

DOI 10.26886/2414-634X.8(27)2018.3

UDC: 681.518:630.43

INFLUENCE OF CLIMATIC FACTORS IN THE FIELD OF FIRE RISK IN FOREST REGIONS OF THE ZHYTOMYR REGIONAL MANAGEMENT OF FOREST AND HORTICULTURAL HORTICULTURE AND FORECASTING THEIR CHANGES TO 2050

V. Levchenko PhD, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

I. Shulga PhD, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

R. Zalevsky PhD, Candidate of Agricultural sciences

L. Bezverkha PhD, Candidate of Agricultural sciences

Zhytomyr Agrotechnical College, Ukraine, Zhytomyr

The urgent issues and the main climatic factors influencing the frequency and duration of occurrence and distribution of forest fires in the conditions of Zhytomyr Polissya are substantiated. A preliminary analysis of climatic factors and their influence on the probability of occurrence and distribution of forest fires in the conditions of the Polissya area of Ukraine has been carried out. The subject of the work is a complex of climatic factors that in total constitute a fire hazard factor in the forest ecosystems of the Zhytomyr Oblast Department of Forestry and Hunting. The purpose of the work is to study and systematize the main climatic and microclimatic factors in the territory of the Polissya area of Ukraine, as well as the preliminary preventive forecast for 2050 on the possible occurrence and spread of forest fires. The quantitative connections of level and degree of fire hazard in the region with temperature, humidity and wind conditions are established; the decisive influence of air temperature on the degree of natural fire hazard in Zhytomyr Polissya has been proved. The basic

methods of carrying out works are the calculation and analytical for collecting and processing the results obtained from the meteorological stations of Zhytomyr and Korosten, as well as observing the nature of climate and microclimate changes, quantitative indicators of the occurrence and spread of fires during the fire of a dangerous season in forest edatopas of Zhytomyr Oblast Department of Forestry and hunting economy. According to the results of work, it is established that this influence is most affected by the area of fires and is much smaller in their number. An analytical estimation of changes in climatic factors in the period from 2000 to 2018, their significance and reliability, and the impact of these changes on the number and area of forest fires in Zhytomyr Polissya is presented. As a result of the conducted research, it was found out that possible changes in the climatic characteristics and extreme weather conditions of Zhytomyr Oblast for the period from 2019-2030 relative to the modern climatic period for the SRES A1B standard development scenario and their impact on forest fires in Zhytomyr Polissya.

Key words: climate, forest fires, distribution, forecast, fire and dangerous period, Polissya Ukraine, Zhytomyr Polissya.

кандидат сільськогосподарських наук, доцент Левченко В. Б., кандидат сільськогосподарських наук, доцент Шульга І. В., кандидат сільськогосподарських наук Залевський Р. А., кандидат сільськогосподарських наук Безверха Л. М. Вплив кліматичних умов на стан пожежної небезпеки в лісових едахопах Житомирського обласного управління лісового та мисливського господарства і прогноз змін кліматичних умов на період до 2050 року. / Житомирський агротехнічний коледж, Житомир, Україна.

Обґрунтовано актуальні питання та основні кліматичні чинники, що впливають на частоту та тривалість виникнення та розповсюдження лісових пожеж в умовах Житомирського Полісся.

Проведено попередній аналіз кліматичних чинників та їх вплив на ймовірність виникнення та розповсюдження лісових пожеж в умовах зони Полісся України.

Предметом роботи є комплекс кліматичних факторів, які в сумі складають фактор пожежної небезпеки в лісових едатопах Житомирського обласного управління лісового та мисливського господарства.

Метою роботи є вивчення і систематизація основних кліматичних та мікрокліматичних чинників на території зони Полісся України, а також попередній превентивний прогноз до 2050 року щодо можливості виникнення та розповсюдження лісових пожеж. Встановлено кількісні зв'язки рівня та ступеня пожежонебезпеки в регіоні із температурним режимом, режимом зволоження та вітром; доведено визначальний вплив температури повітря на ступінь природної пожежної небезпеки в Житомирському Поліссі.

Основними методами проведення робіт є розрахунково-аналітичний по збору і обробці результатів, отриманих від метеостанцій Житомир та Коростень, а також спостереження за характером змін клімату та мікроклімату, кількісними показниками виникнення та розповсюдження пожеж під час пожежонебезпечного сезону в лісових едатопах Житомирського обласного управління лісового та мисливського господарства. За результатами роботи встановлено, що цей вплив найбільше позначається на площі пожеж і значно менше - на їх кількості. Приведено аналітичну оцінку зміни кліматичних факторів у період з 2000 по 2018 рр., їх значущості і достовірності та впливу цих змін на кількість і площу лісових пожеж в Житомирському Поліссі. В результаті проведених досліджень було виявлено, що можливі зміни кліматичних характеристик та екстремальних погодних умов Житомирської області на період з

2019-2030 рр. відносно сучасного кліматичного періоду є типовими для сценарію розвитку суспільства за стандартом SRES A1B та досліджено їх вплив на розповсюдження лісових пожеж в Житомирському Поліссі.

Сферою застосування результатів досліджень є лісогосподарські підприємства Житомирського обласного управління лісового та мисливського господарства для прогнозу можливостей виникнення та розповсюдження лісових пожеж з метою збереження та захисту лісових насаджень.

Висновки досліджень полягають в тому, що за період з 2010 по 2018 роки на території Державного підприємства «Житомирське лісове господарство», Державного підприємства «Зарічанське лісове господарство», а також в лісових едатопах Житомирського обласного управління лісового та мисливського господарства досить вагомо змінився клімат, що в свою чергу призвело до збільшення кількості та площі поширення лісових пожеж. В Житомирському Поліссі в період з 2015 по 2018 роки радикально змінився стан кліматичної системи, зокрема: термічний режим, режим зволоження, швидкості та напрямку вітру, повторюваність екстремальних і небезпечних погодних явищ. При підвищенні середньодобової температури повітря в січні до відміток: 0; +1°C в Житомирській області можна очікувати подальше підвищення як середньої, так і максимальної та мінімальної температури протягом усього року, при цьому найбільші зміни можливі зимою та восени. Значний ріст температури повітря у перехідні сезони може зумовити збільшення тривалості теплого періоду та літнього сезону, що в свою чергу посилює стан пожежної небезпеки. Суттєве підвищення як мінімальної, так і максимальної температури у теплий період по Житомирській області може привести до

збільшення інтенсивності конвективних атмосферних процесів, і як наслідок - до збільшення кількості та інтенсивності гроз. У Житомирській області також можна очікувати збільшення числа спекотних літніх днів, особливо в липні та серпні, з температурою більше 25 та 30°C, і тривалості спекотного періоду. Оскільки ці процеси супроводжуватимуться ростом тривалості бездощового періоду, то такі зміни суттєво вплинуть на зростання пожежної небезпеки – кількість пожеж та їх площа до середини 2025 року XXI ст. на Житомирщині може збільшитись в 3 рази. Перспективами подальших досліджень є вивчення і детальний аналіз погоднокліматичної ситуації на торфових пересушених територіях, де зміна погодних умов і розтягнутість в часі бездощового періоду на тлі збільшення кількості днів зі швидкістю вітру більше 10 м/хв. призведе до масового самозагорання торф'яників і торфовищ, що є особливо характерно і актуально для Північних районів Житомирського Полісся.

Ключові слова: клімат, лісові пожежі, розповсюдження, прогноз, пожежно-небезпечний період, Полісся України, Житомирське Полісся.

Вступ. Метеорологічні умови є основним фактором, що визначає пожежну небезпеку і регламент роботи протипожежних служб лісових господарств. Температура повітря та ґрунту, вологість повітря, кількість опадів, швидкість вітру впливають на умови виникнення пожежі, швидкість та особливості її розвитку, стратегію і тактику її гасіння. В Україні для оцінки пожежної небезпеки за умов погоди обраховують комплексний показник, що враховує температуру повітря, точку роси та кількість днів після дощу, на основі якого визначають клас пожежної небезпеки за умовами погоди.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання проблеми. Протягом останніх десятиріч метеорологічні

умови як на нашій планеті, так і в Житомирському Поліссі суттєво змінюються. Багато із зареєстрованих змін кліматичної системи, за даними Міжурядової групи експертів зі зміни (МГЕЗК), є нетиповими або безпрецедентними за останні десятиріччя чи навіть століття [7, с.14-21]. Вони мають переважно негативні наслідки і будуть посилюватись у майбутньому. Такі зміни не лише становлять загрозу для життя та здоров'я людей, а й зумовлюють значні та незворотні зміни в лісових і болотних екосистемах [1, с.26-31; 2, с.45-84; 3, с.16-37; 4, с.45-78; 5, с.26-48; 6, с.34-86; 7, с.12-64]. Встановлено, що підвищення температури повітря, яке супроводжується дефіцитом вологи, негативно впливає на лісові масиви Житомирської області, особливо на ріст дерев, збільшення їхньої захворюваності, зниження стійкості і приводить до висихання лісів в зоні Полісся України, що значною мірою впливає на зростання пожежної небезпеки [1, с. 4-12; 2, с.56-76; 5, с.34-67]. На підвищення ймовірності виникнення лісових пожеж впливає також збільшення тривалості теплого періоду та зростання грозової активності [2, с.23-45; 5, с.12-34]. Найбільш потерпають від пожеж соснові ліси Житомирщини, про що свідчать сильні лісові пожежі на півночі, зокрема в лісорослинних умовах Державних підприємств «Овруцьке», «Олевське», «Коростенське» та «Народицьке» лісові господарства. Лісові екосистеми в цих регіонах мають підвищену схильність до загорання через наявності смолистих речовин та низького вологовмісту. На Поліссі за даними [5, с.23-56; 9 с.16-84], найбільш вразливими до лісових пожеж є Північні області, де зосереджена основна маса штучно посаджених лісів. Очікується, що до кінця 2030 року XXI століття на території Центральної та Східної Європи ризик пожежної небезпеки збільшиться, особливо в центральних, південних та східних регіонах, зросте і ризик виникнення лісових і торф'яних пожеж, що зумовлено не лише підвищенням

температури повітря, зростанням посушливості, а й збільшенням тривалості теплого періоду [1, с.26-31; 2, с.45-84; 3, с.16-37; 4, с.45-78; 5, с.26-48; 6, с.34-86; 7, с.12-64].

Формулювання мети статті та завдань досліджень. Оскільки природна пожежна небезпека значною мірою залежить від комплексного поєднання метеорологічних факторів, то виявлені її часові та просторові зміни мають різний масштаб, а іноді навіть напрям поширення. Тобто для них характерні чітко виражені регіональні риси, зумовлені кліматичними та мікрокліматичними особливостями території, які потребують дослідження. Тому актуальність дослідження полягає в комплексній оцінці впливу зміни температурного режиму, режиму зволоження та екстремальних погодних явищ на пожежну небезпеку як зони Полісся України, так і Житомирського Полісся зокрема, на прикладі Житомирської області в умовах лісокористування Зарічанського військового лісгоспу (нещодавно Житомирського військового лісгоспу), у період з 2000 по 2018 рр. включно, їх можливих змін до середини 2030 року XXI ст. відносно сучасного кліматичного періоду для збалансованого сценарію розвитку як лісового господарства, так і суспільства А1В, а також частки встановлення невизначеності цих змін.

Виклад основного матеріалу статті. Дослідження зміни кліматичних умов зони Полісся України проводили за щоденними даними мережі гідрометеорологічних спостережень Житомирської області за період з 2000 по 2018 рр. Аномалії визначали як відхилення значень величини від норми, за яку прийнято багаторічне середнє за базовий період (2000-2010 рр.). Середні за рік значення стосуються календарного року, середні дані за зимовий сезон включають грудень попереднього року. Число днів з екстремальними явищами погоди, зумовленими температурою та опадами, визначали за добовими

даними мережі спостережень. Для аналізу впливу кліматичних умов на ступінь пожежної небезпеки на території лісорослинних умов Державного підприємства «Житомирське лісове господарство», а також Державного підприємства «Зарічанське лісове господарство», лісокористування яких охоплюють північні та центральні райони Житомирської області (Житомирське Полісся) використовували дані Житомирського обласного управління лісового та мисливського господарства про кількість лісових пожеж за рік та їх площу за 2010 – 2018 рр. Статистичну оцінку зміни в часі метеорологічних величин, повторюваності та інтенсивності екстремальних погодних умов здійснювали за допомогою аналізу часових рядів та регресійного аналізу: визначалася форма та напрям поширення часового ряду та оцінювалася його статистична значущість (p). Оскільки основною причиною швидкої зміни клімату є антропогенна діяльність людини та викиди парникових газів, оцінка можливої зміни кліматичної системи здійснюється з урахуванням розвитку техногенного навантаження на ліси. МГЕЗК запропонувала 40 сценаріїв, які охоплюють широкий діапазон можливих викидів парникових газів [2, с.34-56]. Ці сценарії об'єднані у 4 групи відповідно до чотирьох можливих варіантів зміни ситуації до 2030 року – А1, А2, В1, В2. Тому ми наводимо проєкції зміни клімату для сценарію А1В, який належить до першої групи і передбачає зростання кількості населення в Європейській частині до середини ХХІ ст. з подальшим зменшенням, кількість викидів – середня між сценаріями В1 і А2 та збалансоване використання лісових ресурсів, викопних та відновлюваних джерел енергії. За своїми характеристиками сценарій SRES А1В відповідає сценарію RCP6.0, запропонованому у П'ятій Оціночній доповіді МГЕЗК [2, с.35-67; 7, с.36-87]. Кліматичні прогнози, що відповідають сценаріям, прийнято називати «сценарними проєкціями», оскільки вони орієнтовані на

певний сценарій впливу на кліматичну систему і тому являються його проекцією. На відміну від прогнозів, що базуються на фактичних даних, сценарні прогнози є умовними, оскільки невідомо, за яким сценарієм буде розвиватись людство. Обчислення проєкцій зміни кліматичних характеристик та екстремальних погодних умов Житомирського Полісся на період 2018-2050 рр. відносно сучасного кліматичного періоду (1990-2020 рр.) здійснювали за даними регіональної кліматичної моделі REMO, ініційованої розрахунком глобальної моделі ECHAM 5. Ця модель має найменші абсолютні та середньоквадратичні похибки як для температури, так і для опадів в Україні і може використовуватись для аналізу та оцінки можливої зміни клімату в умовах Житомирського Полісся. Розрахункові дані отримані в рамках Європейського проекту FP-6 ENSEMBLES з роздільною здатністю 25 км [8, с.75-92]. Оцінку очікуваної зміни середніх та середніх екстремальних багаторічних значень кліматичних характеристик у 2018-2050 рр. щодо 1990-2020 рр. здійснювали за критерієм Стьюдента (t -критерій), який дозволяє виявити різницю середніх значень параметрів двох періодів. Для оцінки частки невизначеності зміни метеорологічної величини чи показника використовували критерії, рекомендовані МГЕЗК [7, с.46-89]. Протягом останніх десятиріч в Україні відмічається тенденція до суттєвого збільшення кількості лісових пожеж та їх площі, що значною мірою зумовлено зміною клімату. Так, за останні 30 років (1981-2010 рр.) річна кількість лісових пожеж в країні зросла у 2,6 рази. Зона Полісся України належить до територій, що є найбільш вразливою в плані лісових пожеж. Лише у 2006, 2010, 2016, 2017 рр., ліси Житомирщини на 70 % були пройдені лісовими пожежами різної інтенсивності [9, с.24-68].

Аналіз зв'язку погодних умов та пожежонебезпечності лісів Зони Полісся України, підтвердив наявність безпосереднього впливу

кліматичних факторів на кількість та площу лісових пожеж в регіоні (таблиці 1, 2). Проведені дослідження показали, що вони значною мірою залежать від термічного режиму, режиму зволоження та вітру, при цьому вплив температури повітря є визначальним. Встановлено, що найбільше він позначається на площі пожеж і значно менше - на їх кількості.

Таблиця 1

Вплив метеорологічних умов на кількість лісових пожеж на територіях лісокористування Житомирського обласного управління лісового та мисливського господарства (середнє за 2010 – 2018 рр.).

Метеорологічний та кліматичний параметр	Кореляція			Регресія
	$r(x, y)$	t	p	
середня температура жовтня	0,60	3,0	0,008	$y = 42,1x - 257$
максимальна температура жовтня	0,59	2,9	0,010	$y = 36,9x - 367$
мінімальна температура жовтня	0,55	2,7	0,017	$y = 39,1x - 67$
мінімальна температура вересня	0,58	2,8	0,012	$y = 45,5x - 354$
середня температура вересня	0,53	2,5	0,022	$y = 37,4x - 438$
максимальна температура вересня	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 $1 T_{\text{макс}} \geq 25^\circ\text{C}$	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	0,39	1,7	0,113	$y = 5,1x + 142$
середня за рік температура	0,25	1,0	0,312	$y = 34,3x - 167$
середня за літо температура	0,23	0,9	0,367	$y = 21,9x - 293$
кількість опадів у липні	-0,40	-1,7	0,104	$y = -1,4x + 270$
кількість опадів за рік	-0,40	-1,8	0,098	$y = -0,4x + 397$
середня за рік відносна волога	-0,41	-1,8	0,092	$y = -7,9x + 709$
кількість опадів за літо	-0,47	-2,1	0,051	$y = -0,9x + 328$
HI_{P05}	1,24	1,27	1,32	$1,24 \pm 0,2$

Примітка: $T_{\text{макс}}$ – максимальна за добу приземна температура повітря;

$R(x,y)$ - коефіцієнт кореляції; t - коефіцієнт Стюдента; p – значимість коефіцієнту кореляції.

Таблиця 2

Вплив метеорологічних умов на середню площу лісових пожеж в лісорослинних умовах Житомирського обласного управління лісового та мисливського господарства (середнє за 2010 – 2018 рр.).

Метеорологічні та кліматичні параметри	Кореляція			Рівняння регресії
	$r(x, y)$	t	значимість, p	
максимальна тривалість періоду з $*T_{\text{макс}} \geq 25 \text{ }^\circ\text{C}$	0,76	4,7	0,000	$y = 0,2x - 7,3$
кількість днів з $T_{\text{макс}} \geq 30 \text{ }^\circ\text{C}$	0,68	3,7	0,002	$y = 0,25x - 6,0$
кількість днів з $T_{\text{макс}} \geq 25 \text{ }^\circ\text{C}$	0,60	3,0	0,008	$y = 0,2x - 13,2$
середня за літо максимальна температура	0,61	3,1	0,007	$y = 2,5x - 67$
середня за літо температура	0,59	2,9	0,011	$y = 2,9x - 62$
середня за літо мінімальна температура	0,52	2,5	0,026	$y = 3,1x - 51$
середня температура жовтня	0,58	2,8	0,012	$y = 2,0x - 19$
мінімальна температура жовтня	0,55	2,7	0,017	$y = 2,0x - 10,7$
максимальна температура жовтня	0,55	2,6	0,018	$y = 1,7x - 23,7$
кількість днів з атмосферною посухою ($T_{\text{макс}} \geq 25 \text{ }^\circ\text{C}$ і $U \leq 50 \%$)	0,60	3,0	0,008	$y = 0,4x - 2,9$
середня за рік максимальна температура	0,55	2,6	0,019	$y = 3,4x - 50$
середня за рік температура	0,51	2,4	0,030	$y = 3,5x - 35$
середня за рік мінімальна температура	0,44	1,9	0,070	$y = 3,0x - 17$
середня за весну максимальна температура	0,50	2,3	0,034	$y = 2,6x - 37$
середня за весну температура	0,45	2,0	0,062	$y = 2,8x - 29$
кількість днів з туманом	-0,39	-1,7	0,109	$y = -0,24x + 12$

кількість опадів за літо	-0,41	-1,8	0,094	$y = -0,04x + 8,4$
кількість опадів у липні	-0,41	-1,8	0,088	$y = -0,07x + 6,4$
середня за рік відносна волога	-0,58	-2,9	0,011	$y = -0,6x + 39$
$НІР_{05}$	1,14	1,17	1,22	$1,17 \pm 0,2$

T_{\max} – максимальна за добу приземна температура повітря, U - відносна вологість. $r(x,y)$ - коефіцієнт кореляції; t - коефіцієнт Стьюдента;

Протягом 2010-2018 рр. на територіях лісокористування Житомирського обласного управління лісового та мисливського господарства за рік спостерігалось у середньому біля 200 випадків лісових пожеж. Виявлено, що їх кількість найбільше залежить від температури повітря у жовтні та вересні ($r = 0,60-0,45$): чим вищою є середня, мінімальна та максимальна температура повітря у цей період, тим більша кількість пожеж може виникнути в регіоні. При цьому, як свідчать дані регресійного аналізу, збільшення середньої за місяць температури повітря на 1°C зумовлює зростання річної кількості лісових пожеж майже на 20%. Як видно із таблиці 1 на збільшення повторюваності лісових пожеж також суттєво впливає ($r = 0,4$) максимальна тривалість спекотного періоду, кількість днів без опадів, середня швидкість вітру та кількість днів з грозою. Чим більшого значення набувають ці фактори, тим більш ймовірним є переростання загорання підстилки у повноцінну лісову пожежу. Встановлено, що збільшення на 10 днів кількості днів без дощу може привести до росту річної кількості лісових пожеж. Їх кількість може також зрости на 13% при збільшенні на 10 днів максимальної тривалості періоду з T_{\max} за добу 25°C і вище, та кількості днів з грозою, зростанні на 5 м/с максимальної за добу швидкості вітру.

Наявність достатньої кількості вологи в атмосфері, особливо влітку, сприяє зменшенню повторюваності лісових пожеж. Як видно із таблиці 1, чим більше опадів випадає влітку, особливо у липні, та й в цілому за рік, тим менший вологовміст має атмосфера, тим менша

кількість пожеж відмічається в зоні Полісся України. Для кількості опадів характерна велика неоднорідність і мінливість у часі. За рекомендацією Всесвітньої метеорологічної організації, суттєвою вважається їх зміна на 20% і більше. Як показав аналіз, зростання на 20% кількості опадів за рік, зокрема протягом пожежонебезпечного періоду, може привести до зменшення кількості лісових пожеж в регіоні на 18 та 11%, відповідно, а збільшення середньої за рік відносної вологості на 10% може зумовити зменшення кількості пожеж майже на 40%. На відміну від кількості пожеж, їх площа на півночі Житомирської області найбільше залежить від максимальної тривалості спекотного періоду, кількості днів зі спекою та атмосферною посухою ($r = 0,76-0,60$). Встановлено, що збільшення на 10 днів тривалості посухи та максимальної тривалості періоду з $T_{\max} \geq 25$ °C призводить до зростання середньої площі пожежі на 130 та 65%, відповідно. Ріст на 10 днів кількості спекотних днів, коли максимальна за добу температура повітря перевищує 25 і 30°C, може зумовити збільшення площі пожежі відповідно на 60 і 80%. На площу лісової пожежі також суттєво впливає середня, мінімальна та максимальна температура повітря літа, весни та в цілому за рік ($r = 0,61-0,45$). Так, ріст середньої за рік та літо температури повітря на 1°C може зумовити збільшення середньої площі пожежі майже на 100 та 90% відповідно. Як і кількість пожеж, так і їх площа в умовах лісгосподарських підприємств «Житомирське» та «Зарічанське лісове господарство», залежить від температури повітря у жовтні, проте цей вплив дещо менший. Наявність достатньої кількості вологи в атмосфері сприяє також зменшенню середньої площі пожежі, яка суттєво залежить від величини відносної вологості, кількості опадів за літо (особливо у липні) та кількості днів з туманом. Встановлено, що збільшення на 20%

кількості опадів за рік та літо може зменшити середню площу пожежі на 32 та 20 % відповідно.

Протягом останніх десятиріч клімат в умовах Житомирського Полісся України суттєво змінюється. Аналіз зміни величини середньої за рік приземної температури повітря та її аномалії відносно кліматичної норми в Житомирській області у 2010-2018 рр. показав, що їх значення протягом вказаного періоду дуже ймовірно збільшувались на $0,3^{\circ}\text{C}$ / 10 років (таблиця 3). Середня за рік температура повітря в області у сучасний кліматичний період (2010-2018 рр.) суттєво підвищилась відносно кліматичної норми (1990-2000 рр.). Цей ріст не викликає сумнівів ($p = 0,002$), і становить $0,8^{\circ}\text{C}$, що відповідає тим тенденціям, які спостерігались у цей період у середньому в Україні. Встановлено, що найбільший внесок у зміну річної температури в регіоні має літній сезон: практично не викликає сумнівів підвищення середньої за літо температури повітря на $1,3^{\circ}\text{C}$ у сучасний кліматичний період щодо кліматичної норми. При цьому найсуттєвіше підвищилась температура повітря у липні та серпні ($1,5$ та $1,4^{\circ}\text{C}$ відповідно). Дуже ймовірне підвищення температури весною ($0,9^{\circ}\text{C}$) з максимумом у березні ($1,3^{\circ}\text{C}$) та ймовірне взимку і восени ($0,7$ та $0,5^{\circ}\text{C}$, відповідно). Проте у листопаді та грудні зміна температури повітря на Житомирщині мало ймовірна (таблиця 3). Ріст середньої за рік та місяць приземної температури повітря у Житомирській області зумовлений збільшенням максимальної та мінімальної температури повітря впродовж усього року. Ці зміни практично не викликають сумнівів. За останні двадцять три роки середня за рік максимальна і мінімальна температура в регіоні виростили на $0,8$ та $0,7^{\circ}\text{C}$ відносно кліматичної норми. До того ж найбільший їх ріст відмічається влітку – $1,4$ та $1,2^{\circ}\text{C}$, відповідно, з максимумом у липні ($1,8$ та $1,3^{\circ}\text{C}$). Суттєво виростила максимальна температура на Житомирщині і весною – $0,8^{\circ}\text{C}$,

особливо у березні – $1,2^{\circ}\text{C}$. На відміну від максимальної температури, для мінімальної характерне значне її підвищення взимку – $0,8^{\circ}\text{C}$. Несуттєво змінилась максимальна температура восени і мінімальна весною ($0,3$ та $0,4^{\circ}\text{C}$, відповідно). Встановлено, що значне зростання максимальної і особливо, мінімальної температури повітря у холодний період року зумовило зменшення кількості морозних днів ($T_{\text{мін}} < 0^{\circ}\text{C}$) та дуже ймовірно збільшення кількості днів без морозу в холодний період (майже на два тижні за десять років).

Ймовірно зменшилась також кількість днів з мінімальною температурою нижче -10°C , проте зміна числа днів з температурою нижче -15°C – дуже мало ймовірна (таблиця 4). Практично не викликає сумнівів, що підвищення температури повітря на Житомирщині зумовило також збільшення майже на тиждень тривалості теплого періоду, періоду вегетації морозостійких і, особливо, теплолюбивих культур, кількості літніх днів. Ріст максимальної температури, зумовив збільшення числа спекотних днів, коли максимальна температура повітря перевищувала 20 , 25 і 32°C . При цьому найінтенсивніший ріст, характерний для кількості днів з температурою вище 25 та 30°C (біля 10 днів за 10 років). Для цих градацій також характерний суттєвий ріст середньої максимальної за місяць тривалості періоду з такою температурою та кількості таких періодів (таблиця 4). Зміна кількості опадів, що випадають в регіоні за рік та сезон дуже мало ймовірна. До того ж відмічено деяке їх збільшення восени, особливо у жовтні (майже на 20%) та зменшення зимою, переважно у грудні та січні. Як показали попередні дослідження, ріст температури повітря у теплий період в умовах Житомирського Полісся супроводжується ростом вологовмісту тропосфери. Такі зміни зумовили зростання конвективно доступної потенційної енергії атмосфери, швидкості висхідних потоків, підвищення рівня конденсації та рівня конвекції і привели до

збільшення нестійкості атмосфери та інтенсивності конвекції [1, с.23-45]. Внаслідок таких змін у Житомирській області зросла повторюваність та інтенсивність конвективних явищ погоди, зливова складова опадів. Практично не викликає сумнівів збільшення числа днів з грозою та зливою, хоча кількість днів з градом та шквалом не змінилась протягом останніх трьох десятиріч. Підвищення температури повітря, що супроводжується зменшенням відносної вологості біля земної поверхні, та нерівномірний розподіл опадів, які мають зливовий, локальний характер у теплий період і не забезпечують ефективного накопичення вологи в ґрунті, зумовило збільшення кількості та інтенсивності посушливих явищ і зростання пожежної небезпеки в регіоні. Практично не викликає сумнівів збільшення числа днів з атмосферною посухою в умовах лісокористування Житомирського обласного управління лісового та мисливського господарства протягом останніх десятиріч. В свою чергу, зростання зливової складової опадів, які є дуже локальними, привели до того, що згідно наявних статистичних даних, в різних частинах територій лісокористування Державного підприємства «Житомирське лісове господарство», а також Державного підприємства «Зарічанське лісове господарство» одночасно можуть спостерігатися сильні зливи і лісові пожежі. За таких умов, при недостатній кількості метеорологічних станцій (що спостерігається в умовах Житомирської області) неможливо правильно оцінити і спрогнозувати ступінь пожежної небезпеки з використанням прийнятої в Україні методології оцінки і прогнозу природної пожежної небезпеки за метеорологічними умовами. Як показали дослідження, не для всіх явищ погоди в зоні Полісся України характерна тенденція до зростання їх повторюваності та інтенсивності. Так, практично не викликає сумнівів зменшення як середньої, так і максимальної швидкості вітру протягом усього року, що зумовило зменшення

кількості явищ погоди, пов'язаних з вітром, зокрема хуртовин. Зменшилось також число днів з туманом.

Таблиця 3

Оцінка зміни середніх значень приземної температури повітря в умовах лісгосподарських підприємств Житомирського ОУЛМГ (середнє за 1999 – 2000, 2001 – 2018 рр.).

Місяць року	Середня температура, °С		Зміна Т, °С	Значимість, р	Ймовірнісна оцінка зміни
	1999-2000	2001 - 20018			
січень	-2,7	-1,4	1,4	0,097	дуже ймовірно
лютий	-1,8	-1,0	0,8	0,361	приблизно так само ймовірно, як і ні
березень	2,3	3,5	1,2	0,058	дуже ймовірно
квітень	9,7	10,2	0,5	0,284	ймовірно
травень	16,0	16,6	0,6	0,183	ймовірно
червень	20,2	21,1	0,9	0,026	дуже ймовірно
липень	22,4	23,9	1,5	0,000	практично не викликає сумнівів
серпень	21,7	23,1	1,4	0,000	практично не викликає сумнівів
вересень	16,8	17,3	0,4	0,261	ймовірно
жовтень	10,3	11,1	0,9	0,058	дуже ймовірно
листопад	4,8	5,0	0,1	0,832	малоймовірно
грудень	19,6	20,2	0,6	0,731	малоймовірно
зима	5,0	5,9	0,9	0,190	ймовірно
весна	9,3	10,1	0,8	0,034	дуже ймовірно
літо	21,4	22,7	1,3	0,000	практично не викликає сумнівів
осінь	10,6	11,1	0,5	0,133	ймовірно
рік	10,0	10,8	0,8	0,002	практично не викликає сумнівів
НІР ₀₅	1,27	1,20	1,22	1,44±0,1	-

Таблиця 4

Оцінка тривалості теплого, літнього, вегетативного періодів та екстремальних погодних умов, пов'язаних з температурою повітря в умовах Житомирського ОУЛМГ за період з 2000-2018 рр.

Кліматичний параметр	Рівняння ймовірності зміни	R^2	Значимість, p	Ймовірна оцінка зміни
тривалість теплого періоду, $T_{сер} > 0$	$y = 0,8x + 290$	0,169	0,019	дуже ймовірно
тривалість періоду вегетації холоднолюбивих культур, $T_{сер} > \geq 5 \text{ }^\circ\text{C}$	$y = 0,9x + 225$	0,241	0,004	практично не викликає сумнівів
тривалість періоду вегетації холоднолюбивих культур, $T_{сер} > \geq 10 \text{ }^\circ\text{C}$	$y = 0,7x + 175$	0,269	0,002	практично не викликає сумнівів
тривалість літнього періоду, $T_{сер} \geq 15 \text{ }^\circ\text{C}$	$y = 0,5x + 129$	0,093	0,084	дуже ймовірно
сумарна тривалість спекотного періоду з $T_{макс} \geq 20 \text{ }^\circ\text{C}$	$y = 1,1x + 62,83$	0,395	0,000	практично не викликає сумнівів
сумарна тривалість спекотного періоду з $T_{макс} \geq 25 \text{ }^\circ\text{C}$	$y = 0,9x + 72,9$	0,301	0,001	практично не викликає сумнівів
макс. тривалість періоду з $T_{макс} \geq 25 \text{ }^\circ\text{C}$	$y = 0,3x + 3,2$	0,300	0,009	практично не викликає сумнівів
кількість періодів з $T_{макс} \geq 25 \text{ }^\circ\text{C}$	$y = 0,14x + 2,6$	0,260	0,003	практично не викликає сумнівів
сумарна тривалість спекотного періоду з $T_{макс} \geq 30 \text{ }^\circ\text{C}$	$y = 0,9x + 16$	0,354	0,000	практично не викликає сумнівів
сумарна тривалість морозного періоду з $T_{мін} \leq -10 \text{ }^\circ\text{C}$	$y = -0,26x + 18,5$	0,054	0,190	ймовірно
сумарна тривалість морозного періоду з $T_{мін} \leq -15 \text{ }^\circ\text{C}$	$y = 0,006x + 0,9$	0,001	0,862	малоймовірно
сумарна тривалість морозного періоду $T_{мін} < 0 \text{ }^\circ\text{C}$	$y = -0,8x + 102,0$	0,2	0,016	дуже ймовірно
тривалість безморозного періоду в холодне півріччя, $T_{мін} \geq 0 \text{ }^\circ\text{C}$	$y = 0,54x + 144,2$	0,1	0,094	дуже ймовірно
НІР ₀₅	1,22±0,4	1,10	1,14	-

Причому: $T_{\text{макс}}$, $T_{\text{ср}}$, $T_{\text{мін}}$ – максимальна, середня та мінімальна за добу приземна температура повітря.

Проведена оцінка можливої зміни клімату до середини 2025 року XXI ст. в північній частині Житомирської області України показала, що при сценарію SRES A1B у Житомирській області можна очікувати подальше підвищення температури повітря. Практично не викликає сумнівів, що середня, максимальна та мінімальна за рік та сезон приземна температура в регіоні збільшиться порівняно з 1990-2010 рр. Найбільший ріст можливий взимку та восени. При цьому ріст мінімальної температури взимку буде більшим, ніж максимальної (1,4 та 1,1°C, відповідно). Найбільш суттєво може підвищитись екстремальна температура у лютому (мінімальна на 2,1°C, а максимальна на 1,7°C). Середня за місяць екстремальна температура повітря восени може вирости на 1,3°C, влітку – на 0,9 - 1,0°C, а весною – на 0,6 - 0,7°C. Найбільші зміни (1,9 та 1,7 °C) можна очікувати у жовтні. Ймовірно до середини 2025 року XXI ст. збільшиться мінімальна температура і в грудні (на 1,1°C), хоча протягом останніх двох десятиріч вона не змінювалась, а в деяких районах області, зокрема Олевському, Овруцькому, Малинському та Народицькому, відмічалась тенденція до її зниження (таблиця 5). Проведений аналіз залежності кількості випадків та площі лісових пожеж від метеорологічних умов в лісогосподарських підприємствах Житомирського ОУЛМГ та їх можливих змін до середини 2025 року XXI ст. показав, що підвищення середньої за рік та за літо температури повітря на 1°C може зумовити збільшення середньої за рік площі пожежі майже на 100% та 95%, відповідно, до того ж їх кількість може зрости на 30 і 15% при умові збереження поточної динаміки джерел вогню в регіоні. Як зазначалось вище, на кількість лісових пожеж у регіоні суттєво впливає і температура повітря у жовтні. Очікуване

підвищення середньої температури жовтня на $1,9^{\circ}\text{C}$ може привести до зростання кількості лісових пожеж майже на 40%, а їх середня площа може збільшитись в 1,3 рази.

Суттєве підвищення мінімальної і максимальної температури повітря у Житомирській області може привести до значного (майже на два тижні), зменшення числа днів з морозом у холодний період. Практично не викликає сумнівів той факт, що сильних морозів з температурою повітря нижче -15°C у середині 2025 року XXI ст. буде на тиждень менше. Ймовірно зменшиться і кількість днів з морозом -10°C та нижче, проте кількість днів з сильними морозами зміниться несуттєво. Періоди з екстремально-холодною температурою відмічатимуться і в середині 2025 року XXI ст., але їхні негативні наслідки можуть бути більш значними, оскільки хвилі холоду спостерігатимуться на фоні більш високої температури та вологості повітря (таблиця 6). Такі короткочасні вторгнення холодного повітря можуть завдати значної шкоди лісовим масивам області, особливо культурам сосни звичайної та дуба звичайного першого року посадки, оскільки за наявності високої температури повітря, їх вегетативний період у цей час ще продовжуватиметься. Пошкоджені сильним морозом дерева і кущі будуть вразливі до шкідників та інших несприятливих погодних умов і зрештою загинуть, створивши сприятливі умови для виникнення і поширення лісових пожеж. Практично не викликає сумнівів, що на Поліссі України до середини 2025 року XXI ст. може збільшитись тривалість теплого періоду. Порівняно з сучасним кліматичним періодом він може стати довшим майже на 25 днів. Також практично не викликає сумнівів збільшення тривалості літа (+20 днів в осінньому сезоні), тривалості періоду вегетації морозостійких і теплолюбивих культур (+18 та +15 днів, відповідно). Майже на два тижні в Житомирській області може вирости і

число днів з максимальною температурою повітря вище 20 та 25 °С. Найбільші зміни очікуються у серпні та червні (таблиця 6).

Таблиця 5

**Середні багаторічні значення середньої, мінімальної та
максимальної приземної температури повітря в умовах
лісогосподарських підприємств Житомирського ОУЛМГ за період
з 1990-2010 рр. та їх прогнозовані
зміни на період до 2050 року**

Місяці	Середня температура				Мінімальна температура				Максимальна температура			
	1990-2010	відхилення		2010-2050	1990-2010	відхилення			1981-2010	відхилення		2021-2050
		°С	р			°С	р	2010-2050		°С	р	
січень	-1,4	1,2	0,03	-0,2	-4,0	1,2	0,05	-2,8	1,5	1,2	0,02	2,7
лютий	-1,2	1,4	0,02	0,2	-4,1	1,4	0,08	-2,7	2,2	1,3	0,03	3,6
березень	3,1	1,1	0,05	4,2	-0,2	1,1	0,05	0,8	7,2	1,0	0,01	8,3
квітень	9,9	0,6	0,09	10,5	5,3	0,8	0,09	6,1	15,0	0,5	0,07	15,5
травень	16,1	0,8	0,05	16,9	10,8	0,7	0,01	11,5	21,7	0,9	0,01	22,6
червень	20,6	1,0	0,04	21,6	15,4	1,1	0,01	16,5	26,1	1,0	0,01	27,1
липень	23,3	0,9	0,06	24,1	17,7	0,9	0,01	18,6	29,0	0,8	0,08	29,8
серпень	22,6	1,2	0,06	23,9	16,9	1,3	0,01	18,2	28,5	1,2	0,02	29,7
вересень	17,1	1,4	0,01	18,5	12,1	1,5	0,01	13,6	22,6	1,3	0,07	23,9
жовтень	10,8	1,9	0,03	12,8	6,7	2,0	0,04	8,7	15,6	2,0	0,01	17,5
листопад	4,5	1,1	0,03	5,6	1,6	1,0	0,06	2,6	7,9	1,1	0,04	9,0
грудень	0,2	1,7	0,03	1,9	-2,3	1,6	0,01	-0,7	2,9	1,7	0,03	4,7
зима	-0,8	1,4	0,01	0,6	-3,4	1,3	0,06	-2,1	2,2	1,4	0,01	3,6
весна	9,7	0,8	0,04	10,5	5,3	0,8	0,04	6,2	14,6	0,8	0,01	15,4
літо	22,2	1,0	0,05	23,2	16,7	1,1	0,03	17,8	27,9	1,0	0,06	28,9
осінь	10,8	1,5	0,06	12,3	6,8	1,5	0,02	8,3	15,3	1,5	0,04	16,8
рік	10,5	1,0	0,08	11,5	6,3	1,0	0,05	7,4	15,0	1,0	0,02	16,0
НІР ₀₅	1,22	1,24	1,17	1,24	1,16	1,28	1,10	1,18	1,28	1,10	1,01	1,22

Ймовірно, що кількість опадів за рік у Житомирській області збільшиться до середини 2025 року XXI ст., порівняно з 1990-2010 рр. При цьому дуже ймовірно зросте сума опадів за зиму і малоімовірний ріст їх кількості восени. Весною та літом збільшення кількості опадів приблизно так само ймовірно, як і ні. До середини 2025 року XXI ст. на

Житомирщині можливий суттєвий перерозподіл опадів між місяцями: практично не викликає сумнівів збільшення їх кількості у грудні (51%) та ймовірно – у квітні, вересні і червні (19,3, - 16,5 та 15,9%, відповідно). Зменшення кількості опадів ймовірно у жовтні (біля 15%) та малоймовірно у серпні (-7%). В інші місяці кількість опадів зміниться несуттєво (таблиця 6).

Таблиця 6

Орієнтовні зміни тривалості теплого періоду та екстремальних погодних умов, пов'язаних з температурою повітря в умовах лісокористування Житомирського ОУЛМГ (прогноз до 2050 року)

Параметр клімату	Зміна, число днів	Значимість, p	Ймовірнісна оцінка зміни
тривалість теплого періоду, $T_{cp} \geq 0 \text{ }^\circ\text{C}$	10,1	0,001	практично не викликає сумнівів
тривалість вегетативного періоду, $T_{cp} \geq 5 \text{ }^\circ\text{C}$	18,9	0,003	практично не викликає сумнівів
тривалість періоду активної вегетації, $T_{cp} \geq 10 \text{ }^\circ\text{C}$	15,4	0,006	практично не викликає сумнівів
тривалість літнього періоду, $T_{cp} \geq 15 \text{ }^\circ\text{C}$	14,2	0,003	практично не викликає сумнівів
сумарна тривалість спекотного періоду з $T_{max} \geq 20 \text{ }^\circ\text{C}$	13,1	0,007	практично не викликає сумнівів
сумарна тривалість спекотного періоду з $T_{max} \geq 25 \text{ }^\circ\text{C}$	12,6	0,003	практично не викликає сумнівів
кількість днів з морозом у холодний період $T_{min} < 0 \text{ }^\circ\text{C}$	6,8	0,005	практично не викликає сумнівів
сумарна тривалість морозного періоду з $T_{min} \leq -10 \text{ }^\circ\text{C}$	1,0	0,009	практично не викликає сумнівів
НІР ₀₅	1,17	1,10	-

До середини 2050 року ХХІ століття у Житомирській області на території лісокористування Житомирського обласного управління лісового та мисливського господарства можна очікувати збільшення інтенсивності опадів – число днів з сильними опадами (15 мм за добу і

більше) дуже ймовірно зросте -майже на 30 %. Кількість днів без опадів та з незначною кількістю опадів (≤ 3 мм за добу) до середини 2025 року XXI століття на Житомирщині дуже ймовірно зменшиться, переважно за рахунок зимових місяців, проте максимальна тривалість бездощового періоду зросте. Дуже ймовірно збільшення максимальної тривалості бездощового періоду у липні, ймовірно у травні, вересні та жовтні. До того ж можна очікувати що у серпні, квітні та грудні він, ймовірно, зменшиться (таблиця 7).

Таблиця 7

Орієнтовні зміни режиму зволоження та швидкості вітру у 2021-2050 рр. відносно 1990-2010 рр., а також значимість цих змін (p) в умовах Житомирського ОУЛМГ

Місяць	Кількість опадів за місяць		Кількість днів з опадами ≥ 15 мм/добу		Кількість днів з опадами ≤ 3 мм/добу		Максимальна тривалість періоду з опадами ≤ 3 мм/добу		Максимальна за добу швидкість вітру	
	зміна		зміна		зміна		зміна		зміна	
	%	p	%	p	%	p	%	p	%	p
січень	4,5	0,70	-0,3	0,62	-1,0	0,04	14,3	0,50	-3,5	0,36
лютий	-5,2	0,60	-41,4	0,16	1,5	0,39	4,9	0,63	-1,0	0,77
березень	1,8	0,88	52,7	0,46	-0,1	0,98	0,7	0,94	-0,4	0,91
квітень	19,3	0,17	230,7	0,13	-1,4	0,43	-4,1	0,70	0,8	0,80
травень	-2,3	0,84	17,5	0,76	0,6	0,78	12,5	0,27	-1,6	0,55
червень	15,9	0,33	90,3	0,16	-0,6	0,89	-12,9	0,31	-4,0	0,09
липень	10,9	0,62	9,2	0,65	-1,2	0,38	28,2	0,94	-1,8	0,43
серпень	-7,0	0,74	-9,9	0,73	0,8	0,68	-18,6	0,16	2,6	0,28
вересень	16,5	0,38	8,4	0,85	-2,3	0,11	15,2	0,26	2,2	0,41
жовтень	-14,8	0,31	-18,0	0,43	2,5	0,18	-1,8	0,89	-8,7	0,05
листопад	8,9	0,53	32,8	0,46	-1,1	0,78	14,0	0,28	5,7	0,12
грудень	50,9	0,01	283,8	0,13	-7,8	0,01	-11,8	0,31	6,3	0,10
зима	16,6	0,04	46,0	0,69	-2,6	0,48	1,8	0,77	0,5	0,81
весна	5,0	0,47	64,0	0,42	-0,3	0,78	2,5	0,69	-0,4	0,82
літо	7,0	0,54	24,1	0,49	-0,3	0,93	-3,8	0,64	-1,1	0,43
осінь	2,1	0,81	6,6	0,86	-0,3	0,90	8,4	0,33	-0,3	0,87
рік	7,9	0,12	28,4	0,78	-0,8	0,28	2,3	0,44	-2,2	0,77
НІР ₀₅	1,12	1,14	1,20	1,14	1,10	1,21	1,12	1,16	1,18	1,11

До середини 2025 року XXI століття в умовах лісових едатоїв Житомирського обласного управління лісового та мисливського господарства можна очікувати збільшення інтенсивності опадів – число днів з сильними опадами 15 мм за добу і більше дуже ймовірно зросте майже на 30%. Кількість днів без опадів та з незначною кількістю опадів (≤ 3 мм за добу) до середини 2015 року XXI століття в Житомирській області дуже ймовірно зменшиться, переважно за рахунок зимових місяців, проте максимальна тривалість бездошового періоду значно зросте. До того ж можна очікувати що у серпні, квітні та грудні він, ймовірно, зменшиться. Всі вищенаведені кліматичні чинники дають можливість сказати, що в період з 2018 по 2025 рік кількість лісових пожеж в лісових едатопах Житомирського обласного управління лісового та мисливського господарства зросте в 2,5 – 3 рази. Зміна максимальної за добу швидкості вітру протягом року та сезону малоімовірна до середини XXI ст. Поте є велика ймовірність збільшення кількості шквалів та ураганів за рахунок конвективності повітряних мас в тропосфері. При цьому практично не викликає сумнівів зменшення швидкості вітру у жовтні та дуже ймовірно у червні.

Висновки.

1. За період з 2010 по 2018 роки на території Державного підприємства «Житомирське лісове господарство», Державного підприємства «Зарічанське лісове господарство», а також в лісових едатопах Житомирського обласного управління лісового та мисливського господарства досить вагомо змінився клімат, що призвело до збільшення кількості та площі поширення лісових пожеж.

2. В Житомирському Поліссі в період з 2015 по 2018 роки радикально змінився стан кліматичної системи, зокрема: термічний режим, режим зволоження, швидкості та напрямку вітру, повторюваність екстремальних і небезпечних погодних явищ.

3. При підвищенні середньодобової температури повітря в січні до відміток: 0 та +1°C в Житомирській області можна очікувати подальше підвищення як середньої, так і максимальної та мінімальної температури протягом усього року, при цьому найбільші зміни можливі зимою та восени.

4. Значний ріст температури повітря у перехідні сезони може зумовити збільшення тривалості теплого періоду та літнього сезону, що в свою чергу посилює стан пожежної небезпеки.

5. Суттєве підвищення як мінімальної так і максимальної температури у теплий період по Житомирській області може привести до збільшення інтенсивності конвективних атмосферних процесів, і як наслідок до збільшення кількості та інтенсивності гроз.

6. У Житомирській області також можна очікувати збільшення числа спекотних літніх днів. Оскільки ці процеси супроводжуватимуться ростом тривалості бездощового періоду, то такі зміни суттєво вплинуть на зростання пожежної небезпеки – кількість пожеж та їх площа до середини 2025 року XXI ст. на Житомирщині може збільшитись в 3 рази.

Література:

1. Пачаури Р. К., Райзингер А. (2007). *Изменение климата 2007 г. Обобщающий доклад. Вклад рабочих групп I, II, III в Четвертый доклад об оценке Межправительственной группы экспертов по изменению климата*. Москва, Научная мысль, 104.
2. Чаба Матиаша (2010). *Леса и изменение климата в Восточной Европе и Центральной Азии*. Рим, 209 с.
3. Мохов И. И. (2006). Региональные модельные оценки пожароопасности при глобальных изменениях климата. *Доклады Академии Наук*, 6, 1-5.

4. *Пятое национальное сообщение Украины по вопросам изменения климата, подготовленное на выполнение статей 4 и 12 Рамочной конвенции Организации Объединённых Наций об изменении климата и статьи 7 Киотского протокола 2009.* Офіційний сайт Верховної Ради України.

<http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/124_051/print1521696002207247>
(2009, травень, 02).

5. Ходаков В. Е., Жарикова М. В. (2011). *Лесные пожары: методы исследования.* Херсон, Либідь, 470.

6. *Шестое национальное сообщение Украины по вопросам изменения климата, подготовленное на выполнение статей 4 и 12 Рамочной конвенции Организации Объединённых Наций об изменении климата и статьи 7 Киотского протокола. 2012.* Офіційний сайт Верховної Ради України. <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/993_532> (2012, листопад, 21).

7. Sitt D. (2013). *Climate Change. The Physical Science Basis. IPCC Working Group I Contribution to AR5: Approved Summary for Policymakers.*

8. Zibert H. (2016). *ENSEMBLES Final Report. Ensembles data archives.*

9. Zibtsev S. (2010). *Ukraine forest fire report. International Forest Fire News (IFFN),* 40, 61–75.

References:

1. Pachaury R. K., Raizynher A. (2007). *Yzmenenye klymata 2007 h. Obobshchaiushchy doklad. Vklad rabochykh hrupp I, II, III v Chetvertyi doklad ob otsenke Mezhpriyatelstvennoi gruppy ekspertov po yzmeneniyu klymata. Moskva, Nauchnaia mysl, 104.* [in Russian].

2. Chaba Matyasha (2010). *Lesa i izmenenye klimata v Vostochnoi Evrope i Csentralnoi Azyu. Rim, 209 s.* [in English].

3. Mokhov Y. Y. (2006). Regionalnye modelnye otsenky pozharoopasnosti pri globalnih yzmeneniyah klimata. Dokladi Akademyy Nauk, 6, 1-5. [in Russian].
4. Pyatoe natsyonalnoe soobshchenye Ukrayni po voprosam izmeneniya klymata, podhotovlennoe na vipolnenye statei 4 i 12 Ramochnoy konventsyy Orhanyzatsyy Obedinennih Natsyi ob izmeneniy klimata i statti 7 Kiotskogo protokola 2009. [The official website of the Verkhovna Rada of Ukraine].
<http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/124_051/print1521696002207247>(2009, traven, 02). [in Ukrainian].
5. Khodakov V. E., Zharykova M. V. (2011). Lesnie pozhari: metody yssledovanyia. Herson, Lybid, 470. [in Russian].
6. Shestoe natsionalnoe soobshchenie Ukrainy po voprosam izmeneniya klimata, podhotovlennoe na vipolnenye statei 4 i 12 Ramochnoi konventsyy Organyzatsiy Obedenennih Natsyi ob yzmeneniy klimata i stati 7 Kiotskoho protokola. 2012. [The official website of the Verkhovna Rada of Ukraine].
<http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/993_532> (2012, noiabr, 21). [in Ukrainian].
7. Sitt D. (2013). Climate Change. The Physical Science Basis. IPCC Working Group I Contribution to AR5: Approved Summary for Policymakers. [in English].
8. Zibert H. (2016). ENSEMBLES Final Report. Ensembles data archives. [in English].
9. Zibtsev S. (2010). Ukraine forest fire report. International Forest Fire News (IFFN), no 40, 61–75. [in English].