

САВЕНЕЦЬ

Михайло Валерійович –
кандидат географічних наук,
старший науковий
співробітник Українського
гідрометеорологічного інституту
ДСНС України та НАН України

ОСАДЧИЙ

Володимир Іванович –
член-кореспондент
НАН України,
доктор географічних наук,
директор Українського
гідрометеорологічного інституту
ДСНС України та НАН України

ОРЕЩЕНКО

Андрій Васильович –
кандидат географічних наук,
старший науковий
співробітник Українського
гідрометеорологічного інституту
ДСНС України та НАН України

ЛІСОВІ ПОЖЕЖІ КВІТНЯ 2020 РОКУ ТА ЗУМОВЛЕНІ НИМИ ЗМІНИ ЯКОСТІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ В УКРАЇНІ

У статті обговорено зміни якості атмосферного повітря в Україні під впливом лісових пожеж на півночі України у квітні 2020 р. З використанням даних щодо вмісту монооксиду вуглецю, діоксиду азоту та показників аерозольного індексу супутника Sentinel-5P у поєднанні з моделлю HYSPLIT встановлено просторово-часову мінливість концентрації продуктів горіння та траєкторії їх поширення. За період 4–21 квітня 2020 р. було два основні епізоди пожеж, що визначали якість атмосферного повітря в Україні. Залежно від напрямку вітру найбільшого впливу зазнали території в радіусі до 50 км від осередків пожеж, в окремі дні підвищений вміст оксиду вуглецю спостерігався на відстані до 300 км від основних джерел емісії. Між двома зазначеними епізодами пожеж сталася пилова буря, яка також призвела до погіршення якості атмосферного повітря. Проведено аналіз швидкості та напрямку руху повітряних мас, що спричинили пилову бурю, та зміни вологовмісту за основними траєкторіями.

Ключові слова: лісові пожежі, оксид вуглецю, діоксид азоту, аерозольний індекс, якість атмосферного повітря, траєкторія.

Глобальні кліматичні зміни зумовлюють істотне посилення природної пожежної небезпеки в Україні [1]. У таких умовах недбале поводження з вогнем на відкритій місцевості, умисні підпали та практика випалювання сухого травостою спричинюють стрімке поширення вогню та загоряння лісу. За офіційною статистикою Державної служби України з надзвичайних ситуацій (ДСНС України), у природних екосистемах щороку виникають тисячі пожеж, унаслідок яких вигорають сотні гектарів лісу [2].

Одним з небезпечних наслідків пожеж в екосистемах є значна емісія в атмосферу продуктів горіння, що негативно впливає на здоров'я населення [3]. Серед шкідливих домішок, що погіршують якість атмосферного повітря, ключову роль відіграють монооксид вуглецю (CO), оксиди азоту (NO_x), тверді частинки різних розмірів та леткі органічні сполуки. Крім того,

спостерігається значна емісія діоксиду вуглецю (CO_2), метану (CH_4), органічного вуглецю тощо [3].

Дослідження стану атмосферного повітря та зниження його якості, зумовленого лісовими пожежами, потребує комплексного підходу і застосування різних інструментів та джерел даних. Одні лише наземні спостереження практично не дають змоги виявити реальні наслідки емісії шкідливих речовин у повітря, що пояснюється двома основними факторами. По-перше, пости наземних спостережень розміщено переважно у великих містах, тоді як лісові пожежі найчастіше відбуваються у віддалених районах. Тому зафіксувати змінення якості атмосферного повітря можна тільки в разі перенесення продуктів горіння від джерела емісії до конкретного міста. По-друге, розподіл забруднюючих речовин в атмосферному повітрі характеризується значною просторовою неоднорідністю, внаслідок чого на певній відстані від поста спостережень втрачається репрезентативність даних навіть за умови екстраполяції/інтерполяції. Виходом із ситуації може бути комбінування даних супутникових спостережень щодо хімічних складових атмосфери та методів математичного моделювання.

Основною перевагою супутникового зондування є просторове охоплення території, що дозволяє визначати вміст шкідливих домішок в атмосфері навіть над віддаленими і важкодоступними районами та виявляти різницю порівняно з фоновими значеннями. Незважаючи на те, що супутникове зондування має низку недоліків, таких як неможливість точного перерахунку до концентрацій у приземному шарі, складність атмосферної корекції, часова та просторова дискретність, за допомогою сучасних супутникових технологій можна отримати чітку і якісну картину змінення забруднення атмосферного повітря.

В Україні є досвід використання для моніторингу якості атмосферного повітря супутникових технологій, які зарекомендували себе як перспективний напрям [4–6]. Зазначені вище проблеми, що виникають при застосуванні даних супутникового зондування, частково мож-

на подолати за допомогою математичного моделювання атмосферних процесів. Такий підхід уже активно використовують в Україні для дослідження випадків значної емісії хімічних складових в атмосферне повітря [6–11].

У квітні 2020 р. на північному заході та півночі території України через численні випадки підпалів та спалювання сухого травостою розпочалися лісові пожежі. Серед охоплених полум'ям районів опинилися, зокрема, зона відчуження та зона безумовного (обов'язкового) відселення навколо Чорнобильської АЕС. Пожежі, найбільш інтенсивні з яких тривали в період з 4 до 21 квітня, призвели до емісії великої кількості забруднюючих речовин, що перенеслися в атмосфері і значною мірою впливали на якість атмосферного повітря в різних регіонах України.

З огляду на масштабність лісових пожеж на півночі України у квітні 2020 р. та помітне погіршення стану повітря, що викликало широкий резонанс у засобах масової інформації і серед населення, ми дослідили змінення якості атмосферного повітря в Україні в цей період.

Вихідні дані та методика досліджень. Для оперативного моніторингу та аналізу хімічних складових атмосфери ми використали дані супутникового приладу TROPOMI супутника Sentinel-5P [12]. Обробку вихідних файлів здійснювали за допомогою розробленої в Українському гідрометеорологічному інституті ДСНС України та НАН України тестової системи оцінки якості атмосферного повітря.

Досліджували дві хімічні домішки: монооксид вуглецю (CO) і діоксид азоту (NO_2). При цьому CO добре відображає емісію домішок від природних пожеж, тоді як NO_2 є індикатором загального стану якості атмосферного повітря і характеризує надходження забруднень від різних, у тому числі стаціонарних, джерел викидів, автомобільних вихлопних газів, природних пожеж тощо.

Для аналізу випадку пилової бурі 16 квітня 2020 р. ми використали дані світлопоглинаючого аерозольного індексу (absorbing aerosol index, AAI). Упродовж квітня 2020 р. супутник Sentinel-5P зондував територію України що-

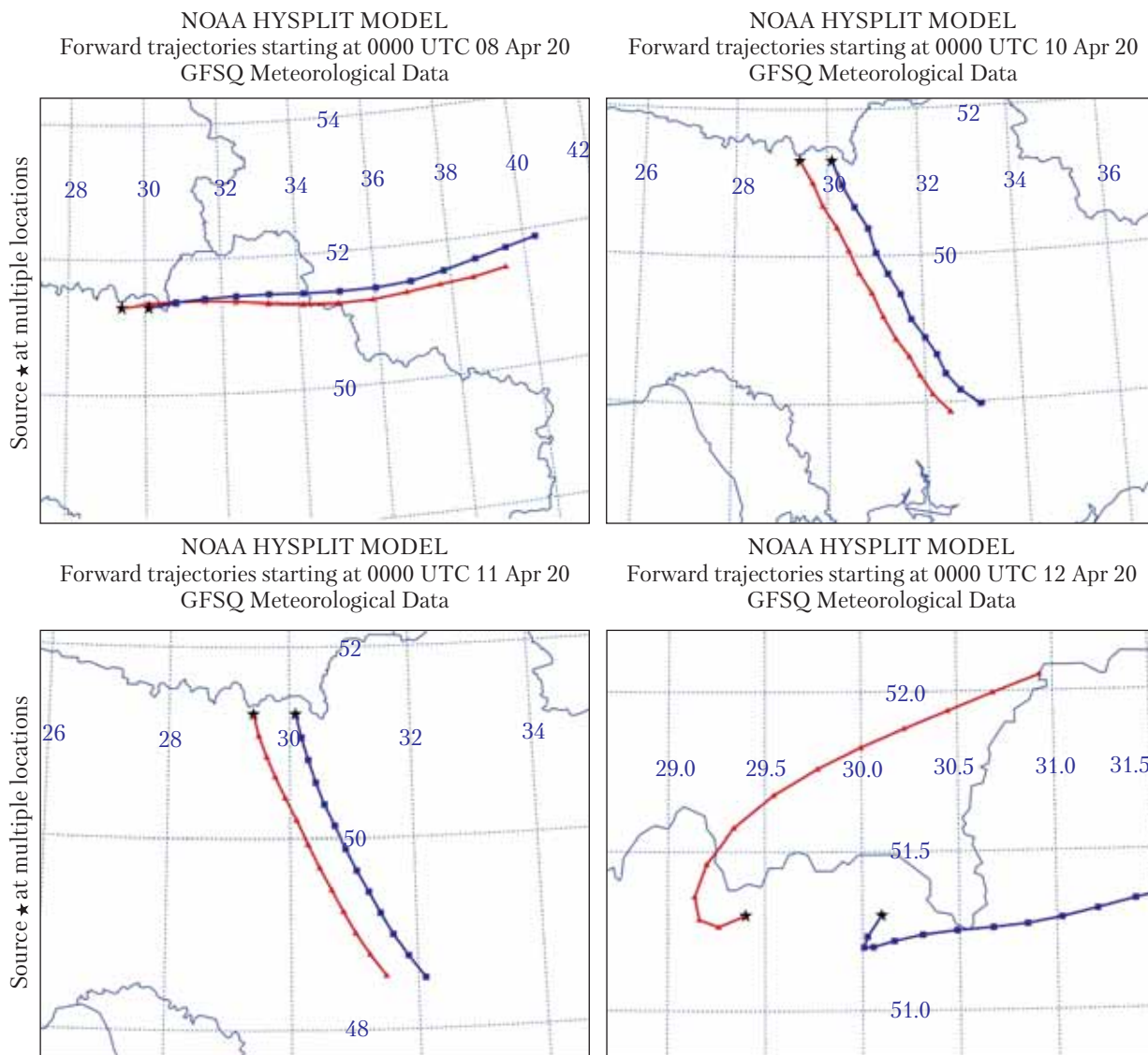


Рис. 1. Напрямок поширення продуктів горіння від двох найбільших локалізацій пожеж протягом 8 та 10–12 квітня 2020 р.

дня у проміжку між 13:00 та 14:00 за місцевим часом, тому всі наявні дані відображають вміст хімічних домішок в атмосфері на момент прольоту супутника.

Вихідні дані з супутника Sentinel-5P було завантажено як продукти другого рівня (L2). Оскільки вони мають прив'язку в часі, а не за географічними координатами, у процесі обробки було здійснено прив'язку за довготою/широтою у вузли регулярної сітки з просторо-

вою роздільною здатністю 0,05 0,05°. Усі пікселі, що потрапляли до квадрату, осереднювали. Контроль якості даних проводили шляхом фільтрації статистично ненадійних значень у разі щільної хмарності та за індексом гарантії якості, що дорівнює 0,5.

Напрямки поширення CO і NO₂ визначали шляхом виявлення осередків пожеж за допомогою супутникових технологій. Місця горіння деревини мають підвищену температуру,

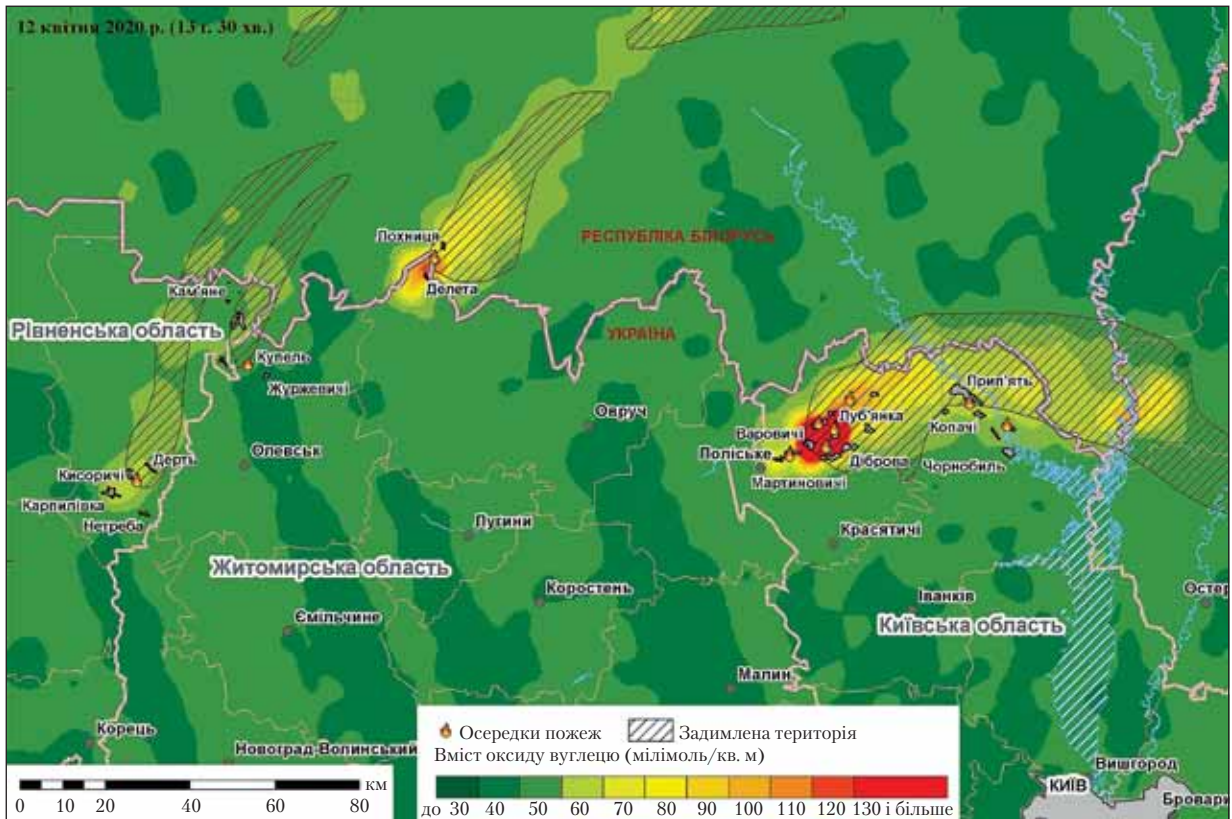


Рис. 2. Просторовий розподіл CO та напрямок його поширення від осередків пожеж 12 квітня 2020 р.

яку фіксують сенсори супутників. Для спостереження використовували дані двох типів сенсорів: радіометра видимого інфрачервоного знімання VIIRS (Visible Infrared Imaging Radiometer Suite) і спектродіаметра середньої роздільної здатності MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer). VIIRS встановлено на двох супутниках: негеостационарному, екологічному супутнику США NOAA-20, який входить до Об'єднаної полярної супутникової системи, призначеної для прогнозу погоди та моніторингу клімату, і на супутнику Suomi NPP, який належить Національному управлінню океанічних і атмосферних досліджень США. Інструменти дистанційного моніторингу типу MODIS встановлено на супутниках Terra і Aqua (EOS AM-1) — транснаціональних науково-дослідних супутниках на сонячно-синхронній орбіті навколо Землі, керування якими здійснює НАСА (США).

Геопросторові дані з цих супутників, а саме, відомості про наявність та інтенсивність великих джерел викидів тепла (від 1 до 200 МВт), завантажували з сервера моніторингу пожеж Національного космічного агентства США [13]. Дані надходять у форматі csv і містять крім географічних координат інформацію про дату, час і потужність та оцінку точності (рівень довіри).

Крім геокодованих місць виникнення пожеж супутники передають зображення видимого спектра і спектрозональні знімки поверхні Землі. За їх допомогою можна визначити напрямок поширення диму від пожеж. Це дозволяє контролювати поширення CO і NO₂, а також напрямок вітру.

Картографічне моделювання викидів CO і NO₂ здійснювали в геоінформаційній системі ArcInfo. Оскільки територія дослідження лежить у помірних широтах, перерахунок ко-

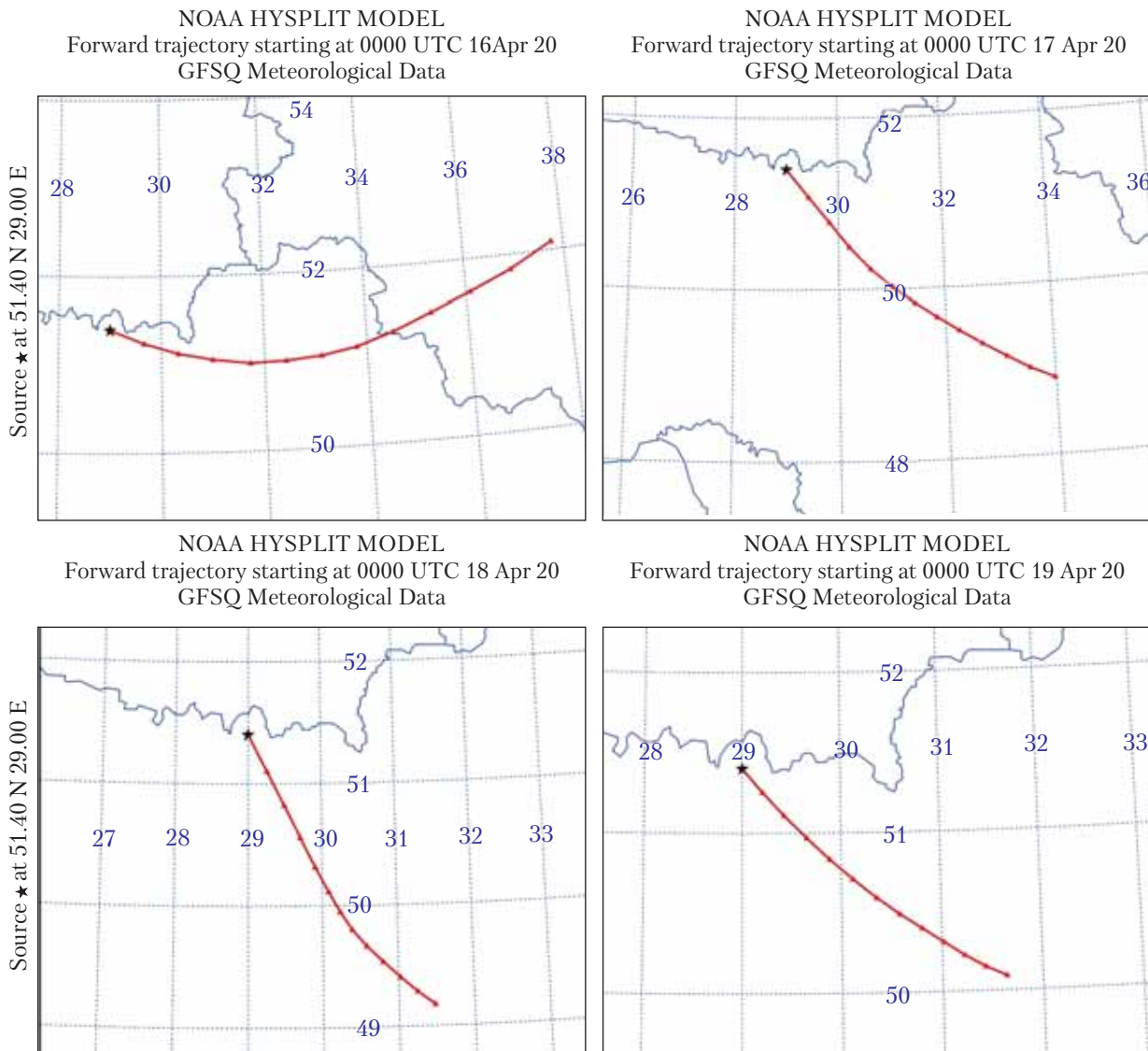


Рис. 3. Напрямок поширення продуктів горіння від найбільшої локалізації пожежі у Житомирській області в період 16–19 квітня 2020 р.

ординат з вузлів географічної сітки у систему координат проводили на основі еквідистантної кінчної проєкції. Далі застосовували поліноміальну інтерполяцію для відображення даних у вигляді растрової поверхні. Перерахунок координат дає можливість враховувати відстані між вузлами регулярної сітки.

Для дослідження напрямку руху повітряних мас, що переносили продукти горіння, використовували гібридну інтегровану модель траекто-

рії одиночних лагранжевих частинок HYSPLIT (Hybrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory model) [14–16]. Для розрахунку руху в напрямку від найбільших осередків пожеж використовували нормальний тип траєкторій, для аналізу надходження пилової бурі 16 квітня 2020 р. — ансамбль зворотних траєкторій. Вхідною метеорологічною інформацією були архівні метеорологічні поля моделі GFS (Global Forecast System) з кроком 0,25°.

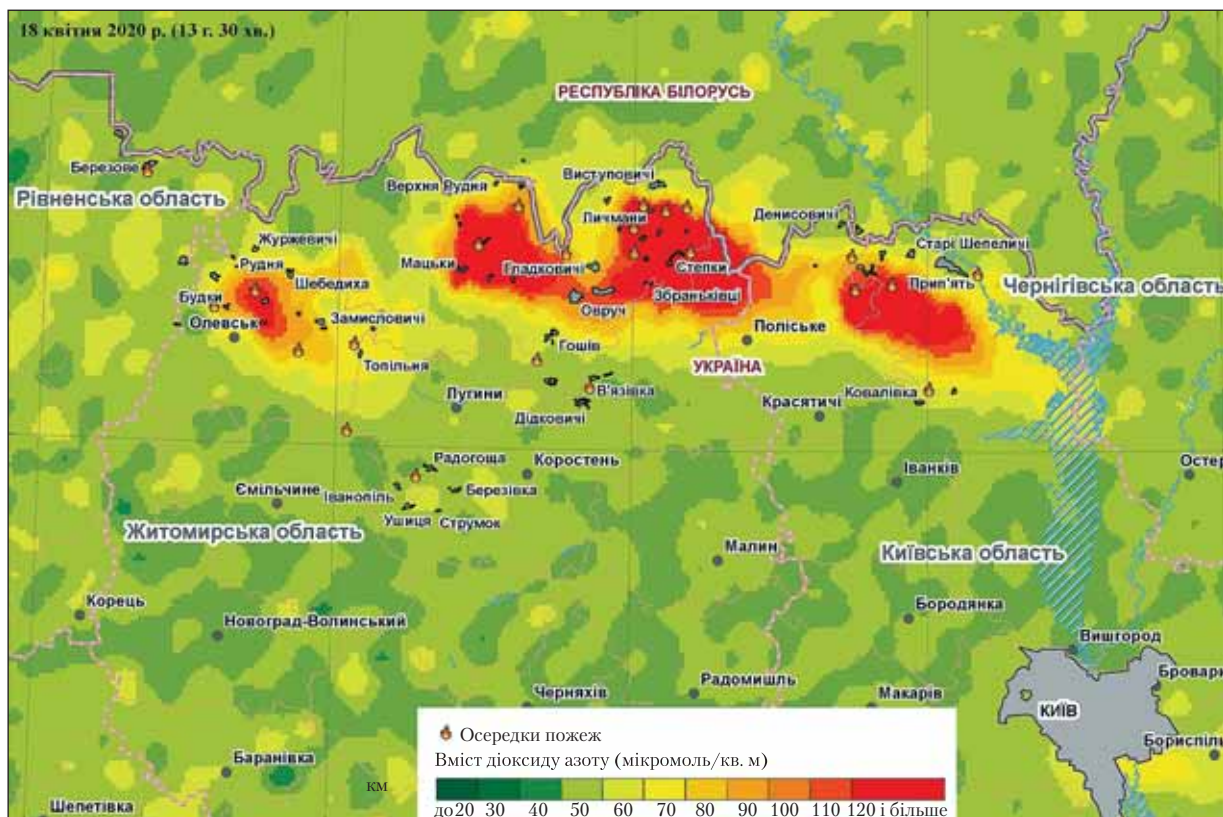


Рис. 4. Просторовий розподіл NO_2 станом на 18 квітня 2020 р.

Порівняння швидкості вітру за моделлю HYSPLIT з реальною швидкістю вітру здійснювали з використанням даних радіозондування атмосфери на станції Київ, які наявні в електронних базах даних Університету Вайомінгу (США) [17].

Якість атмосферного повітря в Україні в період пожеж. Вплив пожеж на якість атмосферного повітря в Україні доцільно розглядати за двома періодами. Протягом першого періоду — з 4 до 14 квітня — основна емісія забруднюючих речовин спостерігалася на півночі Київської області переважно з двох осередків. Один з них розташовувався поблизу смт Поліське і на північному заході межував з Житомирською областю, інший — неподалік м. Чорнобиль. Другий період — з 15 до 21 квітня — був пов'язаний з пожежами на півночі Житомирської області, які мали кілька осеред-

ків. Найпотужніший з них був поблизу кордону з Київською областю.

У перші дні квітня фонові показники загального вмісту CO в атмосфері були близькі до 40 моль/м^2 , зростаючи час від часу, після епізодів з найбільш інтенсивною емісією в районі пожеж, до 50 моль/м^2 . Характерні локальні максимуми вмісту CO на початку квітня не були пов'язані з лісовими пожежами, формуючись поблизу районів, де найбільше випадали сухий травоїсті. У цей час загальний вміст CO над такими районами збільшувався до $70\text{--}90 \text{ моль/м}^2$, перевищуючи у 2–2,5 раза фонові значення і в 1,5 раза — концентрації CO над тоді ще незначними лісовими пожежами.

Загальний вміст NO_2 в атмосфері над територією України в цей період варіювався переважно в межах $30\text{--}70 \text{ мкмоль/м}^2$. При цьому підвищений вміст спостерігався над великими

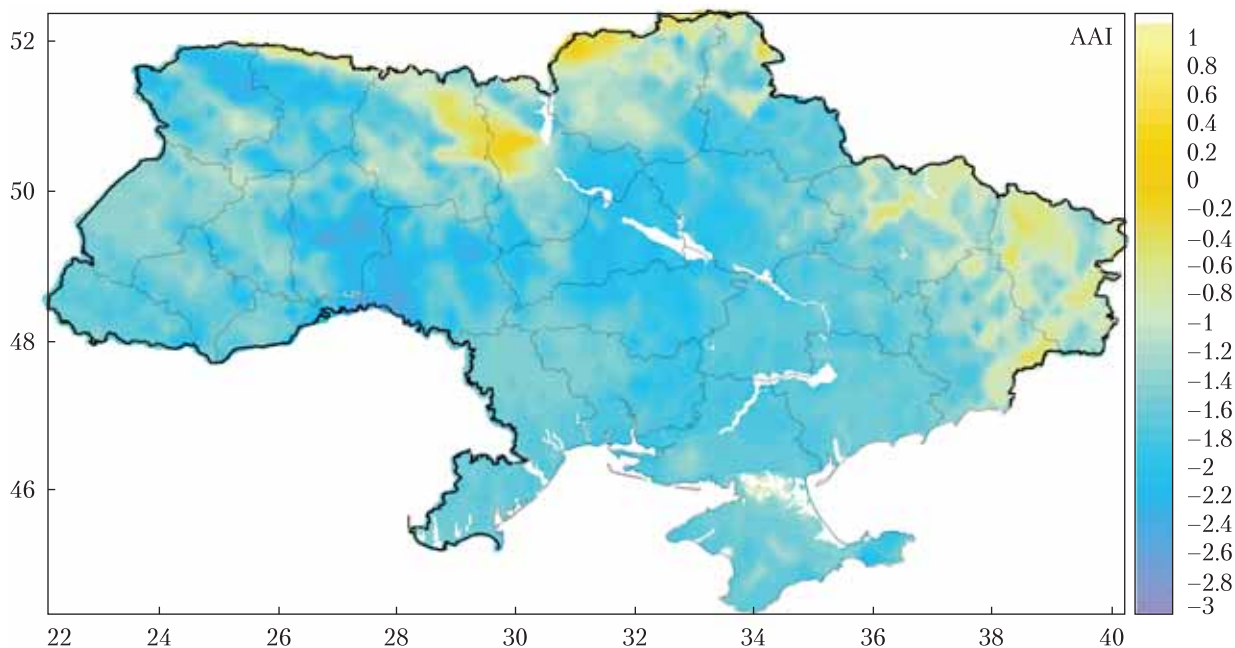


Рис. 5. Просторовий розподіл світопоглинаючого індексу ААІ на момент проходження пилової бурі 16 квітня 2020 р.

містами та промисловими районами, досягаючи 120 мкмоль/м^2 . Максимальні значення NO_2 над осередками пожеж коливалися в межах $350\text{--}1500 \text{ мкмоль/м}^2$, проте вже на відстані $30\text{--}50 \text{ км}$ рівень NO_2 наближався до показників великих промислових міст України.

Значна емісія продуктів горіння в атмосферу над районами лісових пожеж почалася 6 квітня. Найвищий вміст CO з 6 по 10 квітня досягав $100\text{--}190 \text{ ммоль/м}^2$, а в період 12–13 квітня перевищував 250 ммоль/м^2 . До 7 квітня погіршення якості атмосферного повітря спостерігалось тільки в зоні відчуження та прилеглих районах, однак подальше збільшення емісії від пожеж зумовило поширення CO на більші відстані від осередків займання.

Підвищений вміст NO_2 над осередками займання протягом 6–14 квітня практично не поширювався на населені пункти, розташовані від них на відстані 50 км і більше. Причиною цього є досить малий час перебування домішок в атмосфері. При цьому 12 квітня, коли спостерігалися одні з найбільших емісій забруднюючих речовин у районах лісових пожеж, у

м. Київ було виявлено локальне формування порівняно високих концентрацій NO_2 — близько 200 мкмоль/м^2 , що втричі перевищувало вміст NO_2 над навколишніми територіями.

З використанням моделі траєкторій HYSPLIT ми змоделювали напрямок поширення продуктів горіння для визначення територій, які могли зазнати впливу підвищеного вмісту забруднюючих речовин (рис. 1). Перенесення розраховували від двох найбільших осередків горіння, починаючи від 00 UTC відповідного дня. Кожна наступна точка у напрямку від осередків горіння на рис. 1 відображає положення повітряної маси через годину після фіксації попереднього положення.

За перший період, з 4 по 14 квітня 2020 р., лише протягом 4 днів спостерігалось перенесення продуктів горіння за межі зони відчуження в інші регіони України. 8 квітня західний напрямок вітру зумовив поширення повітря з підвищеним вмістом продуктів горіння на північно-східні області України. Протягом 9 квітня під впливом опинилися території Білорусі, а 10–11 квітня визначальною стала пів-

нічна складова вітру, внаслідок чого на більшій частині Київської області загальний вміст CO у 1.5–2 рази перевищував фонові значення, досягаючи 80 ммоль/м^2 . 12 квітня викиди від пожеж поблизу смт Поліське поширилися на територію Білорусі, тоді як від пожеж поблизу м. Чорнобиль — на північно-східні регіони України (рис. 2).

Незважаючи на підвищений загальний вміст CO в атмосфері, основна частина домішок піднімалася у вищі шари атмосфери. Моделювання вертикальних рухів атмосферного повітря у HYSPLIT показало переміщення забруднюючих речовин на одному рівні від джерела викидів протягом перших 4–5 годин, після чого спостерігалось поступове підняття та розсіювання на вищих рівнях. Закінчення першого досліджуваного періоду лісових пожеж припадає на 14 квітня, після проходження опадів та повного гасіння відкритого вогню пожежниками.

Під час другого періоду пожеж, з найбільшими осередками на півночі Житомирської області, значна емісія продуктів горіння почала спостерігатися 16 квітня під час проходження сильних західних вітрів над територією України. Саме сильні вітри, найімовірніше, спричинили поновлення відкритого вогню. Максимальний вміст CO в атмосфері над осередками горіння досягав 190 ммоль/м^2 . Протягом 16–19 квітня спостерігалось перенесення забруднених повітряних мас на захід та південний захід (рис. 3, 4) із загальним вмістом CO в межах $80\text{--}110 \text{ ммоль/м}^2$ на відстанях до 260–300 км від джерела емісії.

Загальний вміст NO_2 був високим поблизу осередків пожеж, досягаючи 1300 мкмоль/м^2 . При цьому простежувалось також формування локальних максимумів у районі великих міст — до 200 мкмоль/м^2 . Протягом 15 квітня на західній Україні спостерігалось підвищення концентрацій, зумовлене надходженням забрудненого повітря з території Польщі.

Починаючи з 20 квітня в результаті гасіння осередків пожеж вміст CO різко зменшився до значень, що не перевищували 70 ммоль/м^2 . На більшій частині території України спостеріга-

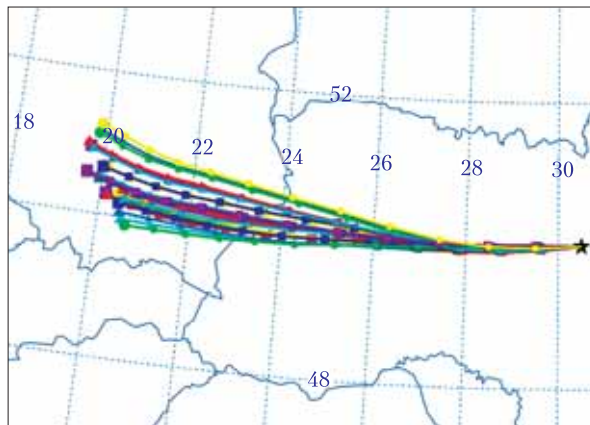


Рис. 6. Ансамбль траєкторій руху повітряних мас, що спричинили пилову бурю 16 квітня 2020 р.

лися значення, близькі до фонових, — у межах $40\text{--}50 \text{ ммоль/м}^2$.

Випадок пилової бурі 16 квітня. 16 квітня 2020 р. значне посилення вітру зумовило формування пилової бурі, що пройшла північною Україною. Використовуючи дані супутникових спостережень, пилову бурю вдалося зафіксувати в момент її проходження Житомирською та Київською областями (рис. 5). Дані світлопоглинаючого аерозольного індексу (ААІ) характеризуються позитивними значеннями над територіями з високою концентрацією вуглецевмісних аерозолів в атмосфері, що свідчить про їх формування внаслідок горіння біомаси. З огляду на те, що в повітрі за напрямком руху повітряних мас не виявлено потужних емісій CO та NO_2 , наявність продуктів горіння може бути результатом їх підняття з поверхні землі, на якій раніше спостерігалось горіння біомаси.

Використовуючи ансамбль зворотних траєкторій моделі HYSPLIT, ми отримали дані щодо руху повітряних мас, що сформували пилову бурю. Кінцевою точкою моделювання було обрано м. Київ, куди пилова буря прийшла близько 15:00 за місцевим часом. Результати моделювання показали, що повітряним масам знадобилося близько 6 годин, щоб подолати відстань від території північно-західної України до м. Київ. Усі траєкторії з ансамблю показали чіткий західний напрямок вітру в останні 4 години, за які повітряні маси про-

йшли території Рівненської, Житомирської та Київської областей (рис. 6).

Швидкості вітру, отримані при моделюванні, підтверджуються даними радіозондування атмосфери. Вже на стандартному ізобаричному рівні 850 гПа (1425 м) швидкість вітру досягала 30 м/с, а на рівні 500 гПа — 56 м/с. Продукти горіння, виявлені за даними ААІ, найімовірніше, потрапили в атмосферу саме протягом останніх 4 годин, оскільки повітряні маси пройшли територіями, де впродовж другої половини березня — першої половини квітня повідомлялося про численні пожежі на полях через спалювання сухого травостою. Моделювання відносної вологості за рухом повітряних мас показало варіації значень від 42 до 75%. Протягом останніх 4 годин до надходження пилової бурі до м. Київ відносна вологість не перевищувала 63%.

Висновки. Протягом квітня 2020 р. деякі території України опинялися під впливом викидів продуктів горіння під час двох осно-

вних епізодів лісових пожеж: 4–14 квітня та 16–21 квітня.

Упродовж першого епізоду загальний вміст СО в атмосфері над осередками займання досягав 250 ммоль/м², а NO₂ — 1300 мкмоль/м². Аналіз супутникових даних показав, що вже на відстані 50 км вміст СО в атмосфері зменшувався у 2–3 рази, NO₂ — на порядок. Під час першого епізоду пожеж поширення продуктів горіння у східні та центральні регіони України спостерігалось протягом 4 днів з 11.

Під час другого епізоду пожеж емісія шкідливих речовин була меншою, проте вони поширилися до 300 км вглиб інших регіонів України.

Між двома епізодами пожеж, 16 квітня, сталася пилова буря, яка істотно вплинула на якість атмосферного повітря. Комбінування результатів супутникових спостережень та моделювання показало наявність продуктів горіння, що піднімалися сильним вітром із земної поверхні протягом 4 годин до надходження пилової бурі до м. Київ.

REFERENCES

[СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ]

1. Balabukh V., Malytska L. Impact of climate change on natural fire danger in Ukraine. *Idojaras*. 2017. **121**(4): 453–477.
2. Fires statistics. State Emergency Service of Ukraine (in Ukrainian). <https://undicz.dns.gov.ua/ua/Statistika.html> [ДСНС України. Статистика пожеж. <https://undicz.dns.gov.ua/ua/Statistika.html>]
3. *Air Quality Management in the United States*. (National Research Council: Committee on Air Quality Management in the United States, Board on Environmental Studies and Toxicology, Board on Atmospheric Sciences and Climate, Division on Earth and Life Studies). Washington DC: The National Academies Press, 2004. DOI: <https://doi.org/10.17226/10728>
4. Putrenko V., Pashynska N., Nazarenko S. Mapping of air quality based on remote sensing data. *The Journal of Cartography*. 2016. (15): 89–99 (in Ukrainian). [Путренко В.В., Пашиńska Н.М., Назаренко С.Ю. Картографування якості повітря на основі аналізу даних дистанційного зондування. *Часопис картографії*. 2016. Вип. 15. С. 89–99.]
5. Savenets M., Dvoretzka I., Nadtochii L. Current state of atmospheric air pollution in Ukraine based on Sentinel-5P satellite data. *Visnyk of V.N. Karazin Kharkiv National University. Ser. Geology. Geography. Ecology*. 2019. (51): 221–223 (in Ukrainian). DOI: <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2019-51-16> [Савенець М., Дворецька І., Надточій Л. Сучасний стан забруднення атмосферного повітря в Україні за даними супутника Sentinel-5P. *Вісник Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна. Сер. Геологія. Географія. Екологія*. 2019. Вип. 51. С. 221–233.]
6. Galytska E., Danylevsky V., Hommel R., Burrows J.P. Increased Aerosol Content in the Atmosphere over Ukraine During Summer 2010. *Atmospheric Measurement Techniques*. 2018. **11**(4): 2101–2118. DOI: <https://doi.org/10.5194/amt-11-2101-2018>
7. Galytska E., Danylevsky V., Snizhko S. Aerosols dynamics in the atmosphere over Eastern Europe by means of AERONET according to weather conditions during summer 2010. *Ukrainian Hydrometeorological Journal*. 2010. (17): 5–16 (in Ukrainian). DOI: <https://doi.org/10.31481/uhmj.17.2016.01>

- [Галицька Є.І., Данилевський В.О., Сніжко С.І. Динаміка аерозолів у атмосфері над східною Європою за даними Aeronet під впливом погодних умов протягом літа 2010. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2016. № 17. С. 5–16.]
8. Giaiotti D., Oshurok D., Skrynyk O. The Chernobyl nuclear accident ¹³⁷Cs cumulative depositions simulated by means of the CALMET/CALPUFF modelling system. *Atmospheric Pollution Research*. 2018. **9**(3): 502–512. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apr.2017.11.007>
 9. Mahura A., Nuterman R., Nerobelov G., Sedeeva M., Smyshlyaev S., Savenets M., Pysarenko L., Krakovska S., Ivanov S., Michaelides S., Ruban I., Sassi A.S., Makkonen R., Baklanov A., Petaja T., Zilitinkevich S., Kulmala M. Integrated Multi-Scale Modelling for Meteorology-Chemistry-Aerosol Interactions. *Report Series in Aerosol Science*. 2019. **226**: 425–430.
 10. Skrynyk O., Voloshchuk V., Budak I., Rubin S. Regional HYSPLIT simulation of atmospheric transport and deposition of the Chernobyl ¹³⁷Cs releases. *Atmospheric Pollution Research*. 2019. **10**(6): 1953–1963. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apr.2019.09.001>
 11. Zheleznyak M., Talerko M., Bogorad V., Bulich Ya., Hirao S., Kireev S., Kovalets I., Kyrylenko Yu., Raskob W., Sinkevich R., Schichtel T., Tabachnyi L., Trybushnyi D. Forest Wildfire at Chernobyl Nuclear Power Plant in June, 2018: Lessons Learned from Coupling of Stationary and Mobile Monitoring with Predictive Modeling of Atmospheric Radioactivity During the Event and Follow-Up Intercomparison of the Modeling Tools. *AGU Fall Meeting*. 2019. GH11A-1032.
 12. Sentinel-5P Mission. <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/missions/sentinel-5p>
 13. Fire Information for Resource Management System. <https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov>
 14. HYSPLIT model. <https://www.ready.noaa.gov/HYSPLIT.php>
 15. Rolph G., Stein A., Stunder B. Real-time Environmental Applications and Display sYstem: READY. *Environmental Modelling & Software*. 2017. (95): 210–228. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2017.06.025>
 16. Stein A.F., Draxler R.R., Rolph G.D., Stunder B.J.B., Cohen M.D., Ngan F. NOAA's HYSPLIT atmospheric transport and dispersion modeling system. *Bull. Amer. Meteor. Soc.* 2015. **96**: 2059–2077. DOI: <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-14-00110.1>
 17. Atmospheric Radiosoundings Database. <http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>

M.V. Savenets, V.I. Osadchyi, A.V. Oreshchenko

Ukrainian Hydrometeorological Institute of State Emergency Service of Ukraine
and National Academy of Sciences of Ukraine (Kyiv)

FOREST FIRES IN APRIL 2020 AND THE RESULTING CHANGES OF AIR QUALITY IN UKRAINE

The study discusses atmospheric air quality changes in Ukraine due to forest fires influence in the north of Ukraine in April 2020. Using Sentinel-5P satellite, data of carbon monoxide, nitrogen dioxide and aerosol index, in combination with HYSPLIT model, the study analyzes spatio-temporal variability of burning products and its distribution trajectories. There were two main wildfires episodes for the period of 4–21 April, 2020, which affected air quality in Ukraine. Depending on the wind direction, the most affected territories were located at less than 50 km from active fires. Elevated carbon monoxide content was detected at the distance up to 300 km from the main emission sources. Atmospheric air quality deterioration was observed also during dust storm between two main fires. The study presents an analysis of wind speed and wind direction along the air masses movement, which caused the dust storm, and water content changes along main trajectories.

Keywords: forest fires, carbon monoxide, nitrogen dioxide, aerosol index, atmospheric air quality, trajectory.