



<https://doi.org/10.36023/ujrs.2025.12.1.279>

УДК 528.8.04: 630.551 (477)

## Аналіз статистики лісових пожеж та їх впливу на клімат України за даними обробки матеріалів супутникових зйомок у глобальній інформаційній системі GWIS

А. І. Воробйов, <https://orcid.org/0000-0002-0728-6318>

ДУ “Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі ІГН НАН України”, вул. Олеся Гончара, 55-Б, Київ, 01054, Україна

У роботі наведено результати аналізу статистики лісових пожеж в Україні за період 2012–2023 роки і за 2024 рік, які отримані за даними обробки матеріалів супутникових зйомок за допомогою модулів статистичної обробки Current statistic Portal і Country Profile в системі GWIS.

У результаті аналізу результатів статистичної обробки за програмами Глобальної інформаційної системи GWIS встановлено, що за період 2002–2023 роки найбільший відсоток лісових пожеж в Україні спостерігався у Кіровоградській (6,4 %), Дніпропетровській (5,4 %) і Донецькій областях (5,1 %). У Черкаській, Харківській, Херсонській, Луганській, Миколаївській, Одеській і Полтавській областях площі пожеж становили близько 4 %. У Тернопільській і Вінницькій областях лісові пожежі становили не більше 0,04 %, а в Закарпатській, Волинській, Івано-Франківській та Чернігівській областях – менше 0,01 %.

За період з 2012 по 2024 рік найбільші площі лісових пожеж (близько 2 млн га за рік) спостерігались у 2014 і 2015 роках. У 2014 році кількість лісових пожеж становила 10 тисяч, а у 2015 році – близько 9300. Починаючи з 2017 (2 млн 600 тис. га) по 2024 рік (800 тис. га) разом із коливанням поступово зменшилась площа і кількість лісових пожеж з 10 тисяч у 2014 році до близько 3 тисяч у 2024 році. У 2024 році спостерігалось коливання обсягів емісії CO<sub>2</sub> із максимумами від 0,2 млн тонн у березні й квітні, а з кінця серпня до середини вересня спостерігалось різке збільшення емісії CO<sub>2</sub> до 0,7 млн тонн. Сукупний щотижневий обсяг емісії CO<sub>2</sub> за період з 2003 по 2023 роки становив близько 6 млн тонн, а у 2024 році збільшився до 8 млн тонн.

**Ключові слова:** Глобальна інформаційна система GWIS, модуль Current statistic Portal, модуль Country Profile, лісові пожежі, емісія CO<sub>2</sub>.

© А.І. Воробйов, 2025

### Вступ

Одним із факторів, які впливають на зміни клімату в Україні є лісові пожежі. Вони призводять до викидів тепла та емісії парникових газів.

Щорічно кількість лісових пожеж, під час яких відбуваються значні викиди тепла і емісія парникових газів зростає (Осадчий В., 2023). Тому одним із важливих завдань зменшення впливу на клімат і збереження довкілля України є моніторинг стану лісів, прогноз пожежної небезпеки та оперативне гасіння лісових пожеж.

Однією із систем, яка дає змогу вирішувати широкий спектр завдань, пов'язаних з лісовими пожежами, є Глобальна інформаційна система GWIS (GWIS, 2022). Вона оцінює пожежні режими і наслідки пожеж та надає інструменти для підтримання оперативного управління лісовими пожежами глобального і національного масштабів, дає змогу отримати інформацію про лісові пожежі та їх наслідки майже в реальному часі, історичну інформацію та дані про лісові пожежі для різних країн, зокрема й для України. Доступ до інформації

про лісові пожежі отримують через засіб перегляду за адресою: <https://gwis.jrc.ec.europa.eu>.

Система GWIS використовує дані виявлення активних пожеж, що надає NASA FIRMS (Fire Information for Resource Management System). Це система управління інформацією про пожежі для управління ресурсами надає доступ до глобальних супутникових знімків у режимі, близькому до реального часу, активних осередків пожеж / гарячих точок та пов'язаних з ними продуктів для визначення місцезнаходження, масштабів та інтенсивності впливу лісових пожеж.

Активні пожежі виявляються за тепловими аномаліями на супутникових зображеннях, які реєструють сенсори MODIS і VIIRS. Просторове розрізнення пікселя активного виявлення пожежі від MODIS становить 1 км, а VIIRS – 375 м.

Алгоритм обробки супутникових знімків порівнює температури потенційної пожежі з температурою земного покриву навколо неї. Якщо різниця температур перевищує заданий поріг, відповідна область Землі ідентифікується як активна пожежа або “гаряча точка”. Це дає змогу складати карту активних пожеж. Інформація про продукт MODIS active fire доступна за адресою

E-mail: [vorobiev@casre.kiev.ua](mailto:vorobiev@casre.kiev.ua)

<https://earthdata.nasa.gov/earth-observation-data/near-real-time/firms/c6-mcd14dl>.

Сенсор VIIRS (Visible Infrared Imaging Radiometer Suite) на борту NASA/NOAA Suomi National Polar-orbiting Partnership (SNPP) використовує алгоритми, аналогічні тим, які використовують під час обробки знімків MODIS для виявлення активних пожеж. Матеріали знімань VIIRS доповнюють активне виявлення пожежі MODIS і забезпечують вище просторове розрізнення порівняно з MODIS. VIIRS дає змогу виявляти менші за розмірами пожежі, а також точніше визначити контури великих пожеж. Інформацію про продукти VIIRS active fire можна знайти за адресою <https://earthdata.nasa.gov/earth-observation-data/near-real-time/firms/viirs-i-band-active-fire-data>.

Інформація про активні пожежі оновлюється щодня та стає доступною в GWIS протягом одного дня після отримання зображень MODIS/VIIRS. Відомі обмеження через час проходження супутників можуть призводити до пропуску частини активності горіння (активні пожежі виявляються лише під час проходження супутника) або через хмарний покрив і низьку температуру полум'я, яку неможливо визначити.

GWIS дає змогу прогнозувати пожежну небезпеку за 10 днів наперед від заданої дати, надає наближені тренди активних пожеж, вигорілих площ, викидів лісових пожеж і теплових аномалій, а також дані про вплив пожеж на ґрунтовий покрив.

Модуль прогнозування пожежної небезпеки GWIS дає змогу отримати прогнозні карти пожежної небезпеки від 1 до 9 днів, теплові аномалії, профілі, які включають інформацію про площу орних угідь, лісову площу та трав'яну / чагарникову зону. Також система надає місячні та сезонні аномалії температури й опадів, щотижневі звіти про пожежну активність: ці звіти містять тенденції лісових пожеж на певний період порівняно з пожежною активністю в регіоні в попередні сезони. Статистичні тенденції лісових пожеж система GWIS надає в реальному часі на рівні різних країн та областей. Для цього GWIS використовує дані служби моніторингу атмосфери Copernicus та глобальної системи асиміляції пожеж (ECMWF) та сенсори TERRA & AQUA (NASA і VIIRS (NASA/NOAA/SNPP).

Global Wildfire information system накопичує інформацію про кількість і площі лісових пожеж у різних регіонах Землі, зокрема й по Україні. Важливою є також статистична обробка даних про площі лісових пожеж для кожного тижня поточного року.

Методологія GWIS використовується для ідентифікації подій, а оцінка горілих ділянок лісу базується на просторово-часовій кластеризації теплових аномалій, які виявляються за матеріалами знімань супутників MODIS та VIIRS. Основна інформація про GWIS міститься на сайті: <https://forest-fire.emergency.copernicus.eu/about-effis/technical-background/rapid-damage-assessment>.

Додаткову інформацію щодо виявлення пожеж у GWIS наведено за адресою: <https://gwis.jrc.ec.europa.eu/about-gwis/technical-background/burnt-areas>.

GWIS спирається на поточну діяльність Європейської інформаційної системи про лісові пожежі (EFFIS), Глобальну систему спостереження за сушею (GTS), Групи зі здійснення заходів для боротьби з пожежами (GOFC Fire IT) та пов'язаних з ними регіональних мереж збору інформації про лісові пожежі. Основне фінансування GWIS забезпечує Європейська комісія.

Система GWIS включає 5 основних модулів (програм).

### **Модуль Current Situation Viewer (Переглядач поточної ситуації)**

Ця програма надає таку інформацію про лісові пожежі в режимі, близькому до реального часу: прогноз пожежної небезпеки на 10 днів вперед на основі Канадського індексу пожежної погоди (FWI), виникнення блискавки, виявлення активних пожеж з датчиків NASA MODIS і VIIRS, периметри територій, що вигоріли в режимі, близькому до реального часу, отримані за допомогою MODIS та VIIRS, викиди від пожежі, доступ до статичної глобальної карти палива.

### **Current Statistics Portal (Портал поточної статистики)**

За допомогою цього модуля отримують такі статистичні дані: актуальна статистика вигорілих площ та кількості пожеж, порівняно із середнім показником за останні 10 років, статистика поточного року порівняно з одним роком чи періодом минулого, сезонний кумулятивний тренд з вигорілих площ та кількості пожеж порівняно із середнім показником за останні 10 років, кількість теплових аномалій, виявлених датчиком VIIRS, порівняно із середнім значенням теплових аномалій за останні 10 років, кількість теплових аномалій, виявлених датчиком MODIS, порівняно із середнім значенням теплових аномалій протягом останніх 10 років.

### **Модуль Country Profile (Довідкова інформація по країні)**

Ця програма дає змогу отримати історичний огляд протипожежних режимів на рівні різних країн за період 2002–2023 роки, а також містить карти річних / щомісячних вигорілих площ та сезонність, надає багаторічні та однорічні графіки: кількість пожеж, вигорілі площі, отримані за зніманнями MODIS MCD64A2, щомісячний розподіл пожеж на рік, пошкодження ґрунтового покриву, річні і щомісячні викиди тепла та емісію парникових газів від лісових пожеж. Серед них: сажа, вуглекислий газ, діоксид сірки, органічні вуглець, метан, монооксид вуглецю, оксиди азоту, тверді частинки, неметанові вуглеводні, загалом вуглець в аерозолях і спалений вуглець.

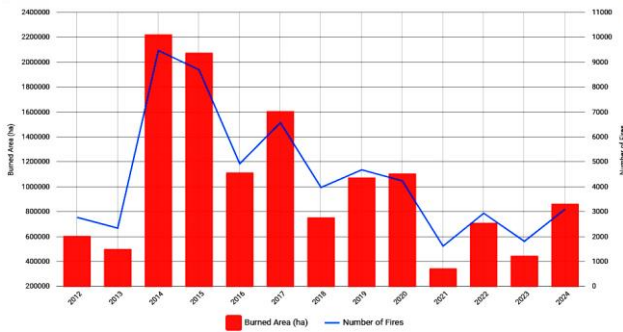
### **Модуль Long-term fire weather forecast (Довгостроковий прогноз пожежної погоди)**

Програма дає змогу замовити довгостроковий прогноз пожежонебезпечної погоди, який включає сезонні прогнози температурних та осадових аномалій. Такі прогнози охоплюють місяці або

навіть сезони. Зміни в погоді можуть сприяти ризику виникнення пожеж. Для цього рекомендується перевіряти актуальну інформацію на метеорологічних ресурсах (METGIS POINT API; Довідкові дані..., 2014).

**Аналіз результатів статистичної обробки даних про лісові пожежі в Україні за допомогою модулів Current statistic Portal і Country Profile системи GWIS**

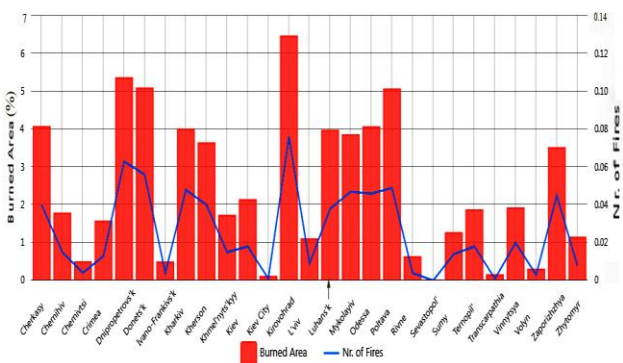
На Рис. 1 показано графіки площі і кількість лісових пожеж, отриманих за результатами статистичної обробки матеріалів супутникових зніманих за період 2012–2024 роки.



**Рис. 1.** Гістограма площі лісових пожеж у гектарах (червоного кольору) та кількості лісових пожеж (графік синього кольору) в Україні за період 2012–2024 роки (за даними системи GWIS)

З Рис. 1 бачимо, що найбільші площі лісових пожеж (близько 2 млн га за рік) спостерігались у 2014 і 2015 роках. Кількість лісових пожеж у 2014 році становила 10 тисяч, а у 2015 році – близько 9300. Починаючи з 2017 року спостерігалось коливання і поступове зменшення площі лісових пожеж з 1 млн 600 тис. га до 800 тис. га у 2024 році, а кількість лісових пожеж зменшилось з 10 тисяч у 2014 році до близько 3 тисяч у 2024 році. Вищі значення площі і кількості лісових пожеж у 2014 і 2015 роках є надто високими. Очевидно, вони пов'язані з погодними особливостями в ці роки та з воєнними діями в певних областях.

На Рис. 2 наведена гістограма розподілу площі і кількості лісових пожеж у відсотках за період 2002–2023 роки.

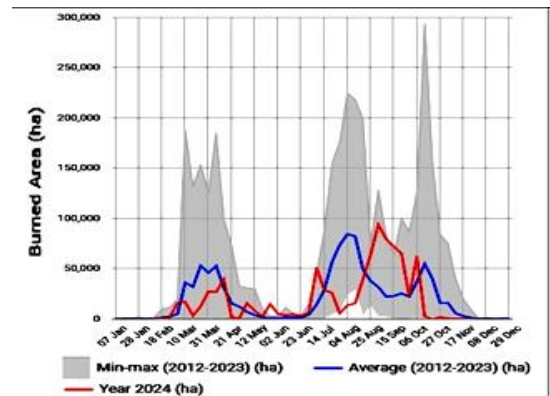


**Рис. 2.** Гістограма розподілу у відсотках площі лісових пожеж за період 2002–2023 роки у різних областях України (червоного кольору) і кількості лісових пожеж у відсотках (графік синього кольору) за даними системи GWIS

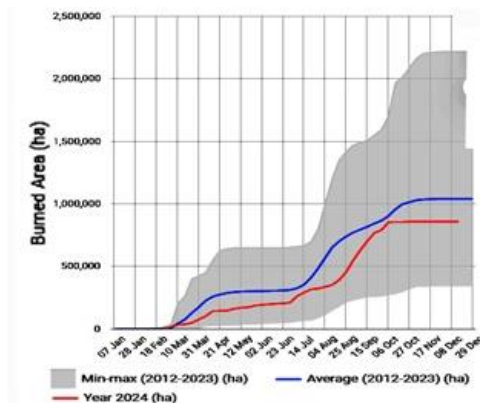
З Рис. 2 бачимо, що за період 2002–2023 роки найбільший відсоток лісових пожеж спостерігався в Кіровоградській (6,4 %), Дніпропетровській (5,4 %) і Донецькій областях (5,1 %). У Черкаській, Харківській, Херсонській, Луганській, Миколаївській, Одеській і Полтавській областях площа пожеж становила близько 4 %. У Тернопільській і Вінницькій областях лісові пожежі становили не більше 0,04 %, а в Закарпатській, Волинській, Івано-Франківській та Чернігівській областях – менше 0,01 %.

Далі на Рис. 3–5 крім графіків синього і червоного кольору сірим показано площі розкиду мінімальних і максимальних значень відповідних параметрів (Min-Max (2012–2023)) аномалій за вказаний період часу в роках.

Аналіз графіків статистичної обробки даних за період 2012–2023 роки дав змогу простежити закономірність розподілу лісових пожеж протягом одного року. З Рис. 3 бачимо, що найбільша кількість лісових пожеж виникає в період з початку березня по середину квітня та з початку липня по кінець жовтня.



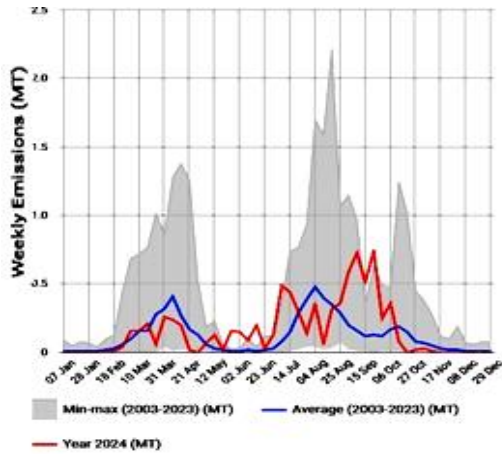
**Рис. 3 а.** Графік усередненої щотижневої площі лісових пожеж (синього кольору) за період 2012–2023 роки та графік щотижневої площі лісових пожеж у 2024 році (червоного кольору) в гектарах



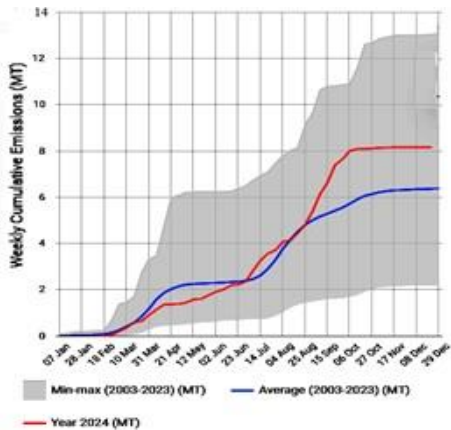
**Рис. 3 б.** Графік сукупної усередненої щотижневої площі лісових пожеж за період 2012–2023 роки (синього кольору) та графік сукупної щотижневої площі лісових пожеж (червоного кольору) у 2024 році в гектарах

З Рис. 3 а бачимо, що найбільші щотижневі площі лісових пожеж, до 80 тис. га за період 2012–2023 роки спостерігались 20 липня, а у 2024 році їх площа сягала близько 95 тис. га на початку вересня. З Рис. 3 б бачимо, що сукупна площа лісових пожеж за період 2012–2023 роки перевищила 1 млн га, а у 2024

році не перевищила 900 тис. га. Під час лісових пожеж відбувається емісія вуглекислого газу (CO<sub>2</sub>), який є основним парниковим газом і суттєво впливає на зміни клімату. На Рис. 4 показано графіки обсягів усередненої щотижневої емісії вуглекислого газу в мегатоннах за період 2003–2023 роки, а також за 2024 рік.



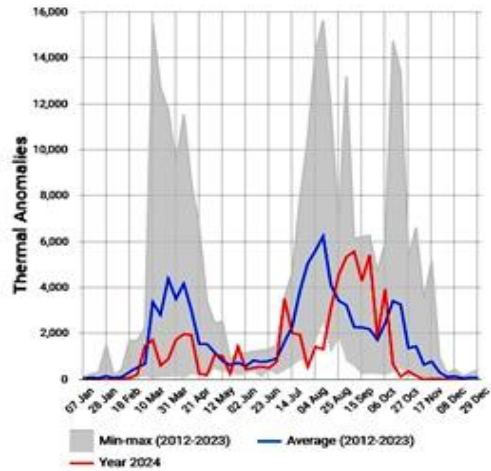
**Рис. 4 а.** Графік середньої щотижневої емісії CO<sub>2</sub> у млн тонн за період 2003–2023 роки (синього кольору) та графік щотижневої емісії вуглекислого газу в млн тонн протягом 2024 року (червоного кольору)



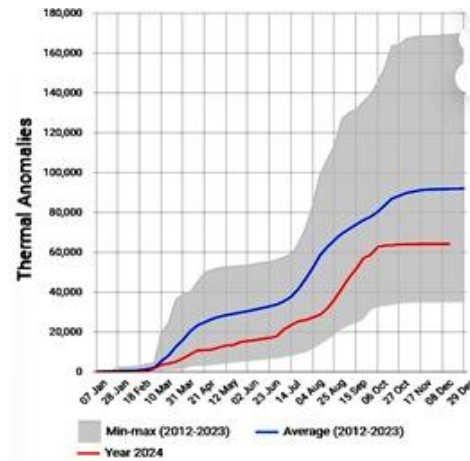
**Рис. 4 б.** Графік середньої сукупної щотижневої емісії CO<sub>2</sub> у млн тонн за період 2003–2023 роки (синього кольору) та графік сукупної щотижневої емісії вуглекислого газу в млн тонн протягом 2024 року (червоного кольору)

З Рис. 4 а бачимо, що у 2024 році обсяги щотижневої емісії CO<sub>2</sub> становили 0,2 млн тонн у березні і квітні, а з кінця серпня до середини вересня збільшились обсяги емісії CO<sub>2</sub> до 0,7 млн тонн. Сукупний обсяг емісії CO<sub>2</sub> за період 2003–2023 роки становив близько 6 млн тонн, а у 2024 році збільшився до 8 млн тонн.

Далі на Рис. 5 а і 5 б наведено графіки кількості щотижневих теплових аномалій протягом 2024 року і кількість усереднених теплових аномалій протягом року за період 2012–2023 роки, а також кількість сукупних щотижневих теплових аномалій за цей період і за 2024 рік.



**Рис. 5 а.** Графік кількості усереднених щотижневих теплових аномалій за період 2012–2023 роки (синього кольору) і графік кількості щотижневих теплових аномалій у 2024 році (червоного кольору) за зніманнями датчика VIIRS



**Рис. 5 б.** Графік кількості сукупних усереднених щотижневих теплових аномалій за період 2012–2023 роки (синього кольору) та графік кількості сукупних щотижневих теплових аномалій (червоного кольору) у 2024 році за зніманнями датчика VIIRS

З Рис. 5 а бачимо, що графік усередненої кількості щотижневих теплових аномалій за період 2012–2023 роки мав два піки. У першому півріччі пік становив 4 тисячі, а у другому півріччі – близько 6 тисяч. На графіку кількості щотижневих теплових аномалій за перше півріччя 2024 року не було чіткого піку, а у другому півріччі спостерігалось два піки, більший з яких почався в серпні і закінчився на початку жовтня і становив близько 5,5 тисяч теплових аномалій.

З Рис. 5 б бачимо, що сукупна кількість щотижневих теплових аномалій за 2024 рік досягла 64 тисячі, а усереднена сукупна кількість щотижневих теплових аномалій за період 2012–2023 роки становила близько 92 тисячі аномалій.

## Висновки

З аналізу результатів статистичної обробки за програмами Глобальної інформаційної системи GWIS встановлено, що за період 2002–2023 роки

найбільший відсоток лісових пожеж в Україні спостерігався в Кіровоградській (6,4 %), Дніпропетровській (5,4 %) і Донецькій областях (5,1 %). У Черкаській, Харківській, Херсонській, Луганській, Миколаївській, Одеській і Полтавській областях площа пожеж становила близько 4 %. У Тернопільській і Вінницькій областях лісові пожежі становили близько 0,04 %, а у Закарпатській, Волинській, Івано-Франківській та Чернігівській областях – менше 0,01 %.

За період 2012–2024 роки найбільші площі лісових пожеж (близько 2 млн га за рік) спостерігались у 2014 і 2015 роках. У 2014 році кількість лісових пожеж становила 10 тисяч, а у 2015 році – близько 9300. Починаючи з 2017 року поступово зменшувались площі лісових пожеж з 2 млн 600 тис. га до 800 тис. га у 2024 році і зменшувалась кількість лісових пожеж з 10 тисяч у 2014 році до близько 3 тисяч у 2024 році.

Сукупний щотижневий обсяг емісії CO<sub>2</sub> за період 2003–2023 роки становив близько 6 млн тонн, а у 2024 році збільшився до 8 млн тонн. У 2024 році спостерігалось коливання обсягів емісії CO<sub>2</sub> з максимумами від 0,2 млн тонн у березні і квітні, а з кінця серпня до середини вересня спостерігалось різке збільшення емісії CO<sub>2</sub> до 0,7 млн тонн.

Сукупна кількість щотижневих теплових аномалій за період 2012–2023 роки становила близько 92 тисячі, а сукупна кількість щотижневих теплових аномалій за один 2024 рік становила 64 тисячі.

Аналіз результатів статистичної обробки даних у глобальній інформаційній системі GWIS свідчить про значне зростання кількості і площі лісових пожеж в останні два десятиріччя, що призводить до збільшення викидів тепла та емісії парникових газів, що є одним з важливих факторів впливу на зміни клімату в Україні.

## Література

### ANALYSIS OF FOREST FIRE STATISTICS AND THEIR IMPACT ON UKRAINE'S CLIMATE BASED ON SATELLITE IMAGERY DATA PROCESSING IN THE GLOBAL INFORMATION SYSTEM GWIS

A. I. Vorobiev

State Institution "Scientific Centre for Aerospace Research of the Earth of the Institute of Geological Science of the National Academy of Sciences of Ukraine", Olesia Honchara Str., 55-b, Kyiv, 01054, Ukraine.

As a result of the analysis of the statistical processing results carried out in this article using the Global Information System GWIS programs, it was found that for the period 2002–2023, the highest percentage of forest fires in Ukraine was observed in the Kirovograd (6,4 %), Dnipropetrovsk (5,4 %) and Donetsk (5,1 %) regions. In the Cherkasy, Kharkiv, Kherson, Luhansk, Mykolaiv, Odessa and Poltava regions, the percentage of the area of fires was about 4 %. In the Ternopil and Vinnytsia regions, the percentage of forest fires was no more than 0,04 %, and in the Zakarpattia, Volyn, Ivano-Frankivsk and Chernihiv regions it was less than 0,01 %.

For the period 2012–2024, the largest areas of forest fires (about 2 million hectares per year) were observed in 2014 and 2015. In 2014, the number of forest fires was 10 thousand, and in 2015 – about 9300. From 2017 (2 million 600 thousand hectares) to 2024 (800 thousand hectares), there was a gradual decrease in the area and number of forest fires together and with fluctuations, from 10 thousand in 2014 to about 3 thousand in 2024. In 2024, there was a fluctuation in the volume of CO<sub>2</sub> emissions with maximums of 0,2 megatons in March and April, and from late August to mid-September there was a sharp increase in CO<sub>2</sub> emissions to 0,7 megatons. The total weekly volume of CO<sub>2</sub> emissions for the period 2003–2023 was about 6 megatons, and in 2024 it increased to 8 megatons.

**Key words:** Gwis Global Information System, Surrent Statistic Portal module, Suntry Profile module, forest fires, emission CO<sub>2</sub>.

Довідкові дані з клімату України. (2014). Рівне: Національний інститут водного господарства та природокористування.

Osadchiy, V., Oreshchenko, A., Savenets, M. (2023). *Супутниковий моніторинг пожеж і забруднення атмосферного повітря*. Київ: ДСНС України, НАН України, УкрГМІ.

Guide for Global Wildfire information system (GWIS). (2022). METGIS POINT API. Retrieved from <https://baronweather.com/arcgis-weather-layers>.

## References

Guide for Global Wildfire information system (GWIS). (2022). METGIS POINT API. Retrieved from <https://baronweather.com/arcgis-weather-layers>.

Osadchiy, V., Oreshchenko, A., Savenets, M. (2023). *Satellite monitoring of fires air pollution*. Kyiv: State Emergency Service of Ukraine, National Academy of Sciences of Ukraine, UkrGMI.

Reference data from the climate of Ukraine. (2014). Rivne: National Institute of Water Management and Environmental Management.

**Funding:** This research was conducted in the course of research work "Clarification of the impact of climatic changes on the environment and socio-economic state of sustainable development in Ukraine and the development of recommendations for minimizing the negative consequences of this influence on the basis of materials of aerospace filming and polygonal studies". No State Registration 0121U100410.

**Acknowledgments:** The author is grateful to the National Academy of Sciences of Ukraine for the support of this study. The author is grateful to the reviewers and editors for their valuable comments, recommendations and attention to work.

**Фінансування:** Це дослідження проведене під час виконання науково-дослідної роботи "Уточнення впливу кліматичних змін на довкілля і соціо-економічний стан сталого розвитку в Україні та розробка рекомендацій по мінімізації негативних наслідків цього впливу на основі матеріалів аерокосмічних зйомок та полігонних досліджень". № держ. реєстрації 0121U100410.

**Подяки:** Автор вдячний Національній академії наук України за підтримку цього дослідження. Автор вдячний рецензентам і редакторам за їхні цінні коментарі, рекомендації та увагу до роботи.

Рукопис статті отримано 17.01.2025  
Надходження остаточної версії: 15.03.2025  
Публікація статті: 30.03.2025