



С. Г. СИДОРЕНКО

**ПОЖЕЖОСТІЙКІСТЬ І ПОСТПРОГЕННИЙ ВІДПАД СОСНОВИХ ЛІСІВ
ЛІВОБЕРЕЖНОЇ ЧАСТИНИ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ ЗА РІЗНИХ РІВНІВ
ПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ЗА УМОВАМИ ПОГОДИ**

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

Пожежі є одними з найнебезпечніших чинників дестабілізації лісів. Визначення особливостей постпірогенного розвитку сосняків дає змогу пом'якшити негативні наслідки, спричинені лісовими пожежами, та допомогти в прийнятті рішень стосовно ведення господарства в таких лісах. Виявлено, що санітарний стан насаджень залежав від значення комплексного показника пожежної безпеки (КППН) на момент пожежі та погіршувався у міру його збільшення ($r = 0,71$; $p = 0,05$). За вищих значень КППН підвищуються інтенсивність тепловиділення під час пожежі та ступінь вигорання лісової підстилки. Встановлено, що за КППН від 1 500 до 3 000 балів індекс санітарного стану насаджень варіює від II,0 до III,9; частка відпаду сягає 20 %. За подальшого збільшення значень КППН понад 5 000 балів індекс стану насадження через рік після пожежі становить III,5–V,0. З'ясовано, що висота полум'я та висота нагару на стовбурах достовірно не залежать від рівня пожежної небезпеки за умовами погоди. Вдосконалено підходи до прогнозування постпірогенного відпаду на рівні насадження з урахуванням характеристик пожежонебезпечного сезону, ступеня пошкодження дерев у насадженні та його таксаційних характеристик.

Ключові слова: прогностичні моделі, наслідки лісових пожеж, соснові насадження, санітарний стан.

Вступ. Вплив лісових пожеж на стан насадження залежить від низки чинників, таких як вид пожежі, її інтенсивність, тривалість, переважний тип пошкодження у пройденому пожежею насадженні та характеристик деревостану (Voron & Sydorenko 2014). До дії вторинних факторів належать заселення дерев шкідниками, розвиток хвороб лісу, допожежний стан насадження та рівень його ослаблення; також доволі важливою є тривалість посух (Agafonov & Alekseev 1989). Закордонні науковці (Furyaev et al. 2017) наводять дані стосовно впливу характеристик пожежонебезпечного сезону на зміну пожежостійкості насаджень. Під терміном «пожежостійкість» вчені розуміють здатність деревного виду чи насадження вижити після одиначної теплової дії. Наслідком цієї теплової дії є вигорання наземних горючих матеріалів під час низової пожежі та спроможність сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) зберегти свою популяцію в різноманітних умовах середовища. Насадження з однаковим рівнем пошкодження, заподіяного за різних сезонів року, можуть характеризуватися різними величиною та тривалістю відпаду. Так, частка сухостійних дерев у середньовікових сосняках через рік після весняних пожеж була у п'ять разів нижчою, ніж після літніх (2,7 % проти 13,8 %) (Sydorenko 2017). Інтенсивність відпаду в пошкоджених улітку стиглих сосняках може бути у 10 разів більшою, ніж після весняних пожеж. У результаті досліджень (Sydorenko & Liubchuch 2019) запропоновано математично-статистичну модель, яка як входні параметри використовує показники вогнестійкості середньовікових дерев (природний ступінь товщини, висоту розташування грубої кори) і ступінь пошкодження (середню висоту нагару на стовбурах) та дає змогу оцінювати ризики всихання індивідуальних дерев у насадженні. Водночас для рівня насадження таблиці щодо прогнозування відпаду містять лише висоту нагару та сезон пожежі, проте не враховують основні таксаційні показники деревостану, що впливають на його пожежостійкість (Usenia & Churylo 2001, Voron et al. 2014, Voron et al. 2019).

Метою роботи є удосконалення підходів до прогнозування постпірогенного відпаду на рівні насадження з урахуванням характеристик пожежонебезпечного сезону, ступеня пошкодження дерев у насадженні та його таксаційних характеристик.

Матеріали й методи. Для оцінювання постпірогенного відпаду насаджень використано матеріали 58 пробних площ (ПП) лабораторії екології лісу Українського науково-дослідного інституту лісового господарства та агролісомеліорації імені Г. М. Висоцького (УкрНДІЛГА). Деревостани на ПП різнилися за віком (43–95 років), таксаційними характеристиками

(діаметром: 17–51 см, висотою: 18,0–25,7 м, повнотою: 0,5–1,0), інтенсивністю пошкодження (середня висота нагару на рівні насадження – від 0,4 до 4,9 м), часом пошкодження (2005–2018 рр.) та формою пожежі (рухлива та стійка). Пробні площі закладено переважно в лісах лісостепової частини Харківської області в умовах свіжих борів і суборів. Для дослідження брали однорічний післяпожежний період.

Для аналізу метеорологічних показників узято дані метеостанції в місті Харків. За умовами погоди на основі метеоданих для оцінювання пожежної небезпеки розраховано комплексний показник пожежної небезпеки (КППН) (Nesterov 1945). Значення КППН для поточної доби визначено за формулою (1):

$$\text{КППН} = k \times \text{КП}_{n-1} + t(t - \tau), \quad (1)$$

де t – температура, °С і τ – точка роси, °С, визначені о 12 годині дня;

k – коефіцієнт, який враховує опади за минулу добу.

Для визначення показника k взято такі умови: без опадів – $k = 1$; 3 мм і більше – $k = 0$ (Nesterov 1945). Обраховано значення КППН на кожну добу пожежонебезпечного періоду з 2005 до 2019 рр. Отже, кожне пошкоджене насадження на дослідних ділянках під час аналізу мало такі характеристики: КППН на момент пожежі, середньозважені показники пошкодження й таксаційні характеристики насадження.

Кореляційний, регресійний і множинний регресійний аналізи проводили за загальноприйнятими методиками (Atramentova & Utevska 2007).

Під час кореляційного аналізу зв'язок вважали функціональним за коефіцієнта кореляції 1,00, дуже сильним – 0,90–0,99, сильним – 0,70–0,89, значним – 0,50–0,69, помірним – 0,30–0,49, слабким – 0,10–0,29 (Atramentova & Utevska 2007).

Результати та обговорення. У результаті низових лісових пожеж найчастіше утворюються горільники – ділянки, де відбувається часткова загибель дерев. Якщо у випадку повного вигорання лісогосподарські заходи зводяться до суцільного вирубування загиблих деревостанів і подальшого лісовідновлення, то для горільників призначення цих заходів є складнішим завданням, яке вимагає максимально достовірної діагностики постпірогенного стану насаджень і прогнозування його зміни.

Під час попередніх досліджень післяпожежний розвиток сосняків розглядали окремо для різних груп віку та сезонів (весна та літо), зважаючи на відмінності в характеристиках насаджень і самих пожеж. Навесні зазвичай виникали рухливі пожежі, коли внаслідок пошкодження вигорав лише верхній опадовий шар лісових горючих матеріалів (ЛГМ). Влітку за формою найчастіше виникали стійкі низові пожежі.

Незважаючи на простоту дослідження, такий підхід не є універсальним. Основним його недоліком є те, що залежно від посушливості природних умов навіть навесні можуть виникати стійкі низові пожежі, які призводять до загибелі насадження. А влітку, навпаки, за достатньої кількості опадів часто виникають рухливі пожежі, які не спричиняють катастрофічних для насадження наслідків.

Процес висихання підстилки відбувається пошарово і завершується тільки в період сильної посухи (Nesterov 1945). Швидкість висихання різних видів ЛГМ має істотні відмінності та залежить від КППН (Melehov 1939, Nesterov 1949, Kurbatskiy 1970). Обсяги вигорання наземних горючих матеріалів, особливо ферментативного та гуміфікованого шарів лісової підстилки, прямо залежали від рівня її вологості. Значення КППН, крім пожежної небезпеки, опосередковано є показником ступеня висихання ЛГМ та, як наслідок, обсягів вигорання наземних ЛГМ (Kurbatskiy 1970). За низьких значень КППН вигорає частково лише верхній опадовий шар підстилки. За значення понад 1 000 балів настає пірологічна стиглість нижніх шарів підстилки (ферментативного та гуміфікованого), залежно від їхньої щільності, характеристик ділянки й таксаційних показників насадження.

Зважаючи на те, що інтенсивність пошкодження дерев під час пожежі залежала від обсягів вигорання горючих матеріалів, проведено аналіз кореляції значень КППН із характеристиками пожеж і санітарним станом пройдених низовими пожежами насаджень (рис. 1, 2.)

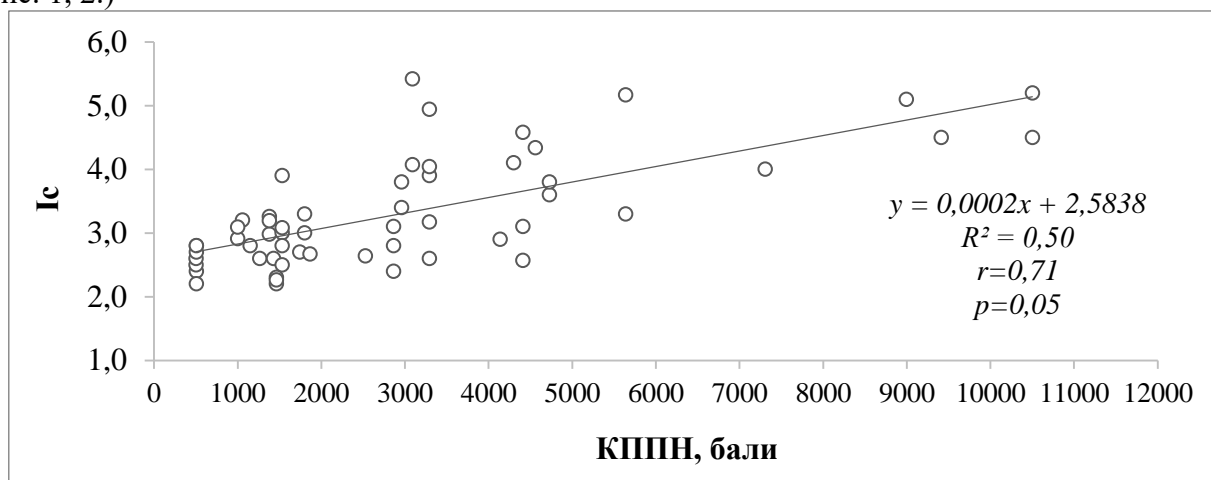


Рис. 1 – Індекс санітарного стану соснових насаджень, пройдених низовими пожежами, після 12-місячного післяпожежного періоду за різного рівня пожежної небезпеки за умовами погоди (КППН)

Санітарний стан насаджень залежав від рівня КППН на момент пожежі та погіршувався у міру збільшення КППН ($r = 0,71$ $p = 0,05$). За КППН до 1 000 балів зазвичай виникали рухливі низові пожежі. Індекс стану насаджень не перевищував 3 балів, частка сухостою була незначною – до 1,5 % (за рахунок дерев V класу Крафта). За КППН від 1 500 до 3 000 балів наслідки для насадження були істотнішими: за таких умов I_с варіював від II,0 до III,9, а частка відпаду сягала 20 %. У разі подальшого збільшення значення КППН після низових пожеж стан насадження через рік після пожежі становив IV,5–V,0 (всихаюче насадження). Такі результати пояснюються тим, що інтенсивність тепловиділення низової пожежі (I_s, кВт·м²) залежить від типу ЛГМ та актуального стану горючих матеріалів, які є провідниками горіння за КППН (Vолокітіна & Софронов 2002).

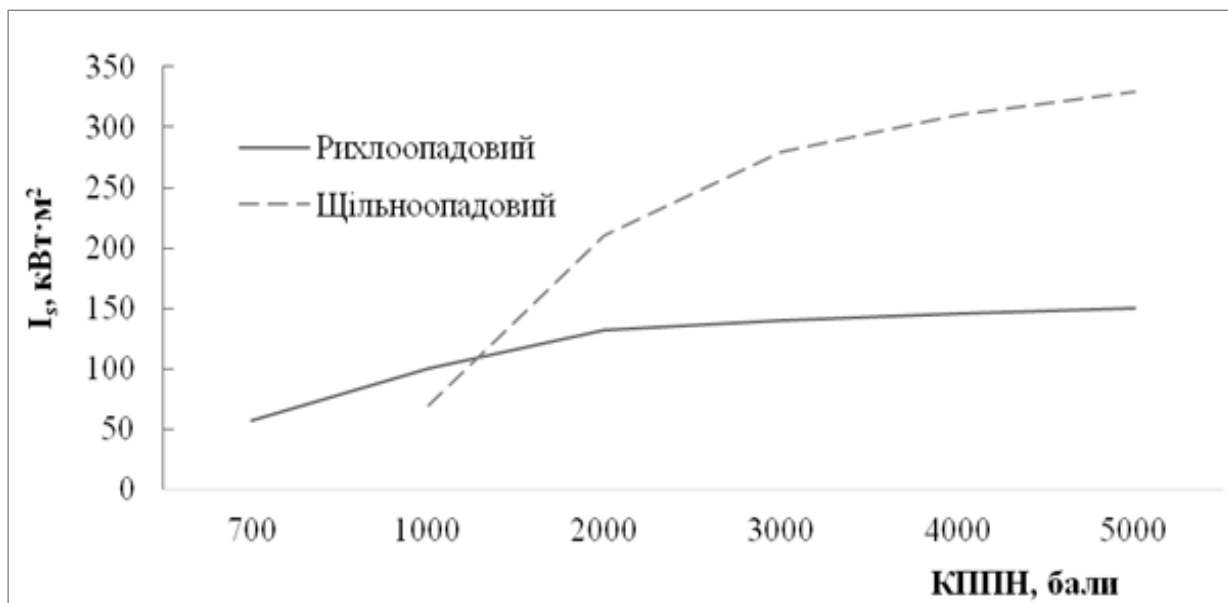


Рис. 2 – Інтенсивність тепловиділення основних провідників горіння (побудовано на основі даних Волокітіної та Софронова (Vолокітіна & Софронов 2002))

Як підсумок, застосування різних підходів до прогнозування постпірогенного відпаду, які базуються на сезоні пожежі, потребує удосконалення (Sydorenko & Liubchych 2019). Так, деякі дослідники стверджують, що інтенсивність відпаду є найвищою після осінніх і зимових пожеж (Menges & Deuyg 2001). Водночас М. Харінгтон (Harrington 1987) доводив, що інтенсивніший постпірогенний відпад відбувався після весняних палів (активний сезон), як порівняти з осінніми (сухий сезон). В. Тіес зі співавторами (Thies et al. 2006), на противагу, визначав більший відпад дерев після осіннього палу, ніж після весняного. Логічно припустити, що сам собою сезон як фактор слабо впливає на відпад. Основну роль у такому випадку відіграють характер і рівень пошкодження. Тобто влітку інтенсивність пожежі може бути більшою, особливо за тривалих посух, коли ЛГМ висихають до критичного рівня. Така гіпотеза знайшла підтвердження у роботі В. Тіеса (Thies et al. 2006).

Альтернативним варіантом диференціації сценаріїв післяпожежного розвитку насаджень є використання прямої чи опосередкованої інформації щодо актуального стану ЛГМ на момент пожежі та обсягів їхнього вигорання. Для цього доцільним є використання балів за КППН чи класів КППН.

Встановлено, що КППН суттєво не впливає на середню висоту полум'я під час пожежі (опосередковано проаналізовано через висоту нагару на стовбурах дерев). Висота нагару на стовбурах є основним індикатором для оцінювання післяпожежного розвитку насадження (рис. 3). Під час регресійного аналізу виявлено, що варіювання ознаки «висота нагару» лише на 15 % залежало від впливу комплексного показника пожежної небезпеки за умовами погоди. Адже на висоту полум'я під час пожежі впливала низка факторів, які не враховують під час обчислення КППН: швидкість вітру і напрям, особливості наземних комплексів горючих матеріалів (надґрунтовий покрив, підріст і підлісок), актуальний стан горючих матеріалів (уміст вологи), рельєф тощо.

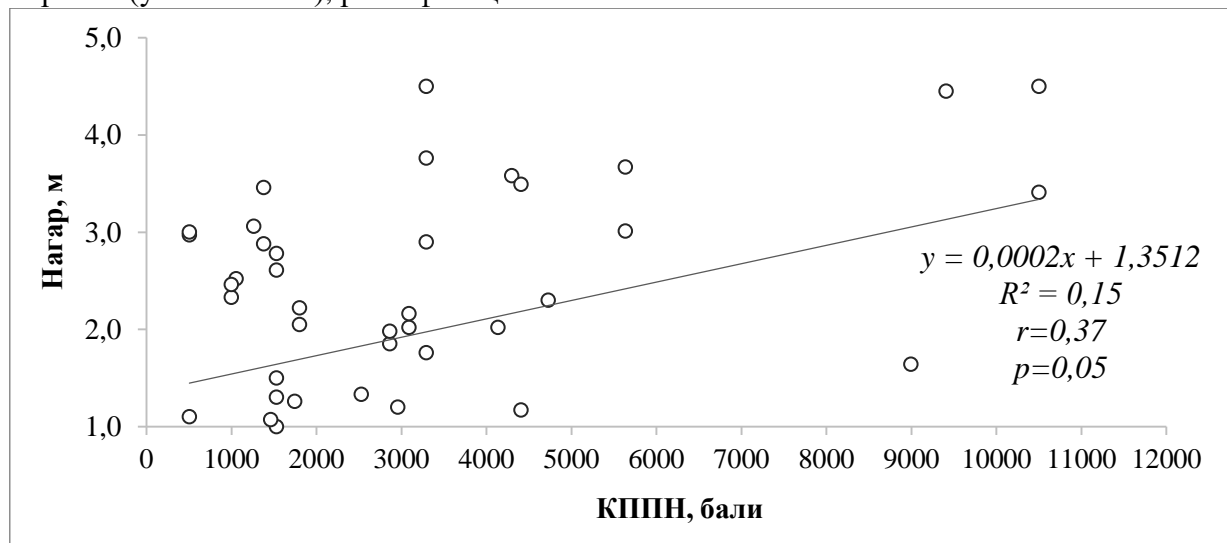


Рис. 3 – Залежність висоти нагару на стовбурах дерев від КППН

У міру збільшення середньої висоти нагару на стовбурах зростає частка відпаду в пошкоджених насадженнях. Отже, збільшення вогнестійкості дерев пов'язане зі збільшенням діаметра стовбура дерев у деревостані. Було прийняте рішення включити ці змінні до простої лінійної моделі. Запропонована модель має такий вигляд (2):

$$B = 18,24 \times H_{\text{наг сеп}} - 0,5 \times d \quad (R^2 = 0,69; p = 0,05), \quad (2)$$

де B – післяпожежний відпад через рік після пожежі, %;

$H_{\text{наг сеп}}$ – середня висота нагару на стовбурі в насажденні, м;

d – середній діаметр насадження, см.

Така модель дає змогу лише певною мірою оцінити можливі наслідки низової лісової пожежі, оскільки має порівняно низьке значення коефіцієнта детермінації. Таке його значення пояснюється відсутністю даних щодо обсягів вигорання наземних ЛГМ чи точної дати пожежі.

Доцільнішим є використання моделі, яка додатково містить значення КППН, що окрім пожежної небезпеки опосередковано є показником ступеня висихання ЛГМ, та, як наслідок, обсягу вигорання наземних ЛГМ. За низьких значень КППН вигорає частково лише верхній опадовий шар підстилки. Модель у такому випадку має вигляд (3):

$$B = 12,83 \times H_{\text{наг сер}} - 0,82 \times d + \text{КППН} \times 0,005 \quad (R^2 = 0,8; p = 0,05), \quad (3)$$

де B – післяпожежний відпад через рік після пожежі, %;

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

d – середній діаметр насадження, см;

КППН – комплексний показник пожежної небезпеки за умовами погоди, бали.

Цей підхід (3) дасть можливість прогнозувати післяпожежний відпад у пошкоджених низовими пожежами соснових насадженнях із урахуванням динаміки ризиків, спричинених погодними умовами. Така модель може бути використана для генерування динамічних таблиць (табл. 1–2), які враховують поточний КППН, середню висоту нагару та середній діаметр насадження.

Таблиця 1

Визначення післяпожежного відпаду за значень КППН до 500 балів

Середній діаметр, см	Висота нагару, м						
	0,5	1	1,5	2	2,5	3	≥3,5
16	0	1	7	14	20	26	33
18	0	0	6	12	18	25	31
20	0	0	4	10	17	23	30
22	0	0	2	9	15	21	28
24	0	0	1	7	13	20	26
26	0	0	0	5	12	18	25
28	0	0	0	4	10	17	23
30	0	0	0	2	9	15	21
32	0	0	0	0	7	13	20
34	0	0	0	0	5	12	18
36	0	0	0	0	4	10	16
38	0	0	0	0	2	8	15
40	0	0	0	0	0	7	13
42	0	0	0	0	0	5	12
44	0	0	0	0	0	3	10
46	0	0	0	0	0	2	8
48	0	0	0	0	0	0	7
50	0	0	0	0	0	0	5

Попередніми дослідженнями (Sydorenko 2017) встановлено, що значний вплив на постпірогенний розвиток окремих дерев має ступінь їхнього розвитку, виражений через клас Крафта чи природні ступені товщини кожного дерева, а також такі характеристики дерева, як товщина кори, наявність кореневих лап, висоту грубої кори, вік тощо. Зважаючи на це, раціональним є застосування дворівневої системи діагностики: для рівня насадження та рівня індивідуальних дерев.

На рівні насадження модель (3) дає змогу оперативно оцінити можливі обсяги відпаду та наслідки для лісу, а також визначити ділянки з потенційним ризиком повної загибелі. Дані

можуть бути використані для попереднього оцінювання збитків від низової пожежі та бути основою для прийняття управлінських рішень щодо санітарних рубок.

Таблиця 2

Визначення післяпожежного відпаду за значень КППН понад 7 000 балів

Середній діаметр, см	Висота нагару, м										
	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	≥6
16	28	35	41	48	54	60	67	73	80	86	99
18	27	33	40	46	52	59	65	72	78	84	97
20	25	31	38	44	51	57	64	70	76	83	96
22	23	30	36	43	49	55	62	68	75	81	94
24	22	28	35	41	47	54	60	67	73	80	92
26	20	27	33	39	46	52	59	65	71	78	91
28	18	25	31	38	44	51	57	63	70	76	89
30	17	23	30	36	43	49	55	62	68	75	87
32	15	22	28	34	41	47	54	60	67	73	86
34	14	20	26	33	39	46	52	58	65	71	84
36	12	18	25	31	38	44	50	57	63	70	83
38	10	17	23	30	36	42	49	55	62	68	81
40	9	15	21	28	34	41	47	54	60	66	79
42	7	13	20	26	33	39	46	52	58	65	78
44	5	12	18	25	31	37	44	50	57	63	76
46	4	10	17	23	29	36	42	49	55	61	74
48	2	8	15	21	28	34	41	47	53	60	73
50	0	7	13	20	26	33	39	45	52	58	71

У пройдених низовими пожежами сосняках, де прогнозований обсяг відпаду є незначним, із метою збереження насадження доцільно провести індивідуальний облік пошкоджених дерев. Для цього варто застосувати індивідуальний рівень – встановити ризик всихання окремих дерев шляхом використання моделі (4) або генерованих на її основі таблиць імовірності відпаду. Такі таблиці генерують для кожного насадження індивідуально, використовуючи формулу (4) та підходи, описані в роботі (Sydorenko 2017):

$$P = \frac{\exp(2,67 - 5,20 \times \text{ПСТ} + 0,61 \times H_{\text{сер}})}{1 - \exp(2,67 - 5,20 \times \text{ПСТ} + 0,61 \times H_{\text{сер}})}, \quad (4)$$

де P – ймовірність усихання (від 0 до 1);

ПСТ – природний ступінь товщини;

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

Показник природного ступеня товщини (ПСТ) для практичного використання в таблицях відпаду має бути конвертований у ступені товщини за діаметром. Для цього використовують середній діаметр насадження таксаційного виділу, де проводитиметься подеревний облік (5):

$$d_n = \text{ПСТ}_n \times d_{\text{сер}}, \quad (5)$$

де d_n – діаметр, що відповідає певному (n) ступеню ПСТ_n дерева у насадженні;

ПСТ_n – природний ступінь товщини дерева;

$d_{\text{сер}}$ – середній діаметр насадження, см.

Використання такого підходу дає можливість удосконалити наявні методи щодо прогнозування післяпожежного відпаду та пом'якшити негативні наслідки лісових пожеж, зокрема зміни товарності деревини. Також це дасть можливість зберегти цінні насадження соснових лісів, пройдені низовими пожежами.

Висновки. Виявлено залежність між наслідками низових лісових пожеж і показником пожежної небезпеки за умовами погоди. Такий зв'язок пояснюється тим, що швидкість і ступінь висихання наземних лісових горючих матеріалів залежить від показника горимості за умовами погоди. За високих рівнів природної пожежної небезпеки підвищується інтенсивність тепловиділення під час пожежі та ступінь вигорання лісової підстилки. Отже, збільшується ризик загибелі насадження.

Виявлено, що висота полум'я та висота нагару на стовбурах достовірно не залежать від рівня пожежної небезпеки за умовами погоди, адже на характер пожежі і, як наслідок, на висоту полум'я під час пожежі впливає низка факторів, які не враховують під час обчислення КППН: швидкість і напрям вітру, особливості наземних комплексів горючих матеріалів, їхні об'єм та актуальний стан (уміст вологи), рельєф тощо.

Запропоновано удосконалені моделі прогнозування післяпожежного відпаду дерев на рівні насадження, які містять змінні: середню висоту нагару на стовбурах, середній діаметр насадження та КППН. Запропоновано методику використання дворівневого алгоритму прогнозування постпірогенного відпаду для рівня насадження та рівня окремого дерева. Такий підхід за умови залучення більшого обсягу даних для побудови моделей та всебічного їхнього тестування дасть змогу точніше прогнозувати постпірогенний відпад у пошкоджених насадженнях. Застосування точних методів прогнозування відпаду дасть можливість пом'якшити негативні наслідки лісових пожеж, спричинені змінами товарності пошкоджених пожежами насаджень, та зберегти цінні соснові ліси, пошкоджені низовими пожежами.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

- Agafonov, A. F. and Alekseev, Y. A. 1989. Drying of pure pine stands on burned areas. *Forestry*, 12: 37–39 (in Russian).
- Atramentova, L. O. and Utevska, O. M. 2007. Group comparison and relations analysis. Kharkiv, Ranok Publishing House, 176 p. (in Ukrainian).
- Furyaev, V. V., Tsvetkov, P. A., Furyaev, I. V. 2017. Fire resistance of pine forests of Eurasia in extreme fire seasons. *Conifers of the boreal area*, 35(3–4): 68–73 (in Russian).
- Harrington, M. G. 1987. Ponderosa pine mortality from spring, summer, and fall crown scorching. *Journal of Applied Forestry*, 2: 14–16.
- Kurbatskiy, N. P. 1970. Study of the quantity and properties of forest combustible materials. In: *Forest pyrology issues*. Krasnoyarsk, IliD SO AN SSR, p. 5–58 (in Russian).
- Melehov, I. S. 1939. The experience of studying fires in the forests of the North. Arkhangelsk, ALTI, 40 p. (in Russian).
- Menges, E. S. and Deyrup, M. A. 2001. Postfire survival in south Florida slash pine: interacting effects of fire intensity, fire season, vegetation, burn size, and bark beetles. *International Journal of Wildland Fire*, 10(1): 53–63.
- Nesterov, V. G. 1949. Forest fire danger and methods for its determination. Moscow, Goslesbumizdat, 76 p. (in Russian).
- Sydorenko, S. G. 2017. Postpyrogenic growth of Scots pine stands in the Left-bank Forest Steppe of Ukraine. PhD thesis. Kharkiv, 191 p. (in Ukrainian).
- Sydorenko, S. G. and Liubchych A. M. 2019. Postfire tree mortality modelling for pine stands damaged by summer surface fires in the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Forestry and Forest Melioration [Lisivnytstvo i ahrolisomelioratsiya]*, 135: 157–162 (in Ukrainian).
- Thies, W. G., Westlind, D. J., Loewen, M., Brenner, G. 2006. Prediction of delayed mortality of fire-damaged ponderosa pine following prescribed fires in eastern Oregon, USA. *International Journal of Wildland Fire*, 15: 19–29.
- Usenia, V. V. and Churylo, V. S. 2001. Dynamics of post-fire mortality in pine stands. *Problems of Forest Science and Forestry: Collection of Scientific Papers of Forest Institute of NAS of Belarus*, 52: 209–214 (in Russian).
- Volokitina, A. V. and Sofronov, M. A. 2002. Classification and mapping of plant combustible materials. Novosibirsk, SO RAN, 314 p. (in Russian).
- Voron, V. P. and Sydorenko, S. H. 2014. Features of the postfire development of young pine stands. *Problems of Forest Science and Forestry: Collection of Scientific Papers of Forest Institute of NAS of Belarus*, 74: 513–523 (in Russian).
- Voron, V. P., Koval, I. M., Melnyk, Ye. Ye., Sydorenko, S. H., Bolohov, O. Yu., Tkach, O. M. 2014. Recommendations for forest management under anthropogenic impact. Kharkiv, 60 p. (in Ukrainian).

Voron, V. P., Koval, I. M., Sydorenko, S. H., Melnyk, Ye. Ye., Bolohov, O. Yu., Tkach, O. M., Tymoshchuk, I. V. 2019. Recommendations for measures to increase the fire resistance of forests and methods for forecasting their post-fire development. Kharkiv, 26 p. (in Ukrainian).

Sydorenko S. H.

FIRE RESISTANCE AND POST-PYROGENIC MORTALITY OF PINE FORESTS IN THE LEFT-BANK PART OF KHARKIV REGION AT DIFFERENT LEVELS OF FIRE HAZARD

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

Fires are one of the most dangerous destabilizing factors for forests. It is important to know specific aspects of a post-pyrogenic development of pine forests as it both enables mitigating negative consequences and assists in taking management measures for forests damaged by surface fires. It was revealed that the health condition of the stands had depended on the fire hazard level at the time of the fire, and it worsened as fire hazard increased ($r = 0.71$; $p = 0.05$). At a high level of fire hazard (estimated by Nesterov methodology), the fire intensity (intensity of heat release during the fire) and the amount of burnt forest litter also increases. It has been shown that with fire hazard from 1,500 to 3,000, the stands' health condition index varies from II,0 to III,9; at that, the mortality rate reaches 20%. With a further increase in the fire hazard up to more than 5,000, the health condition index of damaged stands in a year after the fire makes III,5–V,0. It was found that the flame height and the bark char height on the trunks do not depend statistically significantly on the level of fire hazard by weather condition. The approaches to predicting postfire mortality at a stand level have been improved by taking into account data on the fire hazard during the fire season, as well as the damage level to trees in the pine stands and its morphometric characteristics.

Key words: postfire mortality models, fire resistance, fire hazard, consequences of forest fires.

Сидоренко С. Г.

ПОЖАРОУСТОЙЧИВОСТЬ И ПОСТПИРОГЕННЫЙ ОТПАД СОСНОВЫХ ЛЕСОВ ЛЕВОБЕРЕЖНОЙ ЧАСТИ ХАРЬКОВСКОЙ ОБЛАСТИ ПРИ РАЗНЫХ УРОВНЯХ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ

Украинский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации им. Г. Н. Высоцкого

Пожары являются одним из наиболее опасных факторов дестабилизации лесов. Определение особенностей постпиrogenного развития сосняков позволяет смягчить негативные последствия, вызванные лесными пожарами, а также помочь в принятии решений относительно ведения хозяйства в таких лесах. Выявлено, что санитарное состояние насаждений зависит от уровня комплексного показателя пожарной опасности (КППО) на момент пожара, и ухудшалось по мере его увеличения ($r = 0,71$; $p = 0,05$). При наличии высоких показателей КППО повышается интенсивность тепловыделения при пожаре и степень выгорания лесной подстилки. Установлено, что при КППО от 1500 до 3000 баллов индекс санитарного состояния насаждений варьирует от II,0 до III,9; доля отпада достигает 20 %. При дальнейшем увеличении показателя КППО свыше 5 000 баллов индекс состояния насаждения через год после пожара составляет III,5–V,0. Установлено, что высота пламени и высота нагара на стволах достоверно не зависят от уровня пожарной опасности по условиям погоды. Усовершенствованы подходы к прогнозированию постпиrogenного отпада на уровне насаждения с учетом характеристик пожароопасного сезона, а также степени повреждения деревьев в насаждении и его таксационных характеристик.

Ключевые слова: прогностические модели, пожароустойчивость, пожарная опасность, последствия лесных пожаров.

E-mail: serhii88sido@gmail.com

Одержано редколегією: 28.05.2020