



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

**«ЗАПОБІГТИ, ВРЯТУВАТИ, ДОПОМОГТИ»**

ФАКУЛЬТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ

**«ЗАПОБІГАННЯ ВИНИКНЕННЮ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ, РЕАГУВАННЯ ТА ЛІКВІДАЦІЯ ЇХ НАСЛІДКІВ»**

МАТЕРІАЛИ

КРУГЛОГО СТОЛУ (ВЕБІНАРУ)

Матеріали Круглого столу (вебінару) наукових та науково-педагогічних працівників закладів вищої освіти України, практичних працівників підрозділів ДСНС, представників організацій по виконанню робіт протипожежного призначення, а також колег із зарубіжжя

НУЦЗ УКРАЇНИ



Харків

29 лютого 2024 року

## ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ БПЛА ДЛЯ ЦІЛЕЙ МОНІТОРИНГУ ПРИ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

*Ковальов О.О., к.т.н., доц., НУЦЗ України*

Ризик виникнення катастрофи з викидом забруднюючих речовин пов'язаний з функціонуванням будь-яких підприємств, технологічний процес функціонування яких пов'язаний з високими температурами, тисками, різними видами вибухонебезпечних хімічних речовин, виробництвом, зберіганням, транспортуванням і використанням різних паливно-мастильних матеріалів, теплоенергетикою і ще дуже великою кількістю різних чинників. Здатність різних шарів атмосферного повітря рухатися з великою швидкістю в різних напрямках призводить до ризику забруднення значних площ шкідливими і токсичними речовинами, що вимагає проведення оперативного тропосферного контролю, для визначення умов проведення ліквідації надзвичайної ситуації (НС) та необхідності евакуації населення із зараженої місцевості [1].

У Україні проводиться регулярний планово-стаціонарний (повсякденний) контроль стану атмосфери. Згідно з постановою кабінету міністрів України (КМУ) № 827 від 14 серпня 2019 «Деякі питання здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря», міністерства і відомства здійснюють організацію спостережень за рівнями наступних забруднюючих речовин: діоксид сірки, діоксид азоту і оксиди азоту, Бензол, оксид вуглецю, Свинець, Тверді частки (ТЧ<sub>10</sub>)<sup>-1</sup>, Тверді частки (ТЧ<sub>2,5</sub>)<sup>-2</sup>, Арсен, кадмій, ртуть, нікель, Бенз(α)пірен, Озон.

Загальну організацію і координацію суб'єктів моніторингу атмосферного повітря здійснює Мінекоенерго. Також, згідно з постановою КМУ № 827, встановлюють пункти спостережень і ведуть спостереження за рівнями забруднюючих речовин Міністерство охорони здоров'я, Державна служба з надзвичайних ситуацій (ДСНС) і Державне агентство України по управлінню зоною відчуження. При цьому, фактично основною мережею спостереження за атмосферним повітрям є мережа гідрометеорологічної служби (Гідромет), що входить в структуру ДСНС. Гідромет здійснює моніторинг за забрудненням атмосферного повітря в 53 містах і на 163 стаціонарних постах базової мережі, 33 метеостанції спостерігають за забрудненням атмосферних опадів, 54 станції - за забрудненням снігового покриву.

У Україні на 1 пост контролю якості атмосферного повітря проводить забір проб і аналіз проб кожні 12 годин і перекриває площу в середньому 3703 км<sup>2</sup>, що не відповідає сучасному рівню автоматизації засобів контролю.

Таким чином, актуальним завданням є розробка та обґрунтування нових ефективних методів моніторингу за забрудненням атмосферного повітря що відповідають чинному законодавству і мають потенційну можливість до впровадження на території України.

Одним з варіантів рішення цієї задачі є створення мережі повністю автоматичних постів моніторингу за забрудненням атмосферного повітря на базі мереж базових станцій 3G/4G операторів мобільного зв'язку України [2], проте за результатами аналізу світового досвіду з проведення тропосферного моніторингу, включно при ліквідації НС та їх наслідків, встановлено, що система дистанційного тропосферного моніторингу повинна включати, як обов'язковий

елемент, безпілотні літальні апарати з засобами моніторингу стану атмосфери (БАМА) [3].

БАМА являють собою апаратно-програмні комплекси, які встановлюються на повітряних суднах (вертольотах і літаках) і виконують оперативні вимірювання параметрів стану атмосфери в умовах надзвичайних ситуацій і аварій техногенного характеру, обробку та подання цих даних у реальному масштабі часу з метою інформаційної підтримки прийняття управлінських рішень щодо захисту населення і навколишнього середовища від наслідків надзвичайних ситуацій.

У початковій (гострій) стадії НС стан і небезпека атмосфери змінюється дуже швидко. тому застосування повітряної розвідки найбільш ефективно. Ситуація суттєво змінилася з бурхливим розвитком безпілотної авіації за останні 15 – 20 років. Широке розповсюдження отримали безпілотні літальні апарати (БПЛА) – літаки, гелікоптери і так звані коптери, які мають від трьох і більше повітряних гвинтів.

При аварії на АЕС «Фукусіма-1» 11 березня 2011 р. перша серія знімків (рис.1) була зроблена 20 та 24 березня за допомогою дистанційно керованого БПЛА компанії Air Photo Service. Далі для проведення замірів рівня радіації, фотозйомок і відеоспостереження використовувалися гелікоптери сил самооборони Японії і великий американський військовий розвідник – БПЛА Global Hawk [4].



**Рис. 1. Фото руйнувань на АЕС "Фукусіма-1".**

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Ковальов О.О. (2020). Обоснование метода оперативного контроля состояния атмосферы в условиях чрезвычайных ситуаций / А.А. Ковалёв // Проблемы надзвичайних ситуацій: зб. наук. пр. НУЦЗУ. - Вип. 31. – Харків: НУЦЗУ, 2020. – С. 48-67
2. Ковальов О.О. (2020). Метод організації моніторингу атмосферного повітря / О.О. Ковальов, В. О. Собина, Д. Л. Соколов, С. В. Гарбуз, С. В. Васильєв, В. Б. Коханенко //«Техногенно-екологічна безпека» Науково-технічний журнал НУЦЗ України. - Випуск 9 (1/2021) – Харків: НУЦЗУ, 2020. – С. 94-103 9/2
3. Директива 2008/50/ЄС Європейського парламенту та ради від 21 травня 2008 року «Про якість атмосферного повітря та чистіше повітря для Європи»
4. Using A Drone in Environmental Monitoring : Particulate Matter Measurement Gnawali, Netra (2018) Режим доступу: <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2018122022616>

## СУЧАСНІ МЕТОДИ ОРГАНІЗАЦІЇ МОНІТОРИНГУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

*Ковальов О.О., к.т.н., доц., НУЦЗ України*

*Рагімов С.Ю., к.т.н., доц., НУЦЗ України*

Дослідження по моделюванню поширення забруднюючих речовин в атмосферному повітрі, в основному, сконцентровані на окремих аспектах у рамках конкретного стаціонарного джерела забруднення атмосфери, що дозволяє вирішувати завдання екологічного моніторингу для окремого джерела або конкретної території.

На даний час не існує достовірних моделей (чи їх адаптації), які враховують сумарні викиди від усіх джерел, розташованих на певній території: підприємств, автотранспортних засобів, викидів в результаті пожеж, аварій чи надзвичайних ситуацій, при цьому враховуючи розділення факела викидів (пролітними спорудами, будівлями складної форми і т.д.), а також орієнтовані на масштабну сітку міст.

Незважаючи на результати рішення ряду фундаментальних газодинамічних задач та задач фізики атмосфери, що отримані такими великими центрами як Міжнародний інститут системного аналізу в Австрії, Германський національний дослідницький центр інформаційних технологій, Американське метеорологічне суспільство, Головна геофізична обсерваторія ім. А.И. Воейкова і інших, не існує методів, що дозволяють сформувати комплексні моделі, що охоплюють масштаб міста [1, 2].

Наприклад, відомий сервіс WINDY, надає доступ до інтерактивної WEB карти з можливістю відображення поширення таких атмосферних забруднювачів, як оксиди азоту (рис. 1) та тверді частки  $(\text{ТЧ}_{2,5})^2$ , окремо для кожного компоненту. Заявлений режим оновлення даних складає 1 годину, хоча український Гідромет проводить визначення вмісту оксидів азоту в атмосфері кожні 12 годин. Таким чином наведені сервісом WINDY дані в режимі реального часу є розрахунковими. Сервіс WINDY проводить розрахунок та візуалізації даних за допомогою моделей GFS та NEMS (в якості основних моделей прогнозування). Дані моделі не відносяться до спеціалізованих моделей поширення забруднюючих речовин в атмосфері, що викликає сумніви в достовірності наведених даних [3, 4].

GFS (Global Forecast System) – найбільш проста погодна модель створена на базі квазіоптичної моделі поширення потоків (без урахування інтерференцій), не враховує рельєфу суші, наявність невеликих островів, обриси берегової лінії материків і великих островів. В даний час дана модель вдосконалена і її основною перевагою є регулярний (кілька разів на день) розрахунок погоди для всієї планети, що проводиться незалежно в декількох гідрометеоцентру в різних країнах.

NEMS (National Energy Modeling System) – є економічною та енергетичною моделлю Сполучених Штатів енергетичних ринків, створених на управлінні енергетичної інформації США (EIA). При проведенні аналізу моделей поширення домішок забруднюючих речовин в атмосфері, що пов'язують значення приземних концентрацій забруднюючих речовин на певній території з викидами забруднюючих речовин з різних джерел, відомі моделі були умовно розділені на

групи [5]:

1. **«Модель ящика»** (box model) – ці моделі є найпростішими з усіх типів моделей [3]. Згідно ним концентрації забруднюючих речовин усередині деякого об'єму (ящика) розподіляються простим законом (як правило, лінійно або рівномірно) залежно від швидкості вітру і висоти ящика. Чим більше об'єм, тим менше виходить концентрація. Зрозуміло, що можлива апроксимація простору системою «мікрооб'ємів», але первинна простота моделей в цьому випадку втрачається. Моделі цієї групи на практиці застосовуються для розрахунку концентрацій забруднюючих речовин усередині замкнутих об'ємів: Будівлі, приміщення, шахти, морські судна і так далі

2. **Моделі Гауса** - перші [6] і найчастіше використовувані на практиці моделі. Вони припускають, що дисперсія забруднюючих речовин має розподіл Гауса. Це означає, що концентрації забруднюючих речовин в просторі описуються тривимірною функцією Гауса. Моделі гаусів найчастіше використовуються для опису стаціонарних джерел забруднення, що дають безперервний шлейф забруднюючих речовин. Також є модифікації моделі для опису нестаціонарного розподілу забруднюючих речовин.

3. **Транспортні моделі** - описують перенесення забруднюючих речовин в атмосфері на основі рівнянь, що відбивають закон збереження маси забруднюючих речовин, і мають основні підгрупи: *Лагранжеві моделі, Ейлерові моделі, Моделі на базі рівнянь Нав'є-Стокса, Моделі важких газів*. У рамках описаних груп моделей існує велика кількість методик розрахунку викидів як за стаціонарними джерелами незалежно від їх типу, так і залежно від характеру сумішей, що викидаються. Відмінна риса усіх методик – це спрощення моделі для проведення розрахунків або наближене оцінювання деяких параметрів (за статистичними і експериментальними даними). Існують комбіновані моделі, у тому числі об'єднані за допомогою методів штучного інтелекту, наприклад, нейронних мереж [5].

## ЛІТЕРАТУРА

1. Ковальов О.О. Обоснование метода оперативного контроля состояния атмосферы в условиях чрезвычайных ситуаций. *Проблеми надзвичайних ситуацій*. 2020. Вип. 31. С. 48–67.

2. Aurelio Oriana, Julien Réhault, Fabrizio Preda, Dario Polli, Giulio Cerullo Scanning Fourier transform spectrometer in the visible range based on birefringent wedges. *Journal of the Optical Society of America*. 2016. Vol. 33, Issue 7, P. 1415–1420.

3. Jing Liu, Wen-bin Xu, Jun-Wei Li, Min Yang, Peng Xiu, Chong Zheng, Xian-Zhong Sun study on recognition method of ethylene gas based on absorption characteristics of infrared spectrum. *Applied Optics and Photonics China (AOPC2019)*, 2019, Beijing, China. Proceedings Volume 11338: Optical Sensing and Imaging Technology; 113380G (2019) P. 28-59

4. Dennis K., Killinger L, Robert T. Menzies Editorial for the Special Issue Optical and Laser Remote Sensing of the Atmosphere. *Remote Sens.* 2019. Vol.11(7). 742 p.

5. Leidi Wang, Dingling Zhang, ChenChenc, Fei Hua, Lei Zhanga. Impact analysis of surface albedo heterogeneity on shortwave radiation using a 3D radiative transfer model. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics* Vol. 204, August 2020, №105287 P. 37-54