

МОНІТОРИНГ ФАКТОРІВ ВНУТРІШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ЗА ДОПОМОГОЮ МІКРОДРОНІВ

Левтеров О.А., д.т.н., с.н.с.

Стативка Є.С., здобувач РВО доктор філософії
Національний університет цивільного захисту України,
м. Харків, Україна, jekas657@gmail.com

Анотація: Запропоновано використання мікродронів з акустичним обладнанням для моніторингу надзвичайних ситуацій у внутрішніх приміщеннях, що може покращити ефективність рятувальних операцій. Досліджено вплив встановлення акустичних датчиків на масу та маневреність мікродронів, що є ключовими факторами при їхньому використанні.

Ключові слова: мікродрони, акустичні датчики, моніторинг

У роботах [1] пропонується використання рятувальниками акустичного пристрою як додаткового засобу орієнтування у просторі з незадовільним візуальним контролем (НВК) під час виконання оперативних завдань з ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій (НС). Проте, у цьому контексті виникає проблема, пов'язана з обмеженнями дієздатності рятувальників через недостатню інформацію про наявність та характер потенційних перешкод. В рамках цього твердження однією з найбільш перспективних областей досліджень є використання мікродронів [2] для моніторингу факторів НС навколишнього середовища в закритих приміщеннях. Ключові особливості мікродронів включають механічну простоту, можливість зльоту з невеликої площі та завісання у фіксованому положенні, а також здатність проникати в ускладнені локації.

Безпілотні літальні апарати (БПЛА) стали широко поширеними завдяки успіху кількох великих комерційних виробників дронів. Коптери отримали широке визнання через свою механічну простоту, здатність злітати з невеликої площі та утримуватися в повітрі на фіксованому місці. Оскільки ці літальні апарати все частіше використовуються в міських середовищах та всередині приміщень, їх здатність забезпечувати стабільний політ в умовах впливу зовнішніх перешкод та наближених перешкод стає все більш важливою. Розуміння аеродинамічних явищ, що діють в таких умовах, є першим кроком до покращення поведінки квадрокоптера.

Пропонується обладнання мікродронів ультразвуковими датчиками (рис. 1), що дозволяють орієнтуватися в просторі, фіксувати інформацію про характер пошкоджень [2] та наявність перешкод в умовах НВК.

У заключному розділі 6.2.2 роботи [3] представлений гексакоптер безпілотника, а саме DJI Matrice PRO 600, один з яких, в країнах Європейського Союзу пропонується, як надійний інструмент для пожежно-рятувальних служб. Проте, важливо враховувати фінансовий аспект, оскільки ці дрони можуть бути дуже дорогими. Однак, загальні переваги, переважають витрати. Загалом, виглядає так, що виробники дронів готові пропонувати стійкі рішення, щоб відповідати конкретним потребам від фахівців пожежно-рятувальних служб.

Майбутнє обіцяє розвиток технологій, які дозволять безпілотникам бути більш ефективними і корисними.

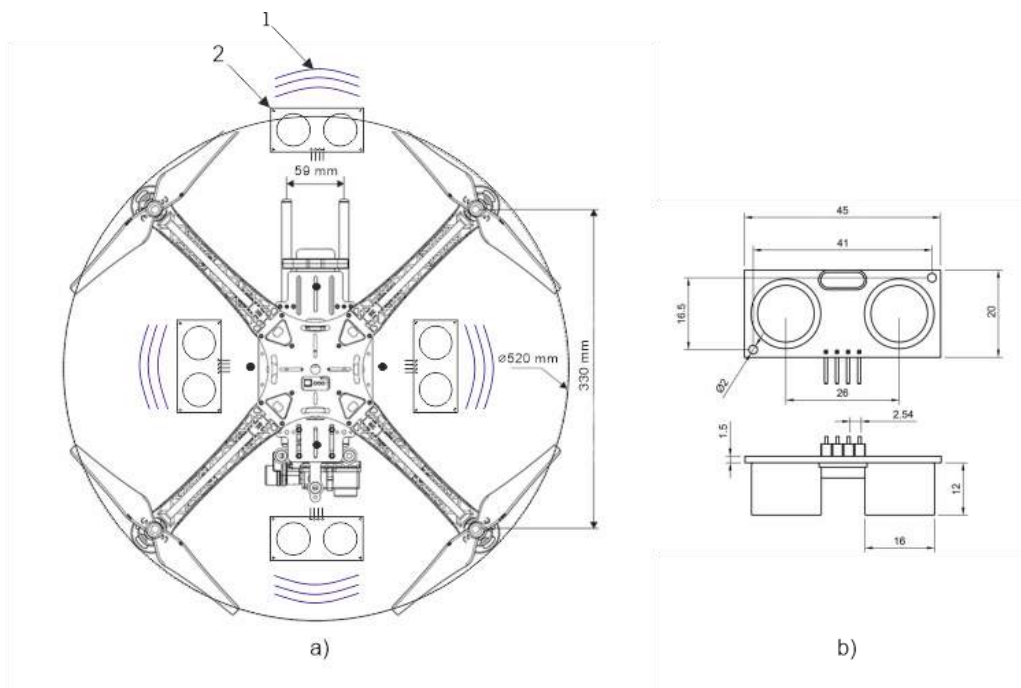


Рис. 1: а) схема розміщення акустичних датчиків на корпусі мікродрона (вигляд згори, 1 – напрямок дії акустичних хвиль, 2 – акустичний датчик); б) схема будови акустичного датчика

Так, у межах запропонованої концепції важливо провести аналіз маси, маневреності та енергоефективності мікродрона, оскільки можливе зниження характеристик внаслідок встановлення додаткових датчиків на модель, яке можна визначити за допомогою формул (1, 2 та 3) окремо, які розраховують вплив цих додаткових компонентів на загальну ефективність та функціональність пристрою. Нехай $m_{\text{дрон}}$ – маса мікродрона без додаткових датчиків, $m_{\text{датчика}}$ – маса одного додаткового датчика, n – кількість додаткових датчиків. Тоді загальна маса $M_{\text{заг}}$ з урахуванням датчиків становить:

$$M_{\text{заг}} = m_{\text{дрон}} + m_{\text{датчик}} \cdot n. \quad (1)$$

Відношення в масах (%) дорівнює:

$$\frac{M_{\text{заг}} - m_{\text{дрон}}}{m_{\text{дрон}}} \times 100\%. \quad (2)$$

За допомогою відношення мас визначаємо відсоток, який складає додаткове акустичне обладнання в порівнянні з масою самого мікродрона. Цей метод дозволяє визначити, наскільки значущим є збільшення маси внаслідок встановлення акустичних датчиків. Вплив на маневреність можна оцінити,

враховуючи збільшену масу. Наприклад, для оцінки впливу на обертові моменти можна використовувати таку формулу.

$$I = \sum_{i=1}^n m_i \cdot r^2, \quad (3)$$

де I – момент інерції тіла,

m – маса;

m_i – масовий елемент тіла;

r – відстань від масового елемента до осі обертання;

n – кількість масових елементів у тілі.

Установлення додаткових акустичних датчиків на модель мікродрону може суттєво вплинути на його функціональні характеристики. Втрата маневреності може проявитися у зменшенні обертових швидкостей та можливій затримці у виконанні команд.

Таким чином, компроміс між втратами у маневреності та збільшеною функціональністю відображається у встановленні акустичних датчиків, створюючи баланс між забезпеченням дрона необхідними засобами навігації та збереженням його ключових характеристик. Це сприятиме скороченню часу пошуку постраждалого, зниженню загального часу проведення пошуково-рятувальних та робіт з ліквідації наслідків НС, а також покращенню точності навігації під час ліквідації наслідків НС. Мікродрони, завдяки своїй високій маневреності та автономному функціонуванню, не потребують тривалого періоду роботи, швидко та ефективно виконуючи поставлені завдання. Економічна вигода полягає в невеликих витратах на виробництво, що робить їх доступними для широкого використання у рятувальних операціях. В майбутньому реалізація проєкту дронного зондування об'єкта (території) відкриватиме нові перспективи для оперативного та ефективного орієнтування у просторі з НВК та при ліквідації наслідків НС.

Шляхом використання мережі мікродронів оснащеними, ультразвуковими датчиками, інфрачервоними камерами, газовими детекторами та ін. система здатна забезпечувати надійний моніторинг стану об'єкта та оперативну передачу інформації рятувальним службам.

Список літератури

1. Левтеров О. А., Стативка Є. С. Визначення параметрів акустичного приладу екіпірування рятувальників. *Problems of Emergency Situations*. 2022. № 2. С. 280-295. URL: <https://doi.org/10.52363/2524-0226-2023-38-20>.
2. Davis, E., Spollard, J., Pounds, P. (2018). Aerodynamic Force Interactions and Measurements for Micro Quadrotors. *The University of Queensland*, 1, 7–30. URL: <https://doi.org/10.14264/uql.2018.636>.
3. Radu, V. T. (2019). Use of drones for firefighting operations. *Aalborg University, Esbjerg, Denmark*, P. 44. URL: [Master_Thesis__Vlad_Tiberiu_Radu__RISK4_11-libre.pdf](https://www.masterthesis.aalborgu.dk/thesis/Vlad_Tiberiu_Radu_RISK4_11-libre.pdf) (d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net).