованого ураження і пошкодження деревостанів патогенами, шкідниками, наявність на стовбурах пожежної підсушини або висоти нагару кори. Всі результати лісопатологічного та пірологічного моніторингу лісовогосподарських філій Центрального міжрегіонального управління лісового та мисливського господарства ДП «Ліси України» та ПНДВ Поліського природного заповідника, і апробація дендроіндикаційної методології оцінки лісопатологічного впливу кореневої губки сосни звичайної, соснової губки, комплексу шкідників, постпірогенний стан лісу після масштабних лісових пожеж 2020, 2024, 2026 років, вплив погодно-кліматичних змін на ріст, продуктивність сосни звичайної записувались нами в реєстраційний журнал польових досліджень.

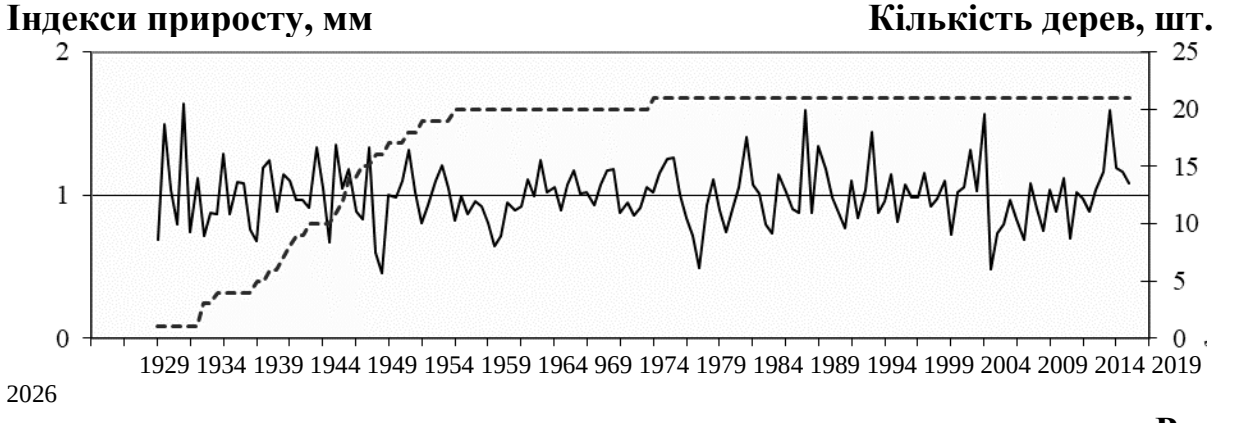
Виклад основного матеріалу статті. В результаті статистичної обробки отриманих дендрограм були отримані індексовані узагальнені хронології залишків, які мають слабку автокореляційну складову або її не мають. Значення індексів змінюються від 0,2 до 20. В результаті на всіх досліджуваних об'єктах виділяються 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. 1).



а)



б)



в)

Рис. 1 Індексована деревинно-кільцева хронолоігя 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) (1) 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 (К = R*10/Σt), де: R - опади періоду, коли температура вище 10 °С, а t - температура повітря. Гідротермічний індекс (ГТК) був розрахований за формулою:

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

Аналіз динаміки ширини річного кільця дерев у соснових деревостанів 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 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. 2 - 6).

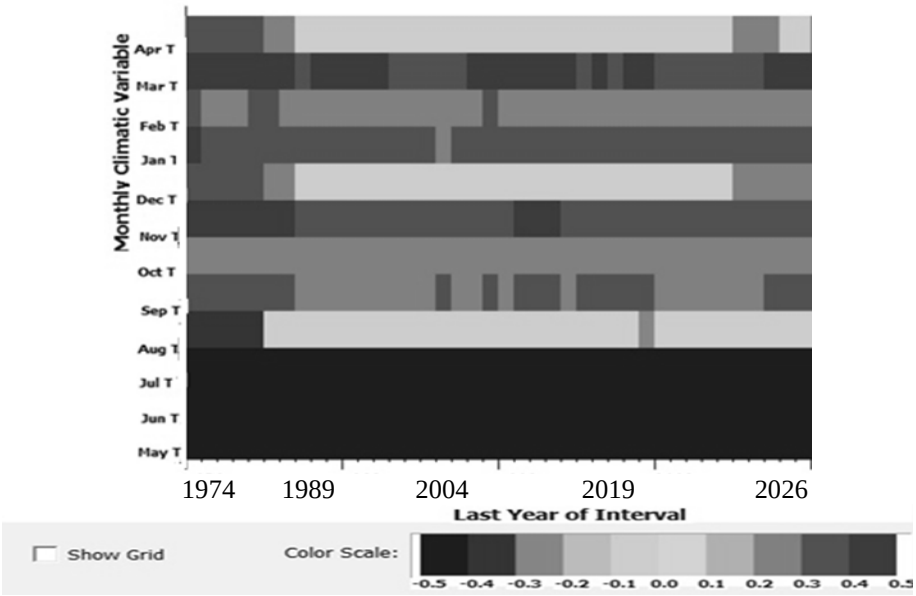


Рис. 2 Хроматограма аналізу зв'язку між деревинно-кільцевими хронологіями приростів сосни звичайної та показниками ГТК за 50 років в умовах Філії «Овруцьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України»

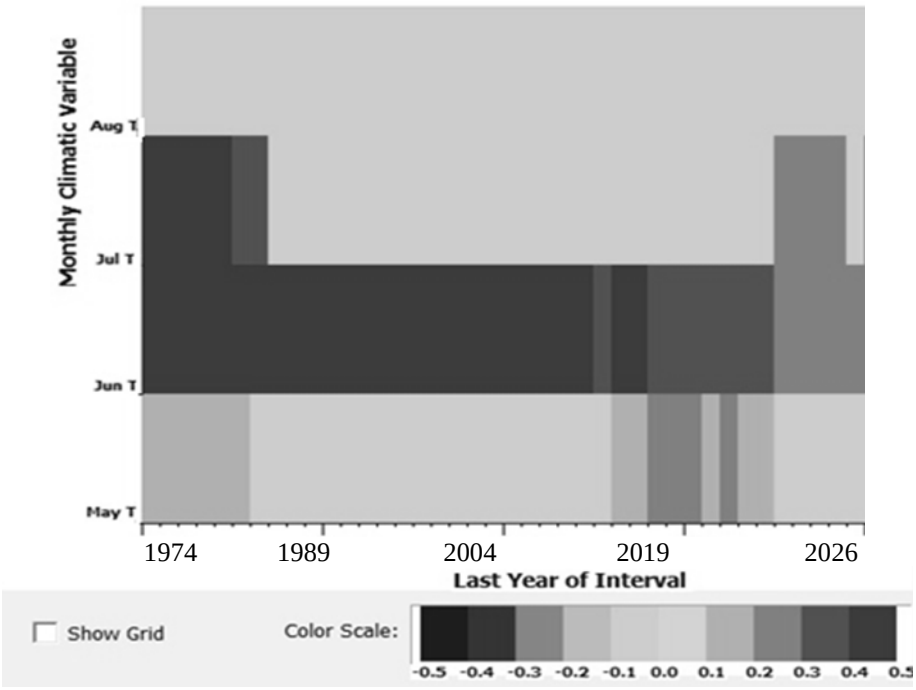


Рис. 3 Хроматограма аналізу зв'язку між деревинно-кільцевими хронологіями приростів сосни звичайної та показники ГТК за 50 років в умовах Філії «Олевське лісове господарство» ДП «Ліси України»

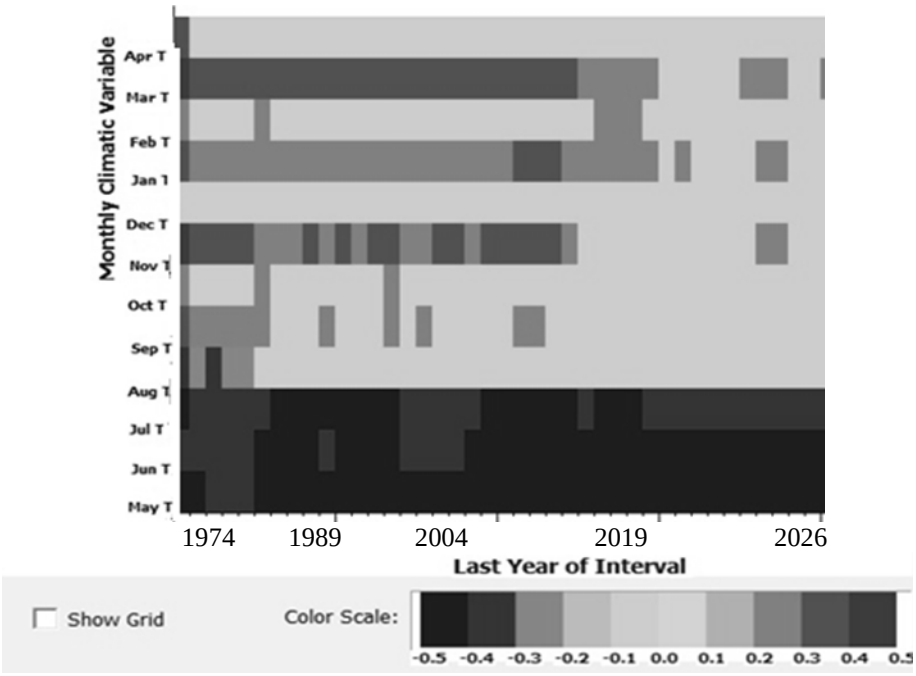


Рис. 4 Хроматограма аналізу стабільності зв'язку між деревинно-кільцевими хронологіями приростів сосни звичайної та показники ГТК
За 50 років в умовах Перганському ПНДВ
Поліського природного заповідника

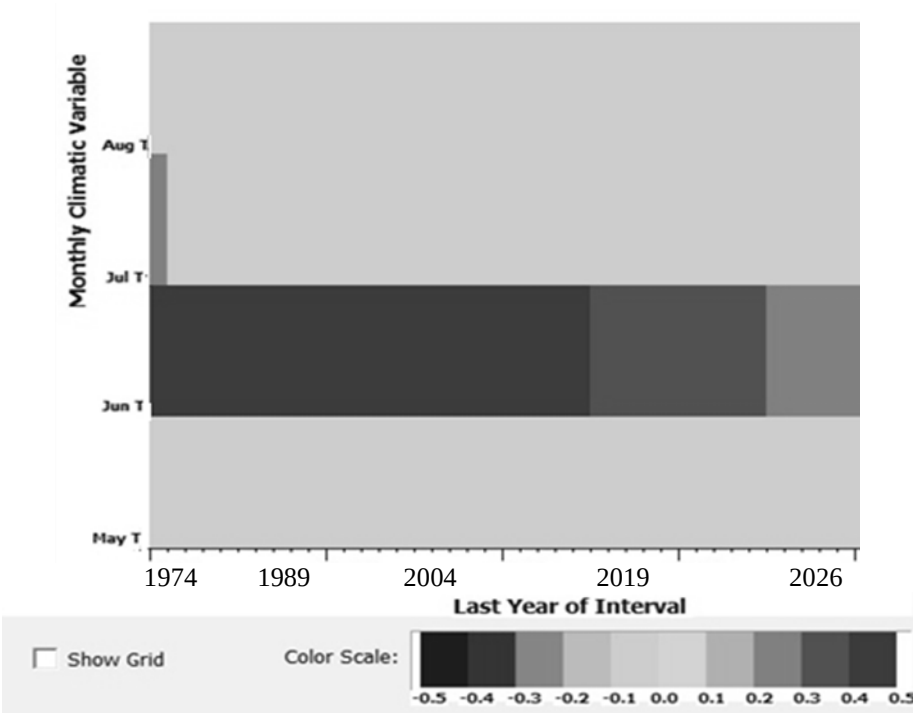


Рис. 5 Хроматограма аналізу стабільності зв'язку між деревинно-кільцевими хронологіями приростів сосни звичайної та ГТК за 50 років в умовах Копищанському ПНДВ
Поліського природного заповідника

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. 6).

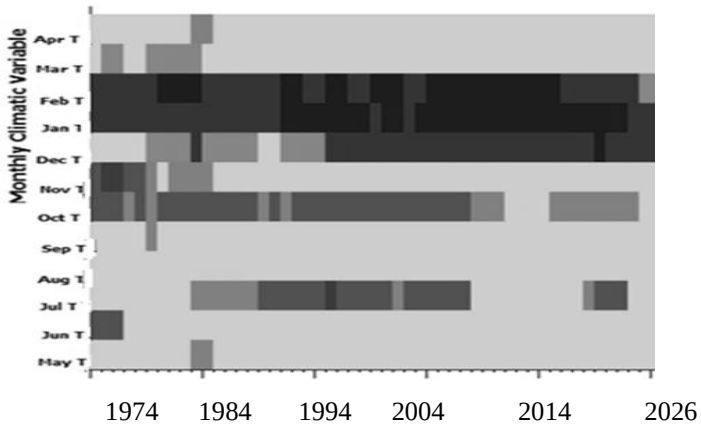


Рис. 6 Хроматограма аналізу стабільності зв’язку між деревинно-кільцевими хронологіями приростів сосни звичайної та ГТК за 50 років в умовах Філії «Народицьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України»

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. 7). При цьому сторона стовбура з пожежною підсушиною характеризується не суттєвим зниженням приросту та зміною погодинної динаміки ширини річного кільця. Хронології, отримані по кернах з боку пожежної підсушини у дерев, що зазнали пожежі, мають схожі етапи зміни значень ширини річного кільця з аналогічними у неушкоджених пожежею дерев.

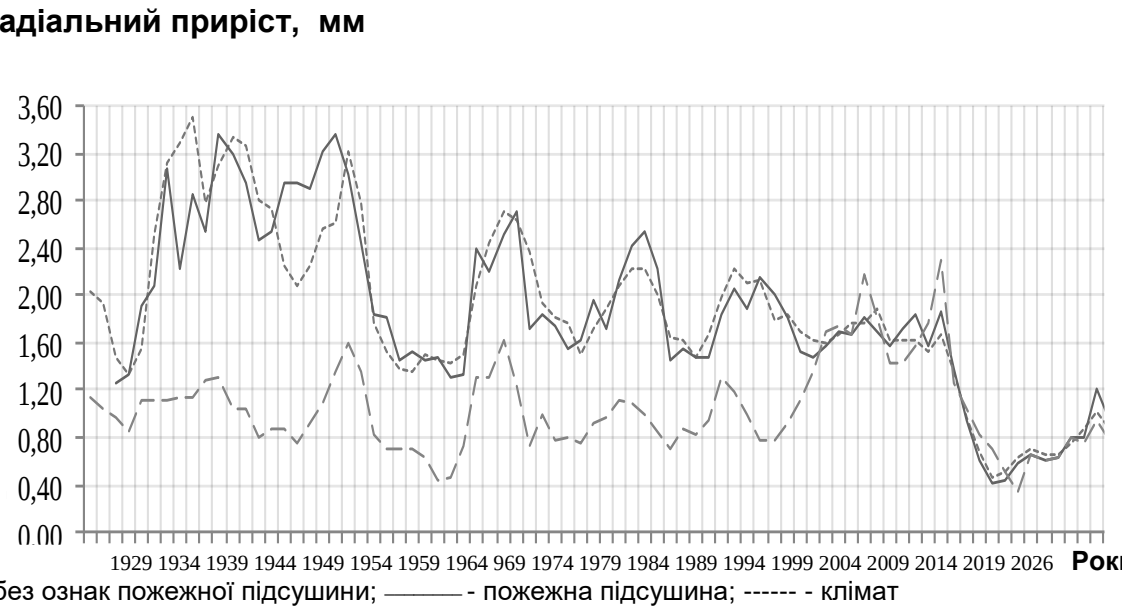


Рис. 7 Деревинно-кільцеві хронології в умовах Філії «Народицьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України»

на ділянках, що пройдені лісовими пожежами різної інтенсивності 2026 року

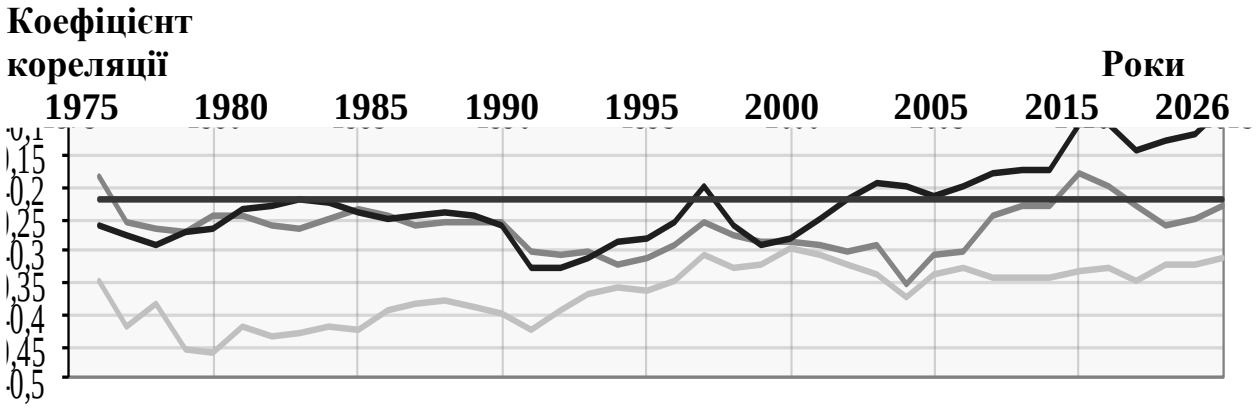
Таким чином, в результаті проведеного аналізу впливу кліматичних факторів на ширину річного кільця сосни звичайної досліджуваних об'єктів з використання гідротермічного коефіцієнта, можна зробити висновок про те, що в останні 15-20 років у сухих умовах зони Полісся України і Житомирщини зокрема, спостерігається 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 математичногоаналізу 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.

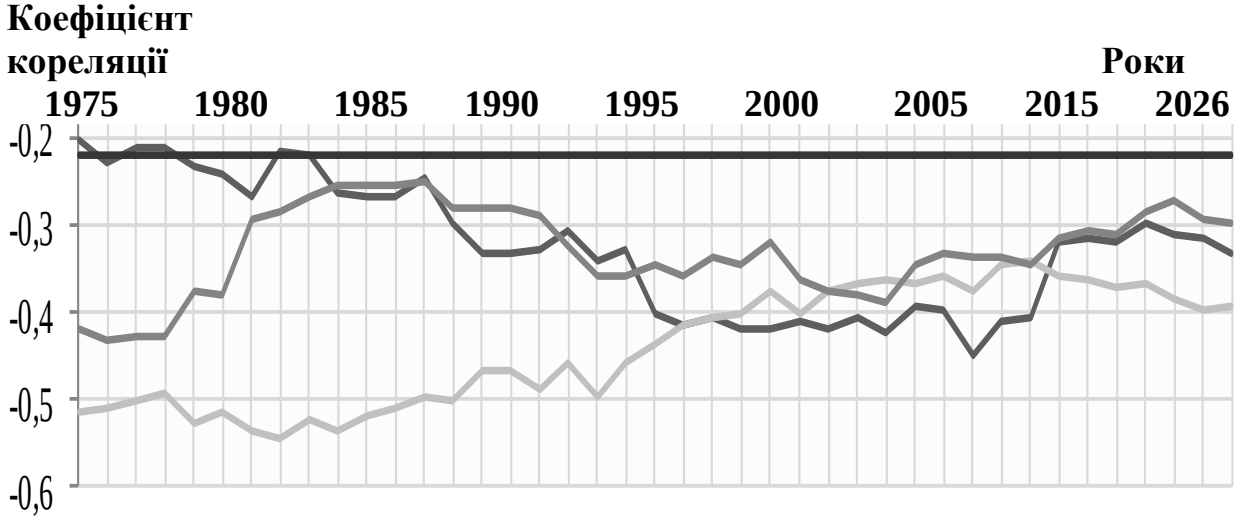
Незважаючи на отримані загальні закономірності взаємозв'язку кліматичних факторів (температура та опади) з деревно-кільцевими хронологіями сосни досліджуваних районів, спостерігаються деякі відмінності в конкретних випадках. Так, в умовах Філії «Овруцьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України» (рис. 8)

відзначається тісний взаємозв'язок річного приросту з температурою травня та червня, тоді як в лісорослинних умовах A_{1-2}, B_{2-3} Поліського природного заповідника (рис. 9) взаємозв'язок річного приросту сосни звичайної встановлено з температурами травня, червня та липня.



- травень; - червень; - липень;
- Лімітуюче значення коєфіцієнта кореляції на досліджуваних пробних площах.

Рис. 8 Кореляція індексованої дендрохронології сосни звичайної з температурою повітря в умовах Філії «Овруцьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України»



- травень; - червень; - липень;
- Лімітуюче значення коєфіцієнта кореляції на досліджуваних пробних площах.

Рис. 9 Кореляція індексованої дендрохронології сосни звичайної з температурою повітря в умовах Селезівського, Перганського, Копищанського ПНДВ Поліського природного заповідника

В умовах Філфї «Олевське лісове господарство» ДП «Ліси України» (рис. 10) найбільший кореляційний зв'язок річного приросту сосни звичайної відзначається з температурою травня та липня.



Рис. 10 Кореляція індексованої дендрохронології сосни звичайної з температурою повітря в умовах Філфї «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 A_{1-2}, B_{2-3}, спостерігається збільшення впливу температури травня та червня та зниження впливу температур липня на ширину річного кільця дерев сосни (рис. 11). Колір показує тіснота зв'язку від негативного (синя палітра) до позитивного (червона палітра), зелений – відсутність статистично достовірного зв'язку.

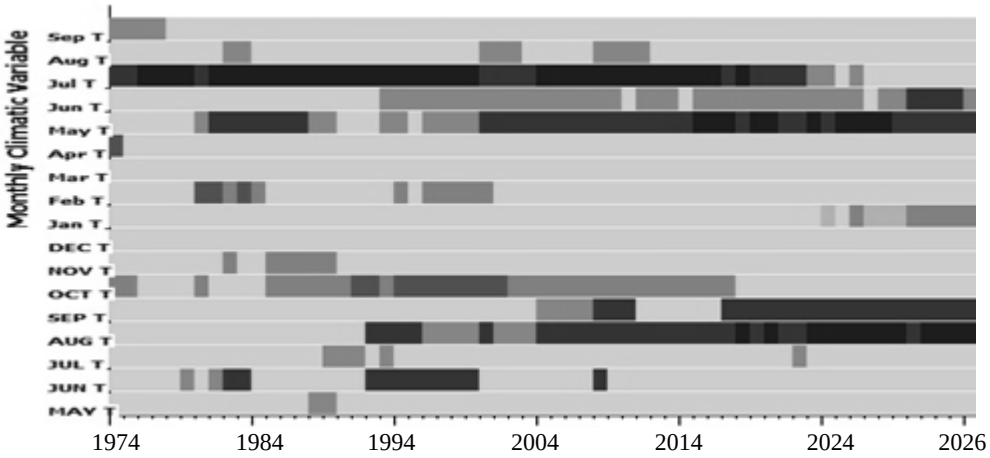


Рис. 11 Хроматограма стабільності зв'язку дендрохронології сосни звичайної з температурою повітря, вікном деревостану в лісорослинних умовах A_{1-2}, B_{2-3} ПНДВ Поліського природного заповідника

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.

Вцілому 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. 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 спостерігалося. 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.

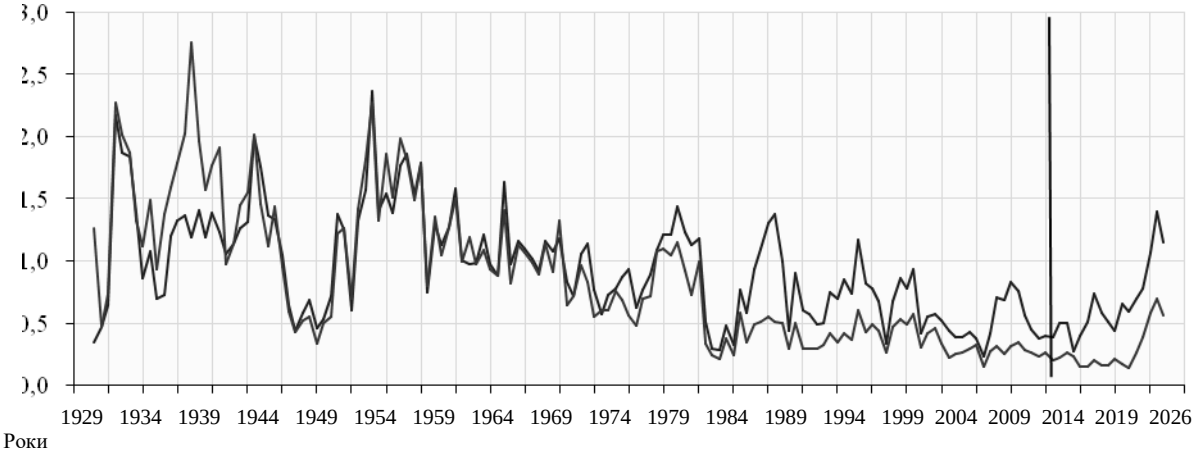


Рис. 12 Дендроіндекація сосни звичайної по границі площі, пройденою лісовою пожежею 2026 року в умовах Селезівського ПНДВ Поліського природного заповідника

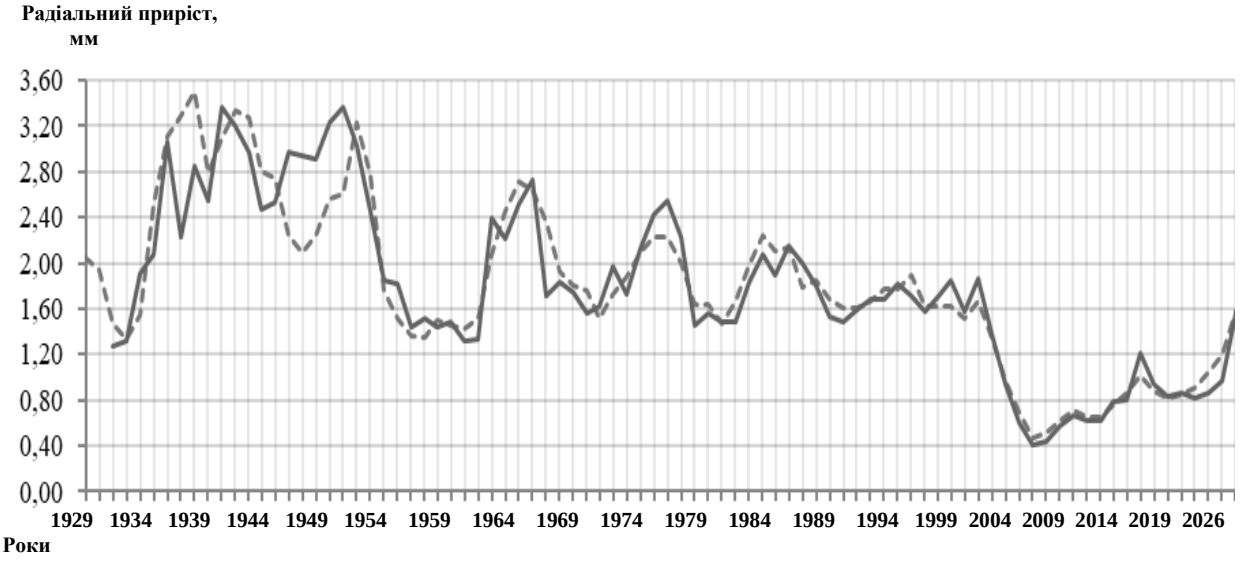
Порівняння коефіцієнтів кореляції між двома радіусами одного й того ж дерева показало, що період із 1863 по 1955 р.р. коефіцієнт кореляції між радіусами дуже високий (r=0,96), а період із 1955 по 2001 (r=0,88). Найбільш сильні зміни відбулися після 2001 р., коли кореляція між двома радіусами склала 0,84, 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 деревах 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 13).



------- - без ознак пожежної підсушини; ▬ - з ознаками пожежної підсушини.

Рис. 13 Дендроіндекація сосни звичайної в лісорослинних умовах $A_{2\text{-}3}$, $B_{2\text{-}3}$ Селезівського ПНДВ по межі дії лісової пожежі 2026 року.

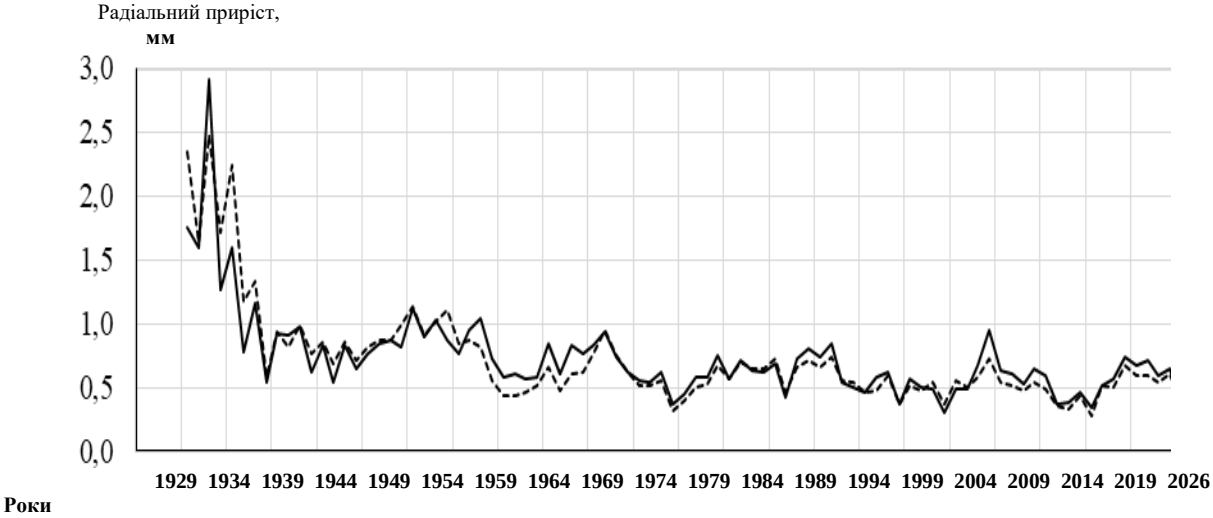
На бореальні умови Поліського природного заповідника справило великий вплив проходження лісових пожеж наприкінці 90 - на початку 2000 років. Порівняння динаміки річного приросту дерев, що зазнали впливу лісової пожежі, з динамікою річного приросту дерев з непорушеним пожежею лісорослинних умов в Поліському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

Аналіз деревинно-кільцевих хронологій сосни звичайної в досліджуваних насадженнях.

Довжина отриманих узагальнених хронологій сосни звичайної (рис. 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

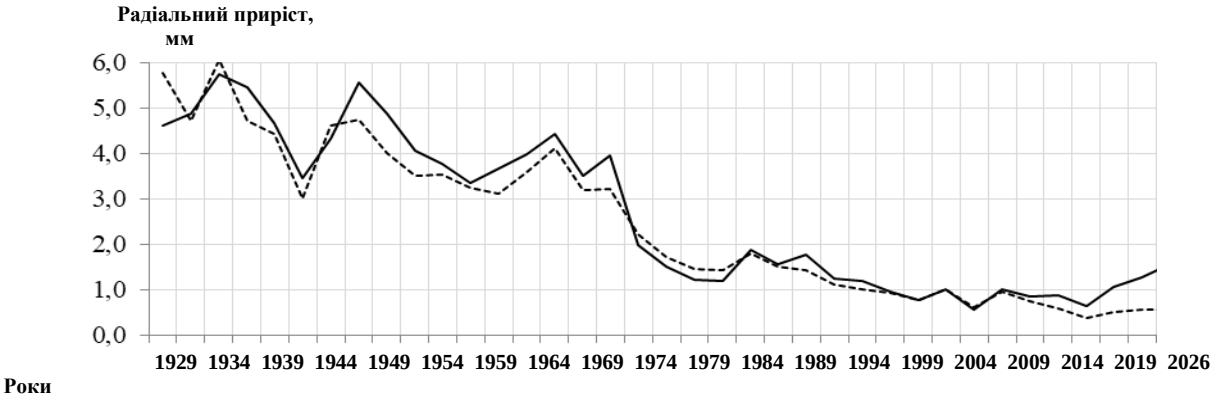
«Ліси України» – 39 років (1979-1979). У хронологій добре виражені вікові криві.



—— - пробні площі 5-7 (сильна інтенсивність зрідження);
--- - пробні площі 1-4 (контроль).

Рис. 14 Загальна дендрохронологія сосни звичайної в лісорослинних умовах $A_{2\text{-}3}$, $B_{2\text{-}3}$ 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. 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.

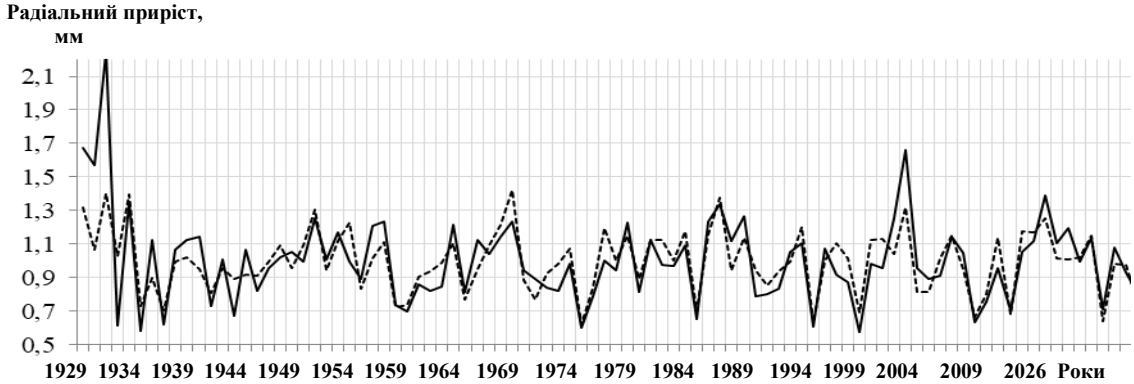


—— - пробні площі 1-4 (помірна інтенсивність зрідження);

--- - пробні площі 5-8 (контроль).

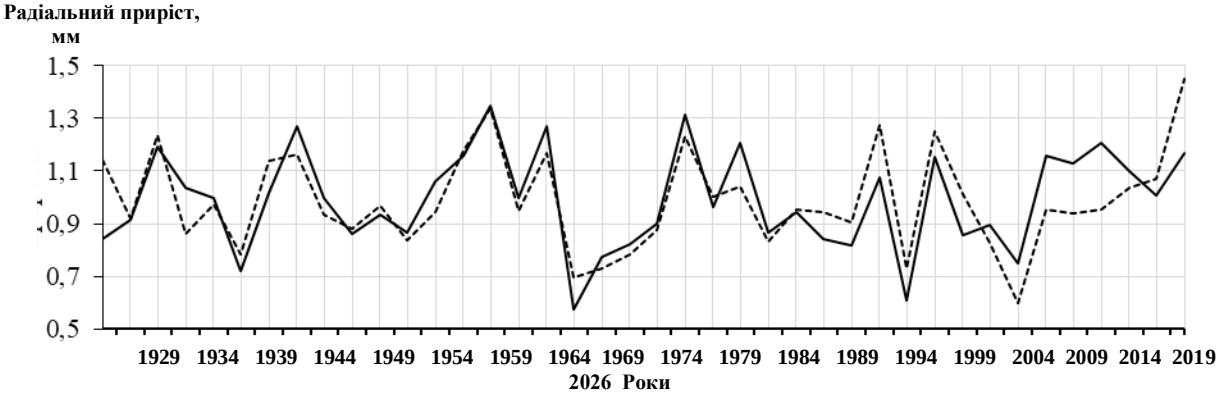
Рис. 15 Загальна дендрохронологія сосни звичайної в лісорослинних умовах A_{2-3}, B_{2-3} Філії «Олевське лісове господарство» ДП «Ліси України»

Для виключення впливу вікових показників та виявлення достовірності відмінностей або їх відсутність у радіальному прирості між ділянками деревостанів з проведеними рубками та контролем, була проведена процедура стандартизації та подвійного детрендінгу. 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. 16, 17, 18). Мінливість індексів становить від 0,5 до 2,2.



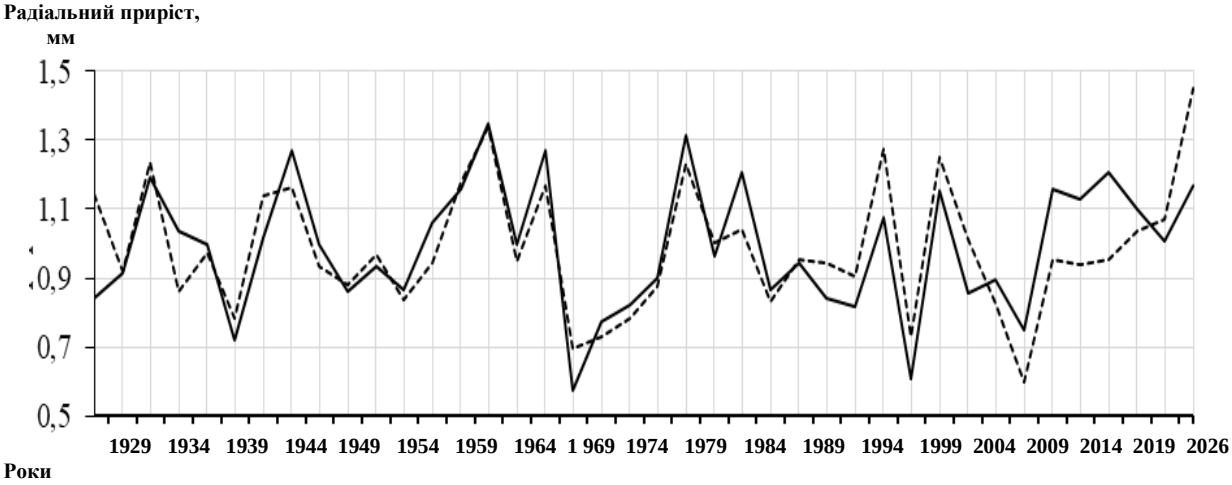
—— - пробні площі 1-4 (сильна інтенсивність зрідження); --- - пробні площі 5-8 (контроль).

Рис. 16 Індексовані дендрохронології сосни звичайної в умовах Філії «Народицьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України»



—— - пробні площі 1-4 (помірна інтенсивність зрідження);
--- - пробні площі 5-8 (контроль).

Рис. 17 Індексовані дендрохронології сосни звичайної в умовах Філії «Коростенське лісомисливське господарство» ДП «Ліси України»



—— - пробні площі 1-4 (помірна інтенсивність зрідження);
--- - пробні площі 5-8 (контроль).

Рис. 18 Індексовані дендрохронології сосни звичайної в умовах Філії «Білокоровицьке лісове господарство» ДП «Ліси України»

Дендрохронологічний аналіз впливу рубок догляду на радіальний приріст сосни звичайної

За результатами наших досліджень, в загущених сосняках лісорослинних умов A_{2-3} 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. 19). Після 1992 також відзначається перевищення величини даного показника після рубок догляду в порівнянні з контролем.



Рис. 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±0,8 см, на пробних площах з проведеними рубками догляду сильної інтенсивності зріджування (пробні площі 1-4) дорівнює 10,9±0,7 см. Достовірні відмінності між діаметрами дерев сосни на контрольній та пробних площах з проведеними рубками догляду відсутні ($t_{факт}$=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. 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 ($t_{факт}$=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. ($t_{факт}$ = 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 ($t_{факт}$=0,1-1,1 при $t_{0,95}$=2,0).

Таблиця 1

Середнє значення ширини річного кільця дерев у загущених соснових деревостанах лісорослинних умов A_{1-3} 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 A_{1-2} філії «Олевське лісове господарство» ДП «Ліси України» дозволяє відзначити збільшення його значень на ділянці з проведеним доглядом порівняно з контролем на 28% (таблиця 2, рис. 20). Отримані відмінності

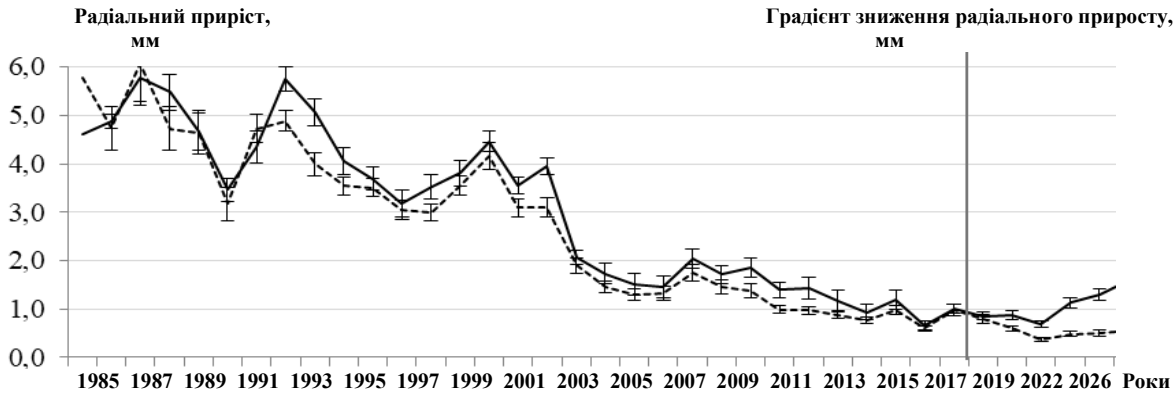
статистично достовірні ($t_{факт}$ = 2,4 при $t_{0,95}$ = 2,1). За попередній рубкам догляду період, відмінності значення ширини річного кільця між порівнюваними ділянками відсутні ($t_{факт}$=0,7 при $t_{0,95}$=2,00). При цьому слід зазначити, що середній діаметр дерев сосни, що використовуються в порівняльному 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 контрол і пробні площі з проведеними рубками догляду відсутні ($t_{факт}$ = 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 2

Середньостатистичне значення ширини річного кільця в лісорослинних умовах А 1-3 філії «Олевське лісове господарство» ДП «Ліси України», мм

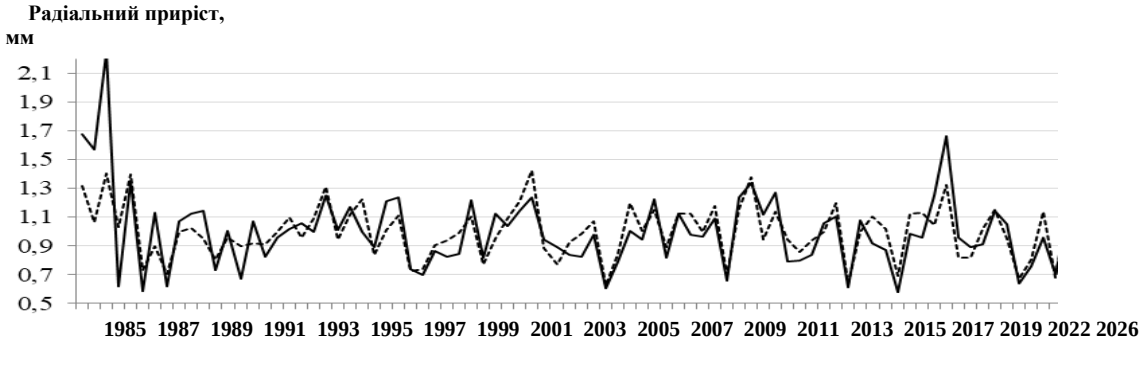
Період рубки догляду, роки	Облікові періоди, роки	Вік, роки	Відхилення до контрольних пробних площ	Пробні площі з помірною інтенсивністю зрідження
–	1979-1995	4-20	2,21±0,19	2,60±0,21
–	1996-2010	21-36	2,15±0,15	2,55±0,17
2010-1	2011-2018	37-46	2,05±0,11	2,47±0,14
–	1979-2018	4-46	2,30±0,16	2,65±0,17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



------ контроль; ——— помірна інтенсивність зрідження

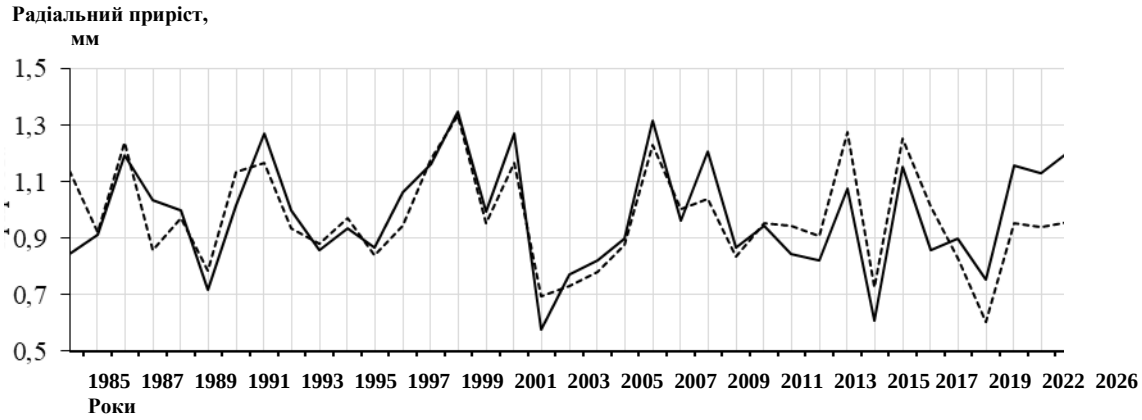
Рис. 20 Дендрохронології соснових деревостанів в лісорослинних умовах A_{1-3}, B_{2-3} Філії «Олевське лісове господарство» ДП «Ліси України»

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. 21, 22).



------ пробні площі 1-4 (сильна інтенсивність зрідження); —— пробні площі 5 -7 (контроль).

Рис. 21 Індексовані деревинно-кільцеві хронології в соснових деревостанах Філії «Народицьке спеціалізоване лісове господарство»



------ пробні площі 1-4 (помірна інтенсивність зрідження); — пробні площі 5 -7 (контроль).

Рис. 22 Індексовані деревинно-кільцеві хронології в соснових деревостанах Філії «Коростенське лісомисливське господарство» ДП «Ліси України»

Для інтерполяції отриманих даних та обґрунтування виявлених суттєвих відмінностях радіального приросту дерев сосни звичайної на об'єктах досліджень з проведеними рубками сильної, помірної інтенсивності зріджування та контролем, була здійснена індексація деревно-кільцевих хронологій з використанням функції кубічного сплайну на основі використання регіональних хронологій з досліджуваних пробних площ.

За даними рис. 23 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 зріджування та контролем у тимчасові періоди з 1947 по 1955 рр., з 1961 по 1990 рр. та з 1995 по 2015 рр. Отримані дані свідчить про позитивний ефект рубок догляду сильної інтенсивності зріджування збільшення радіального приросту дерев сосни в сосняках.

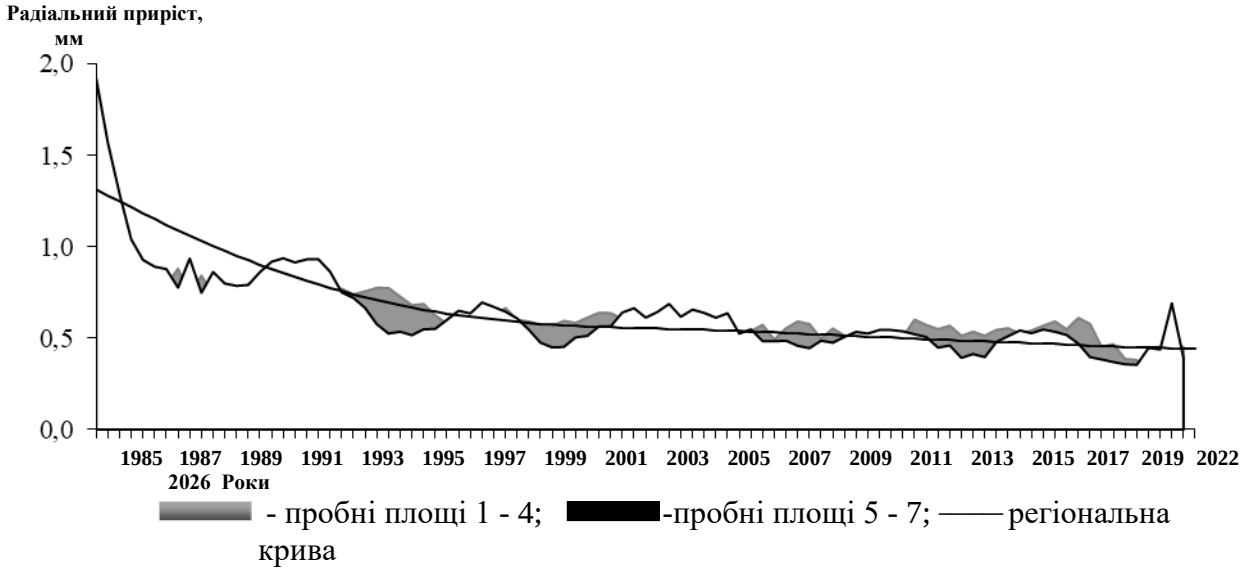


Рис. 23 Радіальний приріст сосни звичайної в деревостанах Філії «Народицьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України» з використанням фунції кубічного сплайна програмою ARSTAN-2015

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. 24), 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.

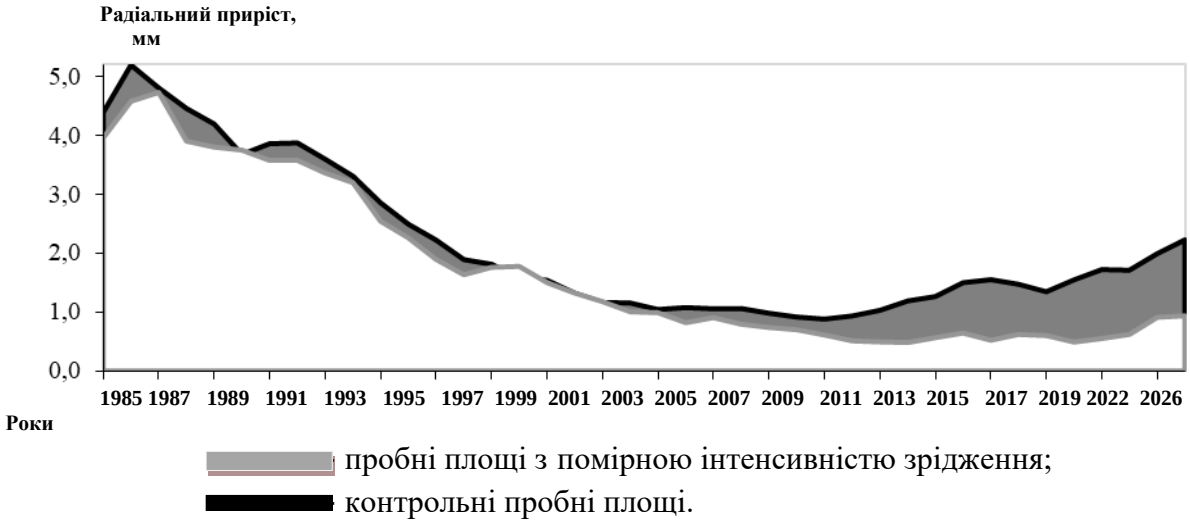


Рис. 24 Радіальний приріст сосни звичайної в умовах Філії «Коростенське лісомисливське господарство» ДП «Ліси України» з використанням кубічного сплайна програмою ARSTAN - 2015

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.

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

Результатми 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 A_{1-2} 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 A_{2-3} 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.

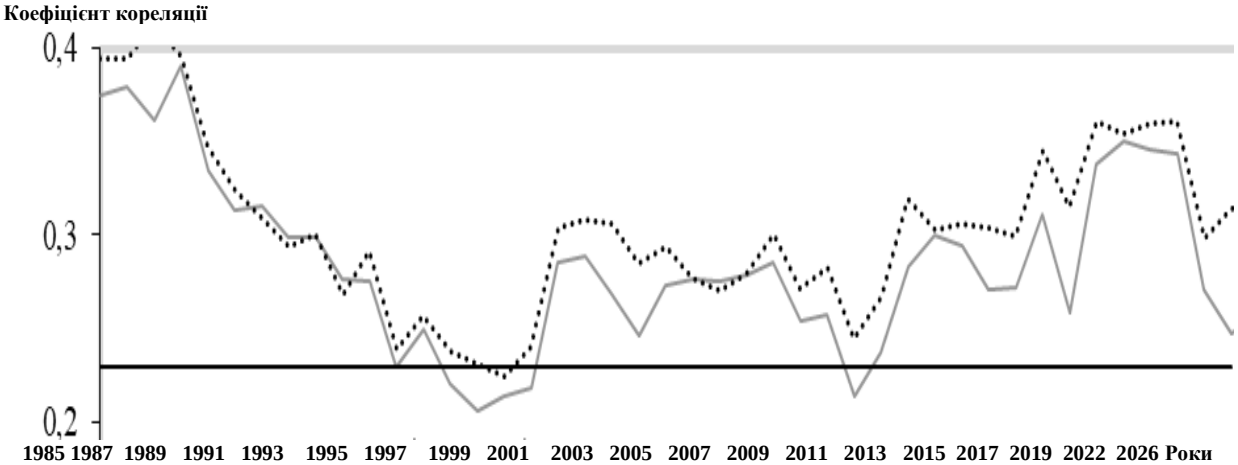
Враховуючи той факт, що в попередніх дослідженнях в результаті аналізу впливу кліматичних факторів (температури, опадів) на радіальний приріст сони звичайної у соснових деревостанах які ростають у сухих лісорослинних умовах філії «Олевське лісове

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 намаші раніше зроблені у 2018 році висновки, про тісний кореляційний взаємозв'язок радіального приросту з температурою та опадами травня-червня.

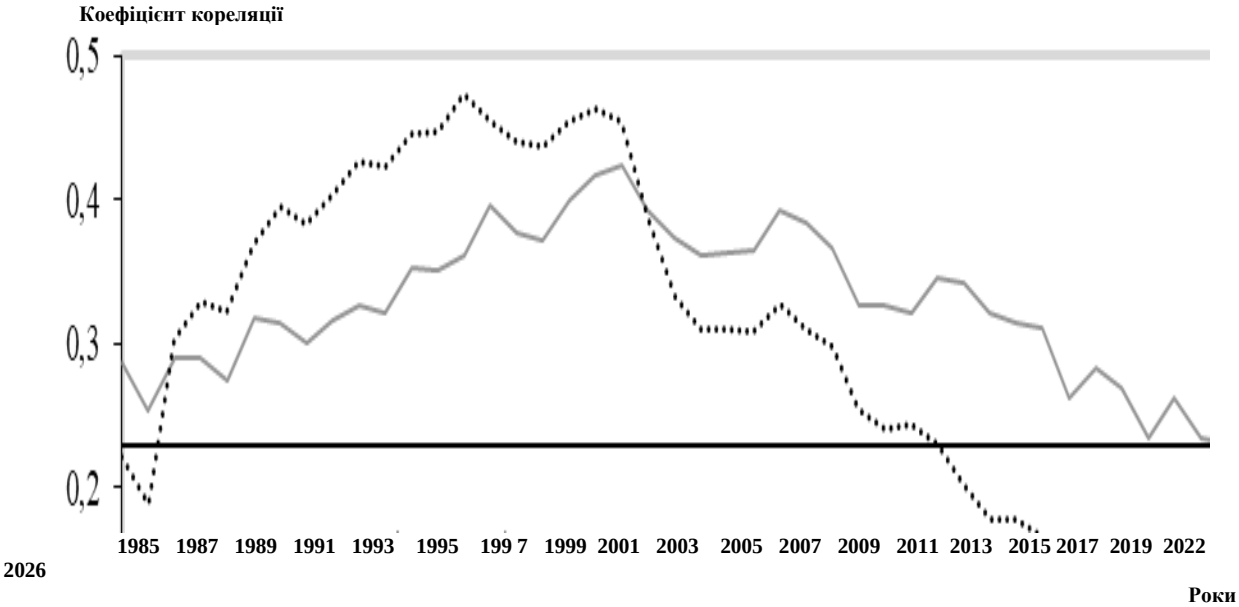
Ми встановили, що дещо інша ситуація спостерігається на пробних площах 5 - 8 з проведеними рубками сильної інтенсивності зріджування, де відзначається тісний кореляційний взаємозв'язок аналізованого показника з температурою та опадами травня та відсутність, за останні 18 років, достовірного впливу температури та опадів червня на формування радіального приросту в лісорослинних умовах A_{1-3} 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 плщах 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=±0,23, що є достатнім для дендрокліматичного аналізу в умовах зони Центрального Полісся (рис. 25, рис. 26). 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 A_{1-3} філії «Олевське лісове господарство» ДП «Ліси України» та зниження взаємозв'язку радіального приросту з кліматичними факторами.



------ пробні площі 1-4 (помірна інтенсивність зрідження); —— пробні площі 5 - 7 (контроль); ——— лімітуючі значення.

Рис. 25 Кореляція радіального приросту в загущених соснових деревстанах з кількістю опадів у травні – червні в умовах Філії «Олевське лісове господарство» ДП «Ліси України»



------ пробні площі 1-4 (помірна інтенсивність зрідження); — пробні площі 5 -7 (контроль); ——— лімітуючі значення.

Рис. 26 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. 26 свідчить, що в сухих лісорослинних умовах A_{1-3} 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=±0,40). Відмінності у виявлених взаємозв'язках ширини річного кільця з аналізованими кліматичними показниками в лісорослинних умовах A_{1-3} філії «Олевське лісове господарство» ДП «Ліси України» у дерев на контролі та на ділянці з проведеними рубками догляду відсутні, що вказує на відсутність істотного впливу рубок догляду з інтеністю зрідження 20% за запасом.

Оцінка життєвого стану сосни звичайної в лісорослинних мовах B_{2-3}, C_{2-3} 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.

Таблиця 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
среднєє	-	-	0,69±0,04	0,72±0,05
$НІР_{0,05}$	-	-	1,47	1,34

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 ($t_{факт}$=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. ($t_{факт}$=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 ($t_{факт}$=0,1-1,1 при $t_{0,05}$=2,0).

На рис. 27 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.

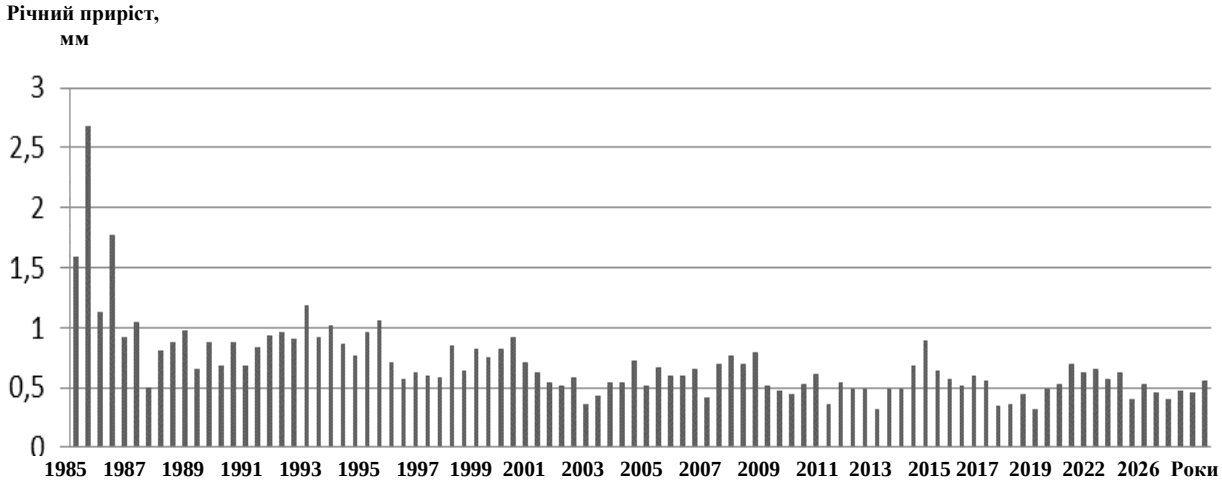
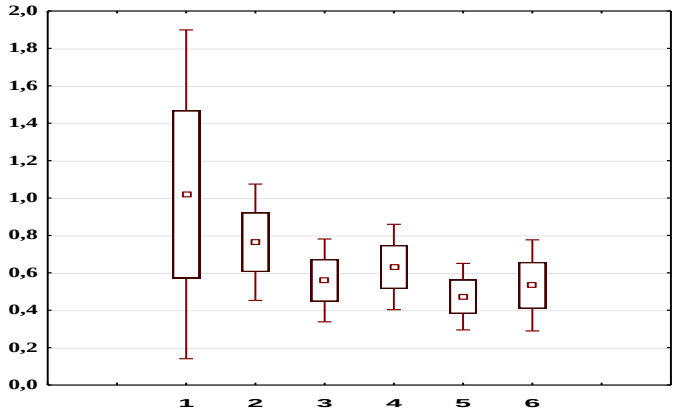


Рис. 27 Динаміка радіального приросту сосни звичайної на лісових ділянках, пройдених рубками догляду різної інтенсивності в умовах Філії «Овруцьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України» (середнє за 1985 – 2026 рр.)

На контрольній ділянці, циклічність прирсту 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. 28).



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. 28 Варіація радіального приросту сосни звичайної в лісорослинних умовах A_{2-3}, B_{2-3} 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 рис. 29, в загущених соснових деревостоях сухих умов Філії «Овруцьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси Уккраїни» 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 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 ПП 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.

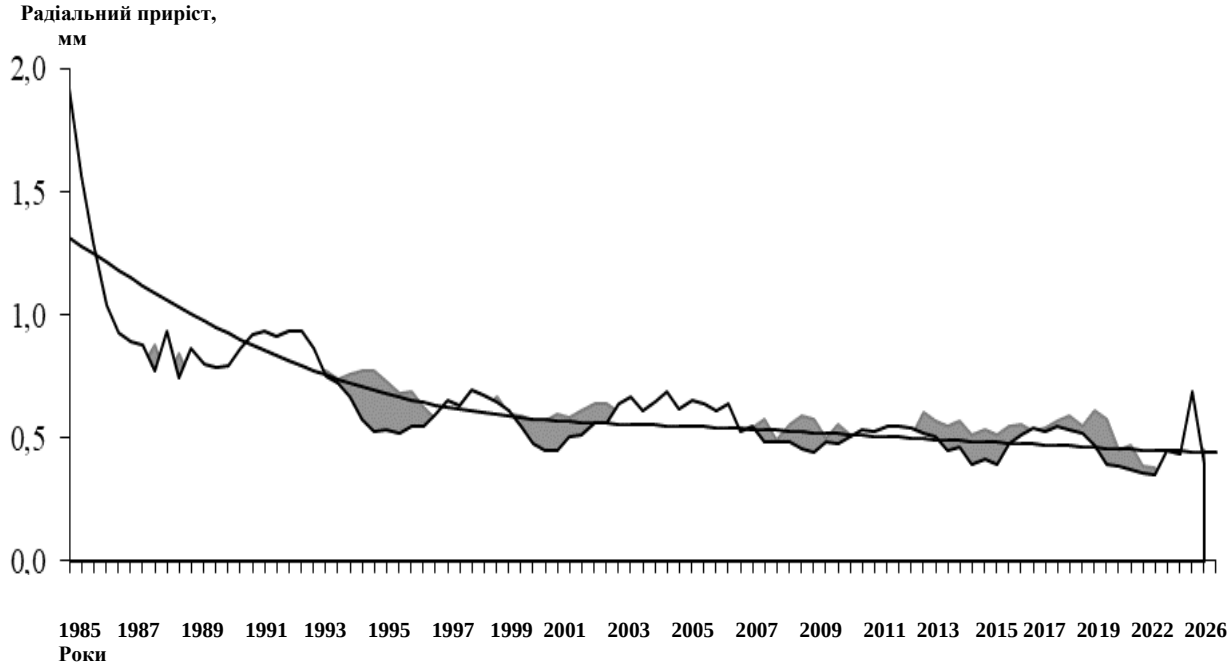


Рис. 29 Індекси радіального приросту сосни звичайної в деревостанах Філії «Овруцьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України з використанням функції кубічного сплайну програмою ARSTAN-2015

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=±0,23), значення якого є достатнім і допустимим для дендрокліматичного аналізу в даному регіоні.

Розглянемо прирости сосни звичайної за роками дільниці з проведеними рубками догляду (П1) в лісорослинних умовах Філії «Овруцьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси україни». Для визначення нормальності розподілу даної ознаки за групами, виконано статистику Шапіро-Вілка (рис. 30). 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. 31).

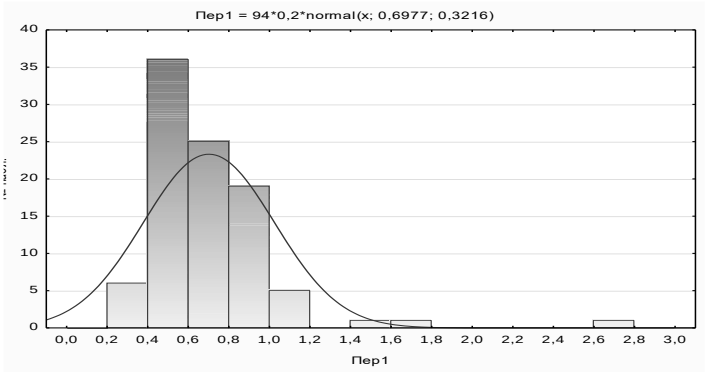
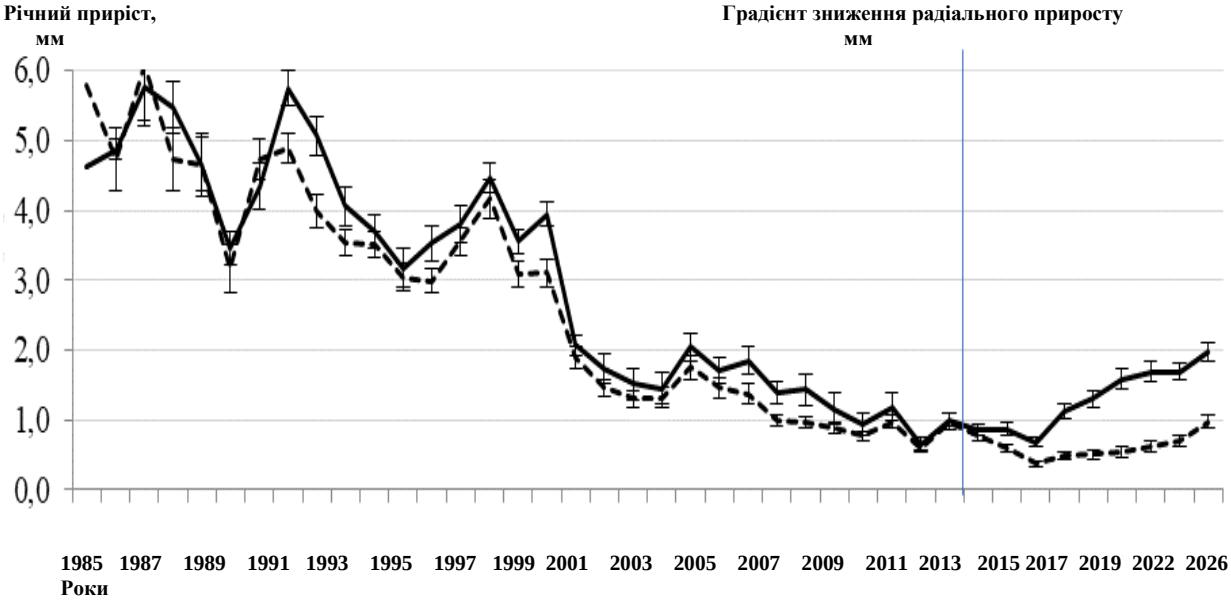


Рис. 30 Розподіл радіального приросту сосни звичайної по ділянках з проведенням рубок догляду за статистикою Шапіро-Вілка



----- - ПП – 2 (контроль), ▬▬ ПП – 1 (помірна інтенсивність зрідження).

Рис. 31. Дендрохронології соснових деревостанів в умовах пробних площ Філії «Овруцьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України

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

Таблиця 4

Середнє 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				
		средня похибка, см	min.	max.	стат. відхилення	коеф. вариации, %
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. 32) 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 ростутуть на суміжних ділянках, і за даними лісовпорядкування – з аналогічними таксаційними характеристиками, ідентичними за способом та роком посадки.

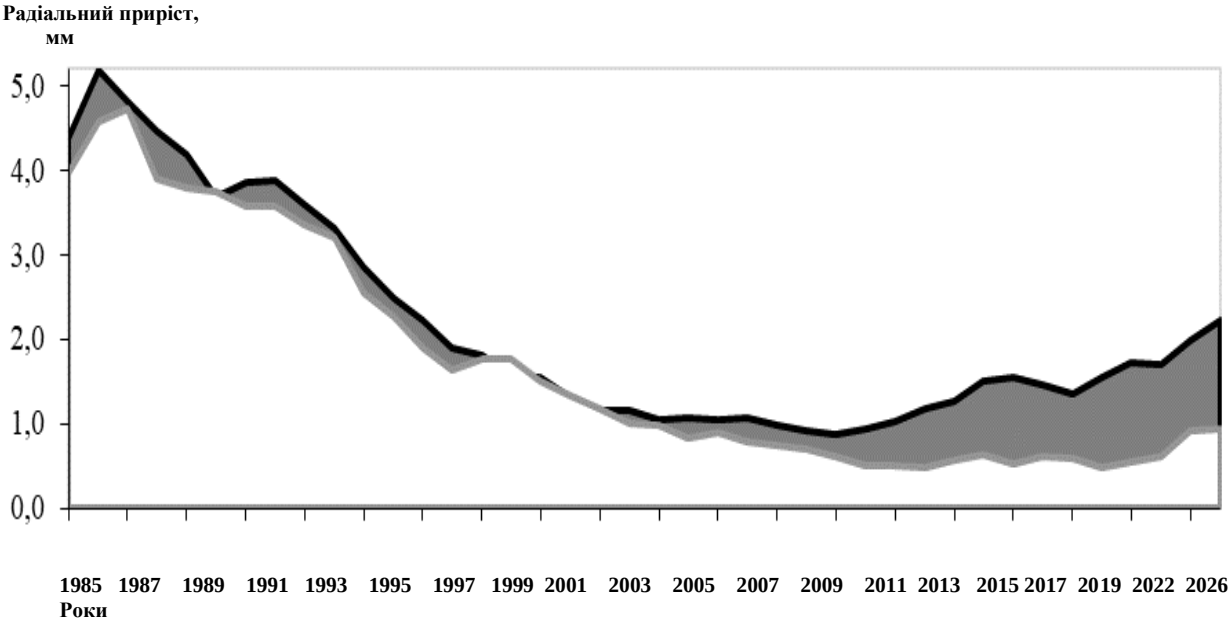


Рис. 32 Індекси радіального приросту сосни звичайної з використанням функції кубічного сплайна програмою ARSTAN – 20215 в лісорослинних умовах $A_{2\text{-}3}$, $B_{2\text{-}3}$ Філії «Овруцьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України

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=±0,40).

Вивчення впливу астрофізичних факторів (циклічність сонячної активності) на формування радіального приросту деревиів 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. 33).

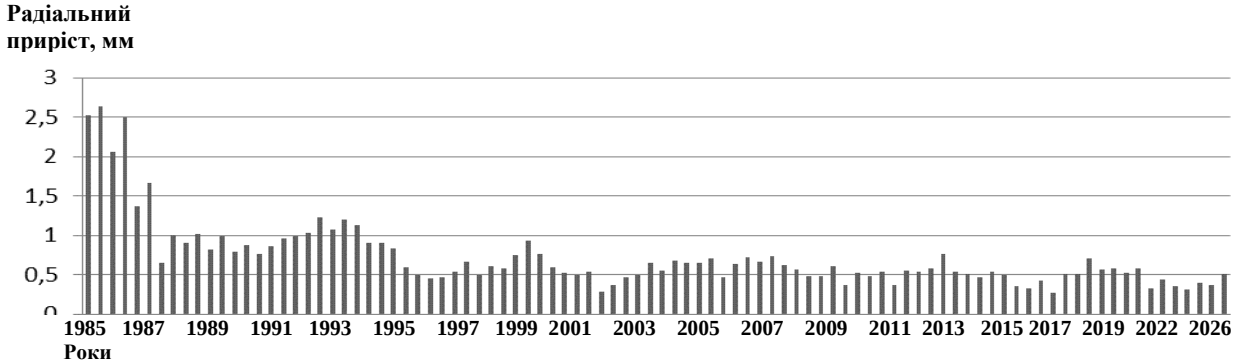


Рис. 33 Динаміка радіального приросту сосни звичайної в лісорослинних умовах A_{2-3}, B_{2-3} Селезівського ПНДВ Поліського природного заповідника

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 рис. 34, немає чіткого розмежування щодо збільшення чи зменшення приростів на гілках спаду чи зростання.

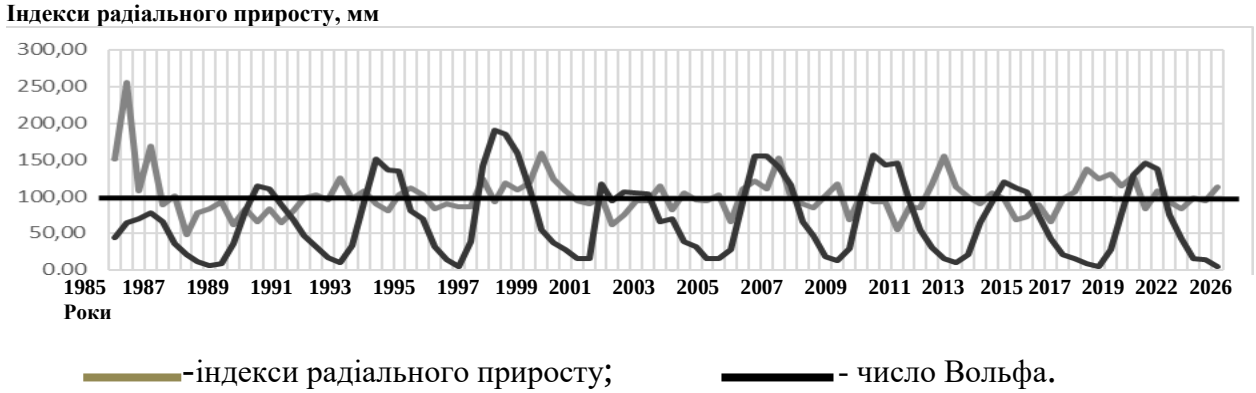


Рис. 34 Взаємозв'язок сонячної активності та радіального приросту сосни звичайної в лісорослинних умовах A_{2-3}, B_{2-3} Селезівського ПНДВ Поліського природного заповідника

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 гілки спаду.

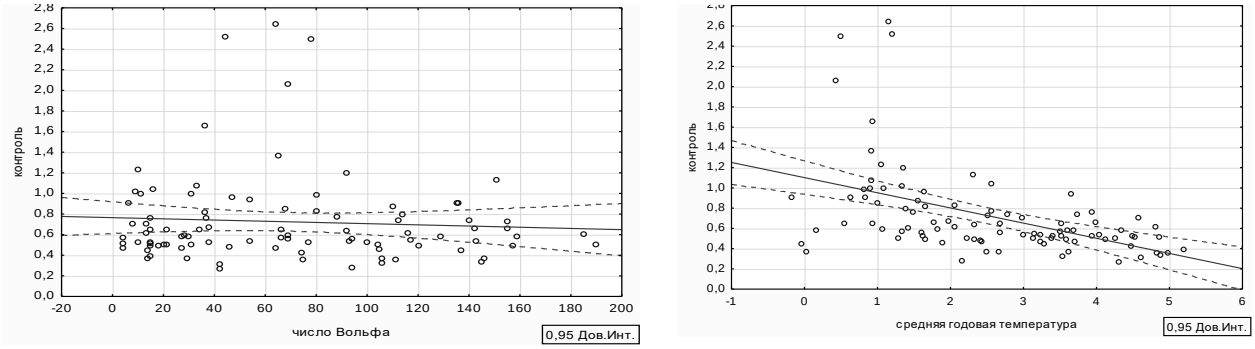
Проведено кореляційний аналіз між показниками приросту сосни звичайної та факторами середовища (середні температури вегетаційного періоду та річна), а також між числами Вольфа (сонячна активність) (таблиця 5).

Таблиця 5

Кореляційні зв'язки між приростом сосни звичайної та факторами навколишнього середовища у природних деревостанах сосни звичайної Поліського природного заповідника (середнє за 2010-2026 рр.)

Показники	Показники			
	прирост, мм	средня температура вегетаційного періоду, ^{0}C	средня річна температура, ^{0}C	сонячна активность (число Вольфа)
прірість, мм	1,000000	-0,240005	-0,475629	-0,066171
средняя температура вегетаційного періода, ^{0}C	-0,240005	1,000000	0,597900	-0,145019
средняя річна температура, ^{0}C	-0,475629	0,597900	1,000000	-0,012334
сонячна активность (число Вольфа)	-0,066171	-0,145019	-0,012334	1,000000
$НІР_{0,05}$	1,27	1,29	1,34	1,47

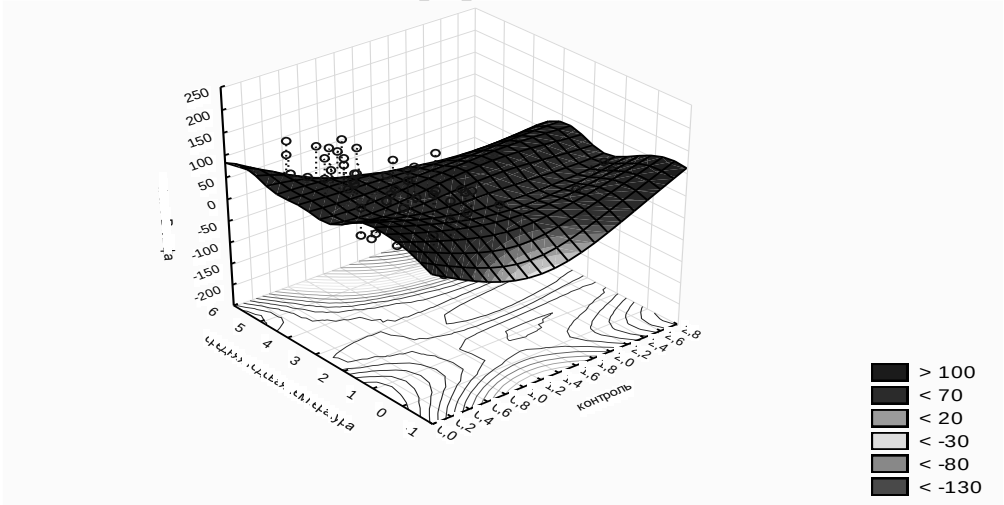
Виявлено, що є тісний негативний кореляційний зв'язок, значущий на рівні $p<0,005$ між середніми показниками температури і приростом ($R= - 0,24$ і $0,47$). Зв'язок між інтенсивністю сонячного впливу та приростом дуже слабкий ($R=0,06$). Ці висновки підтверджуються рис. 35, рис. 36.



а) **б)**

а – між радіальним приростом та сонячною активністю;
б - між радіальним приростом та середньою річною температурою.

Рис. 35 Кореляція зміни радіального приросту сосни звичайної та сонячної активності (а), динаміку середньорічної температури повітря (б)
в лісорослинних умовах $A_{2\text{-}3}$, $B_{2\text{-}3}$ Селезівського ПНДВ Поліського природного заповідника



ЗМ *– поверхня: контроль та середня річна температура, число Вольфа;*
ПД *- порядкове віддалення;*
Число Вольфа *= відстані зважених найменших квадратів.*

Рис. 36 Реакція радіального приросту сосни звичайної на зміну числа Вольфа в лісорослинних умовах $A_{2\text{-}3}$, $B_{2\text{-}3}$ 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 прріст. 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 Селезіського ПНДВ не можна однозначно сказати, що максимального приросту сосна звичайна досягає за певних фаз сонячної активності (рис. 37). 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.

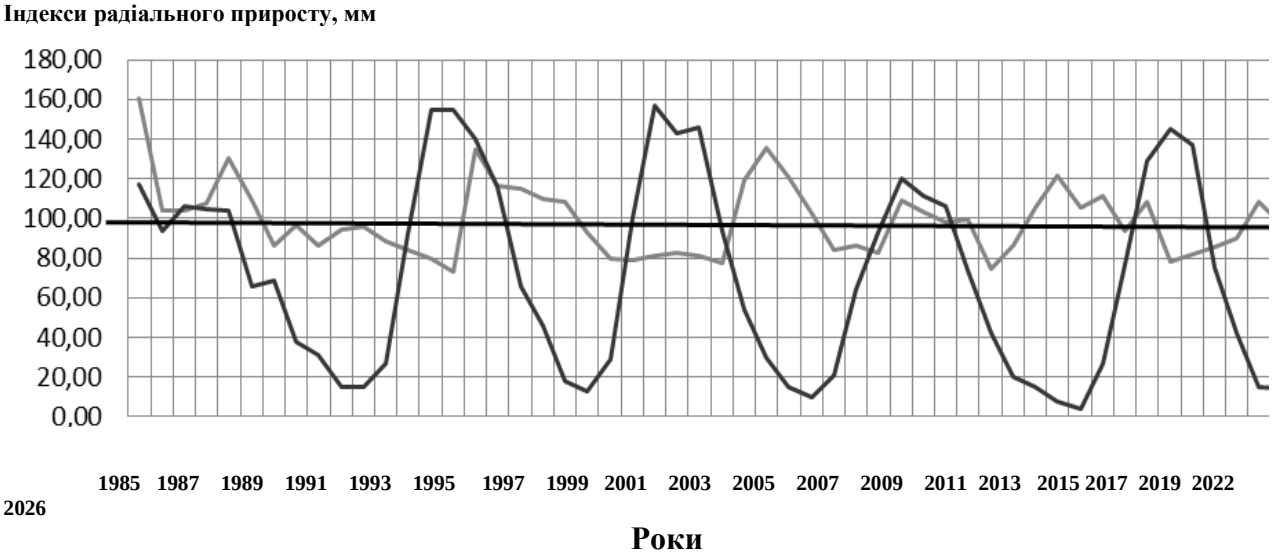


Рис. 37 Індекси реакції радіального приросту сосни звичайної на показник числа Вольфа в лісових культурах Селезівського ПНДВ Поліського природного заповідника

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.

Спостерігалося три основні максимуми приросту сосни звичайної – в 1985, 1990 та 1995 роках (рис. 38). 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 спаду сонячної активності, але число Вольфа було досить великою – 112. в 1995 році сонячна активність була мінімальною (W – 15).



Рис. 38 Індекси радіального приросту сосни звичайної залежно від числа Вольфа в природних деревостанах лісорослинних умов $A_{2\text{-}3}$, $B_{2\text{-}3}$ 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 Селезіського 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. 39). 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.

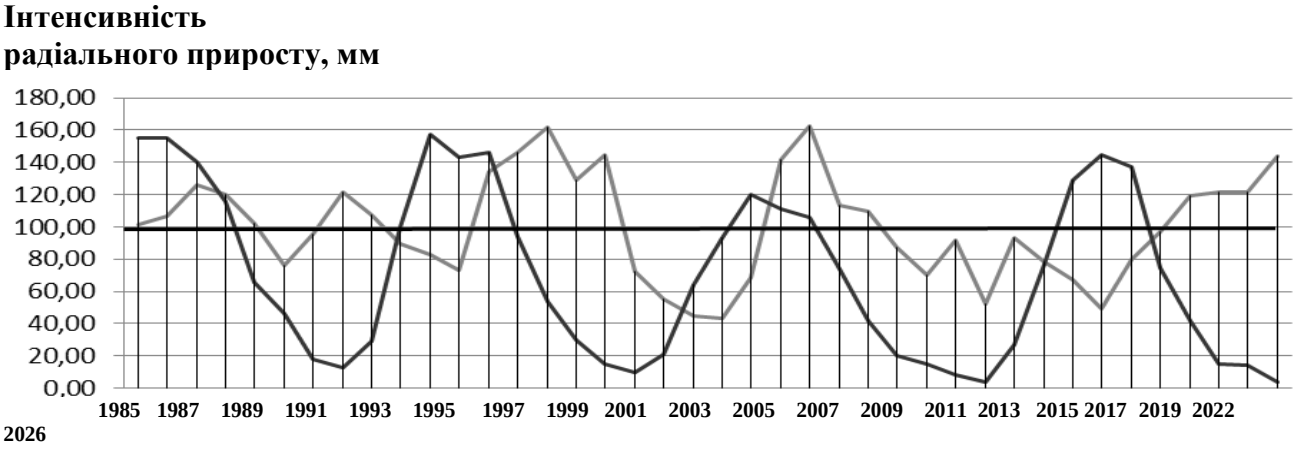


Рис. 39 Залежність радіального приросту культур сосни звичайної від числа Вольфа в лісорослинних умов $A_{2\text{-}3}$, $B_{2\text{-}3}$ Селезівського ПНДВ Поліського природного заповідника

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. спостерігалося 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. Дегласса. 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 спостерігалося 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%.

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 6 видно, що найбільше років, які характеризується індексами приросту понад 100% і менше 100%, всім досліджуваних насаджень спостерігалося під час спаду сонячної активності.

Таблиця 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 (меньше 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

мінимум	10	8,57	14,29	12,50	10	8,97	5,77	6,90
	Кількість років з максимальними індексами приростів (більше 110%)				Кількість років з максимальними індексами приростів (меньше 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
мінимум	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 Селезіського ПНДВ, ПП – природні деревостани Перганського ПНДВ, ПК – природні деревостани Копищанського ПНДВ.

Встановлено, що років із максимальними індексами приростів на долю зспаду 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 напряком спаду, у лісових культурах – за максимальної сонячної активності.

В таблиці 7 наведено рівняння, щ обули 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 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 ПНДВ	$y=0,0001x^2-0,5153x+515,7$ $R^2=0,5457$	$y=9E-05x^2-0,3759x+376,23$ $R^2=0,4805$	$y=0,0004x^2-14596x+1446,4$ $R^2=0,6078$	$y=1E-05x^2-0,0571x+61,93$ $R^2=0,4687$
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 деревостани 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 деревостани 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 наприклад 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 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 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 ймовірни стан сосни звичайної після лісових пожеж на межі формування пожежної підсушини при прямому впливі теплового випромінювання від пожежі на стовбури дерев.

Висновки та перспективи подальших досліджень у цьому напрямку.

1. Досліджено, що дендрохронологічний аналіз сосни звичайної в лісорослинних умовах $A_{1-3,}$ B_{2-3} Перганського та Копищанського ПНДВ Поліського природного заповідника визначив чіткий період найбільш інтенсивного приросту в 15-20 років, після чого проходить зниження впливу віку на величину річного кільця.

2. Досліджено, що в лісорослинних умовах A_{1-3}, B_{2-3} Філії «Овруцьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України», збільшення радіального приросту фіксується після проведення першого прийому рубок догляду у віці 25-30 років.

3. Підтверджено, що проведений дендрохронологічний аналіз в загущених сосняках лісорослинних умов $A_{1-3,}$ B_{2-3} Філії «Народицьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України», після проведення рубок догляду сильної інтенсивності зріджування, відзначається загальна закономірність збільшення значення ширини річного кільця в кожний наступний 10-річний період після прийому рубки.

4. Доведено, що дендрохронологічний аналіз впливу рубок догляду помірної інтенсивності зріджування на деревостани сосни звичайної в лісорослинних умовах $A_{1-3,}$ B_{2-3} Філії «Коростенське лісомисливське господарство» ДП «Ліси України» не виявив істотних відмінностей за приростом.

5. Досліджено вплив зниження за останні 15 років температури повітря та кількості опадів у травні – червні на ширину річного кільця сосни звичайної в загущених соснових деревостанах лісорослинних умов A_{1-3} B_{2-3} Філії «Олевське лісове господарство» ДП «Ліси України» з проведеними в них рубками догляду сильної інтенсивності зріджування (до 35,7% по запасу), що підтверджуються кореляцією отриманих показників.

6. Доведено 25-30%-і відмінності у виявлених взаємозв'язках ширини річного кільця з погодно-кліматичними показниками (опадами та температурою повітря) в лісорослинних умовах A_{1-3} B_{2-3}Філії «Олевське лісове господарство» ДП «Ліси України».

7. За результатами досліджень ми рекомендуємо в умовах Центрального міжрегіонального управління лісового та мисливського господарства ДП «Ліси України» проведення рубок догляду в соснових деревостанах лісорослинних умова $A_{1-3,}$ B_{2-3} в один-два прийоми з наступним проведенням в них прохідних рубок для догляду за підростом.

8. Нами встановлено, що перший прийом рубок догляду слід проводити у віці 20-25 років сильної інтенсивності зріджування (до 26-35% за запасом) низовим методом. Другий прийом - слід проводити у віці 40-50 років з інтенсивністю зріджування до 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.

9. Визначено, що метод дендроіндекаційного аналізу приростів сосни звичайної в умовах Перганського, Селезівського, Копищанського ПНДВ Поліського природного заповідника є досить ефективним для експерс-виявлення особливості росту, впливу збудників хвороб, біологічної дії шкідників,впливу погодно-кліматтчних змін, постпірогенезу на соснові деревостани в лісорослинних умовах A_{1-3}, B_{2-3}. Ми встановили, що період інтенсивного зростання сосняків Поліського природного заповідника в лісорослинних умовах A_{1-3}, B_{2-3} становить 25-35 років, після чого відмічається зниження впливу фактора віку на величину ширини річного кільця.

10. Встановлено, що в умовах Перганського, Копищанського, Селезівського ПНДВ Поліського природного заповідника, на ширину

річного кільця найбільш впливають погодно-кліматичні сигнали температури повітря та кулькість опадів у квітні-травні.

11. Досліджено, що за індексною оцінкою числа Вольфа сонячної активності, фіксується 28,6% максимального радіального приросту, а 71,4% приросту припадає на період спаду. За максимальної сонячної активності, приріст сосни звичайної спостерігається як із найбільшими, так і з найменшими значеннями.

12. За результатами дослідженнь в лісорослинних умовах $A_{1-2,}$ B_{2-3} Поліського природного заповідника нами було виведено тригонометричні функціональні формули математичного моделювання, за допомогою яких є можливість розрахувати величину приросту сосни звичайної, продуктивності, середнє квадратичне відхилення на будь-який період онотогенезу.

13. Нами підтверджено, що при виявленні найбільшого приросту за наданими формулами, в цих та інших близьких за віком деревостанах лісорослинних умов A_{1-3}, B_{2-3}, Поліського природного заповідника, можна прогнозувати середньорічний приіст, продуктивність, оцінювати його лісопатологічний та постпірогенний стан територій, пройдених лісовими пожежами різної інтенсивнсті, що в подальшому має значні перспективи досліджень.

Література:

1. Алексеев В. А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев. Лесоведение. 1989. №4. С. 51–57.

2. Андреєва 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. Бережненко Ж. І. Ефективність застосування інсектицидів проти чорного ясеневого пильщика у полезахисних лісових смугах. Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія «Фітопатологія та ентомологія». 2015. № 1−2. С. 17–20.

6. Бережненко Ж. І. Трофічні зв’язки листогризів з ряду лускокрилі (Lepidoptera) у полезахисних лісових смугах Лівобережного Лісостепу України. Вісник ХНАУ. Серія «Фітопатологія та ентомологія». 2014. №1–2. С. 15–22.

7. Битвинскас Т. Т. Дендроклиматические исследования. Л.: Гидрометеоиздат, 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 пошкодженому 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 екосистем (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., Андреєва 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 ясена 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 водянкою, 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 Septoriosis *(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. ІІ-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. Дендроіндекація 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 грунтів 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 ІІІ 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-викла-дацького 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, УкрНДІЛГА, 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:// https://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). Dendrokhronolohiia 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 biologikalmetods of entomological monitoring of trumpet pest in the conditions of the Pergan nature cjnservation 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 (США), Crossref (США), CORE, (Великобритания), Bielefeld Academic Search Engine (BASE),

(Німеччина), ResearchBib (Японія), WorldCat (США), Citefactor (Канада), Scientific Indexing Services, (США), 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. *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. Crossref (США), CORE (Великобритания), Bielefeld Academic Search Engine (BASE) (Германия), ResearchBib (Япония), WorldCat (США), Scientific Indexing Services (США), Citefactor (Канада), Google Scholar (Search). P. 5-53. [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 teplovlagoobespechennost. 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. Matiushevskaia, 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., Bjrklund, 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].

References:

1. Alekseev V. A. Dyahnostyka zhyznennoho sostoianyia derevev y drevostoev. Lesovedenye. 1989. №4. S. 51–57. [In Ukrainian].

2. Andreieva O. Yu., Koval I. M. Zminy radialnoho pryrostu Pinus sylvestris L. u Polissi v oseredkakh masovoho rozmnozhennia zvychainoho sosnovoho pylshchyka Diprion pini L. Lisivnytstvo i ahrolisomelioratsiia. 2008. Vyp. 112. S. 249–254. [In Ukrainian].

3. Baiura O. M. Posukhostiikist yasena zvychainoho (Fraxinus excelsior L.) ta yoho dekoratyvnykh form v umovakh Pravoberezhnoho lisostepu Ukrainy. Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy. 2011. Vyp. 21.1. S. 33–38. [In Ukrainian].

4. Baiura O. M., Shlapak V. P. Analiz klasyfikatsiinykh system rodu Fraxinus L. Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy. 2011. Vyp. 21.5. S. 59–64. [In Ukrainian].

5. Berezhnenko Zh. I. Efektyvnist zastosuvannia insektytsydiv proty chornoho yasenevoho pylshchyka u polezakhysnykh lisovykh smuhakh. Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriia «Fitopatolohiia ta entomolohiia». 2015. № 1−2. S. 17–20. [In Ukrainian].

6. Berezhnenko Zh. I. Trofichni zviazky lystohryziv z riadu luskokryli (Lepidoptera) u polezakhysnykh lisovykh smuhakh Livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy. Visnyk KhNAU. Seriia «Fitopatolohiia ta entomolohiia». 2014. №1–2. S. 15–22. [In Ukrainian].

7. Bytvynskas T. T. Dendroklymatycheskye yssledovanyia. L.: Hydrometeoyzdat, 1974. 170 s. [In Ukrainian].

8. Buhaiov S. M., Pasternak V. P. Osoblyvosti formuvannia ta khid rostu vilkhovykh nasadzhen livoberezhnoho lisostepu Ukrainy: monohrafiia. Kh.: KhNAU, 2020. 207 s. [In Ukrainian].

9. Voron V. P., Koval I. M., Leshchenko V. O. Dynamika radialnoho pryrostu sosny pid vplyvom vykydiv Zmiivskoi teplovoi elektrostantsii. Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy. 2011. Vyp. 21(14). S. 60–66. [In Ukrainian].

10. Voron V. P., Tkach O. M., Koval I. M., Sydorenko S. H. Zminy radialnoho pryrostu v poshkodzhenomu pozhezheiu sosnovomu derevostani v zakhidnomu Polissi. Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy.2017. Vyp.27(9). S. 56–59. [In Ukrainian].

11. Hensiruk S. A. Lisy Ukrainy. Lviv: Nauk. Tov. im. Shevchenka, Ukr. derzh. lisotekhnichnyi universytet, 2002. 496 s. [In Ukrainian].

12. Hordiienko M. I., Hordiienko N. M. Lisivnychi vlastyvosti derevnykh roslyn. K. : Vistka, 2005. 819 s. [In Ukrainian].

13. Demakov Yu. P. Dyahnostyka ustoichyvosty lesnыkh ekosystem (metodolohycheskye y metodycheskye aspektы). Yoshkar-Ola, 2000. 416 s. [In Ukrainian].

14. Zahalna kharakterystyka lisiv Ukrainy [elektronnyi resurs]. [In Ukrainian].http://dklg.kmu.gov.ua/forest/control/uk/publish/article?art_id=62921&cat_id=32867

15. Koval I. M., Andreieva O. Yu. Dynamika radialnoho pyrostu sosny zvychainoi v oseredkakh rudoho sosnovoho pylshchyka v Polissi. Lisivnytstvo i ahrolisomelioratsiia. 2009. Vyp. 116. S. 62–69. [In Ukrainian].

16. Koval I. M., Bolohov O. V., Nusbaum S. A., Yuzvinskyi H. A. Radialnyi pryrist duba zvychainoho ta yasena zvychainoho yak indykator stanu lisovykh ekosystem v umovakh Novohrad-Volynskoho fizyko-heohrafichnoho raionu. Lisivnytstvo i ahrolisomelioratsiia. 2015. 126. S. 202-211. [In Ukrainian].

17. Koval I. M., Borysova V. L. Reaktsiia na zminy klimatu radialnoho pyrostu yasena zvychainoho v nasadzhenniakh Livoberezhnoho Lisostepu. Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy. 2019. T. 29, № 2. S. 53–57. [In Ukrainian].

18. Koval I. M., Braunynh A., Voronin V. O., Nevmyvaka M. A., Tokareva N. A. Osoblyvosti formuvannia shariv rannoi, piznoi ta richnoi derevyny duba zvychainoho v nasadzhenni Livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy. Zbirnyk naukovykh statei KhIV Vseukrainskykh naukovykh Taliivskykh chytan. 2018. S. 61-64. [In Ukrainian].

19. Koval I. M., Sydorenko S. H., Nevmyvaka M. O. Pisliapirohennyi rozvytok molodoho sosnovoho nasadzhennia v Lisostepu. Liudyna ta dovkillia. Problemy neoekolohii. 2018. Vyp. 30. S. 123-129. [In Ukrainian].

20. Kosheliaieva Ya. V., Koval I. M. Radialnyi pryrist derev berezy povysloi, urazhenykh bakterialnoiu vodiankoiu, v zelenii zoni m. Kharkova.

Lisivnytstvo i ahrolisomelioratsiia. 2017. Vyp. 130. S. 208-214. [In Ukrainian].

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. [in English].

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. [in English].

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. [in English].

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. [in English].

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. [in English].

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 Septoriosis (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. [in English].

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. [in English].

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. [in English].

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. R. 172 – 185. URL: https://naukainfo.com/conference?id=119 [in English].

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. [in English].

31. Levchenko V. B., Levandovska O. V. Diahnostyka lisopatolohichnoho stanu sosnovykh lisiv dendrokhronolohichnym metodom v umovakh Poliskoho pryrodnoho zapovidnyka. II-a Vseukrainska naukova konferentsiia Efektyvnist ahrotekhnolohii v zoni Polissia Ukrainy. (m. Zhytomyr, 17 - 18 lystopada 2022 r.) – Zhytomyr: 2022. s. 70 – 73. [in English].

32. Levchenko V. B., Shulha I. V., Trofymenko P. I., Romaniuk A. A., Machulskyi H. M. Biometriia v lisovomu hospodarstvi z osnovamy matematychnoi statystyky. Navchalnyi posibnyk dlia studentiv spetsialnosti 205 «Lisove hospodarstvo». Za red. kandydata s.-h. nauk, dotsenta V. B. Levchenko: - Zhytomyr: Vyd-vo ZhDU im. I. Franka, 2026 r. - 288 s., il. [in Ukrainian]..

33. Levchenko V. B., Shulha I. V., Trofymenko P. I., Romaniuk A. A., Koliada A. M., Machulskyi H. M., Tkachenko M. V. Dendroindekatsiia z osnovamy biometrii lisovykh ekosystem. Navchalnyi posibnyk dlia zdobuvachiv osvity spetsialnosti N1 «Ahronomiia», N4 «Lisove hospodarstvo», osvitno-profesiinoho stupenia peredvyshchoi osvity (fakhovyi molodshyi bakalavr), pershoho (bakalavrskoho) rivnia vyshchoi osvity, druhoho (mahisterskoho) rivnia vyshchoi osvity. Za red. kandydata s.-h. nauk, dotsenta V. B. Levchenko: - Zhytomyr: Vyd-vo ZhDU im. I. Franka, 2026 r. – 152 s., il. [in Ukrainian].

34. Levchenko V. B., Slobodniak V. L., Somenok M. M., Stelmkh A. V. Vplyv vodnoho rezhymu hruntiv na rist i produktyvnist sosny zvychainoi v umovakh Poliskoho pryrodnoho zapovidnyka. «ZAKhYST VODNYKh RESURSIV - HLOBALNI VYKLYKY, ZAHROZY OPUSTELIuVANNIa TERYTORII, MIZhNARODNI ZOBOVIaZANNIa DERZhAV SVITU»: tezy dopovidei - zdobuvachiv vyshchoi osvity ta inshykh uchasnykiv osvitnoho protsesu za rezultatamy shchorichnoho tematychnoho «kruhloho stolu» na oblikovo-finansovomu fakulteti 22 bereznia 2023 roku / [elektronne naukove vydannia]. Mykolaivskyi natsionalnyi ahrarnyi universytet. - Mykolaiv: MNAU, 2023. s. 24-28. [in Ukrainian].

35. Levchenko V. B., Shemet O. I. Produktyvnist sosnovykh derevostaniv v konteksti pohodno-klimatychnykh zmin v umovakh Poliskoho pryrodnoho zapovidnyka. Suchasnyi stan, problemy i perspektyvy lisivnychoi osvity, nauky ta vyrobnytstva: materialy III Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi internet-konferentsii (Bila Tserkva, 14 kvitnia 2023 r.). – Bila Tserkva: BNAU, 2023. s. 125 – 129. [in Ukrainian].

36. Levchenko V. B., Hurzhii R. V., Hulyk I. T., Riabko Ya. M. Lisopatolohichnyi stan ta dendrokhronolohichnyi monitorynh sosny zvychainoi v umovakh Poliskoho pryrodnoho zapovidnyka. Materialy 73-oi naukovo-tekhnichnoi konferentsii profesorsko-vykla-datskoho skladu,

naukovykh pratsivnykiv, doktorantiv ta aspirantiv za pidsumkamy naukovoi diialnosti u 2022-2023 rokakh (5 hrudnia 2023 roku). – Lviv: RVV NLTU Ukrainy, 2023. s. 70 - 72. [in Ukrainian].

37. Matveev S. M. Dynamyka pozdnei drevesynы sosnы obыknovennoi v razlychnыkh lesorastytelnыkh uslovyiakh. Yzvestyia vыsshykh uchebnыkh zavedenyi. Lesnoi zhurnal. 2005. № 4. S. 70–75. [in Ukrainian].

38. Mateiko I. M. Fitomasa ta deponovanyi vuhlets derev i derevostaniv yasena zvychainoho v Pravoberezhnomu Lisostepu Ukrainy: avtoref. dys. na zdobuttia nauk. stupenia kand. s.-h. nauk: 06.03.02 «Lisovporiadkuvannia i lisova taksatsiia». Kyiv, 2012. 22 s. [in Ukrainian].

39. Melekhov Y. S. Znachenye strukturы hodychnыkh sloev y ee dynamyky v lesovodstve y dendroklymatolohyy. Lesn. zhurn. 1979. № 4. S. 6–14. [in Ukrainian].

40. Myhunova E. S. Lesnaia typolohyia, shkola V. V. Dokuchaeva y voprosы heohrafyy. Kh.: Novoe slovo, 2009. 304 s. [in Ukrainian].

41. Nazarenko V. V., Pasternak V. P. Zakonomirnosti formuvannia typiv lisu Lisostepu Kharkivshchyny: monohrafiia. Kh.: Planeta-Print, 2016. 190 s. [in Ukrainian].

42. Normatyvno-spravochnыe materyalы dlia taksatsyy lesov Ukraynы y Moldavyy. K.: Urozhai, 1987. 560 s. [in Ukrainian].

43. Ostapenko B. F., Vorobev D. V. Osnovы lesnoi typolohyy. Kh.: KhNAU, UkrNDILHA, 2014. 362 s. [in Ukrainian].

44. Probni ploshchi lisovporiadni. Metod zakladannia: SOU 02.02-37-476: 2006. [Vved. z 2006-12-26]. K.: Minahropolityky Ukrainy, 2006. 32 s. [in Ukrainian].

45. Sanitarni pravyla v lisakh Ukrainy: Zatv. Nakazom Ministerstva ahrarnoi polityky ta prodovolstva vid 26.10.2016 № 756 [Elektronnyi resurs]. Rezhym dostupu: http:// https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-

95-p (data zvernennia 01.02.2020 r.) v redaktsii postanovy Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 26 zhovtnia 2016 r. № 756 [in Ukrainian].

46. Strochynskyi A. A. ta in. Lisotaksatsiinyi dovidnyk [za red. S. M. Kashpora, A. A. Strochynskoho]. K.: Vyd. dim "Vinnichenko", 2013. 496 s. [in Ukrainian].

47. Tovstukha O. V. Vikova struktura sosnovykh lisiv DP «Shostkynske LH». Lisivnytstvo i ahrolisomelioratsiia. 2012. Vyp. 120. S. 55–63. [in Ukrainian].

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. R. 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. [in English].

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). Dendrokhronolohiia 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 biologikalmetods of entomological monitoring of trumpet pest in the conditions of the Pergan nature cjnservation research department of Poliska nature reserve. DOI 10.26886/2520-7474.1(51)2022.1. Paradigm of knowledge № 1(51), 2022. Crossref (SShA), CORE (Velykobrytanyia), Bielefeld Academic Search Engine (BASE) (Hermanyia), ResearchBib (Iaponyia), WorldCat (SShA), Scientific Indexing Services (SShA), Citefactor (Kanada), 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 (SShA), Crossref (SShA), CORE, (Velykobrytanyia), Bielefeld Academic Search Engine (BASE), (Nimechchyna), ResearchBib (Iaponiia), WorldCat (SShA), Citefactor (Kanada), Scientific Indexing Services, (SShA), 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. 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. Crossref (SShA), CORE (Velykobrytanyia), Bielefeld Academic Search Engine (BASE) (Hermanyia), ResearchBib (Iaponyia), WorldCat (SShA), Scientific Indexing Services (SShA), Citefactor (Kanada), 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 teplovlagoobespechennost. 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. Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy, 2020, t. 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. Matiushevskaia, E. V. (2017). Faktory izmenchivosti radialnogo prirosta derevev. (Kiseleva, V. N. Scientific Ed.). Minsk: BGU, 231 p. [in English]..

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., Bjrklund, 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].

Citation: Valery Levchenko, Yaroslav Fuchylo, Marina Karpovych, Alla Romanyuk, Oleksandr Pinchuk, Svitlana Hornovska, Daria Sergeeva (2026). DENDROINDICATION OF FOREST PATHOLOGICAL, PYROLOGICAL AND POST-PYROLOGICAL STATES, THE INFLUENCE OF WEATHER AND CLIMATE CHANGES, GROWTH, PRODUCTIVITY OF SCOTTISH PINE IN THE FORESTS OF THE BRANCHES OF THE CENTRAL INTERREGIONAL MANAGEMENT OF FORESTRY AND HUNTING SECTOR «FORESTS OF UKRAINE» AND POLISSIA NATURE RESERVE. New York. TK Meganom LLC. Innovative Solutions in Modern Science. 5(74). doi: 10.26886/2414-634X.5(74)2026.1

Copyright: Valery Levchenko, Yaroslav Fuchylo, Marina Karpovych, Alla Romanyuk, Oleksandr Pinchuk, Svitlana Hornovska, Daria Sergeeva ©. 2026. This is an openaccess article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY). The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.