

24. Svinchuk, V. A., Strochinsky, A. A.. The size-qualitative structure of the growing stock volume of young and middleaged pine forests in Western and Central Polissya of Ukraine. Scientific herald of the National Agrarian University, 2007. 143 p. [In Ukrainian].

25. Tsurik, Ye. I. Enumerations in forest mensuration: Textbook. Lviv: UNFU, 2016. 260 p. [In Ukrainian].

ПРОГЕНЕЗ В УМОВАХ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ ПОЛІСЬКОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВІДНИКА

Левченко Валерій Борисович, кандидат с.-г. наук, доцент,

Малинський фаховий коледж, waleriy07@ukr.net

Сторожук Олександр Володимирович, здобувач освітнього ступеня «Бакалавр»,

Малинський фаховий коледж, sanyastorozhyk@gmail.com

***Анотація.** В результаті проведених досліджень було визначено причинно-наслідковий характер виникнення і поширення лісового пірогенезу в умовах природно-заповідного фонду Поліського природного заповідника. Досліджено, що погодні, кліматичні, лісорослинні умови є основними факторами виникнення та поширення лісових пожеж в умовах природно-заповідного фонду Поліського природного заповідника. Описано і проаналізовано структуру і склад лісових горючих матеріалів в різних лісорослинних умовах. Встановлено, що накопиченню лісових горючих матеріалів суттєво сприяє відпад соснових та сосново-вільхових деревостанів через погодні умови. Проведено практичну апробацію розробленої інноваційної комп'ютерної програми «Прогнозування стану пожежної небезпеки в лісах України на Digital-платформі».*

***Ключові слова:** ліс, пожежа, погода, клімат, горючі матеріали, програма, прогноз.*

***Abstract.** As a result of the conducted research, the cause-and-effect nature of the occurrence and spread of forest pyrogenesis in the nature reserve fund of the Polissky Nature Reserve was determined. It has been investigated that weather, climate, and forest vegetation conditions are the main factors of the occurrence and spread of forest fires in the conditions of the nature reserve fund of the Polissky Nature Reserve. The structure and composition of forest combustible materials in different forest vegetation conditions are described and analyzed. It was established that the accumulation of forest combustible materials is significantly facilitated by the fall of pine and pine-alder stands due to weather conditions. A practical test of the developed innovative computer program «Forecasting the state of fire danger in the forests of Ukraine on the Digital platform» was carried out.*

***Key words:** forest, fire, weather, climate, combustible materials, program, forecast.*

Постановка проблеми. Лісові пожежі в умовах Перганського та Копищанського природоохоронних науково-дослідних відділень Поліського природного заповідника завдають значних збитків лісовому фонду. Лише впродовж 2016, 2018, 2020 років в умовах Поліського природного заповідника вогнем було знищено природно-заповідних лісів на площі 764,3 га. На сьогоднішній день моніторинг і контроль за станом пірогенезу як в лісах державного лісового фонду ДП «Ліси України», так і в умовах об'єктів природно-заповідного фонду під час повномасштабної агресії проти України має не лише соціальне, пірологічне, лісівниче значення, а й військово-стратегічне, оскільки ліси, і особливо ті які знаходяться на прикордонних з країнами-агресорами територіях, мають оборонно-стратегічне значення. Багато з зареєстрованих змін кліматичної системи, за даними Міжурядової групи експертів зі зміни клімату (МГЕЗК), є нетиповими або безпрецедентними за останні десятиріччя. Такі призводять до посилення стану пірогенезу як в експлуатаційних, так і природно-заповідних лісах України, що є на сьогоднішній день досить актуальним.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Соснові деревостани Житомирського Полісся, в тому числі і природоохоронних науково-дослідних відділень Поліського природного заповідника, відрізняються високою природною пожежною небезпекою і підвищеної горимістю в порівнянні з листяними насадженнями [1, 2]. Пожежі в сосняках виникають щорічно, і нерідко охоплюють значні площі [3, 4]. У зв'язку з цим виникає проблема лісовідновлення, в тому числі і територіях соснових деревостанів, що постраждали від лісових пожеж [5]. Як відомо, вплив пожеж на лісові формації має подвійне значення [6, 7]. З одного боку, пожежі для лісу є руйнівним чинником, з іншого - в певних лісорослинних умовах їх вплив стимулює появу природного поновлення сосни, модрина, берези, осики [8]. Створюючи вагомий вплив на формування лісових насаджень, пірогенний фактор в значній мірі обумовлює їх продуктивність і життєвий стан [9]. Цим зумовлюється тривале існування цілого ряду природних лісових формацій на континентах Світу [10, 11]. Раніше в роботах українських і закордонних авторів, наводилась оцінка особливостей постпірогенного природного поновлення сосни звичайної в різних кліматичних зонах, різних лісорослинних умовах [12]. Дослідженнями низки авторів було встановлено, що сприятливий вплив лісових пожеж чітко виражений в змішаних сосново-листяних насадженнях у перші 5 років після їх активного пірогенного впливу [13]. Науковими роботами фахівців лісопірологів з Укр. НДІЛГА ім. В. Г. Висоцького було відмічено масову появу сходів за рахунок сприятливих умов, що створилися після проходження масштабних лісових пожеж саме в природоохоронних науково-дослідних відділеннях Природного заповідника «Древлянський» [14]. Так ряд дослідників зазначають, що після пожеж відбувається поліпшення фізичних властивостей ґрунтового субстрату за рахунок збагачення його зольними елементами, мікроклімат, знижуються внутрішньовидової конкуренції фітоценозу,

поліпшуються умови ґрунтового живлення [15]. Пожежа будь-якої інтенсивності знищує лишайниковий, моховий покрив і надземні частини трав'яного та кущового ярусу, сприяючи вегетативному відновленню і росту популяцій пожежестійких видів. Після пожежі зменшується товщина підстилки ґрунтового субстрату. При цьому, в перші 3-4 роки після проходження пожеж у верхньому шарі ґрунту сосняків типу С₂-С₃ спостерігається збільшення вмісту зольних елементів, мінеральних форм азоту, а також великої кількості і активності мікрофлори і гумусоутворюючих пробіонтов [16]. За результатами досліджень низки науковців, на сьогоднішній день в багатьох лісогосподарських підприємствах зони Центрального Полісся України спостерігається стійка тенденція до втрат товарної деревини сосни звичайної через масштабні лісові пожежі [19]. Особливо нищівними для лісового господарства України стали лісові пожежі 2016, 2018, 2020 років. Вони завдали не лише значних збитків лісовому господарству України, але і знищили державне і приватне майно, забирали людські життя [20]. Лише з 2010 по 2020 роки на території зони Центрального Полісся України лісові пожежі відбулись на площі 1 млн. 432 тис га [21]. В результаті їх дії було завдано збитків на суму 1 млрд. 345 млн. 765 тис грн. У вогні загинуло 432 чоловіка. Масштабні лісові пожежі 2020 року, що пройшли по територіях Рівненської, Київської, Житомирської, Чернігівської областей на 72% знищили лісосировинну базу, об'єкти природно-заповідного фонду, призвели до повного вигорання торфовищ, каталізували процеси зниження рівня ґрунтових вод, що в свою чергу призвело до зниження продуктивності соснових деревостанів, послабили санітарно-гігієнічні, захисні, оздоровчі, рекреаційні, водоохоронні та інші екологічні функції соснових лісів Центрального Полісся [22]. Лісові пожежі в Україні є одним із найнебезпечніших чинників як для лісових масивів, заповідної флори, фауни, в тому числі і мисливської, так і для населення населених пунктів межі яких примикають до лісу, об'єднаних територіальних громад, підприємств різних форм власності, сільськогосподарських угідь, військових частин [23]. Осередок лісової пожежі виникає за рахунок наявності значного запасу, складу та готовності до пірологічного окислення горючої сировини до горіння з виділенням великої кількості [24]. Значно підвищують або зменшують ризики виникнення лісових пожеж на сучасному етапі і кліматичні умови. У зв'язку з прогнозом науковців світового рівня і організації FIERMON зокрема на найближчі 35 років глобального потепління та змін клімату в бік його посушливості для України, значно підвищуються реальні ризики зростання кількості і масштабів неконтрольованих, катастрофічних лісових пожеж. У більшості випадків лісові пожежі охоплюють великі регіони і навіть значні частини окремих континентів, наносячи людському суспільству та довкіллю величезних матеріальних збитків та призводячи до численних людських жертв. У Центральному Поліссі, в Київській, Житомирській, Харківській областях зокрема, щорічно виникає понад 520 лісових пожеж загальною площею понад 860,42 га, водночас середня

площа однієї обліково-ліквідованої лісової пожежі за останні 30 років є досить значною і становить 124,4 га [25].

Мета дослідження полягає вивченні впливу погодно-кліматичних факторів на пірологічний стан лісів Поліського природного заповідника, пошуку найбільш ефективних методів прогнозу та запобігання виникнення лісових пожеж.

Результати дослідження. При проведенні досліджень факторів пірогенезу в умовах Поліського природного заповідника було встановлено, що понад 90% лісових пожеж в лісорослинних умовах природоохоронних науково-дослідних відділень виникає з вини місцевого населення. Частота виникнення та кількість пожеж збільшується у місцях скупчення значної кількості людей, особливо у весняно-літній та літньо-осінній періоди. Встановлено, що найбільша кількість пожеж відмічається в лісах навколо міст, сіл та селищ. Причинами цього є: велика інтенсивність відвідувань населенням прилеглих до території заповідника лісів; близькість населених пунктів, рекреаційних установ, доріг. Найбільшу кількість пожеж у лісах природоохоронних науково-дослідних відділень Поліського природного заповідника зареєстровано у квітні - травні 2021-2024 років. Найбільша пожежна небезпека існує з періоду квітень – вересень. Максимальна кількість пожеж виникає у липні - червні. Частота виникнення й негативні наслідки пожеж різко зростають у роки й місяці з посушливими умовами. Досліджено, що запаси лісової підстилки у найбільш поширених лісорослинних умовах природоохоронних науково-дослідних відділень Поліського природного заповідника В₂₋₃ в абсолютно-сухому стані коливаються від 8,1 до 46,0 т.га⁻¹, а потужність шару підстилки у межах 2,1-8,1см (табл. 1).

Таблиця 1 - Характеристика лісових горючих матеріалів Перганського та Копищанського природоохоронних науково-дослідних відділень Поліського природного заповідника (середнє за 2021 - 2024 рр.)

Вік деревостану	Середній діаметр, см	Середня висота, м	Повнота	Запас підстилки, м ³ •га ⁻¹	Маса шару, т/га	Товщина підстилки, см
15	6,2	7,9	0,89	54	9,0	2,38
15	5,9	7,4	0,88	43	8,1	2,1
23	12,6	10,4	0,92	99	22,1	2,7
43	15,1	16,3	0,74	173	31,4	5,2
50	23,4	20,9	0,67	274	13,4	2,8
60	25,7	24,1	0,72	314	25,3	5,7
70	27,6	23,4	0,80	273	29,8	6,1
75	32,3	25,4	0,74	370	46,3	8,1
80	31,5	26,0	0,83	299	40,2	6,2
85	32,4	26,7	0,79	306	25,4	5,3

90	34,2	27,1	0,65	313	49,8	8,6
НІР ₀₀₅	1,24	1,28	1,23	1,34	1,38	1,42

Джерело: результати власних наукових досліджень авторів.

Результатами досліджень встановлено, що запас підстилки, збільшується з віком насадження ($r=0,78$ $p=0,05\pm0,5$), а також зі збільшенням таксаційних показників (середньої висоти $r=0,88$ та середнього діаметра $r=0,77$ $p=0,05\pm0,2$).

Нами виявлено тенденцію щодо накопичення та пірогенної готовності лісових горючих матеріалів які потенційно можуть бути однією з причин виникнення та поширення лісової пожежі в умовах Селезівському природоохоронному науково-дослідному відділенні Поліського природного заповідника (табл. 2).

Таблиця 2 – Характеристика лісових горючих матеріалів Селезівського природоохоронного науково-дослідного відділення Поліського природного заповідника (середнє за 2021 - 2024 рр.)

Вік деревостану	Середній діаметр, см	Середня висота, м	Повнота	Запас підстилки, м ³ •га ⁻¹	Маса шару, т/га	Товщина підстилки, см
10	10	4,3	0,85	12	15,61	1,4
17	8	7,6	1,00	26	15,54	1,6
24	14	10,0	0,75	115	21,09	2,1
35	16	13,2	0,8	144	31,73	1,4
55	28	16,0	0,75	217	39,87	3,6
63	24	17,8	0,79	270	42,87	4,3
72	28	24,2	0,80	433	60,83	5,4
82	29	22,6	0,75	389	51,96	4,8
124	46	26,0	0,40	243	33,1	6,4
НІР ₀₀₅	1,34	1,26	1,32	1,43	1,25	1,16

Джерело: результати власних наукових досліджень авторів.

За результатами моніторингових спостережень у 65 випадків зі 100, виникнення займання лісових горючих матеріалів в лісорослинних умовах А₂₋₃, В₂₋₃ Селезівського природоохоронного науково-дослідного відділення припадає саме на зони перебування місцевого населення, де громадяни з 14 по 16 годину ведуть активну господарську діяльність на присадибних ділянках, а у придорожній зоні займають рекреаційні майданчики. Таким чином можна з впевненістю сказати, що саме формування та накопичення лісових горючих матеріалів в Перганському, Копищанському, Селезівському природоохоронних науково-дослідних відділеннях Поліського природного заповідника є складовою частиною виникнення ризику осередку лісової пожежі через людську недбалість або необережне поводження з вогнем.

Ми встановили, що за період з 2021-2024 роки річна кількість лісових пожеж в умовах Перганського та Копищанського природоохоронних науково-дослідних відділень Поліського природного заповідника зросла у 2,4 рази. Аналіз кореляційного, регресійного зв'язку погодних умов та пірогенезу лісів Поліського природного заповідника підтвердив наявність безпосереднього впливу погодно-кліматичних факторів на кількість та площу лісових пожеж в (таблиця 3).

Таблиця 3 - Кореляційно-регресійний аналіз впливу метеорологічних умов на кількість лісових пожеж в умовах Поліського природного заповідника (середнє за 2021 – 2024 рр.)

Метеорологічний та кліматичний параметр	Кореляційна пірогенна залежність			Регресійна залежність
	$r_{(x, y)}$	t	p	
середня температура жовтня, °C	0,60	3,0	0,008	$y = 42,1x - 257$
максимальна температура жовтня, °C	0,59	2,9	0,010	$y = 36,9x - 367$
мінімальна температура жовтня, °C	0,55	2,7	0,017	$y = 39,1x - 67$
мінімальна температура вересня, °C	0,58	2,8	0,012	$y = 45,5x - 354$
середня температура вересня, °C	0,53	2,5	0,022	$y = 37,4x - 438$
максимальна температура вересня, °C	0,45	2,0	0,061	$y = 24,9x - 355$
кількість днів без опадів	0,44	1,9	0,079	$y = 4,1x - 104,3$
макс.тривал. періоду з $T_{\max} \geq 25$ °C	0,40	1,8	0,096	$y = 2,5x + 187$
число днів з грозою	0,40	1,8	0,096	$y = 2,5x + 100$
максимальна за добу швидкість вітру, м/хв.	0,39	1,7	0,113	$y = 5,1x + 142$
середня температура/рік, °C	0,25	1,0	0,312	$y = 34,3x - 167$
середня температура/літо, °C	0,23	0,9	0,367	$y = 21,9x - 293$
кількість опадів у липні, мм	-0,40	-1,7	0,104	$y = -1,4x + 270$
кількість опадів за рік, мм	-0,40	-1,8	0,098	$y = -0,4x + 397$
середня за рік відносна вологість повітря, мм	-0,41	-1,8	0,092	$y = -7,9x + 709$
кількість опадів за літо, мм	-0,47	-2,1	0,051	$y = -0,9x + 328$
НІР ₀₀₅	1,24	1,27	1,32	$1,24 \pm 0,2$

Джерело: результати власних наукових досліджень авторів.

Примітка: $T_{\max}$ – максимальна температура повітря за добу; $r_{(x, y)}$ - коефіцієнт кореляції; t - коефіцієнт Стюдента; p – рівень значущості коефіцієнта кореляції по показнику t .

Результатами досліджень впливу погодно-кліматичних умов на пірогенез лісів Поліського природного заповідника встановлена математична кореляційна залежність щодо ймовірності виникнення ризиків лісової пожежі залежно від погодних умов, вологості повітря, вологості ґрунту та накопичення лісових горючих матеріалів у певних лісових кварталах та виділах. Досліджено, що тип погоди найбільш позначається на площі пожежі, її характері та виді, і значно менше на кількості лісових пожеж в умовах Поліського природного заповідника. Зважаючи на

це, виникає аналітико-математична залежність яка обумовлює фактори прогнозу виникнення ризиків лісової пожежі від зміни типу погоди.

Зважаючи на погодні і антропогенні ризики, що підсилюються станом збройної агресії на проти України особливо з Північного напрямку на кордоні з Білорусією, починаючи з 2021 року ми розпочали практичну тест - апробацію в умовах закладених пробних площ 48, 49 кварталів Перганського та Копищанського природоохоронних науково-дослідних відділень Поліського природного заповідника, інноваційної комп'ютерної програми під назвою «Прогнозування ризику виникнення лісової пожежі в лісах України на Digital-платформі». Вже сьогодні ця програма показала свою результативність щодо прогнозу ризиків виникнення та поширення лісових пожеж в умовах природно-заповідного фонду. Надалі ми плануємо здійснити інтеграцію цієї програми у глобальну мережу спостережень та прогнозів ризиків виникнення лісових пожеж, протипожежного моніторингу в лісах зони Центрального Полісся України.

Висновки та перспективи подальших наукових пошуків. Досліджено, що залежно від швидкості висихання лісових горючих матеріалів в лісорослинних умовах Перганського та Копищанського природоохоронних науково-дослідних відділень Поліського природного заповідника, накопичення лісових горючих матеріалів різного фракційного складу суттєво залежить від запасу сосни звичайної. Визначено потенційні пірогенно-придатні запаси лісової підстилки в умовах Селезівського природоохоронного науково-дослідного відділення які в сухому стані складають 8,1 - 46,0 т.га⁻¹. Встановлено, що запас лісової пірогенно-придатної підстилки збільшується з віком насадження (кореляційний коефіцієнт $r=0,75$ $p=0,05\pm 0,5$). Визначено, що з 2021 по 2024 роки в лісових едатопах Перганського та Копищанського природоохоронних науково-дослідних відділень збільшення середньодобової температура на 2,3°C призвело до підсилення ризиків виникнення лісових пожеж. Практично доведено, що використання комп'ютерної програми «Прогнозування стану пожежної небезпеки в лісах України на Digital-платформі» є ефективним у визначенні ризиків виникнення лісових пожеж в умовах Поліського природного заповідника.

Перспективою подальших наукових досліджень є удосконалення програмного продукту щодо моніторингу та прогнозу ризиків виникнення та поширення лісових пожеж в умовах зони Центрального Полісся України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ворон В. П., Ткач О. М., Сидоренко С. Г., Мельник Є. Є. Запаси підстилки та живого надґрунтового покриву як показник ризику виникнення пожеж у соснових лісах Полісся. Наукові

праці Лісівничої академії наук України. Збірник наукових праць .РВВ НЛТУ України. 2018. 116 с.

2. Гуржій Р. В. Тенденції виникнення лісових пожеж у лісах Київського обласного управління лісового і мисливського господарства. Науковий вісник НУБіП України. Серія «Лісівництво та декоративне садівництво». 2017. Вип. 266. 134 с.

3. Гуржій Р. В., Яворовський П. П. Запаси наземних лісових горючих матеріалів в лісах Київського Полісся. Лісівництво і агролісомеліорація. Харків 2018. 130 с.

4. Деклараційний патент. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір за №95983 від 11.02.2020 року. Комп'ютерна програма «Прогнозування стану пожежної небезпеки в лісах України на DigitalS-платформі». Автор(и) Яворовський Петро Петрович, Гуржій Роман Віталійович, Левченко Валерій Борисович, Устименко Ярослав Іванович, Сидоренко Сергій Григорович, Пузріна Наталія Василівна, Бойко Ганна Олексіївна.

5. Зібцев С. В. Аналіз особливостей лісо пожежної обстановки та стану протипожежної охорони лісу в зонах радіаційного забруднення. Наукові доповіді НАУ, 2006. 324 с.

6. Зібцев С. В. Яворовський П. П., Левченко В. В., Сендонін С. Є., Токарева О.В., Коновальчук В.К., Гуменюк В.В. Лісова пірологія: підручник. Корсунь-Шевченківський: ФОП Гаврищенко В. М. 2016. 331с.

7. Зібцев С. В., Миронюк В. В., Богомолів В. В., Сошенський О. М., Гуменюк В. В., Корень В. А. Перехід від проекту протипожежного впорядкування до системи підтримки прийняття рішень в рамках інтегрованої системи управління пожежами. «Проблеми розвитку лісової таксації, лісовпорядкування та інвентаризації лісів» (6-8 грудня 2018 року). Київ. 2018. 122 с.

8. Кіт М. Г. Клімат ґрунтів і процеси ґрунтоутворення. Харків. 2016. 134 с.

9. Клімат Полісся: дослідження вчених і довготривалий прогноз погоди на Поліссі. [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <http://www.polissya.eu/2024/01/wetlandsclimate-polissya-proekt-es.html> (дата звернення 5.02.24).

10. Крикун Г.В. Фракційний склад, запаси підстилки та опаду в біогеоценозах байраку Військового (Дніпропетровська обл.). Питання степового лісознавства та лісової рекультивациі земель. 2023, 150 с.

11. Кузик А. Д. Про взаємний вплив лісових пожеж і ґрунтів. Науковий вісник НЛТУ України. 2019. 19.4, 111 с.

12. Кузик А. Д. Пожежонебезпечні властивості лісових горючих матеріалів. Науковий вісник НЛТУ України. 2014. Вип. 24.4. 218 с.

13. Курбатский М. П. Дослідження кількості та властивостей лісових горючих матеріалів. Питання лісової пірології. Харків. Либідь. 1970 158 с.

14. Литвак П. В. Лісові екосистеми Полісся України. Житомир: Полісся. 2001. 340 с.
15. Ліпінський В. М., Дячук В. А. Клімат України: [монографія]. Київ: Вид-во Раєвського. 2003. 342 с.
16. Levchenko V. B., Shulga I. V., Fuchilo Y. D., Karpovych M. S., Romanyuk A. A., Hornovska S. V. Phytopatological monitoring of dangerous outbreaks disease of forest trees with use method of changing radial increments in the conditions of the Polisky nature reserve. DOI 10.26886/2520-7474.1(55)2023.1. Paradigm of knowledge No 1(55), 2023 P. 5-53.
17. Левченко В. Б., Сторожук О. В. Пірогенез в умовах лісових екосистем Поліського природного заповідника. Матеріали 75-ої науково-практичної конференції студентів, аспірантів та слухачів Малої лісової академії НЛТУ України. – Львів: НЛТУ України (електронний ресурс), 2023. 600 с.
18. Levchenko V. B., Shulga I. V., Fuchilo Y. D., Gurhii R. V., Romanyuk A. A., Belska O. V. Fall of Pine phytomass after large scale forest fires in the conditions nature protection scientific research departments Polisky nature reserve. Paradigm of knowledge № 1(59), 2024. DOI 10.26886/2520-7474.1(59)2024.1. Edition address: Zeil 12, 60313 Frankfurt, Germany. 32 s.
19. Поварніцин В. О. Ліси Українського Полісся. Київ: Наукова думка, 2009. 208 с.
20. Свириденко В. Є. Бабіч О. Г., Швиденко А. Й. Лісова пірологія: Підр. Київ: Агропромвидав України. 1999. 172 с.
21. Свириденко В. Є., Бабіч О. Г., Киричок Л. С. Лісівництво: Підр. За ред. В. Є. Свириденка. 3-тє вид., переробл. та доповн. Київ.: Арістей. 2018. 544 с.
22. Сидоренко С. Г. Оцінювання запасів лісової підстилки як основного наземного горючого матеріалу соснових лісів Лівобережного Лісостепу. Лісове і садово-паркове господарство. 126 с.
23. Сидоренко С. Г. Роль пошкодження крони на відновлення дерев соснових молодняків, постраждалих в ході низових пожеж. Наука на службі сільського господарства. Миколаїв, Думка. 2013. 213 с.
24. Яворовський П. П., Гуржій Р. В., Сидоренко С. Г. Особливості формування комплексу наземних лісових горючих матеріалів у соснових лісах Київського Полісся. Науковий вісник НУБіП України. Серія «Лісівництво та декоративне садівництво». 2019. Вип. № 2. 181 с.
25. Яворовський П. П., Гуржій Р. В. Аналіз горимості лісових насаджень Боярської лісової дослідної станції за 2004–2016 роки. Лісівництво і агролісомеліорація. 2017. Вип. 131. 164 с.