

**ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ**



**МАТЕРІАЛИ
Міжнародної науково-практичної конференції
«Проблеми пожежної безпеки 2022»
(«Fire Safety Issues 2022»)**



ХАРКІВ 2022

О.О. Ковальов, к.т.н., доцент, НУЦЗУ

МЕТОД ОТРИМАННЯ ДАНИХ ДЛЯ ЗАВДАНЬ МОНІТОРИНГУ ЗА ДОПОМОГОЮ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Багатофакторність параметрів, що впливають на стан атмосфери, не дозволяє в повній мірі, з використанням існуючих на сьогодні методів і способів математичного моделювання, вирішити задачу прогнозування поширення викидів забруднюючих речовин в атмосфері. Виходячи з цих позицій, розробка сучасних методів оперативного (в умовах НС) контролю стану атмосфери є актуальною проблемою у сфері цивільного захисту.

Елементом технічної структури системи моніторингу атмосферного повітря є безпілотні літальні апарати (БПЛА), відповідно до цього, був розроблений наступний алгоритм тропосферного моніторингу:

1. Отримання даних від елементів системи:

А) Автоматичних постів моніторингу забруднення атмосферного повітря на базі мереж базових станцій 3G / 4G операторів мобільного зв'язку

Б) Метеостанції – метеорологічні параметри (або при прогнозі несприятливі метеоумови - за 6 годин до можливої зміни метеоумов)

В) Оперативно - координаційного центру оперативно-рятувальних служб (пожежі, аварій, вибухи та інші види НС)

2. Визначення зон можливого небезпечного забруднення в приземному шарі атмосферного повітря за допомогою *методу організації моніторингу атмосферного повітря* [1-3].

3. Якщо на основі проведених розрахунків розсіювання забруднюючих речовин не будуть виявлені зони, в яких значення приземних концентрацій забруднюючих речовин перевищують значення 0,7 ГДК, то система переходить в режим очікування наступного пакета даних.

4. У разі можливого перевищення 0,7 ГДК повинен бути розрахований маршрут слідування БПЛА для вимірювань в локальній зоні потенційно небезпечного забруднення. Штаб приймає рішення про необхідність вильоту БПЛА (враховуються метеоумови і характер розсіювання забруднюючих речовин протягом найближчих годин).

5. Час, що відводиться БПЛА для вимірювань, залежить від інтервалу, протягом якого метеорологічні параметри мало відхиляються від значень, при яких було прийнято рішення про виліт для проведення вимірювань. Для визначення мінімального інтервалу часу роботи БПЛА, була проведена обробка метеорологічних даних про напрямку і швидкості вітру. За результатами обробки отримана нижня оцінка часу спаду, при якому кореляція поточних і вихідних значень метеорологічних параметрів значима (не менше 2 годин). Витрати часу льоту БПЛА до точки контролю та проведення вимірювань зазвичай складають не більше 30 хв. Координати точок всередині зони можливого забруднення, в яких необхідно провести вимірювання, формуються до вильоту БПЛА, а в процесі проведення вимірювань можуть бути передані додатково з робочого місця оператора.

6. Результати вимірювань одразу передаються в штаб моніторингу для обробки.

Для реалізації кроків 3-5 описаної схеми необхідно вирішити такі завдання:

1) визначити точки, в яких повинні бути проведені вимірювання приземних концентрацій забруднюючих речовин в зоні можливого небезпечного забруднення;

2) розрахувати маршрут слідування БПЛА до місця локального забруднення;

3) синхронізувати результати вимірювань з урахуванням різного часу проведення вимірювань, через витрати часу на маршрут слідування БПЛА між точками;

4) якщо в результаті вимірів буде виявлено перевищення гранично допустимих концентрацій забруднюючих речовин – визначити джерела забруднювачі, викиди яких призвели до порушення встановлених норм (в список джерел будуть відібрані тільки ті, які можуть впливати на значення концентрацій при поточному напрямку і швидкості вітру). Рішення даного завдання описано в [4].

Оснащення БПЛА повинно включати системи наведення, бортовий радіолокаційний комплекс, датчики та відеокамери. У процесі виконання польоту, як правило, керування БПЛА здійснюється автоматично або полуавтоматично за допомогою бортового комплексу навігації та керування, до складу якого входять: приймач супутникової навігації; система інерційних датчиків; система повітряних сигналів, яка забезпечує вимірювання висоти і повітряної швидкості; різні види антен, призначені для виконання завдань [5].

Бортова система навігації і керування забезпечує: політ за заданим маршрутом (завдання маршруту виробляється із зазначенням координат і висоти поворотних пунктів маршруту); зміну маршрутного завдання або повернення в точку старту по команді з наземного пункту керування; обліт зазначеної точки; стабілізацію кутів орієнтації БПЛА; підтримку заданих висот і швидкості польоту (шляхової або повітряної); збір і передачу телеметричної інформації та параметрів польоту і роботу цільового обладнання; програмне керування пристроями цільового обладнання.

Бортова система зв'язку: функціонує в дозволеному діапазоні радіочастот; забезпечує передачу даних з борту на землю та із землі на борт. Дані, що передаються на борт, містять: команди керування БПЛА; команди керування цільовою апаратурою. Дані, що передаються з борту на землю: параметри телеметрії; потокове відео- та фотозображення, дані дозиметричного та газового аналізу [6].

На сьогодні контроль стану атмосферного повітря з БПЛА виконується за допомогою датчиків на оксидах металів (MOS), що мають наступні якісні переваги: Низька вартість порівняно з хроматографами (від \$1 до \$150 залежно від точності та виробника); Багаторазовість на відміну від індикаторних трубок; Мала маса (нижче ніж у хроматографа та компресора); Аналіз в режимі реального часу.

MOS датчики на відміну від великих хроматографів і індикаторних трубок, не мають такої ж точності, проте їх точність можна підвищити шляхом їх калібрування за допомогою стандартних газових сумішей. Установка кількох датчиків також дозволить підвищити точності та надійності вимірювального пристрою [7].

Для проведення газового аналізу може бути використаний спеціальний газоаналізатор виробництва ООО «Альбатрос» (рис 1) який у базовій конфігурації визначає температуру, вологість, дрібнодисперсні тверді частинки (PM1.0, PM2.5, PM10) а також визначає від 10 до 80 видів газів (в залежності від моделі). Передає всі дані і термограму розподілу газу на наземну станцію управління в режимі реального часу.

Для проведення радіаційного контролю може бути використаний спеціальний дозиметр з відеокамерами Z-16 GAMMA-VR, виробництва ZALA AERO (рис 2). Даний дозиметр проводить детектування рентгенівського і гамма-випромінювання та автоматично відображує дані накладенням на відеопотік в режимі реального часу [7].



Рис. 1. Модульний газоаналізатор виробництва ООО «Альбатрос»



Рис. 2. Дозиметр з відеокамерами Z-16 GAMMA-VR

Для створення БПЛА, найбільш придатні безпілотні авіаційні комплекси «ГранТ», «Альбатрос», «ZALA 421-04M»; «Pointer», «Raven»; «Skylark-1», «Orbiter.

На сьогодні, при провадженні локального контролю стану атмосфери за допомогою БПЛА, завданням оператора є проведення максимальної кількості вимірів за обмежений час автономного польоту, причому визначення необхідної кількості та координат точок проведення вимірів здійснюється оператором або іншою уповноваженою особою на основі власного досвіду та аналізу умов моніторингу.

Да даний час в Україні на промисловому рівні не розробляються вітчизняні безпілотні технології, проте багато компаній пропонують дооснащення та модернізацію БПЛА, виступають в якості дистриб'юторів та інтеграторів професійного обладнання та програмних продуктів для БПЛА провідних світових компаній: XAG, ZALA AERO, EcoFlow, Pix4D, Kandaо, Альбатрос, Chasing, Flyability, MicaSense, DroneDeploy, Parrot, AgroCares, DronePort, Sniffer4D, Dobot і багатьох інших виробників. Наприклад дистриб'ютором DroneUA представлено технологію AirSense – комплексну систему для динамічного визначення концентрації газів інтегровану з бортовими контролерами дронів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ковалёв А.А. (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>
5. Atkins N. Air Pollution Dispersion: Ventilation Factor. Режим доступу: http://apollo.lsc.vsc.edu/classes/met130/notes/chapter18/dispersion_intro.html.
6. Yukihiisa Sanada, Yoshimi Urabe, Miyuki Sasaki, Kotaro Ochi, Tatsuo Torii (2018). Evaluation of ecological half-life of dose rate based on airborne radiation monitoring following the Fukushima Dai-ichi nuclear power plant accident // Journal of Environmental Radioactivity, Volume 192, December 2018, Pages 417-425
7. Грядунов Д.А., Митрофанов Е.В., Бубненко Д.И. (2012). О применении комплексов беспилотных летательных аппаратов в системе многоуровневого экологического мониторинга // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2012. – № 4. – С. 95–99.

A.A. Kovalev Ph.D., Associate Professor, NUCDU

DATA ACQUISITION METHOD FOR MONITORING PURPOSES BY UNMANNED AERIAL VEHICLES

Modern types and characteristics of measuring equipment that can be installed on board unmanned aerial vehicles and used for atmospheric monitoring are considered.

A tropospheric monitoring algorithm based on the use of unmanned aerial vehicles has been developed.