

УДК 502.52

**І. М. КОВАЛЬ**, канд. с.- г. наук, с. н. с., **Н. А. ТОКАРЕВА**, **М. О. НЕВМИВАКА**,  
**В. О. ВОРОНІН**

*Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна*  
майдан Свободи, 6, 61022, Харків, Україна  
e-mail: Koval\_Iryna@ukr.net

### **ДИНАМІКА РАДІАЛЬНОГО ПРИРОСТУ ДЕРЕВ, ПОШКОДЖЕНИХ ПОЖЕЖЕЮ, В СОСНОВИХ НАСАДЖЕННЯХ ЛІСОСТЕПОВОЇ ЗОНИ ХАРКІВЩИНИ**

**Мета.** Вивчення до- та післяпожежного розвитку соснових деревостанів Лісостепу Харківщини. **Методи.** Дендрохронологічні. **Результати.** Представлено результати дендрокліматичних та дендроіндикаційних досліджень соснових насаджень на трьох постійних пробних площах, пошкоджених пожежею в 2011 році. Менш пошкоджені пожежею дерева, які мають кращий санітарний стан та панівні дерева відновлюють радіальний приріст протягом 2 - 3 років, водночас дерева в найбільш пошкодженому пожежею насадженні, де висота нагару на стовбурах дерев склала 3,87 м, не відновили радіальний приріст до цього часу. Виявлена значуща залежність між дефоліацією та радіальним приростом для 2013 року, коли радіальний приріст почав суттєве відновлення. Ця регресійна модель описана кривою третього порядку. **Висновки.** Встановлено, що менш пошкоджені пожежею дерева, які мають кращий санітарний стан та є панівними відновлюють радіальний приріст протягом 2 - 3 років.

**Ключові слова:** дендроіндикація; соснові насадження; пожежі; санітарний стан дерев, радіальний приріст, панівні дерева, нагар на стовбурі

**Koval I. M., Tokareva N. A., Nevmyvaka M. O., Voronin V. O.**

*V. N. Karazin Kharkiv National University*

### **DYNAMIC OF RADIALY GROWTH TREES DAMAGED BY FIRE IN PINE STANDS STEPPE ZONE OF KHARKIV REGION**

**Purpose.** The study of pre- and after the fire of pine forest stands forest steppe Harkivschyny. **Methods.** Dendrochronological. **Results.** Dynamics of results of dendroclimatic and dendroindication researches of pine stands on three permanent research plots damaged by fires in 2011. Trees that have good sanitary state and dominant trees restore the tree radial growth in 2 -3 years, at the same time trees in most damaged stand where height of deposit on tree stems are 3.87, didn't revive the radial growth still. Significant relationships between defoliation and the radial growth for 2013 for second research plot (height of deposit on tree stem is 1,87 m) When the radial growth start to revive. This regression model was described by curves of third degree. **Conclusions.** It was found that less fire damaged trees that have the best sanitary conditions and are predominant, restored radial growth for 2 - 3 years.

**Keys words:** dendroindication, pine stands, fires, sanitary state of trees, radial growth, deposit on tree stem

**Коваль І. М., Токарева Н. А., Невмывака М. А., Воронин В. А.**

*Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина*

### **ДИНАМИКА РАДИАЛЬНОГО ПРИРОСТА ДЕРЕВЬЕВ, ПОВРЕЖДЕННЫХ ПОЖАРОМ, СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ ХАРЬКОВЩИНЫ**

**Цель.** Изучение до- и после пожарного развития сосновых древостоев Лесостепи Харьковщины. **Методы.** Дендрохронологические. **Результаты.** Представлены результаты дендроклиматических и дендроиндикационных исследований сосновых насаждений на трех постоянных пробных площадях, поврежденных пожаром а 2011 году. Установлено, что менее поврежденные насаждения, которые имеют лучшее санитарное состояние и господствующие деревья восстанавливают радиальный прирост на протяжении 2-3 лет, в то же время деревья в наиболее поврежденном насаждении, где высота нагара на стволах была 3,87 м, не восстановили радиальный прирост до этого времени. Вывявлены значущие связи между дефолиацией и радиальным приростом для 2013 года для второй пробной площади (висота нагара на стволі складає 1,87 м), корда радіальний прирост начал восстанавливаться. Эта регрессионная модель описана кривой третьего порядка. **Выводы.** Установлено, что менее поврежденные пожаром деревья, которые имеют лучшее санитарное состояние и являются господствующими, восстанавливают радиальный прирост в течение 2 - 3 лет.

**Ключевые слова:** дендроиндикация, сосновые насаждения, пожары, санитарное состояние деревьев, радиальный прирост, господствующие деревья, нагар на стволе

**Вступ**

Питання встановлення ступеню та характеру впливу природних процесів та антропогенних факторів на ліс успішно вирішуються із застосуванням дендрохронологічного методу аналізу, що є одним із найбільш перспективних екологічних напрямків, які швидко розвиваються. Дендрохронологія базується на гарній «пам'яті» дерев, які в структурі, хімічному складі та розмірах річних кілець приросту чітко фіксують всі зміни, які відбуваються як у середині екосистеми, так і в зовнішніх умовах, що визначають їх розвиток [1].

У різний час у ряді районів України дендрохронологічні дослідження розвивали: Ф. Н. Шведов, В. Е. Рудаков, В. Г. Коліщук, А. Д. Шовган, П. В. Ковальов, А. І. Попов, В. І. Важов, М. В. Ловелиус, Ю. І. Грицан [3].

Лісові пожежі є екологічним фактором, який комплексно впливає на лісові екосистеми. В залежності від потужності та локалізації пожежі викликають різні наслідки. Відомий ряд досліджень щодо впливу низових пожеж на динаміку радіального приросту сосни. Ці пожежі пошкоджують нижні яруси лісу, в тому числі підстилку, що впливає на зміни режиму ґрунтової вологи, порушення структури і складу деревостанів [2, 7].

**Методика дослідження**

Об'єкти досліджень – середньовікові чисті соснові деревостани ДП «Жовтневе ЛГ», які пошкоджені весняною пожежею в 2011 році і ростуть на супіщаних дерново-

В результаті зниження життєздатності дерева знижується радіальний приріст деревини, при цьому його відновлення може тривати протягом декількох років. Реакція деревостанів на вплив пожеж визначається не тільки характером і інтенсивністю пожеж, але й особливостями ґрунтів, віком і еколого-біологічними характеристиками лісоутворюючих порід [4].

Головними причинами виникнення лісових пожеж у лісостеповій зоні України є посухи та антропогенний вплив. Кожна деревна порода має свій особливий режим, який характеризується специфічною пожежною поведінкою, пожежним інтервалом та післяпожежною динамікою відновлення [2]. Наслідкам впливу низових пожеж на деревостани приділено багато уваги, однак питання щодо післяпірогенного розвитку деревостанів у перші роки після пожеж залишається слабо вивченим. Отже дослідження впливу пожеж на стан та приріст дерев і післяпожежне відновлення насаджень є надзвичайно актуальними.

Метою дослідження є вивчення дота післяпожежного розвитку соснових деревостанів дендрохронологічними методами в Лісостепу Харківщини.

опідзолених ґрунтах. Тип лісорослинних умов – свіжа субір (В<sub>2</sub>). Закладено три постійні пробні площі (ППП) із різним рівнем пошкодження (табл. 1).

**Таблиця 1**

**Таксаційна характеристика насаджень на ППП з різним рівнем пошкодження пожежею 2011 року**

ППП	Н <sub>ср</sub> , м	Д <sub>ср</sub> , см	Бонітет	М, м <sup>3</sup> /га	Н, шт./га
ПП 1	20,5	19,2	I	344	1260
ПП 2	18,4	18,9	I	336	1430
ПП 3	18,8	17,5	I	342	1620

Використано стандартні дендрохронологічні методики [4, 6]. Керни відібрано по 20-25 штук буравом Преслера зі стовбура дерева на висоті 1,3 м. Величини шарів річної деревини виміряні цифровим приладом для вимірювання шарів деревини HENSON з точністю до 0,01 мм. Потім аб-

солютні значення для кожної пробної площі осереднено. Проведено якісний аналіз (співставлення графіків динаміки приросту та клімату), а також застосовано кореляційний та регресійний аналіз для вивчення взаємозв'язків між радіальним приростом сосни з одного боку та санітарним станом дерев,

що характеризує дефоліацію крон класами Крафта та висотою нагара на стовбурі – з іншого.

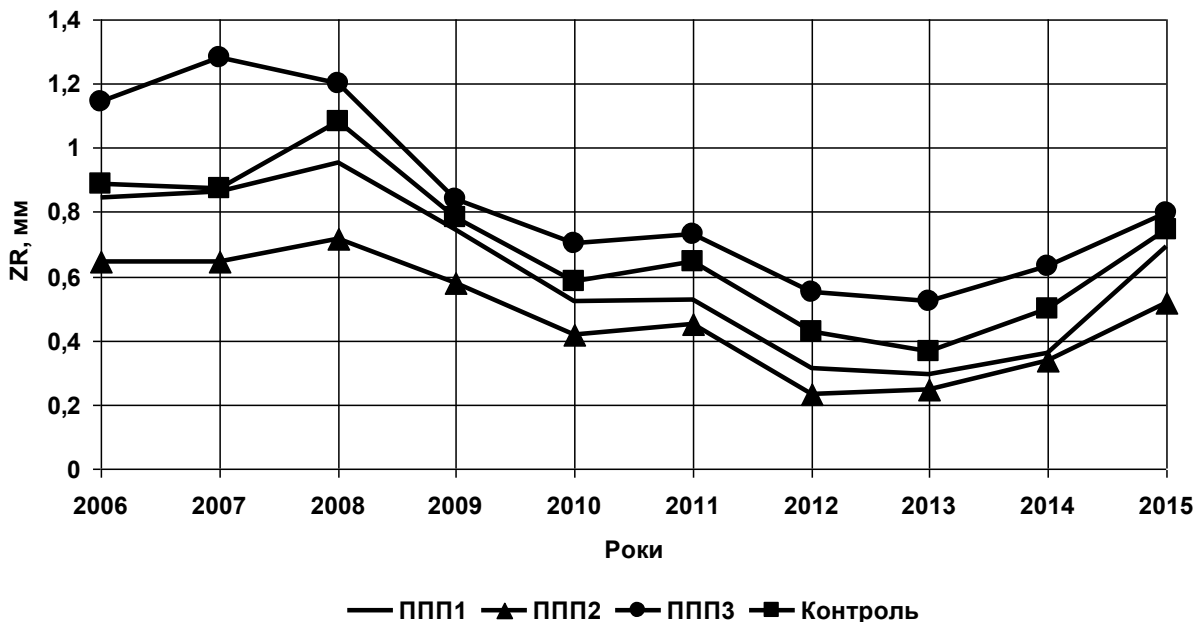
Використано метеорологічні дані Зміївської метеостанції.

**Результати та обговорення**

**Формування шарів річної деревини сосни в насадженнях з різним рівнем пошкодження пожежами.** Проаналізовано динаміку радіального приросту сосни в насадженнях з різним рівнем пошкодження після низової пожежі (рис.1).

В липні 2014 року зафіксовано, що на ППП 1 всохло 11% дерев (14 дерева.), на ППП 2 – 21% (30 дерев), на ППП3 – 48% (32 дерева всохло, а 65 дерев було зрубано

до 2013 року), бо індекс санітарного стану в цьому насадженні складав 4,03 на відміну від ППП 1 та ПП 2, де відповідні величини склали 3,05 та 3,17, тобто стан насаджень на цих ППП був кращим. Зафіксовано найвищі прирости в найбільш пошкодженому насадженні на ППП 3, де збільшилася площа живлень дерев за рахунок відпаду та санітарних рубок, що вплинуло на підвищення радіального приросту сосни (рис. 1).



**Рис. 1** – Динаміка радіального приросту сосни звичайної на ППП в Бабаївському лісництві ДП «Жовтневе ЛГ» з різним рівнем пошкодження пожежею, яка сталася навесні 2011 року

На ППП 1 зафіксовано зменшення радіального приросту за 2011-2015 рр. в порівнянні з попереднім періодом на 43%, на ППП 2 – 40%, на ППП 3 – на 37%, на контролі – на 35% , що свідчить про антропогенну страту приросту на пошкоджених ППП (табл. 2).

Дисперсія, що характеризує відхилення значень від середнього значення, найбільше знизилася в найбільш пошкодженому насадженні (ППП 3) – від 0,07 до 0,01, що свідчить про втрату швидкої реакції насаджень на зміни умов довкілля, отже також

про втрату стійкості дерев після пожежі (табл. 2).

Відомо, що опади, в основному, лімітують приріст дерев в лісостеповій зоні. В рік пожежі (2011 рік) спостерігалися сприятливі погодні умови (значна кількість опадів протягом квітня-серпня (330 мм), середні температури за квітень-серпень склали 18°C), що сприяло формуванню широких шарів річної деревини сосни. В наступному році в цей період випало всього 200 мм опадів, що негативно вплинуло на радіальний приріст сосни в ослаблених пожежею насадженнях (рис. 1, 2, 3).

Таблиця 2

Статистична характеристика шарів річної деревини сосни звичайної на ППП в Бабаївському лісництві ДП «Жовтневе» з різним рівнем пошкодження пожежею, яка сталася навесні 2011 року

ППП	Висота нагару, м	Радіальний приріст до пожежі (2006-2010 рр.)		Радіальний приріст після пожежі (2011-2015 рр.)	
		Середнє радіального приросту, мм/похибка	Дисперсія	Середнє радіального приросту, мм/похибка	Дисперсія
1	0,61	0,78/0,07	0,03	0,44/0,07	0,03
2	1,76	0,60/0,05	0,01	0,36/0,06	0,02
3	3,76	1,10/0,12	0,07	0,70/0,04	0,01
Контроль	0	0,84/0,08	0,03	0,54/0,07	0,02

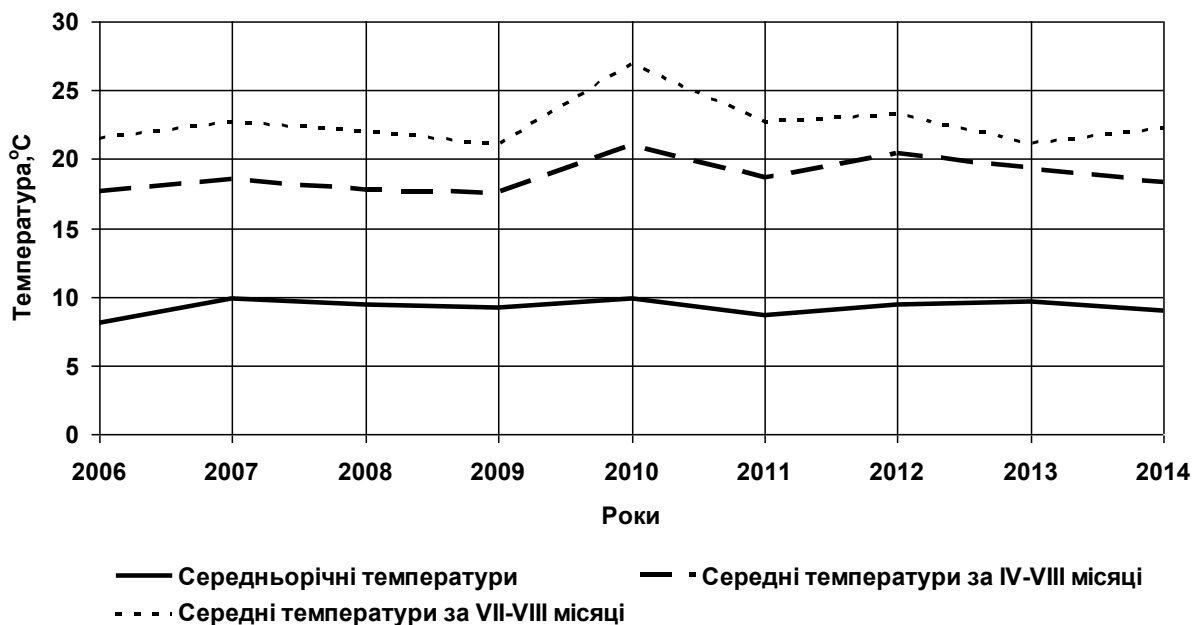


Рис. 2 – Динаміка температур за даними Харківської та Зміївської метеостанцій

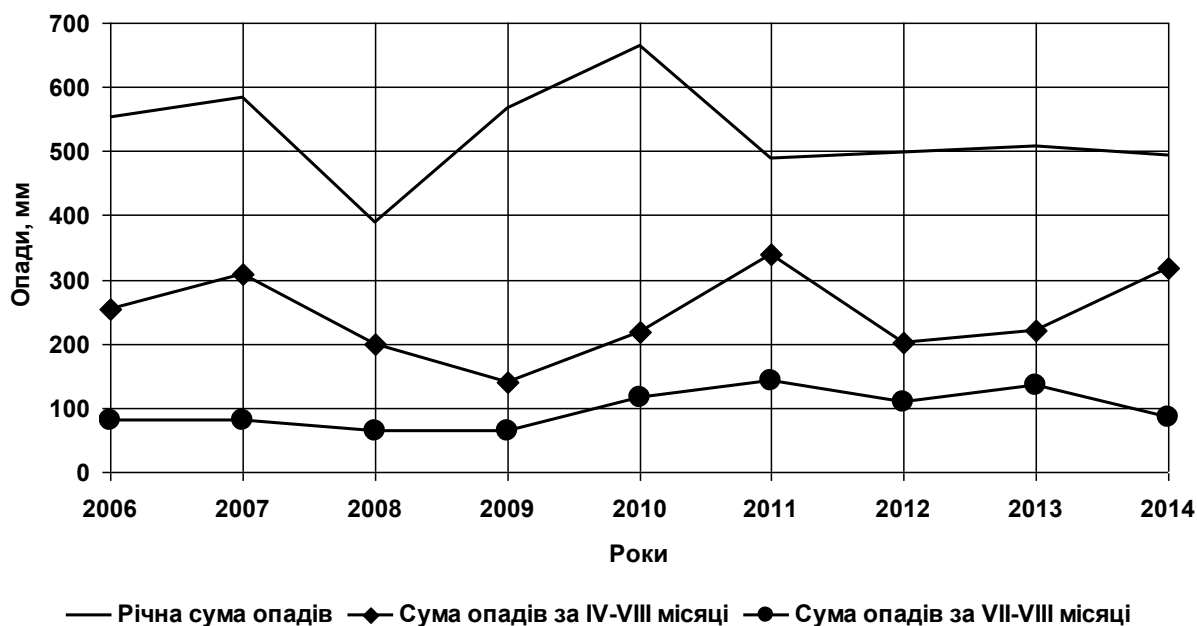


Рис. 3 – Динаміка опадів за даними Харківської та Зміївської метеостанцій

**Взаємозв'язки між нагаром на стовбурах та радіальним приростом сосни.** Проведено кореляційний аналіз між величинами річних кілець та різними рівнями нагарів на стовбурах (мінімальний, максимальний, середній) (табл. 3). Між індексами радіального приросту та висотою нагару

достовірних зв'язків не виявлено, але між абсолютними величинами радіального приросту 2014 року і максимальною та середньою висотою нагару на стовбурі для ППП 3 обчислено регресійні зв'язки, описані кривими третього порядку (рис. 4, 5).

Таблиця 3

Коефіцієнти кореляції між абсолютними величинами радіального приросту та висотою нагару на стовбурі

Роки	Максимальна висота нагару на стовбурі, м	Мінімальна висота нагару на стовбурі, м	Середня висота нагару на стовбурі, м
ППП 1			
2011	-0,07	0,05	-0,03
2012	0,16	0,30	0,22
2013	0,11	0,30	0,19
2014	-0,03	0,04	-0,01
2015	-0,08	0,00	-0,05
ППП 2			
2011	0,00	-0,01	-0,01
2012	-0,02	-0,33	-0,17
2013	-0,48	-0,45	-0,49
2014	-0,28	-0,40	-0,35
2015	-0,11	-0,14	-0,13
ППП 3			
2011	0,23	-0,02	0,14
2012	0,39	-0,04	0,23
2013	0,38	-0,12	0,18
2014	<b>0,46*</b>	0,28	<b>0,42*</b>
2015	0,07	0,24	0,16

Примітки: \* – достовірність на 0,05 рівні значущості

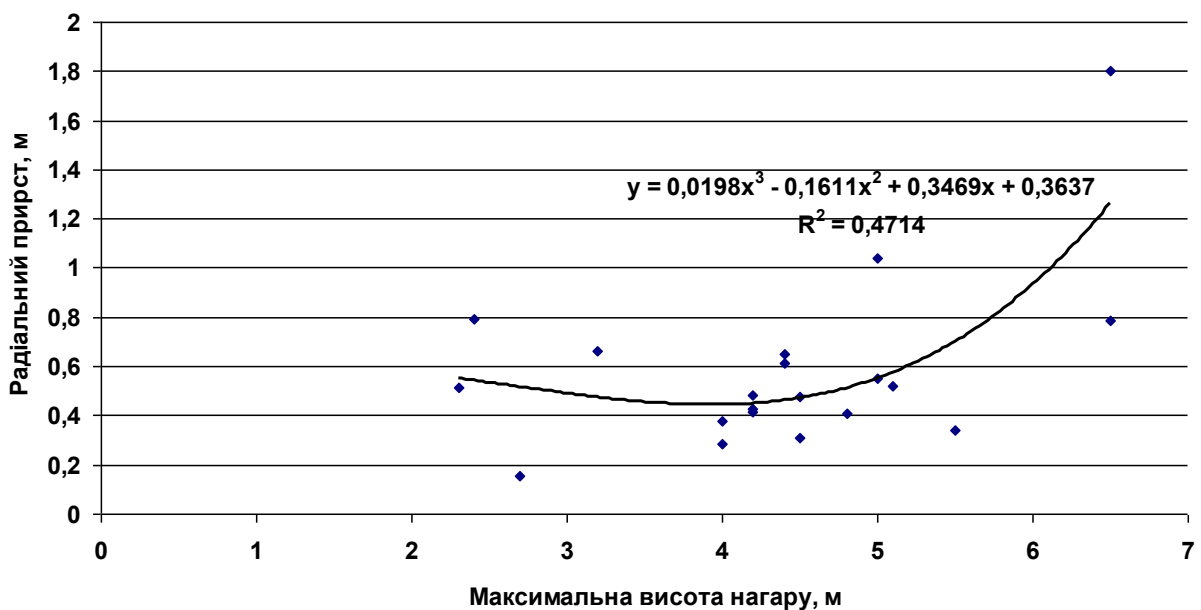


Рис. 4 – Залежність між радіальним приростом та максимальною висотою нагару в 2014 році

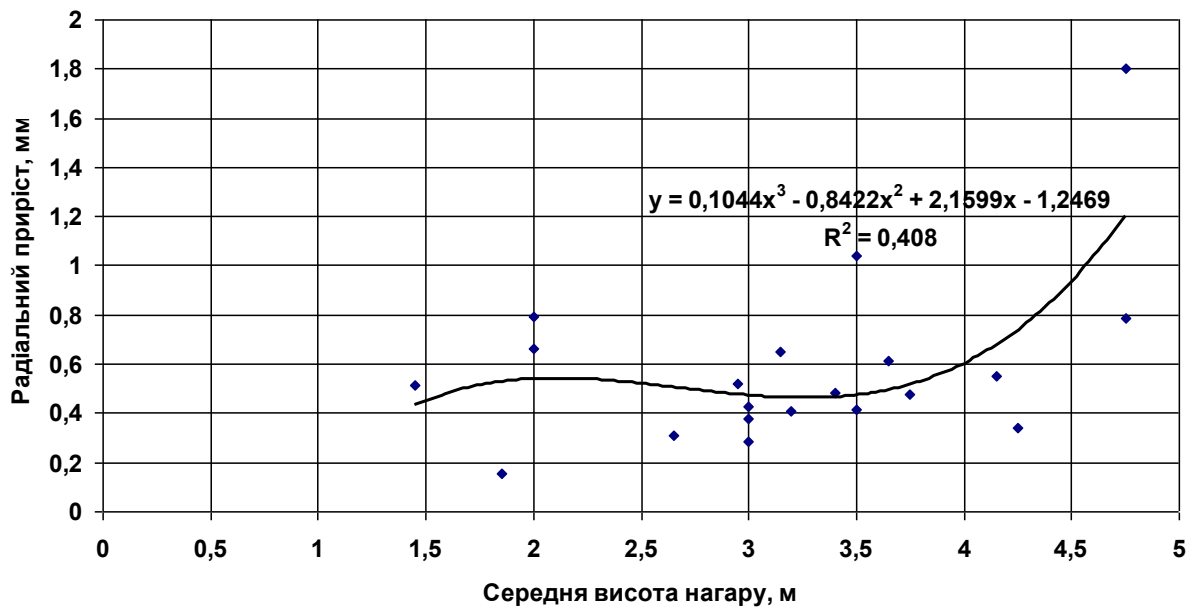


Рис. 5 – Залежність між радіальним приростом та середньою висотою нагару в 2014 році

Коефіцієнти детермінації 0,47 (для максимальної висоти нагару на стовбурі) та 0,41 (для середньої висоти нагару на стовбурі) свідчать про те, що вплив висоти нагару на формування шарів річної деревини складає 47 та відповідно 41% в сукупності всіх факторів впливу на радіальний приріст в цих насадженнях. Кореляційні відношення цих зв'язків достовірні на 0,05 рівні значущості.

В наших попередніх дослідженнях після пірогенного розвитку насаджень виявля-

но достовірні зв'язки між радіальним приростом та висотою підняття нагару по стовбурі на четвертий та роки після пожежі [2].

**Взаємозв'язок між санітарним станом дерев та радіальним приростом.** Динаміку радіального приросту сосни в насадженнях з різним рівнем пошкодження пожежею, представлено на рис. 6-8.

В найменш пошкодженому насадженні дерева 2 категорії санітарного стану та 3 категорії відновили приріст до пожежного рівня за 4 роки. При цьому дерева 2

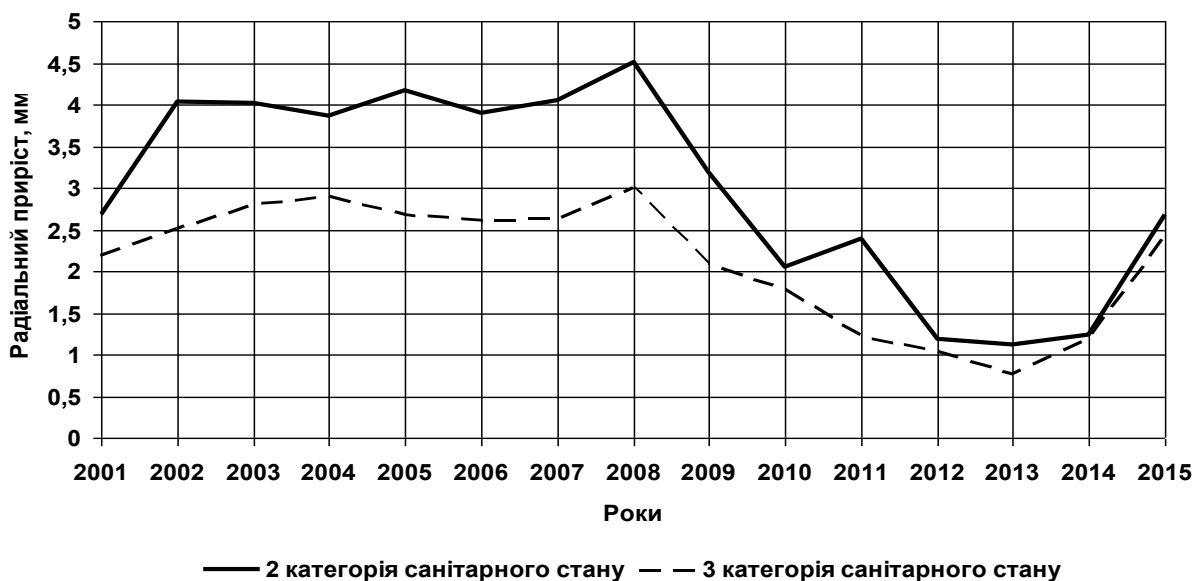


Рис. 6 – Динаміка радіального приросту дерев за категоріями санітарного стану в насадженні (ППП 1), пошкодженому пожежею навесні 2011 року

категорії санітарного мали менш глибоку депресію, ніж дерева 3 класу категорії санітарного стану. В насадженні ППП 2 дерева 2 та 3 категорії санітарного стану відновили приріст за три роки, в той час як дерева 3 категорії санітарного стану мали більш глибокі депресії і повільніше відновлення приросту. Водночас в деревостані ППП 3 (найбільш пошкодженому деревостані), радіа-

льний приріст дерева 2 та 3 категорій санітарного стану відновили до цього часу, незважаючи на те, що світловий приріст на цій ППП був найвищим за рахунок дерев, які всохли і які зрубали.

Отже дерева 2-го та 3-го санітарного стану на ППП з середньою висотою нагару дерев 0,87 та 1,76 відновили свій приріст за три роки, водночас всі дерева на найбільш

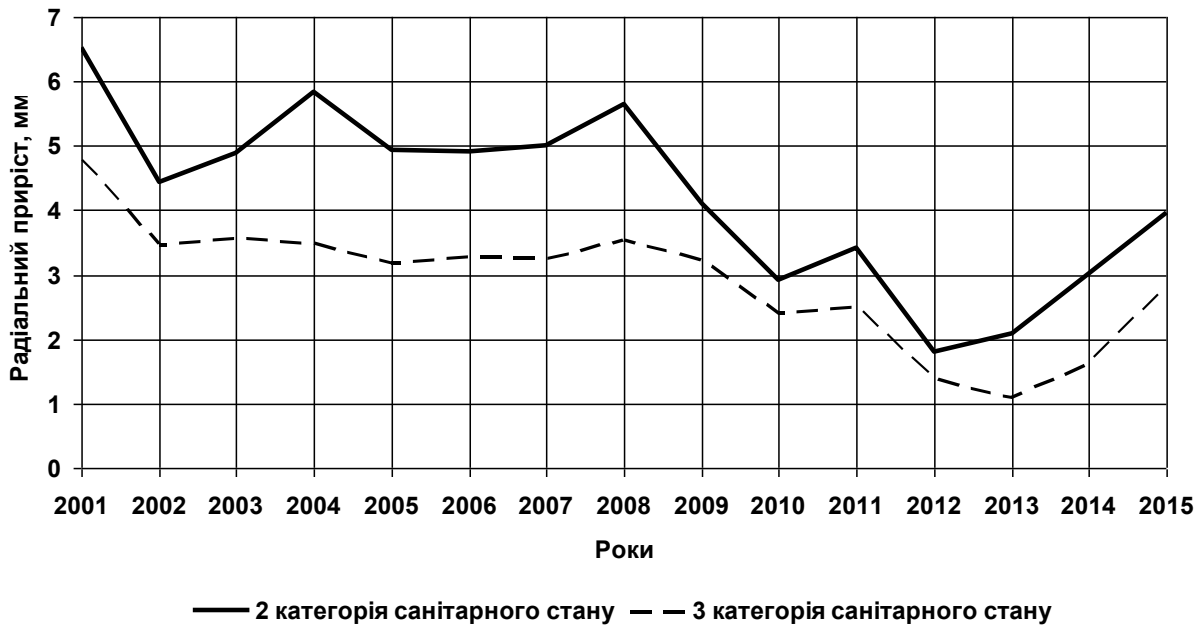


Рис. 7 – Динаміка радіального приросту дерев за категоріями санітарного стану в насадженні (ППП 2), пошкодженому пожежею навесні 2011 року

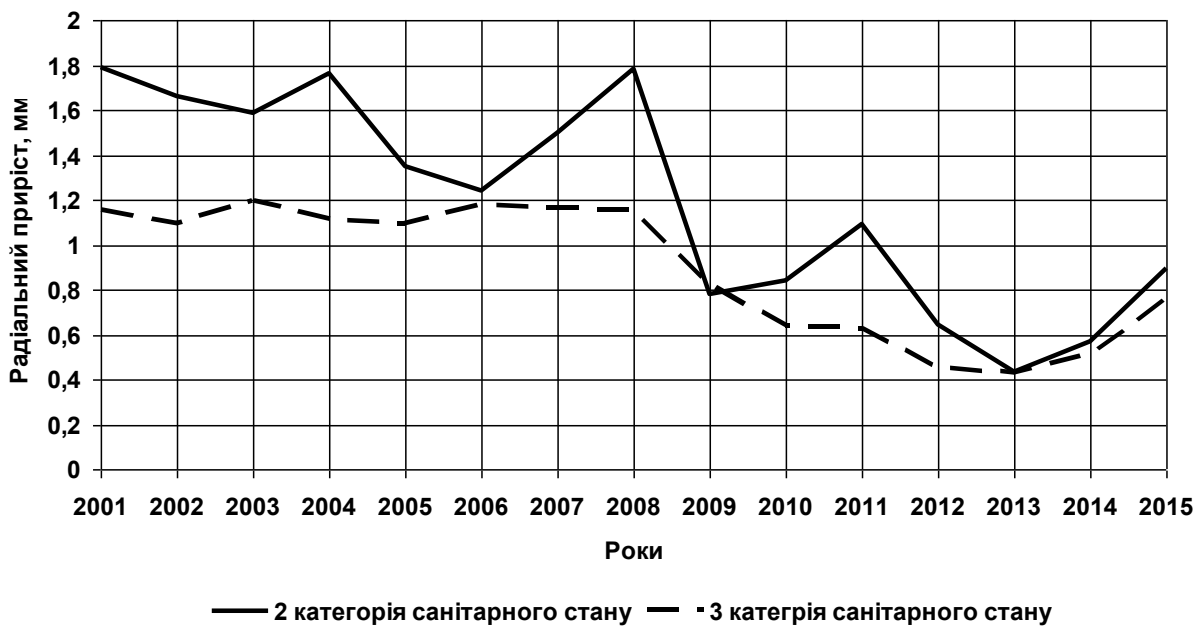


Рис. 8 – Динаміка радіального приросту дерев за категоріями санітарного стану в насадженні (ППП 3), пошкодженому пожежею навесні 2011 року

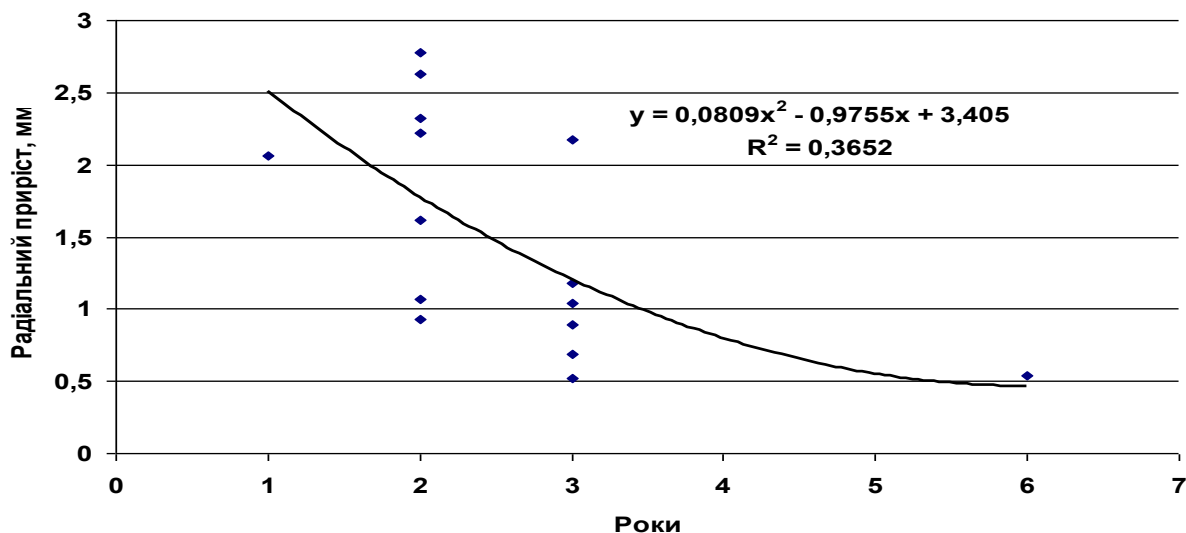


Рис. 9 – Залежність між радіальним приростом та санітарним станом дерев для 2013 року

пошкодженій ППП із середньою висотою нагару 3,76 м на стовбурі не відновили приріст до цього часу.

Залежність між радіальним приростом та санітарним станом дерев для ППП 2 для 2013 року описано кривою третього порядку (рис. 9).

Показник категорії санітарного стану базується на показнику дефоліації, тобто виявлена достовірна залежність між дефоліацією та радіальним приростом для 2013 року для ППП 2, коли радіальний приріст почав суттєве відновлення.

### Висновки

Втрати радіального приросту визначено більшими на пошкоджених пожежами постійних пробних площах (ППП), ніж на контролі.

Дерева 2-го та 3-го санітарного стану на ППП з середньою висотою нагару на стовбурі дерев 0,87 та 1,76 відновили свій приріст за три роки, водночас всі дерева на найбільш пошкодженій ППП із середньою висотою нагару 3,76 м на стовбурі не відновили приріст до цього часу.

Обчислено регресійні моделі між дефоліацією та радіальним приростом для 2013 року для ППП 2, коли радіальний приріст почав суттєве відновлення, а також між радіальним приростом та максимальною висотою і середньою висотою нагару на стовбурі для 2014 року для ППП 3.

Посухи протягом вегетаційного періоду негативно впливають на відновлення радіального приросту сосни після пожежі.

### Література

1. Битвинскас Т. Т. Дендроклиматические исследования. Л.: Гидрометеоздат, 1974. 170 с.
2. Ворон В. П., Коваль І. М. Вплив низових пожеж на динаміку радіального приросту сосни в лісостеповій зоні України // Науковий вісник НЛТУ України. 2011. Вип. 21.7. С. 45-50
3. Коваль І. М. Дендрохронологія в Україні: ретроспектива і перспективи розвитку // Лісове господарство, лісова, паперова і деревообробна промисловість. Міжвідомчий науково-технічний збірник. Львів: РВВ НЛТУ України, 2006. Вип. 31. С. 221-227.
4. Озолинчюс Р. Хвойные: морфогенез и мониторинг. Каунас: Изд-во АЭСТИ, 1996. 340 с.
5. Methods of Dendrochronology – Applications in the Environmental Sciences / Edward R. Cook and

- Leonardas A. Kairiukstis (editors). – Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic Publishers and International Institute for Applied Systems Analysis, 1990. 394 p
6. Holmes, R.J. Dendrochronology Program Library-Users Manual; University of Arizona: Tucson, AZ, USA. 1994.
7. Holz A., Veblen T. Pilgerodendronuviferum: The southernmost tree-ring fire recorder species// Eco-science. 2009. 16(3). P. 322-329.

Надійшла до редколегії 08.10.2016