

ЕКОЛОГІЯ І МОНІТОРИНГ

УДК 630.43



<https://doi.org/10.33220/1026-3365.142.2023.89>

О. Ю. АНДРЕЄВА¹, С. Г. СИДОРЕНКО², І. В. МАРТИНЧУК¹

ГОРИМІСТЬ ЛІСІВ ВОЛИНСЬКОГО ТА ЖИТОМИРСЬКОГО ПОЛІССЯ

¹Поліський національний університет

²Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького

Дослідження спрямовані на виявлення закономірностей виникнення пожеж, оцінювання горимості лісів у лісовому фонді Волинського, Житомирського та Рівненського обласних управлінь лісового та мисливського господарства (ОУЛМГ) і зв'язків кількості випадків та площі пожеж із показниками, що характеризують погодні умови (зокрема, з індексом FWI). Середня річна кількість пожеж становила у 2007–2020 рр. $21,5 \pm 8,68$; $29,1 \pm 6,34$ та $99,2 \pm 35,96$ випадків у лісовому фонді Волинського, Рівненського та Житомирського ОУЛМГ відповідно. Середня площа пожежі була найменшою у лісовому фонді Волинського ОУЛМГ (26,4 га), а найбільшою – у лісовому фонді Житомирського ОУЛМГ (3 214,6 га). Пожежними піками виявилися 2009, 2015 і 2020 рр. Максимальні значення FWI у Волинському та Рівненському ОУЛМГ зафіксовані у 2009, 2011, 2015 і 2019 рр., у Житомирському ОУЛМГ – у 2015 і 2020 рр.; в усіх областях FWI збільшується у 2022 р. Найбільш значущий обернений зв'язок визначено між площею лісових пожеж і показниками, що пов'язані з дефіцитом вологи (кількістю опадів, ГТК та FWI).
Ключові слова: кількість випадків пожеж, площа пожежі, кліматичні показники, FWI – пожежний індекс погоди, пожежна безпека.

Вступ. Останнім десятиріччям у різних регіонах світу збільшилися частота й площа лісових пожеж (Zibtsev et al. 2019a, 2019b, Boer et al. 2020, Voron et al. 2021, Soshenskyi et al. 2022, Vinogradsky 2023). Виникненню лісових пожеж сприяють посушливі умови (Abatzoglou & Williams 2016, Shvydenko et al. 2018, Andreieva et al. 2022a, 2022b, Jain et al. 2022), а також збільшення частки хвойних лісів, ослаблених різними біотичними та антропогенними чинниками (Andreieva & Goychuk 2020, Davydenko et al. 2021, Meshkova 2021a, 2021b). Пожежна безпека зростає значною мірою в осередках всихання насаджень, заселених короїдами, де збільшуються обсяги лісових горючих матеріалів (Borysenko & Meshkova 2021, Sydorenko et al. 2021). Водночас пошкоджені вогнем дерева ослаблюються та стають сприйнятливими до заселення комахами (Andreieva et al. 2018, Meshkova 2021b). Це прискорює відмирання окремих гілок чи дерева загалом і призводить до збільшення обсягів лісових горючих матеріалів (Chornogor et al. 2021, Hurzhii et al. 2021, Voron et al. 2021).

За даними Державної служби України з надзвичайних ситуацій і Державної служби статистики України, щороку на території країни реєструють близько 30 тис. випадків лісових пожеж на площі загалом близько 20 тис. га. У 1980-ті роки пожежі зареєстровано на площі 1,2 тис. га, у 1990-ті – на площі 4,0 тис. га, у 2000–2010 рр. – на площі 4,4 тис. га (Hurzhii et al. 2021). До середини 1990-х років великі пожежі виникали переважно в степових областях України, але вже у 1996 р. – також у Київській і Чернігівській областях, у серпні 2008 р. – у Харківській, у 2015 р. – у Чорнобильській зоні відчуження й на території Поліського природного заповідника (Zibtsev et al. 2019a, 2019b). За даними EFFIS (European Forest Fire Information System, 2023) понад 85 % випадків пожеж пов'язані з недбалістю населення та ігноруванням правил пожежної безпеки. За даними Державної служби України з надзвичайних ситуацій і Державної служби статистики України, причинами виникнення пожеж також найчастіше є недотримання правил пожежної безпеки під час відпочинку в лісі, сільськогосподарські пали та зумисний підпал. Різке збільшення кількості (6 309 випадків) та площі (близько 500 тис. га) пожеж на території України у 2022 р. пов'язане з бойовими діями (Vynogradsky 2023).

За період 2007–2017 рр. у Поліссі виникало в середньому 763,9 випадку пожеж на рік на площі 1952 га на рік, що відповідало показникам 179 випадків пожеж на 1000 га площі та 4,7 га, охоплених вогнем, на 1000 га площі (Zibtsev et al. 2019a). Водночас у 2020 р. у лісовому фонді Житомирського ОУЛМГ пошкоджено вогнем 28,3 тис. га лісу, причому 14,8 % від усієї площі становили верхові пожежі (Andreieva et al. 2022b). Виявлено, що

виникненню пожеж сприяли погодні умови: сума температур повітря за вегетаційний період 2020 р. за даними метеостанції Житомир перевищувала середні багаторічні дані на 6,8 %. Сума опадів у квітні 2020 р. поступалася середньому багаторічному значенню 5,9 мм, або на 20,4 % (Andreieva et al. 2022b).

Питанням прогнозування виникнення й поширення пожеж присвячено низку досліджень (Abatzoglou & Williams 2016, Balabukh 2019, Hurzhii et al. 2021, Sydorenko 2022, Zacharakis & Tsihrintzis 2023). Природну пожежну небезпеку часто оцінюють із урахуванням лісорослинних умов, частки хвойних насаджень, їхніх віку, повноти й категорії земель сусідніх виділів (Borysenko & Meshkova 2021, Andreieva et al. 2022a, 2022b), об'єму і стану лісових горючих матеріалів (Hurzhii et al. 2021). Пожежну небезпеку за умовами погоди оцінюють переважно за погодними змінними і часткового за просторовим розподілом джерел загоряння (Balabukh 2019). Під час оцінювання пожежної небезпеки за умовами погоди в лісах Канади запропоновано застосовувати показник Fire Weather Index (FWI) (Stocks et al. 1989). Цей підхід згодом поширився світом і вважається нині одним із стандартних, найбільш вживаних (Zacharakis & Tsihrintzis 2023). Під час обчислення індексу FWI беруть до уваги показники початкового поширення пожежі (initial spread index – ISI) та нарощування її інтенсивності (build up index – BUI) з урахуванням впливу ступеня зволоження різних груп горючих матеріалів на поведінку пожежі за поточних значень температури, відносної вологості повітря, швидкості вітру, кількості опадів тощо. Створено глобальну базу даних (Global Modeling and Assimilation Office 2015), з якої можливо одержати максимальні значення показника в різних точках планети за кожен день і розрахувати середні за місяцями та роками значення.

Метою досліджень було виявити закономірності виникнення пожеж, оцінити горимість лісів у лісовому фонді Волинського, Житомирського та Рівненського ОУЛМГ та зв'язки кількості випадків і площі пожеж із показниками, що характеризують погодні умови (зокрема, з індексом FWI).

Матеріал й методи. Використано матеріали статистичної звітності Державного агентства лісових ресурсів стосовно кількості випадків та площі пожеж у лісовому фонді Житомирського, Волинського та Рівненського ОУЛМГ. Зважаючи на відомості стосовно залежності кількості та площі лісових пожеж від наявності хвойних насаджень (Borysenko & Meshkova 2021, Voron et al. 2021), у лісовому фонді кожної із зазначених областей визначали абсолютну горимість за середньою річною кількістю випадків загоряння на 1 тис. га вкритих лісовою рослинністю ділянок і на 1 тис. га соснових насаджень, а відносну горимість – за середньою річною пройденою вогнем площею в гектарах на 1 тис. га вкритих лісовою рослинністю ділянок і на 1 тис. га соснових насаджень.

Залежність динаміки кількості випадків пожеж і площі пожеж від погодних умов оцінювали за допомогою кореляційного аналізу. Зважаючи на те, що масиви даних, використані в аналізі, не відповідають нормальному розподілу, кореляцію для всіх порівнюваних пар показників розраховували за допомогою критерію Спірмена (Atramentova & Utievska 2007).

Показники температури повітря та кількості опадів окремих місяців одержували з метеостанцій Житомир, Рівне та Луцьк за 2007–2020 рр. в базах даних <https://climatecharts.net/> (Zepner et al. 2020). За цими даними розраховували середні значення температури та суми опадів за рік і вегетаційний період, а також гідротермічний коефіцієнт за Г. Т. Селяніновим за формулою (1):

$$\text{ГТК} = 10 \Sigma P / \Sigma t, \quad (1)$$

де ΣP – сума опадів у міліметрах за період із середньою місячною температурою понад +10°C; Σt – сума середніх добових температур за той самий період, °C (Selyaninov 1937).

Значення FWI одержано в глобальній мережі GSFC DAAC за координатами метеостанцій кожної адміністративної області регіону досліджень (Global Modeling and Assimilation Office 2015) й осереднено за місяцями та роками.

Результати та обговорення. Розрахунки свідчать, що за 2007–2020 рр. середня річна кількість пожеж становила $21,5 \pm 8,68$; $29,1 \pm 6,34$ та $99,2 \pm 35,96$ випадку в лісовому фонді Волинського, Рівненського та Житомирського обласних управлінь лісового і мисливського господарства (ОУЛМГ) відповідно (табл. 1).

Таблиця 1

Показники горимості лісів у лісовому фонді регіону у 2007–2020 рр.

ОУЛМГ	Площа, тис. га		Середня кількість випадків пожеж на рік	Горимість, випадків/ на тис. га	
	вкритих лісовою рослинністю ділянок	соснових насаджень		вкритих лісовою рослинністю ділянок	соснових насаджень
Волинське	438,6	250,0	$21,5 \pm 8,68$	0,05	0,09
Житомирське	660,6	388,4	$99,2 \pm 35,96$	0,15	0,26
Рівненське	588,5	384,1	$29,1 \pm 6,34$	0,05	0,08

Показник горимості, обчислений із урахуванням площі як усіх укритих лісовою рослинністю ділянок, так і соснових насаджень, є найбільшим у лісовому фонді Житомирського ОУЛМГ і майже втричі меншим у лісовому фонді Рівненського та Волинського ОУЛМГ.

У лісовому фонді Волинського та Житомирського ОУЛМГ в окремі роки взагалі не реєстрували пожеж (2011, 2013, 2017–2019 рр. та 2013 р. відповідно), а в Рівненському ОУЛМГ мінімальна кількість пожеж становила чотири випадки (рис. 1). Максимальна кількість пожеж у лісовому фонді Рівненського ОУЛМГ сягала 76 випадків (у 2020 р.), Волинського ОУЛМГ – 99 випадків (у 2015 р.), Житомирського – 503 випадки (у 2020 р.).

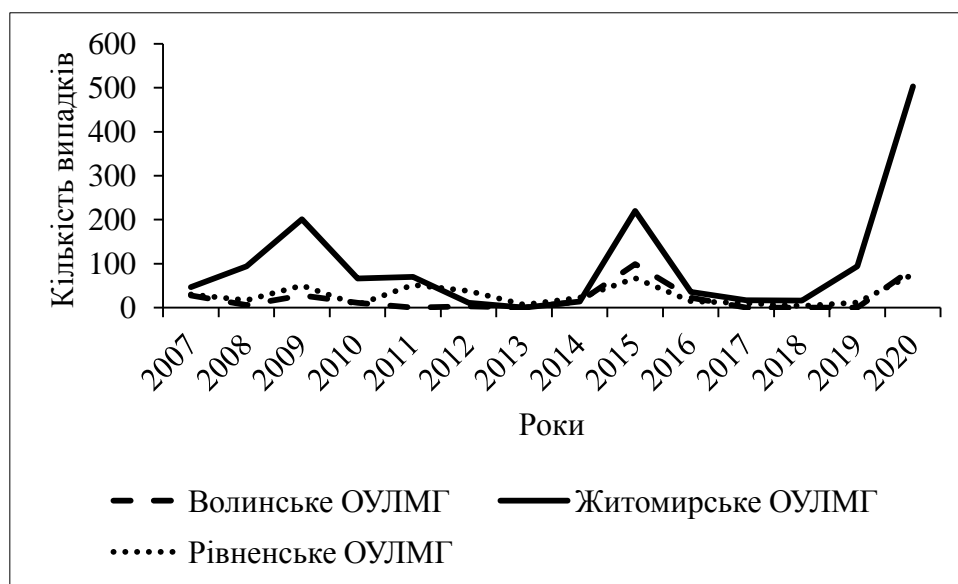


Рис. 1 – Динаміка кількості випадків лісових пожеж у лісовому фонді регіону

Найменше варіювання кількості пожеж виявлено в лісовому фонді Рівненського ОУЛМГ (81,4 %), тоді як у лісовому фонді Житомирського та Волинського ОУЛМГ коефіцієнт варіювання становив 135,6 і 151 % відповідно. У 2009, 2015 і 2020 рр. відбулося збільшення кількості пожеж в усіх зазначених областях. Значною мірою це пов'язане зі зменшенням кількості опадів у ці роки на тлі підвищення температури повітря (табл. 2).

Значення показників, що можуть мати вплив на виникнення пожеж

Рік	Середня річна температура, °С			Середня температура впродовж вегетаційного періоду, °С			Річна сума опадів, мм		
	Рівне	Луцьк	Житомир	Рівне	Луцьк	Житомир	Рівне	Луцьк	Житомир
2007	9,2	9,4	9,1	16,3	16,3	16,4	600	592	585
2008	9,1	9,3	8,9	15,5	15,4	15,4	640	659	629
2009	8,5	8,7	8,6	16,1	16,0	16,2	632	676	521
2010	8,0	8,1	8,1	16,7	16,3	16,8	707	728	655
2011	8,6	8,7	8,2	16,4	16,3	16,2	467	476	482
2012	8,3	8,5	8,3	16,8	16,6	17,3	641	621	666
2013	8,7	8,8	8,6	16,1	16,0	16,2	676	669	675
2014	9,0	9,3	8,7	16,2	16,1	16,1	525	549	536
2015	9,8	9,9	9,5	16,6	16,4	16,7	447	495	444
2016	9,1	9,3	8,8	16,8	16,7	16,7	603	651	572
2017	9,0	9,0	8,8	15,9	15,8	16,1	592	654	574
2018	9,2	9,6	8,7	17,9	17,9	17,5	546	546	548
2019	9,9	10,2	9,7	16,5	16,5	16,5	494	509	471
2020	10,6	10,6	10,7	16,4	16,3	16,7	522	591	525

Закінчення табл. 2

Рік	Сума опадів за вегетаційний період, мм			ГТК			FWI		
	Рівне	Луцьк	Житомир	Рівне	Луцьк	Житомир	Рівне	Луцьк	Житомир
2007	392	376	384	1,3	1,3	1,3	6,9	5,3	4,7
2008	438	439	450	1,5	1,6	1,6	6,5	4,9	3,8
2009	332	358	258	1,1	1,2	0,9	5,9	6,3	5,0
2010	465	492	398	1,5	1,6	1,3	5,9	3,4	2,5
2011	329	335	352	1,1	1,1	1,2	5,7	7,1	4,9
2012	392	383	390	1,3	1,3	1,2	4,7	4,2	4,6
2013	428	420	407	1,4	1,4	1,4	4,5	4,1	3,8
2014	358	367	387	1,2	1,2	1,3	7,9	7,3	5,0
2015	251	282	236	0,8	0,9	0,8	11,1	10,7	9,8
2016	270	297	272	0,9	1,0	0,9	7,4	8,4	6,9
2017	342	390	306	1,2	1,3	1,0	4,6	5,3	4,2
2018	333	335	330	1,0	1,0	1,0	5,4	6,0	5,1
2019	341	350	323	1,1	1,2	1,1	7,4	6,9	5,8
2020	328	395	333	1,1	1,3	1,1	6,9	6,1	3,8

Кількість випадків пожеж найчастіше була найбільшою в лісовому фонді Житомирського ОУЛМГ (див. рис. 1).

Кількість випадків лісових пожеж між кожною парою трьох проаналізованих областей корелює на рівні $\alpha = 0,05$ ($\rho_{0,05} = 0,46$), у Волинській і Рівненській областях – на рівні $\alpha = 0,01$ ($\rho = 0,64$; $\rho_{0,01} = 0,63$); значення коефіцієнтів кореляції щодо цих показників у Рівненській і Житомирській та у Волинській і Житомирській областях становлять $\rho = 0,59$ та $\rho = 0,54$ відповідно.

Середня площа пожежі була найменшою в лісовому фонді Волинського ОУЛМГ (26,4 га), а найбільшою – у лісовому фонді Житомирського ОУЛМГ (3 214, 6 га) (табл. 3).

Питома площа лісів, охоплених пожежею, у лісовому фонді регіону у 2007–2020 рр.

ОУЛМГ	Площа, тис. га		Середня площа пожежі, га на рік	Горимість за площею, га на тис. га	
	вкритих лісовою рослинністю ділянок	соснових насаджень		вкритих лісовою рослинністю ділянок	соснових насаджень
Волинське	438,6	250,0	26,4 ± 15,55	0,06	0,11
Житомирське	660,6	388,4	3214,6 ± 3078,93	4,87	8,28
Рівненське	588,5	384,1	37,6 ± 12,76	0,06	0,10

Горимість за площею пожежі в лісовому фонді Житомирського ОУЛМГ є більшою, ніж у Волинському та Рівненському ОУЛМГ, у 80,9 і 76,1 разу, якщо брати до уваги площу вкритих лісовою рослинністю земель, і у 76,1 і 84,5 разу, якщо брати до уваги площу соснових насаджень. Саме у 2009, 2015 і 2020 рр. зареєстровано також найбільшу кількість випадків лісових пожеж (див. рис. 1). Площа лісових пожеж у Волинській і Рівненській областях значуще корелює між собою ($\rho = 0,74$; $\rho_{0,01} = 0,63$). Зв'язок цих показників у Рівненській і Житомирській та у Волинській і Житомирській областях не є значущим ($\rho = 0,44$ та $\rho = 0,19$ відповідно; $\rho_{0,05} = 0,46$).

Оскільки площа лісових пожеж у лісовому фонді Житомирського ОУЛМГ у 2020 р. сягала 43 229,3 га, що набагато перевищило цей показник в інші роки та в лісовому фонді інших обласних управлінь, на рисунку 2 наведено динаміку площі пожеж за 2007–2019 рр. У лісовому фонді Волинського та Рівненського ОУЛМГ у 2020 р. також збільшилася площа пожеж, порівнюючи з попередніми роками, але становила лише 89,3 та 138,7 га відповідно. Значну площу лісових пожеж у лісовому фонді Житомирського ОУЛМГ (1 058,3 га) зареєстровано також у 2009 р. У 2009 р. збільшилася, але значно меншою мірою, площа лісових пожеж у Волинській і Рівненській областях (12,4 і 96,7 га відповідно). У 2015 р. збільшилася площа лісових пожеж в усіх розглянутих областях із максимальним значенням у Волинській (211,4 га) та меншими – у Рівненській і Житомирській (127,7 і 102,4 га відповідно).

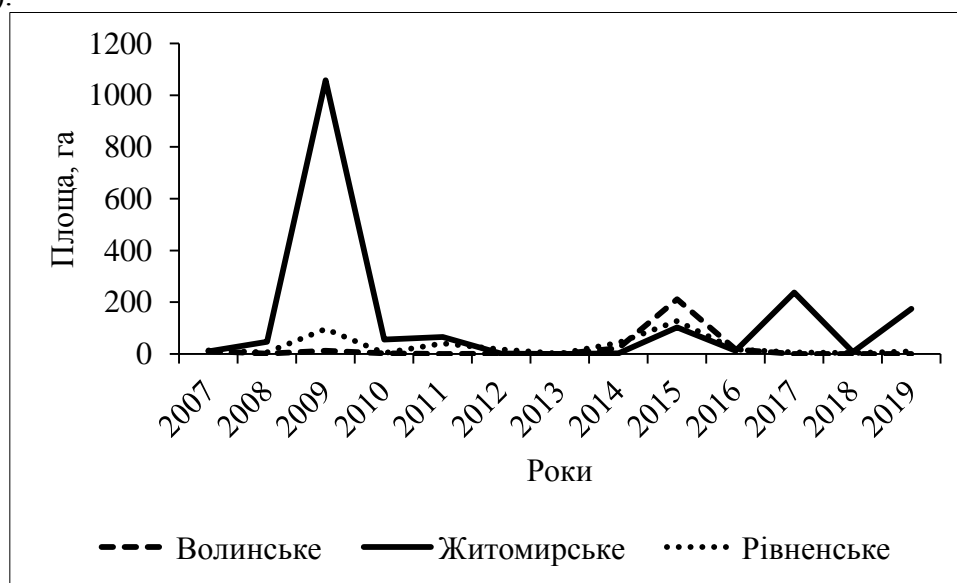


Рис. 2 – Динаміка площі лісових пожеж у лісовому фонді трьох обласних управлінь лісового та мисливського господарства

Найбільші значення показника FWI в Луцьку та Рівному розраховані у 2009, 2011, 2015 і 2019 рр. (рис. 3). У Житомирі показник FWI зменшується у 2007–2013 рр., сягає максимуму у 2015 р., залишається високим також у 2020 р., в усіх областях збільшується у 2022 р. Зв'язок між значеннями FWI у трьох областях є прямим і достовірним ($\alpha < 0,05$), коефіцієнт кореляції Спірмена – найбільшим стосовно пари Рівне – Луцьк ($\rho = 0,83$) і найменшим – стосовно пари Луцьк – Житомир ($\rho = 0,53$), а стосовно пари Рівне – Житомир він становить $\rho = 0,73$.

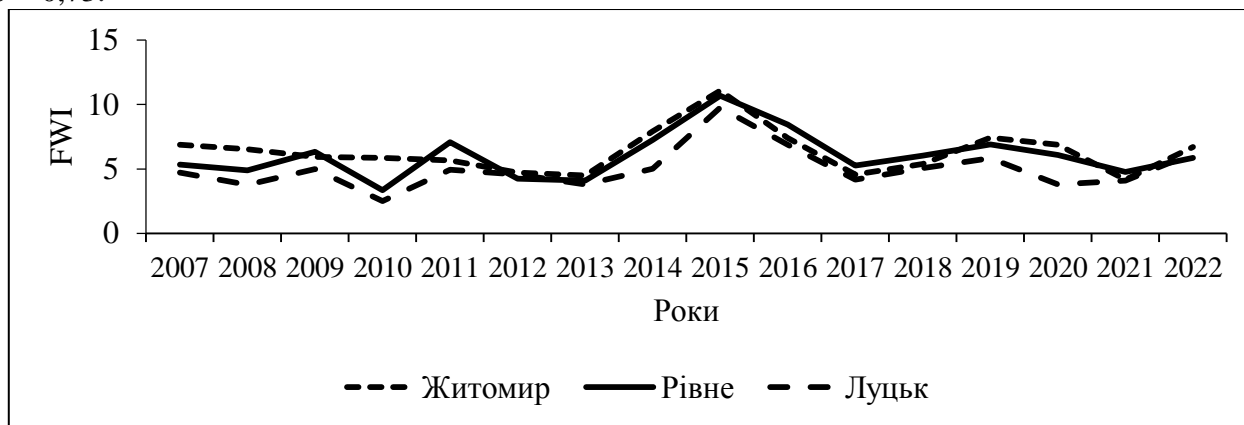


Рис. 3 – Динаміка річного індексу FWI у різних пунктах регіону у 2007–2022 рр.

Значущий обернений зв'язок визначено між кількістю випадків лісових пожеж у лісовому фонді Житомирського ОУЛМГ області та кількістю опадів на рік ($\rho = -0,65$; $\rho_{0,01} = 0,63$) (табл. 4).

Таблиця 4

Коефіцієнти кореляції Спірмена (ρ) між показниками поширення пожеж та іншими показниками

Показник 1	Показник 2	ρ	Показник 1	Показник 2	ρ
<i>N</i> – Луцьк	<i>Tr</i> – Луцьк	0,24	Площа – Луцьк	<i>T_p</i> – Луцьк	0,22
<i>N</i> – Житомир	<i>Tr</i> – Житомир	0,48	Площа – Житомир	<i>T_p</i> – Житомир	0,36
<i>N</i> – Рівне	<i>Tr</i> – Рівне	0,17	Площа – Рівне	<i>T_p</i> – Рівне	0,20
<i>N</i> – Луцьк	<i>T_{вег}</i> – Луцьк	0,05	Площа – Луцьк	<i>T_{вег}</i> – Луцьк	0,13
<i>N</i> – Житомир	<i>T_{вег}</i> – Житомир	-0,02	Площа – Житомир	<i>T_{вег}</i> – Житомир	-0,13
<i>N</i> – Рівне	<i>T_{вег}</i> – Рівне	-0,09	Площа – Рівне	<i>T_{вег}</i> – Рівне	0,01
<i>N</i> – Луцьк	<i>P_p</i> – Луцьк	0,05	Площа – Луцьк	<i>P_p</i> – Луцьк	-0,02
<i>N</i> – Житомир	<i>P_p</i> – Житомир	-0,65	Площа – Житомир	<i>P_p</i> – Житомир	-0,62
<i>N</i> – Рівне	<i>P_p</i> – Рівне	-0,46	Площа – Рівне	<i>P_p</i> – Рівне	-0,53
<i>N</i> – Луцьк	<i>P_{вег}</i> – Луцьк	-0,36	Площа – Луцьк	<i>P_{вег}</i> – Луцьк	-0,17
<i>N</i> – Житомир	<i>P_{вег}</i> – Житомир	-0,42	Площа – Житомир	<i>P_{вег}</i> – Житомир	-0,58
<i>N</i> – Рівне	<i>P_{вег}</i> – Рівне	-0,51	Площа – Рівне	<i>P_{вег}</i> – Рівне	-0,63
<i>N</i> – Луцьк	ГТК – Луцьк	-0,14	Площа – Луцьк	ГТК – Луцьк	-0,20
<i>N</i> – Житомир	ГТК – Житомир	-0,38	Площа – Житомир	ГТК – Житомир	-0,52
<i>N</i> – Рівне	ГТК – Рівне	-0,35	Площа – Рівне	ГТК – Рівне	-0,50
<i>N</i> – Луцьк	FWI – Луцьк	0,13	Площа – Луцьк	FWI – Луцьк	0,20
<i>N</i> – Житомир	FWI – Житомир	0,54	Площа – Житомир	FWI – Житомир	0,27
<i>N</i> – Рівне	FWI – Рівне	0,48	Площа – Рівне	FWI – Рівне	0,65

Примітка. $n = 14$; $\rho_{0,05} = 0,46$; $\rho_{0,01} = 0,63$; напівжирний шрифт – значущі при $\alpha < 0,05$; курсив – значущі при $\alpha < 0,01$; *N* – кількість випадків пожеж на рік; Площа – площа пожеж, га на рік; *Tr* – середня річна температура повітря; *T_{вег}* – середня температура повітря за вегетаційний період; *P_p* – ручна сума опадів; *P_{вег}* – сума опадів за вегетаційний період; ГТК – гідротермічний коефіцієнт; FWI – Fire Weather Index.

На рівні $\alpha = 0,05$ кількість випадків лісових пожеж у лісовому фонді Житомирського ОУЛМГ має прямий кореляційний зв'язок із середньою річною температурою повітря в Житомирі ($\rho = 0,48$), у лісовому фонді Житомирського й Рівненського ОУЛМГ – з відповідними FWI за ($\rho = 0,54$ та $\rho = 0,48$ відповідно). Обернений кореляційний зв'язок

визначено між кількістю випадків пожеж у лісовому фонді Рівненського ОУЛМГ та кількістю опадів на рік ($\rho = -0,46$) і за вегетаційний період ($\rho = -0,51$).

Значущий прямий кореляційний зв'язок ($\alpha = 0,01$) виявлено між площею лісових пожеж у лісовому фонді Рівненського ОУЛМГ та показником FWI ($\rho = 0,65$; $\rho_{0,01} = 0,63$) (див. табл. 4). Найбільш значущий обернений кореляційний зв'язок ($\alpha = 0,01$) визначено між площею лісових пожеж у лісовому фонді Рівненського ОУЛМГ та кількістю опадів за вегетаційний період ($\rho = -0,63$; $\rho_{0,01} = 0,63$). На рівні $\alpha = 0,05$ підтверджено наявність оберненого зв'язку площі лісових пожеж із кількістю річних опадів у лісовому фонді Житомирського та Рівненського ОУЛМГ ($\rho = -0,62$ та $\rho = -0,53$ відповідно), у Житомирському ОУЛМГ – також із кількістю опадів за вегетаційний період ($\rho = -0,58$), у Житомирському та Рівненському ОУЛМГ – з гідротермічним коефіцієнтом за Г.Т. Селяніновим ($\rho = -0,52$ та $\rho = -0,50$ відповідно). Таким чином, кількість випадків пожеж та їхня площа мали найбільш значущі зв'язки з показниками, які оцінюють дефіцит вологи (кількість опадів, ГТК та FWI),

Висновки. За період спостережень (2007–2020 рр.) у Волинському та Житомирському Поліссі збільшилися кількість випадків лісових пожеж. Пожежними піками виявилися 2009, 2015 і 2020 рр. Найбільші значення кількості випадків і площі зафіксовані у лісовому фонді Житомирського ОУЛМГ (99,2 випадків та 3 214,6 га відповідно). Середнє річне значення FWI за 15 років становить 6,35; 6,04 та 5,0 у Житомирі, Рівному та Луцьку відповідно; максимальні значення FWI в Луцьку та Рівному відзначено у 2009, 2011, 2015 і 2019 рр., у Житомирі – у 2015 і 2020 рр.; в усіх областях FWI збільшився у 2022 р. Виявлено значущі кореляційні залежності між кількістю та площею лісових пожеж і FWI.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

- Abatzoglou, J. T. and Williams, A. P. 2016. Impact of anthropogenic climate change on wildfire across western US forests. Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 113: 11770–11775. <https://doi.org/10.1073/pnas.1607171113>
- Andreieva, O. Y., Zhytova, O. P., Martynchuk, I. V. 2018. Health condition and colonization of stem insects in Scots pine after ground fire in Central Polissya. Folia Forestalia Polonica. Series A – Forestry, 60(3): 143–153. <https://doi.org/10.2478/ffp-2018-0014>
- Andreieva, O. and Goychuk, A. 2020. Forest site conditions and the threat for insect outbreaks in the Scots pine stands of Polissya. Folia Forestalia Polonica, 62 (4): 270–278. <https://doi.org/10.2478/ffp-2020-0026>
- Andreieva O., Borysenko O., Martynchuk I. 2022a. Revising fire hazard rating methods for forest stands in Ukraine on the example of Ovruch Specialized Forest Enterprise. Forestry ideas, 28, 1(63): 3–13.
- Andreieva, O., Skydan, O., Wójcik, R., Kędziora, W., Alpatova, O. 2022b. Influence of weather conditions on the spread of fires in the forest fund of Zhytomyr Polesia. Scientific Horizons, 25(3): 68–75. [https://doi.org/10.48077/scihor.25\(3\).2022.68-75](https://doi.org/10.48077/scihor.25(3).2022.68-75)
- Atramentova, L. O. and Utievska, O. M. 2007. Group comparison and relations analysis: Biometrics. Chapter II. Kharkiv, Ranok, 176 p. (in Ukrainian).
- Balabukh, V. O. 2019. Pyrological-climatic zoning of Ukraine. Hydrology, Hydrochemistry and Hydroecology, 3(54): 105–106 (in Ukrainian).
- Boer, M. M., Resco de Dios, V., Bradstock, R. A. 2020. Unprecedented burn area of Australian mega forest fires. Nature Climate Change, 10: 171–172. <http://doi:10.1038/s41558-020-0716-1>
- Borysenko, O. I. and Meshkova, V. L. 2021. Prediction of fires and insect pests foci spread in the pine stands by means of GIS. Kharkiv, Planeta-Print, 148 p. (in Ukrainian).
- Chornogor, L. F., Nekos, A. N., Titenko, G. V., Chornogor, L. L. 2021. Ecological consequences of large-scale forest fires in Ukraine in spring – summer – autumn 2020. Bulletin of V.N. Karazin Kharkiv National University series “Ecology”, 24: 79–90 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2021-24-07>
- Davydenko, K., Vasaitis, R., Elfstrand, M., Baturkin, D., Meshkova, V., Menkis, A. 2021. Fungal communities vectored by *Ips sexdentatus* in declining *Pinus sylvestris* in Ukraine: focus on occurrence and pathogenicity of Ophiostomatoid species. Insects, 12: 1119. <https://doi.org/10.3390/insects12121119>
- European Forest Fire Information System (EFFIS). 2023. [Electronic resource]. Available at: <https://effis.rc.ec.europa.eu/> (accessed 13.03.2023).
- Global Modeling and Assimilation Office (GMAO). 2015, inst3_3d_asm_Cp: MERRA-2 3D IAU State, Meteorology Instantaneous 3-hourly (p-coord, 0.625x0.5L42), version 5.12.4, Greenbelt, MD, USA: Goddard Space

Flight Center Distributed Active Archive Center (GSFC DAAC), Accessed Enter User Data Access Date at doi: 10.5067/VJAFPLIICSIV (accessed 13.03.2023).

Hurzhi, R. V., Yavorovskiy, P. P., Sydorenko, S. H., Levchenko, V. B., Tyshchenko, O. M., Tertyshnyi, A. P., Yakubenko, B. Y. 2021. Trends in forest fuel accumulation in pine forests of Kyiv Polissya in Ukraine. *Folia Forestalia Polonica*, 63(2): 116–124. <https://doi.org/10.2478/ffp-2021-0013>

Jain, P., Castellanos-Acuna, D., Coogan, S. C., Abatzoglou, J. T., Flannigan, M. D. 2022. Observed increases in extreme fire weather driven by atmospheric humidity and temperature. *Nature Climate Change*, 12(1): 63–70. <https://doi.org/10.1038/s41558-021-01224-1>

Meshkova, V. 2021a. Assessment and prediction of biotic risks in the forests of Ukraine. *Bucovina Forestieră*, 21(1), 83–92. <https://doi.org/10.4316/bf.2021.007>

Meshkova, V. 2021b. The lessons of Scots Pine forest decline in Ukraine. *Environmental Sciences Proceedings*, 3(1): article number 28. <https://doi.org/10.3390/IECF2020-07990>

Selyaninov, G. T. 1937. Methods of climate description to agricultural purposes. In: *World Climate and Agriculture Handbook*. Leningrad, Moscow, p. 5–29 (in Russian).

Shvydenko, A. Z., Buksha, I. F., Krakowska, S. V. 2018. Vulnerability of Ukraine's forests to climate change. Kyiv, Nika-Center, 184 p. (in Ukrainian).

Soshenskiy, O., Myroniuk, V., Zibtsev, S., Gumeniuk, V., Lashchenko, A. 2022. Evaluation of field-based burn indices for assessing forest fire severity in Luhansk region, Ukraine. *Ukrainian Journal of Forest and Wood Science*, 13(1): 48–57. [https://doi.org/10.31548/forest.13\(1\).2022.48-57](https://doi.org/10.31548/forest.13(1).2022.48-57)

Stocks, B. J., Lawson, B. D., Alexander, M. E., Wagner, C. V., McAlpine, R. S., Lynham, T. J., Dube, D. E. 1989. The Canadian forest fire danger rating system: an overview. *The Forestry Chronicle*, 65(6): 450–457.

Sydorenko, S. 2022. Fire danger rating system for open landscapes of Ukraine. In: *Forests in the face of contemporary challenges. Proceedings of International Scientific and Practical Conference of Young Scientists, Postgraduates, and External Doctorate Students (20 October 2022, Kharkiv, Ukraine)*. Kharkiv, p. 69–70 (in Ukrainian).

Sydorenko, S., Voron, V., Koval, I., Sydorenko, S., Rumiantsev, M., Hurzhii, R. 2021. Postfire tree mortality and fire resistance patterns in pine forests of Ukraine. *Lesnicky Casopis*, 67(1): 21–29. <https://doi.org/10.2478/forj-2020-0029>

Vinogradsky, O. 2023. The forests of Europe are burning. [Electronic resource]. *Nature and Society [Newspaper]*. Dated 28.04.2023. Available at: <https://ekoinform.com.ua/?p=17692> (accessed 18.05.2023) (in Ukrainian).

Voron, V. P., Koval, I. M., Sydorenko, S. G., Melnyk, E. E., Tkach, O. M., Borisenko, V. G., Timoshchuk, I. V., Bologov, O. Yu. 2021. Pyrogenic transformation of Ukrainian pine forests. Kharkiv, Planeta-Print. 286 p. (in Ukrainian).

Zacharakis, I. and Tsihrintzis, V.A. 2023. Environmental forest fire danger rating systems and indices around the globe: A Review. *Land*, 12: 194. <https://doi.org/10.3390/land12010194>

Zepner, L.; Karrasch, P.; Wiemann, F.; Bernard, L. 2020. ClimateCharts.net—an interactive climate analysis web platform, *International Journal of Digital Earth*, 14(3): 338–356. <https://doi.org/10.1080/17538947.2020.1829112> Available at: <https://climatecharts.net> (accessed 13.03.2023).

Zibtsev, S. V., Myroniuk, V. V., Soshenskiy, O. M., Koren, M. S., Koren, V. A. 2019a. Spatio-temporal distribution of fires in natural landscapes of Rivne region. *Scientific Bulletin of UNFU*, 29(6): 18–23 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.15421/40290603>

Zibtsev, S. V., Soshenskiy, O. M., Humeniuk, V. V., Koren, V. A. 2019b. Dynamics of forest fires in Ukraine. *Ukrainian Journal of Forest and Wood Science*, 10(3): 27–40. (in Ukrainian). <http://dx.doi.org/10.31548/forest2019.03.027>

Andreieva O. Yu.¹, Sydorenko S. H.², Martynchuk I. V.¹

FOREST FLAMMABILITY IN VOLYN AND ZHYTOMYR POLISSIA

¹Polissky National University, Zhytomyr

²Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotsky

The research focused on identifying the features of the flammability of forests in Volyn, Zhytomyr, and Rivne Regional Forest and Hunting Management Administrations (RFHMA) and evaluating the relations between the number of fires and the burnt area with climatic indices including FWI index. The average annual number of fires in 2007–2020 was 21.5 ± 8.68 ; 29.1 ± 6.34 and 99.2 ± 35.96 cases in the forest fund of Volyn, Rivne, and Zhytomyr RFHMA, respectively. The average fire area was the smallest in the forest fund of the Volyn RFHMA (26.4 ha), and the largest in the forest fund of the Zhytomyr RFHMA (3 214.6 ha). Fire peaks were observed in 2009, 2015, and 2020. These years had the highest number of fires as well as burnt areas. The maximum FWI values in Lutsk and Rivne were registered in 2009, 2011, 2015, and 2019, and in Zhytomyr in 2015 and 2020. In all regions, FWI increased by 2022. The most significant negative relationship was found between the burnt area and indices associated with moisture deficit (precipitation, hydrothermal coefficient, and FWI).

Key words: number of fires, burnt area, climatic indices, FWI – Fire Weather Index, fire hazard.

E-mail: andreeva-lena15@ukr.net; serhii88sido@gmail.com

Одержано редколегією 22.05.2023