



В. П. ВОРОН, Є. Є. МЕЛЬНИК, С. Г. СИДОРЕНКО
ДИНАМІКА СТАНУ ПРОГЕННО ПОШКОДЖЕНИХ СОСНЯКІВ
ЗЕЛЕНОЇ ЗОНИ МІСТА ХАРКІВ

Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького

Проаналізовано тенденції виникнення пожеж за період 2002–2021 рр. у лісах зеленої зони м. Харків у найчастіше пошкоджуваних лісах Васищевського та Бабаївського лісництв ДП «Жовтневе ЛГ» та їхню приуроченість до окремих урочищ, кварталів, лісорослинних умов і характеристик деревостанів. У сосняках проведено багаторічні дослідження (до 13 років) стану дерев та їхньої густоти після низових пожеж різної інтенсивності з урахуванням сезону року. Під час відбору постійних пробних площ для аналізу брали до уваги причини змін: післяпожежний і природний відпад чи проведення рубок. Оцінено вплив на процес усихання антропогенного фактора, санітарних рубок, повторних пожеж, ентомошкідників і фітопатогенів. Наведені дані використано для виявлення точності оцінювання змін у сосняках після пошкодження низовою пожежею різної інтенсивності та в різні сезони, а також для прогнозування подальшого розвитку таких насаджень. Виявлено, що хоча стан сосняків дещо покращився, проте навіть через 13 років після пожежі не відновився повністю.

Ключові слова: лісова пожежа, висота нагару, індекс стану, стан насаджень, кількість дерев.

Вступ. Лісові пожежі є суттєвою загрозою стану лісів (Kelly et al. 2013). У багатьох країнах світу внаслідок глобального потепління клімату (Balabukh & Zibtsev 2016, Doerr & Santin 2016) на великій площі виникають лісові пожежі різної інтенсивності (Tedin et al. 2015, World Fire Statistics 2020, Statistica fire in Forest Turkey 2021). Це призводить до неоднозначних змін в лісах як у рік пошкодження вогнем, так і в наступні роки. Щоб заздалегідь оцінити можливі втрати й зменшити збитки, спричинені пожежею, необхідно досліджувати ці процеси (Gorshenin et al. 1981, World Fire Statistics 2020).

Дуже напруженою залишається ситуація з лісовими пожежами в лісах зеленої зони міста Харків (Melnyk 2019, Voron & Melnyk 2019). У зв'язку з високою чисельністю населення в мегаполісі підвищується загроза виникнення займань у лісі, оскільки їхньою основною причиною на густонаселених територіях є саме людський фактор (State Forest Resources Agency 2021).

За даними багаторічних досліджень на постійних пробних площах (ППП), закладених у найчастіше пошкоджуваних вогнем насадженнях у Васищевському та Бабаївському лісництвах ДП «Жовтневе ЛГ» зеленої зони міста Харків, визначено наслідки низових пожеж різної інтенсивності відразу після пошкодження вогнем та розроблено рекомендації лісовому господарству. Виявлено тісні кореляційні зв'язки між зміною стану насаджень вже в рік пошкодження вогнем у різні сезони року та висоти нагару, висоти опіку тонкої кори, інтенсивності пошкодження крони та кореневих лап тощо (Sydorenko 2017, Melnyk 2019, Voron et al. 2021).

Зміни стану насаджень у подальші роки також потребує серйозного дослідження, оскільки це дасть змогу прогнозувати розвиток дерев, що залишилися. Під час дослідження слід брати до уваги чинники, що можуть поглибити ослаблення насадження. Це насамперед повторні пожежі, коренева губка, шкідники, рекреаційне навантаження тощо. Тому оцінювання подальших змін протягом тривалого періоду може допомогти оцінити можливості подальшого росту та відновлення вцілілих насаджень. Така інформація дасть змогу підприємствам лісового сектора ефективніше планувати санітарні заходи на подібних ділянках (Voron & Melnyk 2019). Важливо знати, через який час насадження після пошкодження вогнем відновлюють свій стан до нормального. В інших країнах також досліджують ці питання, причому оцінюють не тільки стан насадження, але й зміни інших компонентів лісу за тривалі періоди (Kovaleva & Ivanova 2013, Shcheglova 2013).

Метою роботи було виявити особливості багаторічної динаміки стану середньовікових соснових насаджень зеленої зони міста Харків, пошкоджених низовими пожежами різної інтенсивності та в різні сезони року.

Матеріали й методи. Об'єктами дослідження були ППП, закладені у 2007–2011 рр. у середньовікових сосняках Васищевського лісництва ДП «Жовтневе ЛГ», що ростуть в найбільш поширеному ТЛУ В₂. Серед раніше досліджуваних 23 ППП було відібрано вісім, на яких максимально зберігся деревостан за тривалий період (12–14 років) після пожежі.

ППП закладено згідно із загальноприйнятими в лісівництві та лісовій таксації методиками (Vorobyov 1967) та відповідно до рекомендацій лабораторії екології (Voron et al. 2011, Voron et al. 2021). Стан дерев оцінювали в рік пошкодження пожежею, наступного року, а також через 2, 3, 4, 5, 6 і 13 років. Визначено таксаційні й морфологічні характеристики дерев – висоту дерева (м), діаметр (см), клас Крафта.

Під час оцінювання стану деревостанів під час обстеження брали до уваги морфологічні зміни дерев (Voron et al. 2011, Voron et al. 2021). Ступені пошкодження деревостанів визначали за рівнем дефоліації (втрати хвої) та дехромації (зміни кольору) крон дерев. Індекс санітарного стану деревостану I_c розраховували як середньозважений показник різних категорій санітарного стану дерев.

Оскільки на стан дерев у подальші роки після пожежі можуть впливати інші негативні чинники, враховували також погодні аномалії (посуху), пошкодження ентомошкідниками та фітопатогенами (коренева губка), а також – проведення санітарних рубок.

Для оцінювання пошкодження стовбура вогнем і діагностики стану дерев використано показник середньої висоти нагару на стовбурі (1):

$$H_{\text{наг.сер.}} = (H_{\text{наг. max}} + H_{\text{наг. min}})/2, \quad (1)$$

де $H_{\text{наг.сер.}}$ – середня висота нагару на стовбурі, м;

$H_{\text{наг. max}}$ – максимальна висота нагару на стовбурі, м;

$H_{\text{наг. min}}$ – мінімальна висота нагару на стовбурі, м.

Для виявлення статистично значущих відмінностей у змінах індексу стану насаджень упродовж періоду досліджень обраховано показник найменшої істотної різниці ($NI_{p,0.05}$) для кожної вибірки на рівні значущості $p = 0,05$ (Lakin 1990).

Результати та обговорення. Для планування досліджень та отримання максимально корисної інформації з усіх раніше закладених нами ППП у насадженнях, пошкоджених низовими пожежами різної інтенсивності в зеленій зоні міста Харків, підібрано саме території, де вплив та наслідки пожеж є найбільш відчутними. Наші попередні багаторічні дослідження з вивчення тенденцій виникнення пожеж у лісах зеленої зони міста Харків (Voron et al. 2021) показали, що найближче розташовані до мегаполісу лісові господарства найбільше потерпають від лісових пожеж і відзначаються найвищою горимістю. Особливо це стосується територій підвищеної пожежної небезпеки та найближче розташованих до антропогенних об'єктів (населені пункти, залізниця, дороги тощо).

Аналогічні дані отримано за період 2002–2021 рр. Порівняння кількості та площі пожеж у лісництвах одного з найчастіше пошкоджуваних вогнем державних лісових підприємств зеленої зони міста Харків ДП «Жовтневе ЛГ» виявило, що особливо напруженою залишається пожежна ситуація в Бабаївському та Васищевському лісництвах. За досліджуваний період 2002–2021 рр. там зафіксовано найбільшу частку від загальної кількості та площі пожеж усього підприємства (рис. 1).

У цих двох лісництвах на сосняки припадає від 20 до 46 % площі території і відзначено найвищі класи природної пожежної небезпеки (КППН). Тому саме в соснових лісах зафіксовано основну кількість (91–95 %) та площу (89–91 %) пожеж за весь досліджуваний період. На дубові ліси припадає від 5 до 9 % випадків пожеж та від 5 до 11 % площі пошкодження. У деревостанах інших порід частота випадків пожеж не перевищує 0,5 % (рис. 2).

Частка соснових насаджень, у найбільш пожежонебезпечних умовах, тобто дуже сухих та сухих борах і суборах (A_0, A_1, A_2), є незначною. Тому переважно більшість пожеж у

сосняках (понад 90 % площі) зафіксовано в найбільш поширених ТЛУ – свіжих борах та субборах. Як показали наші дослідження, саме на такі ліси припадає більша кількість випадків та площа згарищ. Фактично постійно відбуваються пошкодження вогнем деревостанів в ТЛУ В₂ (від 60 до 87 % випадків та від 71 до 91 % площі) (рис. 3).

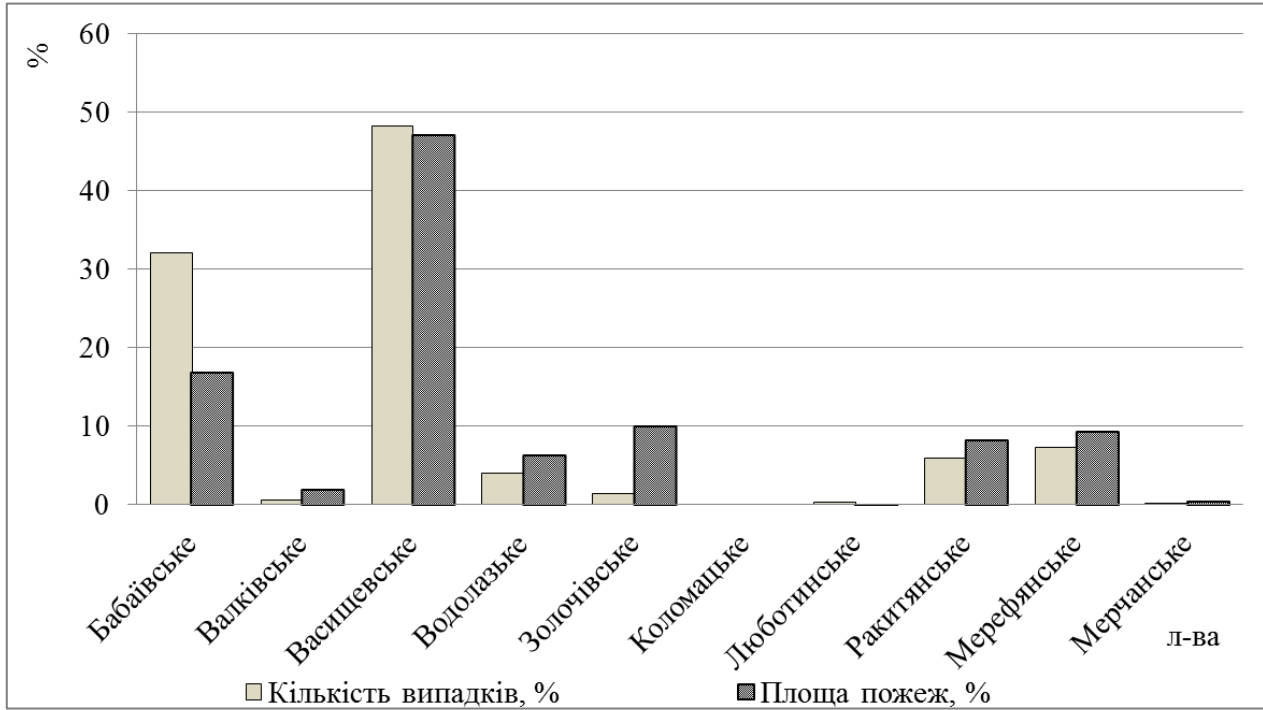


Рис. 1 – Частка пожеж в окремих лісництвах від загальної кількості та площі пожеж у ДП «Жовтнєве ЛГ» за період 2002–2021 рр.

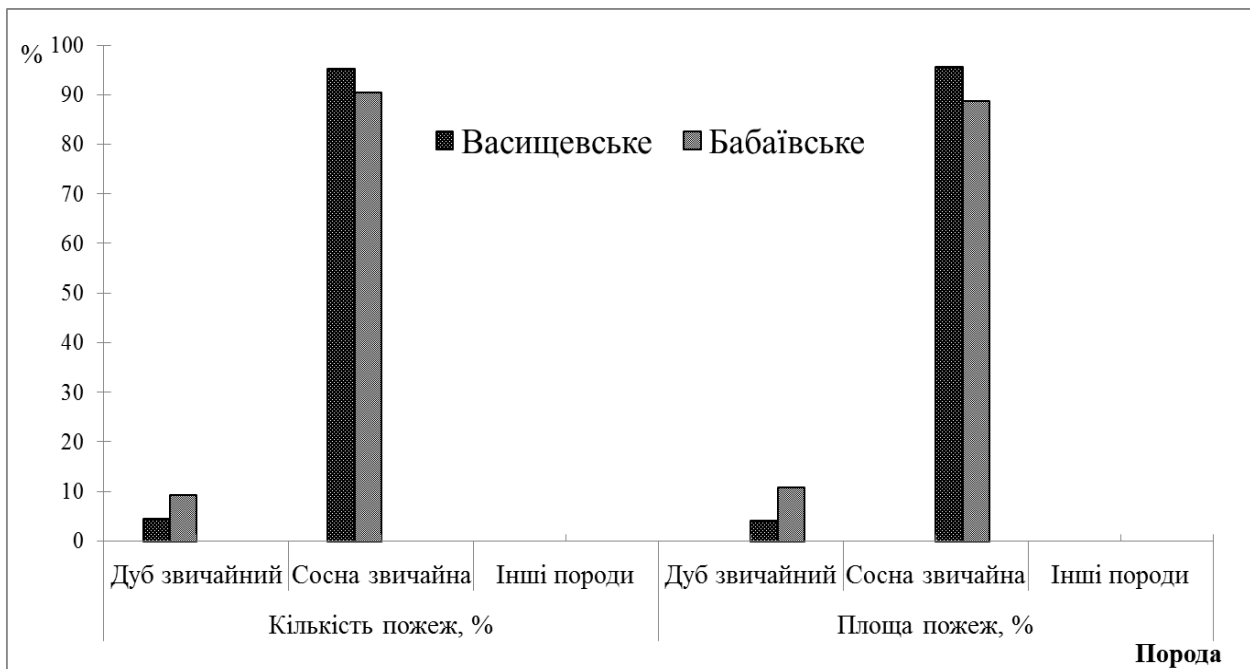


Рис. 2 – Частка від загальної кількості та площі пожеж за породами у Васищевському та Бабаївському лісництвах за період 2002–2021 рр.

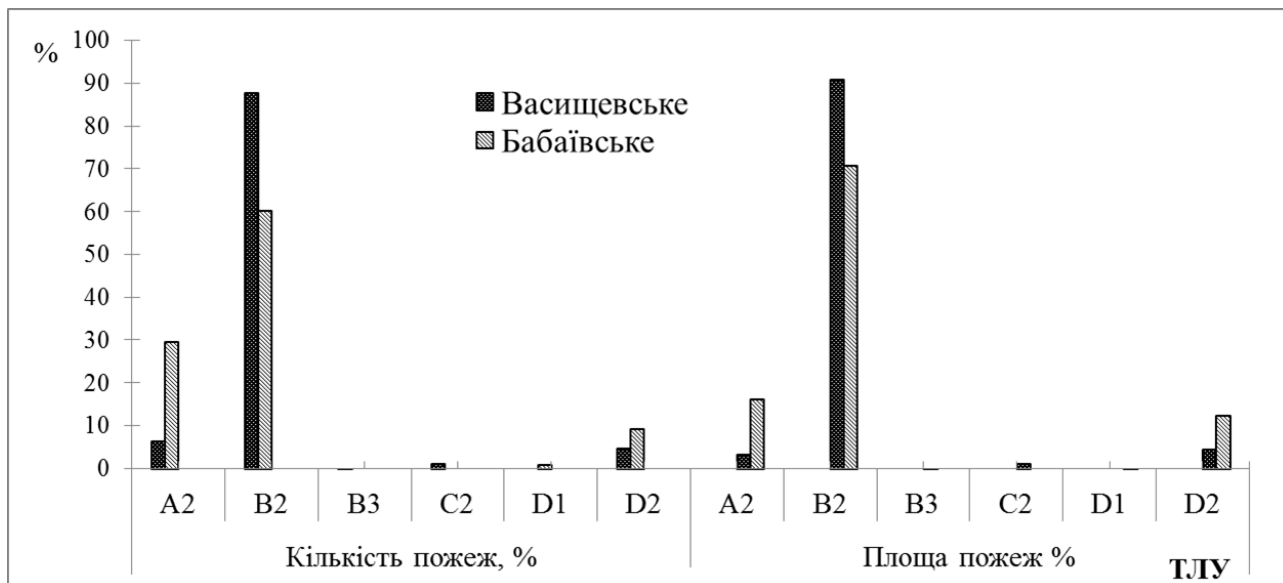


Рис. 3 – Частка від загальної кількості та площі пожеж залежно від ТЛУ у Васищевському та Бабаївському лісництвах за період 2002–2021 рр.

Порівняння частки виникнення пожеж за кількістю та площею (останні 10 років) у межах цих двох лісництв виявило, що переважна більшість випадків припадає на середньовікові насадження (VI–VIII класів віку), що переважають у віковій структурі деревостанів (від 86 до 97%) зазначених лісництв (рис. 4).

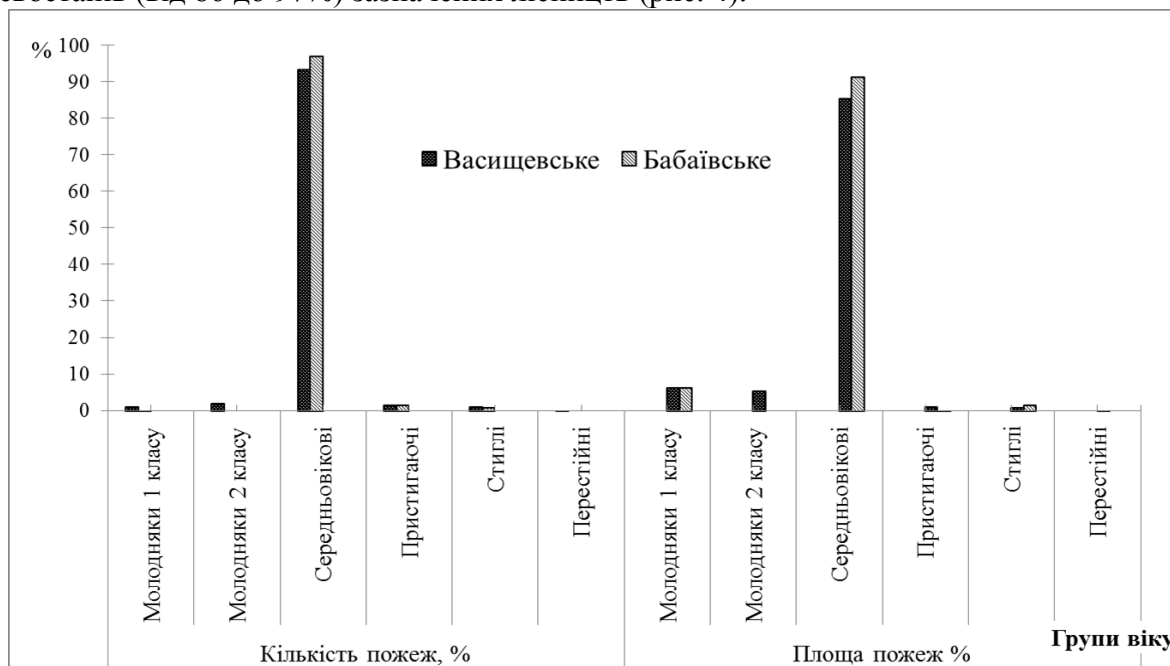


Рис. 4 – Частка від загальної кількості та площі пожеж за групами віку Васищевського та Бабаївського лісництв за період 2002–2021 рр.

Виявлено також, що більшість пожеж із року в рік трапляються в тих самих урочищах. На такі території припадають від 75 до 87% випадків від загальної кількості в усьому лісництві та від 80 до 81% за площею. В окремих кварталах і виділах таких урочищ трапляється переважна більшість пожеж. Саме ці ділянки характеризуються високою загрозою виникнення пожеж і через близькість розташування до антропогенних об'єктів (населені пункти, залізниця, дороги тощо) мають найбільший ризик займань (табл. 1).

Таблиця 1

Частка від загальної кількості та площі пожеж за окремими урочищами Васищевського та Бабаївського лісництв за період 2002–2021 рр.

Лісництво	Урочище	Квартали	Частка від пожеж у лісництві, %	
			за кількістю	за площею
Бабаївське	Ващенківський Бір	22–34	75	81
Васищевське	Бір 1	69–89, 139–140, 154–156	43	38
	Бір 2	90–129	44	42

Наші попередні дослідження наслідків впливу низових пожеж різної інтенсивності на середньовікові соснові насадження у рік пошкодження вогнем та наступні 2–5 років після пожежі вже виявили тісні кореляційні залежності зміни індексу стану дерев від таких показників як висота нагару, опік тонкої кори. (Voron et al. 2021, Melnyk 2019, Sidorenko 2017). Водночас доволі часто пошкоджені вогнем насадження довго лишаються ослабленими, а ризик погіршення їхнього стану постійно існує внаслідок впливу додаткових чинників (хвороби, шкідники тощо). Тому інформація про те, через який період часу після пошкодження насадження відновлюється та переходить у стадію нормального росту та розвитку, є вкрай важливою для лісового господарства. Вона може допомогти під час оцінювання ймовірності пошкодження дерев комахами та ураження збудниками хвороб і обґрунтування необхідності проведення санітарних рубок.

Відібрані для досліджень ППП закладені у Васищевському л-ві ДП «Жовтневе ЛГ» (у 2007, 2009 та 2011 роках) в середньовікових сосняках, подібних за основними таксаційними показниками. Їх розподілено на групи з урахуванням інтенсивності пошкодження вогнем стовбура (тобто висоти нагару) та пори року виникнення пожежі (табл. 2).

Таблиця 2

Таксаційні показники середньовікових сосняків, пошкоджених низовими пожежами

Групи за $H_{\text{наг. сер.}}$, м	№ ППП	$H_{\text{наг. сер.}}$, м	A , років	$D_{\text{сер.}}$, см	$H_{\text{сер.}}$, м	M , $\text{м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$	Повнота
Весняні пожежі							
До 0,5	7	0,36	56	27,0	23,8	344	0,71
0,5–1,5	13	1,3	56	31,6	24,7	331	0,66
	14	1,0	56	27,2	24,5	380	0,81
БПонад 1,5	8	1,62	66	28,6	25,5	420	0,93
Літні пожежі							
До 0,5	6	0,53	56	28,4	23,7	439	0,90
0,5–1,5	4	1,39	56	29,5	24,3	444	0,96
	9	0,76	56	29,2	23,4	471	0,95
Понад 1,5	Зрубано повністю або частково в перші роки після пожеж, або впродовж наступних п'яти років						
Контроль	10	0	56	29,7	23,8	448	0,91

Аналіз післяпожежного розвитку та динаміки (до 14 років) стану вцілілих ППП проведено з урахуванням мінімального антропогенного впливу (санітарні рубки) та додаткових негативних факторів (всихання через кореневу губку, шкідників тощо).

В усіх досліджуваних деревостанах не виявлено обгорання гілок чи побуріння хвої, тобто пошкоджень у результаті впливу конвективного теплового потоку. Основним показником впливу низової пожежі була висота нагару на стовбурах. В наших попередніх численних дослідженнях вже встановлено прямий достовірний дуже сильний кореляційний зв'язок між середньою висотою нагару і станом дерев, а також часткою сухостійних дерев у перші роки після пошкодження (Voron et al. 2021, Melnyk 2019, Sidorenko 2017). У подальші роки на стан як окремих дерев, так і загалом насадження впливало багато додаткових

факторів – ураження кореневою губкою, рубки догляду тощо. Переважна більшість дерев на ППП, закладених у насадженнях із середньою висотою нагару на стовбурах понад 1,5 метра, всохли та були зрубані, особливо у випадках із пошкодженням тонкої кори. Лише на деяких ППП виявлено незначну частину здорових дерев, яка не перевищувала 6 %. В більшості випадків здорових дерев не було.

Порівняння багаторічної зміни стану дерев на досліджуваних ППП (табл. 3) з урахуванням як основних факторів (інтенсивності низової пожежі), так і відсутності помітного впливу додаткових чинників (кореневої губки, шкідників тощо), дало змогу виявити різницю в розвитку насадження впродовж доволі тривалого періоду (до 13 років).

Таблиця 3

Динаміка стану та розподіл за категоріями стану дерев досліджуваних сосняків, пошкоджених низовими пожежами у весняний та літній періоди

H _{нар.} сер., М	Період після пожежі	Весняні пожежі						Літні пожежі											
		№ ППП	I _c	За категоріями стану, %						№ ППП	I _c	За категоріями стану, %							
				I	II	III	IV	V	VI			I	II	III	IV	V	VI		
До 0,5	у рік пожежі	7	2,67	0	33	67	0	0	0	6	2,67	0	36	61	3	0	0		
	наступний рік		2,63	0	37	63	0	0	0		2,67	2	35	61	1	0	2		
	2 роки		2,66	0	37	61	2	0	0		2,7	0	32	67	1	0	0		
	3 роки		2,68	0	35	62	1	1	0		2,71	0	30	68	1	0	0		
	4 роки		2,68	0	35	62	1	1	0		2,71	0	30	68	1	0	0		
	5 років		2,67	0	40	58	0	0	2		2,68	0	50	44	0	5	1		
	6 років		2,72	0	38	57	2	0	2		–	–	–	–	–	–	–		
	13 років		2,71	0	37	60	0	0	2		2,28	5	62	33	0	0	0		
	HIP _{0,05}		0,14	–	–	–	–	–	–		0,38	–	–	–	–	–	–	–	
0,5– 1,5	у рік пожежі	13	2,68	4	55	39	0	0	2	4	2,58	0	44	55	1	0	0		
	наступний рік		2,68	0	39	58	1	0	2		2,59	2	37	59	1	0	0		
	2 роки		2,68	0	39	58	1	0	2		2,48	6	40	54	0	0	0		
	3 роки		2,62	0	44	54	0	0	2		2,57	3	36	60	0	0	0		
	4 роки		2,51	1	53	44	0	0	2		2,57	3	37	60	0	0	0		
	8 років		–	–	–	–	–	–	–		2,46	5	52	40	0	2	2		
	11 років		2,5	0	50	50	0	0	0		–	–	–	–	–	–	–		
	13 років		–	–	–	–	–	–	–		2,38	6	55	37	0	0	2		
	HIP _{0,05}		0,31	–	–	–	–	–	–		0,27	–	–	–	–	–	–	–	
	у рік пожежі		14	2,74	0	28	71	2	0		0	9	2,54	0	46	54	0	0	0
	наступний рік			2,77	0	24	76	1	0		0		2,56	1	43	57	0	0	0
2 роки	2,77	0		24	76	1	0	0	2,56	1	43		57	0	0	0			
3 роки	2,54	0		47	52	1	0	0	2,56	1	43		57	0	0	0			
4 роки	2,54	0		47	52	1	0	0	2,56	1	43		57	0	0	0			
5 років	–	–		–	–	–	–	–	2,68	0	45		49	0	4	2			
6 років	–	–		–	–	–	–	–	2,55	0	55		41	0	2	2			
13 років	2,64	0		36	64	0	0	0	2,69	3	42		48	0	2	4			
HIP _{0,05}	0,37	–		–	–	–	–	–	0,21	–	–		–	–	–	–	–		
Понад 1,5	наступний рік	8		2,79	0	24	74	3	0	0	Зрубано повністю або частково в перші роки після пожеж або протягом наступних п'яти років								
	2 роки			2,79	0	24	74	3	0	0									
	3 роки		2,76	0	27	71	3	0	0										
	4 роки		2,82	0	24	74	1	0	2										
	5 років		2,82	0	24	74	1	0	2										
	6 років		2,82	0	24	74	1	0	2										
	7 років		2,49	1	59	37	0	0	2										
	13 років		2,64	0	41	57	0	0	2										
	HIP _{0,05}		0,29	–	–	–	–	–	–	–							–	–	–
Конт- роль	Рік закладки	10	2,67	1	31	68	0	0	0	Контроль									
	2 роки		2,62	1	36	63	0	0	0										
	4 роки		2,62	1	36	63	0	0	0										
	5 років		2,59	1	39	60	0	0	0										
	13 років		2,48	1	51	48	0	0	0										
	HIP _{0,05}		0,33	–	–	–	–	–	–							–	–	–	–

Отримані дані можуть бути корисними не тільки для визначення першочергових санітарних заходів після пожеж, але й для збереження вцілілих дерев шляхом призначення необхідних додаткових заходів.

Для насаджень, пошкоджених навесні, характерною була незначна частка сухостійних дерев (до 2%). За станом насаджень протягом досліджуваного періоду були на межі «ослаблені» та «сильно ослаблені» (індекс санітарного стану – 2,5–2,8 бала). Через 11–13 років на більшості ППП стан виявився таким самим, як і через 3–4 роки після пожежі. Тобто насадження, пошкоджені весняними пожежами, за умови непошкоджених крони, тонкої кори та коріння через 3–4 роки покращують стан, однак до стану «здорові» не відновлюються навіть через 13 років.

Насадження, пошкоджені літніми пожежами, також варіювали за станом між «ослабленими» та «сильно ослабленими» (індекс санітарного стану – 2,28–2,71 бала), але частка сухостійних дерев тут була дещо вищою навіть за мінімального пошкодження (висота нагару до 0,5 м). На відміну від насаджень, пошкоджених весняними пожежами, тут відзначено появу свіжого сухостою через 5–15 років після пошкодження пожежею середньої інтенсивності, але частка його була незначною (до 5%).

Порівняння багаторічної динаміки стану насаджень окремих ППП після весняних низових пожеж (рис. 5) свідчить, що стан у перші три роки після пожежі суттєво не погіршувався за різних середніх висот нагару, а на деяких ППП був навіть дещо кращим за контроль. На четвертий рік у групі ППП з висотою нагару 0,5–1,5 м стан навіть покращився від $I_c = 2,68$ та $2,77$ до $I_c = 2,51$ та $2,54$. Такий стан зберігався на всьому наступному періоді до 13 року після пожежі.

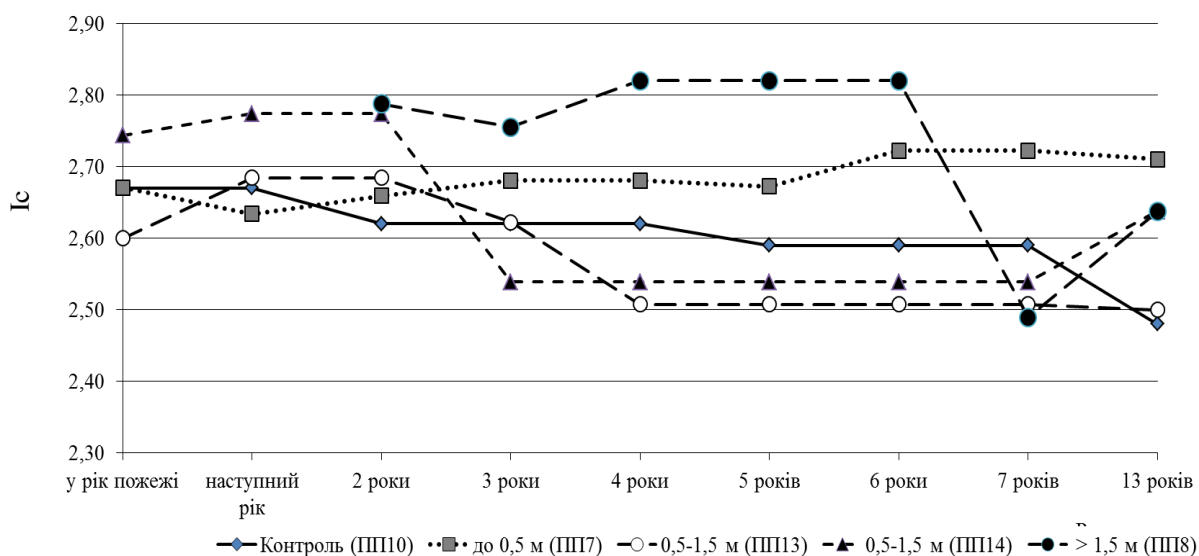


Рис. 5 – Динаміка індексу стану за різної висоти нагару в середньовікових сосняках, пошкоджених весняними низовими пожежами

Подібний аналіз багаторічної динаміки стану насаджень після літніх низових пожеж також виявив, що стан у всіх випадках суттєво не відрізнявся від контролю та не змінювався протягом п'яти років після пошкодження і лише через шість років після пожежі дещо покращився до рівня «ослаблених» насаджень ($I_c = 2,46$) на ППП 4, де інтенсивність пожежі була середньою (група $N_{\text{наг.сер.}}$ від 0,5 до 1,5 м). До цього ж рівня помічено покращення і на ППП 6 (група $N_{\text{наг.}}$ до 0,5 м), але лише через 13 років після пожежі. Індекс стану останньої із наведених ППП (ППП 9 із $N_{\text{наг.сер.}} = 0,5-1,5$ м) протягом усього періоду практично не змінювався. Лише через 13 років після пожежі найкраще відновилося насадження на ППП 6 з

висотою нагару до 0,5 м. Так, I_c на цій ППП знизився до рівня «ослаблені» насадження ($I_c = 2,28$) (рис. 6).

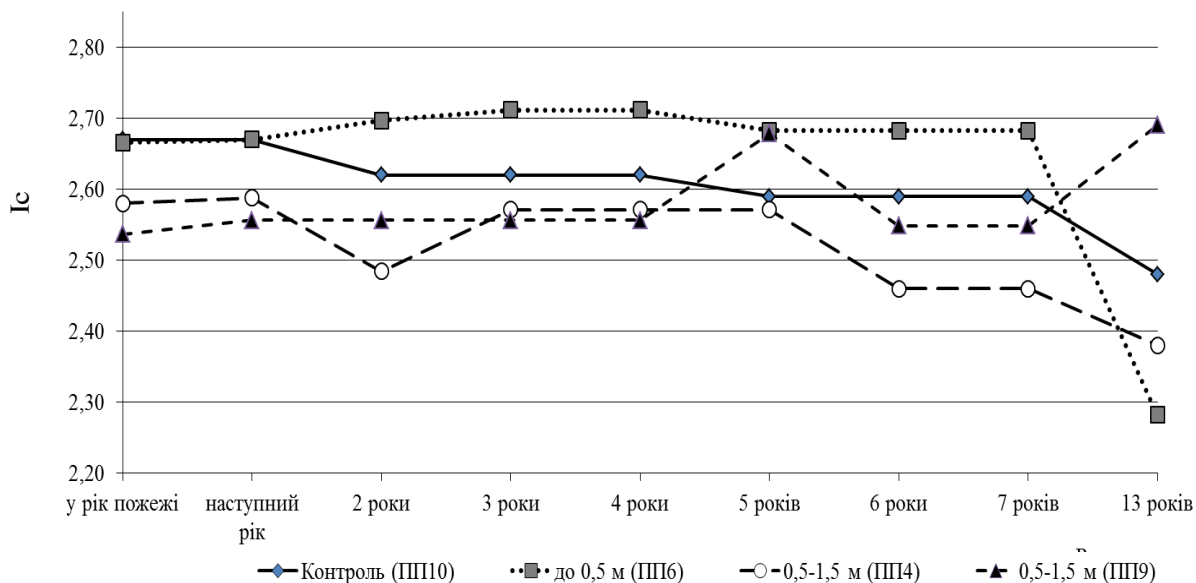


Рис. 6 – Багаторічна динаміка індексу стану деревостану за різної висоти нагару в середньовікових сосняках, пошкоджених літніми низовими пожежами в ТЛУ В₂

Таке покращення стану деревостану навіть лісів, пошкоджених низовими пожежами більшої інтенсивності, пов'язана зі втратою частини деревостану за такий тривалий період. Так, фактично на всіх ППП густота дерев через 13 років після пожежі зменшилася на 2–15 % (табл. 4).

Таблиця 4

Динаміка густоти в середньовікових сосняках, пошкоджених весняними та літніми низовими пожежами

$H_{\text{наг.ср.}}, \text{ м}$	№ ППП	Кількість дерев, шт./ га									Різниця між 1 та 13 роками, %
		у рік пожежі	на наступний рік	2 роки	3 роки	4 роки	5 років	6 років	7 років	13 років	
Весняні пожежі											
До 0,5	7	400	400	400	400	400	400	392	392	392	2
0,5–1,5	13	400	399	399	400	400	400	400	400	392	2
	14	425	425	425	425	425	425	425	425	425	0
Понад 1,5	8	678	678	678	678	678	678	645	5
Літні пожежі											
До 0,5	6	673	673	673	673	673	673	673	673	613	9
0,5–1,5	4	711	701	700	700	700	700	700	700	667	6
	9	693	692	692	692	692	692	680	680	590	15
Понад 1,5	Зрубано повністю або частково в перші роки після пожеж або протягом наступних п'яти років										
Контроль	10	600	600	600	600	600	600	600	600	585	2

Особливо суттєві відміни (від 6 до 15 %) характерні для насаджень після літніх пожеж, хоча й на контролі за такий період густота зменшилася на 2 %, тобто чітко простежується процес природного відпаду.

Висновки. У зеленій зоні міста Харків виявлено урочища сосняків зі значним перевищенням середніх частоти та площі пожеж, які становлять значну пірологічну небезпеку й потребують максимальної уваги.

Після літніх пожеж стан пірогенно пошкоджених сосняків упродовж 13-річного періоду покращувався довше, а кількість сухоостою хоча й була незначною (до 4–5 % від загальної кількості дерев), але в 2–3 рази перевищувала таку в насадженнях, пошкоджених весняними пожежами. На відміну від насаджень, пошкоджених весняними пожежами, після літніх пожеж свіжий сухостій з'являвся навіть через 5–13 років після пошкодження вогнем.

Негативні наслідки впливу низових пожеж низької (з висотою нагару до 0,5 м) та середньої (висота нагару 0,5–1,5 м) інтенсивності виявляються насамперед в ослабленні середньовікових сосняків вже в рік пожежі. У наступні роки інтенсивність ослаблення знижується, але триває часткове всихання дерев. Після сильних літніх низових пожеж (з висотою нагару понад 1,5 м), коли значна частина дерев всихає вже в перший рік після пошкодження, стан насаджень погіршився на всіх ППП, причому навіть через 13 років після пожежі він не відновився повністю, і насадження не стали «здоровими».

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

Balabukh, V. O. and Zibtsev, S. V. 2016. The impact of climate change on the number and area of forest fires in the North Black Sea region of Ukraine. *Ukrainian Hydrometeorological Journal*, 18: 60–71 (in Ukrainian).

Doerr, S. H. and Santín, C. 2016. Global trends in wildfire and its impacts: perceptions versus realities in a changing world. *Phil. Trans. R. Soc.*, B 371: 20150345. <https://doi.org/10.1098/rstb.2015.0345>

Gorshenin, N. M., Dichenkov, N. A., Shvidenko, A. I. 1981. *Forest Pyrology*. Lviv, Vishcha Shkola, 160 p. (in Russian).

Kelly, R., Chipma, M. L., Higuera P. E. et al. 2013. Recent burning of boreal forests exceeds fire regime limits of the past 1000 years. *P. Natl. Acad. Sci. USA*, 110: 13055–13060.

Kovaleva, N. M. and Ivanova, G. A. 2013. Restoration of living ground cover to the initial stage of pyrogenic succession. *Siberian Ecological Journal*, 2: 203–213 (in Russian).

Lakin, G. F. 1990. *Biometry*. Moscow, Vyshaya Shkola, 351 p. (in Russian)

Melnyk, Ye. Ye. 2019. Ground fires in the forests of the forest-steppe part of Kharkiv Region and their effects on middle-aged pine stands. Extended abstract of PhD dissertation. Kharkiv, 23 p. (in Ukrainian).

Shcheglova, E. G. 2013. The effect of weather conditions on fires of natural objects. *OSU bulletin*, 10 (146): 15–20 (in Russian).

Sydorenko, S. G. 2017. Postpyrogenic growth of Scots pine stands in the Left-bank Forest-Steppe of Ukraine. Extended abstract of PhD dissertation. Kharkiv, 21 p. (in Ukrainian).

State Forest Resources Agency of Ukraine. 2021. [Electronic resource]. Available at: <https://fire.ukrforest.com/fires-public/index> (accessed 01.11.2021) (in Ukrainian).

Statista fire in Forest Turkey: wildfire area burned 2021. [Electronic resource]. Available at: <https://www.statista.com/statistics/1264713/area-burned-by-wildfire-in-turkey/> (accessed 01.11.2021).

Tedim, F., Xanthopoulos, G., Leone, V. 2015. Forest Fires in Europe: Facts and Challenges. In: *Wildfire Hazards, Risks and disasters*. Douglas Paton (Ed.). Chapter: 5. Elsevier, p. 77–99. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-410434-1.00005-1>.

Voron, V. P. and Melnyk, Ye. Ye. 2019. Tendencies of fire development in the Ukraine. *Forestry and Forest Melioration*, 134: 78–87 (in Ukrainian).

Voron, V. P., Bondaruk, M. A., Koval, I. M., Tselishchev, O. G. 2011. Recommendations for a comprehensive assessment of the sustainability of recreational and health forests, organization of their monitoring and optimization of recreational forest use in them. In: *Monitoring and increasing the resilience of anthropogenically disturbed forests: collection of recommendations of URIFFM*. Kharkiv, Nove Slovo, p. 10–112 (in Ukrainian).

Voron, V. P., Koval, I. M., Sydorenko, S. G., Melnyk, Ye. Ye., Tkach, O. M., Borysenko, V. G., Tymoshchuk, I. V., and Bologov, O. Yu. 2021. Pyrogenic transformation of pine stands in Ukraine. Kharkiv, Planeta-Print, 286 p. (in Ukrainian).

Vorobyov, D. V. 1967. *Methods of forest typology research*. Kyiv, Urozhay, 388 p. (in Russian).

World Fire Statistics. 2020. [Electronic resource]. CTIF Report. 67 p. Available at: https://www.ctif.org/sites/default/files/2020-06/CTIF_Report25.pdf (accessed 01.11.2021).

Voron V. P., Melnyk Ye. Ye., Sydorenko S. H.

HEALTH CONDITION DYNAMICS IN FIRE-DAMAGED PINE STANDS OF THE KHARKIV CITY GREEN BELT

Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotsky

The article analyses the tendencies of forest fires in the Kharkiv green belt for 2002–2021 and their localization at separate forest units in Zhovneve State Forest Enterprise as well as forest site conditions and pine stands characteristics. The authors made long-term studies (up to 13 years) of changes in the health condition of damaged pine stands after surface fires of different intensity, taking into account the season of the year. The changes in the health condition of different damaged stands were compared. The sampling plots for the research were selected taking into account changes in the condition and number of trees as a result of post-fire and natural tree mortality. The influence of such factors as anthropogenic impact, sanitary felling, repeated fires, insects and phytopathogens infestation on tree mortality has been established. These data were used to determine changes in pine stands after surface fires of different intensity and seasons of occurrence, as well as to predict further growth and development of such stands. It has been established that although the condition of the pines has improved somewhat, they have not fully recovered even 13 years after the fire.

К e y w o r d s : forest fire, char height, health condition index, stand health, number of trees.

E-mail: 52corvus@gmail.com; Wudckij@bigmir.net; serhii88sido@gmail.com

Одержано редколегією 15.11.2021