

ЗАСТОСУВАННЯ МАЛОГАБАРИТНИХ ПЕРЕДАВАЧІВ ПЕРЕШКОД ДЛЯ РАДІОЕЛЕКТРОННОГО ПОДАВЛЕННЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ – НОСІЇВ РАДІОКЕРОВАНИХ ПІДРИВНИХ ЗАСОБІВ

У загальному вигляді порушено проблему боротьби з безпілотними літальними апаратами (БпЛА), що є носіями радіокерованих підривних засобів, з метою недопущення їх застосування для ураження важливих військових об'єктів. Наведено результати аналізу відомих шляхів її вирішення.

Розроблено допоміжну ілюстративну модель боротьби з БпЛА засобами радіоелектронної боротьби (РЕБ).

Досліджено можливості використання і запропоновано способи застосування існуючих вітчизняних засобів захисту мобільних і стаціонарних об'єктів від радіокерованих підривних засобів. Обґрунтовано фізичну можливість та військово-технічну доцільність їх використання для радіоелектронного прикриття об'єктів від БпЛА, оснащених радіокерованими підривними засобами. Запропоновано способи застосування МПП-1 для забезпечення захисту об'єктів шляхом створення перешкод приймачам каналу радіоуправління підривних засобів БпЛА.

Ключові слова: *радіоелектронна боротьба, радіоелектронне подавлення, безпілотні авіаційні комплекси, безпілотні літальні апарати, вибухонебезпечні об'єкти, радіокеровані підривні засоби, радіоелектронне прикриття об'єктів захисту.*

Постановка проблеми в загальному вигляді. Бойовий досвід військових частин (підрозділів) штабу антитерористичної операції (АТО) на території Донецької та Луганської областей, а також проведення противником диверсійних дій у прилеглих регіонах показує, що на досягнення кінцевої мети сучасних бойових і спеціальних дій впливає ефективно використання безпілотних авіаційних комплексів (БпАК) [1], які використовують не тільки для розвідки, спостереження поля бою, корегування дій щодо вогневого ураження тощо, але й для доставки БпЛА підривних засобів до об'єктів – цілей [2, 3]. При цьому в результаті аналізу застосування військових частин (підрозділів) штабу АТО на сході України встановлено закономірність щодо залежності результативності застосування БпЛА за цільовим призначенням від радіоелектронного впливу комплексів РЕБ на радіоелектронні системи (РЕС) БпАК та радіоелектронного подавлення (РЕП) радіоелектронних засобів (РЕЗ) БпЛА.

Відомо, що БпЛА, які є носіями підривних засобів, за своїм призначенням є ударними, тому їх можливо віднести до пріоритетних об'єктів РЕП. Застосування противником таких ударних БпЛА є значущим фактором оперативної обстановки не тільки в зонах ведення бойових дій біля лінії бойового зіткнення військ (сил), але й у районах відновлення боєздатності, дислокації важливих об'єктів зберігання озброєння і військової техніки, боєприпасів, паливно-мастильних матеріалів тощо. Цей фактор

ускладнюється стрімким розповсюдженням доступних для придбання БпЛА [4], що потребує організації ефективного РЕП РЕЗ БпЛА противника, оснащених радіокерованими засобами підриву, з метою недопущення ураження ними важливих об'єктів.

Отже, актуальність зазначеної проблеми обумовлює потребу пошуку нових способів протидії, у тому числі й радіотехнічних, таким засобам диверсійної діяльності противника щодо важливих об'єктів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій показав, що в більшості робіт, присвячених проблемі РЕП БпЛА при захисті об'єктів від їх радіокерованих підривних засобів, розглянуто лише окремі її елементи. Наприклад, врахування досвіду АТО дозволило сформулювати методологічні підходи до боротьби з БпЛА [5]. У [6] проаналізовано РЕЗ, використання яких дозволить противнику підривати вибухові пристрої, керовані радіоканалом. Встановлено необхідність завчасного розроблення та виконання заходів щодо збереження об'єктів, завдання ударів по яким може входити в плани противника [7]. Аналіз особливостей дій у локальному конфлікті свідчить, що одним з найбільш поширених способів дій терористичних угруповань є підрив вибухівки біля об'єктів державного і військового управління [8]. Цей досвід у майбутньому може розширити тактику застосування БпЛА в АТО.

У роботах [9–11] розглянуто питання виконання завдання із захисту об'єктів особливої важливості та підвищеного ризику з використанням засобів РЕБ. Аналіз можливостей, обґрунтування доцільності та способів застосування вітчизняних засобів РЕБ для захисту військових об'єктів від радіокерованого підриву здійснено в [12]. На сьогодні вказані вироби використовуються для захисту особового складу і техніки. У [13] проаналізовано шляхи побудови комплексної системи контролю за роботою РЕЗ на контрольованій території, що забезпечує оперативне виявлення засобів незаконних збройних формувань, визначення місця їх розташування, подавлення, у разі необхідності, засобів радіовибухівок. У роботах [13, 14] надано варіанти розміщення засобів РЕП над поверхнею землі.

У той же час недостатньо уваги приділено захисту вибухонебезпечних об'єктів від БпЛА, оснащених підривними засобами. Наприклад, як показано в [15], розповсюдження доступних комерційних БпЛА стає все більш серйозною проблемою безпеки, тому для протидії їм пропонується використовувати турецьку сучасну портативну систему «Іхасавар», яка призначена для захисту об'єктів підвищеної небезпеки від БпЛА, блокування дистанційного управління, каналів передавання даних та сигналів супутникової навігації.

Отже, фрагментарний характер опису боротьби з БпЛА потребує ґрунтовного наукового дослідження щодо пошуку дієвих вітчизняних засобів захисту об'єктів, у тому числі від їх ураження радіокерованими вибуховими пристроями, що доставляються БпЛА противника.

Формулювання завдання дослідження. Завданням дослідження є аналіз можливостей та розроблення способів застосування наявних на озброєнні засобів РЕП БпЛА для забезпечення захисту об'єктів від їх радіокерованих підривних засобів.

Виклад основного матеріалу. Для вирішення визначеного завдання побудовано допоміжну ілюстративну модель РЕП РЕЗ БпЛА для захисту об'єктів від їх радіокерованих підривних засобів (рис. 1). На її основі сформовано основні можливі варіанти застосування БпЛА, оснащених радіокерованими підривними засобами для ураження об'єктів, за етапами польоту (табл. 1) і їх комбінації. Проведено аналіз систем управління БпЛА з метою визначення їх уразливості.

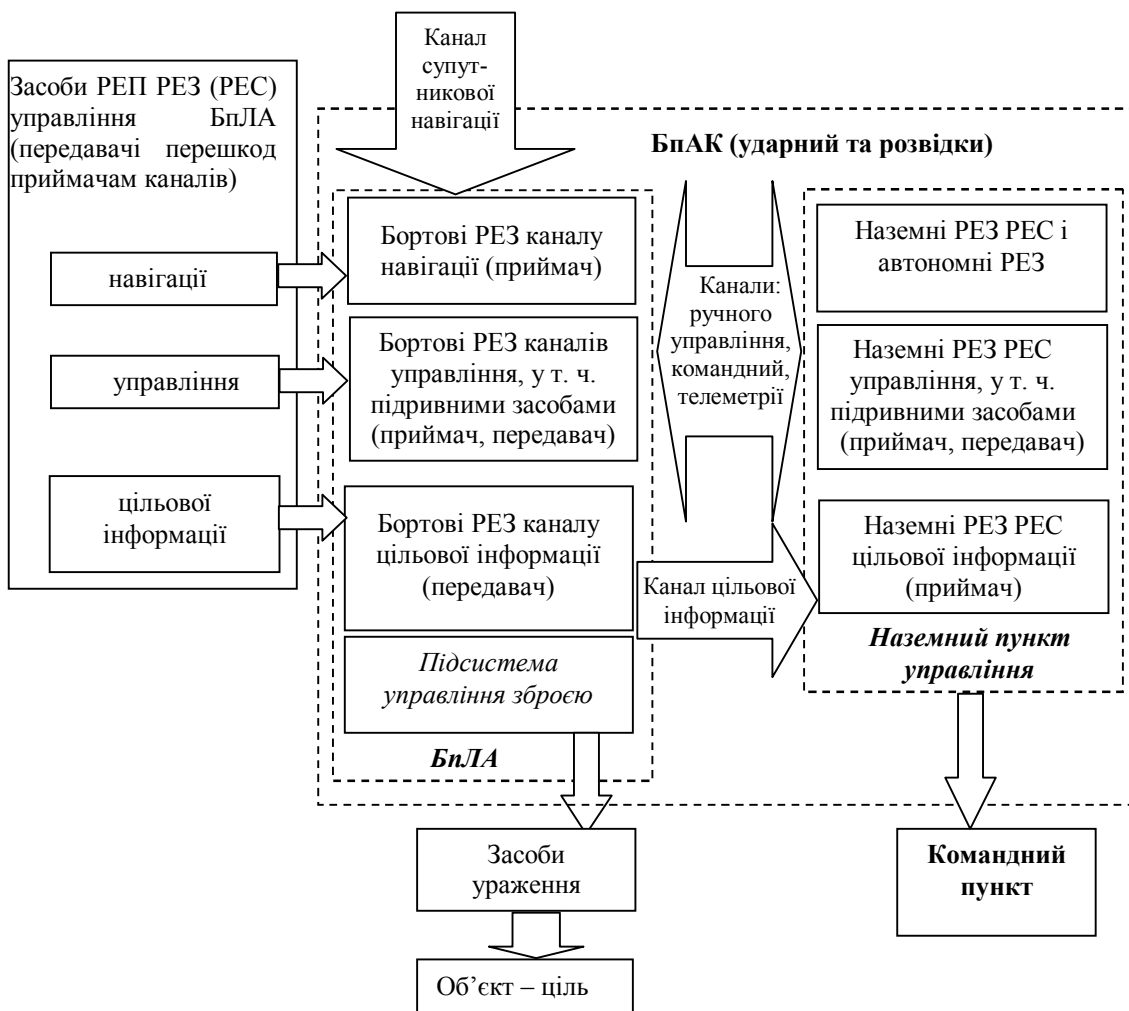


Рис. 1. Допоміжна ілюстративна модель РЕП РЕЗ БпЛА

Перевагою моделі є те, що вона дозволяє враховувати конфліктну природу використання БпЛА в умовах РЕБ з БпАК (системами). При цьому завдання сторін у такій моделі є антагоністичними [16].

Для досягнення найкращих результатів кожна сторона прагне до обрання у визначених обмеженнях значення технічних характеристик засобу, що застосовується, та плану його застосування, тому модель дозволяє:

обирати (у певних припущеннях) технічні характеристики засобів як за противника – РЕЗ (систем) управління БпЛА (табл. 2), так і за свої війська – засобів РЕП РЕЗ БпЛА (табл. 3);

прогнозувати варіанти застосування БпЛА, оснащених радіокерованими підривними засобами для ураження об'єктів, та оцінювати можливості застосування засобів РЕП (табл. 4).

Таблиця 1

Типові варіанти ступенів дезорганізації управління БпЛА при захисті об'єктів від їх радіокерованих підривних засобів

Ступінь дезорганізації управління БпЛА	РЕЗ БпЛА, робота яких порушується	Результат застосування засобів РЕБ
Утруднення	Приймачі сигналів окремих каналів (командного й ручного управління, цільового навантаження)	Управління БпЛА за погіршення обміну інформацією в різних каналах системи управління, що призводить до зменшення результативності виконання завдання за призначенням
Порушення	Приймачі сигналів каналів командного або ручного управління, телеметрії, цільового навантаження або супутникової навігації	Періодично втрачається управління окремими БпЛА, що зумовлює невиконання завдання за призначенням
Зрив	Приймачі сигналів каналів командного та (або) ручного управління, телеметрії, цільового навантаження та супутникової навігації	Втрачається управління БпЛА, що призводить до його пошкодження або втрати



Таблиця 2

Основні характеристики каналів – цілей перешкод

Характеристика каналу	Командний	Ручного управління	Телеметрії	Цільової інформації	Супутникової навігації
Частота (діапазон), що використовується, ГГц	0,3–2,5				1,17–1,62
Ширина спектра сигналу, МГц	10 ⁻² (до 100 – при використанні псевдовипадкового перестроювання робочої частоти, шумоподібного сигналу, сигналу з прямим розширенням спектра тощо)			8	2 (GPS) 14 (ГЛОНАСС)
Потужність передавачів сигналів, Вт	1–10	0,1 (10 при реалізації ручного управління на весь радіус дії)	1–10		50–100 (передавач знаходиться на КА)
Коефіцієнт підсилення антен (бортові/наземні), рази	2,4–3,6				6,5–13
	2,4–3,6		8,5–27		

В основу розробленої моделі (див. рис. 1) покладено елементи теорії радіоелектронних (радіотехнічних) систем та РЕБ. БпАК у моделі є сукупністю РЕЗ наземного (корабельного) та повітряного базування (розташування), які функціонально пов'язані та утворюють РЕС БпАК визначеного цільового призначення.

Існуючі засоби РЕБ, технічні характеристики яких дозволяють розглядати їх для РЕП БпЛА

Характеристика	Переносна система подавлення ЕЈАВ	Малогабаритний передавач перешкод МПП-1
Зовнішній вигляд		
Призначення	Для захисту особового складу і техніки та попередження активації дистанційно керованих вибухових пристроїв	Для захисту особового складу, рухомих засобів та стаціонарних об'єктів від радіокерованого підриву вибухових пристроїв
Діапазон робочих частот, МГц	20–2438	20–2000
Потужність передавача, Вт	10/20/30	Не менше 10
Радіус зони створення перешкод, м	150	Не менше 500

Класифікацію підсистем РЕС БпАК, необхідних для його функціонування, пропонуємо провести за ознаковим принципом на основі ДСТУ В 7371:2013 [17]. До класифікаційних ознак доцільно включити сферу базування (розташування) та функціональне призначення.

За сферою базування (розташування) РЕЗ можна виділити наземну та повітряну підсистеми (складові) РЕС БАК.

За функціональним призначенням виокремимо:

- систему управління польотом БпЛА і функціонуванням його цільовим спорядженням;
- систему цільового спорядження;
- систему забезпечення (живлення).

Згідно з моделлю (див. рис. 1) РЕП РЕЗ БпЛА досліджується як складова підсистеми в системі РЕБ з БпАК, яка є сукупністю узгоджених за метою, завданням, місцем і часом заходів та дій військ (сил) щодо виявлення РЕЗ БпАК та їх РЕП.

Виходячи з наведеної класифікації, у розробленій моделі БпЛА подано як радіоелектронний об'єкт повітряний елемент системи управління зброєю (підривними засобами), який складається з РЕЗ, що розміщуються на окремому зразку військової техніки. У разі призначення БпЛА на подавлення (підлягає радіоелектронному впливу) він розглядається як об'єкт РЕП (об'єкт радіоелектронних перешкод).

Канали, що функціонують у системі «наземний пункт управління – БпЛА» (командний, телеметрії, цільової інформації, навантаження та супутникової навігації), у розробленій моделі є цілями радіоелектронних перешкод у РЕБ з БпАК.

Змістом РЕП РЕЗ БпЛА як складової системи РЕБ з БпАК є комплекс заходів щодо зриву або порушення їх роботи в командному каналі та каналі ручного управління, у тому числі управління цільовим навантаженням (підривними засобами), а також телеметрії та

супутникової навігації, шляхом випромінювання електромагнітних коливань спеціальними передавачами.

Таблиця 4

Типові варіанти застосування БпЛА, оснащених радіокерованими підривними засобами для ураження об'єктів (за етапами польоту БпЛА)

Варіант 1	Варіант 2	Варіант 3
Етап 1. Підготовка та зліт БпЛА		
У районі розташування своїх військ за лінією бойового зіткнення	У районі розташування військ противника	У районі безпосереднього розташування об'єкта
Етап 2. Знаходження БпЛА на маршруті польоту		
Програмне управління польотом (автоматичне)	Командне управління польотом	Ручне управління польотом
Етап 3. Знаходження БпЛА в районі об'єкта ураження		
Добування розвідувальних відомостей, оцінювання взаємного розташування БпЛА та об'єкта удару, корегування положення радіокерованих підривних засобів ураження відносно об'єктів противника		
Дистанційно, за інформацію, що передається з борту БпЛА цільовим каналом та каналом телеметрії	Дистанційно, за інформацію, що передається з борту БпЛА цільовим каналом та каналом телеметрії та уточнюється передовим авіаційним навідником	Дистанційно, за інформацією, візуального спостереження диверсанта-розвідника, який здійснює ручне управління
Етап 4. Знаходження БпЛА в районі об'єкта ураження		
Скидання вибухових радіокерованих пристроїв, подача радіосигналу на приймач радіокерованого вибухового пристрою, здійснення його підриву (або БпЛА) для ураження об'єкта		
Етап 5. Знаходження БпЛА в районі об'єкта ураження		
Добування розвідувальних відомостей та оцінювання результатів застосування радіокерованих вибухових пристроїв по об'єкту противника		
Дистанційно, за інформацію, що передається з борту БпЛА цільовим каналом	Дистанційно, за інформацію, що передається з борту БпЛА цільовим каналом і каналом телеметрії та уточнюється передовим авіаційним навідником	Безпосередньо, за інформацією візуального спостереження диверсанта-розвідника
Етап 6. Знаходження БпЛА на маршруті польоту		
Програмне управління польотом (автоматичне)	Командне управління	Ручне управління
Етап 7. Посадка БпЛА		
Програмне управління польотом (автоматичне)	Командне управління	Ручне управління

РЕП БпЛА полягає в зриві, порушенні або ускладненні роботи РЕЗ (приймачів сигналів) вказаних каналів, шляхом застосування засобів радіоелектронних перешкод (табл. 1).

Основною формою РЕБ з БпАК є радіоелектронний вплив – дії радіоелектронних перешкод на приймачі сигналів каналів командного та ручного управління, телеметрії, цільового навантаження та супутникової навігації, які здійснюються силами та засобами

РЕБ (перешкод) за єдиним замислом і планом згідно з поточною радіоелектронною обстановкою.

Проведений аналіз доступної відкритої інформації щодо радіоліній управління закордонних БпЛА і їх каналів передачі даних, а також реклами виробників відповідного бортового і наземного устаткування дозволяє зробити висновок, що найбільшого поширення нині набули такі діапазони робочих частот:

1700–1850 МГц (L-діапазон)

2200–2500 МГц (S-діапазон)

4400–4950 МГц (нижній С-діапазон) і 5250–5850 МГц (верхній С-діапазон).

У перспективному плані розвитку безпілотних авіаційних систем необхідно також використовувати як радіолінії зв'язку з БпЛА частотний діапазон 225–400 МГц.

При цьому здійснюється як аналогова модуляція сигналів (GMSK, NTSC, PAL) в одночастотному режимі або в режимі стрибкоподібної зміни частоти, так і цифрова, у тому числі OFDM з компенсацією доплерівського ефекту. Аналогова модуляція є застарілою і не застосовується в нових БпЛА.

Максимальна швидкість передачі даних з борту БпЛА змінюється зазвичай у межах від 3,5 Мбіт/с до 274 Мбіт/с з тенденцією її підвищення.

Максимальна ширина смуги пропускання каналів зв'язку БпЛА становить 10–20 МГц, в окремих випадках – 40 МГц.

Енергетичні характеристики випромінювання наземних і бортових РЕС залежно від типу БпЛА дозволяють забезпечити дальність стійкого зв'язку до 100 км і більше в режимі прямої видимості.

Функціонування РЕЗ забезпечує приймання, оброблення, вимірювання параметрів різного виду сигналів, а також передавання інформації між БпЛА, наземним пунктом управління, іншими елементами та РЕС БпЛА. Спотворення корисних та приймання сторонніх сигналів заважають нормальному функціонуванню РЕЗ та знижують якість виконання функцій і завдань за призначенням.

Режими функціонування РЕЗ (РЕС) управління БпЛА, оснащених радіокерованими засобами підриву (радіовибуховими пристроями), залежать від реалізації принципів їх побудови та відповідних каналів: командного і ручного управління, телеметрії, цільової інформації, навігації тощо, - а також від способів їх застосування при доставленні радіокерованих засобів підриву до об'єкта.

Виходячи з результатів аналізу об'єкта РЕП (див. табл. 2) та тактико-технічних характеристик існуючих засобів РЕБ (табл. 3), визначено доцільність оцінювання можливостей застосування виробів малогабаритних передавачів перешкод МПП-1 та ЕЈАВ для подавлення каналів управління БпЛА з метою дезорганізації (погіршення нормальної роботи) його управління противником.

У своєму складі МПП-1 має 4 незалежні блоки подавлення радіоліній (БПРЛ), окремі блоки живлення, пульти дистанційного керування і пристрої автономного включення в заданий час. Кожен з БПРЛ-1, -2, -3 складається з чотирьох передавачів (літер) перешкод та однієї чотиривідної широкосмугової антени, а БПРЛ-4 має один передавач перешкод, окрему антену та вбудований блок живлення. Кожна з літер МПП-1 має індивідуальний діапазон робочих частот. При одночасній роботі всіх 13 літер досягається постановка перешкод у всьому діапазоні робочих частот виробу МПП-1, який становить від 20 МГц

до 2 ГГц. Засіб має достатньо високу спектральну щільність потужності сигналу перешкод (рис. 2).

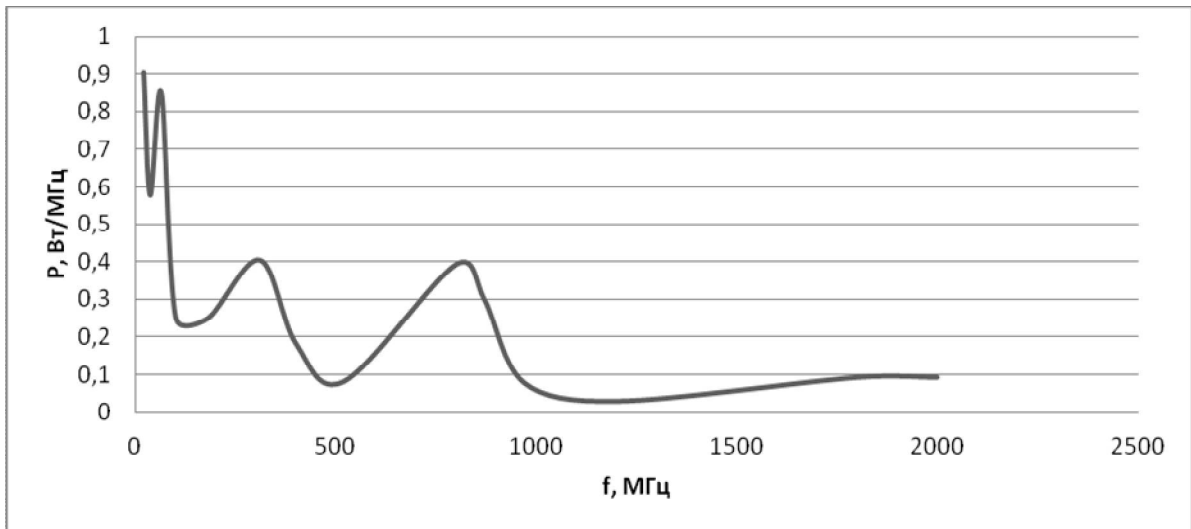


Рис. 2. Графік спектральної щільності випромінювання МПП-1

Діапазон робочих частот портативної системи подавлення EJAB-I/S становить від 20 МГц до 2,44 ГГц. При цьому спектр випромінювання має три основні ділянки (рис. 3).

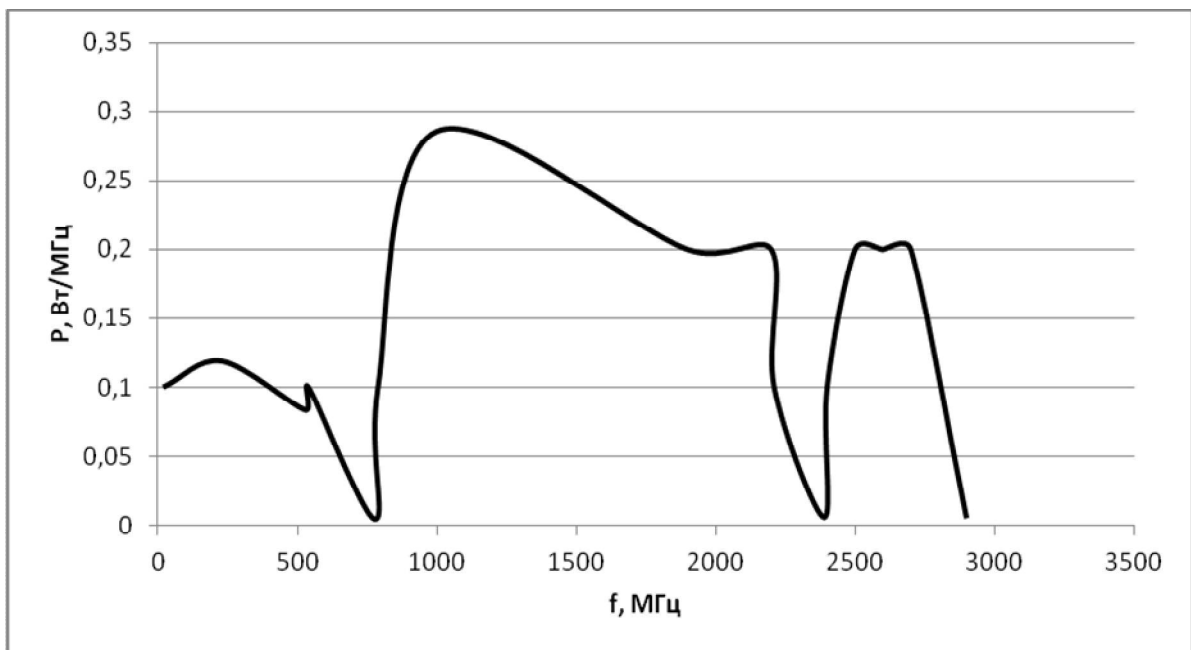


Рис. 3. Графік спектральної щільності випромінювання EJAB

Це дозволяє застосовувати його для подавлення різноманітних засобів пристроїв керування підривом (об'єктів радіоподавлення) і забезпечити достатню зону радіоелектронного прикриття об'єктів захисту. Малогабаритні передавачі перешкод застосовуються для радіоподавлення ліній ультракороткохвильового радіозв'язку, радіоелектронного прикриття (захисту) стаціонарних і мобільних об'єктів від підриву радіокерованими фугасами.

Найвіддаленіша межа подавлення радіоприймального пристрою РЕЗ (РЕС) управління БПЛА, оснащених радіокерованими засобами підриву, дорівнює мінімальній

дальності прикриття R_{\min} , яку визначають за таким виразом [18]:

$$R_{\min} = D \cdot \sqrt{\frac{P_{\pi} \cdot G_{\pi} \cdot \Delta F_{\text{прм}} \cdot \gamma}{P_c \cdot G_c \cdot \Delta f_{\pi} \cdot K_{\pi}}}$$

де D – відстань від радіопередавального до радіоприймального пристрою керування підривом, м;

P_{π} – потужність сигналу перешкод на вході радіоприймального пристрою керування підривом, Вт;

G_{π} – коефіцієнт підсилення передавальної антени передавача перешкод;

$\Delta F_{\text{прм}}$ – ефективна смуга пропускання радіоприймального пристрою, Гц;

γ – коефіцієнт, що враховує різницю поляризації між радіоперешкодою та сигналом пристрою керування підривом;

Δf_{π} – ширина спектра сигналу перешкод, Гц;

P_c – потужність сигналу керування підривом, Вт;

G_c – коефіцієнт підсилення передавальної антени пристрою керування підривом;

$K_{\pi} = \left(\frac{P_{\pi}}{P_c} \right)_{\text{вх}}$ – коефіцієнт подавлення при дії радіоперешкод на лінію керування

підривом.

Залежність мінімальної дальності прикриття засобами МПП-1 та ЕЈАВ від діапазону частот наведено на рис. 4, 5 відповідно.

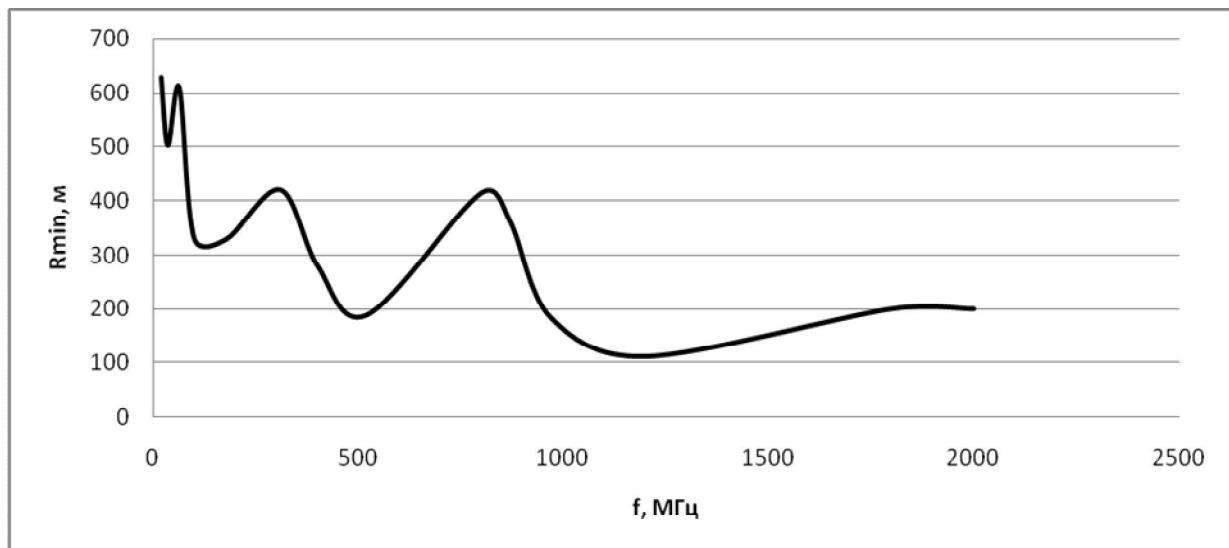


Рис. 4. Залежність мінімальної дальності прикриття засобом МПП-1 від діапазону частот

За результатами аналізу цілей перешкод встановлено, що МПП-1 може здійснювати подавлення в діапазонах частот 225–400 МГц та 1700–1850 МГц, дальність ефективного прикриття об'єктів при цьому становить до 420 м та 200 м відповідно. Згідно з отриманими результатами запропоновано місце МПП-1 у подавленні каналів БпЛА, оснащених радіокерованими підривними засобами для ураження об'єктів (табл. 5).

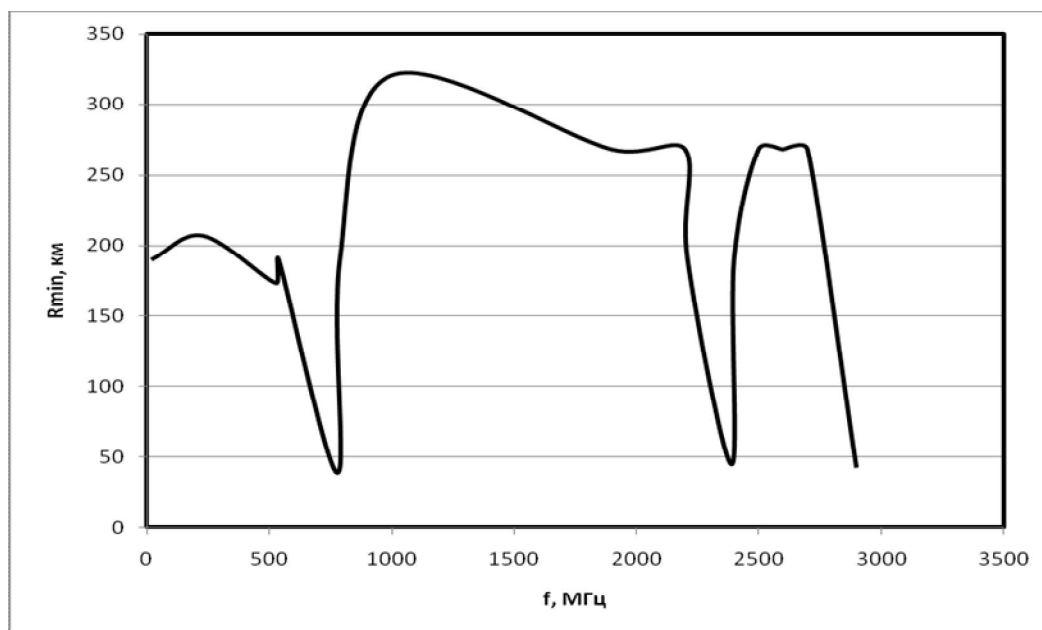


Рис. 5. Залежність мінімальної дальності прикриття засобом ЕЈАВ від діапазону частот

Таблиця 5

Місце МПП-1 у подавленні каналів БпЛА, оснащених радіокерованими підривними засобами для ураження об'єктів (за етапами польоту БпЛА)

Канали БпАК – цілі радіоелектронного подавлення						
Засоби подавлення каналів	Супутникової навігації	Командний	Ручного управління	Телеметрії	Видової (розвідувальної) інформації	Управління радіокерованого пристрою
Етап 1. Підготовка та зліт БпЛА						
Спеціальні	+	-	+	-	-	-
Етап 2. Знаходження БпЛА на маршруті польоту						
Спеціальні	+	+	-	+	-	-
Етап 3. Знаходження БпЛА в районі об'єкта ураження Добування розвідувальних відомостей, оцінювання взаємного розташування БпЛА та об'єкта удару, корегування положення радіокерованих підривних засобів ураження відносно об'єктів противника						
Спеціальні та МПП	+	+	+, -	+	+	+
Етап 4. Знаходження БпЛА в районі об'єкта ураження Скидання вибухових радіокерованих пристроїв, подача радіосигналу на приймач радіокерованого вибухового пристрою, здійснення підриву вибухового пристрою (або БпЛА) для ураження об'єкта						
МПП	+	+	+, -	+	+	+
Етап 5. Знаходження БпЛА в районі об'єкта ураження Добування розвідувальних відомостей та оцінювання результатів застосування радіокерованих вибухових пристроїв по об'єкту противника						
Спеціальні та МПП	+	+	+, -	+	+	+
Етап 6. Знаходження БпЛА на маршруті польоту						
Спеціальні	+	+	-	+	-	-
Етап 7. Посадка БпЛА						
Спеціальні	+	-	+	-	-	-

Загороджувальне за напрямком радіоелектронне прикриття стаціонарних об'єктів загороджувальними за частотою шумовими перешкодами здійснюють об'єктовим та зональним способами: об'єктовий застосовується для захисту окремих важливих об'єктів, а зональний – для прикриття заданого району місцевості, у якому можуть знаходитися кілька об'єктів, що охороняються.

При забезпеченні прикриття великого об'єкта (типу складів) від БпЛА, оснащених підривному засобом, виникає завдання підйому МПП-1 над поверхнею землі, що може бути здійснено встановленням їх на дахах прилеглих до об'єкта будівель. Зважаючи на те, що діаграма спрямованості антени МПП-1 має форму тороїда, існує можливість збільшення зони подавлення за висотою шляхом нахилу антени на визначений кут.

Експериментальні дослідження засвідчили, що для забезпечення максимальної зони прикриття кут нахилу антени від нормалі має становити від $34,4^\circ$ до $41,7^\circ$ залежно від частоти (рис. 6).

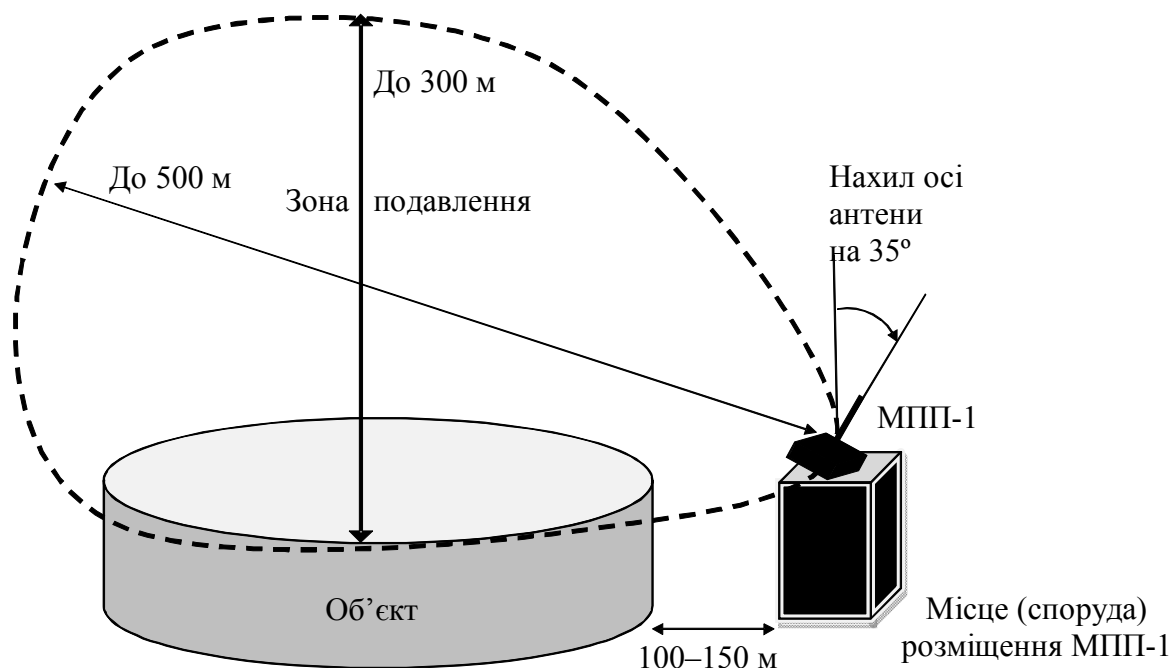


Рис. 6. Зона прикриття об'єкта при нахиленій антені МПП-1

При прикритті об'єкта способом, наведеним на рис. 6, забезпечується унеможливлення дистанційного підриву підривного засобу. Водночас залишається небезпека падіння БпЛА та підриву його програмним способом.

Іншим варіантом прикриття об'єкта є подавлення ліній управління БпЛА на підльоті до об'єкта прикриття (рис. 7).

Виходячи з досвіду забезпечення заходів ЄВРО-2012, можна стверджувати, що при такому способі прикриття слід застосовувати МПП-1 у кількості, яка забезпечить кільцеву зону подавлення навколо об'єкта.

Висновки. Таким чином, у даній статті розглянуто проблему боротьби з БпЛА, що є носіями радіокерованих підривних засобів, в аспекті застосування існуючих вітчизняних засобів захисту мобільних і стаціонарних об'єктів від радіокерованих підривних засобів

для недопущення їх застосування для ураження важливих військових об'єктів.

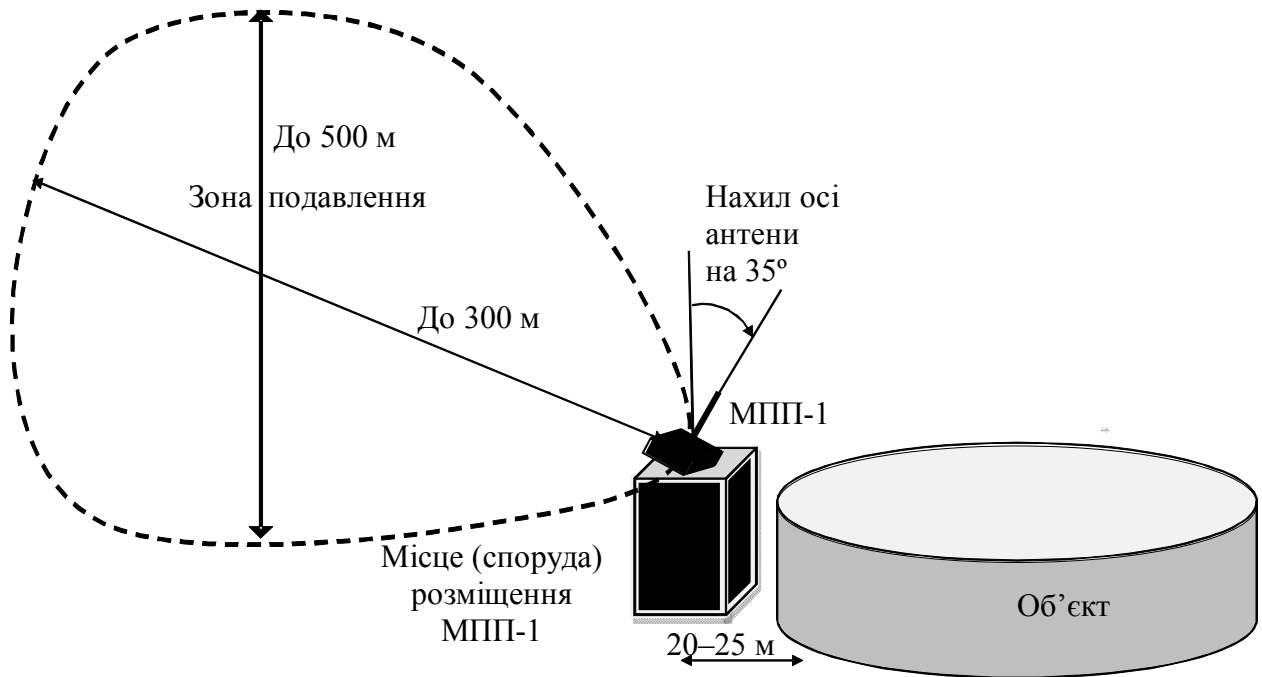


Рис. 7. Варіант прикриття об'єкта

У результаті досліджень встановлено:

можливість та доцільність використання МПП-1 та ЕЈАВ для радіоелектронного прикриття об'єктів від БПЛА, оснащених радіокерованими підривними засобами;

засобами МПП-1 може здійснюватися прикриття об'єктів від БПЛА, оснащених радіокерованими засобами підриву, управління якими реалізується в діапазонах частот 225–400 МГц та 1700–1850 МГц;

додаткове застосування засобів ЕЈАВ дозволить розширити смугу частот ефективного подавлення до 2700 МГц.

Запропоновано способи застосування МПП-1 для забезпечення захисту об'єктів шляхом створення перешкод приймачам каналу радіоуправління підривних засобів БПЛА.

Перспективним напрямом подальших досліджень є розроблення методичного апарату оцінювання просторово-часових характеристик та формування варіантів системи РЕП БПЛА, побудованої на базі наявних засобів РЕБ, для забезпечення захисту об'єктів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Довідник основних зразків озброєння та військової техніки Збройних сил Російської Федерації. – К. : Міністерство оборони України, 2015. – 365 с.
2. Ворожий БПЛА скинув на військову частину сил АТО шість вибухових пристроїв [Електронний ресурс]. – Режим доступу : URL: https://ua.censor.net.ua/.../vorojyji_bppla_skyuv_na_viyisk (дата звернення: 05.12.2017).
3. Штаб АТО обнародовал фотографии, свидетельствующие о применении боевиками ударных беспилотников [Электронный ресурс]. – Режим доступа : URL: www.pravda.com.ua/rus/news/2016/05/1/7107304 (дата обращения: 05.12.2017).
4. Українські дрони в небесах: проблеми використання безпілотників в Україні [Електронний ресурс]. – Режим доступу : URL: ukr.lb.ua/economics/2017/10/21/

379765_ukrainski_droni_nebesah_problemi.htm (дата звернення: 05.12.2017).

5. Іщенко Д. А. Методологічні засади досягнення переваги в застосуванні безпілотних авіаційних комплексів / Д. А. Іщенко, С. І. Болобан // Проблеми створення, випробовування, застосування та експлуатації складних інформаційних систем : зб. наук. праць. – Житомир : ЖВІ, 2016. – Спецвип. 3. – С. 42–57.
6. Писаревський В. І. Особливості використання терористичними групами сучасних радіоелектронних засобів при здійсненні ними терористичних актів / В. І. Писаревський, М. Г. Русанов, А. В. Снігуров та ін. // Честь і закон. – Х. : Військ. ін-т ВВ МВС України, 2005. – № 2. – С. 24–29.
7. Белоус В. С. Террористы присматриваются к ядерным реакторам [Электронный ресурс] / В. С. Белоус // Независимое военное обозрение. – 2005. – № 25 (434).– Режим доступа : URL: http://nvo.ng.ru/spforces/2005-07-08/7_terroristy.html?id_user=Y (дата обращения: 05.12.2017).
8. Русанов М. Г. Особливості інформаційного (розвідувального) забезпечення дій внутрішніх військ МВС під час проведення спеціальних антитерористичних операцій / М. Г. Русанов, А. В. Снігуров, В. М. Захаров та ін. // Честь і закон. – Х. : Військ. ін-т ВВ МВС України, 2005. – № 1. – С. 11–18.
9. Русанов М. Г. Застосування радіоелектронних засобів при проведенні спеціальних операцій внутрішніми військами МВС України / М. Г. Русанов, Ю. М. Голобородько, В. М. Захаров та ін. // Честь і закон. – Х. : Військ. ін-т ВВ МВС України, 2004. – № 4. – С. 27–37.
10. Снігуров А. В. Особливості ведення радіоелектронної боротьби при захисті важливих об'єктів від терористичних груп / А. В. Снігуров, М. Г. Русанов, І. С. Добринін та ін. // Честь і закон. – Х. : Військ. ін-т ВВ МВС України, 2006. – № 1. – С. 39–43.
11. Русанов М. Г. Особливості ведення бойових дій підрозділами внутрішніх військ МВС України в сучасній обстановці / М. Г. Русанов, В. М. Захаров // Честь і закон. – Х. : Військ. ін-т ВВ МВС України, 2004. – № 2. – С. 21–25.
12. Певцов Г. В. Вітчизняні засоби захисту об'єктів від радіокерованого підриву та основні способи їх бойового застосування / Г. В. Певцов, С. В. Пшеничних, А. З. Поточняк // Честь і закон. – Х. : Акад. ВВ МВС України, 2006. – № 2. – С. 32–37.
13. Антенна система заглушення каналів радіокерування вибуховими пристроями для повітряного носія / Ю. П. Белокурський, В. М. Захаров, В. Є. Козлов та ін. // Зб. наук. праць Акад. ВВ МВС України. – Вип. 2 (16). – Х., 2010. – С. 50–53.
14. Комплексна система радіомоніторингу засобів радіозв'язку / Ю. М. Голобородько, В. М. Захаров, М. Г. Русанов та ін. // Честь і закон. – Х. : Військ. ін-т ВВ МВС України, 2005. – № 3. – С. 18–22.
15. Аэродинамически забрасываемые передатчики помех и комплексы РЭБ на их основе : Проспект Мілех-2003. – Минск : АЗПП «Мошкарец», 2003. – 116 с.
16. Цветков А. Г. Принципы количественной оценки эффективности радиоэлектронных средств / А. Г. Цветков. – М. : Изд-во «Советское радио», 1971. – 200 с.
17. Техніка авіаційна військової призначеності. Апарати літальні безпілотні. Основні терміни, визначення понять і класифікація : ДСТУ В 7371:2013. – [Чинний від 2013-08-22]. – К. : Держспоживстандарт України, 2013. – С. 1–16.
18. Палий А. И. Радиоэлектронная борьба / А. И. Палий. – М. : Воениздат, 1989. – 350 с.

Подано 06.12.2017

Д. А. Ищенко, В. А. Кирилюк

ПРИМЕНЕНИЕ МАЛОГАБАРИТНЫХ ПЕРЕДАТЧИКОВ ПОМЕХ ДЛЯ РАДИОЭЛЕКТРОННОГО ПОДАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ – НОСИТЕЛЕЙ РАДИОУПРАВЛЯЕМЫХ ПОДРЫВНЫХ СРЕДСТВ

В общем виде поднято проблему борьбы с беспилотными летательными аппаратами, которые являются носителями радиоуправляемых подрывных средств, с целью недопущения их применения по важным военным объектам. Приведены результаты анализа известных путей решения данной проблемы.

Разработана вспомогательная иллюстративная модель борьбы с БпЛА с помощью средств РЭБ.

Исследованы возможности использования и предложены способы применения существующих отечественных средств защиты мобильных и стационарных объектов от радиоуправляемых подрывных средств. Обоснована физическая возможность и военно-техническая целесообразность использования этих средств для радиоэлектронного прикрития объектов от БпЛА, оснащенных радиоуправляемыми подрывными средствами. Предложены способы применения МПП-1 для обеспечения защиты объектов путем создания помех приемникам канала радиопередачи подрывных средств БпЛА.

Ключевые слова: *радиоэлектронная борьба, радиоэлектронное подавление, беспилотные авиационные комплексы; беспилотные летательные аппараты, взрывоопасные объекты, радиоуправляемые подрывные средства, радиоэлектронное прикрытие объектов защиты.*

D. A. Ishchenko, V. A. Kyryliuk

USING SMALL JAMMING TRANSMITTERS TO JAM THE UNMANNED AERIAL VEHICLES – CARRIER OF RADIO-CONTROLLED EXPLOSIVE DEVICES

In general, the problem of combating dense aircrafts, which are carriers of radio-controlled explosive devices, is set to prevent them from being used on important military installations. The results of the analysis of known ways of solving the problem are given.

Auxiliary illustrative model of the fight against UAV by means of EW has been developed.

Possibilities of use were investigated and methods of application of existing domestic means of protection of mobile and stationary objects from radio-controlled explosive devices were proposed. The physical possibility and military-technical expediency of the use of these means for radio-electronic cover of objects from unmanned aerial vehicles equipped with radio-controlled explosive devices are substantiated. Ways of applying MPP-1 for providing protection of objects by creating interference to receivers of the radio control channel of explosive means of unmanned aerial vehicles are proposed.

Keywords: *radio electron struggle, radio-emitting suppression, unmanned aerial systems, unmanned aerial vehicles, explosive objects, radio-controlled explosive devices, radio-electronic cover of protection objects.*