

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ ВЗАЄМНОЇ КОРЕЛЯЦІЙНОЇ ФУНКЦІЇ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ КУТОВИХ КООРДИНАТ МАЛОРОЗМІРНИХ БПЛА

Шевченко П.Д.

Науковий керівник – к. т. н., проф. Олейніков В. М.

Харківській національний університет радіоелектроніки (61166, г. Хакрів,
просп. Науки, 14, каф. МІРЕС, тел. (057) 702-15-87)

e-mail: d_res@nure.ua, факс (057) 702-11-13

Investigation of the effectiveness of the algorithm for determining the direction of arrival of UAV using the method of mutual correlation function (MVKF), where the estimation of angular coordinates on the target is carried out with the time shift of the maximum of the mutual correlation function.

У сучасному світі така технологія, як БПЛА (безпілотний літальний апарат), має дуже важливу властивість – це низький рівень помітності. Такій рівень досягається за допомогою наступних засобів[1]:

виготовлення БПЛА з композитних матеріалів;

досягнення малої ефективності поверхні розсіювання (ЕПР) у радіодіапазоні;

двигуни БПЛА не гріються до високої температури та випромінюють мало тепла;

В роботі досліджується акустичного випромінювання БПЛА та ефективність алгоритма визначення напрямку приходу з використанням методу взаємної кореляційної функції (МВКФ), де визначення пеленга на ціль здійснюється за часовим зсувом максимуму взаємної кореляційної функції. За допомогою мікрофонних решіток (МР) з чотирьох вимірювальних конденсаторних мікрофонів Superlux ECM – 999, що мають кругову діаграму спрямованості, можливо здійснити запис сигналів АВ БПЛА. Виходи цих мікрофонів підключаються до входу зовнішньої чотириканальної звукової карти Behringer U – Phoria UMC404HD. Це дозволяє підсилити електричні сигнали малошумними мікрофонними підсилювачами та перетворити до цифрової форми з частотою дискретизації $F_s = 48\text{кГц}$ і розрядністю 24 біти. Джерелом для АВ використовується квадрокоптер DJI Phantom 3.

Устаткування для вимірювання розміщене на плоскій поверхні даху п'ятиповерхового учбового корпусу ХНУРЕ. Висота плоскої поверхні даху над поверхнею землі $h_3 = 19\text{м}$. Під час сеансів вимірів відстань квадрокоптера DJI Phantom 3 від МР $r = 10\text{м}$ ($r = 30\text{м}$), висота над рівнем даху $h_2 = 4\text{м}$, висота МР над рівнем даху $h_1 = 1.5\text{м}$.

Напрямок ДС МР на квадрокоптер по кутомірному відліковому пристрою встановлюється на 0° . Амплітуда "рискання" квадрокоптера відносно точки зависання, обумовлена поривами вітру, не перевищувала

0.5 м.

Вимір характеристики пеленгації шляхом повороту МР в секторі кутів $90^\circ \dots -90^\circ$ проводився після виведення квадрокоптера в позицію зависання.

Результат оцінки пеленга на БПЛА в сеансі повороту МР по алгоритму МВКФ на віддаленні 30 м, без попередньої обробки, представлений на рис. 1а.

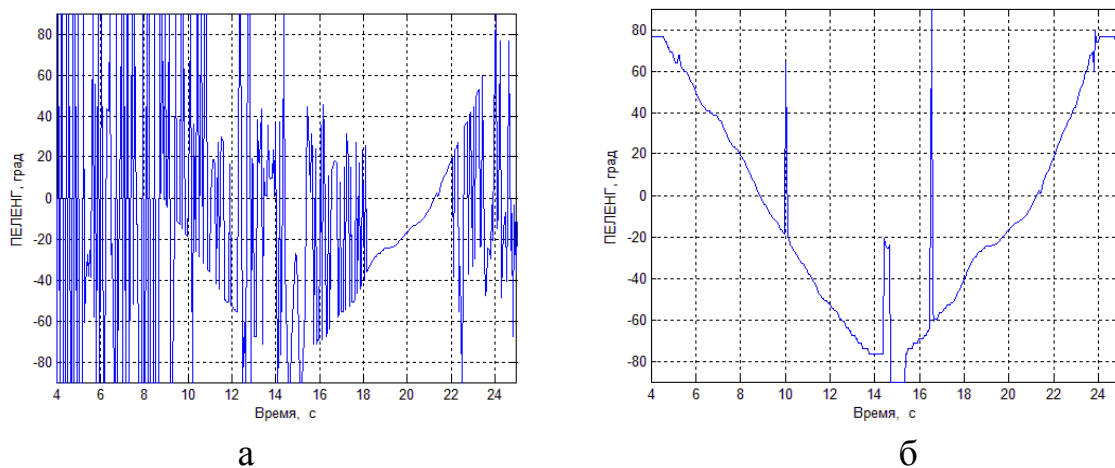


Рисунок 1 – Результат оцінки пеленга

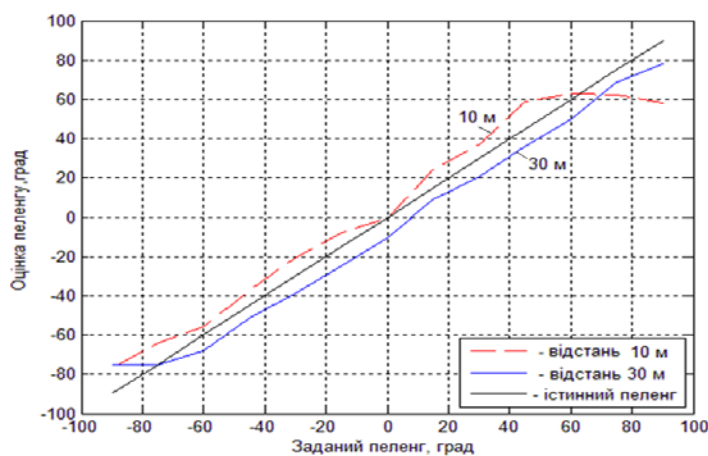


Рисунок 2 – Характеристики пеленгації

Для підвищення ефективності роботи алгоритму МВКФ необхідно зменшити вплив низькочастотних завад, обумовлених природними шумами. Після застосування фільтрації сигналу ФВЧ з частотою зрізу 700 Гц результат визначення пеленга представлений на рис. 1б.

За результатами проведених вимірів побудовані характеристики пеленгації, отримані з використанням алгоритму МВКФ, при віддаленні БПЛА на 10 м і 30 м (рис. 2).

Перелік посилань:

Бойко, А. И. Области применения беспилотников / Бойко А. И. // [Электронный ресурс]. Режим доступа: [www. URL: http://robotrends.ru/robopedia/oblasti-primeneniya-bespilotniko/](http://robotrends.ru/robopedia/oblasti-primeneniya-bespilotniko/) – 25.10.2017.

Александров В.Л. Воздушные винты / В.Л. Александров. – М.: Государственное издательство оборонной промышленности, 1951. – С. 376– 377.