связь, 1988. – 184 с.
5. *Шор Я.Б.* Статистические методы анализа и контроля качества и надёжности / Яков Борисович Шор. – Издательство “Советское Радио”, 1962. – 552 с.
6. Справочник по теории вероятностей и математической статистике / [В.С.Королюк, Н.И.Портенко, А.В.Скороход, А.Ф.Турбин]. – М.: Наука, 1985. – 640 с.
7. *Павленко А.Г.* Алгоритм статистичного контролю надійності бортового обладнання літальних апаратів військового призначення при нестабільних умовах спостережень / Павленко А.Г., Соловйов В.І., Хижун В.В. // Тези доповідей та виступів на наук. - практ. конф. “Актуальні проблеми розвитку авіаційної техніки”. – К.: ДНДІА України, 2011. – С. 81.
8. *Іванович В.В.* Методика повышения эффективности эксплуатации морських судов при трансокеанских грузовых перевозках / В.В. Іванович, Д.А. Блоха // Матеріали 17-ої науково-методичної конференції викладачів, аспірантів та студентів 25 –27 квітня 2013 року. – К.: КДАВТ ім. П.Конашевича-Сагайдачного, 2013. – С.100.

Поступила 16.9.2013р.

УДК 519.6 : 504.064

В. О. Артемчук, м.Київ

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ СТАНУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

Abstract. The paper describes the concept of «drone» and «unmanned aviation complex». Shows of examples and prospects for their use in Ukraine for environmental problems of air.

Вступ. Моніторинг та попередження забруднення атмосферного повітря стали обов'язковою частиною природоохоронної діяльності всіх розвинених держав. В розвинених країнах активно розробляються заходи щодо формування комплексних мереж моніторингу стану атмосферного повітря (МСАП).

Звичайний підходи моніторингу, засновані на газовій хроматографії і пасивні методи відбору проб обмежені з точки зору їх вартості установки, часу і розмірів. Таким чином, мережа МСАП повинна бути просторово гнучкою і виконувати всі необхідні функції щодо спостереження за якістю повітря в досліджуваному районі. Крім того, оптимальні місця встановлення сенсорів такої мережі можуть бути визначені для кожної конкретної ситуації (в тому числі і надзвичайної), що дозволяє отримати точну оцінку якості повітря на досліджуваній території.

Вивчення світового досвіду свідчить про ефективність та перспективність сенсорних мереж як аналізаторів якості повітряного

 © В. О. Артемчук

середовища. В Україні така система МСАП допоможе вирішити проблеми, що склалися у цій галузі, покращити технічне оснащення моніторингу та підвищити його оперативність.

Крім того, використання сучасних сенсорів для моніторингу стану атмосферного повітря дозволяє розміщувати їх на безпілотних літальних апаратах (БПЛА) та проводити необхідні виміри на різних висотах, в тому числі і на закритих територіях, до яких з тих чи інших причин не може дістатися наземний транспорт.

Безпілотний літальний апарат (англ. Unmanned aerial vehicle, скор. UAV; скор. БПЛА або Дрон) — літальний апарат, який призначений для польоту без екіпажу. Раніше ці апарати об'єднували поняттям безпілотна авіація — літаки, керування (пілотування) якими здійснюється без пілота, за допомогою приладів різних систем, що засобами радіо (радіолокації, телебачення) подають команди на автопілот. Елементи системи керування містяться поза літаком і можуть бути на землі, на воді і в повітрі, на місці старту, на маршруті польоту і в районі цілі [1]. Слід зазначити, що найчастіше при класифікації БПЛА виділяють:

— БПЛА військового призначення;

— БПЛА цивільного призначення.

В роботі [2] з посиланням на авторів [3] зазначається, що під безпілотними літальними апаратами слід розуміти безпілотні повітряні апарати багаторазового застосування, оснащені силовою установкою, які мають дистанційне, автономне, напівавтономне або комбіноване керування, здатні нести різні типи корисного навантаження, що дозволяє їм виконувати специфічні завдання в земній атмосфері або за її межами протягом часу, який відповідає виконуваному завданню.

Згідно з [4], основними аргументами поширення БПЛА класу (μ) стали мала ціна, висока мобільність та здатність до передавання фото-відеоінформації в реальному масштабі часу. Клас «мікро» (μ) - БПЛА злітною масою до 5 кг у відповідності з міжнародною класифікацією UVS International. В даному класі БПЛА найбільш поширені дві схеми, що відрізняються способом створення підйомної сили: «літак» та «вертоліт» (рис. 1).

а *б* *в*

Рис. 1. БПЛА класу«мікро» (μ): а– схема«вертоліт»; б, в– схема«літак» [4]

Призначення БПЛА цивільного призначення. Для БПЛА цивільного призначення можна виділити наступні основні задачі: [5]

- дистанційне зондування землі, цифрове картографування;
- моніторинг шкідливих для людини об'єктів (зона відчуження навкруги ЧАЄС, пожежі лісових масивів, шкідливих виробництв, складів зі зброєю;
- моніторинг магістральних трубопроводів, з метою попередження несанкціонованого відбору продуктів, розривів;
- контроль за державним кордоном України;
- інформаційне забезпечення операцій МЧС в зоні екологічних та техногенних катастроф, а також операції по охороні морської економічної зони України від браконьєрського вилову риби;
- пошуково-рятувальні роботи;
- хімічна обробка об'єктів;
- метеорозвідка.

Рис. 2. Сучасний БПЛА (дрон) у польоті [6]

Квадракоптер (англ. Quadrotor, quadrocopter) - це літальний апарат з чотирма несучими гвинтами, що обертаються діагонально в протилежних напрямках. Узагальнена назва апаратів подібного типу, з довільною кількістю роторів - мультикоптер.

Даний клас БПЛА останнім часом стрімко розвивається і має ряд переваг з поміж інших типів БПЛА. Наприклад квадрокоптер DJI Phantom

(див. рис. 3) згідно з [7] має наступні технічні характеристики:

- Довжина:350 мм (діагональ між осями моторів), загальна - 390 мм.
- Ширина: 350 мм (діагональ між осями моторів), загальна - 390 мм.
- Висота: 90 мм, з шасі - 170 мм.
- Корпус: Пластик.
- Швидкість: 10 м / с.
- Вага: 610 г без акумулятора, вага акумулятора - 170 г.
- Час автономної роботи: 10-15 хвилин.
- Живлення: акумулятор Li-Po 11.1V 2200 мАг 3S 20C.
- Радіоуправління: 2.4GHz.
- Передавач: 6-ти канальний.
- Радіус сигналу: 300 метрів.
- Час зарядки: 3 години.
- Навантаження: 400-500 г.
- Датчики: GPS, акселерометр, компас.

Рис. 3. Квадрокоптер DJI Phantom у польоті [7]

БПЛА в Україні. В останні роки в Україні проблемам використання БПЛА присвячено багато робіт [2, 4, 5, 8, 9 та ін.]. Наприклад в роботі [8] розглянуто основні напрями застосування безпілотних авіаційних систем у цивільній сфері, концепції створення й організації безпілотних авіаційних комплексів залежно від орієнтованості на завдання, а також показано можливості використання авіаконструкторського й авіапромислового потенціалу для проектування, виробництва та експлуатації безпілотних авіаційних систем із подальшою інтеграцією в повітряний простір. Крім

поняття БПЛА авторами вводиться термін «безпілотний авіаційний комплекс» (БАК), який за їх визначенням є складною авіаційно-технічною системою, яка включає:

— один або кілька БПЛА;
— пункт керування;
— засоби зв'язку;
— засоби запуску, рятування та обслуговування;
— засоби транспортування.

В роботі [9] розглянуто варіанти побудови безпілотних авіаційних комплексів, наведено класифікацію безпілотних засобів, проведено аналіз технічних характеристик та способів їх застосування. Показано, що коло завдань, які вирішуються безпілотними засобами, значно розширюється.

Рис. 4. Варіант безпілотного авіаційного комплексу [9]

БПЛА в задачах моніторингу стану атмосферного повітря. Використання БПЛА в задачах моніторингу стану атмосферного повітря дасть змогу вирішувати ряд актуальних практичних задач. Оскільки сучасні сенсори для моніторингу стану атмосферного повітря є доволі мініатюрними та легкими, це дозволяє розміщувати їх на БПЛА та проводити необхідні виміри на різних висотах, в тому числі і на закритих територіях, до яких з тих чи інших причин не може дістатися наземний транспорт. Прикладом такої задачі є контроль за викидами різного роду підприємств, що здійснюються через стаціонарні точкові джерела різної висоти (труби). Здійснення вимірів на висоті, що близька до висоти викидів, дасть змогу контролюючим органам точніше оцінити потужність викидів та інші їх характеристики. Тому перспективним в цьому аспекті є:

1) постановка задачі визначення оптимальної траєкторії руху БПЛА з відповідним набором сенсорів для моніторингу конкретного джерела забруднення в залежності від його характеристик, метеоумов тощо та

розробка відповідних методів та засобів для вирішення такої задачі;

2) постановка задачі визначення набору характеристик викидів (потужність, температура, швидкість тощо) за результатами проведених з використанням БПЛА вимірів та розробка відповідних методів та засобів для вирішення такої задачі.

Висновки. Використання сучасних сенсорів для моніторингу стану атмосферного повітря дозволяє розміщувати їх на безпілотних літальних апаратах (БПЛА) та проводити необхідні виміри на різних висотах, в тому числі і на закритих територіях, до яких з тих чи інших причин не може дістатися наземний транспорт. Актуальними завданнями при цьому є постановка та розробка засобів для вирішення задач визначення оптимальної траєкторії вимірів та визначення характеристик викидів за результатами моніторингу.

1. Безпілотний літальний апарат [Електронний ресурс] / Веб-сайт wikipedia.org — дата доступу 29.07.2013 – Режим доступу : http://uk.wikipedia.org/wiki/Безпілотний_літальний_апарат — Загол. з екрану.
2. Сучасний стан і перспективи розвитку розвідувальних безпілотних літальних апаратів тактичної та оперативно-тактичної дії: вісник воєнно-наукової інформації: наукове видання. – Суми: Науковий центр бойового застосування ракетних військ і артилерії Сумського державного університету, 2013. – 31 с.
3. *Мосов С.М.* Беспилотная разведывательная авиация стран мира: Монография. – К.: Изд. дом"Румб", 2008. – 160 с.
4. *Збруцький О.В.* Безпілотні літальні апарати контейнерного старту: сучасний стан і напрямки досліджень / Збруцький О.В. Масько О.М., Сухов В.В. // Вісник НТУУ «КПІ». Машинобудування: збірник наукових праць. – 2012. - № 64. – С. 47-55. – Бібліогр.: 6 назв.
5. *Ходаківська А.Ю.* Перспектива створення та застосування безпілотних літальних апаратів // Аеро – 2012. Повітряне і космічне право: [Матеріали Всеукраїнської конференції молодих учених і студентів, Київ, Національний авіаційний університет, 22 листопада 2012 р.] – К.: Комп'ютерпрес, 2012. – С. 401-403.
6. У Німеччині набувають популярності безпілотні літальні апарати [Електронний ресурс] / Веб-сайт ipress.ua — дата доступу 29.07.2013 – Режим доступу : http://ipress.ua/news/u_nimechchyni_nabuvayut_populyarnosti_bezpilotni_litalni_aparaty_3559.html — Загол. з екрану.
7. Обзор квадрокоптера DJI Phantom для использования с GoPro [Електронний ресурс] / Веб-сайт habrahabr.ru — дата доступу 29.07.2013 – Режим доступу : http://habrahabr.ru/company/rozetked/blog/185452/ — Загол. з екрану.
8. *Харченко В.П.* Аналіз застосування безпілотних авіаційних систем у цивільній сфері / В.П. Харченко, Д.Е. Прусов // Вісник Національного авіаційного університету. - 2012. - № 1. - С. 118-130.
9. Проценко М.М. Аналіз структури та варіантів побудови безпілотних авіаційних комплексів / М.М. Проценко // Вісник ЖДТУ. - 2012. - № 2 (61). – С. 113-118.

Поступила 11.9.2013р.