

Акустичний вплив безпілотних літальних апаратів на навколишнє середовище

Розвиток технології безпілотних літальних апаратів (БПЛА) спричиняє занепокоєння щодо підвищеного рівня шуму та його впливу на довкілля. Однією з ключових проблем є компроміс між близькістю БПЛА до цілі для отримання точних даних і необхідністю залишатися непомітним через зниження рівня шуму. Рівень шуму сучасних БПЛА варіюється залежно від моделі, а зменшення акустичного сліду стало першочерговим завданням для виробників.

Поява технології БПЛА і перспектива неба, наповненого кружлянням гвинтокрилів, викликали занепокоєння щодо зростання рівня шуму та його впливу на навколишнє середовище, змушуючи виробників БПЛА шукати способи зменшення шумових (акустичних) слідів своїх літальних апаратів.

Так, найдорожчим елементом БПЛА є датчик корисного навантаження [1], що призводить до дилеми, що, хоча БПЛА повинен пролетіти якомога ближче до своєї цілі, щоб отримати якомога більше деталей, у той же час БПЛА повинен бути досить далеко, щоб залишатись непомітним. Тоді постає питання, **наскільки високо повинен пролетіти БПЛА**, щоб його не почули і при цьому дозволити зафіксувати мінімальний рівень деталізації для отримання актуальних даних.

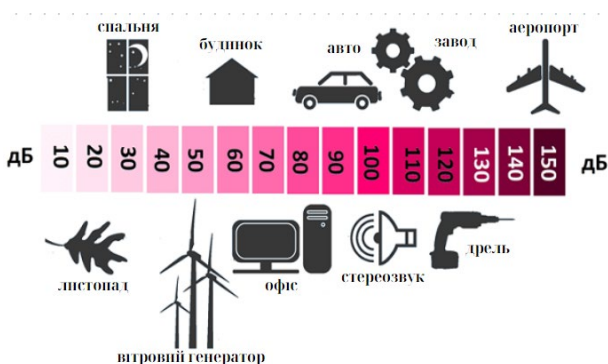


Рис 1. Повсякденні приклади рівнів шуму [2].

Хоча існують обмежені нормативні акти щодо прийнятного рівня шуму, надмірні рівні шуму зазвичай прив'язані до **85 дБ** [3].

БПЛА виробництва DJI мають наступний діапазон акустичних слідів (близький до надмірного рівня шуму 85 дБА).

Таблиця 1.

Моделі DJI	Шум
Mavic Platinum	70 дБ
Spark	74 дБ
Phantom 4 Pro 2.0	76,5 дБ
Mavic Air	76 дБ
Mavic Pro	79 дБ
Phantom 4 Pro	81 дБ

Рівень шуму від цивільних БПЛА [4].

Таблиця 2.

Приклади літальних засобів	На висоті 100 м	Шум
Невеликий дрон із фіксованим крилом	100 м	50 дБ
Великий квадрокоптер	100 м	55 дБ
Літак з нерухомим крилом	100 м	75 дБ
Пілотований вертоліт	100 м	95 дБ

Рівень шуму БПЛА порівняно з пілотованими літками [5].

Однак, шум від БПЛА доречний лише в тій мірі, в якій він **не перевищує** рівнів навколишнього (фонового) шуму, щоб уникнути виявлення об'єктами (людьми/тваринами), що цікавлять.

Шум навколишнього середовища, очевидно, відрізняється від **центрального ділового району до передмістя та сільської чи дикої** місцевості, а також від денного до нічного часу. Здатність бути непомітним у будь-якій місцевості є найвищим рівнем пріоритетності.

Розуміння того, на якій відстані має бути БПЛА від цілі, щоб мінімізувати виявлення, вимагає розуміння швидкості, з якою звук зменшується (згасає) з відстанню. Емпіричне правило полягає в тому, що звук зменшується на 6 дБ за кожне подвоєння відстані [6].

БПЛА, наведені в Таблиці 1, в основному спеціалізуються на безшумних конструкціях, використовуючи спеціальні двигуни, гвинт і конструкції корпусу БПЛА, щоб досягти значного зниження шуму до 10 дБ [7].

Водночас, зниження шуму гвинта можна досягти шляхом збільшення діаметра гвинта при зменшенні його швидкості обертання, тим самим зменшуючи швидкість його кінчика лопаті, зберігаючи заданий рівень статичної тяги [8].

Висновки

Зменшення рівня шуму безпілотних літальних апаратів є критично важливим для забезпечення їхньої непомітності, особливо в умовах низького фонового шуму. Сучасні технології дозволяють знизити акустичний слід БПЛА до 10 дБ завдяки використанню спеціальних двигунів, гвинтів і конструкцій корпусу. Збільшення діаметра гвинтів та зменшення швидкості їх обертання також є ефективним способом зниження шуму без втрати тяги.

Список літератури

1. https://www.researchgate.net/publication/362040971_DRONE_POSITIONING_SYSTEMS_THAT_USE_DIGITAL_CAMERAS.
2. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4685462/>.
3. <https://ec.europa.eu/health/opinions/en/hearing-loss-personal-music-player-mp3/l-3/3-hearing-protection-limits.htm>.
4. <https://forum.dji.com/thread-308022-1-1.html>.
5. <https://nextech.online/drone-noise-levels/>.
6. <https://www.jtc.org/6-db-rule/>.
7. https://www.quietdrones.org/files/quiet_drones_2022.pdf.
8. https://www.researchgate.net/publication/335308628_The_reduction_of_quadcopter_propeller_noise.