

## **ВИКОРИСТАННЯ БПЛА З РІЗНИМИ ТИПАМИ СИСТЕМ ПОЗИЦІОНУВАННЯ У ПРОСТОРИ**

**Юхно А.С.**, канд. екон. наук, доц.  
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Сьогодні актуальним є використання БПЛА для проведення геодезичної зйомки. Найчастіше землевпорядні організації використовують для цього БПЛА літакового типу.

Використання БПЛА літакового типу ефективніше для знімання та дослідження великих площ, що дуже зручно для використання в агрохолдингах та фермерських господарствах, виконанні топографічної зйомки великих за площею населених пунктів. БПЛА мультироторного типу зручно використовувати для зйомки та дослідження порівняно невеликих площ, а також конкретних об'єктів – окремих земельних ділянок, землеволодінь та землекористувань.

Важливою характеристикою для всіх видів БПЛА є тип системи позиціонування в просторі. Розрізняють три типи систем позиціонування в просторі [1]:

- Real Time Kinematic (RTK), (далі – RTK);
- Post Processing Kinematic (PPK), (далі – PPK);
- Non-RTK.

Тип системи RTK (рис. 1) дозволяє отримувати поправки до вимірювань і встановлювати місце розташування БПЛА в просторі з сантиметровою точністю в режимі реального часу за допомогою GNSS приймача в мережі постійно діючих референцних GNSS станцій. Використання мережевого RTK має ряд переваг в порівнянні з поодинокими базовими станціями. Це більш висока точність, простота та можливість роботи практично в будь-якій точці України, де є доступ до мережі Інтернет. Даний тип позиціонування можливий за наявності в комплекті БПЛА-приймача з технологією приймання сигналу RTK. RTK поправки передаються у вигляді стандартизованих повідомлень в різних форматах: RTCM v2.x, v3.x, Leica, Leica 4G, CMR, NMEA тощо. Зв'язок по протоколу NTRIP (Networked Transport of RTCM via Internet Protocol – Мережевий протокол передачі RTCM через Інтернет). Для побудови ортофотоплану не обов'язково ставити всю кількість запланованих опорних точок, з використанням такої технології достатньо поставити на місцевості дві – три опозначки для контролю, адже центри отриманих знімків визначаються з сантиметровою точністю. При сприятливих умовах, сервіс дає можливість протягом декількох секунд визначити місце розташування приймача з точністю 10 – 20 мм в плані і 15 – 30 мм по висоті.



Рисунок 1 – Тип системи управління з використанням RTK технології [2]

Тип системи РРК дозволяє визначати координати місцезнаходження за допомогою ровера та процесу корегування після збору даних з використанням поправок від базової станції.

Використовувати дану технологію почали після того як в режимі RTK стали з'являтися погані канали зв'язку, тобто в деяких випадках система втрачає точність і переводить БПЛА в режим «float» (плаваюча точність, точність до декількох метрів), або ж взагалі в автономний режим польоту. Ефективним вирішенням даної проблеми стало використання технології РРК (рис. 2).



Рисунок 2 – Тип системи управління з використанням РРК технології [2]

Використовуючи дану технологію при зніманні з БПЛА обов'язково наявність системи РРК для базової станції. Тимчасова базова станція встановлюється на відкритій місцевості та отримує координати своєї точки стояння. Тим часом БПЛА під час виконання завдання записує координати центрів фотографування враховуючи координати тимчасової базової станції. Обов'язковою є програмна постобробка отриманих даних. Даний спосіб мінімізує вплив неякісного зв'язку у важкодоступних куточках Землі, тим самим дозволяє отримувати максимальну точність. Аналогічно як і для технології RTK – наявність опорних точок тільки для контролю, що значно зменшує час виконання польових робіт.

Тип системи Non RTK (рис. 3) дозволяє визначати своє місцеположення тільки за допомогою супутників з різних сузір'їв. Точність в такому випадку варіюється в межах 1 – 2 м в плані і до 2 м по висоті (якщо ж використовувати додаткові опознаки на місцевості, то загальна точність становитиме до 5 – 10 см). Такий спосіб, без додаткових опознаків на місцевості, досить широко застосовується при обмірі полів, адже фактична площа поля залишається правильною, а зміщення відбувається тільки по осям X, Y та Z, при цьому зазнаючи мінімальних змін в самому ортофотоплані.



Рисунок 3 – Тип системи управління Non RTK (за допомогою GPS) [2]

Використовуючи такі технології, колеги-геодезисти дійшли висновку, що технологію позиціонування РРК ефективно можна використовувати при зйомці забудованих територій, адже система RTK в таких умовах часто втрачає свою ефективність через поганий зв'язок з базовими станціями, причиною чого є перешкоди у вигляді багатоповерхівок.

### **Література**

1. Книш Б. П. Класифікація безпілотних літальних апаратів / Б. П. Книш, І. В. Боровко. – Київ, 2018. – С. 246 – 252.
2. Готов В. Аналіз можливостей застосування безпілотних літальних апаратів для аерознімальних процесів / В. Готов, А. Гуніна. – Львів, 2018. – С. 65 – 70.