

УДК 621.396

*Хоменко Ж. М., канд. техн. наук, старш. викладач
Житомирський державний технологічний університет*

ОСОБЛИВОСТІ СИСТЕМ ЗВ'ЯЗКУ БПЛА

На сьогоднішній день стало можливим здійснення управління літаками за допомогою автопілоту при повній відсутності зв'язку між бортом літального апарату (ЛА) і НСК. При цьому польотне завдання виконується в автономному режимі. Тим не менш, це не дозволяє говорити про те, що командно-телеметрична радіолінія зв'язку може бути виключена зі складу БПЛА. В силу підвищеної складності і вартості комплексу при його експлуатації потрібен постійний контроль за станом ЛА в повітрі. Крім того, іноді виникає необхідність коригування параметрів польоту БПЛА.

Актуальним завданням також є передача даних корисного навантаження ЛА на НСК. В цьому випадку потрібно забезпечити передачу великого обсягу даних при заданих вимогах по смузі пропускання, ймовірності бітової помилки та ін.

При створенні малих і надмалих БПЛА висуваються вимоги щодо мінімізації розмірів приймально-передавального і антенно-фідерного обладнання.

Підвищення вимоги по відмовостійкості пред'являються до обладнання БПЛА, який здійснює навігацію і літаководіння, що забезпечує режими ручної посадки (якщо це необхідно), до сервоприводу і системи автоматичного порятунку (САП). Перераховане обладнання входить в першу групу класифікації і забезпечує надійність комплексу БПЛА в цілому. Поломка будь-якого елементу обладнання першої групи призводить до негайного припинення виконання льотного завдання та поверненню ЛА на базу. Якщо ж це неможливо, спрацьовує САП і відбувається викид парашута.

Решту обладнання ЛА відносять до другої групи класифікації. При виході з ладу обладнання цієї групи рішення про подальші дії приймається керуючим персоналом комплексу. Взаємодія обладнання першої і другої груп здійснюється за допомогою керуючих інтерфейсів.

В процесі роботи системи зв'язку оцінюється ймовірністю бітової помилки для кожного каналу зв'язку і приймається рішення про розподіл командно-телеметричного потоку даних між каналами. Використання декількох каналів зв'язку підвищує надійність системи передачі даних і в той же час є надлишковим з точки зору ефективного використання радіочастотного спектру. Одним із способів підвищення ефективності системи зв'язку є адаптивна робота системи, яка має на

увазі передачу по командно-телеметричних каналах зв'язку частини даних корисного навантаження, обсяг яких варіюється в залежності від поточних умов передачі радіосигналу.

Як правило, максимальна відстань для прямого радіозв'язку між БПЛА цивільного призначення та НСК на сьогоднішній день складає не більше 100 км. Для командно-телеметричного зв'язку на великих відстанях можливе використання супутникового зв'язку. У цьому випадку потік даних обмежується мінімально необхідною інформацією про стан БПЛА, інтервал передачі якої може складати, наприклад, від 30 до 300 секунд.

Перспективним напрямком у розвитку систем зв'язку з БПЛА є використання частотних діапазонів вище 5 ГГц. При цьому стає можливою передача великого обсягу даних корисного навантаження в режимі реального часу (наприклад, це можуть бути зображення з датчиків випромінювання різного діапазону довжин хвиль). Факторами, різко обмежуваними радіус дії радіосистеми зв'язку при використанні даних діапазонів, є сильна залежність умов поширення електромагнітних хвиль від погодних умов, необхідність прямої видимості і вплив багатопроменевості.

Зараз на озброєнні багатьох армій є велика кількість різноманітних систем радіоелектронної боротьби (РЕБ). Як вже говорилося раніше, для успішного виведення з ладу ворожого дрона потрібно встановити частоти, на яких здійснюється управління апаратом, а потім «забити» їх перешкодами. Далеко не всі сучасні безпілотні літальні апарати мають на борту автоматику, здатну перехопити управління в випадку втрати або порушення сигналу від оператора. Також слід зазначити і інший момент: при втраті зв'язку з оператором стає неможливою і передача розвідувальної інформації з відеокамер БПЛА. Надалі залишився без управління дрон може бути знищений боку, існує перехоплення, що насправді не є складним завданням. Або трофейний БПЛА може бути використаний для якихось інших потреб - його доля повністю в руках перехоплювача.

Було розглянуто загальні відомості про сучасний стан сфери БПЛА, більш конкретно розглянуто принципи систем зв'язку з БПЛА та способи їх злому. Проведений аналіз показав, що існують випадки злому зв'язку на поліцейських і воєнних БПЛА, а цивільні дрони є не захищеними взагалі. Спираючись на проведені дослідження, було прийнято рішення розробляти окремий модуль зв'язку, що може бути встановлено в будь-який корпус БПЛА. Модуль зв'язку повинен забезпечити захист від таких розповсюджених атак, як заглушення, підміни пакетів, GPS спуфінгу та перехоплення даних.