Influence of low fire on condition of pine plants

V. M. Vdovychenko*, D. O. Omelich**

*Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine

**State specialized forest protection enterprise «Kharkiv Forest Protection», Kharkiv region, Ukraine

Article info

Received 05.06.2019

Received in revised form

14.06.2019

Accepted 19.06.2019

Oles Honchar Dnipro
National University,
Gagarin Ave., 72, Dnipro,
49010, Ukraine.
Tel.: +38-066-725-39-21
E-mail: v_v-m@ukr.net

State specialized forest
protection enterprise
«Kharkiv Forest Protection»,
st. Independence, 127,
Pokotylyvka, Kharkiv district,
Kharkiv region, 62458, Ukraine.

Vdovychenko, V. M., Omelich, D. O. (2019). Influence of low fire on condition of pine plants. Ecology and Noospherology, 30(2), 132–138. doi:10.15421/031922

Fires have caused significant damage since ancient times, and over time the area and damage has increased. Pine plantations in the southern and eastern regions of Ukraine are particularly affected by this natural phenomenon. The damage caused by the fire interrupts the course of natural successions and prolongs the period of climax. In order to assess the impact of persistent grassroots fire on the complex of forestry and taxation indices of plantations, the taxation structure of pine plantations and the impact on phytocenoses, a methodical analysis of plantations in the Skripayivsky forestry of the state enterprise «Skripayevsky Educational Research Forestry» was made. The data of forest fires over the last 30 years have been analyzed and the reconnaissance works have been carried out, the characteristic test areas have been selected and monitored over the three years. As a result of the work, the relationship between the height of the slope and the intensity of drying was observed. It has been observed that the mass drying of trees does not occur in the first year, but within three years. Also noted was a certain category of trees that appeared to be more resistant to the negative effects of fire, characterized by the following characteristics: thick, dense, high raised bark, well cleared of branches of tree trunks, diameter above average, high raised crown. This factor should be taken into account when creating forest crops (use quality planting material and the introduction of deciduous trees), carrying out further planting care (timely care of forest crops and the required intensity) and carrying out fire prevention measures (raising crowns, mineralization and mineralization breaks). Based on these observations, it is possible to predict the state of planting after a fire, depending on the intensity of the fire (altitude and the degree of burning of the litter) and take into account when conducting forestry activities.

Keywords: Pinus sylvestris; succession; fires; dehromation; defoliation; tree stand

Вплив низової пожежі на стан соснових насаджень

В. М. Вдовиченко*, Д. О. Омеліч**

*Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Дніпро, Україна

**Державне спеціалізоване лісозахисне підприємство «Харківлісозахист», Харківська обл., Україна

З давніх давен пожежі завдають значних збитків та з часом площа і завдані збитки зростають. Особливо страждають від такого стихійного явища чисті соснові насадження в південних та східних регіонах України. Внаслідок пошкодження пожежею переривається хід природних сукцесій та подовжується тривалість періоду досягнення клімаксу. З метою оцінки впливу стійкої низової пожежі на комплекс лісівничо-таксаційних показників насаджень, таксаційну будову соснових насаджень та вплив на фітоценози було зроблено методичний аналіз насаджень у Скрипайівському лісництві державного підприємства «Скрипайівське навчально-дослідне лісове господарство». Проаналізовано дані лісових пожеж за останні 30 років та виконано рекогносцирувальні роботи, підібрано характерні пробні площі, за якими велося спостереження протягом трьох років. У результаті проведеної роботи було помічено залежність між висотою нагару та інтенсивністю всихання. Було відмічено, що масове всихання дерев відбувається не в перший рік, а протягом трьох років. Також було відмічено певну категорію дерев, що виявилась більш стійкою до негативного впливу пожежі, які характеризуються такими ознаками: товста, щільна, високо піднята кора, добре очищений від сучків стовбур дерева, діаметр вище середнього, високо піднята крона. Цей фактор потрібно враховувати при створенні лісових культур (використовувати якісний посадковий матеріал та вводити в склад листяні), проведенні подальшого догляду за насадженням (вчасне проведення догляду за лісовими культурами та необхідної інтенсивності) та проведення протипожежних профілактичних заходів (підняття крон,

облаштування мінералізованих смуг та протипожежних розривів). На основі даних спостережень можна робити прогноз стану насаджень після пожежі залежно від її інтенсивності (висоти нагару та ступеня прогорання підстилки) та враховувати при проведенні лісогосподарських заходів.

Ключові слова: *Pinus sylvestris*; сукцесія; пожежі; дехромація; дефоліація; деревостан

Вступ

Пожежа – це складний чинник навколишнього середовища, що безпосередньо впливає на всі компоненти лісової екосистеми та діє на неї як катастрофа. Багато дослідників лісових екосистем вважають пожежі несприятливим фактором, який порушує рівновагу між компонентами біогеоценозу (Belgard, 1950; Melekhov, 1983; Ustsky, Plugator, Papelbu, 2008). Проте останнім часом усе більше науковців відмічають не тільки негативні наслідки впливу вогню на ліс, але і його позитивні властивості (Valendik, 2008; Sannikov, 1973). Соснові деревостани внаслідок своєї пірофітності в процесі еволюції пристосувались до періодичного впливу пожеж. Тому низові лісові пожежі найчастіше призводять до активації процесів природного поновлення і тим самим до омолодження деревостанів (Golovashchenko, Manojlo, Tarnopolskaya, Lukyanets, 2006; Dmitrievsky, 1928; Morozov, 1930; Shinkarenko, 1971).

В останні десятиріччя пожежонебезпека в соснових насадженнях різко зросла. Причиною цього є те, що сосну звичайну як одну з невибагливих деревних порід використовували із 60-х років минулого сторіччя під час робіт по залісненню пісків. На великих площах були створені лісові культури, які надійно виконували ґрунтозахисні функції. З іншого боку, повсюдне застосування монокультури *Pinus sylvestris* сприяло утворенню великої площі насаджень із найвищим класом пожежонебезпеки. Наслідком цього є часте виникнення пожеж у соснових деревостанах. Особливо велика небезпека виникнення пожеж у літній посушливий період. На підприємствах лісового господарства загинуть соснових насаджень у результаті пожеж (Yashnov 1930) призвела до нагромадження значних площ, що вимагають термінового вживання заходів щодо розробки згарищ (Tkachenko, 1931) та їх заліснення. Тому останнім часом постала необхідність вивчення впливу пожеж на структуру соснових деревостанів та зміни, пов'язані з їх впливом.

Матеріали та методи досліджень

Для дослідження були підібрані дослідні об'єкти в Скрипайському лісництві державного підприємства «Скрипайське навчально-дослідне лісове господарство» з метою оцінки впливу пожежі на комплекс лісівничо-таксаційних показників насаджень, таксаційну будову сосняків та вплив на фітоценози в цілому (Greig-Smith, 1967). У зв'язку з цим проаналізовано дані лісових пожеж за останні 30 років. Після цього було виконано рекогносцирувальні роботи. Пробні площі (ПП) розташовані в умовах типу лісу В2ДС, серію пробних площ закладено в деревостанах, різних за віком. Таким чином, підбір об'єктів досліджень виконано: з одного боку, на підставі аналізу даних щодо ведення лісового господарства, з іншого – визначення об'єктів уточнювалось після попереднього рекогносцирувального їх обстеження.

Стисла характеристика об'єктів досліджень. Вивчення зміни лісівничо-таксаційних показників насаджень, які в свій час було пройдено пожежею, виконано на прикладі пристигаючих сосняків в типі лісу В2ДС (Vorobiev, 1967). Основні питання, які досліджувались при виконанні роботи, такі: зміна структури деревостану, зміна видового різноманіття надґрунтового покриву, підліску та лісової підстилки, тобто всіх елементів лісового насадження.

Об'єкти спостереження розташовані в кварталі 26, виділу 3, у типі лісу В2ДС. До проходження пожежі деревостан мав два яруси. У першому ярусі представлена головна порода – *Pinus sylvestris* 70-річного віку, другий ярус складають поодинокі дерева другорядних порід, підлісок присутній у вигляді чагарників різних видів та різного віку, надґрунтовий покрив складається з різотрав'я, види якого відповідають даному типу лісу. За даними лісовпорядкування середня висота насадження 22 м, середній діаметр 24 см. Повнота насадження до пожежі складала 0,5, запас на виділі 290 м³. Пробні площі розміщені тільки в межах пошкодженого вогнем деревостану.

ПП 1 (перша пробна площа) – площа 0,27 га, середній діаметр 29,18 см, середня висота 22,5 м, повнота 0,5, запас на ПП 89,93 м³.

ПП 2 – площа 0,18 га, повнота 0,4, середній діаметр 28,18 см, середня висота 20,5 м, запас на ПП 49,61 м³.

ПП 3 – площа 0,42 га, повнота 0,3, середній діаметр 28,41 см, середня висота 21,0 м, запас на ПП 67,34 м³.

Інтенсивна низова лісова пожежа на дослідному об'єкті виникла в травні 2007 р. Унаслідок пожежі знищено другий ярус насадження, підріст, надґрунтовий покрив. За даними рекогносцирувального обстеження, сильно пошкоджені дерева з діаметром нижче середнього. На підставі виконаних спостережень можна стверджувати, що середня висота підняття полум'я по стовбурах дерев становила від 1,5 до 2 м, а максимальне підняття – до 6,5 м. У результаті значна частина дерев є сильно пошкодженою. Одразу після пожежі дефоліація і дехромація крон дерев (Ecological Encyclopedic Dictionary, 1989) в окремих випадках сягала 60–70 %. Тобто даний об'єкт, на наш погляд, є досить цікавою моделлю, що відображає основні напрямки змін показників лісового насадження після пожежі. Повторний перелік деревостану проводився протягом трьох років. На підставі одержаних даних визначено лісівничо-таксаційні показники насаджень на дослідних об'єктах та відстежено зміни основних структурних складових, які відбулися протягом трьох років після пожежі.

Результати та їх обговорення

На першому етапі дослідних робіт встановлено дані щодо ступеня пошкодження деревостану пожежею. У зв'язку з цим окрім переліку дерев нами виконано заміри висоти пошкодження дерев вогнем. Тобто визначено середню висоту підняття полум'я в деревостані (табл. 1).

За даними спостереження встановлено, що максимальний вплив пожежі спостерігається на ПП 3. Середня висота підняття полум'я ($\bar{X}_{\text{ср}} \pm m$) у цьому випадку становить 2.51 ± 0.139 м, найчастіше підняття по стовбурах відмічене на позначці в 3 м, максимальне значення підняття (max) становить 6.5 м, показники ексцесу (E) і асиметрії (A) в обох випадках позитивні. Нерівномірність підняття полум'я по стовбурах підтверджується високим показником варіювання. Слід підкреслити, що для умов дослідження характерна достатньо висока його точність. Але водночас можна сказати, що значна частина дерев була пошкоджена вогнем до висоти 3 м, та в деяких випадках значно вище, тобто інтенсивність низової пожежі сильна.

На двох інших ПП помітне падіння вказаного показника, що пов'язано з тим фактом, що повнота насадження помітно зростає, але загалом простежується

Таблиця 1

Висота підняття вогню по стовбурах дерев на дослідних об'єктах

№ ПП	Статистичні показники									
	$X_{cp} \pm m$	Me	Mo	δ	E	A	min	max	v	P
1	1,63 $\pm$ 0,08	1,6	1,8	0,92	-0,454	0,56	0,3	4,0	56,56	4,908
2	1,451 $\pm$ 0,10	1,4	0,3	0,93	-0,723	0,41	0,1	3,6	64,14	7,241
3	2,505 $\pm$ 0,14	2,6	3,0	1,44	-0,112	0,71	0	6,5	57,17	5,538

аналогічна залежність, яка була відмічена для першого об'єкта досліджень. Загалом вплив пожежі на ПП 1 та 2, за даними біометричних показників, помітно нижчий та найбільш рівномірна характеристика пошкоджень, точність досліду за показником, що вивчається в цьому випадку є високою – 4,9 %. Після проведення рекогносцирувальних досліджень та аналізу літературних джерел було висунуто робочу гіпотезу про те, що ступень пошкодження та негативний вплив дії пожежі на лісові насадження в межах дослідного об'єкта дуже значний. Унаслідок цього найближчим часом буде спостерігатися процес відпаду, що приведе до розпаду деревостану. У подальшому дана робоча гіпотеза була перевірена протягом трирічних спостережень за станом лісового

насадження, у першу чергу за темпами відпаду дерев, а також за іншими складовими лісового насадження.

За даними трирічних спостережень унаслідок дії інтенсивної лісової пожежі значно змінилися лісівничо-таксаційні показники та структура деревостану. Так, наприклад, запас насадження зменшився на 80–95 %. Повнота насадження знизилася в 5–7 разів. Тобто на дослідних об'єктах практично залишилися окремі дерева та куртини з незначною кількістю дерев на площі. Нижче наведено лісівничо-таксаційну характеристику деревостану до та після впливу лісової пожежі за трирічний період та з урахуванням дерев, що не підлягають вирубуванню (Sanitary rules in the forests of Ukraine, 2016) (табл. 2, 3).

Таблиця 2

Лісівничо-таксаційні показники деревостану під час виникнення лісової пожежі

№ ПП	Площа, га	Склад	Середні показники		Вік, років	Кількість дерев, шт.		Бонітет	Повнота	Запас, м ³	
			Діаметр, см	Висота, м		на 1 га	на ПП			на ПП	на 1га
Травень, 1-й рік											
1	0,27	10Сз	28,64	21,00	70	533	144	1	0,8	93,3	345
2	0,18	10Сз	27,97	20,00	70	456	82	1	0,6	50,6	281
3	0,42	10Сз	28,28	20,50	70	259	109	1	0,36	68,5	163
Червень, 1-й рік											
1	0,27	10Сз	29,18	22,50	70	493	133	1	0,5	89,9	333
2	0,18	10Сз	28,18	20,50	70	439	79	1	0,4	49,6	275
3	0,42	10Сз	28,41	21,00	70	252	106	1	0,3	67,3	160
Жовтень, 1-й рік											
1	0,27	10Сз	30,28	23,50	70	311	84	1	0,5	61,6	228
2	0,18	10Сз	29,51	22,50	70	283	51	1	0,4	35,4	197
3	0,42	10Сз	29,15	22,00	70	197	83	1	0,3	55,8	133
Липень, 2-й рік											
1	0,27	10Сз	30,73	24,00	71	203	55	1	0,2	41,6	154
2	0,18	10Сз	29,55	22,50	71	277	50	1	0,3	34,8	193
3	0,42	10Сз	28,98	21,50	71	159	67	1	0,2	44,2	105
Травень, 3-й рік											
1	0,27	10Сз	31,41	24,50	72	111	30	1	0,1	23,9	88
2	0,18	10Сз	30,54	23,50	72	150	27	1	0,2	20,2	112
3	0,42	10Сз	30,30	23,50	72	62	26	1	0,06	19,1	45

Процес відпаду та всихання деревостану відбувався поступово. Ілюстрацією щодо всихання дерев та динаміки цього процесу є дані спостережень, які були виконані нами, за період у три роки, за показниками дехромації та дефоліації крони дерев, що залишилися після пожежі. Дані показники встановлювалися нами з точністю до 5 %. Найбільш розповсюдженим типом дехромації та дефоліації є низовий та регулярний, частково, в окремих випадках, відмічено периферійний тип дефоліації та дехромації, у деяких випадках простежується комбінація типів. Але кількість дерев з периферійним типом незначна і не перевищує 10 % від загальної кількості дерев на об'єкті.

Наявність низового типу дефоліації та дехромації пов'язана з дією вогню та високою температурою,

регулярний тип був наступним кроком після пошкодження дерев, його поширення спостерігалось, як правило, на 2–3-й роки досліджень. Оцінку балу дехромації та дефоліації на пробних площах виконано нами протягом 3 років. Результати статистичної обробки матеріалів наведено в табл. 4.

Наступним етапом було вивчення дефоліації. Дані спостережень виконувались протягом 3 років. На перший рік спостережень середній показник дефоліації крон коливався від 41 до 47 %. Наступного року даний показник збільшився і становив 62–71 %. Фактична різниця показників є статистично достовірною, при цьому слід підкреслити, що в нашому дослідженні відображається середня величина показника за умови врахування стандартної помилки та стандартного відхилення (δ).

Таблиця 3

Лісівничо-таксаційні показники деревостану за даними спостережень, з урахуванням дерев, що не підлягають вирубуванню відповідно до санітарних правил у лісах України на 3-й рік спостереження

№ ПП	Площа, га	Склад	Середні показники		Вік, років	Кількість дерев, шт.		Бонітет	Повнота	Запас, м ³	
			Діаметр, см	Висота, м		на 1 га	на ПП			на ПП	на 1 га
1	0,27	10Сз	28,78	24,50	72	41	11	1	0,06	7,2	27
2	0,18	10Сз	29,43	23,50	72	106	19	1	0,15	13,1	73
3	0,42	10Сз	30,56	23,50	72	57	24	1	0,06	18,0	43

Таблиця 4

Біометрична оцінка дехромації та дефоліації за певний рік спостережень

№ п/п	Статистична характеристика									
	Хср±m	Me	Mo	δ	E	A	min	max	v	P
Пробна площа 1										
Дех. 1р	35,88±3,47	15,00	0,00	40,00	-1,39	0,58	0,00	100,00	111,48	9,67
Дех. 2р	57,44±3,65	60,00	0,00	42,14	-1,77	-0,17	0,00	100,00	73,36	6,35
Дех. 3р	74,81±3,64	100,00	—	42,00	-0,65	-1,14	0,00	100,00	56,14	4,88
Деф. 2р	46,86±2,94	45,00	10,00	33,85	-1,34	0,26	0,00	100,00	72,24	6,27
Деф. 3р	68,83±3,24	95,00	—	37,33	-1,05	-0,75	0,00	100,00	54,24	4,7
Пробна площа 2										
Дех. 1р	37,78±4,81	10,00	0,00	42,75	-1,49	0,58	0,00	100,00	113,16	12,73
Дех. 2р	35,25±5,30	0,00	0,00	47,10	-1,58	0,66	0,00	100,00	133,62	15,04
Дех. 3р	66,77±5,17	100,00	—	45,92	-1,52	-0,69	0,00	100,00	68,77	7,74
Деф. 2р	32,03±3,81	20,00	0,00	33,86	-0,82	0,72	0,00	100,00	105,71	11,90
Деф. 3р	61,65±5,00	90,00	—	44,45	-1,59	-0,55	0,00	100,00	72,1	8,11
Пробна площа 3										
Дех. 1р	26,32±3,51	10,00	0,00	36,16	-0,05	1,25	0,00	100,00	137,39	13,34
Дех. 2р	35,71±3,82	25,00	0,00	39,32	-1,15	0,63	0,00	100,00	110,11	10,70
Дех. 3р	75,00±4,17	100,00	—	42,95	-0,60	-1,18	0,00	100,00	57,27	5,56
Деф. 2р	31,75±3,53	17,50	0,00	36,38	-0,60	0,95	0,00	100,00	114,58	11,12
Деф. 3р	70,47±4,13	100,00	—	42,48	-0,96	-0,96	0,00	100,00	60,28	5,86

Також необхідно сказати, що на третій рік на всіх дослідних об'єктах величина моди (Mo) становить 100 %. Тобто на дослідних ділянках спостерігається помітне переважання дерев з повною дефоліацією крони. До того ж у наших даних указується величина коефіцієнта варіювання показника, яка сягає на другий рік близько 60–100 %, що дає змогу стверджувати, що вплив вогню та реакція дерев на лісову пожежу була нерівноцінною. Як правило, переважна частина дерев майже повністю втратила асиміляційний апарат. На третій рік ця категорія дерев представлена сухими екземплярами або відпадом. Одночасно з цим дані біометричної оцінки дають змогу стверджувати, що деструктивна дія вогню та процеси дефоліації спостерігаються не завжди. А саме залишилися окремі дерева, які є не пошкодженими і на теперішній час є стійкішими до умов, які склалися в процесі пожежі. Тобто внаслідок дії інтенсивної лісової пожежі в межах лісового насадження залишилися як окремі дерева, так і біогрупи дерев, стійкіші до зазначеного екологічного чинника. А значить, у майбутньому вони залишаться джерелами обнасення згарищ, зонами інспермації, з наявністю точкових та лінійних контурів.

У результаті негативного впливу інтенсивної лісової пожежі і наступного відпаду дерев, пошкоджених вогнем, чітко проглядаються зміни середніх діаметра та висоти насадження практично по всіх варіантах дослідів. Ураховуючи той факт, що кількість відпаду збільшувалась із часом (рис. 1, а, б, в), закономірним залишається зв'язок між початковими величинами показників та по закінченні дослідів.

Достатньо закономірним є і підвищення середнього діаметра всохлих та відпавших дерев. Нижче нами наведено дані щодо середньої характеристики дерев, які відпали протягом трьох років спостережень (табл. 5).

На підставі отриманих даних можна сказати, що протягом трьох років одночасно проходило два процеси. По-перше, прогресувала доля відпавших дерев за одиницю часу, по-друге, збільшувався середній діаметр відпаду. Причому на першій та другій пробній площі збереглась закономірність, коли емпірична крива помітно нижча теоретичної, тобто в більшості випадків у відпад потрапляла частина дерев з діаметром нижче середнього. На третій пробній площі подібна залежність відсутня. Підтвердженням вищесказаному є величина моди (Mo), найчастіше зустрічаємого показника в межах сформованої вибірки.

Водночас у всіх вибірках, без винятків, відмічається помітна позитивна асиметрія, що дозволяє висунути положення про збільшення кількості відпаду тонкомірних дерев або тієї категорії, яка має діаметр нижче середнього. На підставі даних за відпадом і статистичних характеристик вивчаємої величини можна висунути припущення, що в результаті даного процесу виживуть тільки ті дерева, діаметр яких значно вищий за середню величину. Разом з тим навіть показник діаметру, у даному випадку, не завжди буде мати вирішальне значення, оскільки після інтенсивного впливу низової пожежі живими залишаться дерева з наявністю досить високопіднятою грубою корою та відносно невисоким підняттям вогню по стовбуру дерева. У цілому ж можна

a

б

в

Рис. 1. Динаміка відпаду дерев: а – на ПП 1; б – на ПП 2; в – на ПП 3

Таблиця 5

Біометрична оцінка відпавших дерев за діаметром на дослідних об'єктах протягом 3 років

№ ПП	Рік спостереження	Статистичні характеристики							
		$\bar{X}_{cp} \pm m$	Me	Mo	δ	$\delta_{\text{н.к.}}$	E	A	P
1	1	26,61±0,96	26,50	20,00	6,75	45,62	-0,83	0,23	3,60
	2	27,41±0,76	27,00	20,00	6,64	44,07	-0,06	0,35	2,77
	3	27,56±0,60	27,50	31,00	5,98	35,80	-0,61	0,05	1,04
2	1	24,80±1,20	23,00	22,50	6,36	40,47	1,24	0,87	4,84
	2	24,41±1,17	22,50	22,50	6,08	36,92	2,02	0,96	4,79
	3	26,43±0,91	27,00	29,00	6,56	43,01	0,59	0,51	3,44
3	1	24,54±1,30	23,50	20,00	6,23	38,84	-0,22	0,71	2,89
	2	26,78±1,11	25,50	23,50	6,76	45,63	-0,83	0,41	4,14
	3	27,48±0,68	26,75	29,00	6,05	36,59	0,59	0,68	2,47

стверджувати, що в даному випадку вплив інтенсивної низової лісової пожежі призводить до масового всихання деревостану і його розпаду.

Отже, на місці лісового насадження з часом залишаться тільки поодинокі дерева або в крайньому випадку незначні за площею куртини, майбутнє яких вряд чи можна назвати перспективним.

У той самий час на другий та третій роки спостережень нами було відмічено, що на місці пожежі залишились певна категорія дерев. У зв'язку з цим виникла необхідність встановлення умов та характерних ознак категорії рослин, що є достатньо стійкими до даного екологічного чинника. Оскільки в природних умовах саме вони є тією основою, що буде сприяти процесам відновлення.

На об'єктах досліджень, які були пройдені інтенсивною низовою пожежею, за період спостереження кількість дерев, що загинули, коливаються від 72 % (ПП 3) до 92 % (ПП 1), на другій пробній площі загальна частина відпаду становить 76 %. Тобто після пожежі залишились непошкодженими поодинокі дерева або незначні за площею куртини.

Таким чином, після пожежі значно знизилась лісівничо-таксаційні показники насадження на дослідних об'єктах. Так, наприклад, на ПП 1 за нашими підрахунками на момент пожежі кількість дерев сягала

493 шт./га, на ПП 2 ця кількість була максимально наближена до попередньої пробної площі – 439 шт./га, на ПП 3 ситуація була іншою, налічувалось близько 253 дерева на 1 га, що було пов'язано з відносно низькою повнотою. На підставі трирічних спостережень можна стверджувати, що відпад був дуже значимим. Отже, на ПП 1 залишилось 41 шт./га, на ПП 2 кількість дерев, які виявились стійкими до впливу вогню, становить 106 шт./га, відповідно на ПП 3 сягає 57 шт./га. Ці дерева залишились завдяки своїй індивідуальній морфологічній будові (високо піднята крона, добре очищений від сучків стовбур, товста кора, великий діаметр) та висоти підняття полум'я по стовбуру (табл. 6).

За даними наших спостережень, висота підняття вогню по стовбурах дерева, що залишились після пожежі, помітно нижча, ніж за середніми даними. Так, наприклад, за середнім показником вона становить для умов ПП 1 $1,22 \pm 0,20$, для ПП 2 $1,39 \pm 0,28$, для ПП 3 $1,67 \pm 0,22$. Також значно відрізняються в бік зменшення показники моди (Mo) та медіани (Me). Тобто вплив пожежі для цієї категорії дерев помітно нижчий, ніж загалом для насадження. Цей фактор показав помітний вплив на стійкість дерев та ступінь їх пошкодження. Аналіз лісівничо-таксаційних показників дерев, що залишились після впливу пожежі, виконаний нами на підставі даних трирічних спостережень та розміщений у табл. 7.

Таблиця 6

Висота підняття полум'я по стовбурах дерев, що залишились після впливу низової пожежі

№ ПП	Статистичні характеристики										
	$\bar{X} \pm m$	Me	Mo	δ	$\delta_{\text{н.к.}}$	E	A	Min	max	v	P
1	$1,11 \pm 0,20$	0,90	2,00	0,65	0,42	1,66	0,32	0,30	2,00	58,56	18,02
2	$1,39 \pm 0,28$	1,10	0,20	1,24	1,53	1,12	0,60	0,10	3,60	89,21	20,14
3	$1,67 \pm 0,22$	1,50	3,00	1,10	1,22	0,76	0,46	-	4,00	65,87	13,17

Таблиця 7

Зміна лісівничо-таксаційних показників деревостану під впливом лісової пожежі

№ ПП	Площа	Склад	Середні		Вік, років	Кількість дерев		Бонітет	Повнота	Запас	
			діаметр	висота		на 1 га	на ПП			на ПП	на 1 га
Дані на момент пожежі											
1	0,27	10Сз	28,64	21,00	70	533	144	1	0,8	93,3	345
2	0,18	10Сз	27,97	20,00	70	456	82	1	0,6	50,6	281
3	0,42	10Сз	28,28	20,50	70	259	109	1	0,36	68,5	163
Дані останніх спостережень											
1	0,27	10Сз	28,78	24,50	72	41	11	1	0,06	7,2	26,67
2	0,18	10Сз	29,43	23,50	72	106	19	1	0,15	13,08	72,67
3	0,42	10Сз	30,56	23,50	72	57	24	1	0,06	17,98	42,81

Посилаючись на одержані дані можливо сказати, що низова пожежа була досить інтенсивною. Внаслідок цього практично повністю знищено ярус чагарників, рослини надгрунтового покриву та в значній ступені знищена лісова підстилка. Ступінь пошкодження лісової підстилки на дослідних об'єктах в середньому становить 60–75 % та в деяких випадках перевищує вказаний рівень. Деструктивна дія вогню привела до того, що протягом трьох років на місці лісового насадження з відносно високою зімкнутістю крон, а також з наявністю другого ярусу, розвиненим надгрунтовым покривом сформувався зовсім інший ценоз. На цей час на дослідних об'єктах залишились тільки окремі дерева та не значні за площею біогрупи. Природно, що вплив низової пожежі відповідно відобразився на змінах комплексу екологічних чинників і в першу чергу на режимі мінерального живлення рослин та змінах структури мікробіологічного ценозу.

За даними трирічних спостережень щодо вивчення природного відновлення помічена відсутність самосіву та підросту сосни. Однією з головних причин є той факт, що після лісової пожежі процеси плодоношення не відмічались протягом двох років. Одночасно з цим дослідна ділянка досить інтенсивно заростала злаковими видами (пирій, кунічник т. д.). Тобто дана екологічна ніша опинилась зайнятою зовсім іншими видами рослинності, зростання яких активно гальмувало відновлення *Pinus sylvestris*. Природно, що в даному випадку, навіть після пожежі, очікувати відновлення сосни неможливо. Тому відтворення *Pinus sylvestris* після пожежі повинно відбуватися тільки штучно, шляхом створення лісових культур.

Висновки

За даними наших спостережень, висота підняття полум'я по стовбурах дерев становила на ПП 1 $1,63 \pm 0,08$ м, на ПП 2 $1,45 \pm 0,10$ м, на ПП 3 $2,51 \pm 0,14$ м. Максимальне значення, відмічене нами, становить 6,5 м, коефіцієнт варіювання вказаного показника коливається в межах від 56,44 до 64,14 %.

Внаслідок впливу пожежі відмічено значне пошкодження деревостану. За оцінку стану дерев використовували показники дефоліації та дехромації. Згідно з виконаними спостереженнями рівень дехромації на пробних площах коливається від $26,32 \pm 3,51$ % у перший рік спостереження до $75,00 \pm 4,17$ % на третій рік досліджень. Дефоліація в перший рік не спостерігалася. Таким чином, показник дефоліації за два роки спостереження змінився від $31,75 \pm 3,53$ % до $70,47 \pm 4,13$ %.

Відповідно до ступеня пошкодження відбувався процес всихання та відпаду дерев. У перший рік всихання та відпад коливається в межах 22–42 %, на другий рік 39–62 %, на третій рік спостереження деревостан втрачає приблизно 78–93 % дерев.

Одночасно з цим простежуються динамічні процеси щодо зміни лісівничо-таксаційних показників. Так, наприклад, за три роки помітно зменшилась кількість живих дерев: ПП 1 – від 144 до 11 шт., ПП 2 – від 82 до 19 шт., ПП 3 – від 109 до 24 шт.; зменшилась повнота: на ПП 1 – з 0,8 до 0,06, на ПП 2 – з 0,6 до 0,15, на ПП 3 – з 0,36 до 0,06; також зменшився запас деревостану: на ПП 1 – від $93,3$ до $7,2$ м³, на ПП 2 – з $50,6$ до $13,1$ м³, на ПП 3 – з $68,5$ до $18,0$ м³. Тобто внаслідок дії лісової пожежі зруйновано деревостан, залишилися лише поодинокі дерева та незначні за площею куртини, які відповідно до Санітарних правил в лісах України, затверджених постановою Кабінету Міністрів України від 27 липня 1995 р. № 555 (у редакції постанови Кабінету Міністрів України від 26 жовтня 2016 р. № 756) підлягають під суцільну санітарну рубку (крім ПП 2 – потрібна вибіркова санітарна рубка).

Слід зазначити, що навіть після впливу інтенсивної лісової пожежі, за даними наших спостережень, залишаються дерева з певною морфологічною будовою: товста, щільна, високо піднята кора, добре очищений від сучків стовбур дерева, діаметр вище середнього, високо піднята крона.

Поруч з руйнуванням деревостану під впливом пожежі повністю порушено другий ярус та ярус чагарників, надгрунтовий покрив. Тобто лісова пожежа на даному об'єкті дослідження мала катастрофічний вплив, внаслідок чого було порушено всі складові частини лісового насадження, а саме: деревостан, підріст, підлісок, рослини надгрунтового покриву.

За даними наших спостережень, процес природного відновлення протягом трьох років не виявлено. Розраховувати на ці процеси в даному насадженні неможливо, оскільки розвинуто процеси задерніння злаковими видами рослин надгрунтового покриву. З метою відтворення лісового насадження в даному випадку доцільно впровадження лісових культур за типовою схемою для умов типу лісу В2ДС.

Після виконання статистичного аналізу виконано розрахунки лісівничо-таксаційних показників насаджень на дослідних об'єктах та відображено динаміку змін показників з часом. Виконана робота надала змогу в певній мірі оцінити сучасний стан сосняків Скрипаївського лісництва та розробити відповідні заходи щодо особливостей ведення господарства в них.

References

Belgard, A. L. (1950). *Lesnaya rastitelnost yugo-vostoka USSR* [Forest vegetation in the southeast of the USSR]. Kiev (in Russian).

- Dmitrievsky, P. I. (1928). Do pitannya pro ponovlennya sosnovikh lisiv prirodnim pidrostom. [To the question of the restoration of pine forests by natural undergrowth], *Visti*, 10, 1–19 (in Ukrainian).
- Dospekhov, B. A. (1965). *Metodika polevogo opyta*. [Methods of field experience]. Moscow. Kolos (in Russian).
- Golovashchenko, M. F., Manojlo, V. A., Tarnopolskaya, O. N., Lukyanets, V. A. (2006). *Osoblivosti strukturi y rostu prirodnikh molodnyakiv sosni zvichaynoi Izyum'skogo prstepovogo boru* [Features of structure and growth of natural young growth of pine of the usual Izyum pine forest]. *Lisivnitstvo i agrolisomeliioratsiya*. Kharkiv. 72–81 (in Ukrainian).
- Greig-Smith, P. (1967). *Kolichestvennaya ekologiya rasteniy* [Quantitative ecology of plants]. Moscow. Mir (in Russian).
- Melekhov, I. S. (1983). *Lesnaya pirologiya: uchebn. posob.* [Forest pyrology: a textbook. help]. Moscow (in Russian).
- Morozov, G. F. (1930). *Ocherki po vozobnovleniyu sosny*. [Essays on the resumption of pine]. Moscow (in Russian).
- Normativno-spravochnyye materialy dlya taksatsii lesov Ukrainy i Moldavii (1987) [Regulatory-reference materials for taxation of forests of Ukraine and Moldova]. Kiev. *Urozhay* (in Russian).
- [Sanitary rules in the forests of Ukraine]. (2016) *Sanitarni pravyla v lisakh Ukrayiny* Approved by a resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine of July 27, 1995, No. 555 (in the wording of the resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated October 26, 2016 No. 756) (in Ukrainian).
- Sannikov, S. N. (1973). *Lesnyye pozhary kak evolyutsionno-ekologicheskii faktor vozobnovleniya sosny v Zaural'ye*. *Goreniye i pozhary v lesu* [Forest fires as an evolutionary-ecological factor for the resumption of pine in the Urals. Burning and fires in the forest]. 236–277 (in Russian).
- Shinkarenko, I. B. (1971). *Travyanistaya rastitel'nost' kak faktor ugneteniya sosnovykh molodnyakov* [Grassy vegetation as a factor in the suppression of pine young]. *Lesovodstvo i agrolisomeliioratsiya*. Kiev. *Urozhay*. 72–79 (in Russian).
- Tkachenko, M. E. (1931). *Ochistka lesosek* [Cleaning of logs] Moscow (in Russian).
- Ustsky, I. M. (2008). *Vpliv pozhezh na lisi ta pislya pozhezhnyi rozvitok lisovikh formatsiy*. [Influence of fires on forests and after fire development of forest formations]. I. M. Ustsky, Yu. V. Plugator, V. V. Papelbu. Kharkov. 179–184 (in Ukrainian).
- Valendik, E. N. (2008). *Pozhary kak postoyanno deystvuyushchiy prirodnyy faktor v boreal'nykh lesakh Yevrazii*. [Fires as a permanent natural factor in the boreal forests of Eurasia]. *Materialy konferentsii "Pozhary v lesnykh yekosistemakh Sibiri"*. Krasnoyarsk. 15–18 (in Russian).
- Vorobiev, D. V. (1967). *Metodika lesotipologicheskikh issledovaniy* [Methodology of forest typological studies]. Kiev. *Urozhay* (in Ukrainian).
- Yashnov, L. I. (1930). *K voprosu ob usykhaniy sosny v garyakh Maroblasti posle pozhara 1921 goda i roli yeye v vozobnovlenii lesa*. [On the question of pine drying in the mountains of Maroblast after the fire of 1921 and its role in the restoration of the forest] *Izvestiya Kazanskogo in-ta sel'skogo khozyaystva i lesovodstva*, 1, 42–44 (in Russian).
- Yekologichniy yentsiklopedichniy slovník* (1989) [Ecological Encyclopedic Dictionary]. Ed. I. I. Dedyu. Kishiniv: Golovna redaktsiya Moldavs'koi radyans'koi yentsiklopedii. (in Russian).