

Костянтин КОРШУНОВ¹, аспірант,
Наталія КОСУЛІНА¹, д-р техн. наук, проф.,
Станіслав КОСУЛІН², асистент, PhD

¹ Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна, e-mail: kosnatgen@gmail.com,
k.s.korshunov@gmail.com

² Харківський національний медичний університет, м. Харків, Україна, e-mail: kosulinmd@gmail.com

ВАРІАНТ ОПТИМІЗАЦІЇ ЛЬОТНОЇ ВАГИ КОПТЕРУ З МЕДИЧНИМИ ДІАГНОСТИЧНИМИ ЗАСОБАМИ

Анотація. Розглядається спосіб визначення доцільності евакуації постраждалих з місць підвищеної небезпеки. Коротко описані особливості технічних засобів медичної діагностики, та спосіб їх транспортування до місця діагностики. Описаний недолік розповсюдженого варіанту живлення коптера з засобами медичної діагностики. Запропоновано варіант поліпшення характеристик коптера в критичних до часу роботи випадках. Озвучені деякі суттєві складності в реалізації запропонованого варіанту.

Ключові слова: медичні діагностичні засоби, неінвазивна діагностика, коптер, акумулятор.

За умов воєнних дій може виникати ситуація, коли необхідно мати чітку інформацію про життєві показники людини, що перебуває віддалено в місцях підвищеної небезпеки. Прикладом є прийняття рішення щодо доцільності евакуації постраждалої людини в залежності від її ушкоджень та стану навколишньої обстановки. Оскільки здійснення евакуації робототехнічними засобами має певні обмеження, в реаліях сьогодення найчастіше евакуацію постраждалих виконують люди, які потрапивши в зону небезпеки можуть аналогічно отримати ушкодження, і відповідно не досягнувши початкової мети, ще більше ускладнити ситуацію.

Засоби радіозв'язку (рації, мобільний зв'язок) або зовнішнього візуального контролю (дальномірно-спостережні пункти, розвідувальні дрони, коптери відеоспостереження) не завжди допоможуть швидко і точно визначити стан постраждалих. Жива, але втративша свідомість людина, і вже мертва – з першого візуального огляду можуть мати однакові зовнішні ознаки.

Отримати достовірну інформацію в таких випадках можливо використовуючи технічні засоби неінвазивної діагностики, які можуть бути доставлені в зони підвищеної небезпеки коптерами [1]. Використання контактних засобів діагностики в зазначених умовах недоцільне.

Пірометри, інфрачервоні камери та тепловізори [2] – досить компактні пристрої, мають належну швидкодію, дозволяють визначити чи жива людина виходячи з показників отриманої температури. Вимірювання температури при цьому можливе лише на досліджуваній поверхні. Критичні температури навколишнього середовища (заморозки або пожежа), наявність і тип одягу, забруднення (шар пилу, рідин, уламків) або невеликий проміжок часу після настання смерті – можуть призводити до невірних висновків про стан постраждалої особи.

Радіотермометри [3] – досить точні, дозволяють вимірювати температуру навіть окремих внутрішніх органів (за умови радіопрозорості перешкод в їх робочому діапазоні частот, наприклад: термобілизна, суха одежа, пил, пластикові перешкоди, сухі дерев'яні перешкоди тощо). Мають помірну швидкодію (3...10 с) та більшу вагу. Наявність вологих перешкод (зволожені внаслідок кровотечі бинти, волога одежа) може призводити до зниження точності показників.

Застосування ультразвукової діагностики засобами, що використовують ефект Доплера [4] – неінвазивне відстежування плинності крові, биття серця або дихальних рухів грудної клітини. Наявність таких ознак може бути свідченням, що постраждала особа жива. Основна перевага – можливість діагностувати стан постраждалих що знаходяться навіть під незначними завалами.

В кожному зазначеному вище випадку можливість використання технічних діагностичних пристроїв буде обмежуватись можливостями засобу транспортування – в нашому випадку коптеру. Не викликає сумніву, що в авіації величезне значення має вага, як корисна (вага вантажу – діагностичних пристроїв), так і власна (вага самого коптера). Зрозуміло, що зі збільшенням ваги (установка медичного діагностичного обладнання) відстань польоту коптеру зменшиться, як і повний час роботи. І можливо суттєво. Але декілька зайвих хвилин чи десятків метрів польоту (на граничному часі роботи) збільшать шанси врятувати чиєсь життя.

В сучасних найбільш розповсюджених коптерах в якості енергетичної установки переважно застосовано електричні двигуни, які живляться від акумуляторних батарей [5]. Спрощена схема роботи коптеру представлена на рис. 1.

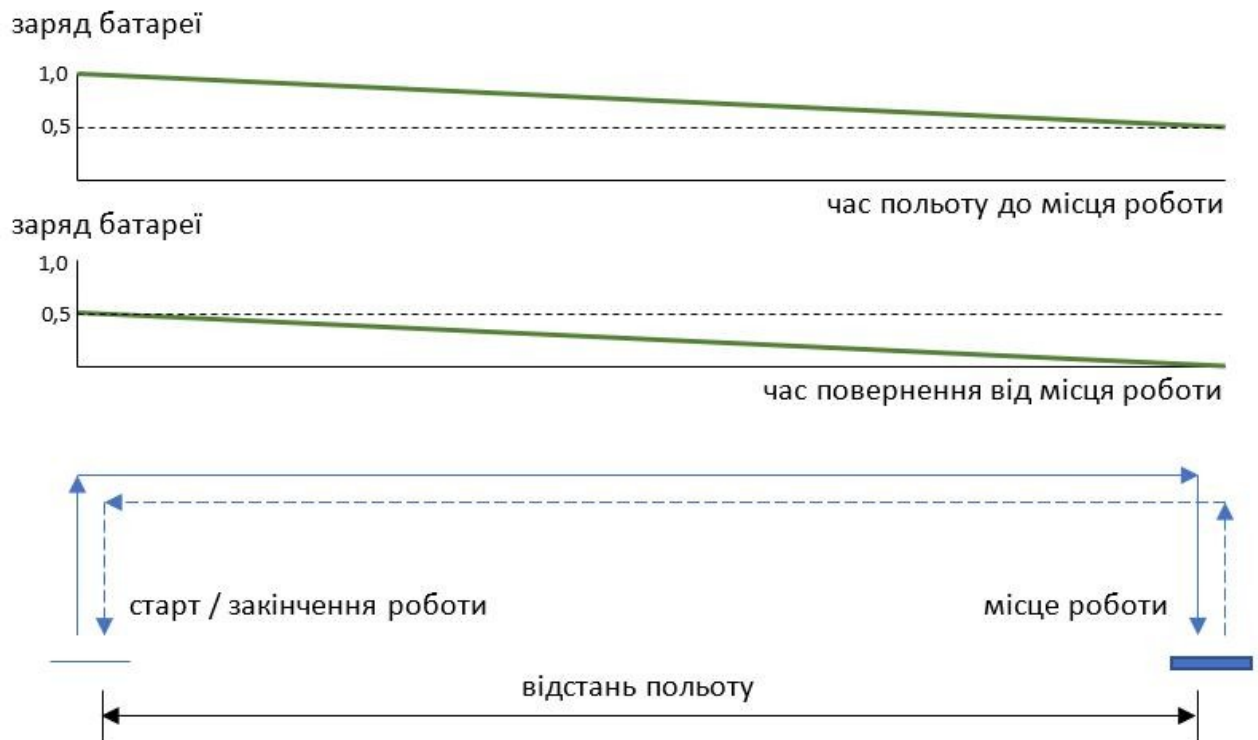


Рис. 1. Залежність заряду батареї від часу роботи та схема роботи коптеру (ідеальний варіант)

На рис. 1 не зазначено вагу коптеру – вона залишається незмінною протягом всього часу роботи та не залежить від відстані, натомість змінюється лише одна величина – заряд батареї. На практиці акумуляторні батареї для таких пристроїв найчастіше можуть являти собою набір окремих елементів або блоків елементів, які з'єднуються за різними схемами для забезпечення необхідних розрядних характеристик і вважається гарною практикою, якщо робота кожного елемента (блоку) не відрізняється від іншого (тобто при розряді в цілому батареї, відсоток розряду кожного елемента повинен бути аналогічним). Це позитивно впливає на ефективність роботи батареї, її технічний стан, ресурс та якість живлення. Але такий стан справи для нашої задачі може бути критичним.

Вартість людського життя беззаперечно перевищує вартість елементів батареї, то, можливо, скориставшись вже відомим досвідом [6], є доцільним змінити схемотехніку підключення елементів і виснажувати повністю кожен елемент (блок елементів) окремо і відкидати його – таким чином поступово знижуючи польотну вагу коптеру? Давайте розглянемо такий ідеальний випадок – рис. 2.

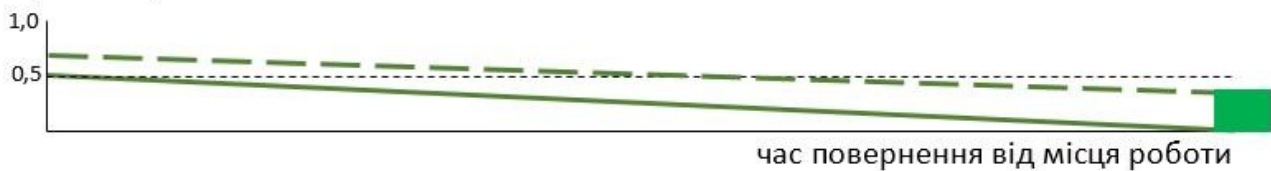
Як видно з рис. 2 значення заряду батареї в цілому зменшується більш повільно (пунктирна лінія). Це пов'язано з поступовим зменшенням ваги батареї (штрих-пунктирна

лінія) внаслідок скидання відпрацьованих елементів і відповідного зменшення затрат енергії на утримання коптеру в польоті (на графіку є неточність – нахил кривої швидкості розряду батареї повинен зменшуватися з кожним скиданням відпрацьованого елемента).

заряд батареї



заряд батареї



вага батареї



вага батареї



Рис. 2. Залежність заряду батареї та ваги батареї від часу роботи (ідеальний варіант)

Висота заповненого прямокутника показує залишок загального заряду батареї порівняно до варіанту без скидання (нерозривна лінія), а з графіку ваги батареї зрозуміло, що залишилось ще два повністю заряджених елемента (блоку) та один неповністю – що могло дозволити продовжувати виконувати задання більший час.

Теж саме стосується живлення транспортованого діагностичного обладнання.

Найбільшу ефективність такий спосіб може показати за умов виконання завдання «в одну сторону», тобто коли збір і передача отриманої інформації ведеться до повного вичерпання заряду без перспективи повернення пристрою.

Також доцільно використовувати одну загальну батарею (або повністю окремого батарейного пристрою з врахованим варіантом використання елементів і відповідною автоматикою), як для живлення коптера, так і для живлення діагностичної апаратури – таким чином вирішується проблема дублювання механізму скидання відпрацьованих елементів і відповідно економії ваги. До речі, в авіації можливе зменшення маси на 5% вважається суттєвим.

В вище сказаному ми припустились до абстрактних викладок та не наводили абсолютних значень. Величезна кількість факторів, які треба враховувати, величезна кількість спрощень, які необхідно уточнити, обмеження і інше можуть унеможливити реалізацію запропонованого рішення і знаходження допустимих компромісів.

Деякі з передбачуваних проблем:

– характеристики окремих елементів не зможуть забезпечити необхідні напруги живлення або струмові можливості – в такому випадку можливо має сенс перехід на блоки елементів замість окремих (за рахунок зменшення ефективності способу).

– використання перетворювачів для узгодження живлячих напруг, реалізація автоматичного механізму скидання (в тому числі комутацію великих струмів живлення окремих елементів (блоків) батареї) – можуть збільшити вагу і відповідно неприпустимо зменшити переваги.

– нелінійність та унікальність розрядних характеристик окремих типів елементів ускладнюють універсальність запропонованого рішення або навіть можуть в кінцевому випадку дати характеристики, значно гірші за вихідний варіант.

– невизначено, наскільки ефективними в кінцевому випадку можуть бути переваги даного способу для конкретного класу потужності дронів.

– додаткову складність отримує прогнозування часу роботи для гарантованого повернення коптеру.

Висновок

Для здійснення негайної евакуації з зон підвищеної небезпеки має сенс спочатку визначати, чи залишаються постраждалі живими, та їх кількість. Здійснити це можливо засобами неінвазивної діагностики, що доставляються до постраждалих за допомогою коптерів. Оптимізувати час роботи коптерів можливо, змінивши принцип роботи акумуляторної батареї. Пошук оптимальних рішень в цьому напрямі потребує детальних досліджень, адаптацію існуючих або розробку нових засобів – з насамперед зменшеними ваговими характеристиками та можливими технічними спрощеннями.

Література

1. Мультикоптер. Вікіпедія. Режим доступу [<https://uk.wikipedia.org/wiki/Мультикоптер>].
2. Пірометри та тепловізори. Режим доступу: [<https://assets.almedia.com.ua/navishho-potriben-pirometr-i-teplovizor>]
3. Косуліна Н.Г. Використання електромагнітного випромінювання тканин тварин для дистанційної діагностики їх стану: дис. на здобуття наук. ступеня кандидата технічних наук за спец. 05.20.02 – застосування електротехнологій у сільськогосподарському виробництві, Харків, 2019, 201 с.
4. Використання радіолокації SUPER-FOAM для ідентифікації людей під завалами. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції. Електроенергетика, електромеханіка та технології в АПК: наукові пошуки молоді. Моргун Д.О., доц. Ляшенко Г.А. к.т.н. Державний біотехнологічний університет
5. Літій-іонний_акумулятор. Режим доступу [https://uk.wikipedia.org/wiki/Літій-іонний_акумулятор]
6. Багатоступенева ракета. Режим доступу [https://uk.wikipedia.org/wiki/Багатоступенева_ракета]