МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет біології, географії та екології
Кафедра географії та екології

ДИНАМІКА ВИНИКНЕННЯ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ НА КОНТИНЕНТАХ ТА ЇХ ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ

Кваліфікаційна робота (проєкт)
на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»

Виконала: здобувачка 2 курсу 05-216М групи
Спеціальності 101 Екологія
Освітньо-професійної програми «Екологія»
Сігарьова Олександра Вадимівна

Керівник к.б.н., доцентка Сараненко І.І.
Рецензент фахівець з дотримання природоохоронного законодавства Проєкту USAID «Говерла» Зінченко М.О.

Івано-Франківськ – 2024

ЗМІСТ

ВСТУП..... 3

РОЗДІЛ 1. Лісові пожежі як глобальна екологічна проблема… 5

1.1 Лісові пожежі як стихійне явище світового масштабу…… 6

1.2. Боротьба з лісовими пожежами на континентах за допомогою цифрових технологій……. 9

РОЗДІЛ 2. Методика виконання роботи…… 13

РОЗДІЛ 3. Виникнення лісових пожеж на континентах у літній (зимовий) період……... 17

3.1 Африка…… 18

3.2 Австралія…… 22

3.3 Євразія…… 25

3.4 Північна Америка…….. 29

3.5 Південна Америка…….. 32

РОЗДІЛ 4. Аналіз отриманих даних…… 36

ВИСНОВКИ…….. 42

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ…… 43

ДОДАТКИ…….. 48

Додаток А…… 48

Додаток Б…… 49

ВСТУП

Актуальність теми: Дослідження лісових пожеж є актуальним питанням сьогодення, а саме їх розвиток та інтенсивність виникнення, особливості частоти збільшення або зменшення на континентах, що є спільного та чим відрізняються. Особливої актуальності ця тема набирає в умовах зміни клімату в світі. Саме тому необхідно досліджувати лісові пожежі задля попередження їх виникнення, а у разі виникнення мати точні дані та алгоритм дії як їх якнайшвидше усунути.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами: робота відповідає основним напрямам наукових досліджень кафедри географії та екології.

Мета та завдання дослідження: головною метою роботи є лісові пожежі як глобальна екологічна проблема, яка виникає у кожному куточку світу та має негативний вплив на всі сфери життєдіяльності людини і природи. Дослідження динаміки виникнення лісових пожеж та інших параметрів.

Для досягнення поставленої мети були визначені такі завдання:

- вивчення лісових пожеж на континентах, як глобальну екологічну проблему, визначення причин їх виникнення;

- спостереження за частотою виникнення лісових пожеж на континентах; кліматичними показниками; індексом якості повітря з використанням NASA Fire Map; Global Forest Watch, Microsoft Excel 2019, Windy.com.

- аналіз лісових пожеж та визначення їх впливу на навколишнє середовище.

Об'єкт дослідження: лісові пожежі на континентах та їх розвиток.

Предмет дослідження: розповсюдження лісових пожеж на континентах та причини їх виникнення.

Методи дослідження: вимірювання, аналізу, опису, моніторинговий, картографічний, статистичний, прогнозний.

Наукова новизна одержаних результатів: у даній роботі розглядаються пожежі та їх виникнення на континентах, для отримання збору результатів і моніторингу пожеж були використані цифрові технології, а саме програми Global Forest Watch, Windy.com та NASA Fire Map. Сучасний світ розвивається дуже швидкими темпами і людство знаходить нові більш прості у використанні і реалізації методи дослідження. Впровадження цифрових технологій в природничу наукову діяльність є тим, що обов'язково відбудеться і до чого науковці мають бути готові.

Практичне значення одержаних результатів: результати роботи є актуальними для сьогодення оскільки містить в собі аналіз пожеж на континентах за літній (зимовий) період 2024 рік. На даний момент знайти таку інформацію не просто оскільки немає готових табличних даних, аналізу лісових пожеж та їх впливу саме за 2024 рік.

Апробація результатів роботи:

Сігарьова Олександра. Сертифікат учасника Міжнародної науково-практичної конференції «Катастрофа Каховського водосховища: рік «післязавтра» і перспектива майбутнього». Херсонський державний університет, 6–7 червня 2024 року.

Публікації:

Сігарьова О.В.. Тенденції виникнення лісових пожеж на континентах у літній період. Магістерські студії. Альманах. Вип. 24. – Херсон – Івано-Франківськ. ХДУ, 2024.

Кваліфікаційна робота обсягом 50 сторінок складається з чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел, двох додатків; містить 6 рисунків.

РОЗДІЛ 1
ЛІСОВІ ПОЖЕЖІ ЯК ГЛОБАЛЬНА ЕКОЛОГІЧНА ПРОБЛЕМА

Велика кількість науковців вивчали питання лісових пожеж на континентах та їх глобальне значення. Серед них професор Стефан Доерр та доктор Крістіан Сантін. Вони разом у співпраці з іншими дослідниками подорожували по всьому світу для дослідження лісових пожеж і відібрали необхідні зразки біомаси і ґрунту [1].

Частина рослинності не згорає при спалюванні, а перетворюється на деревне вугілля, збагачене вуглецем і стійке до деградації, тому може зберігатися в ґрунті протягом тривалого часу. Доктор Метью Джонс (Центр дослідження змін клімату Тіндалла) і Гвідо ван дер Верф (Амстердамський вільний університет) зібрали дані та провели аналіз глобальних викидів вогню, кількісно визначили вуглець, що викидається в атмосферу внаслідок пожеж у глобальному масштабі та деревне вугілля, що може бути вироблене за поточним і очікуваним кліматичним сценарієм [2].

За даними SciTechDaily кліматологи попереджають, що рекордно високі температури збережуться і у 2025 році, тому світ може стикнутися зі ще більшою кількістю лісових пожеж, подібних до тих, що вирували у Канаді та Греції [3].

У своїх роботах українські вчені Балабух В., Матлицька Л. та Зібцев С. досліджують та визначають вплив кліматичних показників на площу лісових пожеж у північно-чорноморському регіоні України [4], пов’язують причини виникнення лісових пожеж із зміною клімату [5]; виявили «визначальний вплив температури повітря на ступінь природної пожежної небезпеки в регіоні», «кількісні зв’язки рівня ступеню пожежонебезпеки в регіоні з термічним режимом, режимом зволоження та вітром».

1.1. Лісові пожежі як стихійне явище світового масштабу

Як показує досвід іноземних країн навіть високо технологічно розвинені країни не в змозі ефективно протистояти лісовим пожежам. Особливо це належить до країн із надзвичайно жарким кліматом такими як Західна Європа, Середземномор'я, деякі країни Центральної та латинської Америки, південь США) [6].

Будь-які пожежі, які виникають у природі є небезпечними і несуть зміни на глобальному рівні.

Лісові пожежі несуть негативний вплив на кожний компонент природних екосистем, а саме забруднюють атмосферу вуглекислим газом, пилом, хімічними сполуками.

Негативно впливають на ґрунти, спалюючи зелені рослини, що на ньому росли, що призводить до запустіння ділянки, а також це впливає на біорізноманіття, оскільки тваринам більше немає де ховатися чи живитися і вони мають покидати заселені раніше ними території. На таких територіях де пройшла лісова пожежа збільшується інтенсивність водної та вітрової ерозії, оскільки дерев немає і вітру нічого не заважає. Також лісові пожежі негативно впливають на поживні речовини, що знаходяться у ґрунтах, де мешкають мікроорганізми, які розкладають органічні речовини і виділяють багато необхідних поживних речовин для рослин. На жаль лісові пожежі призводять до незворотних процесів у ґрунті: хімічні речовини випаровуються через високу температуру. Взагалі існують такі категорії хімічних елементів при горінні: чутливі – від 200 до 375 ˚С (Hg), помірні – 375 і до 1100 ˚С (Zn) та нечутливі – вище 1100 ˚С [7].

Лісові пожежі призводять до руйнування органічних речовин в ґрунтових горизонтах і верхнього гумусового шару, при цьому склад гумусу змінюється. Пожежа призводить до зменшення гумінових кислот

через що збільшується pH ґрунту, а це в свою чергу важливий показник для рослин.

Лісові пожежі також можуть бути причинами зсувів, після зливи вода розріджує нестабільно сухий ґрунт, що і призводить до можливих зсувів. Потрібно постійно проводити оцінку небезпеки формування зсувів після лісових пожеж, але часто буває так, що між зливою та лісовою пожежею не завжди вистачає часу для ефективного реагування на ситуацію.

Коріння дерев також дуже добре затримує вологу і не дає водам розмивати ґрунти. Також втрата певної лісової ділянки призводить до погіршення водного стоку, оскільки коріння дерев більше не затримує води. Саме лісові пожежі є причиною обміління річок або інших невеликих водних об’єктів. Це веде до порушення у біотичному балансі водойми, гинуть риби і водна рослинність.

Лісові пожежі безпосередньо впливають на водну біоту. Високі температури, які виникають під час горіння, підвищують температуру води, що веде до змін хімічного складу води. Через це підвищується вміст азоту та фосфору, що призводить до цвітіння води. Водорості, утворюючи шар на поверхні водойми, не дають можливості світлу проникати в товщу водойми, а також забирають кисень із води коли розкладаються. Також зола та інші частинки, що лишаються або виділяються після пожежі, є небезпечними і можуть змінити pH водойми.

Впливом лісових пожеж на водойми є ерозія та збільшення водного стоку. Після пожежі на ґрунті утворюється шар сажі (інших частинок), що відштовхує дощову воду. Це призводить до того, що земля не може вбирати дощову воду. Через збільшення стоку потоки води починають текти швидше та призводять до ерозії берегів водойми, зсувів, які змінюють або блокують курс річки.

Після лісових пожеж відбувається оцінка збитків, оцінюється вплив, який нанесла лісова пожежа для: оцінки загрози життю людей,

природних об’єктів, які перебували у зоні пожежі, обсяги пошкодження деревини на її цінність; оцінка впливу на біорізноманіття;

Лісова пожежа – це стихійне лихо, неконтрольована пожежа, яка охоплює різні за розміром ділянки лісосмуги.

Основними причинами через які виникають лісові пожежі є людська діяльність, гроза, сільськогосподарські підпали особливо в жарку погоду або в посушливі сезони, самозаймання торф’яників і діяльність людини.

Чинники, які впливають на виникнення лісові пожеж багато, основним є висока температура повітря, жаркий клімат або спекотні сезони року, відсутність опадів, посухи, суховії, перегрівання ґрунтів.

В результаті лісових пожеж вигорають дерева і чагарники, знищується флора та фауна, сільськогосподарські об’єкти, населені пункти. Лісові пожежі становлять велику загрозу для людей і сільськогосподарської худоби.

Лісові пожежі в залежно від характеру загоряння поділяють на низові, верхові і ґрунтові (торф’яники) [8].

Також лісові пожежі в залежно від інтенсивності поділяються на слабкі, середні та сильні [8]. На такий показник як інтенсивність горіння впливають деякі показники такі як: сила вітру, від матеріалу, ухилу місцевості та добового часу.

Від швидкості поширення верхові і низовинні пожежі поділяються на швидкі і стійкі [9]. Слабка пожежа поширюється зі швидкістю не більше 1 м/хв, а сильна перевищує 3 м/хв. Слабкі верхові пожежі мають швидкість 3 м/хв, середні – до 100 м/хв [8].

Лісові пожежі в залежності від висоти поділяються на: високі до 0,5 м, середні – 1,5 м, та сильні понад 1,5 м. [9]

Підземні пожежі в зваженості від глибини прогоряння поділяються на, глибина не перевищує 25 см, середні – 25 – 50 см, та сильні глибше ніж 50 см (належить до торф’яників).

Основними причинами виникнення лісових пожеж виділяють такі чинники: антропогенний (в результаті діяльності людини), природній (грозовий розряд), невідомий (коли не відомо, який саме чинник викликав пожежу). За статистикою найбільша кількість лісових пожеж виникає через антропогенний чинник.

Кожного року людська діяльність призводить до катастрофічних лісових пожеж. Основними причинами виникнення лісових пожеж через антропогенний чинник є: сільськогосподарські підпали трави, сміття і т. д. Може стати серйозною причиною загибелі сільськогосподарських тварин, ферм та людей; недотримання людиною правил пожежної безпеки. Наприклад залишене не погашене багаття, спалення сміття на торфовищах і т. д.; навмисні підпали; використання техніки, яка є несправною (техніка для лісозаготівельних робіт).

До природних чинників лісових пожеж або чинників, які провокують лісові пожежі є: жаркий клімат або посушливий сезон року; влучання блискавки в дерево; вулканічна діяльність; низька вологість.

Як додатковий чинник сильний вітер, оскільки він може за лічені хвилини рознести вогонь на інші території.

1.2. Боротьба з лісовими пожежами на континентах за допомогою цифрових технологій

Найчастіше пожежі виникають у результаті діяльності людини [10]. Глобальне потепління є дуже важливим показником для частого виникнення лісових пожеж. За даними Міжурядової групи експертів зі змін клімату (МГЕЗК) температура на планеті підвищилася на 1,5 ˚С порівняно з до індустріальним періодом суспільства [11]. Розрахункові оцінки показують, що в результаті діяльності людини температура піднялася приблизно на 1,0 ˚С вище, що має діапазон у 0,8 ˚С – 1,2 ˚С. За цими розрахунками можна впевнено сказати, що саме діяльність людини

є ключовою причиною глобального потепління. Ймовірно у періоді між 2030 та 2052 роками відбудеться ще одне глобальне потепління на планеті коли температура підвищиться ще на 1,5˚C, але такий сценарій можливий якщо температура продовжить рости такими темпами [11].

Лідером за виникненням пожеж у світі за даними NASA, є регіони екваторіальної Африки, Північної та Південної Америки (з обох боків екватора), Євразії, Австралії, Мадагаскару, а також Індонезія. (рис. 1.1) [12, 13].

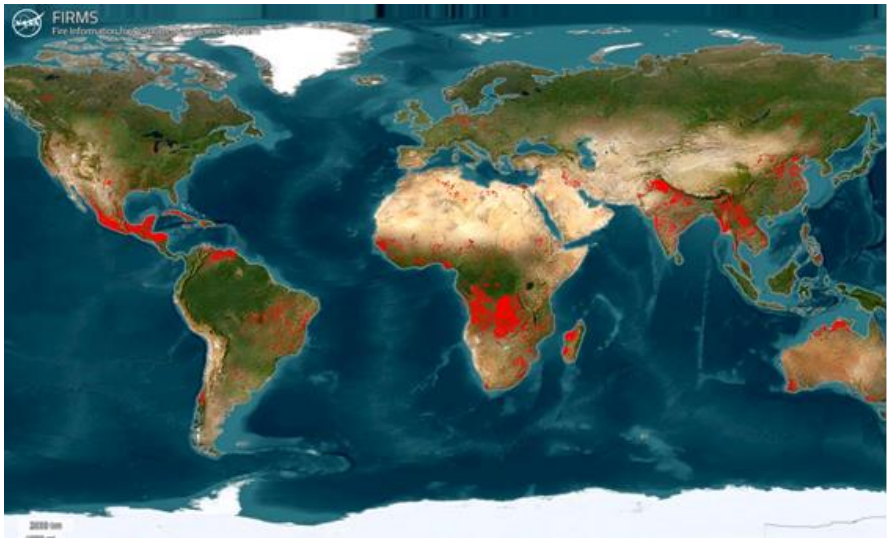


Рисунок 1.1 – карта пожеж світу за даними NASA Fire Map [13]

Країни із маленькою щільністю населення та великими просторами мають особливо великі проблеми з лісовими пожежами (США, Австралія, Канада). На жаль навіть добре розвинені країни часто не в змозі вчасно зупинити лісову пожежу, яка доки її будуть намагатися знайти і зупинити встигне охопити велику кількість гектарів лісових насаджень [14]. Нерідко такі пожежі дуже сильні і перекидаються на населені пункти.

З початком використання супутників та супутникових знімків стало відомо, що у 80-х роках в великих бореальних лісах, які панували у минулому столітті, щорічно у середньому вигорало понад 8 млн га [14]. Якщо порівнювати 80-ті і 90-ті роки, то кількість лісових пожеж в

Західній Європі зросла майже на 40 %. Тільки в Канаді та США щорічно реєструють понад 150 тис. лісових пожеж [14]. В європейських країн найбільшу кількість пожеж було зареєстровано в Іспанії та Португалії (210-156 тис. сповіщень) за період 2000-2007 рр.

В період з 2010-2019 рр. найбільшу кількість пожеж було зафіксовано в Португалії (19362 тис. сповіщень) та в Іспанії (11860 тис. сповіщень). Напружена ситуація з лісовими пожежами спостерігається у Італії, Швейцарії, Польщі та Франції де зареєстровано від 7188 до 3865 тис. випадків пожеж із загальною площею від 62 тис. га до 13 тис. га [14]. Не менш гостра ситуація з пожежами відбувається і в Україні. Хоча Україна не має настільки жаркого та посушливого клімату, як у більшості європейських країн, але сповіщень про пожежі доволі багато 1626 тис. загально площею понад 3 тис. га [15].

В сучасно світі багато різних галузей активно залучається допомогою цифрових технологій або їх ще називають технологіями штучного інтелекту допомагають науковцям у роботах, зокрема технології штучного інтелекту допомагають [16]: моніторити ситуацію на певній території (особливо актуально якщо у науковців немає можливості самим побувати на цій території); опрацьовувати велику кількість інформації та зберігати її в цифровому форматі; моделювати можливі ситуації, створювати керовані моделі цих ситуацій; отримувати інформацію про об’єкт в реальному часі; цифрові технології і програми створені на їх основі дають велику кількість можливостей, які економлять час і дають можливість глобально проаналізувати проблему, об’єкт.

Специфікою використання послуг цифрових технологій для аналізу причин та наслідків лісових пожеж є обробка великої кількості інформації й прогнозування погодних умов і температури та можливість вистежування вогнища і процеси після пожеж. Це відкриває широкий спектр застосування технологій штучного інтелекту в аналізі причин виникнення пожеж та їх екологічних наслідків [17, 18]:

1. Моніторинг території. Як приклад програма на основі штучного інтелекту Alert California AI, яка створена в допомогу каліфорнійським вогнеборцям, за допомогою партнерів-учених з Каліфорнійського університету із Сан-Дієго. Ця система на основі штучного інтелекту збирає і аналізує супутникові дані за допомогою датчиків або дронів на наявність лісових пожеж на ранніх стадіях. Система має доступ до 1032 камери, які можуть обертатися на 360 градусів [19, 20].

У світі це не єдиний проєкт по боротьбі з лісовими пожежами. Також існує система FUEGO (Fire Urgency Estimator in Geosynchronous Orbit) (Додаток А).

2. Прогнозування ризику виникнення пожеж. Програми на основі штучного інтелекту можна використовувати для аналізу таких показників як: рельєф, аналізування або збір даних з супутникових знімків, аналіз кліматичних даних в певній області, аналіз типу рослинності, опадів, та інших показників, які необхідно враховувати для прогнозування ризику виникнення лісової пожежі у певному районі. Отримані дані аналізуються, а після цього програми на основі штучного інтелекту використовує алгоритми машинного навчання для аналізу даних та вибору показників, які мають найбільший вплив на ризик виникнення пожежі [21]. Це може охоплювати виявлення кореляцій між різними даними, а після на отриманих даних будується модель прогнозування ризику виникнення пожежі. Це може бути будь-яка модель, все залежить від алгоритмів, які було використано у процесі навчання штучного інтелекту, наприклад регресійна, що моделює потенційний розмір та можливі напрямки поширення пожежі або класифікаційна модель, яка прогнозує ймовірність виникнення пожежі у певному районі. Для того, щоб оцінити точність та ефективність моделі її піддають тестуванню на тестових даних. Якщо модель виявляється досить точною, то тоді її можна буде застосувати для прогнозування ризиків пожеж на нових даних [21].

РОЗДІЛ 2
МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Основним завдання даної роботи було проаналізувати виникнення лісових пожеж на континентах. Для дослідження цього питання починаючи з 17.06 було розпочато відбір даних за підпомогою цифрових технологій програми Windy.com, NASA Fire Map та Global Forest Watch [22].

На основі аналізу отриманих даних, які було отримано в літній (зимовий) період 2024 року шляхом проведення щоденного моніторингу досліджувалися такі показники як: кількість лісових пожеж за літній період; CO, температура, ˚C; маса пилу, мг/м^2, SO_2, ppmr; площа пожеж, га; вологість повітря, %; опади, мм; швидкість вітру м/с; та визначити середні значення за літній період. Причиною вибору таких показників є їх прямий вплив на утворення пожежі, а продукти горіння потребують детального аналізу для розуміння ситуації.

Для аналізу лісових пожеж обрано материки: Африка, Австралія, Євразія, Північна Америка та Південна Америка.

Температурний показник є ключовим фактором виникнення пожеж. Висока температура повітря сприяє посухам через що рослини висихають та можуть загорітися ставши причиною лісової пожежі [23]. Також високі температури мають негативний вплив на ґрунти: руйнують поживні речовини, випаровують вологу і призводять до втрати родючості ґрунту. Відбуваються це через те, що підвищенні температури впливають на перебіг хімічних реакцій [24].

Волога є наступним ключовим показником для виникнення лісових пожеж. Чим вище буде показник вологості в навколишньому середовищі, тим менше буде шансів на виникнення пожеж.

Вологе середовище ускладнює утворення пожеж, бо для пожежі необхідно досягти певної температури, а в вологому середовищі для цього необхідно щоб б матеріал отримав дуже багато енергії для загоряння.

Якщо казати про вологість рослин, то соковиті зелені рослини мають дуже низький шанс, що вони загоряться. Низька вологість повітря випаровує вологу з рослинності роблячи її сухою та легкозаймистою.

Дуже небезпечною є комбінація низької вологості та високої температури. При високій температурі і низькій вологості навіть незначні джерела запалювання можуть стати причиною великої пожежі.

Наступним важливим показником є опади. Опади відіграють важливу роль у зниженому ризику виникнення лісових пожеж, особливо у природних умовах.

Опади зволожують рослинність, ґрунти і підіймають вологість повітря. Волога в рослинах захищає їх від займання, бо для займання такої рослинності потрібно більше тепла. Так само відбувається і з вологим ґрунтом, він дає вологість рослинам через коріння.

Вологе повітря сприяє зменшенню випаровування вологи з рослинності, ґрунтів, що і зводить виникнення пожеж до мінімум.

Швидкість вітру є наступним важливим показником, який впливає на виникнення лісових пожеж. Вітер прискорює перенесення пожежі її інтенсивність. Для реакції горіння необхідний доступ кисню і вітер напряму впливає на цю реакцію, оскільки надає кисень. Взагалі при високій швидкості вітру між вітром та вогнем відбувається переміщування, за короткий проміжок часу вогонь може здолати величезні площі.

Від напрямку вітру залежить в який напрямок буде розповсюджуватися вогонь, а також вітер може переносити маленькі іскри на великі відстані. Для материків з посушливим кліматом це небезпечно.

Наступний показник – маса пилу, але він розглядається вже як показник, який виникає у процесі горіння.

Пил – це показник, який виникає, як побічний продукт під час горіння (попіл, сажа).

Продукти згорянні діляться на такі групи [25]: попіл – дуже маленькі і дрібні частинки, які легко переносяться вітром, зазвичай згорілої рослинності. Містять у своєму складі мінерали, фосфати, кальцій; сажа – утворюється при неповному згорянні, зазвичай це згорілі рештки деревини, листя, легко розносяться вітром; токсичні речовини – пил після згоряння може містити небезпечні хімічні сполуки. Це можуть бути сполуки важких металів, поліциклічні ароматичні вуглеводи (ПАВ), можуть завдати шкоди довкіллю і здоров'ю [26].

Наступний побічний продукт, що виникає в процесі згоряння це чадний газ (CO).

Це токсичний, безбарвний газ, який не має запаху та утворюється під час неповнім згоранні органічних речовин. Чадний газ утворюється коли органічні речовини згорають без достатньої кількості кисню. Для лісових пожеж це типова ситуація оскільки густа рослинність обмежує доступ до кисню. Найбільша концентрація чадного газу знаходиться в зоні активного горіння.

Є дуже токсичним оскільки потрапляючи в кров утворює карбоксигемоглобін і блокує перенесення кров'ю кисень.

Для навколишнього середовища небезпечний оскільки може поширюватися на великі відстані, впливає на озоновий шар, під час пожеж висока концентрація CO сприяє погіршенню повітря [27].

SO_2 є ще одним показником, який утворюється під час горіння.

Діоксид сірки утворюється коли згорає рослинність або предмети, які у своєму складі мали сірку. Це характерно для деяких типів ґрунтів і болотистої рослинності (торф'яники).

SO_2 потрапляючи в дихальні шляхи викликає подразнення слизових оболонок і призводить до задишки, кашлю, болю в грудях.

Діоксид сірка небезпечний для навколишнього середовища, наприклад при вступанні в реакцію з водяною парою утворює H_2SO_4 провокуючи кислотні дощі [28].

Після збору даних, їх було пораховано, виведено середні показники за кожний місяць та проаналізовано.

У роботі використані наступні методи дослідження:

1. описовий метод – медом для опису характеристики явищ, описовий метод опису використовувався для формування огляду літератури з проблематики дослідження у першому та третьому розділах [29];
2. методом вимірювання визначалися кліматичні показники способом безпосередньої оцінки та продукти горіння способом зіставлення. Результати вимірювання наведено у третьому розділі [30];
3. метод використання карт для наукового опису – це картографічний метод, застосовано у першому та третьому розділах для опису об’єктів дослідження, визначення видового складу рослинності та типів ґрунтів, територій, що потерпають від лісових пожеж: ґрунти світу, географічні пояси та природні зони світу [31];
4. моніторинговим методом – постійне спостереження за станом об’єкта, користувалися під час спостереження за виникненням лісових пожеж та показниками продуктів горіння у період з 01.06.24 до 31.08.24 року [32];
5. методом аналізу – аналіз величин порівнювали кількість лісових пожеж та показники якості повітря у третьому та четвертому розділах [33];
6. лінія тренду – це лінія, що відображає загальний напрямок змінної, для складання прогнозів динаміки лісових пожеж використовували лінію тренду у третьому розділі [34];
7. до статистичного дослідження – обробки та аналізу отриманих даних, належить визначення у четвертому розділі кореляційної залежності кількості лісових пожеж від окремих кліматичних показників та індексу якості повітря [35].

РОЗДІЛ 3
ВИНИКНЕННЯ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ НА КОНТИНЕНТАХ У ЛІТНІЙ (ЗИМОВИЙ) ПЕРІОД

Лісові пожежі є постійним явищем на материках. Основне завдання на основі аналізу отриманих даних проаналізувати показники, що впливають на лісові пожежі для усіх континентів, а також побудувати графіки для співставлення отриманих даних.

Аналіз лісових пожеж буде відбуватися на таких материках: Африка, Австралія, Євразія, Північна Америка та Південна Америка.

Для аналізу даних обрано населенні пункти (країни) де спостерігалася висока частота виникнення лісових пожеж на момент початку дослідження з 01.06.24 до 31.08.24 (Додаток Б):

1. Африка: Мозамбік, Демократична Республіка Конго, Республіка Конго Ангола, Замбія, Танзанія, Південна Африка.

2. Австралія: Північна територія, Квінсленд, Західна Австралія

3. Євразія: Пакистан, Італія, Туреччина, Румунія, Греція, Македонія, Індія, В’єтнам, Китай.

4. Північна Америка: Мексика, Каліфорнія, Міссурі, Північна Кароліна, Індіана.

5. Південна Америка: Бразилія, Болівія, Венесуела, Еквадор, Перу, Парагвай, Аргентина

Список даних, які досліджувалися: швидкість вітру, миль/ год; вологість, %; температура, ˚C; опади, мм; CO ppbv, SO_2, ; маса пилу, мкг/ $м^2$; рівень засухи; пожежна небезпека.

Програми, які використовувалися для отримання та обробки інформації: Windy.com, NASA Fire Map, Global Forest Watch.

3.1 Африка

Африка – другий за площею континент після Євразії. Площа становить понад 30,27 млн км^2 [36]. Африка займає понад 20,3% суходолу і 5,9% площі земної поверхні .

Станом на 2023 рік населення Африки оцінюють у 1,3 млрд, що є понад 16% населення всього світу [36].

На заході Африка омиваються водами Атлантичного океану, на сході – Червоним морем і водами Індійського океану. На півночі – Середземним морем.

Рельєф Африки представлений плоскогір'ями, рівнинами і плато, які лежать на висоті понад 200–500 м або 500–1000 м над рівнем моря [36]. Низовини займають понад 10% площі материка. Гірські масиви займають понад 23% території. Виступам і прогинам платформи відповідають западини – Конго, Калахарі та інші. На Східній Африці і Ефіопському нагір'ї поширені конуси і лавові плато.

В північно-західній частині Африки переважають висоти до 1000 м. В основному в північно-західній частині можна зустріти рівнинні плато з висотою понад 200–1000 м.

В північно-східній частині Африки знаходяться глибокі улоговини, які лежать нижче рівня моря. Прикладом є западина Каттара, яка має -133 м від рівня моря.

Для південно-східної та Південної частини Африки характерні висоти понад 1000 м. Східний край Африки є найбільш роздробленою та піднятою.

Клімат Африки представлений такими кліматичними поясами як: тропічний (в ній знаходиться більша частина Африки), субтропічний (південні та північні краї), екваторіальний, субекваторіальний (на півночі).

Через положення континенту у низьких широтах радіаційний баланс високий. Середні температури взимку коливається від + 29 ˚С на півні до +10 ˚С півночі. У липні +12 ˚С до +24 ˚С, а в екваторіальних +24 ˚С.

Африка має холодні і теплі течії, які впливають на температуру. Мозамбіцька течія знаходиться на східному узбережжі Африки і протікає від Мозамбіку до узбережжя Південної Африки. Течія приносить теплі води з екватора на південь. Гвінейська течія приносить теплі води на північ Західної Африки. Створює вологий клімат та хороші умови для тропічних лісів [37].

Холодна Бенгальська течія створює пустельний клімат охолоджуючи західне узбережжя материка, зокрема пустелю Наміб. Канарська течія охолоджує води узбережжя Західної Сахари та Марокко, створюючи в цих регіонах сухий клімат.

Атмосферні опади випадають нерівномірно. Наприклад Сахара – 50 мм, а Північно-Гвінейські височини – до 2000–300 мм. На значній площі континенту переважають аридні умови, що сприяють формування пустель – Наміб, Сахара, Калахарі.

Міжурядова група експертів ООН з питань змін клімату визначає Африку найбільш вразливої до кліматичних змін [36].

Для ґрунтів Африки характерний латеритний процес ґрунтоутворення. Тому в вічнозелених лісах залягають червоно-жовті латеритні ґрунти. Для таких грантів характерна хороша водопроникність та аерація. Також залягають глейові латеритні і тропічні ґрунти і червоно-бурі ґрунти, які залягають у Східній Африці. В Південній Африці залягають червоно-коричневі ґрунти. Ґрунти пустель галечникові або щебенисті.

Не дивлячись на хороші ґрунти для оранки в Африці використовують приблизно 1/5 від усіх родючих земель. Через те, що в

Африці поширений метод підсічно-вогневого землеробства відбувається ерозія і ґрунти швидко втрачають свою родючість.

Тваринний світ Африки представлений великою різноманітністю рослин і тварин, а також ендемічних видів. Африку можна поділити на такі зони: Сахаро-Аравійська (пустелі), Середземноморська (ліси та чагарники північного узбережжя), Ефіопська (зони: Східноафриканська (савани), Західноафриканська (вологі ліси), Південноафриканська (гори, пустелі та напівпустелі), Мадагаскарська.

В Африці велика кількість тварин: копитні, хижаки, птахами, велика кількість комах, ящірок, плазунів.

Рослинний світ представлений великою кількістю рослин. У зоні саван буяє різнотрав'я, але в сезон засухи вони висихають і стають причинами пожеж. У вологих районах трави досягають до 3 м в висоту, а у районах де сухий сезон довший за вологий панують низькорослі чагарники та трави. Уздовж річок можна зустріти мангрові зарості, кокосові пальми, бананові дерева.

За літній (зимовий) період починаючи з 01.06.24 до 31.08.24 в Африці зафіксували таку кількість пожеж (Дод. Б, рис. Б.1):

1. Ангола: понад 97 318 сповіщень про пожежу. Регіоном із найбільшою кількістю попереджень про пожежу був Наміб, де було 105 повідомлень про пожежу. Це 0,15% від усіх повідомлень.

2. Мозамбік: надійшло понад 18 291 сповіщення про пожежу. Найбільше сповіщень про пожежу надійшло з Гази – 688 повідомлень. Це 14% від усіх повідомлень.

3. Республіка Конго надійшло 2970 сповіщень про пожежу. Найбільша кількість повідомлень про пожежі було з регіону Кювет – 302 повідомлення. Це 10,1% від усіх повідомлень.

4. Південна Африка: надійшло 7972 сповіщення про пожежу. Найбільша кількістю сповіщення про пожежу було в Східному Кейпі – 1686 повідомлень. Це 22% від усіх повідомлень.

5. Танзанія: надійшло 9143 сповіщення про пожежу. За останні 3 місяці в Танзанії регіоном із найбільшою кількістю попереджень про пожежі був Південний і Центральний Занзібар, де було 300 попередження про пожежу. Це 3,28 % від усіх сповіщень.

6. Замбія: надійшло 34 430 сповіщень про пожежу. Регіоном із найбільшою кількістю повідомлень про пожежу був Західний – 2725 повідомлень. Це становить 19% усіх сповіщень про пожежі.

7. Демократична Республіка Конго: надійшло 60 281 сповіщень про пожежу. Найбільше повідомлень про пожежу було отримано в регіоні Équateur з 96 повідомлень, що становить 0,14% усіх сповіщень.

Кількість територій лісового покриву яка була охоплена пожежами:

1. Пожежами охоплено понад 68 688 986,29 га Анголи, це втрата 5 163 746,89 га зеленого покриву.

2. Пожежами охоплено понад 25 356 202,69 га Мозамбік, це втрата понад 267 508,95 га зеленого покриву.

3. Пожежами охоплено понад 6 839 190,63 га Республіки Конго, це втрата понад 5 702 275,26 га зеленого покриву.

4. Пожежами охоплено понад 10 184 893,48 га Південної Африки, це втрата понад 6 612 239,02 га зеленого покриву.

5. Пожежами охоплено понад 3 625 520,30 га Танзанії, це втрата понад 907,558,57 га зеленого покриву.

6. Пожежами охоплено понад 26 449 365,25 га Замбії це втрата понад 2,0520503,41 га зеленого покриву.

7. Пожежами охоплено понад 118 855 835,93 га Демократичної Республіки Конго, це втрата понад 32 916 976,45 га зеленого покриву.

Отже, починаючи з 17.06 і по 30.08 на території країн Африки, які були досліджено в середньому зафіксовано 32 915 повідомлення про пожежі.

Визначено:

- середній температурний показник за літо це +27,3 ˚С;

- у середньому територій охоплено пожежею: 37 142 856,37;
- у середньому вигоріло зелених насаджень: 9 132 549,31;
- середній показник сили вітру – 7 миль на годину;
- середній показник опадів – 2,4 мм;
- середня вологість – 46,6%;
- середня кількість CO – 230,5 ppbv;
- середня кількість SO_2 – 4,19 mg/m^2 ;
- середня маса пилу у повітрі – 0,5 мкг $м^2$.

Встановлено, що у результаті лісових пожеж на території Африки зазнали впливу такі типи ґрунтів: червоно-жовті фералітні вічнозелених лісів, червоні фералітні – ґрунти вологих лісів і саван, коричнево-червоні фералітні твердо-листих лісів, червоно-бурі ґрунти та види рослин або лісових насаджень, як акація зонтична, мангрові зарості, олійні пальми, бананові дерева.

3.2 Австралія

Австралія – єдиний континент, який є однією великою державою. Розташована між Індійським та Тихим океанами в Південній півкулі. До цього материку також належать прилеглі острови Тасманія та інші. Площа материка 7 688 287 $км^2$ [38].

Населення материка становить 25,25 млн осіб. Корінні народи – австралійські аборигени [38].

Рельєф Австралії представлений пустельними районами, горами та прибережними рівнинами. Середні висоти материка понад 300 м.

Західна частина материка представлена Західно-Австралійським плоскогір’ям і середніми висотами в 400–500 м. Центральна низовина материка має ряд пересохлих озерних западин із висотою понад 100 м. Центр Австралії представлений великими пустелями (Велика пустеля

Вікторія). У Східній частині Австралії вздовж узбережжя знаходиться Великий Вододільний хребет з вершинами до 1600 м.

До водних ресурсів відносяться річки Муррей і Дарлінг. Вони є найбільшими на материку, а також Великим Бар'єрним рифом – найбільшою кораловою системою в світі.

Клімат Австралії представлений субекваторіальним, тропічний (пустельний) та субтропічним середземноморським. Протягом всього року Австралія отримує велику кількість сонячної енергії. Середня температура літа + 22 ˚С + 28 ˚С, а зими +12 - 24 ˚С [39].

Біля східних берегів Австралії знаходиться тепла Східно-Австралійська течія. Вона робить східний берег Австралії та Нової Зеландії вологим і теплим.

Частина материка знаходиться у широтах де панує південно-східна пасатна циркуляція. Сезон дощів на півночі припадає на літо, на півні – на осінь-зиму. Опади по материку коливаються від 50–250 мм (понад 40%) і 1000–200 мм (10%) [38].

Ґрунти Австралії представлені: червоно-жовтими фералітними, пустельні тропічні і субтропічні, червоно-бурими, черво-бурі, сірі та коричневі, засолені.

Флора Австралії ділиться на субекваторіальний, тропічний і субтропічний пояси. Через ізольованість материку флора є унікальною, через цю особливість можна зустріти дуже велику кількість тварин-ендеміків або тварин реліктів. Тільки в Австралії можна зустріти представників сумчастої фауни: кенгуру, сумчастих ведмедів, сумчастих дияволів, вомбатів та інші. В Австралії відсутні примати та копитні. З птахів в Австралії знаходяться: ему, страуси, казуари, різноманітні папуги, ліхвости та інші. Велика кількість плазунів: ящірка-молох, крокодили, плащоносні ящірки. Також на континенті знаходиться велика кількість комах: москіти, різні метелика, терміти.

Фауна представлена великою кількістю рослин ендеміків та реліктових. Наприклад на пересохлих солончаках ростуть ендемічні види солянок і лободи [39]. В напівпустелях ростуть злакові рослини. Характерними деревами для Австралія є евкаліпти. Вони знаходяться в усіх природних ландшафтах материка.

За літній (зимовий) період починаючи з 01.06.24 до 31.08.24 в Австралії зафіксовано таку кількість лісових пожеж (Дод. Б, рис. Б.2):

1. Північна територія: надійшло 7129 сповіщень про пожежу. Найбільше повідомлень про пожежу було отримано в регіоні Палмерстон-Норт з 5 повідомлень, що становить < 0.1% усіх сповіщень.

2. Західна Австралія: надійшло 2032 сповіщень про пожежу. Найбільше повідомлень про пожежу було отримано в регіоні Три Спринг з 4 повідомленнями, що становить 0.23% усіх сповіщень.

3. Квінсленд: надійшло 5563 сповіщень про пожежу. Найбільше повідомлень про пожежу було отримано в регіоні Річмонд з 142 повідомленнями, що становить 2,6% усіх сповіщень.

Кількість територій лісового покриву яка була охоплена пожежами:

1. Пожежами охоплено понад 15 446 570,45 га Північної території, це втрата 5 263 322,27 га зеленого покриву.

2. Пожежами охоплено понад 17 551 795,85 га Західна Австралія, це втрата понад 13 349 153,95 га зеленого покриву.

3. Пожежами охоплено понад 5 916 083,61 га Квінсленду, це втрата понад 1 564 112,78 га зеленого покриву.

Отже, починаючи з 17.06 і по 30.08 на території країн Австралії, які були досліджено в середньому зафіксовано 4908 повідомлення про пожежі.

Визначено:

- середній температурний показник за літо – 24˚С;
- у середньому територій охоплено пожежею: 12 971 483,30 га;
- у середньому вигоріло зелених насаджень: 6 725 529,67 га;

- середній показник сили вітру – 8 миль на годину;
- середній показник опадів – 0.8 мм;
- середня вологість – 56 %;
- середня кількість CO – 93,1 ppbv;
- середня кількість SO_2 – 0,69 mg/m^2 ;
- середня маса пилу у повітрі – 0.5 мкг $м^2$

Встановлено, що у результаті лісових пожеж на території Австралії зазнали впливу типи ґрунтів: червоні феральні ґрунти вологих лісів і високотравних саван, червоно-бурі саван, пустельні та види рослин або лісових насаджень: акація австралійська, евкаліпти, деревоподібні папороті, кокосові пальми, банани, мангри.

3.3 Євразія

Євразія – це найбільший материк на Землі, який охоплює Європу та Азію. Площа материка приблизно 55 млн $км^2$, що є третиною всієї суші Землі, що є 36,2% від загальної площі суходолу [40]. Межі Євразії простягаються від Атлантичного океану до Тихого океану на сході, а на півночі до Північного океану. Його омивають Атлантичний, Індійський, Тихий та Північно льодовитий океани.

Населення близько 5 млрд людей, що є 70% від усього населення на Землі.

Рельєф материка різноманітний починаючи від рівнин і до гірських масивів. 3/4 поверхні Азії вкриті низовинами і плоскогір’ями, які мають велику протяжність, а також гірськими хребтами і нагір’ями. Європа має меншу кількість гір. Найдавнішими ділянками Європи вважаються Західносибірська та Східноєвропейська рівнини. В їх основі лежать давні платформи. Аравійське плоскогір’я і Декан також має давнє походження.

Територія Євразії багата на діючі вулкани, особливо у Тихоокеанському вулканічному поясі (інша назва Тихоокеанське вогняне кільце).

Кліматичні пояси представлені усіма типами кліматів. Середня температура улітку коливається від +10 ˚С … +18˚С, а взимку від 0˚С … +6 ˚С. На рік випадає до 1000 мм опадів на рік. В центральній частині материка субтропічного поясу в основному переважає суха погода на відміну від помірного поясу де переважають прохолодні температури. Влітку в субтропічному регіоні суха і спекотна погода, а в помірному формується влітку вологе морське повітря за допомогою тихоокеанських мусонів [40, 41].

Через свою протяжність і велику кількість різних кліматичних поясів Євразія має величезну різноманітність ґрунтів. Основними типами ґрунтів є: тундрові (на півночі материка, арктичних регіонах Сибіру та північної Європи), у зоні тайги на півночі Європи залягають підзолисті ґрунти, сірі лісові і чорноземи залягають в степах Євразії (Україна), у напівпустелях і степах Центральної Азії залягають каштанові ґрунти та сіроземи, а в субтропічних та тропічних регіонах Південно-Східної Азії залягають жовтоземи та червоноземи.

Флора та фауна материка надзвичайно різноманітна і представлена помірними лісами (тундра і тайга), великими лісовими масивами (листяні та мішані ліси), пустелями (пустелі та степи), тропічними та субтропічними лісами, а також та гірськими районами.

В північних регіонах водяться ведмеді, тюлені, полярні лисиці, тварини, що адаптовані до низьких температур. У тайзі і лісах можна зустріти багато хижаків: вовків, тигрів, бурих ведмедів. Також можна зустріти диких кабанів, оленів і велику кількість птахів. У степах Центральної Азії поширені антилопи, дикі осли, а в пустельних районах можна зустріти двогорбого верблюда, різних змій та геконів. Тропічна фауна Південно-Східної Азії виділяється слонами, бенгальськими

тиграми, гепардами, леопардами і дуже великим різноманіттям екзотичних птахів та різних видів мавп.

За літній (зимовий) період починаючи з 01.06.24 по 31.09.24 в Євразії зафіксували таку кількість пожеж (Дод. Б, рис. Б.3):

1. Пакистан: надійшло 1542 повідомлення про пожежу. За останні 3 місяці в Пакистані регіоном із найбільшою кількістю попереджень про пожежу був Азад Кашмір, з 15 попередженнями про пожежу. Це становить 12% усіх сповіщень.

2. Італія: надійшло 440 повідомлень про пожежу. Найбільше повідомлень про пожежу було отримано в регіоні Кампанія, з 45 попередженнями про пожежу. Це становить 12% усіх сповіщень.

3. Туреччина: надійшло 1171 повідомлення про пожежу. Найбільшою кількістю попереджень про пожежу був Муш, де було 84 попередження про пожежу. Це становить 8,0% усіх сповіщень.

4. Румунія: надійшло 120 сповіщень про пожежу. Найбільшою кількістю попереджень про пожежу був Бухарест, де було 1 попередження про пожежу. Це становить 0,70% усіх сповіщень.

5. Греція: надійшло 281 повідомлення про пожежу. Найбільшою кількістю попереджень про пожежу була Аттика, де було 139 повідомлень про пожежу. Це становить 52% усіх сповіщень.

6. Македонія: надійшло 198 сповіщень про пожежу. Найбільшою кількістю попереджень про пожежу була Демир-Хисар, де було 5 повідомлень про пожежу. Це становить 2,6% усіх сповіщень.

7. Індія надійшло 12298 сповіщень про пожежу. Найбільшою кількістю попереджень про пожежу була Раджастхан, де було 3 повідомлень про пожежу. Це становить 11% усіх сповіщень.

8. В’єтнам надійшло 77 сповіщень про пожежу. Найбільшою кількістю попереджень про пожежу була Лонган, де було 4 повідомлень про пожежу. Це становить 5,4% усіх сповіщень.

9. Китай надійшло 320 сповіщень про пожежу. Найбільшою кількістю попереджень про пожежу був Тяньцзінь, де було 28 повідомлень про пожежу. Це становить 6,8% усіх сповіщень.

Кількість територій лісового покриву яка була охоплена пожежами:

1. Пожежами охоплено понад 156 108,73 га Пакистану, це втрата 1 059 504,00 га зеленого покриву.

2. Пожежами охоплено понад 583 499,95 га Італії, це втрата 29 475,66 га зеленого покриву.

3. Пожежами охоплено понад 6 372 731,87 га Туреччини, це втрата понад 9 017,42 га зеленого покриву.

4. Пожежами охоплено понад 124 157,09 га Румунії, це втрата понад 85 628,39 га зеленого покриву.

5. Пожежами охоплено понад 25 885,24 га Греції це втрата понад 14 374,89 га зеленого покриву.

6. Пожежами охоплено понад 10263,11 га Македонії, це втрата понад 10780,50 га зеленого покриву.

7. Пожежами охоплено понад 1 884 269,69 га Індії, це втрата понад 17 336 600,75 га зеленого покриву.

8. Пожежами охоплено понад 1 514 550,20 га В’єтнаму, це втрата понад 1 187 620,75 га зеленого покриву.

9. Пожежами охоплено понад 136 508 055,09 га Китаю, це втрата понад 23 770 457,90 га зеленого покриву.

Отже, починаючи з 17.06 і по 30.08 на території країн Євразії, які були досліджено в середньому зафіксовано 1710 повідомлення про пожежі.

Визначено:

- середній температурний показник за літо – 31˚С;
- у середньому територій охоплено пожежею: 16 353 280,11;
- у середньому вигоріло зелених насаджень: 4 830 495,58;
- середній показник сили вітру – 7 миль на годину;

- середній показник опадів – 10,5 мм;
- середня вологість – 49,1 %;
- середня кількість CO – 169,6 ppbv;
- середня кількість SO_2 – 3,41 mg/m^2 ;
- середня маса пилу у повітрі –58,6 мкг/$м^2$.

Встановлено, що у результаті лісових пожеж на території Євразії зазнали впливу типи ґрунтів: червоні феральні, коричневі і сіро коричневі, чорноземи степів і лісостепів, бурі лісові, сірі лісові та види рослин або лісових насаджень: ялина, дуби, ялиці, липи, модрини, зони мішаних лісів та субтропічних лісів.

3.4 Північна Америка

Північна Америка – третій за величиною континент, який розташований між Тихим та Атлантичним океанами. Площа материка близько 24,7 млн км^2, яка становить приблизно 16% земної суші [42]. Населення Північної Америки близько 590 млн осіб. В основному населення зосереджене у США, Канаді та Мексиці.

Рельєф Північної Америки – на заході знаходяться Скелясті гори, Кордильєри та Великий каньйон; на сході - Аппалачі, центральна частина материка – великі прерії та рівнини.

Клімат представлений такими зонами: арктичний, помірний, тропічний, пустельний. Дуже велику роль відіграють холодні течії Лабрадорська та Каліфорнійська. Вони знижують кількість опадів і температуру на північному сході та південному заході континенту, а теплі течії Гольфстрім та Аляскинська навпаки сприяють великим кількостям опадів і підвищують температуру повітря на південному сході та північному заході.

Середня температура в січні зазвичай нижче 0 ˚С. Середня липнева температура на півночі Канади коливається від +5 ˚С … +10 ˚С, а на узбережжі Мексиканської затоки + 21 ˚С … + 23 ˚С [43].

На материку розподіл опадів відбувається не рівномірно і залежить від повітряних мас. Наприклад Східна частина материка знаходиться під впливом повітряних мас Атлантичного океану і кількість опадів змінюється з сходу на захід. Так в Приатлантичній низовині випадає до 1200 – 1400 мм за рік, а В Аппалачі до 1000–1100 мм, 700 – 900 мм – на Центральних рівнинах і 300 –400 мм – Великих рівнинах [42].

Північна Америка має велику кількість ґрунтів: жовтоземам та червоноземи вологих лісів, червоно-жовті, червонясто-чорні, каштанові, алювіальні.

Флора та фауна Північної Америки. Материк ділиться 5 зон: арктичну, субарктичну, помірну, субтропічну та субекваторіальну. Ліси, прерії та рівнини, пустелі, тваринний світ представлений великою кількістю птахів, парнокопитними (бізони, вилоріг), хижаками (оцелотами, койотами, ведмедями грізлі), плазунами (гримуча змія, аспід, жаба-бик), а також є багато ендемічних видів у тропічних районах Карибського басейну.

За літній (зимовий) період починаючи з 01.06.24 до 31.08.24 у Північній Америці зафіксовано таку кількість лісових пожеж (Дод. Б, рис. Б.4):

1. Мексика: надійшло 712 сповіщень про пожежу. Найбільшою кількістю попереджень про пожежу була Південна Нижня Каліфорнія, де було 7 попереджень про пожежу. Це становить 0,98% усіх сповіщень.

2. Каліфорнія: надійшло 1477 сповіщень про пожежу. Найбільшою кількістю попереджень про пожежу був Сан-Беніто, де було 7 попереджень про пожежу. Це становить 0,47% усіх сповіщень.

3. Міссурі: надійшло 43 сповіщення про пожежу. Найбільшою кількістю попереджень про пожежу був Воррен, з 1 попередженням про пожежу. Це становить 2,3% усіх сповіщень.

4. Північна Кароліна: надійшло 40 повідомлень про пожежу. Найбільшою кількістю попереджень про пожежу був Франклін, з 1 попередженням про пожежу. Це становить 2,5% усіх сповіщень.

5. Індіана: надійшло 2 сповіщення про пожежу. У 2024 році в Індіані надійшло 19 повідомлень про пожежу. Найбільшою кількістю попереджень про пожежу був Монтгомері, з 1 попередженням про пожежу. Це становить 100% усіх сповіщень.

Кількість територій лісового покриву яка була охоплена пожежами:

1. Пожежами охоплено понад 4 490 743,72 га Мексики, це втрата 20 700 782,67 га зеленого покриву.

2. Пожежами охоплено понад 5 487 466,68 га Каліфорнії, це втрата 192 939,07 га зеленого покриву.

3. Пожежами охоплено понад 152 154,39 га Міссурі, це втрата понад 144 050,91 га зеленого покриву.

4. Пожежами охоплено понад 127 292,46 га Північної Кароліни, це втрата понад 97 705,46 га зеленого покриву.

5. Пожежами охоплено понад 162 484,33 га Індіани це втрата понад 8 847,12 га зеленого покриву.

Отже починаючи з 01.06.24 до 31.08.24 на території країн Північної Америки, які були досліджено в середньому зафіксовано 454 повідомлення про пожежі.

Визначено:

- середній температурний показник за літо – 29˚С;
- у середньому територій охоплено пожежею: 2 084 028,32;
- у середньому вигоріло зелених насаджень: 8 847,12;
- середній показник сили вітру – 8 миль на годину;
- середній показник опадів – 2.4 мм;

- середня вологість – 60 %;
- середня кількість CO – 169,3 ppbv;
- середня кількість SO_2 – 3,41 mg/m^2 ;
- середня маса пилу у повітрі – 4 мкг / $м^2$.

Встановлено, що у результаті лісових пожеж на території Північної Америки зазнали впливу типи ґрунтів: жовтоземи та червоноземи, бурі лісові, червоно-жовті, каштанові, чорноземи та види рослин або лісових насаджень: рослини зони вологих лісів (білий дуб, магнолія, болотяний кипарис, чорний горіх, рододендрон), вічнозелених лісів (різні види ялиць), чагарникові рослини (юка, лимонне дерево).

3.5 Південна Америка

Південна Америка – материк, який з’єднаний з Північною Америкою панамським перешийком. Площа материка становить 17.65 млн $км^2$ [44]. Омивається на півночі водами Карибського моря, водами атлантичного океану на сході, на півні Магеллановою протокою, захід – води Тихого океану. Населення материка понад 384 743 551 осіб [45].

На материку знаходиться великий гірський пояс Андів – цій гірський пояс має сильний вплив на клімат материка. Клімат більшої частини Південної Африки тропічний і субекваторіальний, з вологою і сухою погодою, Амазонія має екваторіальний і постійно вологі погоди, а на півдні – помірний і субтропічний.

Клімат Південної Америки є особливим через географічні особливості континенту, географічного положення, впливу океанічних течій.

Температура більшої частини Південної Америки коливається від +20 ˚С… +28 ˚С, бо більша частина континенту знаходиться в жаркому кліматі. Зима практично відсутня. Південна частина континенту

знаходиться в помірному поясі, тому тут холодніше і в зимовий час температура може падати до 0 ˚С [46].

Південні регіони мають помірний клімат, який переходить у полярний. На півдні та в центрі м’яка зима та жарке літо. Північні країни мають тропічний клімат, тому в них висока вологість і м’які теплі температури впродовж всього року. На розподіл тепла на материку також впливають течії. Холодна течія Перуанська впливає на західну частину материка і створює прохолодний клімат, а також дуже сухі умови у пустелі Атакама. Бразильська тепла течія має вплив на температуру.

Ґрунти Південної Америки різноманітні і представлені: червоно-жовтими (екваторіальні ліси), червоно фералітні і червоно-бурі (савани і рідколісся), сіро-коричневими (субтропічні степи), сірі і сіро-бурі (напівпустелі) [47].

Регулярні опади, вологий клімат та широкі рівні простори сприяли формуванню великих повноводних річок. Завдяки впливу вологих вітрів з Атлантики материк отримує набагато більше опадів ніж весь суходіл Землі в середньому. Південна Америка дуже багата на водні ресурси.

Природні зони континенту поділяються на зону екваторіальних лісів, саван і рідколісся, субтропічних степів, зони напівпустель помірного клімату, берегові пустелі та напівпустелі. Флора і фауна екваторіальних лісів представлена мавпами, ягуарами, тапірами, великою кількістю пташок та комах, хижими рибами (піраньї), з рослинності поширені багато видів пальм: гевея, пальми, сейба та інші. Зона саван представлена великою кількістю різних злаків, поодинокі пальми, мімози, молочаї. Тваринний світ представлений тапірами, броненосцями, болотними оленями, з хижаків – пума, ягуар. В субтропічній зоні багато гризунів (нутрія) з рослин злакові рослини. Зона півпустель – скунси, страус Дарвіна, рослини – злакові культури і чагарники. Зона пустель – посухостійкі рослини (кактуси), а також хвойні дерева, кипариси та інші.

За літній (зимовий) період починаючи з 01.06.24 до 31.08.24 у Південній Америці зафіксовано таку кількість лісових пожеж (Дод. Б, рис. Б.5):

1. Бразилія: надійшло 95 682 сповіщення про пожежу. Найбільша кількість попереджень про пожежу була в Амазонас – 8158. Це становить 8,8% усіх сповіщень.

2. Болівія: надійшло 37 613 сповіщень про пожежу. Найбільшою кількістю попереджень про пожежу був Санта-Крус-де-ла-Сьєрра, де надійшло 27 695 повідомлень про пожежі. Це становить 76% усіх сповіщень.

3. Венесуела: надійшло 563 сповіщень про пожежу. Найбільшою кількістю попереджень про пожежу був в Апуре, де надійшло 19 повідомлень про пожежі. Це становить 3,6% усіх сповіщень.

4. Еквадор: надійшло 313 сповіщень про пожежу. Найбільшою кількістю попереджень про пожежу був в Асуай, де надійшло 36 повідомлень про пожежі. Це становить 12% усіх сповіщень.

5. Перу: надійшло 3607 сповіщень про пожежу. Найбільшою кількістю попереджень про пожежу був в Кахамарка, де надійшло 241 повідомлень про пожежі. Це становить 6,8% усіх сповіщень.

6. Парагвай: надійшло 5122 сповіщень про пожежу. Найбільшою кількістю попереджень про пожежу був в Альто-Парагвай, де надійшло 2213 повідомлень про пожежі. Це становить 45% усіх сповіщень.

7. Аргентина: надійшло 6680 сповіщень про пожежу. Найбільшою кількістю попереджень про пожежу був в Ла-Ріоха, де надійшло 170 повідомлень про пожежі. Це становить 2,6% усіх сповіщень.

Кількість територій лісового покриву яка була охоплена пожежами:

1. Пожежами охоплено понад 498 498 769,08 га Бразилії, це втрата 19 545 599,62 га зеленого покриву.

2. Пожежами охоплено понад 33 554 091,28 га Болівії, це втрата 1 963 979,25 га зеленого покриву.

3. Пожежами охоплено понад 1 187 195,28 га Венесуели, це втрата понад 34 107 678,06 га зеленого покриву.

4. Пожежами охоплено понад 1 737 364,80 га Еквадору, це втрата понад 158 648,73 га зеленого покриву.

5. Пожежами охоплено понад 3 496 111,39 га Перу це втрата понад 321 462,88 га зеленого покриву.

6. Пожежами охоплено понад 7 670 288,58 га Парагваю це втрата понад 2 469 287,79 га зеленого покриву.

7. Пожежами охоплено понад 55 342 055,17 га Аргентини це втрата понад 2 546 077,68 га зеленого покриву.

Отже, починаючи з 17.06 і по 30.08 на території країн Євразії, які були досліджено в середньому зафіксовано 21 368 повідомлень про пожежі.

Визначено:

- середній температурний показник за літо – 25˚С;
- у середньому територій охоплено пожежею: 85 926 553,65;
- у середньому вигоріло зелених насаджень: 2 546 077,68;
- середній показник сили вітру – 6 миль/год;
- середній показник опадів – 3 мм;
- середня вологість – 64.4 %;
- середня кількість CO – 404,1 ppbv;
- середня кількість SO_2 – 2,88 mg/m^2
- середня маса пилу у повітрі – 4 мкг/ $м^2$.

Встановлено, що у результаті лісових пожеж на території Південної Америки зазнали впливу типи ґрунтів: червоні фералітні, червоно-жовті, коричневі і сіро коричневі та види рослин або лісових насаджень: великої шкоди зазнали екваторіальні ліси (різні види пальм, гівеї, деревоподібні папороті та інші.), рослини субекваторіального поясу (в основному постраждали злакові культури пшениці, кукурудзи) та рослини тропічного поясу (чагарникові рослини та злаки).

РОЗДІЛ 4
АНАЛІЗ ОТРИМАНИХ ДАНИХ

У цьому розділі здійснено аналіз отриманих даних з програми Windy.com та NASA Fire Map і доопрацьовано програмою Microsoft Excel 2019 та Global Forest Watching. Метою є виявлення основних закономірностей та особливостей, які відповідають цілі нашого дослідження, а саме аналіз динаміки виникнення лісових пожеж та їх вплив на довкілля.

Зібрані дані включають: проведення щоденного моніторингу та дослідження таких показники як: вологість повітря, %; CO, температура, ˚C; маса пилу, мг/м^2, SO_2, ppmr; площа пожеж, га; кількість лісових пожеж за літній період; опади, мм; швидкість вітру м/с; та визначити їх середні значення за літній період.

Ці показники були обрані через те, що вони мають сильний вплив на формування лісових пожеж, або є продуктами згорання, можуть доповнювати один одного і створювати хороші умови для виникнення лісових пожеж (сильний вітер і низька вологість повітря), або навпаки – знижувати утворення лісових пожеж (висока вологість повітря). Деякі показники представлені продуктами горіння (сажа, пил). За допомогою їх аналізу також можна зрозуміти, наскільки сильною є пожежа (найбільше CO в зоні горіння).

Для обробки даних було обрано такий метод відбору про за допомогою програм на основі штучного інтелекту (NASA Fire Map, Windy.com, Global Forest Watch) зібрати та опрацювати отримані дані (Microsoft Excel 2019).

У результаті проведеного аналізу виникнення лісових пожеж на континентах розраховані середні значення показників, що досліджувались та побудовані графіки.

У літній (зимовий) період було зафіксовано такі середні показники (рис. 4.1, 4.2):

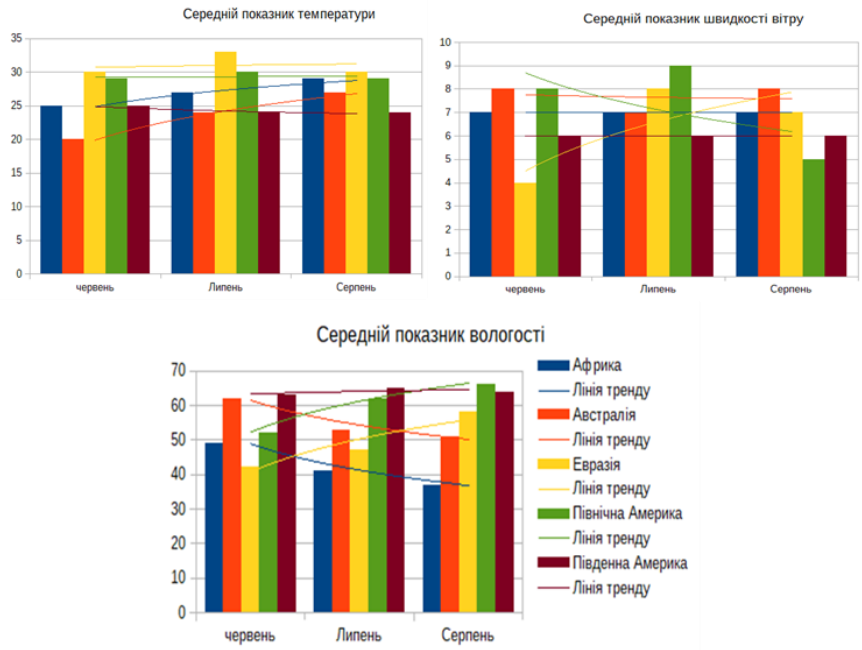


Рисунок 4.1 – Середні кліматичні показники за літній (зимовий) період

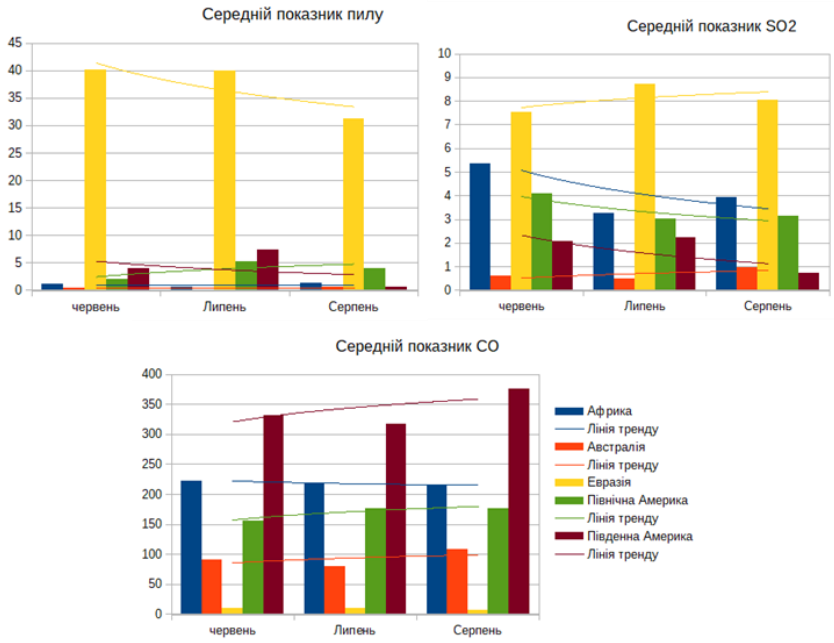


Рисунок 4.2 – Середні значення показників якості повітря по всіх материках

Проаналізувавши дані графіків (рис. 4.1, 4.2) можна сказати: кожний материк має свій сезон лісових пожеж, тобто пожежі виникають у певний час. На прикладі Австралії можна сказати, що період лісових пожеж починається з вересня і закінчується в жовтні, коли температурний показник різко зростає, вологість знижується.

Нормальний показник кількості пилу в атмосфері вважаться 0,15 мг/м^3 (середньодобова ГДК) [48]. Безпечний показник пилу має Африка та Австралія. Безпечна кількість CO – 3 мкг/м^2, середньодобова ГДК [48]. Такий показник має лише Євразія. Безпечний показник SO_2 – 0,5 мг/м^3. Середній показник завищений у всіх окрім Австралії.

На графіку (рис. 4.3) порівняно середню кількість пожеж на кожному материку та їх кліматичні показники. За літній (зимовий) період найбільша кількість лісних пожеж відбулася в Африці з 32 915 сповіщеннями. У графіку (рис. 4.5) Африка друга за кількістю охоплених пожежею територій, та є лідером серед континентів де було охоплено найбільше територій пожежами, що вигоріли. Також Африка має найнижчі показники (рис. 4.3) вологості (46,6) та опадів (2,4). Південна Америка є другою за кількістю сповіщень про пожежі – 21 368 сповіщень (рис. 4.5) наступна по кількості територій, які вигоріли (рис. 4.3) має такий показник вологості (64,4) та низький показних опадів (3). Наступним за кількістю пожеж є Австралія яка має 1 609 сповіщень, йде одразу після Африки за кількістю територій охоплених пожежею з великим розривом (рис. 4.5); має помірний показник (рис. 4.3) вітру (8) та високу вологість (56). Євразія має з 1710 сповіщень про лісові пожежі, четверта за кількістю територій, які охопили пожежі їх трошки більше ніж згорівших (рис. 4.5), має найвищий показник температури (31), опадів (10,5) і високий показник вологості (рис. 4.3). Північна Америка має 454 сповіщеннями завершує облік пожеж з найменшою кількістю охоплених території (рис. 4.5); має високі показник вологості (60) і вітру (6), а також помірна високі показники (рис. 4.3) температури (29) і опадів (2,4).

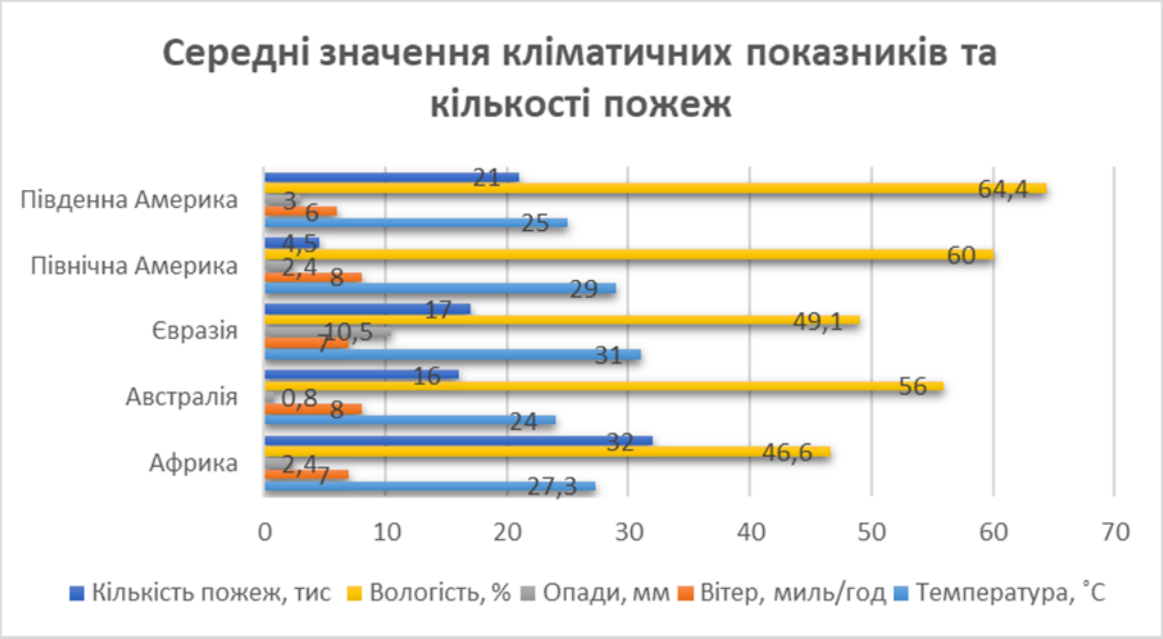


Рисунок 4.3 – Співставлення: середні значення кліматичних показників до кількості пожеж на континентах

На графіку (рис. 4.4) представлені середні значення показників якості повітря на континентах у літній (зимовий) період.



Рисунок 4.4 – Середні значення показників якості повітря

Найвища концентрація пилу спостерігається в Євразії (58,6) та SO_2 (8,09) та високий вміст CO (172,0); в Австралії середні значення

найнижчі: CO (93,1) пилу (0,5) та SO_2 (0,69). Південна Америка має дуже високий показник CO (202,1) та високий SO_2 (2,88). У Африки найвищий показники CO (230,5) та високий SO_2 (4,19) і найнижчий показник пилу (0,5). У Північної Америки високий CO (169,6) і високий SO_2. (3,41). Північна і Південна Америки мають однакові середні значення показників пилу (4).

Значень показників якості повітря співпадають з кількістю пожеж. Як приклад Австралія, у якої не почався сезон лісових пожеж, має найнижчі показники, а Євразія, Африка і Південна Америка – дуже високі.

На графіку (рис. 4.5) представлено порівняння територій, які охоплені пожежами до вигорілих зелених насаджень. Переважно ліси та заповідні території. Найчастіше лісові пожежі починаються через засохлі чагарники або старі дерева. Також висока частота горіння на торфовищах, але вони знаходяться під землею, що робить виявлення пожежі дуже важкою роботою.

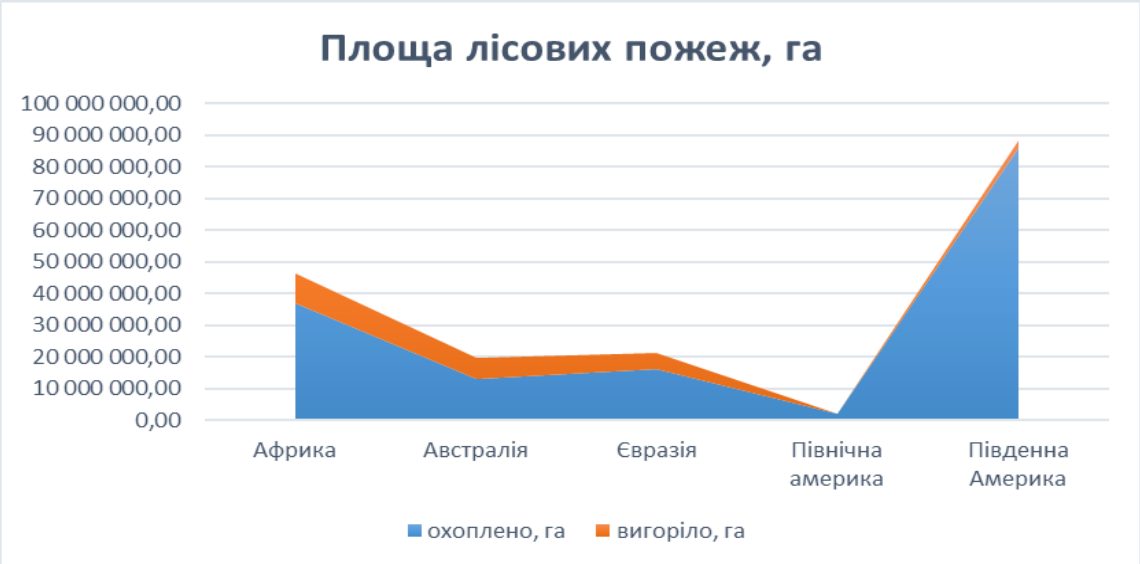


Рисунок 4.5 – Співвідношення територій: охоплені пожежею до вигорілих зелених насаджень

У роботі встановлено кореляційну залежність кількості лісових пожеж від окремих кліматичних показників та індексу якості повітря; розраховувались коефіцієнти кореляції для пар ознак: кількість лісових пожеж, тис. шт – вологість, % ; кількість лісових пожеж, тис. шт – опади, мм; кількість лісових пожеж, тис. шт – швидкість вітру, міль/год; кількість лісових пожеж, тис. шт – температура, ºС; кількість лісових пожеж, тис. шт – пил, мкг/ м^2; кількість лісових пожеж, тис. шт – CO, ppbv; кількість лісових пожеж, тис. шт – SO_2, mg/m^2 на рівні значимості 0,5. Розрахунки проводились у Microsoft Excel 2019.

За незалежну змінну «y» прийнято кількість лісових пожеж, а за x_1 – вологість, %, x_2 – опади, мм, x_3 – вітер, міль/год, x_4 – температура, ºС, x_5 – пил, мкг/ м^2, x_6 – CO, ppbv, x_7 – SO2, mg/m^2.

Після проведення аналізу даних на кожному континенті встановлені кореляційні зв’язки:

1. кількість лісових пожеж, тис. шт – швидкість вітру, міль/год (r = 0,6; R = 50,2%);
2. кількість лісових пожеж, тис. шт – пил, мкг/ м^2 (r = 0,7; R = 48,7%);
3. кількість лісових пожеж, тис. шт – CO, ppbv (r = 0,6; R = 55,4%).

Для інших пар ознак коефіцієнт кореляції r < 0,5.

ВИСНОВКИ

1. Лісові пожежі є глобальною екологічною проблемою. За даними, які надають NASA лідером за виникненням пожеж у світі є регіони Африки, Північна і Південна Америки, Євразія, Австралія, Мадагаскар та острови Індонезії.

2. За отриманими даними Африка має найбільшу кількість пожеж за літній (зимовий) період (32 915 сповіщень) і великі показники, територій охоплених пожежею та великі втрати зелених насаджень. Південна Америка має 21 368 сповіщень і є лідером у кількості територій, які охопленні пожежею. Євразія має 1710 сповіщень, що робить її третім континентом, який охоплено пожежами. Четвертою за кількістю територій, що охоплені пожежею виступає Австралія з 1609 сповіщеннями про пожежі але вона є другою за показником вигорілих територій. У Північній Америці найменша кількість територій, що охоплені пожежею. Вона має 454 сповіщення.

3. У літній (зимовий) період найбільша кількість лісових пожеж спостерігалася у Євразії, де зафіксовано найвищу концентрацію пилу та SO_2, а також високий вміст CO. В Африці зафіксовані найнижчі значення зазначених показників.

4. Порівняння територій які охоплені пожежами і які згоріла доволі цікаве. Зараз в Євразії та Африці такий показник охоплених вогнем територій та територій, що вже згоріли такий через те, що на цих материках зараз сезон пожеж. Північна і Південна Америки горять локально, а Австралія тільки починає сезон лісових пожеж але зелених насаджень, що вже втрати материк дорівнюють третині охоплених пожежею територій.

5. Через різке підвищення кліматичних показників росте імовірність виникнення лісової пожежі. Як приклад Австралія, у якої з вересень по жовтень відбувається різкий стрибок температури.

6. кожному континенті встановлені кореляційні зв’язки: 1.кількість лісових пожеж, тис. шт – швидкість вітру, міль/год ($r = 0,6$; $R = 50,2\%$);
2. кількість лісових пожеж, тис. шт – пил, мкг/ $м^2$ ($r = 0,7$; $R = 48,7\%$);
3. кількість лісових пожеж, тис. шт – CO, ppbv ($r = 0,6$; $R = 55,4\%$).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Andrew S. & David M. J. S. Bowman (2014) *Fire on Earth: An Introduction:* University of London 2014, 405 URL: https://www.researchgate.net/publication/299510875_Fire_on_Earth_An_Introduction

2. Kira M. Hoffman Conservation of Earth`s biodiversity is embedded in Indigenous fire stewardship: *Research article 2021* P. 45 URL: https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.2105073118

3. Tracking the Alarming Acceleration of Wildfire Speeds: веб-сайт. URL: https://scitechdaily.com/tracking-the-alarming-acceleration-of-wildfire-speeds/ (12.09.2024)

4. Виявлення і моніторинг потенційно небезпечних пожеж на території України за даними супутникового сканування/ А.В. Орещенко, В.І. Осадчий, М.В. Савенець, В.О. Балабух: Вісник Національної академії наук України. — 2020. — № 11. — С. 33-44. — Бібліогр.: 17 назв. — укр. URL: http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/173800

5. Балабух В.О., Зібцев С.В. Вплив зміни клімату на кількість та площу лісових пожеж у північно-чорноморському регіоні України. *Стаття.* 2016. С. 60-71.

6. Лісові пожежі як екологічна проблема: веб-сайт. URL: https://karbon-cns.com.ua/uk/liisovii-pozhezhii-yak-ekologiichna-problema.html (дата звернення 15.09.2024)

7. Лісові пожежі: веб-сайт. URL: https://cheremoskyi-park.in.ua/nature/lisovi-pozhezhi/ (дата звернення 15.09.2024)

8. Лісові пожежі, як фактор екологічної небезпеки (геохімічний аспект). URL: https://ecoconference.kpi.ua/article/view/233416/233313 (дата звернення 15.09.2024)

9. Лісові пожежі як екологічна проблема URL: https://karbon-cns.com.ua/uk/liisovii-pozhezhii-yak-ekologiichna-problema.html (дата звернення 15.09.2024)

10. Масштабні лісові пожежі у світі: статистика та причини загоряння. URL: https://unn.ua/news/masshtabni-lisovi-pozhezhi-u-sviti-statistika-ta-prichini-zagoryannya (дата звернення 15.09.2024)

11. Intergovernmental Panel on Climate Change. URL: https://www.ipcc.ch/ (дата звернення 15.09.2024)

12. NASA fire map URL: https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/map/#d:2024-05-15;@47.4,0.0,2.7z (дата звернення 15.09.2024)

13. NASA оприлюднили карту лісових пожеж у світі. URL: https://kyiinfo.com.ua/nasa-oprylyudnyly-kartu-lisovyh-pozhezh-u-sviti/ (дата звернення 15.09.2024)

14. Forest Fires in Europe, Middle East and North Africa 2022. URL: https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC135226 (дата звернення 15.09.2024)

15. Державна служба статистики України. Пожежі та їх частота. URL: www.ukrcensus.gov (дата звернення 15.09.2024)

16. Боротьба з лісовими пожежами. Світовий досвід. URL: https://dsns.gov.ua/news/ostanni-novini/5280 (дата звернення 17.09.2024)

17. Штучний інтелект: сутність та перспективи розвитку. URL: http://srd.pgasa.dp.ua:8080/bitstream/123456789/10733/1/ZHYVTSOVA.pdf (дата звернення 21.09.2024)

18. Штучний інтелект: веб-сайт. URL: https://osvita.diia.gov.ua/courses/artificial-intelligence (дата звернення 20.09.2024)

19. Моніторинг і оцінка: базові поняття. URL: http://multycourse.com.ua/ua/page/21/45 (дата звернення 20.09.2024)

20. У Каліфорнії почали застосовувати ШІ для виявлення потенційних пожеж. URL: https://uainfo.org/blognews/1692095569-u-kaliforniyi-pochali-zastosovuvati-shi-dlya-viyavlennya-potentsiynih.html (дата звернення 21.09.2024)

21. Штучна нейронна мережа. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/_Штучна_нейронна_мережа_ (дата звернення 22.09.2024)

22. Global Forest Watch: веб-сайт. URL: https://www.globalforestwatch.org/ (дата звернення 12.09.2024)

23. National Interagency Fire Center: веб-сайт. URL: https://www.nifc.gov/ (дата звернення 23.09.2024)

24. Небезпечні фактори пожежі: веб-сайт. URL: https://euroservis.com.ua/ua/ (23.09.2024)

25. Сажа, пил, сірка: фахівці перевіряють якість повітря: веб-сайт. https://dostyp.com.ua/novini/sazha-pil-sirka-fahivci-perevirili-riven-zabrudnennya-povitrya-na-kirovogradshini/ (дата звернення 12.10.2024)

26. Ароматичні вуглеводи: веб-сайт. URL: https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/4318/aromatichni-vuglevodni (дата звернення 12.09.2024)

27. Отруєння чадним газом: веб-сайт. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Отруєння_чадним_газом (дата звернення 12.10.2024)

28. Кислотні опади: веб-сайт. URL: https://esu.com.ua/article-6631 (дата звернення 12.10.2024)

29. Описовий метод: веб-сайт: URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Описовий_метод (дата звернення 12.10.2024)

30. Методи вимірювань: веб-сайт. URL: https://buklib.net/books/35988/ (дата звернення 12.10.2024)

31. Картографічні методи дослідження: веб-сайт. URL: https://studfile.net/preview/9193239/page:14/ (дата звернення 12.10.20240

32. Моніторинг: веб-сайт. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Моніторинг (дата звернення 12.10.2024)

33. Метод аналізу: веб-сайт. URL: https://naurok.com.ua/teoretichni-metodi-analiz-ta-sintez-376029.html (дата звернення 12.10.2024)

34. Лінії тренду: веб-сайт. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Лінії_тренду (12.10.2024)

35. Статистичний аналіз: веб-сайт. URL: https://esu.com.ua/article-44037 (дата звернення 13.10.2024)

36. Африка: веб-сайт. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Африка (дата звернення 12.10.2024)

37. Africa: веб-сайт. URL: https://www.britannica.com/place/Africa (дата звернення 12.10.2024)

38. Австралія: веб-сайт. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Австралія (дата звернення 12.10.2024)

39. Опис материка Австралія: веб-сайт. URL: https://osvita.ua/vnz/reports/geograf/24032/#google_vignette (дата звернення 12.10.2024)

40. Євразія: веб-сайт. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Євразія (дата звернення 12.10.2024)

41. Географічне положення Євразії: веб-сайт. URL: https://naurok.com.ua/geografichne-polozhennya-vrazi-340778.html (дата звернення 12.10.2024)

42. Північна Америка: веб-сайт. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Північна_Америка (дата звернення 12.10.2024)

43. Материк - Північна Америка: веб-сайт. URL: https://vseosvita.ua/library/materyk-pivnichna-ameryka-672431.html (дата звернення 12.10.2024)

44. Південна Америка: веб-сайт. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Південна_Америка (дата звернення 13.10.2024)

45. Південна Америка - Фізична географія: веб-сайт. URL: https://ukrayinska.libretexts.org/Південна_Америка (дата звернення 13.10.2024)

46. Особливості природи Південної Америки: веб-сайт. URL: https://www.miyklas.com.ua/p/ya-doslidzhuyu-svit/4-klas/priroda-423209/priroda-pivdenoyi-ameriki-roslinnii-i-tvarinnii-svit-437504/re-15840441-79fd-40fe-9714-3574098329ce (дата звернення 13.10.2024)

47. Південна Америка – туризм: веб-сайт. URL: https://uk.wikivoyage.org/wiki/Південна_Америка (дата звернення 13.10.2024)

48. Гігієнічні регламенти орієнтовно безпечних рівнів впливу хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць: Закон України № 1657 від 05.08.2021. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0763-24#Text (дата звернення 04.10.2024)

ДОДАТКИ

Додаток А

Fire Urgency Estimator in Geosynchronous Orbit (FUEGO) – метод виявлення ранніх лісових пожеж та їх оцінки за допомогою системи безпілотників та супутників на геосинхронній орбіті, оснащених інфрачервоними датчиками. Цю систему розробляють разом з NASA.

Концепція роботи системи була опублікована в журналі Remote Sensing. Дослідження очолює Карлтон Пенніпакер (Carlton R. Pennypacker), який є астрофізиком у Каліфорнійському університеті в Берклі.

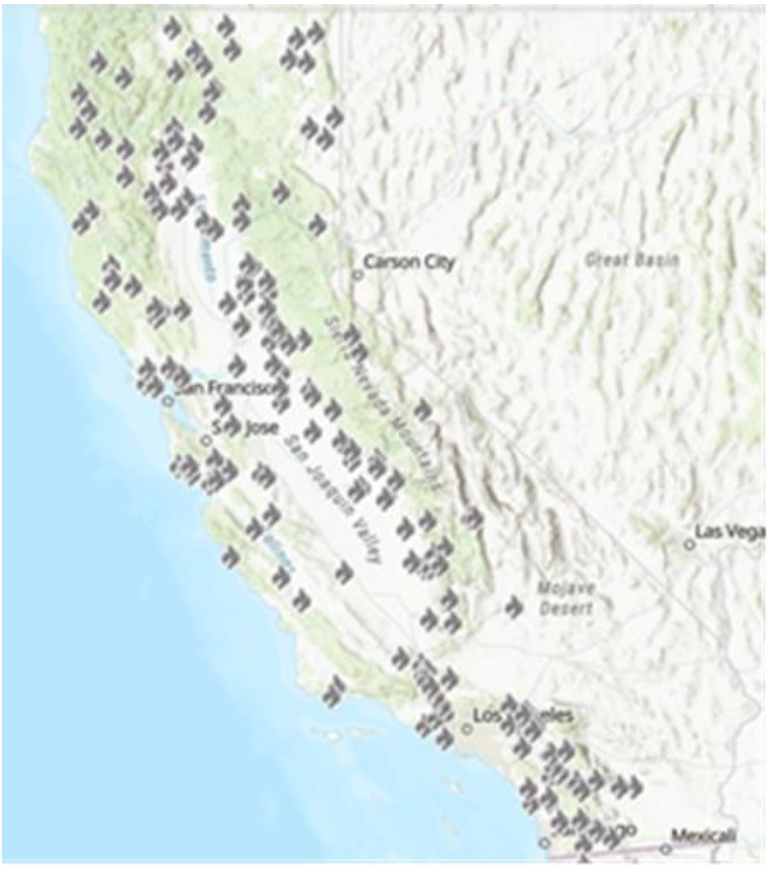


Рис. А.1. – Карта лісових пожеж у Каліфорнії за 2021 рік (фото з системи FUEGO

Додаток Б

Сповіщення про пожежі за літній період на різних материках

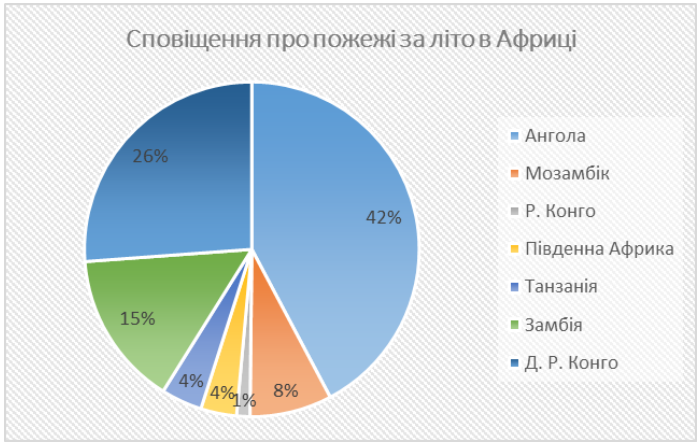


Рис. Б.1 – Сповіщення про пожежі за літній (зимовий) період 2024 року в Африці

На рис Б.1 видно, що найбільша кількість попереджень про пожежі відбулася у Анголі з відміткою у 42%, а найменша кількість сповіщення про пожежі у Республіці Конго.

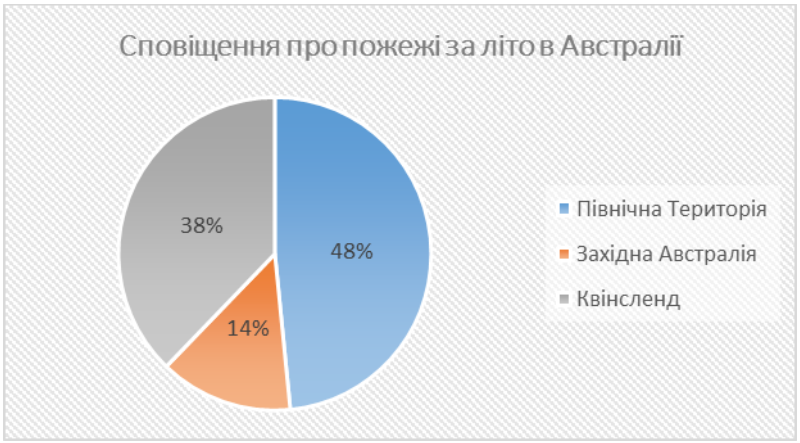


Рис. Б.2 – Сповіщення про пожежі за літній (зимовий) період 2024 року в Австралії

На рис. Б.2 показано, що найбільша кількість сповіщення про пожежі було з Північної Території з показником 48%, а найменший – з показником 14% з Західної Австралії.

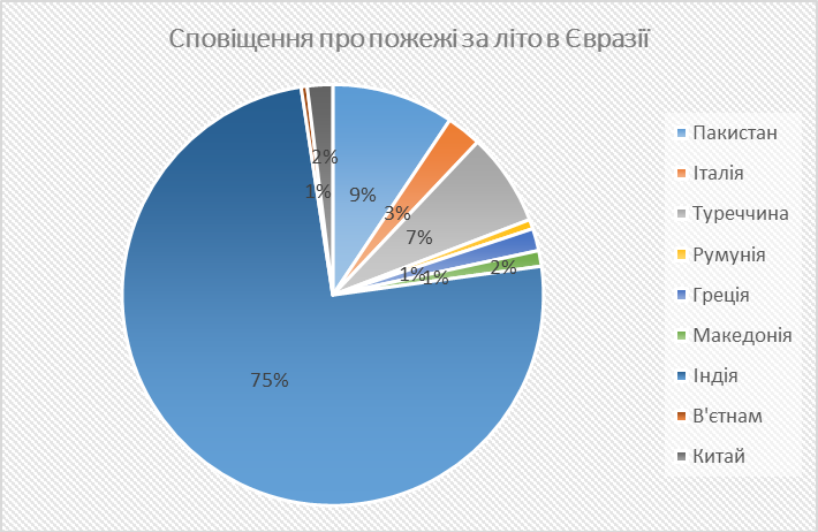


Рис. Б.3 – Сповіщення про пожежі за літній (зимовий) період 2024 року в Євразії

На рис. Б.3 показано, що найбільша кількість про пожеж була з Індії з показником в 75%, а найменша кількість з Румунії, Македонії і В’єтнаму з показником 1%.

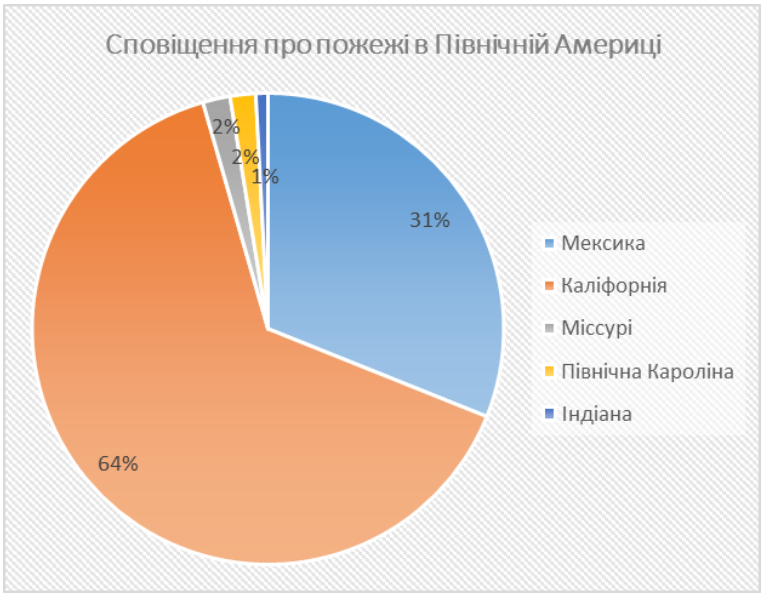


Рис. Б.4 – Сповіщення про пожежі за літній (зимовий) період 2024 року в Північній Америці

На рис. Б.4 показано, що найбільша кількість сповіщень про пожежі надійшла з Каліфорнії з показником 64%, а найменша з Північної Кароліни – 1%.

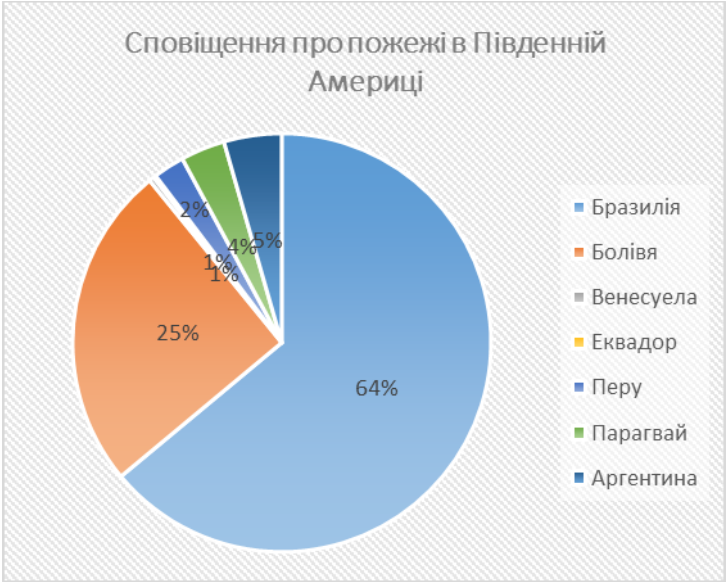


Рис. Б.5 – Сповіщення про пожежі за літній (зимовий) період 2024 року в Південній Америці

На рис. Б.5 показано, що найбільша кількість сповіщень про пожежі надійшла з Аргентини з показником 64%, а найменша з Еквадору та Венесуели – 1%.