

## АНАЛІЗ СФЕР ЗАСТОСУВАННЯ ТА ОСОБЛИВОСТЕЙ КОНСТРУКЦІЙ МУЛЬТИКОПТЕРІВ

**Шабалін А. О., Рубльов П. К.**

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61166, Харків, пр. Науки, 14

E-mail: andrii.shabalin@nure.ua, pavlo.rublov@nure.ua

**Анотація:** Проаналізовано застосування мультикоптерів у різних галузях. Описані основні вимоги до конструкцій окремих сфер застосування. Сформовані завдання щодо апаратного та програмного забезпечення мультикоптера для рятувальних робіт з використанням інфрачервоного датчика.

**Ключові слова:** мультикоптер, дрон, БПЛА, застосування, конструкція.

## ANALYSIS OF THE FIELD OF APPLICATION AND FEATURES OF MULTICOPTERS STRUCTURES

**A. Shabalin, P. Rublov**

Kharkiv National University of Radioelectronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky av., 14

E-mail: andrii.shabalin@nure.ua, pavlo.rublov@nure.ua

**Annotation:** The application of multicopters in different industries is analyzed. The basic designs requirements of different scope of application are described. The tasks on the hardware and software of the multicopter for carrying out rescue operations with use of the infrared sensor are formed.

**Key words:** multicopter, dron, UAV, using, construction..

ВСТУП. Слово «безпілотник», яке масово увійшло в наше життя в останні пару років, насправді бере початок ще у середні XIX століття. Тоді, під час бомбардування Венеції, були використані безпілотні повітряні кулі, які автоматично скидали бомби над повстанцями. Хоч і руйнівний ефект був мінімальним, але цією технологією зацікавилися та почали розвивати. Сьогодні ж, після досвіду кількох світових війн та сотень збройних конфліктів по всьому світі, безпілотна бойова техніка стала одним із найефективніших видів зброї [1].

Використання безпілотних літальних апаратів (БПЛА), або інакше – дронів, в останні роки стрімко поширюється майже на всі сфери життя. Дрони застосовують повсюдно: від секретних військових операцій та патрулювання кордонів до рятувальних місій та вирішення суто побутових питань – фотографування сімейних подій або доставлення піци. Створюється враження, що чи не єдиним фактором, що стримує розвиток та застосування дронів у розвинених країнах світу сьогодні стає законодавство, яке захищає приватні інтереси громадян від цих занадто «спостережливих» пристроїв та піклується про боротьбу зі злочинністю та безпеку повітряного простору. Однак, мирне використання БПЛА в різних галузях науки та господарства – промисловості, лісівництві, екології, картографії, космічних дослідженнях неможливо переоцінити [2]. Тому розвиток та застосування дронів у різних галузях є перспективним у найближчому майбутньому.

Одним з актуальних напрямів використання дронів є рятування людей при повенях, пожежах, лавинах та інших надзвичайних ситуаціях. Важливою складовою будь-якого мультикоптера є програмне забезпечення, що є перспективним напрямком у розвитку та вдосконаленні БПЛА. Тому розроблення мультикоптерів для рятувальних цілей та програмного забезпечення для них є актуальною задачею, отже була поставлена задача розгляду функцій та особливостей конструкцій мультикоптерів, в залежності від сфер їх використання для формування вимог щодо розроблення рятувального БПЛА.

**СФЕРИ ЗАСТОСУВАННЯ МУЛЬТИКОПТЕРІВ.** Створення і використання БПЛА стало серйозним проривом в області інтелектуальних досягнень. Можна стверджувати, що інновації використані у всіх елементах цих пристроїв: від сучасних композитних матеріалів до новітнього навігаційного обладнання та програмного забезпечення.

Залежно від розмірів і закладених програм мультикоптери мають різне призначення. Звідси і різні варіанти їх застосування. Найбільші моделі використовуються в армії – вони забезпечені фіксованими крилами і вимагають коротких злітно-посадкових смуг. Є агрегати, які застосовують для географічного знімання місцевості, боротьби з браконьєрством і в метеорологічних цілях. Дрони менших розмірів використовують технологію вертикального зльоту і посадки. А зовсім-зовсім мініатюрні моделі запускаються з долоні. Сьогодні дрони іноді є єдиним засобом, здатним допомогти людям у складній ситуації [3].

У повсякденному житті безпілотники використовують:

- на телебаченні: при створенні художніх і документальних фільмів, рекламних роликів, музичних кліпів, новинних репортажів, а також для освітлення спортивних змагань та ігор;
- при проведенні масових заходів: міських свят, концертів та інших подій;
- у сфері безпеки: спостереження з повітря з метою охорони об'єктів, територій та людей;
- у сільському господарстві;
- для доставляння харчових продуктів;
- при гасінні пожеж;
- як вид спорту.

І це тільки мала частина сфер застосування дронів. Безпілотники широко використовуються також в археології, картографії, лісовому господарстві, будівництві, екології, геодезії та багатьох інших областях.

В залежності від сфери застосування мультикоптери мають особливості в конструкції.

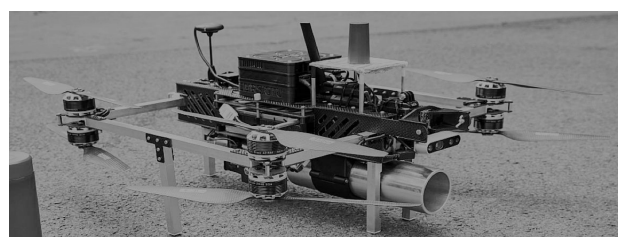
Наприклад, дронів почали використовувати як інструмент служби доставляння. Проєкт Wing, розроблений компанією Google Alfabet, співпрацює з двома австралійськими компаніями – медичною та ресторанною. За допомогою дронів Alfabet доставлятимуть їжу й ліки замовникам, які проживають у сільській місцевості. Зазвичай, аби отримати замовлення, такі клієнти мають 40 хвилин їхати автівкою, оскільки найближчий продуктовий магазин, ресторан чи аптека розташовані далеко від їхньої домівки. Проєкт Wing – експериментальний, тобто ті, хто скористається його послугами, стануть учасниками дослідження ефективності доставляння дронами. Такий метод ще не є ідеальним, тому що навіть попри систему, яка може попередньо налаштовувати маршрути, дрони покладаються на бортові датчики, щоб уникнути перешкод. Та чим більше маршрутів буде пройдено, тим більше інформації зможуть зібрати дрони, а, відповідно, тим краще працюватимуть датчики на місцевості і зможуть забезпечити захист БПЛА від зіткнення.

Потужні моделі мультикоптера вже використовують для перенесення вантажів. Наприклад, компанія Amazon використовує дрони для доставляння товарів (рис. 1, а), розробляє проєкт зі створення вежі, яка стане відправною точкою для дронів-кур'єрів, а також працює над створенням особливого дизайну літальних машин-перевізників. Схожою системою доставляння активно користується і пошта Швейцарії. Завдяки безпілотникам здійснюється доставляння кореспонденції в важкодоступні села.

Прикладом дрона, що використовується при гасінні пожеж є DOFEC (рис. 1, б). Його спеціально розробляли для гасіння пожеж у висотних та багатоповерхових будинках з 2019 року. Тому за ті десять хвилин, які дрон вагою у дев'ять кілограмів здатний провести у повітрі, він має визначити місце займання, а також націлити у нього протипожежну капсулу, які поглинають тепло і випускають вогнегасну суміш.

Штучний інтелект дрона, опираючись на дані бортової навігаційної системи та інфрачервоної камери, направляє апарат до джерела вогню. Наближаючись до джерела, дрон

застосовує випусковий механізм, з яким націлює капсули. Так вдасться знизити інтенсивність вогню і дати пожежникам більше часу на порятунок постраждалих [5 – 7].



а) дрон доставки компанії Amazon [4]

б) пожежний дрон DOFEC [8]

Рисунок 1 – Приклади конструкцій мультикоптерів

Аналіз видів дронів та сфер їх застосування дав змогу сформуванню вимоги щодо розроблення мультикоптера для пошуку людей під час рятувальних операцій: такі дрони мають охоплювати досить велику частину місцевості, мати потужну батарею та мати інфрачервоні датчики для виявлення місця знаходження людей. В даній роботі поставлена задача розробки дрону та програмного забезпечення для пошуку та порятунку людей.

Для рішення задачі має бути розроблена конструкція мультикоптеру, використаний інфрачервоний датчик, написано програмне забезпечення, проведено тестування розробленого коптера на місцевості.

**ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКЦІЇ МУЛЬТИКОПТЕРІВ.** Дрони – літальні апарати з дистанційним (автономним) наведенням. Їх можна розділити на три основні типи відповідно до їх літних механізмів:

- мультироторні дрони (вертолітні дрони);
- дрони з нерухомим крилом;
- дрон з гібридним крилом.

Мультироторні дрони засновані на принципі вертикального зльоту і посадки, можуть зависати в фіксованому місці, що дозволяє їм забезпечувати постійне покриття стільникового зв'язку в певних областях. Мультироторні БПЛА можуть діяти як базові станції в необхідних місцях з високою точністю і влучністю. Однак їх мобільність дуже обмежена, вони споживають велику кількість енергії.

Дрони з нерухомим крилом більш енергоефективні, ніж мультироторні дрони. Це пов'язано з їх здатністю рухатися з високою швидкістю при перевезенні важких вантажів. Основними недоліками БПЛА з нерухомим крилом є необхідність злітно-посадкової смуги через їх характерний горизонтальний зліт і посадку; нездатність зависати над фіксованими місцями розташування; дороге програмне та апаратне забезпечення.

Дрон з гібридним крилом з'явився на ринку недавно. Ці БПЛА з фіксованим/обертливим крилом можуть швидко досягати пункту призначення, ковзаючи по повітрю і зависаючи за допомогою чотирьох роторів [9].

Найбільш поширеними в усьому світі є два види безпілотників: літакові (наприклад, eBee Ag від SenseFly) та мультироторні (наприклад, різні моделі квадрокоптерів Phantom від DJI). Мультироторні дрони залежно від кількості гвинтів (роторів) поділяються, відповідно, на три-, quadro-, гекса- та октокоптери.

Мультироторні дрони загалом дешевші, але, як правило, поступаються у терміні безперервного польоту, мають менше охоплення території за один виліт та меншу вантажопідйомність [10].

Що стосується типу живлення, то дрони можуть бути електричними або бензиновими. Перший варіант більш функціональний, при цьому потрібна постійна зарядка дронів. Щоб забезпечити безперебійну роботу мультикоптера, краще купувати відразу кілька батарей: поки одна буде заряджатися, друга буде експлуатуватися в пристрої.

Бензинові варіанти відрізняються тривалістю роботи, стійкістю до поривів вітру завдяки великій вазі. Але такі пристрої також мають кілька недоліків – при падінні на землю вони можуть розбитися або спалахнути.

Існує ще один вид безпілотного пристрою, у якого для живлення використовується генератор для дронів, потужність якого становить до 2000 Вт. Такі пристрої оснащуються потужним двигуном внутрішнього згоряння, що забезпечує швидкість роботи генератора до 48 В на виході. У таких пристроях також можна використовувати акумулятор як запасне джерело живлення, якщо запасного акумулятора або палива поруч не виявиться. Генератор для дрона має ще один плюс – низький рівень шуму, який складає 80 дБ (з глушником рівень шуму становить максимум 60 дБ) [11].

Для поставленої задачі було обрано створення мультироторного дрона з використанням інфрачервоного датчика для визначення положення людей, що потребують допомоги.

**ВИСНОВКИ.** У даній роботі проведено аналіз сфер застосування та особливостей конструкцій мультикоптерів. Описані базові вимоги до дронів, що можуть застосовуватися у різних випадках. Сформовані вимоги для розроблення мультикоптера для рятувальних цілей.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Пожужжімо? П'ять революційних сфер застосування дронів – [Електронний ресурс] / techno.nv.ua – Режим доступу: [www/ URL: https://techno.nv.ua/ukr/innovations/pjat-revoljutsijnikh-sfer-zastosuvannja-droniv-2466273.html](http://www/ URL: https://techno.nv.ua/ukr/innovations/pjat-revoljutsijnikh-sfer-zastosuvannja-droniv-2466273.html) – 16.11.21 р. – Загол. з екрана.
2. Агрокоптер, або дрон польовий – [Електронний ресурс] / agrimatika.com.ua – Режим доступу: [www/ URL: https://agrimatika.com.ua/agrokopter-abo-dron-poloviy/](http://www/ URL: https://agrimatika.com.ua/agrokopter-abo-dron-poloviy/) – 16.11.2021 р. – Загол. з екрана.
3. "ДРОНИ". Залізні птахи на службі у Людини. [Електронний ресурс] / testo. – Режим доступу: [www/ URL: https://naurok.com.ua/droni-zalizni-ptahi-na-sluzhbi-u-lyudini-150939.html](http://www/ URL: https://naurok.com.ua/droni-zalizni-ptahi-na-sluzhbi-u-lyudini-150939.html) – 17.11.2021 р. – Загол. з екрана.
4. Amazon получил разрешение на доставку дронами от властей США – [Електронний ресурс] / retailers.ua – Режим доступу: [www/ URL: https://retailers.ua/news/tehnologii/10860-amazon-poluchil-razreshenie-na-dostavku-dronami-v-ssha](http://www/ URL: https://retailers.ua/news/tehnologii/10860-amazon-poluchil-razreshenie-na-dostavku-dronami-v-ssha) – 17.11.2021 р. – Загол. з екрана.
5. Оператор дронів (Пілот дронів) – [Електронний ресурс] / poprofessii.in.ua – Режим доступу: [www/ URL: https://poprofessii.in.ua/uk/operator\\_droniv\\_pilot\\_droniv](http://www/ URL: https://poprofessii.in.ua/uk/operator_droniv_pilot_droniv) – 17.11.2021 р. – Загол. з екрана.
6. Повітряний десант: як розвивається індустрія дронів – [Електронний ресурс] / biggggidea.com – Режим доступу: [www/ URL: https://biggggidea.com/practices/povitryanij-desant-yak-rozvivayetsya-industriya-droniv/](http://www/ URL: https://biggggidea.com/practices/povitryanij-desant-yak-rozvivayetsya-industriya-droniv/) – 18.11.2021 р – Загол. з екрана.
7. Дрони: сфери застосування в теперішньому і в майбутньому – [Електронний ресурс] / brain.com.ua – Режим доступу: [www/ URL: https://brain.com.ua/uk/brain\\_guide/advice/drony-sfery-zastosuvannya-v-tereshnomu-v-majbutnomu/](http://www/ URL: https://brain.com.ua/uk/brain_guide/advice/drony-sfery-zastosuvannya-v-tereshnomu-v-majbutnomu/) – 18.11.2021 р – Загол. з екрана.
8. Дрон виявив пожежу та вцілів вогнегасною капсулою у вікно – [Електронний ресурс] / www.nauka.ua – Режим доступу: [www.nauka.ua – Режим доступу: www/ URL: https://www.nauka.ua/news/dron-viyaviv-pozhezhu-ta-vciliv-vognegasnoyu-kapsuloyu-u-vikno](http://www/ URL: https://www.nauka.ua/news/dron-viyaviv-pozhezhu-ta-vciliv-vognegasnoyu-kapsuloyu-u-vikno) – 18.11.2021 р – Загол. з екрана
9. Області застосування безпілотних літальних апаратів – [Електронний ресурс] / testo. – Режим доступу: [www/ URL: https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/monographs/article/view/8531](http://www/ URL: https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/monographs/article/view/8531) – 19.11.2021 р. – Загол. з екрана.
10. Безпілотники – сучасний інструмент для аграрія – [Електронний ресурс] / agropro.club – Режим доступу: [www/ URL: https://agropro.club/articles/bezpilotniki-suchasnij-instrument-dlya-agrariya/](http://www/ URL: https://agropro.club/articles/bezpilotniki-suchasnij-instrument-dlya-agrariya/) – 19.11.2021 р. – Загол. з екрана.
11. Використання агродронів в сільському господарстві: все, що потрібно знати – [Електронний ресурс] / storgom.ua – Режим доступу: [www/ URL: https://storgom.ua/ua/novosti/ispolzovanie-agrodronov-v-selskom-hozyajstve.html](http://www/ URL: https://storgom.ua/ua/novosti/ispolzovanie-agrodronov-v-selskom-hozyajstve.html) – 19.11.2021 р. – Загол. з екрана.

**Науковий керівник:** *Бабак Ірина Миколаївна, к.т.н., доцент кафедри КІТАМ Харківського національного університету радіоелектроніки.*